SAĞLIK BİLİMLERİNDE GÜNCEL KAVRAMLAR VE YENİLİKÇİ ARAŞTIRMALAR

All Sciences Academy

SAĞLIK BİLİMLERİNDE GÜNCEL KAVRAMLAR VE YENİLİKÇİ ARAŞTIRMALAR

Editor
Prof. Dr. Fatih HATİPOĞLU

Sağlık Bilimlerinde Güncel Kavramlar ve Yenilikçi Araştırmalar
Editör: Prof. Dr. Fatih HATİPOĞLU

Dizayn: All Sciences Academy Design
Basım Tarihi: Aralık 2025
Yayıncı Sertifika Numarası: 72273
ISBN: 978-625-8536-34-8

© All Sciences Academy

www.allsciencesacademy.com
allsciencesacademy@gmail.com

İÇERİK

1. Bölüm **10**

Stresle İlişkili Yeme Davranışı

Şükrenay ÖZGÜN, Ayşegül BAYRAMOĞLU

2. Bölüm **25**

Alternatif Besinler

Dilara SÖKMEN, Ayşegül BAYRAMOĞLU

3. Bölüm **44**

Postpartum Estetik Müdahaleler ve Ebelik Etiği: Güzellik Normları ile Mesleki Sınırlar Arasında Kalmak

Ayşenur YILDIZ

4. Bölüm **61**

Basınç Yarası Risk Faktörleri ve Önleme Stratejileri: Hemşirelik Bakımına Yönelik Bir Derleme

Elçin EFTELİ

5. Bölüm **80**

İskelet Kasında Egzersiz Cevabı ve Kas Adaptasyonu

Ercan TURAL

6. Bölüm **91**

Oosit Biyolojisi ve Üreme Tıbbı

Kasım GÜNEŞ

7. Bölüm **107**

Anjiyogenezin Belirlenmesinde Sıklıkla Kullanılan İmmunohistokimyasal Belirteçler

Nurcan DELİCE, Şerife TÜTÜNCÜ

8. Bölüm **120**

Resveratrol: Son On Yılın Gözünden Moleküler Mekanizmalar, Sağlık Üzerine Etkileri ve Klinik Potansiyeli

Şerife TÜTÜNCÜ, Nurcan DELİCE

9. Bölüm **133**

Otizm Spektrum Bozukluğu Genetik Hayvan Modelleri

Ümit ATASEVER

10. Bölüm **157**

Yaşlılık Döneminde Beslenme: Malnütrisyon, İştah Değişimleri ve Besin Alımının Optimize Edilmesine Yönelik Kanıta Dayalı Yaklaşımlar

Yusuf ÖZTÜRK

11. Bölüm **176**
Endodonti Kaynaklı Renklenmler ve Beyazlatma Yöntemleri
Aybüke İNEL, Safa KURNAZ
12. Bölüm **194**
Yapay Zeka ile Biyokimyasal Hastalık Verilerinin Analizi
H. İbrahim ÖZDEMİR
13. Bölüm **208**
Mobil Sağlık Uygulamalarıyla Biyokimyasal İzlem
H. İbrahim ÖZDEMİR
14. Bölüm **220**
Çocuk Hastalarda Pulpanın Klinik Durumunun Değerlendirilmesi
Şevval ÇAKICI, Safa KURNAZ
15. Bölüm **231**
Çocuk ve Yetişkinlerde Endodontik Enfeksiyonların Yaşa Bağlı Biyolojik ve Mikrobiyal Farklılıkları
Şevval ÇAKICI, Safa KURNAZ
16. Bölüm **245**
Hemşirelik Öğrencilerinin Eğitiminde Mobil Uygulama Kullanımı
Emine ŞİŞKO, Burcu NAL, İbrahim TOPUZ
17. Bölüm **257**
Isparta Gülü ve Türevleri: Gıda Mühendisliği ve Fonksiyonel Gıdalardaki Uygulamaları
Hüseyin ÖZTÜRK
18. Bölüm **272**
İnsan Bitlerinin Toplum Sağlığı Açısından Önemi ve Güncel Tedavi Yaklaşımları
Öğr. Gör. Sabriye ÇEÇEN SULAR
19. Bölüm **288**
Bisfenol A (BPA): Çevresel Yayılım, Toksikolojik Profil ve İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri
Ekin AYDIN, Göksel ARLİ
20. Bölüm **303**
Veteriner Anestezide Opioidsiz Anestezi
Eyüp Tolga AKYOL

21. Bölüm **317**
Sağlıkta Dijitalleşme Süreci ve Hemşirelik Hizmetleri Yönetimi Üzerine Bir İnceleme
İzzettin EKİNCİ
22. Bölüm **325**
Diyetle Alınan Trans Yağ Asitleri ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri
Mehmetcan KEMALOĞLU, Emine KEMALOĞLU
23. Bölüm **338**
Sağlık Turizmi ve Hastanelerde Sağlık Turizminin Geliştirilmesi
Nurşen AYDIN
24. Bölüm **356**
Hücresel Senesansin Çift Yönlü Doğası: Moleküler Temellerden Patolojik Sonuçlara
Şevval YERGİN, Eda AÇIKGÖZ
25. Bölüm **380**
Vegan ve Vejetaryen Sporcularda Bitkisel Bazlı Besin Destekleri
Ruveyde Sena DURNAL, K. Esen KARACA ÇELİK, Hatice KARAKOÇ, Merve İNCE PALAMUTOĞLU
26. Bölüm **401**
Mikrobiyota ve Spor Performansı Arasındaki İlişki
Şevval GÜLCE, K. Esen KARACA ÇELİK, Hatice KARAKOÇ, Merve İNCE PALAMUTOĞLU
27. Bölüm **417**
Serbest Radikaller
Zehra TEKİN
28. Bölüm **434**
Kedi ve Köpeklerde Oküler Terapötik Ajanlar
Aynur DEMİR ZENCİRKIRAN
29. Bölüm **452**
Grup Müdahaleleri ve Dinamikler
Abdulkadir ILGAZ
30. Bölüm **460**
Sağlık Psikolojisi Çerçevesinde Sosyal Hizmet Müdahaleleri
Abdulkadir ILGAZ
31. Bölüm **469**
Engelli Kadınlarda Gebelik ve Ebelik Bakımı
Ayşegül DURMAZ, Çiğdem GÜN KAKAŞÇI

32. Bölüm **480**
Travmatik Doğum Deneyimi ve Emzirme Süreci
Çiğdem GÜN KAKAŞÇI, Ayşegül DURMAZ
33. Bölüm **493**
Klinik Veteriner Hekimlikte Yapay Zekâ Tabanlı Karar Destek Yaklaşımları
Mehmet GÜLTEKİN
34. Bölüm **509**
Evcil Memeli Hayvanlarda Meme ve Tırnağın Anatomisi
Meryem KARAN
35. Bölüm **527**
Sağlık Hizmetlerinin Dijital Dönüşümünde Hemşire Refahı ve Yapay Zekâ
Nihal TAŞKIRAN
36. Bölüm **545**
Hemşirelik Bakımında Yetkinlik Kavramı
Gülengün TÜRK, Nihal TAŞKIRAN
37. Bölüm **557**
Plexus Brachialis'in Anatomisi ve Varyasyonları
Muhammet Bora UZUNER, Muammer Hayri BEKTAŞ
38. Bölüm **571**
Brakial Pleksus Hasarlanması Klinik/Tanı/Tedavi
Döndü Ülker ÜSTEBAY
39. Bölüm **581**
Yenidoğan Brachial Pleksus Hasarı
Sefer ÜSTEBAY
40. Bölüm **592**
Hemşirelik Kuram ve Modellerinin Kavramsal ve Tarihsel Gelişimi
Mehtap BUDAK, Bahar TÜRKMENOĞLU
41. Bölüm **605**
İndüklenmiş Hayvan Deneyi Modelleri
Ayşe BOZKURT, Eda YILMAZ

42. Bölüm **617**
Hasta Merkezli Radyoloji: Hastaların Görüntüleme Yolculuğu Haritası Üzerinden Bir Değerlendirme
Serpil EMİKÖNEL, İbrahim TÜRKMEN
43. Bölüm **639**
Adeziv Köprüler
Nursel DEMİR, Eyyüp ALTINTAŞ
44. Bölüm **651**
Ketojenik Diyet ve Tümorogenezdeki Rolü
Soycan TÜNER
45. Bölüm **664**
Anatomik Maket Yapımında Kullanılan Malzemeler ve Yöntemler
İbrahim Tamer TEKİN, Emine Ümran ÖRSÇELİK
46. Bölüm **678**
Kulak Antropometrisinin Klinik Açıdan Değerlendirilmesi
Emre UĞUZ, Ruken ÖNCÜ, Mustafa TAŞTAN
47. Bölüm **693**
Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarının Akademisyen Profillerinin Değerlendirilmesi
Engin TEKİN
48. Bölüm **712**
Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programını Tercih Eden Öğrencilerin Coğrafi Profillerinin Analizi
Engin TEKİN
49. Bölüm **727**
Deri Yaşlanmasının Fizyolojik Temelleri: Mekanizmadan Klinik Bulgulara
Leyla AYDIN
50. Bölüm **743**
Sessiz Bir Risk Alanı: Postpartum Dönemde Obsesif-Kompulsif Bozukluğa Kadın Sağlığı Perspektifinden Yaklaşım
Melisa SARILI, Prof. Dr. Emine GERÇEK ÖTER
51. Bölüm **764**
Doğum Sürecinde Mahremiyetin Önemi
Mervenur BÖYÜK

52. Bölüm **775**
Köpeklerde Arka Ekstremite Uzun Kemikleri (Femur- Tibia) Foramen Nutricium Morfolojisi ve Foraminal İndex Değerleri
Mehmet CAN, Mustafa KORKMAZ
53. Bölüm **790**
Alzheimer Hastalığında Diyet Modelleri ve Beslenme
Nurgün AYGÜN, Pınar SÖKÜLMEZ KAYA
54. Bölüm **812**
Yeni Doğan Buzağılarda Viral Kaynaklı İshallerin Patolojisi
Osman DAĞAR, Mustafa ORTATATLI
55. Bölüm **824**
Nano İlaç Taşıyıcı Sistemlerde Kullanılan İn Vitro Salım Yöntemleri
Bilge SÜRÜCÜ, Sevgi GÜNGÖR
56. Bölüm **839**
Portal Hipertansiyon ve Özofagus Varis Kanamaları
Şeyma TRABZON
57. Bölüm **850**
Hipertiroidi, Etyoloji, Fizyopatolojisi, Yönetimi ve Güncel Yaklaşımlar
Şeyma TRABZON
58. Bölüm **861**
Renal Transplantasyonda Anestezi
Elif BAŞAĞAN MOĞOL, Fatma Nur KAYA
59. Bölüm **879**
İntraoperatif Organ Korunması
Fatma Nur KAYA, Elif BAŞAĞAN MOĞOL
60. Bölüm **897**
Anatomik Maket Yapımında Kullanılan Malzemeler ve Yöntemler
İbrahim Tamer Tekin, Emine Ümran ÖRSÇELİK
61. Bölüm **911**
Kulak Antropometrisinin Klinik Açıdan Değerlendirilmesi
Emre UĞUZ, Ruken ÖNCÜ, Mustafa TAŞTAN
62. Bölüm **927**
Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programını Tercih Eden Öğrencilerin Coğrafi Profillerinin Analizi
Engin TEKİN

63. Bölüm **941**
Küçük Hayvanlarda Göz Muayenesine Güncel Yaklaşımlar
Servet KILIÇ, Ezgi Sude AYBAK
64. Bölüm **972**
Psikiyatri Kliniklerinde Çalışan Hemşirelerin İntihara Yönelik Bilgi Düzeyi
Nisanur SİVİLCİKAYA, Gülcan KENDİRKIRAN
65. Bölüm **993**
Sağlık Bilişiminde Etik, Gizlilik Ve Veri Güvenliği
Ayşe Banu PAK
66. Bölüm **1004**
Üzümsü Meyvelerin Potansiyel Sağlık Yararları
Reyhan İRKİN
67. Bölüm **1018**
Antikoagülan Kullanan Hastalarda Hemşirelik Bakımı
Cevriye ALTUNTAŞ, Züleyha SEKİ
68. Bölüm **1040**
Ameliyathanede Hasta Güvenliği Ve Hemşirelerin Sorumlulukları
Züleyha SEKİ
69. Bölüm **1059**
Kedi ve Köpeklerde Konjunktivitis ve Keratitisin Güncel Literatürler Işığında Değerlendirilmesi
Servet KILIÇ, Ezgi Sude AYBAK

Stresle İlişkili Yeme Davranışı

Şükrenay ÖZGÜN [1]
Ayşegül BAYRAMOĞLU [2]

1-Lisans Öğrencisi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik, Sukranayozgunx@gmail.com, ORCİD:0009-004-1188-0864

2- Prof. Dr., Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik, atbayramoglu@gmail.com, ORCİD:0000-0001-8567-807X

ÖZET

Stres ile ilişkili yeme davranışı denilince akla duygusal yeme gelmektedir. Duygusal yeme, bireylerin fizyolojik açlık hissetmedikleri durumlarda, duygusal durumlarına tepki olarak besin tüketmeleri şeklinde tanımlanmaktadır. Bu davranış biçimi genellikle stres, üzüntü, kaygı, öfke veya yalnızlık gibi olumsuz duygular karşısında ortaya çıkmakta ve bir baş etme stratejisi olarak kullanılmaktadır. Duygusal yeme, kısa vadede duygusal rahatlama sağlasa da uzun vadede sağlıksız beslenme alışkanlıklarının gelişmesine, kilo artışına ve yeme bozukluklarına yol açabilmektedir.

Araştırmalar, duygusal yeme davranışının yalnızca psikolojik değil, öğrenilmiş bir süreç olduğunu da göstermektedir. Özellikle çocukluk döneminde ebeveynlerin yeme tutumları ve beslenme biçimleri, çocukların duygusal yeme eğilimleri üzerinde belirleyici rol oynamaktadır. Duygusal yeme davranışı, "emosyonel yeme", "stresle ilişkili yeme", "duygu düzenleyici yeme" ve "psikolojik açlık" gibi kavramlarla da ifade edilmektedir. Bu kavram, bireyin duygularını bastırmak ya da düzenlemek için yeme davranışını kullanma eğilimini vurgular. Sonuç olarak, duygusal yeme, yeme davranışı ile duygusal süreçlerin etkileşimini açıklayan önemli bir psikobiyolojik olgu olarak değerlendirilmektedir.

Bu derlemede, duygusal açlık nedir, fiziksel açlık nedir, duygusal ve fiziksel açlık arasındaki farklar nelerdir, duygusal yeme teorileri nelerdir, duygusal yemenin nedenlerinden obezite, stres, stresin belirtileri, stress ile ilişkili hormonlar, yanlızlık, depresyon, anksiyete, anksiyete yönetiminde öne çıkan besinler ve ebeveyn modellemesinin yanı sıra nefes ve gevşeme egzersizleri ve öneriler üzerinde durulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Duygusal Beslenme, Stresle Yeme, Duygusal Açlıkla Yeme, Tetikleyici Duygu Yeme Davranışı, Stresle İlgili Yeme Davranışı.

GİRİŞ

Yeme davranışı, vücudun enerji ihtiyacına göre yeme olan Homeostatik yeme ve Zevk için, keyif veren yiyecekleri tüketme. olan Hedonistik yeme olarak ikiye ayrılır.

Stres ile ilişkili yeme davranışı denilince akla duygusal yeme gelmektedir. Duygusal yeme, hedonistik yeme türüdür. Bu tarz yemede kişi, besin seçimini açlık ya da sağlık değil; lezzet, keyif ve mutluluk için yapar.

Bu durum; Obezite riskini artırır, Yüksek yağlı ve şekerli gıdalara yönelimi, Sık atıştırma, Tıkınırcasına yeme gibi davranışları beraberinde getirir (Özdemir Petek, 2025).

Duygusal açlık, fizyolojik açlık durumu bulunmamasına rağmen bireyin emosyonel durumuna tepki olarak ortaya çıkan yeme isteği şeklinde tanımlanmaktadır. Bu durumda birey, fiziksel gereksinimlerden çok duygusal dürtülerine yanıt olarak besin tüketme eğilimi göstermektedir. Duygusal açlık

yaşayan kişiler, açlık hissinin fizyolojik mi yoksa duygusal kaynaklı mı olduğunu ayırt etmekte güçlük çekerler. Fizyolojik açlıkta mide guruldaması, enerji azalması veya konsantrasyon düşüklüğü gibi bedensel belirtiler gözlemlenirken; duygusal açlıkta bu tür fiziksel sinyaller genellikle görülmez. Bunun yerine birey, stres, kaygı, öfke, yalnızlık veya sıkıntı gibi duygusal tetikleyicilere yanıt olarak yemek yeme davranışı sergiler (Yüksel, 2023).

Duygusal açlıkta bireyler çoğunlukla karbonhidrat içeriği yüksek, yağlı veya yüksek kalorili besinlere yönelirler. Bu durum, yeme davranışının biyolojik bir gereksinimden ziyade duygusal bir rahatlama mekanizması olarak işlev gördüğünü göstermektedir. Dolayısıyla, duygusal açlıkta bireyin odak noktası besinin miktarından çok türü ve içeriği olmaktadır (Yüksel, 2023).

Duygusal yeme daha çok obez veya kilolu bireylerde görülse de, normal kilolu hatta zayıf kişilerde de ortaya çıkabilir. Ayrıca bu davranış cinsiyete göre farklılık gösterir; kadınlar stres ve kaygı durumlarında erkeklere göre daha fazla duygusal yeme eğilimindedir (Taş ve Kabaran, 2020).

Fiziksel açlık, vücudun enerji ve besin ihtiyacını karşılamak için doğal olarak gelişen biyolojik bir ihtiyaçtır. Mide boşaldığında, kan şekeri düştüğünde veya enerji azaldığında beyin yemek yememiz için sinyal gönderir. Bu süreç, vücudun sağlıklı işleyişini sürdürebilmesi için gereklidir ve gerçek bir beslenme ihtiyacına dayanır.

Duygusal açlık ve fiziksel açlık, bireylerin yeme davranışlarını yönlendiren iki temel olgudur. Fiziksel açlık, vücudun enerji ve besin gereksiniminden kaynaklanan biyolojik bir ihtiyaçken; duygusal açlık, bireyin stres, öfke, üzüntü, yalnızlık veya sıkıntı gibi duygusal durumlarına tepki olarak gelişen psikolojik bir yeme dürtüsüdür (Yüksel, 2023).

Fiziksel açlık yavaş bir şekilde ortaya çıkar ve genellikle mide kazınması, enerji düşüklüğü veya baş dönmesi gibi fizyolojik belirtilerle kendini gösterir. Bu durumda birey herhangi bir besini tüketerek doyum sağlayabilir ve yemek sonrası tokluk hissi oluşur. Buna karşılık, duygusal açlık aniden ortaya çıkar, belirli bir besine (çoğunlukla karbonhidrat veya yağ içeriği yüksek yiyeceklere) yönelme eğilimi ile karakterizedir ve yeme sonrası suçluluk veya pişmanlık duyguları hissedilebilir (Özkan, 2017).

Duygusal açlıkta yeme davranışı dürtüseldir ve kontrol edilmesi güçtür; birey duygularını bastırmak veya düzenlemek amacıyla besin tüketir. Buna karşın fiziksel açlık, bilinçli ve düzenli bir yeme davranışıyla sonuçlanır. Sonuç olarak, fiziksel açlık biyolojik bir ihtiyaç, duygusal açlık ise psikolojik bir baş etme stratejisi olarak değerlendirilmektedir (Evers vd, 2010).

Fiziksel ve duygusal açlık arasındaki başlama süresi, yeme isteği, tokluk hissi, duygusal durumun etkisi , yeme sonrası his ve zamanlama arasındaki farklar Tablo 1 ‘de görülmektedir.

Tablo 1. Fiziksel ve duygusal açlık arasındaki farklar (Akay, 2016)

Özellik	Fiziksel Açlık	Duygusal açlık
Başlama Süresi	Yavaş ortaya çıkar	Aniden başlar
Yeme İsteği	Her tür yiyeceğe açıktır.	Genellikle belirli yiyeceklere (şekerli, yağlı) yönelir.
Tokluk hissi	Doygunluk hissi gelir, yemeği bırakma eğilimi olur.	Tokluk hissi fark edilmez, aşırı yeme görülür.
Duygusal durumun etkisi	Azdır yada yoktur	Duygusal durumlarla doğrudan ilişkilidir.
Yeme sonrası his	Memnuniyet ve enerji	Suçluluk, pişmanlık, utanma gibi olumsuz duygular
Zamanlama	Genelde öğün saatlerine denk gelir	Günün herhangi bir anında, özellikle stresli anlarda görülür.

DUYGUSAL YEME TEORİLERİ

Duygusal yeme, bireylerin fizyolojik açlık hissetmedikleri durumlarda duygusal tetikleyicilere yanıt olarak besin tüketmelerini ifade eder. Literatürde bu olgunun altında yatan mekanizmaları açıklamak için çeşitli teoriler geliştirilmiştir (Altıntaş ve Özgen, 2017)

Duygusal yeme teorileri olan Kısıtlama, Kaçış ve Psikosomatik teorilerin temel görüşü, yeme davranış nedeni ve sonucu Tablo 2'de görülmektedir.

Tablo 2. Duygusal yeme teorileri (Altıntaş ve Özgen, 2017)

Teori	Temel Görüş	Yeme Davranışının Nedeni	Sonuç
Kısıtlama Teorisi	Diyetle bastırılan yeme isteği, izin verildiğinde kontrolden çıkar.	Katı diyet sonrası kıtlık algısı → aşırı yeme	Tıkınırcasına yeme, kilo artışı
Kaçış Teorisi	Yeme, egoyu tehdit eden duygulardan kaçış yoludur.	Stres, kaygı → dikkat dağıtmak için yeme	Farkındalık azalır, duygular bastırılır
Psikosomatik Teori	duygusal sıkıntılarını bastırmak veya rahatlatmak için yemek yenir.	İçsel sinyalleri ayırt edememe → her duyguda yemek	Fiziksel açlık olmadan yeme, sinyal karışıklığı

DUYGUSAL YEMENİN NEDENLERİ

Bu bölümde, Duygusal yemenin nedenlerinden obezite, stres, stresin belirtileri, stress ile ilişkili hormonlar, yanlızlık, depresyon, anksiyete, anksiyete yönetiminde öne çıkan besinler ve ebeveyn modellemesi incelenecektir.

1.Obezite

Obezite, alınan enerjinin harcanandan fazla olmasıyla gelişen, vücut yağ oranının artmasıyla karakterize ciddi bir halk sağlığı sorunudur. Etiyolojisinde biyolojik, psikolojik, sosyal ve çevresel pek çok faktör rol oynar, bu nedenle çok boyutlu bir yaklaşım gerektirir (Ünal, 2018; Güray & Kızıltan, 2019; Boğaz vd., 2019).

Sağlıklı yeme davranışı, kişinin bedensel ihtiyaçlarını karşılayan beslenme şeklidir ve bu davranışı anlamak obezite yönetiminde önemlidir. Obez bireylerde beden algısı genellikle olumsuzdur ve kilo verme isteği çoğunlukla beden hoşnutsuzluğuna dayanır. Stres, duygusal yeme davranışını

tetikler; özellikle şekerli ve yağlı besinler tercih edilir. Kadınlar bu duruma daha yatkın olabilir. Sürekli diyet yapmak da duygusal yemeyi artırır. Obez bireylerde olumsuz duyguların yeme davranışı üzerindeki etkisi belirgindir (Ünal, 2018; Güray ve Kızıltan, 2019; Boğaz vd., 2019).

2.Stres

2.1.Stres Nedir?

Stres, günlük yaşamda karşılaşılan olaylar veya kişilerarası baskılar sonucu hissedilen zorlanma durumudur. Kişinin çevresel baskılara verdiği duygusal, bedensel veya bilişsel tepkidir. Stresin şiddeti, stres kaynağının nasıl algılandığına göre değişir (Kaba, 2019).

2.2.Stres Belirtileri

Stresin fizyolojik ve psikolojik belirtileri Tablo 3'de özetlenmiştir.

Tablo 3. Stresin Fizyolojik ve Psikolojik Belirtileri

Fizyolojik Belirtiler	**Psikolojik Belirtiler**
İştahsızlık/ Aşırı yeme	Korku ve endişe
Kilo kaybı ve zayıflık	Aşırı tedirginlik
Yorgunluk ve halsizlik	Alınganlık, gerginlik
Uykusuzluk/düzensiz uyku	Çabuk sinirlenme, geçimsizlik
Vücut ve eklem ağrıları	Yaşamdan zevk almama
Enerji kaybı, titreme	Benlik saygısında azalma
Terleme, mide bulantısı	Karar vermede güçlük

Stres anında birey, rahatlamak için genellikle karbonhidrat açısından zengin yiyeceklere yönelir. Ancak yüksek rafine karbonhidrat ve şeker tüketimi, kan şekerinde adrenalin ya da genellikle 'stres hormonu 'olarak adlandırılan epinefrinde düşüş veya yükselişlere neden olarak stres tepkisini olumsuz etkilemektedir. Bu durum, kan şekeri ve stres hormonlarında dalgalanmalara yol açarak bir kısır döngü oluşturabilir (Kaba, 2019).

2.3.Stres Ve Hormonlar

Stres ile ilişkili hormonlar Tablo 4'de özetlenmiştir.

Tablo 4. Stres ile ilişkili hormonlar (Civan vd., 2018).

Hormon	Kaynağı	İşlevi	Strese Etkisi
Oksitosin	Hipotalamus, hipofiz bezi	Sevgi hormonu, doğum, emzirme, cinsel aktivite ve sosyal bağlarla ilgili etki sağlar.	Stresle başa çıkmaya yardımcı olabilir, salınımı stres sırasında artabilir.
ACTH	Hipofiz bezi	Böbreküstü bezlerinin korteks kısmını uyararak kortizol salgısını artırır.	Stres durumunda salgılanarak kortizol üretimini teşvik eder.
Kortizol	Böbreküstü bezleri (adrenal korteks)	Metabolizma, bağışıklık baskılama, şeker üretimi ve sinir sistemi düzenlemesinde rol oynar.	Stres, enfeksiyon ve travma durumlarında kortizol salınımını artırır.
Adrenalin	Böbreküstü medullası	Kalp ve metabolizma üzerindeki etkileriyle stres yanıtında önemli rol oynar.	Stresli durumlarda, kalp atış hızını artırır, enerji üretimini yükseltir.
Noradrenalin	Böbreküstü medullası ve sinir uçları	Periferik dolaşımı etkileyerek, özellikle kan basıncı ve damar tepkilerini düzenler.	Stres, egzersiz ve duygusal durumlarla salgılanır, stres yanıtını artırır.
Endorfin	Beyin, hipofiz, mide-bağırsak sistemi	Ağrı kesici etkisi yapar, sakinleştirici rol oynar ve hastalıkla mücadele kapasitesini artırır.	Uzun süreli egzersiz ve stresle ilişkili olarak salınımı artar, rahatlatıcı etkisi vardır.

3.Yalnizlik

Araştırmalara göre, bekar bireylerin duygusal yeme eğilimleri evli bireylere kıyasla daha yüksektir. Bu durum, bekar bireylerin daha fazla yalnızlık ve olumsuz duygular yaşamasıyla ilişkilendirilir (Cortés-García vd., 2022; Kahraman ve Nusel, 2023; Ljubičić vd., 2023).

Evli bireyler ise stresli durumlarda özellikle eşinden sosyal destek alarak bu duygularla daha etkili başa çıkabilir ve duygusal yeme davranışları azalabilir.

Ayrıca; ebeveyn ve çocuklarla yapılan bir çalışmada, yalnızlık hissi arttıkça duygusal yeme eğiliminin de arttığı görülmüştür (Welch vd., 2019).

4.Depresyon

Çeşitli besin ögeleri ve besin bileşiklerinin depresif bozuklukların ortaya çıkışı ve sürekliliği ile depresif semptomların şiddeti üzerinde etkili olduğu öne sürülmüştür (Özenoğlu, 2018).

Bu kapsamda, zeytinyağı, balık, meyve, sebze, fındık, baklagiller, kümes hayvanlarının eti, süt ve işlenmemiş et gibi birçok sağlıklı gıdanın depresyon riski ile ters ilişkili olduğu bulunmuş ve hatta bu gıdaların depresif semptomların tedavisinde kullanılabilecekleri ileri sürülmüştür (Özenoğlu, 2018).

Buna karşılık, araştırmalarda şekerli içecekler, rafine gıdalar, kızarmış yiyecekler, işlenmiş et, rafine tahıllar ve yağ oranı yüksek süt ürünleri, bisküvi, meze ve hamur işi tüketimini kapsayan sağlıksız beslenme alışkanlıklarının artmış depresyon riski ile ilişkili olduğu gösterilmiştir. Ayrıca, kalsiyum, krom, folat, çoklu doymamış yağ asitleri, D vitamini, B12 vitamini, çinko ve magnezyum ek tedavi stratejileri olabileceği ileri sürülmüştür (Özenoğlu, 2018).

5.Anksiyete

Anksiyete, bireyin tanımlanamayan ya da belirsiz bir tehdit karşısında hissettiği yoğun kaygı ve endişe durumudur. Bu psikolojik rahatsızlık; panik atak, yaygın anksiyete bozukluğu, fobiler ve travma sonrası stres bozukluğu (TSSB) gibi çeşitli alt türleri kapsamaktadır. Günümüzde toplumun yaklaşık %10'luk bir kesimi anksiyete bozuklukları ile karşı karşıya kalmakta, bu durum bireysel yaşam kalitesini düşürmenin yanı sıra ciddi ekonomik ve iş gücü kayıplarına da yol açmaktadır (Tuygar Okutucu, 2023).

Son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalar, **bağırsak-beyin ekseni** üzerinden bağırsak mikrobiyotasının anksiyete gelişimi üzerinde etkili olabileceğini ortaya koymuştur. (Evrensel ve Ceylan, 2015).

5.1.Anksiyete Yönetiminde Öne Çıkan Besinler

Bağırsak mikrobiyotası, sindirim sistemimizde yaşayan faydalı mikroorganizmalardır. Bu canlılar, sadece sindirim değil, ruh sağlığı üzerinde de etkilidir. Bağırsak - beyin ekseni, bağırsak mikrobiyotasının merkezi sinir sistemi ile etkileşime girerek bireyin ruh halini etkileyebileceğini göstermektedir. Depresyon sırasında mikrobiyota çeşitliliği azalır ve zararlı bakteriler artabilir. Mikrobiyota dengesizliği: Ruh hali bozukluklarına, stres artışına, depresyon belirtilerine yol açabilir (Bear vd., 2020).

Probiyotikler (yoğurt, kefir), GABA ve serotonin üretimini destekleyerek ruh halini olumlu etkiler. Prebiyotikler (soğan, sarımsak, muz), faydalı bakterilerin çoğalmasını sağlar. Postbiyotikler, Bağırsak-beyin sağlığını destekler. Polifenoller (kakao, çay, meyve): Enflamasyonu azaltır, beyni korur. Sebzeler, meyveler ve fermente gıdalar mikrobiyotayı dengeler (Xiong vd., 2023).

- Omega-3 eksikliği, depresyon riskini artırır.
- Batı tipi beslenme, omega-6 yönünden zengin, omega-3 yönünden fakirdir.
- EPA & DHA: Stres hormonlarını azaltır, inflamasyonu önler.
- EPA, depresyon tedavisinde DHA'dan daha etkili olabilir.(Larrieu ve Layé,,2018).

D vitamini - D vitamini seratonin salgılanmasında görevli enzimlerin dönüşümünden sorumludur. Depresyon ile ilişkili olabilecek beyin bölgelerinde D vitamini reseptörlerinin bulunması da depresyonda D vitamininin potansiyel bir rolü olduğunu göstermektedir (Oliveira vd., 2018).

Mg- Magnezyum uyku döngüsündeki melatonin biyosentezini uyararak antidepresan özellik göstermektedir. (Tuğtepe ve Koç, 2020).

6.Ebeveyn Modellemesi

Duygusal yeme davranışı, bireyin fizyolojik açlık durumu bulunmamasına rağmen duygusal değişimlere tepki olarak besin tüketme eğilimi göstermesi şeklinde tanımlanmaktadır. Bu davranış biçimi, genellikle stres, üzüntü, yalnızlık, öfke veya kaygı gibi olumsuz duygulara karşı bir baş etme mekanizması olarak ortaya çıkmaktadır. Duygusal yeme, yalnızca bireysel düzeyde gelişen bir alışkanlık değil; aynı zamanda aile ortamı, ebeveyn tutumları ve öğrenme süreçlerinden etkilenen çok boyutlu bir olgudur.

Araştırmalar, çocukluk döneminde gözlemlenen duygusal yeme davranışlarının önemli ölçüde ebeveyn etkisiyle şekillendiğini

göstermektedir. Özellikle annelerin yeme davranışları, besinlere yönelik tutumları ve duygusal düzenleme biçimleri çocuklar üzerinde model oluşturmakta ve bu durum çocukların duygusal yeme eğilimlerini etkilemektedir (Özkan, 2017). Yapılan bir çalışmada, duygusal yeme eğilimi gösteren çocukların annelerinde de benzer şekilde duygusal beslenme stiline sahip oldukları belirlenmiştir. Ancak bu beslenme biçiminin hem anne hem de çocukların beden kitle indeksi (BKİ) ile doğrudan ilişkili olmadığı bildirilmiştir.

Ebeveynler ile çocuklar arasındaki duygusal yeme oranları arasındaki yüksek benzerlikler, bu davranışın gelişiminde hem genetik hem de çevresel faktörlerin rol oynadığını düşündürmektedir. Sosyal öğrenme kuramı çerçevesinde değerlendirildiğinde, çocuklar ebeveynlerinin yalnızca yeme miktarını veya yiyecek tercihini değil, aynı zamanda duygusal durumlara verdikleri tepkileri, yeme davranışlarının ardındaki nedenleri ve besinlere ilişkin tutumlarını da gözlemleyerek modellemektedirler. Dolayısıyla, aile ortamı çocukların hem beslenme alışkanlıklarının hem de duygusal düzenleme becerilerinin şekillenmesinde temel bir rol oynamaktadır (Sleddens vd., 2011; Erdoğan vd., 2020).

Bununla birlikte, ebeveynlerin çocuklarıyla kurdukları duygusal ilişki biçimi, yeme davranışlarının sağlıklı veya sağlıksız yönde gelişmesini de etkileyebilmektedir. Aşırı koruyucu, cezalandırıcı veya baskıcı ebeveyn tutumları, çocukların kendi açlık ve tokluk sinyallerini tanıma becerisini olumsuz etkileyebilir. Bu durumda çocuk, duygusal gerginlikleri azaltmak için yeme davranışını bir rahatlama stratejisi olarak kullanmaya başlayabilir (Blissett vd., 2010). Ayrıca, ebeveynlerin çocuklarına yönelik ödül veya ceza aracı olarak yiyecek kullanmaları da duygusal yeme davranışının pekişmesine katkıda bulunmaktadır.

Sonuç olarak, duygusal yeme davranışının öğrenilmesinde aile içi yeme alışkanlıkları, ebeveyn-çocuk etkileşimi ve ebeveynin duygusal düzenleme becerileri önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle, çocuklarda duygusal yeme davranışının önlenmesi veya azaltılması amacıyla geliştirilecek müdahalelerde ebeveynlerin de sürece dahil edilmesi büyük önem taşımaktadır. Ebeveynlerin beslenme tutumlarının farkındalık temelli eğitimlerle desteklenmesi, hem çocuklarda sağlıklı yeme davranışlarının geliştirilmesini hem de aile içinde olumlu bir beslenme kültürünün oluşmasını sağlayabilir.

ÖNERİLER

Yeme problemli danışanlara, günlük kalori alımına dikkat etmeleri, bir diyetisyenle görüşmeleri, sağlık problemleri hakkında bilgi verilmesi, duygularını ifade edebileceği güvenli bir ortam sağlanması, olumsuz duygularla başa çıkmak için olumlu yöntemler geliştirilmesi, alışkanlıkların tetiklendiği ve terk edildiği durumların tespit edilerek kişiye özgü tedavi planı hazırlanması gerekmektedir (Özenoğlu, 2018).

- Duygu-yeme günlüğü tutun. Her yemek yediğinizde "ne yedim, ne zaman yedim, nasıl hissediyordum?" diye not alın. Bunun sayesinde duygusal tetikleyicilerinizi tanır ve tekrar eden kalıpları fark edebilirsiniz.
- Yasaklı yiyecek" listeleri oluşturmayın. Katı diyetler duygusal baskıyı artırabilir. Bu da kontrolsüz yeme ataklarına yol açar. Bunun yerine denge ve esneklik odaklı bir beslenme yaklaşımı benimseyin.
- TV, telefon, bilgisayar gibi dikkat dağıtıcıları ortadan kaldırarak bedeninizin tokluk sinyallerini fark edebilirsiniz.
- Duygularla baş etmenin alternatif yollarını geliştirin.
- Yemeğe yöneldiğiniz an, duygunuzu tanımlayıp başka bir aktivite deneyin.
- Düzenli ve dengeli beslenin.
- Gün boyunca yeterince yemek yememek, akşam saatlerinde duygusal yemeye zemin hazırlar.
- 3 ana öğüne ek olarak ara öğünler eklenmeli ve böylelikle kan şekeri dengesi korunmalıdır.
- İşlenmiş ve şekerli gıdalardan kaçınılmalı, Akdeniz tipi beslenme teşvik edilmelidir.
- Kompleks karbonhidratlar, omega-3 yağ asitleri, triptofan ve antioksidanlar açısından zengin gıdalar tercih edilmelidir.
- Magnezyum demir ve çinko alımı arttırılmalıdır. Bu durum depresif semptomları azaltır ve duygusal beslenme ataklarıyla baş etmemize yardımcı olur.
- Yalnızlık ve sosyal izolasyonla mücadele için bireyin destek sistemi güçlendirilmelidir." Bunun için profesyonel destek almaktan çekinmeyin.
- Düzenli ve farklı şiddette yapılan egzersizler, bireylerin hem fiziksel hem de psikolojik sağlığı üzerinde olumlu etkiler sağlar. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), çocuklar ve gençler için günlük 60 dakika, yetişkinler için ise haftalık 75-150 dakika aerobik egzersizi önermektedir.
- Evde uygulanabilecek aerobik egzersizler ve kuvvet antrenmanları, bireylerin hareketli yaşam tarzı benimsemelerine yardımcı olabilir.

- Fiziksel egzersiz; stres, öfke, gerginlik ve depresyonu azaltırken, kas ve zihinsel gevşeme, enerji artışı, uyku kalitesinde iyileşme ve özgüven artışı gibi birçok fayda sağlar.
- Nefes ve gevşeme egzersizleri bedeninizdeki gerilimden sistematik bir şekilde kurtulmayı sağlamaya yardımcı olan alternatif tekniklerdir.
- Nefes ve gevşeme egzersizleri, stresi azaltarak, duygusal farkındalığı artırarak ve dürtü kontrolünü güçlendirerek duygusal yeme davranışını azaltmada etkili olur.

1.Nefes Ve Gevşeme Egzersizleri

Doğru nefes alıp verme, burundan alınan ve diyaframı çalıştıran doğal bir süreçtir. Diyafram nefesi, vücuda daha fazla oksijen sağlar, stresi azaltır ve gevşemeye yardımcı olur. Zamanla insanlar bu doğal solunumu kaybederek, göğüsten ve yüzeysel nefes alıp vermeye başlarlar; bu durum da gerginlik ve fiziksel rahatsızlıklara yol açabilir. Doğru nefes alışkanlığı bilinçli alıştırmalarla yeniden kazanılabilir.

Gevşeme egzersizleri de bu süreçte önemli bir rol oynar. Zihinsel ve bedensel rahatlama sağlayan bu egzersizler, solunum, kalp atışı ve tansiyon gibi fiziksel tepkilerde olumlu değişiklikler yapar. Strese karşı etkili olan gevşeme teknikleri, düzenli uygulama ile otomatik bir beceri haline gelir ve istenilen her ortamda uygulanabilir (Kaba, 2019).

SONUÇ

Duygusal yeme, bireylerin sadece fizyolojik değil, duygusal ihtiyaçlarını da yemekle gidermeye çalıştıkları karmaşık bir davranış biçimidir. Bu davranış, stres, yalnızlık, anksiyete, depresyon gibi psikolojik durumlarla yakından ilişkilidir ve özellikle yüksek kalorili, şekerli ve yağlı yiyeceklerin tercih edilmesine yol açmaktadır. Duygusal yeme, hem yetişkinlerde hem de çocuklarda obeziteye zemin hazırlayabilir ve genellikle ebeveyn modellemesiyle pekişebilir.

Beslenme alışkanlıkları, hormonlar ve bağırsak mikrobiyotası ile ruh sağlığı arasındaki çift yönlü ilişki, duygusal yeme davranışının fizyolojik temellerini desteklemektedir. Bu nedenle, sağlıklı beslenme, düzenli fiziksel aktivite, gevşeme egzersizleri ve psikososyal destek, duygusal yeme ile başa çıkmada etkili stratejiler olarak öne çıkmaktadır.

Duygusal yeme davranışının farkına varılması ve bu konuda bireye özgü önleyici ve iyileştirici yaklaşımların geliştirilmesi, bir uzmandan destek alınması sağlıklı yaşamın sürdürülebilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

Akay, G. G. (2016). Yeme bozukluklarında fiziksel açlığı duygusal açlıktan ayırt edebilme. *Turkiye Klinikleri Psychology - Special Topics, 1*(2), 17–22.

Altıntaş, M., ve Özgen, U. (2017). Kişilik yapısının yeme biçimleri üzerindeki etkisi. *International Journal of Social Sciences and Education Research, 3*(5), 1797–1810.

Bear, T. L., Dalziel, J. E., Coad, J., Roy, N. C., Butts, C. A., ve Gopal, P. K. (2020). The role of the gut microbiota in dietary interventions for depression and anxiety. *Advances in Nutrition, 11*(4), 890–907.

Blissett, J., Haycraft, E., ve Farrow, C. (2010). Inducing preschool children's emotional eating: Relations with parental feeding practices. *The American Journal of Clinical Nutrition, 92*(2), 359–365.

Boğaz, M. E., Kutlu, R., ve Cihan, F. G. (2019). Obezite ile yeme davranışı, beden algısı ve benlik saygısı arasındaki ilişki. *Çukurova Medical Journal, 44*(3), 1064–1073.

Civan, A., Özdemir, İ., Gencer, Y. G., ve Durmaz, M. (2018). Egzersiz ve stres hormonları. *Türkiye Spor Bilimleri Dergisi, 2*(1), 1–14.

Cortés-García, L., Rodríguez-Cano, R., ve von Soest, T. (2022). Prospective associations between loneliness and disordered eating from early adolescence to adulthood. *International Journal of Eating Disorders, 55*(12), 1678–1689.

Erdoğan, Z., Yılmaz, A., ve Demir, R. (2020). Ebeveyn tutumları ve çocuklarda yeme davranışı arasındaki ilişki: Duygusal yeme üzerine bir değerlendirme. *Türkiye Klinikleri Journal of Health Sciences, 5*(3), 450–459.

Evers, C., Marijn Stok, F., ve de Ridder, D. T. D. (2010). Feeding your feelings: Emotion regulation strategies and emotional eating. *Personality and Social Psychology Bulletin, 36*(6), 792–804.

Evrensel, A., ve Ceylan, M. E. (2015). Bağırsak-beyin ekseni: Psikiyatrik bozukluklarda bağırsak mikrobiyotasının rolü. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar, 7*(4), 461–472.

Geliebter, A., ve Aversa, A. (2003). Emotional eating in overweight, normal weight, and underweight individuals. *Eating Behaviors, 3*(4), 341–347.

Güray, A., ve Kızıltan, G. (2019). Obezite ve duygu durumu ile diyet kalitesi ve iştah ilişkisi. *Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 4*(2), 147–157.

Kaba, İ. (2019). Stres, ruh sağlığı ve stres yönetimi: Güncel bir gözden geçirme. *Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi, (73),* 63–81.

Kahraman, D., ve Nusel, K. (2023). Duygusal yemenin yordayıcısı olarak yalnızlık ve olumsuz beden konuşmalarının incelenmesi. *ITICUSBE Dergisi*, 15(2), 45–58.

Larrieu, T., ve Layé, S. (2018). Food for mood: Relevance of nutritional omega-3 fatty acids for depression and anxiety. *Frontiers in Physiology, 9,* 1-15.

Ljubičić, M., Müller, K., Scherbaum, N., ve Hoffmann, R. (2023). Emotional eating behavior in a European population. *Food, 12*(4), 872-895.

Macht, M. (2008). How emotions affect eating: A five-way model. *Appetite, 50*(1), 1–11.

Oliveira, C., Hirani, V., ve Biddulph, J. P. (2018). Associations between vitamin D levels and depressive symptoms in later life: Evidence from the English

Longitudinal Study of Ageing (ELSA). *The Journals of Gerontology: Series A, 73*(10), 1377–1382.

Özdemir Petek, G. (2025). Obezite ve duygusal Yeme Eğilimi. *Sağlık Bilimleri Ve Klinik Araştırmaları Dergisi,* 4(1):38-44.

Özenoğlu, A. (2018). Duygu Durumu, Besin ve Beslenme İlişkisi. *Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 9*(4), 357–365.

Özkan, Y. (2017). Ebeveyn ve çocuklarda duygusal yeme davranışı arasındaki ilişki. *Beslenme ve Diyet Dergisi, 45*(3), 210–217.

Sleddens, E. F. C., Kremers, S. P. J., ve Thijs, C. (2011). The children's eating behavior questionnaire: Factorial validity and association with body mass index in Dutch children aged 6–7. *Appetite, 57*(2), 294–298.

Taş, E., ve Kabaran, S. (2020). Sezgisel yeme, duygusal yeme ve depresyon: Antropometrik ölçümler üzerinde etkileri var mı? *Sağlık ve Toplum, 20*(3), 127–139.

Tuğtepe, Ş. Z., ve Koç, B. (2020). Depresyonun önlenmesi ve tedavisinde demir, çinko, bakır ve magnezyumun rolü. *Journal of Literature Pharmacy Sciences, 9*(1), 101–108.

Tuygar Okutucu, F. (2023). Anksiyete bozukluklarında beslenme ve diyet yönetimi. In T. İ. Köksal (Ed.), *Dahili hastalarda özel beslenme ve diyet yönetimi* (Bölüm 36, ss. 303–314). Ankara: Türkiye Diyetisyenler Derneği Yayınları.

Ünal, S. G. (2018). Duygusal Yeme ve Obezite. *Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 3*(2), 30–47.

Welch, J. D., Ellis, E. M., Green, P. A., ve Ferrer, R. A. (2019). Social support, loneliness, eating, and activity among parent–adolescent dyads. *Journal of Behavioral Medicine, 42*(6), 1015–1028.

Xiong, R. G., Li, J., Cheng, J., Zhou, D. D., Wu, S. X., Huang, S. Y., Saimaiti, A., Yang, Z. J., Gan, R. Y., ve Li, H. B. (2023). The role of gut microbiota in anxiety, depression, and other mental disorders as well as the protective effects of dietary components. *Nutrients, 15*(14), 1-20.

Yüksel, R. (2023). Duygusal yeme davranışı ve etkileyen faktörler. *Sağlık Bilimleri Dergisi, 12*(2), 145–152.

Alternatif Besinler

Dilara SÖKMEN [1]
Ayşegül BAYRAMOĞLU [2]

1-Lisans Öğrencisi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik dilarasokme@gmail.com, ORCİD:0009-0004-5511-0407
2- Prof. Dr., Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik, atbayramoglu@gmail.com, ORCİD:0000-0001-8567-807X

ÖZET

Küresel nüfus artışı sürdürülebilir gıdaya yönelik artan ihtiyaç ve iklim sorunları protein kaynaklarının çeşitlendirilmesini zorunlu kılmıştır. Bu doğrultuda geleneksel hayvansal proteinlerin yanı sıra bitkisel, mikrobiyal, alg kökenli, mantar bazlı ve laboratuvar ortamında üretilen et gibi alternatif protein kaynakları giderek daha fazla araştırılmakta ve oldukça merak edilmektedir. Tek hücre proteinleri üzerine yapılan çalışmalar, özellikle mikroalgler, mayalar ve küflerin yüksek protein verimi ile geleceğin beslenme modelleri arasında önemli bir yer edinebileceğini göstermektedir. Bununla birlikte bazı alg ve baklagillerde toksik bileşiklerin bulunması veya lupin, bezelye gibi bitkisel kaynaklarda görülen alerji riski, alternatif proteinlerin güvenlik açısından değerlendirmelerinin önemini artırmaktadır. Yapılan araştırmalar, uygun işleme teknikleri ile toksisite ve antinutrisyonel faktörlerin önemli ölçüde azaltılabildiğini göstermektedir. Alternatif proteinlere yönelim, yalnızca biyokimyasal ve besinsel avantajlardan değil, aynı zamanda etik, çevresel ve kültürel faktörlerden de beslenmektedir. Yapay et teknolojileri çevresel sürdürülebilirlik ve hayvan refahı açısından umut vadederken, tüketicinin dini ve kültürel hassasiyetler kadar, bireysel beslenme alışkanlıkları da bu sürecin kabulü konusunda şüphelere neden olmaktadır. Bununla birlikte fonksiyonel gıdalar ve "süper besin" olarak adlandırılan yüksek besin yoğunluklu ürünler, halk sağlığının korunmasına yönelik yeni fırsatlar sunmaktadır. Alternatif besinler, günümüzde beslenme bilimi, biyoteknoloji ve çevre araştırmaları alanlarının kesişim noktasında önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir. Bu derleme, alternatif gıda kaynaklarının sağlık, çevre ve sürdürülebilirlik boyutlarını değerlendirerek, gelecekteki beslenme modellerine katkı sağlayacak potansiyel çözümleri ele almayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yenilebilir Böcekler, Alternatif Besinler, Yapay Et, Sürdürülebilir Besinler, Yenilebilir Algler.

GİRİŞ

Günümüzde beslenme alışkanlıkları ve gıda üretimi; çevresel etkiler, sağlık kaygıları ve ekonomik koşullara bağlı olarak şekillenmektedir. Geleneksel tarım ve hayvancılık, artan talep ve kaynak sınırlılıkları nedeniyle sürdürülebilirlik açısından sınırlarına ulaşmıştır (Hunter vd., 2019). Bu bağlamda, çevre dostu, sağlık açısından faydalı ve sürdürülebilir yöntemlerle üretilen alternatif gıdalar öne çıkmaktadır.

Alternatif besinler; bitkisel proteinler, laboratuvar ortamında geliştirilen yapay etler, böcek bazlı proteinler ve algler gibi yenilikçi gıda türlerini kapsar. Hem besleyici özellikleri hem de çevresel etkilerinin görece düşük olması bu ürünleri önemli kılmaktadır (Tuomisto ve Teixeira de Mattos, 2011).

Küresel nüfus artışı ve iklim değişikliği, gıda üretiminde ciddi baskılar yaratmaktadır. Birleşmiş Milletler'e göre, 2050 yılında dünya nüfusunun yaklaşık 9.7 milyara ulaşması beklenmektedir (Hunter vd., 2019). Geleneksel üretim yöntemlerinin bu talebi sürdürülebilir şekilde karşılaması giderek zorlaşmaktadır.

Alternatif besinler, sağlıklı yaşamı destekleyecek besin öğeleriyle zenginleştirilmiştir. Bitkisel proteinler, doymuş yağ ve kolesterol açısından düşük olup kalp sağlığını destekler. Laboratuvar ortamında üretilen etler, hayvan refahını korurken antibiyotik kullanımını azaltır (Post, 2012). Böcekler yüksek protein içerir ve az su ile verimli üretilebilir; algler ise omega-3 ve mineraller açısından zengindir (Micha, 2017).

Alternatif gıdaların en önemli avantajı çevresel etkilerinin düşük olmasıdır. Geleneksel et üretimi büyük su ve toprak gerektirirken, yapay etler ve böcekler çok daha az kaynak kullanır (Tuomisto ve Teixeira de Mattos, 2011). Bitkisel bazlı üretim, kimyasal kullanımını azaltarak çevresel etkileri en aza indirir. Bu besinler, gıda güvenliğini artırırken doğal kaynakların korunmasına da katkı sağlar.

Yenilebilir böcekler, özellikle Asya, Afrika ve Latin Amerika'da yaygınken, Batı'da ilgi giderek artmaktadır. Kültürel algılar ve gıda güvenliği bu yaygınlaşmayı etkiler. Böcekler, yüksek besin değeri ve çevresel avantajları nedeniyle geleceğin gıda sisteminde önemli bir rol oynayabilir (Kaldırım ve Keser, 2022).

Yapay etler ise laboratuvar ortamında hücre kültürleri ile üretilir, hayvana zarar verilmeden daha az su, enerji ve arazi kullanımı sağlar. Bu süreç, sera gazı emisyonlarını azaltma potansiyeline sahiptir ve refahını korur. Ancak teknolojinin ticari ölçekte yaygınlaşması için teknik, ekonomik ve yasal engellerin aşılması gerekmektedir (Post, 2012; Tuomisto ve Teixeira de Mattos, 2011).

DOĞAL YÖNTEMLERLE ELDE EDİLEN ALTERNATİF BESİN KAYNAKLARI

1. Algler

Algler dünya üzerinde farklı bölgelerde (sulak bölgeler, toprak, kayaç yüzeylerine ve ağaçların gövde ve dallarına tutunarak) koloni oluşturarak yaşama şekli olan, yapıları basit, klorofil içeren, ototrof ve fotosentetik organizmalardır. Alglerin %70'nin okyanus, ırmak, tatlı su kaynaklarında sık görülen olarak bulunan organizmalardır (Sasa vd., 2020).

Habitatımız ve canlıların yaşamı için sanılanın ötesinde önemli bir etkiye sahiptir. Algler dünyanın %7' ini oluşturan okyanuslar ve denizler için birincil üreticiler olarak belirtilmektedir. Karada yaşayan insanlar ve diğer tüm hayvanların ihtiyacı olan net küresel oksijenin yaklaşık yüzde 30 ila 50' sini üretmektedir (Kumkapu ve Yeşilçubuk, 2023).

Yeryüzünde en bol bulunan alg sınıfları *Cyanophyceae*(mavi-yeşil algler), *Chlorophyceae*(yeşil algler), *Bacillariophyceae*(diatomlar) ve *Chrysophyceaeler*(altın algler) dir ve bunlar kendi içinde makro ve mikroalgler başlıkları altında değerlendirilmektedir (Can, Bayram ve Öztürkcan, 2021).

Makroalgler canlılar için barınma, beslenme ve üreme sağlayıcı organizmalar durumundadır. Makroalgler kamçı yapısı ve pigment içeriklerine göre; Rhodophyceae (kırmızı alg, Porphyridium türleri); Chlorophyta (yeşil alg, Chlorella, Dunaliella, Haematococcus); Phaeophyta (kahverengi algler)'dır (Can vd., 2021).

Mikroalgler ise, sulak alanlarda fotosentez yapabilen tek hücreli yapıya sahip, atmosferdeki oksijenin büyük bir bölümünün oluşmasını sağlayan organizmalardır. Mikroalgler, karasal bitkilerden farklı olarak çeşitli yaşam alanlarında gelişim gösterebilen mikroskobik canlılardır. Yaşamlarını sürdürebilmeleri için karbondioksit, ışık ve yeterli düzeyde besin maddelerine ihtiyaç duyarlar. En yaygın mikroalg türleri arasında diatomlar (Bacillariophyceae), mavi-yeşil algler (Cyanophyta) ve altın sarı algler (Chrysophyceae) yer almaktadır. Yüksek besin içerikleri sayesinde mikroalgler; gıda, tarım, tıp ve enerji gibi birçok farklı alanda değerlendirilmektedir (Uzuner ve Haznedar, 2020; Karakurluk ve Yücer, 2024). Klorofil-a pigmenti içeren bu organizmalar, klorofilli canlıların en eski örnekleri arasında kabul edilmektedir. Her ne kadar fotosentez yapabilseler de, mikroalgler küçük yapıları ve yalnızca mikroskopla gözlemlenebilmeleri nedeniyle doğrudan bitki sınıfında yer almazlar (Töre ve Işık, 2020).

Makroalgler insanlar tarafından yüzyıllardır gıda, yem, ilaç ve gübre olarak kullanılmaktadır. Antik kayıtlar, makroalglerin insan yiyeceği olarak M.Ö. 500'lerde Çin'de ve bin yıl sonra Avrupa'da kullanıldığını göstermektedir (Şensu, Yücetepe ve Özçelik, 2024).

Makroalgler, deniz veya göllerden toplanarak salata, çorba, yemek, sos, baharat ya da çay şeklinde işlenip tüketilebilmektedir.(Kumkapu ve Yeşilçubuk, 2023). Sebze olarak da tüketilebilir yapısı vardır (Can, Bayram ve Öztürkcan, 2021). Alglerin kullanımı zamanla Uzak Doğu ülkelerinden diğer coğrafyalara yayılmış olsa da, bu organizmalar günümüzde pek çok ülkenin mutfağında veya gıda sektöründe temel besin kaynağı olarak yaygın biçimde yer almamaktadır. Bu durum, büyük ölçüde toplumların tarihsel ve kültürel farklılıklarından kaynaklanmaktadır (van den Burg, Dagevos, ve Helmes, 2021).

Sık olarak tüketilen makroalgler arasında kırmızı alglerden *Porphyra*(nori, kim, laver), *Asparagopsistaxiformis*(limu), *Gracilaria*, *Chondruscrispus*(İrlanda yosunu) ve *Palmariapalmata*(dulse), *Laminaria*(kombu), *Undaria*(wakame), *Macrocystis*ve yeşil alglerden *Caulerpa*spp.,*Codium*spp. ve*Ulva*spp.'dır (Kumkapu ve Yeşilçubuk, 2023). *Arthrospiraplatensis* (spirulina) ve *Chlorella*türleri gibi tek hücreli mikroalgler "Genel Olarak Güvenli" (GenerallyRecognized As Safe-GRAS) statüsündedir ve ticari olarak üretilebilmektedir ve yetiştirilebilirler (Can vd., 2021).

Alglerin sürdürülebilir bir kaynak olarak öne çıkmasının en önemli nedeni, içerdiği zengin ve yüksek değerli bileşenlerdir. Bu bileşenler arasında proteinler, çoklu doymamış yağ asitleri, polisakkaritler, pigmentler, steroller, vitaminler ve mineraller yer almaktadır. Alglerin içerdiği bu maddelerin oranı, hem alg türüne hem de yetişme koşullarına bağlı olarak değişmekle birlikte, protein oranı %16 ile %70 arasında değişebilmektedir. (Kumkapu ve Yeşilçubuk, 2023). Makroalglerin protein içeriği oldukça değişkenlik göstermektedir. Kırmızı makroalglerin kuru ağırlığının %10 ile %47 arasında değişen ve diğer makroalglere kıyasla daha yüksek protein içeriğine sahip olduğu rapor edilmiştir. Yeşil makroalglerin protein içeriği kuru ağırlıklarının %9 ila %26'sı arasında değişmektedir. Kahverengi makroalglerin protein içeriği ise kırmızı veya yeşilden daha azdır ve genellikle kuru ağırlığının %3 ila %15'i arasında olduğu bildirilmiştir. (Şensu, Yücetepe ve Özçelik, 2024). Ayrıca yapılan in vitro araştırmalar, birçok alg türünün protein kalitesinin %35 ile %88 arasında değiştiğini ortaya koymuştur. Bu oranlar göz önüne alındığında, alglerin protein kalitesinin; tahıllar (%69–84), baklagiller (%72–92), meyveler (%72–92) ve sebzeler (%68–80) gibi yaygın bitkisel protein kaynaklarıyla kıyaslanabilir seviyede olduğu söylenebilir.

Son yıllarda, Spirulina ve Chlorella türleri, yüksek protein içerikleri sayesinde oldukça ilgi görmeye başlamıştır. Algler yalnızca protein bakımından zengin olmakla kalmayıp, aynı zamanda temel amino asitleri de bünyelerinde bulundurduklarından, bu proteinlerin geleneksel bitkisel protein kaynaklarına göre daha kaliteli olduğu ifade edilmektedir. Spirulinaspp., çok hücreli ve ipliksi yapıya sahip bir mavi-yeşil alg türüdür ve özellikle yüksek protein oranıyla öne çıkar. Kuru ağırlığının yaklaşık %40 ila %70'ini protein oluşturmaktadır. Bu besin değeri nedeniyle Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından *"süper gıda"* olarak nitelendirilmiş; ayrıca NASA tarafından, astronotların beslenmesinde kullanılmak üzere uzay görevlerine dahil edilmiştir. Yapılarında; karbonhidratlar, lipidler, çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA), omega-3 ve omega-6 yağ asitleri, diyet lifi, polisakkaritler, C-peptitler, polifenoller, steroller ve fotosentetik pigmentler (klorofil, karotenoidler, fikobilinler) gibi birçok besin ögesi yer almaktadır. Ayrıca, A, B1, B12, C, D ve E vitaminleri ile birlikte riboflavin, niasin, pantotenik asit ve folik asit gibi değerli mikro besinleri de içermektedirler. Mineral içeriği

açısından incelendiğinde ise, alglerin kalsiyum, sodyum, magnezyum, fosfor, potasyum, demir, çinko ve iyot gibi sağlığa yararlı birçok elementi bünyesinde bulundurduğu görülmektedir (Can vd., 2021). Alglerin gösterdiği bu biyolojik aktiviteler de onları işlevsel bir kaynak hâline getirmektedir.

Özellikle omega-3 ve omega-6 bakımından zengin olan algler, içerdiği çoklu doymamış yağ asitleri sayesinde elzem yağ asidi eksikliklerinin giderilmesinde etkili bir alternatif olarak öne çıkmaktadır. Her ne kadar balık yağları omega-3 bakımından yaygın bir kaynak olarak bilinse de, balıklar bu yağ asitlerini doğrudan sentezleyemez; besin zinciri yoluyla mikroalgleri tüketerek bu bileşenleri bünyelerine alırlar. Ancak balık yağlarının tüketimi, sahip oldukları yoğun koku ve tat nedeniyle bazı tüketiciler için rahatsız edici olabilmektedir. Bu durum, alg kaynaklı takviyelere olan ilgiyi artırmıştır. Ayrıca, algler yalnızca takviye formunda değil; fonksiyonel gıda ürünlerinin geliştirilmesinde de değer kazanmaktadır. Örneğin, omega-3 açısından zenginleştirilmiş alg bazlı makarna ve pesto sosları gibi yenilikçi ürünler, bu alandaki uygulamalara örnek teşkil etmektedir (Kumkapu ve Yeşilçubuk, 2023).

Sağlığa faydalı olabileceği fikriyle mikroalgler üzerindeki biyoteknolojik ilgi artmış durumdadır. Çalışmalar sonucunda mevcut besinlerin protein içeriklerinin mikro ve makroalgler ile zenginleştirilmesi yoluna gidilmiştir. Yapılan deneylerin sonucunda alglerle zenginleştirilmiş birçok ürün özellikle besin çölyak hastalığı için glutensiz makarnalar sunulmuştur. Antioksidan kapasitesi artırılmış kurabiyeler, gluten yapısının güçlendirildiği veya antioksidan içeriği yükseltilmiş ekmek ve buğday krakerleri, protein oranı artırılmış crostini gibi Avrupa ve İtalya mutfağına özgü fırın ürünleri ile raf ömrü uzatılmış tam yağlı süt ürünleri gibi çeşitli yenilikçi gıdalar, fonksiyonel bileşenlerle yeniden formüle edilmiştir. Bu tür ürünler, hem besin değerinin artırılması hem de tüketici sağlığını destekleyici özellikleriyle öne çıkmaktadır (Can vd., 2021).

Algler, gıda takviyesi olarak yaygın şekilde kullanılmakta olup; toz, pul ve tablet gibi farklı formlarda ticari olarak sunulmaktadır. Algal protein üretiminde özellikle öne çıkan iki tür olan Spirulina ve Chlorella, dünya genelinde büyük üretim kapasitelerine sahiptir. Alg kaynaklı polisakkaritler, günümüzde yaygın olarak kullanılan gıda katkı maddeleri arasında yer almaktadır. Bu polisakkaritler, özellikle kıvam artırıcı ve jelleştirici özellikleri sayesinde reçel, içecek ve fırıncılık ürünleri gibi birçok gıda ürününde değerlendirilmektedir. Bu üretimin büyük kısmı doğrudan gıda endüstrisinde kullanılmaktadır (Kumkapu ve Yeşilçubuk, 2023).

Ayrıca alglerden elde edilen karragenan, agar-agar, laminaria ve alginat gibi endüstriyel hidrokolloidler, gıda sektöründe yaygın kullanım alanına sahiptir. Bu bileşikler, yüksek viskoziteye sahip çözeltiler oluşturmaları ve jel yapma özellikleriyle özellikle süt ürünleri, konserve gıdalar ve donmuş ürünlerde tercih edilmektedir. Özellikle agar-agar, yüksek

lif içeriği ve hayvansal içerik içermemesi sayesinde jelatin yerine kullanılan bitkisel bir alternatif sunmakta; bu yönüyle vegan ve vejetaryen tüketiciler için önemli bir katkı maddesi olarak değerlendirilmektedir (Udo vd., 2023).

Algler, yalnızca insan beslenmesinde değil, aynı zamanda yem ve gübre sanayisinde de önemli bir yere sahiptir. Hayvan sağlığının desteklenmesi ve et ürünlerinin besin kalitesinin artırılması amacıyla yem katkısı olarak kullanılmaktadır (Prates,2025). Yapılan bir araştırmada, % 2,5 oranında alg içeren yemlerle beslenen kuzuların kas dokularında bulunan başlıca yağ asitlerinden EPA ve DHA düzeylerinin iki katına çıktığı tespit edilmiştir. Bu bulgu, alg bazlı yem takviyelerinin, etin besin değerini artırma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir (Núñez-Sánchez vd., 2021).

. Uzun yıllardır bir besin kaynağı olarak kullanılan az da olsa çoğu yemek kültüründe yer edinmiş olan algler, günümüzde gastronomi ve gıda sektörü için alternatif gıda maddesi olarak bir popüler haline gelmektedir (Şirinyıldız ve Yorulmaz, 2022). Alglerin içerdiği besin bileşenlerinin zenginliği, onları geleneksel besin kaynaklarına alternatif olarak öne çıkarmaktadır. Bu potansiyelin günlük yaşamda daha fazla yer bulabilmesi için, toplumun alglerin besin değeri ve sağlık üzerindeki olumlu etkileri konusunda bilinçlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu sayede, alglerin günlük beslenme alışkanlıklarına entegre edilmesi mümkün hâle gelebilir (Sasa vd., 2020). Aynı zamanda, gastronomi turizmi açısından da alglerin değerlendirilmesi önemli bir fırsat sunmaktadır. Özellikle algleri içeren yenilikçi tariflerin geliştirilmesi, yöresel mutfaklarda bu malzemenin kullanımıyla yeni ürünler oluşturulmasına olanak sağlayabilir. Böylece hem yerel hem de uluslararası mutfaklarda alg temelli ürünlerin çeşitlendirilmesi sağlanabilir (Figueroa vd., 2021). Sonuç olarak, alternatif bir gıda kaynağı olarak alglerin daha geniş kitlelerce tanınması ve benimsenmesi, sadece bireylerin sağlıklı beslenme seçeneklerini artırmakla kalmayacak; aynı zamanda alg üretiminin yaygınlaştığı ülkelerde ekonomik büyümeye de katkı sağlayacaktır. Bu durum, hem pazar payının genişletilmesi hem de yerel ekonomilerin desteklenmesi açısından stratejik bir fırsat olarak değerlendirilmektedir (Ismail ve El Zokm, 2025).

1.1. Alglerin Türkiye'de kullanımı

Ülkemiz üç tarafı denizlerle çevrili bir ülke olsa da, makroalglerin kullanım alanlarına yönelik çalışmalar ve bu organizmaların değerlendirilmesi sınırlı düzeydedir (Oğur, 2016). Tür çeşitliliği bakımından zengin olan denizlerimizde gerçekleştirilen araştırmalar, yaklaşık 1000 alg türünün deniz florasında yer aldığını ortaya koymuştur (Aktar ve Cebe, 2010). Son yıllarda Türkiye kıyılarında bulunan makroalglerin kimyasal özellikleri ve potansiyel kullanım alanlarına yönelik bilimsel çalışmaların giderek artış gösterdiği dikkat çekmektedir (Oğur, 2016).

Türkiye denizlerinde yayılım gösteren ve kimyasal bileşimleri açısından ekonomik değer taşıyan makroalg türleri üzerine yapılan

araştırmalarda; aljinik asit, agar, karragen, B12 vitamini, çeşitli organik asitler ve selüloz gibi önemli bileşenlerin elde edilebildiği belirlenmiştir. Ayrıca, hayvan yemi üretiminde değerlendirilebilecek, tarımsal gübre olarak kullanılabilecek ve kozmetik sanayisinde fayda sağlayabilecek türlerin de kıyılarımızda bulunduğu tespit edilmiştir. Ancak, ülkemizde bu doğal kaynaklardan genellikle sadece ham madde olarak yararlanılmakta, sınırlı sayıda türün ihracatı yapılmaktadır. Alg kültürü (akua kültür) konusunda ise henüz kayda değer bir gelişme sağlanamamıştır (Aktar ve Cebe, 2010).

Mikroalgler tarafından sentezlenen çeşitli bileşenlerin ya da doğrudan deniz yosunlarının besin olarak tüketilmesi, büyük ölçüde toplumların kültürel ve geleneksel beslenme alışkanlıklarıyla ilişkilidir. Özellikle Müslüman topluluklarda, alglerin helal gıda kapsamında yer alıp almadığına dair kesin ve yaygın bilgi eksikliği, bu ürünlere karşı olumsuz bir tutumun oluşmasına neden olabilmektedir. Ancak literatürde, mantarlar ve bazı mikroorganizmalar (örneğin bakteri, fungus, alg gibi) ile bunlara ait türevlerin sağlığa zararlı, toksik ya da sarhoşluk verici etkileri bulunmadığı sürece helal gıda olarak kabul edilebileceği ifade edilmektedir. Bu nedenle, alglere yönelik önyargıların giderilmesi ve farklı alg türleri üzerinde yapılacak bilimsel çalışmaların artırılması, hem beslenme alışkanlıklarının çeşitlenmesi hem de ekonomik potansiyelin değerlendirilmesi açısından önemli katkılar sağlayabilir (Sasa, Şentürk, Üstündağ ve Erem, 2020).

2.Yenilebilir Böcekler

Dünya nüfusunun artmasıyla araştırmacılar protein kaynaklarının yeterli olmayacağının farkındadır ve yeni protein kaynakları arayışındadırlar. Bu nedenle yenilebilir böceklerin doğrudan veya gıdada bir bileşen olarak kullanılması söz konusu olmuştur. Yenilebilir böcekler, uzun yıllardır Afrika, Asya ve Güney Amerika gibi birçok bölgede geleneksel beslenme kültürünün bir parçası olarak tüketilmektedir. Buna karşın, Avrupa ülkelerinde tüketiciler böceklerin gıda olarak kullanılmasına genellikle olumsuz yaklaşmaktadır. Oysa böcekler, geleneksel hayvansal protein kaynaklarıyla karşılaştırıldığında çevresel etkileri daha düşük olan, sürdürülebilir alternatif protein kaynakları arasında yer almaktadır. Yenilebilir böcekler yüksek kaliteli proteinleri, esansiyel aminoasitleri, yağ asitleri mineraller ve vitaminleri nedeniyle sürdürülebilir bir alternatif gıda kaynağı olarak düşünülebilir. Besin özellikleri üzerine yapılan araştırmalar, yenilebilir böceklerin hem küresel gıda talebini karşılamada hem de yetersiz beslenmeyi önlemede bir çözüm olabileceğini göstermektedir (Aksoy ve El, 2021).

Yenilebilir böcekler, besleyici özellikleri ve çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli avantajlar sunsalar da, mikrobiyolojik, parazitolojik ve alerjik açıdan bazı riskler barındırabilmektedir. Bu nedenle, üretim süreçlerinde belirli hijyen ve güvenlik standartlarına titizlikle uyulması gerekmektedir. Söz konusu standartların oluşturulabilmesi için

daha fazla bilimsel araştırmaya ihtiyaç duyulmakta; aynı zamanda ilgili mevzuatların geliştirilmesi ve uluslararası düzeyde politika ve düzenlemelerin oluşturulması büyük önem taşımaktadır (Aksoy ve El, 2021).

2.1.Hammadde olarak Böcekler

Böcekler, düşük protein içerikli (%8-9 ham protein) biyolojik atıkları 3-4 aylık bir dönemde etkin bir şekilde yüksek düzeyde (%44-61 ham protein) ve kaliteli böcek proteinine çevirebilmektedir. Ayrıca böceklerin dış iskeletini oluşturan ve polisakkarit yapısında olan "kitin"in, bağışıklık sistemini uyarabileceği bildirilmektedir. Bu özellik kanatlı beslenmesinde antibiyotiklerin yem katkısı olarak kullanılmasının yasaklandığı ülkelerde avantaj sağlayabilir (Malematja vd., 2023).

2.1.1.Tek Hücre Proteini

Tek Hücre Proteini (THP) Eldesinde Kullanılan Mikroorganizmalar Tek hücre proteini eldesinde kullanılan ve denen tek hücreli canlılar şunlardır:

-Algler
-Mantarlar
-Mayalar
-Bakteriler

Çeşitli altyapılar üzerinde denendikten sonra pürifiye edilmiş THP'lerin bileşimi konusunda çok sayıda analiz ve deneyler gerçeklemiştir THP'nin bileşimleri konusunda en fazla mayalar üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Bakteri, küf ve alglerden elde edilen çalışmalar daha az ve yetersizdir. Maya proteinlerinin hazım ve emilimleri %80-90 arasındadır. Maya proteini tahıllar ile (buğday, pirinç) karıştırılarak daha yüksek protein içeren değerli bir gıda karışımı elde edilebilmektedir (Cao vd., 2025).

2.1.1.1.Alglerin Tek Hücre Proteini Kaynağı Olarak Kullanılması

Protein içeriği %16 ile %70 arasında değişen bu organizmalar, hem insan hem de hayvan beslenmesinde potansiyel bir gıda kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Alglerin besin olarak kullanılışı, oluşturdukları bazı sindirim sistemi bozukluklarından dolayı sınırlı olmakla beraber çeşitli besin maddelerine belirli oranlarda ilave edilerek tolere edilebilmektedir. Kayıtlara göre, tatlı su mikroalglerinden Spirulina maxima, Orta Afrika'da yer alan Çad Cumhuriyeti'nde temel bir besin kaynağı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, Scenedesmus ve Chlorella türleriyle gerçekleştirilen çeşitli araştırmalarda, bireylerin günlük 30 gram Scenedesmus tüketiminin herhangi bir olumsuz etkiye yol açmadığı tespit edilmiştir. Yapılan hesaplara göre dünya okyanuslarının yıllık toplam mikroalg üretimi 550x109 ton kadardır ki bu miktarın tüm dünya nüfusuna eşit olarak bölünmesi durumunda kişi başına 100 ton'dan fazla düşebilir. Buna göre de 1015 litre

su içinde üretilebilecek alg miktarı, tüm dünyanın gereksinimi olan proteinleri karşılayabilir (Katırcıoğlu ve Aksöz, 2003).

2.1.2.Mantarların (Fungus) THP Kaynağı Olarak Kullanılması

THP eldesi için kullanılan küfler, B grubu vitaminler açısından oldukça zengin olup protein içerikleri de %30-60 oranında değişir. Küflerin elde edilmeleri oldukça zahmetli ve pahalı olduğundan besin kaynağı olarak kullanılması önceleri düşünülmemiş ancak son yıllarda küflerin kullanımı ile THP üretimi konusunda önemli çalışmalar yapılmıştır. Günümüzde THP elde edilmesi çalışmalarında Penicillium, Aspergillus, Fusarium, Rhizopus ve Geotrichum türlerinin miselyumlarından yararlanılmaktadır. Şapkalı mantarlarda yüzyıllardan beri beslenmede kullanılmaktadır. Agaricuscompestris (yemeklik mantar) buna örnek verilebilir. Besin olarak doğadan toplanıp yenmesine ve bazılarının da kültürü yapılmasına rağmen şapkalı mantarların dünyada ortaya çıkan protein açığına bir çözüm olması düşünülemez. Fakat batık kültürde üretilecek şapkalı mantar miselyumlarının bu konuda oldukça ümit vaat ettiği bir gerçektir (Katırcıoğlu ve Aksöz, 2003).

2.1.3.Mayaların Tek Hücre Proteini (THP) Kaynağı Olarak Kullanılması

Yüksek protein içerdikleri saptandıktan sonra mayaların protein kaynağı olarak kullanımına ait çalışmalar artmıştır. Genel olarak bileşiminde %50'den fazla protein içeren mayaların yalnız hayvanlar için değil, insanlar için de zengin protein kaynağı olduğu deneylerle kanıtlanmıştır. Tek hücre proteini (THP) kaynakları arasında Candida utilis (Torula / Torulopsis utilis) ekonomik olarak en avantajlı mayadır; bu mayanın proteini süt tozuna kıyasla yaklaşık iki kat fazla olup, düşük metiyonin haricinde amino asit profili referans proteinlerle uyumludur ve B12 vitamini hariç diğer vitaminleri de daha yüksek oranda içerir (Katırcıoğlu ve Aksöz, 2003).

2.2..Alternatif Omega-3 Kaynakları

Sağlıklı yaşam için vazgeçilmez olan omega-3 yağ asitlerine yönelik küresel talep, özellikle son iki yıl içinde önemli ölçüde artış göstermiştir. Bununla birlikte, doğadan avlanan balıklardan elde edilen bu bileşiklerin sürdürülebilirliği konusunda ciddi endişeler bulunmaktadır. Mikroalg ve protistler de EPA ile DHA gibi yağ asitlerinin sürdürülebilir kaynaklar arasında yer almaktadır. Bu organizmalar zorlayıcı yaşam koşulları arasında bile yüksek oranda yağ asidi birikimi yapabilmektedir. Ayrıca, mikroalg ve mikroalg tülerinden elde edilen yağ türleri Gıda ve İlaç İdaresi tarafından onaylanmış ve güvenlikleri desteklenmiştir. Yine de, ev verimli alg üretimi ve PUFA birikimini sağlamak için ideal koşulları sağlamak çok önemlidir (Liu vd., 2022; Adarme-Vega vd., 2012; Thurn vd., 2022)..

2.3.Alternatif protein kaynakları

Geçmişte, bitkisel proteinlerin besin değeri bakımından hayvansal proteinlere kıyasla yetersiz olduğu düşünülmekteydi. Ancak son yıllarda bu görüş değişmiş; bitkisel proteinlerin yalnızca amino asit profili açısından değil, aynı zamanda lif, vitamin ve mineral gibi bileşenleri içermesi nedeniyle bütünsel besin değeriyle de değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Mariotti ve Gardner, 2019). Bu bağlamda, hayvansal ve bitkisel proteinleri yalnızca protein kalitesi açısından doğrudan karşılaştırmak yanıltıcı olabilir.

Proteinlerin gıdalardaki teknolojik işlevselliği, hem kaynağına hem de kullanım miktarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Özellikle su tutma kapasitesi, jel oluşturma ve emülsiyon stabilitesi gibi özellikler, et benzeri ürünlerin geliştirilmesinde bitkisel proteinlerin önemini artırmaktadır (Boye, Zare, ve Pletch, 2010). Bu amaçla en sık tercih edilen protein kaynakları arasında bezelye proteini izolatı, soya proteini izolatı ve buğday glüteni yer almaktadır. Özellikle glutenin ve gliadin gibi gluten protein fraksiyonları, gıdaya yapı ve çiğneme hissi kazandırdığı için et alternatiflerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Day, 2013).

Son yıllarda mantar bazlı et alternatifleri, etin görünümünü ve dokusunu taklit etmeleri nedeniyle ilgi görmektedir. Mantarlar, düşük çevresel etkileri ve yüksek besin değerleri ile sürdürülebilirlik açısından avantajlı bir protein kaynağıdır (Maseko vd., 2025). Aynı zamanda, böcek proteinleri de; su tutma kapasitesi, emülsiyon oluşturma ve köpürme gibi işlevsel özellikleri sayesinde gıda endüstrisinde potansiyel uygulamalara sahiptir (vanHuis vd., 2013).

Bunlara ek olarak, bitki yaprakları da alternatif protein kaynakları arasında değerlendirilmektedir. Kurutulup toz haline getirilen yapraklar, %30'a kadar protein içerebilmekte ve gıda formülasyonlarında kullanılabilmektedir (Zhang, vd., 2021). Ayrıca su mercimeği (Lemnaspp.) gibi bazı su bitkileri, yüksek protein içeriği nedeniyle özellikle Asya ülkelerinde geleneksel olarak tüketilmekte ve "süper besin" olarak tanımlanmaktadır (Appenroth, 2017).

3.Yapay Et

Protein, insan sağlığı için temel bir besin öğesidir ve hem bitkisel hem de hayvansal kaynaklardan alınabilir. Hayvansal protein denildiğinde akla ilk gelen kaynaklardan biri ettir (Pulluk,2021).

Dünya nüfusunun artmasıyla birlikte et tüketimi de artarken, geleneksel hayvancılık sınırlı doğal kaynaklar üzerinde baskı oluşturmakta ve çevresel sorunlara yol açmaktadır. Bu nedenle daha sürdürülebilir, çevre dostu ve etik üretim yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır (Arslan ve Kabacık, 2024). Bu ihtiyaca yanıt olarak alternatif protein kaynakları araştırmaları önem kazanmıştır. Bitki bazlı proteinler, algler, mantarlar, böcekler,

mikrobiyal ürünler ve laboratuvar ortamında üretilen etler ("yapay et") bu çözümler arasında öne çıkmaktadır (Akpınar ve Uzun, 2022).

Yapay et, belirli hayvanlardan alınan kök hücrelerin besleyici ve kontrollü bir ortamda çoğaltılmasıyla üretilir. Hücreler çoğaldıkça olgun kas dokusuna dönüşür. "Yapı iskelesi metodu" gibi teknikler, hücrelerin çoğalmasını ve doku oluşturmasını kolaylaştırır, ancak büyük ölçekli üretim için geliştirilmesi gerekir (Akpınar ve Uzun, 2022).

Yapay etin popülaritesinin arkasında, hayvan refahı, çevresel sürdürülebilirlik ve artan protein talebini karşılama isteği gibi etik ve çevresel kaygılar bulunmaktadır (Arslan ve Kabacık, 2024). Bununla birlikte, tüketici kabulü hâlâ tartışmalıdır; et tüketimi yüksek bireyler daha istekliyken, vejetaryen ve veganlar mesafeli yaklaşmaktadır. Dini ve kültürel faktörler de tutumları etkileyebilir (Ekici, Karaarslan, ve Kırmızı, 2022).

Sonuç olarak, Endüstriyel hayvancılığın sebep olduğu kaynakların verimli kullanılmaması, çevresel stresin artması gibi olumsuz etkiler, hayvan refahı konusundaki endişeler, et tüketimi sonucu ortaya çıkan bulaşıcı hastalıklar gibi nedenlerden dolayı üreticiler doğa dostu ve sürdürülebilirlik ilkesine uygun şekilde üretim gerçekleştirebilecek yeni uygulamalara yönelmiştir. Yapay et üretimi çevresel etkileri azaltma, hayvan refahını artırma ve gıda güvenliğini iyileştirme gibi avantajlar sunabilir. Ancak yaygınlaşması, etik değerlendirmeler, yasal düzenlemeler ve tüketici tutumlarına bağlı olacaktır (Arslan ve Kabacık, 2024;Akpınar ve Uzun, 2022).

4.Süper Besinler

Süper besinler, yüksek miktarda vitamin, mineral, antioksidan ve diğer yararlı bileşenler içeren, sağlığı korumaya ve hastalıkları önlemeye yardımcı gıdalardır (Yıldırım Uğurlu ve Özer Altundağ, 2023). Öte yandan, fonksiyonel gıdalar, temel besin ihtiyaçlarının ötesinde, bağışıklığı güçlendiren, hafızayı destekleyen ve belirli hastalıkların önlenmesine yardımcı olan yiyeceklerdir. Bu yararlı bileşenler gıdaların doğal yapısında bulunabileceği gibi, işleme sırasında eklenebilir. Fonksiyonel gıdalar, standart besinlerdeki özel bileşenlerin zenginleştirilmiş hallerini içerir ve farklı bileşenler bir araya getirilerek besin değeri artırılabilir (Seydim, Keleş, ve Şatır, 2024; Alabdullah ve Eken, 2025).

Geleneksel ve tamamlayıcı tıpta birçok bitki, sağlık etkileri nedeniyle çeşitli amaçlarla kullanılır. Günümüzde gıda kimyası, biyoloji, beslenme ve farmakoloji gibi disiplinler bir araya gelerek besin çeşitliliğini ve işlevselliğini artırmaktadır. Besin içeriklerine eklemeler yapılarak biyolojik fonksiyonları güçlendirilmiş ürünler geliştirilmektedir. Yanlış beslenmeden kaynaklanan sağlık sorunlarının artmasıyla birlikte, zenginleştirilmiş ve fonksiyonel gıdalara talep hızla artmakta, pazar hacmi ve ürün çeşitliliği genişlemektedir. Gelecekte, bu tür gıdaların sağlık

koruyucu ve geliştirici etkileri nedeniyle ilgisinin artması beklenmektedir (Özcan, Arslan, ve Ünver, 2003).

5.Doğal Yöntemlerle Elde Edilen Alternatif Besin Kaynaklarının Biyoaktif Özellikleri

Son yıllarda proteinler yalnızca besin değerleriyle değil, vücut üzerindeki özel etkileriyle de araştırılmaya başlanmıştır. Bu ilginin merkezinde ise, proteinlerin sindirim ya da çeşitli işlemler sırasında açığa çıkan biyoaktif peptitler (BAP'ler) yer almaktadır. Genellikle küçük yapıdaki bu peptitler, normalde proteinin içinde "saklı" halde bulunur; sindirim, fermantasyon veya enzimatik işlemle aktif hale gelirler (Udenigwe ve Aluko, 2012).

BAP'lerin etkileri, taşıdıkları amino asitlere göre değişir. Özellikle sistein, histidin, metiyonin, tirozin ve triptofan gibi amino asitler antioksidan gücünü artırırken; prolin, lizin ve aromatik amino asitler ise anjiyotensin dönüştürücü enzim (ACE) inhibisyonunu güçlendirir (Udenigwe ve Aluko, 2012). Bu nedenle BAP'ler hem oksidatif stresi azaltabilir hem de hipertansiyon gibi kronik hastalıkların yönetimine katkı sağlayabilir.

Klasik hidroliz yöntemlerinin yanı sıra mikrodalga, yüksek basınç veya darbeli elektrik alanları gibi yeni teknolojiler, proteinleri daha kontrollü şekilde parçalayarak daha işlevsel peptitlerin üretilmesini mümkün kılmaktadır (Agyei, 2016).

BAP'lerin etkileri oldukça çeşitlidir. Tokluk hissini artırabilen, antimikrobiyal, antiviral, bağışıklığı düzenleyici veya sinir sistemi üzerinde etkili peptitler literatürde tanımlanmıştır (Kitts ve Weiler, 2003; Nongonierma ve FitzGerald, 2015). Bu yönleriyle BAP'ler hem metabolik hem de bağışıklık ve sinir sistemi üzerinde önemli rol oynayabilir.

Bugüne kadar BAP'ler daha çok hayvansal proteinlerden elde edilse de, sürdürülebilirlik kaygıları bitkisel ve mikrobiyal kaynaklara ilgiyi artırmaktadır. Gelişmiş analiz teknikleri sayesinde bu yeni kaynaklardan elde edilen peptitlerin potansiyeli daha kolay tahmin edilebilmekte; ancak pek çoğu henüz laboratuvar koşullarında doğrulanmadığı için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Udenigwe ve Aluko, 2012).

6.Türev Ürünlerle Bağlantılı Güvenlik Sorunları

Alternatif proteinler sürdürülebilirlik ve beslenme açısından önemli fırsatlar sunsa da, bu yeni kaynaklarla ilgili güvenlik konuları hâlâ tam olarak netleşmiş değildir. Özellikle baklagiller gibi geleneksel olmayan protein kaynaklarında; çevresel etkenler, genetik yapı ve işleme koşulları toksisite ve alerjenite düzeylerini önemli ölçüde değiştirebilmektedir (Udenigwe ve Aluko, 2012).

Örneğin bazı bezelye türleri, ODAP adı verilen nörotoksik bir bileşik içerir. Yüksek miktarda ve uzun süre tüketildiğinde nörolatirizm adı verilen nöromotor bozukluğa yol açabilir. ODAP seviyeleri tür ve yetiştirme

şartlarına göre geniş bir aralıkta değişirken, ıslatma ve kaynatma gibi basit işlemler bu bileşiğin miktarını büyük oranda azaltabilmektedir—örneğin kaynatmanın ODAP'ı %67'ye kadar düşürdüğü bildirilmiştir (Banti ve Bajo, 2020).

Bezelye aynı zamanda alerjik açıdan da risk taşır. Özellikle 47 kDa'lık vicilin proteini, yer fıstığı alerjenleriyle benzerlik gösterdiği için, yer fıstığı alerjisi olan bireylerde çapraz reaksiyona yol açabilmektedir (Xu vd., 2018).

Lupin (acı bakla) türleri de benzer şekilde hem toksisite hem de alerji riskleri nedeniyle dikkatle değerlendirilmesi gereken protein kaynaklarıdır. Bazı türlerdeki alkaloidler aşırı tüketimde nörotoksik belirtilere neden olabilir; bu nedenle birçok ülke, lupin ürünlerinde alkaloid seviyesini 200 mg/kg'ın altında sınırlandırmaktadır (Pulluk, 2019). Düşük alkaloid içeren "tatlı lupin" çeşitleri ise hem güvenli hem de sürdürülebilir üretime uygun alternatifler sunmaktadır (Lucas, 2015).

Bunun yanında lupin, özellikle Akdeniz ve Avustralya'da yaygın görülen ciddi çapraz alerjik reaksiyonlarla bilinir. Bu nedenle Avrupa Birliği, lupini bildirilmesi zorunlu 14 alerjenden biri olarak sınıflandırmıştır (Moneret-Vautrin, 2009).

Genel olarak değerlendirildiğinde, alternatif protein kaynaklarının güvenli tüketimi için yalnızca besin değerlerinin değil; potansiyel toksik bileşiklerin, alerjenite düzeylerinin ve işleme yöntemlerinin de dikkatle incelenmesi gerekmektedir. Bu alanda yapılacak detaylı toksikolojik ve alerjik çalışmalar, tüketici sağlığının korunması açısından büyük önem taşımaktadır.

SONUÇ

Günümüzde artan nüfus, değişen iklim koşulları ve doğal kaynakların sınırlı oluşu, gıda üretiminde sürdürülebilir ve besleyici alternatifler arayışını mecburi hale getirmiştir. Geleneksel tarım ve hayvancılık, bu talepleri karşılamakta giderek yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle alternatif besinler; bitkisel proteinler, yenilebilir böcekler, algler ve laboratuvar ortamında üretilen yapay etler gibi yenilikçi seçenekleri içermektedir. Bu besinler yalnızca bireysel sağlık açısından fayda sağlamakla kalmaz, aynı zamanda çevresel etkileri azaltarak sürdürülebilir bir gıda sistemine katkıda bulunur.

Bazı alg ve baklagillerde toksik bileşiklerin bulunması veya lupin, bezelye gibi bitkisel kaynaklarda görülen alerji riski, alternatif proteinlerin

güvenlik açısından değerlendirmelerinin önemini artırmaktadır. Yapılan araştırmalar, uygun işleme teknikleri ile toksisite ve antinutrisyonel faktörlerin önemli ölçüde azaltılabildiğini göstermektedir Biyoaktif peptitlerin (BAP'lerin) sağlık üzerine olan etkileri de alternatif protein çalışmalarının önemli bir penceresini oluşturmaktadır. Sindirim veya enzimatik hidroliz sonrası açığa çıkan bu küçük peptitler; antioksidan, antimikrobiyal, antihipertansif, iştah düzenleyici ve immünomodülatör etkilere sahip olabilmektedir. Bitkisel ve mikrobiyal kaynaklardan elde edilen peptitlerin henüz laboratuvar ölçeğinde henüz tamamıyla doğrulanamamış olması bu alanın daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyduğunu ortaya koymaktadır.

Son yıllarda CRISPR-Cas9 gibi gen düzenleme teknolojilerinin gıda üretimine entegre edilmesiyle, bitki ve hayvan türlerinde verim, dayanıklılık, besin değeri ve kalite açısından önemli iyileştirmeler yapılabilmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, alternatif protein kaynaklarının gelecekte küresel gıda güvenliğinin sağlanmasında kritik bir rol oynayacağı ortadadır. Ancak toksisite, tüketici kabulü ve ekonomik sürdürülebilirlik gibi konularda daha kapsamlı çalışmalar yapılması, gıdanın güvenli olduğunun kanıtlanması ve tüketicinin güvenini kazanması gerekmektedir. Gıdanın hem besleyici hem de güvenli olması gerektiği gerçeği, multidisipliner araştırmaların ve uluslararası iş birliğinin önemini bir kez daha ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

Adarme-Vega, T. C., Lim, D. K. Y., Timmins, M., Vernen, F., Li, Y., ve Schenk, P. M. (2012). Microalgal biotechnology: Cultivation, products, and sustainability. *Applied Microbiology and Biotechnology, 96*(5), 1235–1248.

Agyei, D. (2016). Emerging technologies for the production of bioactive peptides from food proteins. *Trends in Food Science ve Technology, 52*, 106–115.

Akpınar, H., ve Uzun, A. (2022). Alternatif protein kaynakları ve Teknoloji. Editör I.Yazıcıoğlu, E. Alphan, R. Bölükbaş, *Alternatif protein kaynakları ve yapay et teknolojileri* (ss.1-13). Ankara: Detay Yayıncılık..

Aksoy, A. B. ve El, S. N. (2021). Protein Source of the Future: Edible Insects. *Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology*, 9(5), 887–896.

Aktar, S., ve Cebe, G. E. (2010). Alglerin genel özellikleri, kullanım alanları ve eczacılıktaki önemi. *Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi, 39*(3), 237–264.

Alabdullah, W., ve Eken, B. F. (2025). Bağışıklık Yanıtını Modüle Etmede Fonksiyonel Besinlerin Rolü: Güncel Araştırmaların Değerlendirilmesi. *Atlas Journal of Medicine, 5*(14), 241–246.

Appenroth, K. J.,Sree, K. S., Böhm, V., Hammann, S., Vetter, W., Leiterer, M., ve Jahreis, G. (2017). Nutritionalvalue of duckweeds (Lemnaceae) as humanfood. *FoodChemistry, 217*, 266–273.

Arslan, E., ve Kabarcık, M. (2024). Yapay Et ve Gastronomi. *Gastronomi Alanında Tematik Araştırmalar III*, 85.Can, B., Bayram, H. M., veOzturkcan, A. (2021). Çevresel Sorunlara Karşı Çözüm Öneriileri: Güncel Sürdürülebilir Beslenme Uygulamalarına Genel Bakış. *Gıda*, *46*(5), 85-95

Banti, M., ve Bajo, W. (2020). Review on nutritional importance and anti-nutritional factors of legumes. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 9(6), 138–149.

Boye, J.,Zare, F., ve Pletch, A. (2010). Pulseproteins: Processing, characterization, functionalpropertiesandapplications in foodandfeed. *Food Research International, 43*(2), 414–431.

Cao, X., Liu, H., Yang, M., Mao, K., Wang, X., Chen, Z., Ran, M., ve Hao, L. (2025). Evaluation of the nutritional quality of yeast protein in comparison to animal and plant proteins using growing rats and INFOGEST model. *Food Chemistry, 463*, 141178. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.141178

Day,L.(2013).Proteins from land plants otential resources for human nutrition and food security. *Trends in Food Science Technology, 32*(1), 25–42.

Ekici, G., Karaarslan, H. H., ve Kırmızı, E. N. (2022). Üniversite öğrencilerinin yapay ete yönelik tutumlarının değerlendirilmesi. *Sağlık ve Yaşam Bilimleri Dergisi, 4*(3), 260–264.

Figueroa, V., Farfán, M., ve Aguilera, J. M. (2021). Seaweeds as novel foods and source of culinary flavors. *Food Reviews International, 37*(1), 1–26.

Hunter, D., Borelli, T., Beltrame, D. M. O., Oliveira, C. N. S., Coradin, L., Wasike, V. W., Wasilwa, L., Mwai, J., Manjella, A., Samarasinghe, G. W. L., Madhujith, T., Nadeeshani, H. V. H., Tan, A., Ay, S. T., Güzelsoy, N., Lauridsen, N., Gee, E., ve Tartanac, F. (2019). The potential of neglected and underutilized species for improving diets and nutrition. *Food Security*, 250, 709–729.

Ismail, M. M., ve El Zokm, G. M. (2025). Algae as keystone for blue economy: sustainability and challenges. *Discover Sustainability, 6 (366)*, 1-28.

Kaldırım, Ş. N., ve Keser, A. (2022). Besin kaynağı olarak yenilebilir böcekler. *CBÜ Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 17(1), 81–94.

Karakurluk, M., ve Yücer, T. D. (2024). Algal Biyoaktif Bileşenler. *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi,* 5(2), 204-215.

Katırcıoğlu, H., ve Aksöz, N. (2003). Tek hücre proteini. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 1(08), 34-49.

Kitts, D. D., ve Weiler, K. (2003). Bioactive proteins and peptides from food sources. *Applications of biochemistry and biotechnology, 105–108*(1), 3–30.

Kumkapu, M.,veYeşilçubuk, N. Ş. (2023). Sürdürülebilir gıda, gıda takviyesi ve gıda katkı maddesi üretiminde alglerin önemi. *Akademik Gıda*, *21*(2), 187-197.

Liu, Y., Ren, X., Fan, C., Wu, W., Zhang, W., ve Wang, Y. (2022). Health benefits, food applications, and sustainability of microalgae-derived n-3 PUFA. *Foods, 11*(13), 1883-1915.

Lucas, M. (2015). Sweet lupins: Agronomic potential and low-alkaloid breeding. *Lupin Research Journal, 22*(3), 45–57.

Malematja, E., Manyelo, T. G., Sebola, N. A., ve Mabelebele, M. (2023). The role of insects in promoting the health and gut status of poultry. *Comparative Clinical Pathology, 32*(3), 501–513.

Mariotti, F.,veGardner, C. D. (2019). Dietary protein and amino acids in vegetariandiets—A review. *Nutrients,* 11(11), 2661.

Maseko, K. H., Regnier, T., Bartels, P., ve Meiring, B. (2025). Mushroom mycelia as sustainable alternative proteins for the production of hybrid cell-cultured meat: A review. *Journal of Food Science, 90*(2), 1-21.

Micha, R., Peñalvo, J. L., Cudhea, F., Imamura, F., Rehm, C. D., ve Mozaffarian, D. (2017). Association between dietary factors and mortality from heart disease, stroke, and type 2 diabetes in the United States. *JAMA, 317*(9), 912–924.

Moneret-Vautrin, D. A. (2009). Lupin allergy: Clinical aspects and cross-reactivity with peanuts. *Allergy*, 64(6), 812–819.

Nongonierma, A. B., ve FitzGerald, R. J. (2015). The scientific evidence for the role of milk protein-derived bioactive peptides in humans: a review. *Journal of Functional Foods, 17*, 640–656.

Núñez-Sánchez, N., Avilés Ramírez, C., Peña Blanco, F., Gómez-Cortés, P., de la Fuente, M. Á., Vioque Amor, M., Horcada Ibáñez, A., ve Martínez Marín, A. L. (2021). Effects of Algae Meal Supplementation in Feedlot Lambs with Competent Reticular Groove Reflex on Growth Performance, Carcass Traits and Meat Characteristics. *Foods, 10*(4), 857-897.

Oğur, S. (2016). Kurutulmuş alglerin besin değeri ve gıda olarak kullanımı. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *33*(1), 67-79.

Özcan, M., Arslan, D., ve Ünver, A. (2003). Fonksiyonel Gıdalar ve Fitokimyasallar. *Akademik Gıda, 1*(5), 40–45.

Post, M. J. (2012). Cultured meat from stem cells: Challenges and prospects. *Meat Science, 92*(3), 297–301.

Prates, J. A. M. (2025). Improving meat quality, safety and sustainability in monogastric livestock with algae feed additives. *Foods, 14*(6), 1007-1023.

Pulluk, E. Beslenmede Alternatif Protein Kaynakları. Gastronomi Araştırmaları, 92.European Food Safety Authority (EFSA). (2019). Scientific Opinion on the safety of Lupin and Lupin-derived products. *EFSA Journal, 17*(6), 92-102

Sasa, A., Şentürk, F., Üstündağ, Y., ve Erem, F. (2020). Alglerin gıda veya gıda bileşeni olarak kullanımı ve sağlık üzerine etkileri. *Uluslararası Mühendislik Tasarım ve Teknoloji Dergisi*, **2**(2), 97-110.

Seydim, Z., Keleş, S., ve Şatır, G. (2024). Fonksiyonel Gıda Bileşenlerinin Bilişsel Fonksiyonlar Üzerine Moleküler Etki Mekanizmaları. *Journal of Biotechnology and Strategic Health Research, 8*(1), 1–15.

Şensu, E., Yücetepe, A., ve Özçelik, B. (2024). Kaynağı Olarak MAkroalgler ve Makroalgal Proteinlerin Ekstraksiyonu: BİR Derleme Çalışması. *Gıda*, *49*(6), 1175-1189.

Şirinyıldız, D. D. ve Yorulmaz, A. (2022). Alternatif ve sürdürülebilir bir gıda kaynağı olarak algler. *Toros Üniversitesi Gıda, Beslenme ve Gastronomi Dergisi, 1*(1), 101–117.

Thurn, A. L., Cabrera, R., ve Plaza, M. (2022). Photoautotrophic microalgae as sustainable sources of DHA and EPA. *Bioresources and Bioprocessing, 9*, (12), 1-13.

Töre, A. K., ve Işık, M. (2020). Mikroalglerle Biyogaz Çamurunun Arıtımı. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3(1), 34-42.

Tuomisto, H. L., ve Teixeira de Mattos, M. J. (2011). Environmental impacts of cultured meat production. *Environmental Science ve Technology, 45*(14), 6117–6123.

Udenigwe, C. C., ve Aluko, R. E. (2012). Food protein-derived bioactive peptides: Production, processing, and potential health benefits. *Journal of Food Science, 77*(1), 11–24.

Udo, T., Mummaleti, G., Mohan, A., Singh, R. K., ve Kong, F. (2023). Current and emerging applications of carrageenan in the food industry. *Food Research International, 173*, 113369. 1-21.

Uzuner, S., ve Haznedar, A. (2020). Fonksiyonel Gıda İçin Sağlıklı Takviye: Mikroalgler. *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(2), 212-226.

van den Burg, S. W. K., Dagevos, H., ve Helmes, R. J. K. (2021). Towards sustainable European seaweed value chains: A triple P perspective. *ICES Journal of Marine Science, 78*(1), 443–450.

Xu, Y., Zhou, Z., Chen, W., ve Zhang, H. (2018). Pea (Pisum sativum) vicilin: Allergenicity, cross-reactivity, and implications for food allergy. *Food Chemistry, 240*, 1113–1120.

Yıldırım Uğurlu, Ö., ve Özer Altundağ, Ö. (2023). *COVID-19* Pandemisinde Sağlık Çalışanlarının Süper Besin Algısı: Kırıkkale İli Örneği. *Tıp Fakültesi Klinikleri*, 6(2), 116-128.

Zhang, Y.,Ma, L., Zhang, M., veBhandari, B. (2021). Leaf protein concentrates: A review of processing, nutritionalandfunctionalproperties. *Trends in Food Science and Technology, 111*, 597–608.

Postpartum Estetik Müdahaleler ve Ebelik Etiği: Güzellik Normları ile Mesleki Sınırlar Arasında Kalmak

Ayşenur YILDIZ[1]

1 Arş. Gör; İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Ebelik Anabilim Dalı
aysenur.yildiz@inönü.edu.tr ORCID: 0000-0002-4755-8891

ÖZET

Gebelik ve doğum sonrası dönem, kadının bedeninde ve psikolojisinde önemli değişimlerin yaşandığı bir süreçtir. Bu dönemde fiziksel farklılıklar, kilo artışı ve doku deformasyonları, kadınlarda beden memnuniyetsizliği ve özgüven kaybına yol açabilmektedir. Toplumsal güzellik normları ve sosyal medya etkisi, kadınları doğum sonrası estetik müdahalelere yönlendirmekte; bu durum ebelik pratiğinde yeni etik tartışmaları gündeme getirmektedir. "Postpartum estetik" uygulamalar, yalnızca fiziksel görünümü değil, aynı zamanda kadının psikososyal iyilik hâlini de etkileyen karmaşık bir olgudur. Ebelik mesleği, bu süreçte kadının özerk karar hakkına saygı gösterirken, bilgilendirme ve yönlendirme görevini etik ilkeler çerçevesinde yürütmelidir. Özerklik, zarar vermeme, yarar sağlama, adalet, mahremiyet ve aydınlatılmış onam ilkeleri, doğum sonrası estetik müdahalelere ilişkin etik değerlendirmelerin temelini oluşturur. Ebeler, kadınların kararlarını toplumsal baskılardan arınmış biçimde vermelerine yardımcı olmalı; beden algısı, medya etkisi ve partner beklentisi gibi faktörleri göz önünde bulundurmalıdır. Postpartum estetik uygulamalara ilişkin ebelik yaklaşımı, kadının bedenine yönelik saygıyı ve etik sınırları koruyarak, bilinçli karar verme sürecini desteklemelidir. Bu bağlamda ebelik, sadece doğum bakımında değil, doğum sonrası dönemde kadının bedenine ve benlik saygısına ilişkin bütüncül bir rehberlik rolü üstlenmelidir.

Anahtar Kelimeler: Beden Algısı, Ebelik Etiği, , Estetik Müdahaleler, Güzellik Normları, Postpartum Dönem.

GİRİŞ

1. Tanım

Gebelik ve lohusalık dönemleri, kadınların hem fizyolojik hem de psikolojik açıdan yoğun değişimler yaşadığı süreçler olarak tanımlanmaktadır. Bu dönemlerde bir bebeğin dünyaya gelişi, genellikle olumlu ve anlamlı duyguların yaşanmasına neden olurken; aynı zamanda hormonal değişikliklerin etkisiyle çeşitli fiziksel ve ruhsal tepkiler de ortaya çıkabilmektedir. Kilo artışı, cilt yapısında bozulma, doku elastikiyetinde azalma gibi geniş bir yelpazeye yayılan görsel ve bedensel değişimlerin bir bölümü doğum sonrası hızla toparlanırken, bir kısmı daha uzun sürede eski haline dönebilmektedir. İnvolüsyon sürecinin yavaş ilerlemesi, bazı kadınların bedenlerini çekici bulmamalarına, özsaygı ve özgüvenlerinde azalma yaşanmasına, dolayısıyla olumsuz beden algılarının gelişmesine yol açabilmektedir. Mermer ve arkadaşları, gebelik ve doğum sonrası dönemi bir "gelişimsel kriz" olarak nitelendirmektedir. Bunun nedeni, bu dönemin yalnızca biyolojik değişimlerin yaşandığı fizyolojik bir süreç olmasının ötesinde, aynı zamanda karmaşık sosyolojik ve psikolojik boyutlar da içermesidir. Barlas ve ark. estetik cerrahi girişimi planlayan bireylerde

ameliyat öncesi dönemde beden algısı, işlevsel olmayan düşünce kalıpları ve depresyon düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki olduğunu saptamışlardır. Ayrıca, ölüm korkusu, yaşlanma kaygısı ve diğer duygusal değişimlerin de kadınların sağlık davranışlarını etkileyen önemli faktörler olduğu belirtilmektedir. Gebelik ve doğum sonrasında ortaya çıkan fizyolojik değişiklikler, hormonal dalgalanmalar, kilo farklılıkları, cilt ve doku elastikiyeti kaybı gibi unsurlar; "ideal beden" normlarıyla karşılaştırıldığında kadınlarda beden memnuniyetsizliği, düşük özsaygı ve kaygı bozukluklarına neden olabilmekte, bu da bazı kadınları lohusalık döneminde estetik müdahalelere yönlendirebilmektedir. Uluslararası Estetik Plastik Cerrahi Derneği'nin (ISAPS) 2021 yılına ait Küresel Estetik Prosedürler Anketi'ne göre, dünya genelinde 12,8 milyondan fazla cerrahi ve 17,5 milyondan fazla cerrahi olmayan estetik uygulama gerçekleştirilmiştir. Kadınlarda en sık yapılan beş cerrahi estetik işlem; meme büyütme, liposuction (yağ aldırma), blefaroplasti (göz kapağı estetiği), abdominoplasti (karın germe) ve meme dikleştirme ameliyatlarıdır. Cerrahi olmayan uygulamalarda ise botulinum toksini (botoks), hyaluronik asit enjeksiyonları, epilasyon, ameliyatsız cilt sıkılaştırma ve bölgesel yağ azaltma işlemleri ön plana çıkmaktadır. Bu bölümde, doğum sonrası dönemde yapılan estetik müdahaleler ve ebelik bakımının bu taleplere etik açıdan yaklaşımı; mesleki sınırlar ve hasta hakları bağlamında ele alınacaktır.

2. Estetik Müdahaleler

Türk Dil Kurumu'na (TDK) göre estetik, "sanatta ve yaşamda güzelliğin kuramsal bilimi; güzel duyu, bedii, bediiyat" olarak tanımlanmaktadır. Güzellik ise, "estetik zevk ve hoşnutluk uyandıran nitelik; ahlaki, fikrî veya fiziksel özellikleriyle hayranlık uyandıran olgu" şeklinde açıklanmaktadır.

Estetik müdahaleler çok çeşitli nedenlerle gerçekleştirilebilmektedir. Bazı durumlarda fizyolojik bir rahatsızlığı ortadan kaldırmak veya psikolojik iyilik halini desteklemek amacıyla yapılabilirken, bazı girişimler yalnızca görünümü iyileştirme ve güzelleştirme hedefi taşımaktadır (Kurt, 2020:109). İlk iki tür müdahale tıbbi tedaviyle benzer bir amaca hizmet ederken, sonuncusu esasen tedavi değil, bireyin estetik memnuniyetine yöneliktir.

Modern yaşam koşulları ve sosyal medyanın etkisiyle güzellik algısı giderek dönüşmekte; bireyler özgüvenlerini fiziksel görünümleriyle özdeşleştirme eğilimi göstermektedir. Tıptaki teknolojik gelişmeler de bireylerin istedikleri bedensel görünüme ulaşmalarını kolaylaştırmış, bu durum güzelleştirme amaçlı cerrahi müdahalelere olan talebi hızla artırmıştır. Günümüzde tedavi amacı taşımayan, yalnızca estetik görünümü iyileştirmeye yönelik cerrahi girişimler (örneğin meme küçültme, meme büyütme, meme

dikleştirme, rinoplasti, abdominoplasti, liposuction, kol germe, vajina daraltma, gıdı aldırma, yüz germe, kaş kaldırma, blefaroplasti vb.) oldukça yaygındır. 2023 yılı verilerine göre, plastik cerrahlar tarafından dünya genelinde gerçekleştirilen cerrahi ve cerrahi olmayan estetik işlemlerin sayısında %3,4 oranında bir artış olmuş; toplamda yaklaşık 34,9 milyon prosedür uygulanmıştır. Dünya çapında 15,8 milyondan fazla cerrahi prosedür ve 19,1 milyondan fazla cerrahi olmayan prosedür gerçekleştirilmiş. Son on yılda, estetik prosedürlerde istikrarlı bir artış gözlemlenmiş ve bu artış 2021'den bu yana daha da belirginleşmiş. Son 4 yılda, prosedürlerdeki genel artış %40 oranında olduğu belirtilmektedir.

Estetik vücut kavramı, standartlaştırılmış mükemmel vücut algısını tanımlamakta ve kullanıcılar üzerinde estetik hissetme konusunda baskı oluşturmaktadır. Algı dünyayı dolaşır ve ideal beden ifadesi bu durumu anlatır. İdeal ve mükemmel bir vücuda sahip olma arzusu, insanların vücutlarını güzelleştirmek için çok para harcamalarına, hatta ciddi ameliyatlar geçirmelerine neden oluyor. Son zamanlarda sadece kadın bedeni değil, erkek bedeni de bir meta haline gelmektedir. Kendilerini kusursuz bir görünüme dönüştürmeye çalışan, hemcinslerinin kıskandığı, karşı cinsin ise arzuladığı insanlar, sempati adına büyük bir korku duymaktadırlar. Kendinden kaçış, kendini utandırma, sembolik bir bedenle umutsuz rekabet, aşırı stres gibi psikolojik sıkıntılar yaşarlarken bir diğer yandan güzellik ürünlerinin yan etkileri, solaryum, vücudunu tıbbi ortamda değişimlere açık şekilde ortaya koyma, Botoks, silikon, çekme, esnetme, küçültme vb. Yani saçlardan ayak parmaklarına kadar değişimlere uğramaya açık hale gelmek gibi davranışlarda bulunmaktadırlar. Bedenin bir nesne haline gelmiş olması ve bunu belirlenmiş bir güzellik algısı sebebiyle yapmaları insanların zaman içinde ruhsal olarak sıkıntılar çekmesine de neden olmaktadır. Geleneksel medyanın ağırlıklı olarak söz sahibi olduğu dönemlerde birçok reklamda, dergide ve televizyonda kadın bedeninin objeleştirildiği ve kadınların bu objeleşme durumuna dahil olmaya devam etmesi, sosyal medyanın söz sahibi olduğu döneme geldiğimizde de aynı şekilde olmasa dahi farklı biçimlerde kadın bedenini objeleştirmeye devam etmektedir. İnsanların sahip olduğu beğenilme arzusu belirlenmiş algılara uymalarına neden olmaktadır. Bu da ileriki süreçlerde kişilerin özellikle ruhsal olmak üzere birçok konuda sıkıntılar yaşadığını, yaşadıkları sıkıntıları da bedenlerinde cerrahi müdahaleler yaptırarak atmaya çalışmaları gözle görülen bir gerçektir. Örneğin kişilerin fotoğraf çekmek istediğinde doğal bir fotoğraf çekmek yerine, filtreler aracılığıyla keskin ve gergin bir yüz hattına sahipmiş gibi fotoğraf çekmeleri ve bunu paylaşmaları bu düşüncelerin var olduğunu göstermektedir.

3. Beğenilme İhtiyacı ve Estetik Müdahalelere Yönelim

Bireylerin estetik cerrahi uygulamalara yönelmesinin arkasında çok boyutlu psikolojik, duygusal ve sosyo-kültürel etkenlerin yer aldığı görülmektedir. Beden dismorfik bozukluğu (kişinin bedeninde gerçekte var olmayan ya da çok küçük kusurları abartılı biçimde algılaması), düşük benlik saygısı, idealize edilmiş güzellik anlayışı, yeme bozuklukları, yaşlanmaya bağlı kaygılar, toplumsal beklentiler, alay edilme korkusu ve rekabet duygusu gibi unsurlar bu süreci etkileyen temel faktörler arasında sayılmaktadır.

Araştırma kapsamında görüşülen kadın ve hekim katılımcılar, estetik cerrahi ve anti-aging işlemlere yönelimin arkasındaki en güçlü motivasyonlardan birinin "beğenilme arzusu" olduğunu belirtmişlerdir. Kadın katılımcılar, kendilerini daha iyi hissetme, bakım yapma ihtiyacı ve dış görünüşlerinde olumlu değişiklikler sağlama arzusunu bu tercihlerinde etkili gördüklerini ifade etmişlerdir. Hekim katılımcılar ise bu durumu daha çok, "güzellik kaygısı" ve "dışarıdan takdir görme isteği" gibi kavramlarla açıklamışlardır.

Estetik cerrahi ve anti-aging uygulamalar, günümüzde sadece tıbbi değil, aynı zamanda sosyo-psikolojik ihtiyaçlara da hitap eden birer "tıbbileşmiş" alan haline gelmiştir. Bu uygulamaların, özellikle kadınlar arasında "beğenilme ihtiyacı" temelinde giderek daha fazla kabul gördüğü dikkat çekmektedir.

Katılımcı görüşlerine göre, kadınların estetik müdahalelere yönelmesinde önemli bir diğer etken ise partnerin ilgisini sürdürme veya eşin beğenisini kazanma isteğidir. Bu doğrultuda bir hekim katılımcı, "Anti-aging işlemleri eşlerinin ilgisini çekmek isteyen kadınlar sıklıkla tercih ediyor" şeklinde ifade ederken, bir başka hekim ise, "Kadınlar genellikle eşlerine ve sosyal çevrelerine daha hoş görünmek amacıyla bu işlemlere başvuruyor" demiştir.

Bu bulgular, Demirel'in araştırmasıyla da örtüşmektedir. Söz konusu çalışmada; meme estetiği yaptırmak isteyen, başka operasyonlara da ilgi duyan ve bedeninden memnuniyetsizlik yaşayan kadınlarda, özellikle partnerin ilgisini sürdürme ve çekici görünme motivasyonlarının öne çıktığı ve bu bireylerin estetik cerrahi düzeyinini anlamlı düzeyde yüksek olduğu saptanmıştır.

4. Kadında Olumsuz Beden Algısı ve Estetik Müdahalelere Yönelim

Günümüzde pek çok birey, bedeninde memnun olmadığı bölgeleri estetik müdahaleler yoluyla değiştirme eğilimindedir. Bu girişimler genellikle

"görünüm yatırımı" ya da "bedeni iyileştirme" gerekçesiyle gerçekleştirilmektedir. Araştırma kapsamında görüşülen kadın katılımcıların bir bölümü, hem kendilerinin hem de çevrelerindeki kadınların bedenlerinde beğenmedikleri yerlerin zamanla takıntı haline gelebildiğini ve bu durumu değiştirmek adına çeşitli estetik uygulamalara başvurduklarını belirtmiştir. Doğum sonrası depresyonun zayıf beden imajı varlığıyla ilişkili olduğu da bildirilmektedir. Çalışmaya dahil edilen hekim katılımcılar da kadınlarla benzer bir görüş paylaşmakta; kadınların beden algılarındaki olumsuzlukların özgüven kaybına yol açtığını, sosyal çevrelerindeki diğer kadınlarla kendilerini kıyasladıklarını ve bu kıyaslamaların sonucunda özellikle estetik kaygıların arttığını ifade etmişlerdir. Hekimler ayrıca, boşanma süreci gibi sosyal ve duygusal olarak zorlayıcı dönemlerde kadınların estetik müdahalelere yönelme olasılığının daha fazla olduğunu vurgulamışlardır. Kadınların büyük çoğunluğu estetik operasyonlara ilişkin görüşlerini; "Eğer kişi kendisini bu şekilde daha iyi hissediyorsa estetik yaptırabilir" gibi kişisel tercih ve duygusal tatmine dayalı ifadelerle aktarmıştır. Öte yandan, az sayıda katılımcı doğallıktan yana tavır alarak estetik müdahalelere karşı olduğunu belirtmiştir. Bu bulgular, Okumuş'un araştırması ile paralellik göstermektedir. Söz konusu araştırmada katılımcıların %58,6'sı "kişi ihtiyaç duyuyorsa estetik yaptırmalıdır" görüşünü savunurken, %23,4'ü yalnızca zorunlu durumlarda estetik cerrahiye başvurulması gerektiğini belirtmiştir. Araştırma bulgularından biri de bazı kadınların sağlık gerekçeleriyle yaptırdıklarını belirttikleri operasyonların altında aslında estetik kaygılar taşıdığıdır. Örneğin tüp mide operasyonu geçiren bir katılımcı, görünürde sağlık nedeniyle bu ameliyatı yaptırmış olsa da asıl motivasyonunun dış görünüşünü iyileştirmek olduğunu şu sözlerle ifade etmiştir: "Sağlığımı gerekçe gösterdim ama asıl amacım kendimi daha güzel hissetmekti".

5. Sosyal Medya, Güzellik Söylemi ve Beden Algısına Etkisi

Sosyal medya, bireylerin karşılıklı olarak etkileşim kurabildiği ve içerik paylaşabildiği dijital ağlar bütünü olarak tanımlanmaktadır. Bu platformlar aracılığıyla oluşturulan içerikler, geniş kitlelere kısa sürede ulaşmakta ve anlık geri bildirimlerle yayılma özelliği göstermektedir. Zaman ve mekân kavramlarını büyük ölçüde ortadan kaldıran sosyal medya, aynı zamanda küreselleşmenin dijital düzlemdeki temel dinamiklerinden biri hâline gelmiştir.

Geleneksel medya araçları —basılı, görsel ve işitsel yayınlar— çoğunlukla tek yönlü bir iletişim modeli sunmakta; iletilen mesajlar, yönlendirici aktörler tarafından belirlenip pasif alıcılara ulaştırılmaktadır. Buna karşılık yeni medya, bu yapıyı dönüştürerek bireyleri yalnızca içerik tüketicisi değil, aynı zamanda içerik üreticisi konumuna getirmiştir. Bu

dönüşüm, medya kullanıcılarının daha etkileşimli ve aktif roller üstlenmelerine olanak sağlamaktadır.

Teknolojik gelişmelerle birlikte dijital platformlara olan ilgi artış göstermiş ve sosyal medya, geleneksel medyanın yerini almaya başlamıştır. Geniş bir kullanıcı yelpazesine hitap eden bu platformlar, hem bireysel hem de kurumsal düzeyde yoğun biçimde kullanılmakta; bireylerin günlük yaşamının ayrılmaz bir parçası hâline gelmektedir.

Sosyal medya aracılığıyla üretilen söylemler, bireylerin beden algılarını etkileyerek, güzellik anlayışının yeniden şekillendirilmesine neden olmaktadır. Medya yoluyla iletilen güzellik normları, belirli estetik standartların yaygınlaşmasına ve bu doğrultuda tüketim alışkanlıklarının şekillenmesine zemin hazırlamaktadır. Bu söylemler çerçevesinde kadın bedeni, belirli kalıplar üzerinden yeniden inşa edilmekte ve toplumsal cinsiyet rolleriyle bütünleşik bir şekilde sunulmaktadır.

Özellikle moda, kozmetik ve estetik sektörleri, dönemsel güzellik anlayışları doğrultusunda kadınlara yönelik çeşitli normatif yapılar üretmekte; sosyal medya ise bu yapıları dolaşıma sokarak kitlesel kabul görmesini kolaylaştırmaktadır. Bu bağlamda sosyal medya, yalnızca bir iletişim aracı olmanın ötesine geçerek, bireylerin kimlik inşasında ve bedenle kurdukları ilişkide belirleyici bir unsur hâline gelmektedir.

Sosyal medya mecraları, insanların ilettiği mesajları incelemek açısından önemli bir noktadadır. Medya insanlar için bazı psikolojik etkiler oluşturmaktadır. Bu oluşan etkileri görmek hem bireysel hem de toplumsal olarak belirli yaşamsal faaliyetlerin gözden geçirilmesi ile birlikte oluşturulan bir süreçtir. Televizyonun içerisinde çeşitli programlar sunması ve bunları evlerimize taşıması, özellikle kadınları etkileyen bir durum haline gelmiştir. Kadınları bu denli etkilemesinin sebepleri arasında çalışmayan kadınların oranının yüksek olması ve bunun yanında televizyon izlemeye vakit ayırmalarının etkileri de yer almaktadır. Kadınların ilgisini çekebilecek magazin programlarının sık şekilde üretilmesi, kadınlara bazı negatif mesajlar vermektedir. Aynı zamanda özgüvenlerini kaybetmelerine neden olmaktadır. Algımızın gördüğümüz, duyduğumuz ve deneyimlediğimiz durumlara göre şekillenmektedir. Medya mecraları içerisinde deneyimlediğimiz her şey beynimizde bir fikir üretmektedir. Bu üretilen fikirler zaman içerisinde kalıcı görüşlerimize sebep olmaktadır. Bizim fikirlerimizin dışında bu mecralarda üretilmiş fikirler de bulunmaktadır. Devamlı olarak bu fikirlere maruz kalmak sahip olduğumuz fikirleri de değiştirebilmektedir. Medya mecralarında kadınların sıkça bedenleri üzerinden yer aldığını görmekteyiz. Kadınların farklı yaşamları ve farklı karakterleri medya içerisinde çok fazla önem arz etmemektedir. Kişinin sadece kadın olması yeterli bir durumdadır. Kadınlar için belirlenmiş rollerin arasında ya kötü bir anne veya eş olması ya da iyi bir

eş ve anne olması baskın olarak gözükmektedir. Toplumsal sıkıntıların içerisinde kadınların yaşamış olduğu sıkıntıların medya mecralarında ihmal edilmesi kadınları belirli kalıplara sokmalarından kaynaklanmaktadır. Medya mecralarında üretilen dizilerin, 15 programların, filmlerin veya reklamların genel tüketicisi kadınlardır. Kadınların bu kadar tüketmesi ile beraber aynı zamanda tüketildiği de bir ortam olan medyada genellikle ideal bir kadın imajı oluşturulmakta ve ona göre hareket edilmektedir. İçeriğe göre kadınlar için belirlenmiş rollerde, reklamlarda genellikle cinselliği çağrıştırmakta, diziler veya filmler içerisinde ya iyi kadın olmak için öncelikle iyi bir anne ve eş olması gerektiği ya da kötü kadın imajında tam aksi şekilde olması gerekmektedir. Özgür, bekar, kendi ayakları üzerinde durabilen ve güçlü kadın imajını son dönemlerde görmeye başlamış durumdayız. Bunun yanı sıra genellikle bu roller içerisinde kadınlar ikinci planda yer almaktadır. Ön planda olanlar genellikle erkekler olmakta ve kahraman rolünde yer almaktadırlar.

6. Literatürde Durum

Gebelik ve lohusalık döneminde kadınların beden algısı tatminsizliği ve estetik cerrahiye yönelim arasında anlamlı ilişkiler saptanmıştır. Örneğin, doğum sonrası fiziksel değişiklikler, meme şeklindeki değişimler, karın bölgesinde sarkma ya da fazla deri gibi durumlar, kadınların estetik müdahaleye yönelme arzularını tetiklemektedir.

Sosyal medya, toplumun güzellik normları, medya temsili, çevresel ve kültürel beklentiler bu motivasyonların önemli bileşenlerindendir. Kadınların, başkalarının görünümlerini ve "ideal beden" görsellerini izleyerek kendilerini karşılaştırmaları beden tatminsizliğini artırdığı bildirilmiştir. Kadınların genital estetik işlemlerini cinsellik ve doğumla ilişkilendirdikleri, bu işlemlerin kadınların ihtiyaçları doğrultusunda yapılması gerektiğini düşündükleri, ihtiyaç duymaları halinde bu işlemleri yaptırmalarına engel olmayacağına inandıkları, sağlık hizmetlerinin sunumunda konuya ilişkin ekonomik ve sistemik beklentilerinin olduğu, sosyal medyanın kadınları bilgilendirme ve endişelerini azaltmadaki olumlu etkilerinden bahsettikleri belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada sağlık hizmet sunucularının kadınların genital estetik işlemleri hakkında bilgiye kolayca ulaşabilecekleri, bakım verirken kadın cinselliğini sorgulayabilecekleri ve genital estetik işlemleri hakkında yeterli bilgiye sahip olabilecekleri uygun ortam ve olanakların yaratılması için girişimlerde bulunmaları önerilmektedir.

Gebeliğin üçüncü trimesterinde beden memnuniyetsizliği, doğum sonrası depresyon için bir risk faktörü olarak bildirilmiş ve bu nedenle, gebeliğin üçüncü trimesterinde beden imajının değerlendirilmesi, sağlık hizmeti sağlayıcılarının doğum sonrası depresyon riski taşıyan kadınları belirlemesine yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

Doğum sonrası kadınların beden algısı memnuniyetsizliği ve başa çıkma stratejilerinin incelendiği bir çalışmada kadınların beden imajı algısı ile ilgili memnuniyetsizlikleri; fiziksel güç kaybı, kilo alımı, saç dökülmesi, uykusuzluk, meme şeklinin değişmesi, bel/sırt ağrısı, yüz lekeleri, genital bölgede şekil değişikliği, cinsel aktivite ve cinsel istekte azalma, bacaklarda selülit ve kabızlık ile ilişkili bulunmuştur Yapılan bir çalışma doğum sonrası kadınlarda beden algısının düşük düzeyde olduğu ve bu dönemde beden imajı algısıyla ilgili çeşitli sorunlar yaşadıklarını göstermektedir.

Karın germe ameliyatları (abdominoplasti), estetik plastik cerrahide en yaygın uygulanan cerrahi girişimlerden biridir. Bu işlemler genellikle aşırı kilo kaybı sonrası gevşemiş karın derisine sahip bireyler ya da doğum sonrası vücut şeklinde belirgin değişiklik yaşayan kadınlar tarafından tercih edilmektedir. Karın konturunun yeniden yapılandırılmasında oldukça etkili olan bu yöntem, plastik cerrahi alanında temel bir uygulama hâline gelmiştir. Son yıllarda, karın germe ameliyatlarının meme estetiği ile birleştirilerek aynı seansta yapılmasının, hem cerrahi başarıyı hem de hasta memnuniyetini artırabileceği, ayrıca iyileşme sürecini ve anestezi risklerini azaltabileceği ileri sürülmektedir. Bu tür kombinasyonlar, halk arasında "anne estetiği" (mommy makeover) olarak adlandırılmaktadır ve giderek daha fazla kadın tarafından talep edilmektedir.

Günümüzde istatistiksel veriler, kadınların daha ileri yaşlarda gebelik yaşadığını, çoklu doğumların daha yaygın hâle geldiğini ve beden sağlığı, zindelik ile genç bir vücuda sahip olma arzusunun giderek daha geniş bir nüfus tarafından benimsendiğini göstermektedir. Bu bağlamda, doğum sonrası vücut şekillendirme uygulamaları birçok kadın için önemli bir tercih hâline gelmiştir. Bu doğrultuda mommy makeover kavramı, yaygın biçimde kullanılan bir terim olarak günlük dile yerleşmiştir. Ancak, literatürde kombine prosedürler uygulanan hastalarda güvenlik ve estetik sonuçlar konusunda tartışmalar mevcuttur. Çalışma, özellikle psikolojik yönlere dikkat ederek, Mommy makeover tekniğinin konvansiyonel karın germe tekniğine kıyasla avantaj ve dezavantajlarına ışık tutmayı amaçlamış ve her hastanın tercihine göre mommy makeover (Grup A) veya sadece karın germe (Grup B) uygulanmış. Hastaların memnuniyetini ve güvenliğini değerlendirmek amacıyla çalışma yapılmış ve sonuç olarak kombine cerrahinin hasta güvenliği açısından daha az etkili olmadığı kanıtlanmıştır. Aynı zamanda tedavi grubunda, vücut imajı algısında iyileşme ve genel hasta memnuniyeti açısından önemli bir üstünlük sergilediği bildirilmiştir.

Doğum sonrası estetik müdahale talebinde bulunan kadınlar, çoğunlukla hamilelik öncesi görünümlerini ideal bir referans noktası olarak görmekte ve bu doğrultuda bedenlerinin yeniden şekillendirilmesini talep etmektedir. Her ne kadar yaşlanma süreci de estetik müdahale kararlarında

etkili bir faktör olsa da, estetik beklentilerin büyük kısmı gebelik sürecinde meydana gelen fiziksel değişimlerin giderilmesine yöneliktir.

Karın ve meme bölgesi, gebelikten en çok etkilenen anatomik alanlardır. Bununla birlikte, doğum sonrası beden algısı yalnızca bu iki bölgeyle sınırlı değildir; gövde ve çevresindeki diğer estetik bölgeler de kadınların görünümüne ilişkin beklentilerinin ve ideal beden algısının bir parçası olabilmektedir.

Karın germe (abdominoplasti), doğum sonrası vücut şekillendirme girişimlerinin merkezinde yer almakta olup; yan bölgeler, mons pubis ve bel çevresine yönelik liposuction gibi tamamlayıcı işlemlerle birlikte uygulanabilmektedir. Ayrıca, doğum sonrası değişimlerin etkilediği birden fazla anatomik bölge, uygun hasta seçimi ve cerrahi planlama ile aynı seansta kombine edilerek güvenli ve etkili sonuçlar elde edilebilmektedir.

7. Etik Teorik Çerçeve: Temel İlkeler

Ebelik açısından, estetik müdahalelere yaklaşırken aşağıdaki etik ilkeler kritik olarak değerlendirilmelidir:

7.1 Özerklik

Bireyin kendi bedeni üzerinde söz sahibi olması, temel etik ilkelerden biri olan özerklik (otonomi) ilkesinin merkezinde yer almaktadır. Kadınların doğum sonrası süreçte bedenlerinde meydana gelen değişimlere yönelik estetik müdahale talebinde bulunmaları, bu bağlamda değerlendirildiğinde, bireyin kendi bedeni üzerindeki karar verme hakkının doğal bir uzantısıdır. Ancak özerklik, yalnızca karar verme özgürlüğünü değil; aynı zamanda bireyin bu kararı bilgilendirilmiş, bilinçli ve baskılardan arınmış bir şekilde almasını da zorunlu kılar.

Kadının estetik müdahaleye yönelirken yeterli bilgiye sahip olması, müdahalenin amaçları, alternatifleri, olası komplikasyonları ve kısa-uzun vadeli etkileri hakkında detaylı şekilde bilgilendirilmesi gerekmektedir. Özerk bir kararın sağlanabilmesi için bu bilgilendirme süreci, sağlık profesyonelleri tarafından kapsamlı, objektif ve anlaşılabilir biçimde yürütülmelidir. Kadının yalnızca tıbbi değil, aynı zamanda psikososyal ve kültürel bağlamda da karar alma sürecine hazırlanması, etik açıdan önemli bir sorumluluktur.

Ebeler bu noktada yalnızca klinik bilgilendirme yapan sağlık çalışanları değil, aynı zamanda kadınların doğum sonrası dönemlerinde yaşadıkları bedensel ve ruhsal dönüşümleri anlamaya çalışan danışman ve rehber rollerini de üstlenmelidirler. Bu çerçevede, estetik müdahalelere yönelimin temelinde yer alan beden algısı, sosyal medya etkisi, partner

beklentisi, özsaygı ihtiyacı gibi motivasyonlar da profesyonel danışmanlık sürecinde dikkate alınmalıdır.

Literatürde, gebelik döneminde ve doğum sonrası süreçte ortaya çıkan birçok fizyolojik değişimin zaman içinde kendiliğinden düzeldiği, dolayısıyla bu değişimlere yönelik yapılan estetik girişimlerin büyük kısmının tıbbi bir gereklilik değil, elektif (isteğe bağlı) olduğu belirtilmektedir. Bu bağlamda, kadınların doğum sonrası erken dönemde estetik müdahaleye yönelme kararları alırken, bu sürecin doğallığı ve geçiciliği hakkında bilgilendirilmeleri, özerklik ilkesinin sağlıklı bir şekilde işlemesi açısından kritik öneme sahiptir.

Yapılan bir çalışma da gebelik döneminde meydana gelen rahatsız edici fizyolojik değişikliklerin çoğu doğal yollarla çözüldüğü için, elektif estetik işlemlerin hamilelik sonrasına ertelenmesinin mantıklı olduğu bildirilmiştir.

7.2 Zarar Vermeme ve Yarar Sağlama

Estetik müdahalelerin zarar potansiyeli göz önünde bulundurulmalı; annenin fizyolojik durumu, iyileşme kapasitesi, doğum sonrası bakım durumu değerlendirilmelidir. Tıbbi müdahalede bulunurken kişinin yararına olacak mutlak bir amacın bulunması da gereklidir. Bu amaçlar hastalığı teşhis, tedavi ve kişiyi hastalıktan korumak olabilir. Gelişen hasta hakları ve hastanın özerkliğine saygı ilkesiyle yararlılık ilkesi zaman zaman çatışabilmektedir. Böyle durumlarda yarar-zarar dengesinin değerlendirmesi büyük önem arz eder. Estetik müdahaleler ancak ilgilinin hayatı ve sağlığı bakımından tıbben bir sakınca bulunmadığı ve riskin estetik girişimi gereksiz kılacak derecede büyük olmadığı durumlarda hukuka uygun olarak kabul edilebilecektir.

Fiziksel sağlık, emzirme süreci, psikolojik iyilik hâli gibi faktörler gözetilmeli; işlem yalnızca estetik değil, işlevsel ya da psikolojik olarak yarar sağlayacaksa düşünülmelidir. Ebelik temelli bir danışmanlık destek programının meme kanseri kadınların beden imajı üzerindeki etkisini inceleyen bir çalışmada destek programının kadınların beden imajı üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu göstermiştir. Bu nedenle, tüm meme kanseri kadınlar için etkili bir yöntem olarak kullanılması önerilmektedir.

7.3 Adalet

Estetik müdahalelere erişim, sağlık hizmetleri içinde adalet ilkesi ile değerlendirilmeli; ekonomik, sosyal tabaka, cinsiyetçilik, medya baskısı gibi etkenler nedeniyle eşitsizlik ortaya çıkmamalıdır.

Sağlık sisteminin kaynakları sınırlıdır; estetik olmayan ihtiyaçlarla estetik talepler arasında ayrım yapılması gerekebilir.

7.4 Mahremiyet

Hasta Hakları Yönetmeliği'nin 21. maddesine göre; "Hastanın, mahremiyetine saygı gösterilmesi esastır. Hasta mahremiyetinin korunmasını açıkça talep de edebilir. Her türlü tıbbi müdahale, hastanın mahremiyetine saygı gösterilmek suretiyle icra edilir.

Mahremiyete saygı gösterilmesi ve bunu istemek hakkı;

a) Hastanın, sağlık durumu ile ilgili tıbbi değerlendirmelerin gizlilik içerisinde yürütülmesini, b) Muayenenin, teşhisin, tedavinin ve hasta ile doğrudan teması gerektiren diğer işlemlerin makul bir gizlilik ortamında gerçekleştirilmesini,

c) Tıbben sakınca olmayan hallerde yanında bir yakınının bulunmasına izin verilmesini,

d) Tedavisi ile doğrudan ilgili olmayan kimselerin, tıbbi müdahale sırasında bulunmamasını,

e) Hastalığın mahiyeti gerektirmedikçe hastanın şahsi ve ailevi hayatına müdahale edilmemesini,

f) Sağlık harcamalarının kaynağının gizli tutulmasını, kapsar

7.5 Aydınlatılmış Onam

İnsan Hakları Biyotıp Sözleşmesi'nin 5. maddesine göre; "Sağlık alanında herhangi bir müdahale, ilgili kişinin bu müdahaleye özgürce ve bilgilendirilmiş olarak muvafakat vermesinden sonra yapılabilir. Bu kişiye, müdahalenin amacı ve niteliği ile sonuçları ve tehlikeleri hakkında önceden uygun bilgiler verilmelidir." Hasta Hakları Yönetmeliği'nin 15. maddesine göre ise; "Hastaya;

a) Hastalığın muhtemel sebepleri ve nasıl seyredeceği,

b) Tıbbi müdahalenin kim tarafından nerede, ne şekilde ve nasıl yapılacağı ile tahmini süresi, c) Diğer tanı ve tedavi seçenekleri ve bu seçeneklerin getireceği fayda ve riskler ile hastanın sağlığı üzerindeki muhtemel etkileri,

ç) Muhtemel komplikasyonları,

d) Reddetme durumunda ortaya çıkabilecek muhtemel fayda ve riskleri,

e) Kullanılacak ilaçların önemli özellikleri,

f) Sağlığı için kritik olan yaşam tarzı önerileri,

g) Gerektiğinde aynı konuda tıbbî yardıma nasıl ulaşabileceği, hususlarında bilgi verilir.”

SONUÇ VE ÖNERİLER

Postpartum dönem, kadınların hem fiziksel hem de psikososyal olarak ciddi değişimler yaşadığı hassas bir süreçtir. Gebelik ve doğum sonrası dönemde yaşanan bedensel dönüşümler, idealize edilmiş güzellik normlarıyla karşılaştığında kadınlarda beden memnuniyetsizliği, özsaygı düşüklüğü, kaygı ve depresyon gibi olumsuz duygusal tepkilere neden olabilmektedir. Modern toplumda özellikle sosyal medya ve medya temsilleri yoluyla yayılan standart güzellik anlayışı, kadınları doğum sonrası bedenlerini yeniden şekillendirme ihtiyacına yönlendirmekte ve bu ihtiyaç çoğu zaman estetik cerrahi prosedürler aracılığıyla karşılanmaktadır.

Doğum sonrası estetik müdahaleler, yalnızca fiziksel bir iyileştirme süreci olarak değil, aynı zamanda kadınların psikolojik ve duygusal iyilik hâlini desteklemeye yönelik bir araç olarak da değerlendirilmektedir. Ancak bu tür müdahalelerin tıbbi ve etik yönlerinin dikkatle ele alınması gerekmektedir. Özellikle ebelerin bu süreçteki rolü, kadının özerkliğine saygı, doğru bilgilendirme, mahremiyetin korunması ve adil sağlık hizmeti sunumu çerçevesinde yeniden tanımlanmalıdır.

Estetik müdahalelerin artan popülaritesi, bireysel tercihler kadar toplumsal baskılar ve normlarla da şekillenmektedir. Kadınların estetik prosedürleri tercih etme nedenleri arasında yalnızca kendi beden algılarına dair memnuniyetsizlikler değil, aynı zamanda partner ilgisini sürdürme, toplumsal kabul görme ve sosyal medya görünürlüğünü artırma gibi dışsal motivasyonlar da önemli rol oynamaktadır.

Bu süreçte ebelik mesleği, etik ilkelere dayalı, bilgilendirici ve destekleyici bir yaklaşımla kadınların karar verme süreçlerine katkı sunmalı; ancak profesyonel sınırlar içinde kalmayı da gözetmelidir. Estetik müdahalelere dair danışmanlık ya da yönlendirme yapılırken, hem kadının fiziksel sağlığı hem de psikososyal durumu göz önünde bulundurulmalı, uygulamaların riskleri ve olası sonuçları açıkça ifade edilmelidir.

REFERANSLAR

Akman, G., & Gözüyeşil, E. (2018). Doğum sonu dönemde geleneksel uygulamalara yönelik yapılan araştırmaların incelenmesi. JACSD, 12.

Arıncı, & Usta. (t.y.). Etik ve Hukuk İlişkisi Bağlamında Estetik Tıbbi Müdahaleler ve Cezai Sorumluluk.

Ayan. (t.y.). Etik ve Hukuk İlişkisi Bağlamında Estetik Tıbbi Müdahaleler ve Cezai Sorumluluk.

Barut, S., Aytekin Aydın, T., & Akto, G. (2024). Kadınların genital estetik cerrahiye yönelik tutumları ve sosyal medyanın etkileri: Türk Müslüman kadınlar bağlamında nitel bir çalışma. Anadolu Sağlık Araştırmaları Dergisi, 5(1), 79–86.

Birol İlter, P., & Doğan, O. (2024). Subjective outcomes of female genital cosmetic procedures: A prospective study with a median follow-up of 18 months. J Health Sci Med, 7(5), 500–504.

Boybay Koyuncu, S., & Duman, M. (2022). Body dissatisfaction of women during postpartum period and coping strategies. Women & Health, 62(1), 46–54. https://doi.org/10.1080/03630242.2021.2014019

Caltekin, S. G., & Hamlacı Başkaya, Y. (2025). The effect of genital aesthetic surgery on body image cathexis and sexual function in women. Aesthetic Plastic Surgery, 49, 1559–1567.

Coşar Çetin, F., Demirci, N., Yeşilçiçek Çalık, K., & Çil Akıncı, A. (2017). Gebelikte olağan fiziksel yakınmalar. Zeynep Kamil Tıp Bülteni, 48(4), 135–141.

Demirbaş, H. (2019). İnsanlar neden estetik müdahalelere yönelmektedir? Gerisindeki güdülenme. The Journal of Academic Social Sciences, 99, 81–91. https://doi.org/10.29228/Asos.39458

Demirel, S. (2021). Plastik cerrahi operasyonu geçirecek hastaların estetik cerrahiyi kabulü ve etkileyen faktörlerin belirlenmesi (Yüksek lisans tezi, Maltepe Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).

Elçioğlu, Ö., Özkan, N. A., & Çetin, C. (2001). Etik açıdan plastik ve rekonstrüktif cerrahi. T Klin Tıp Etiği, 9, 92–97.

Erbil, N., Senkul, A., Başara, G. F., Sağlam, Y., & Gezer, M. (2012). Body image among Turkish women during the first year postpartum. Health Care for Women International, 33(2), 125–137.

Fiskin, G., Mecdi Kaydirak, M., & Yeşiltepe Oskay, U. (2017). Psychosocial adaptation and depressive manifestations in high-risk pregnant women: Implications for clinical practice. Worldviews on Evidence-Based Nursing, 14(1), 55–64.

Gökcan. (t.y.). Etik ve Hukuk İlişkisi Bağlamında Estetik Tıbbi Müdahaleler ve Cezai Sorumluluk.

Goldstein, A. T., & Jutrzonka, S. L. (2016). Ethical considerations of female genital plastic/cosmetic surgery. In A. T. Goldstein, C. Pukall, & I. Goldstein (Eds.), Female Genital Plastic and Cosmetic Surgery (pp. 63–70). Wiley Blackwell.

Gülen Kurt, M. (2020). Estetik müdahaleler için kurulan sözleşmelerde cerrahın yükümlülükleri. Ankara Barosu Dergisi, 2020(2), 103–133.

Hamzehgardeshi, Z., Moosazadeh, M., Elyasi, F., Janbabai, G., Rezaei, M., Yeganeh, Z., & Rashidi Alashti, M. (2017). Effect of midwifery-based counseling support program on body image of breast cancer women survivors. Asian Pacific Journal of Cancer Prevention, 18(5), 1293–1299.

ISAPS (Uluslararası Estetik Plastik Cerrahi Derneği). (2021). ISAPS Global Survey 2021. https://www.isaps.org/media/vdpdanke/isaps-global-survey_2021.pdf

Karakuş, Ö. (2019). Sosyal medyada "güzellik algısı"nın temsili.

Kartal, B., Kızılırmak, A., Zedelenmez, A., & Erdem, E. (2018). Investigation of body perception in pregnant women according to physical changes in pregnancy. J Contemp Med, 8(4), 356–360.

Kaya, S. T. (2024). Sosyal medya ve güzellik algısı: Instagram'da filtre kullanımı (Yüksek lisans tezi, İstanbul Gelişim Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).

Kırlı, G. (2023). Kadın yaşam evrelerinin tıbbileştirilmesi: Nitel bir çalışma (Yüksek lisans tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi).

Kurt, M. G. (2020). Estetik müdahaleler için kurulan sözleşmelerde cerrahın yükümlülükleri. Ankara Barosu Dergisi, 2020(2), 103–133.

Matarasso, A., & Smith, D. M. (2015). Strategies for aesthetic reshaping of the postpartum patient. Plastic and Reconstructive Surgery, 136(2), 245–257.

Mermer, & ark. (2010). Gebelik ve doğum sonrası dönemde sosyal destek algısı düzeylerinin incelenmesi. Psikiyatri Hemşireliği Dergisi, 1(2), 71–76

Okumuş, A. (2019). Günümüzde kadınların estetik uygulamalara bakışı nasıldır? Sanal estetik algısı ve sosyal medya reklamlarının estetik müdahale kararı alırken etkisi ne kadardır? KBB-Forum, 18(3), 238–248.

Özgen, İ. (2017). Tüketim kültürü ve medyada güzellik söylemi: Bir alımlama çalışması. Global Media Journal TR Edition.

Riesco-González, F. J., Antúnez-Calvente, I., Vázquez-Lara, J. M., Rodríguez-Díaz, L., Palomo-Gómez, R., Gómez-Salgado, J., García-Iglesias, J. J., Parrón-Carreño, T., & Fernández-Carrasco, F. J. (2022). Body image dissatisfaction as a risk factor for postpartum depression. Medicina (Kaunas, Lithuania), 58(6), 752.

Slevec, J., & Tiggemann, M. (2010). Attitudes toward cosmetic surgery among middle-aged women: Body image, aging anxiety, and the media. Psychology of Women Quarterly, 34(1), 65–74.

Smith, V. (2016). Hamilelik ve estetik işlemler: Endikasyonları ve riskleri anlama. Estetik Hemşirelik Dergisi, 5(7).

Sühan Ayhan, M. (2015). Estetik ve etik. Türkiye Klinikleri Journal of Medical Ethics, Law and History - Special Topics, 1(3), 27–32.

Sweeney, A. C., & Fingerhut, R. (2013). Examining relationships between body dissatisfaction, maladaptive perfectionism, and postpartum depression symptoms. Journal of Obstetric, Gynecologic & Neonatal Nursing, 42(5), 551–561.

Törenli Çakıroğlu, M. (2024). Güzelleştirme amaçlı estetik müdahaleler hakkında hukuki bir değerlendirme. Haliç Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 7(1), 69–110.

Toto, V., Scarabosio, A., Alessandri-Bonetti, M., Albanese, R., & Persichetti, P. (2023). Combined surgery (Mommy-Makeover) compared to single procedure (Abdominoplasty) in after-pregnancy women: A prospective study on risks and benefits. Aesthetic Plastic Surgery, 47(6), 2533–2542.

Triana, L., Palacios Huatuco, R. M., Campilgio, G., & Liscano, E. (2024). Trends in surgical and nonsurgical aesthetic procedures: A 14-year analysis of the International Society of Aesthetic Plastic Surgery (ISAPS). Aesthetic Plastic Surgery, 48(20), 4217–4227.

Ulubaşoğlu, H., Bakay, K., Güven, D., Ak, S., Yağmur, C., Hatırnaz, S., Sparic, R., & Tinelli, A. (2022). Do changes in body shape due to pregnancy lead to cosmetic surgery? A cross-sectional study. Zeitschrift für Geburtshilfe und Neonatologie, 226(4), 251–255.

Wolf, Y., Fainzilber-Goldman, Y., & Skorochod, R. (2025). A comparative analysis of the complication rate in "Mommy Makeover" procedures and abdominoplasty. The Israel Medical Association Journal (IMAJ), 27(8), 526–530.

Yanıkkerem, E., Altıparmak, S., & Karadeniz, G. (2006). Gebelikte yaşanan fiziksel sağlık sorunlarının incelenmesi. Aile ve Toplum, 8(3), 35–42.

Yenerer Çakmut, Ö. (2010). Hastanın tedaviyi reddetme ve durdurma hakkı. Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti Girne-Amerikan Üniversitesi Sağlık Hukuku Sempozyumu (2009, Girne).

Basınç Yarası Risk Faktörleri ve Önleme Stratejileri: Hemşirelik Bakımına Yönelik Bir Derleme

Elçin EFTELİ[1]

1- Doç. Dr.; Burdur Mehmet Akif Erspy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü. elcin.efteli@gmail.com ORCID No: 0000-0003-3232-0060

ÖZET

Basınç yaraları, vücut dokularının uzun süre dış basınca maruz kalması sonucu kapiller dolaşımın bozulması, iskemi, doku hipoksisi ve sonunda nekrozla ortaya çıkan, büyük ölçüde önlenebilir doku hasarlarıdır. Genellikle sakrum, topuk, trokanter, iskium gibi kemik çıkıntılarının üzerindeki deri ve deri altı dokuda görülür. Basınç, makaslanma, sürtünme ve nem gibi ekstrinsik faktörlerle; yaşlılık, hareketsizlik, malnütrisyon, düşük hemoglobin ve albümin düzeyleri, kronik hastalıklar ve doku toleransında azalma gibi intrinsik faktörlerin etkileşimi sonucu gelişir.

NPUAP/EPUAP/PPPIA sınıflandırmasına göre basınç yaraları evre 1'den evre 4'e kadar derinliğine göre, ayrıca evrelendirilemeyen basınç yarası ve derin doku hasarı şeklinde tanımlanmaktadır. Tıbbi cihaz ilişkili ve mukozal basınç yaraları da bu kapsamda özel alt tipler olarak ele alınır. Basınç yaraları; ağrı, enfeksiyon, sepsis, hastanede kalış süresinde uzama, bakım maliyetlerinde artış ve yaşam kalitesinde ciddi bozulmalara yol açar.

Tedavisi zor ve maliyeti yüksek olduğundan, basınç yaralarında temel yaklaşım erken risk değerlendirmesi, deri bütünlüğünün korunması, uygun pozisyon verme, destek yüzeylerinin kullanımı, yeterli beslenme ve nem yönetimi gibi önleyici girişimlere dayanır. Bu süreçte hemşireler, 24 saatlik bakım rolü nedeniyle önleme ve erken tanıda merkezi konumdadır.

.

Anahtar Kelimeler; Basınç Yarası; Hemşirelik Bakımı; Risk Faktörleri; Önleme Stratejileri; Destek Yüzeyleri.

GİRİŞ

Basınç yaraları, uzun süreli ve sürekli basınca bağlı olarak dokularda gelişen iskemik değişiklikler sonucu ortaya çıkan önemli bir tıbbi komplikasyondur. Dünya genelinde hastalar, sağlık profesyonelleri ve sağlık sistemleri açısından hem klinik sonuçları hem de neden olduğu mali yük nedeniyle ciddi bir sorun olmaya devam etmektedir. Basınç yaraları yalnızca hastanın fiziksel sağlığını bozarak yaşamı tehdit etmekle kalmamakta; aynı zamanda bağımsız yaşamın kısıtlanmasına, sosyal ilişkilerde bozulmaya ve buna bağlı çeşitli psikolojik sorunların ortaya çıkmasına da yol açmaktadır. Çoğu durumda hastanede kalış süresini uzatarak hemşirelerin bakım için ayırdığı zamanı artırmakta, iş yükünü ağırlaştırmakta ve bakım maliyetlerinin yükselmesine neden olmaktadır. Özellikle ileri evre basınç yaraları, kimi zaman cerrahi girişim gerektirebilen, ciddi morbidite ile seyreden ve tedavisi güç lezyonlar olarak karşımıza çıkmaktadır (NPUAP-EPUAP-PPPIA,2014:1).

Bu nedenle basınç yaralarının gelişmeden önce önlenmesi, en etkili ve en rasyonel yaklaşım olarak kabul edilmektedir. Etkin bir önleme ve tedavi sürecinin ilk ve en kritik adımı, basınç yaralarının doğru tanılanması ve

güncel sınıflandırma sistemlerine göre uygun şekilde evrelendirilmesidir. Basınç yaralarının ortaya çıkması, çoğu zaman hemşirelik bakımındaki yetersizliğin, koruyucu uygulamalardaki eksiklik ve ihmallerin bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir (Manderlier vd., 2016:1041). Bu bağlamda, hemşirelerin basınç yarasını tanılama, sınıflandırma ve risk değerlendirmesi konularında yeterli bilgi ve beceriye sahip olmaları; uygun hemşirelik girişimlerini zamanında başlatabilmeleri, komplikasyonları azaltma ve bakım kalitesini yükseltme açısından büyük önem taşımaktadır.

BASINÇ YARASI

Tanımı

Ulusal Basınç Ülseri Danışma Paneli (NPUAP) ve Avrupa Basınç Ülseri Danışma Paneli (EPUAP), basınç yarasını; tek başına basıncın ya da basınçla birlikte yırtılma kuvvetinin neden olduğu, çoğunlukla kemik çıkıntıları üzerinde görülen, sınırlı bir deri ve/veya deri altı doku hasarı olarak tanımlamaktadır. Ayrıca NPUAP, 2016 yılında yaptığı güncellemede basınç yarasını; genellikle kemik çıkıntıları üzerindeki yumuşak dokuda ya da tıbbi ve benzeri cihazların temas ettiği bölgelerde gelişen, basınca bağlı doku hasarı olarak ifade etmiştir (NPUAP, EPUAP, PPPIA, 2014:1).

Basınç Yaralarının Sınıflandırılması

Basınç yaraları, cilt lezyonları içinde en sık karşılaşılan durumlardan biridir ve tanılanmaları oldukça güçtür (Manderlier vd., 2016:1041). Bu yaraların evrelendirilmesi; lezyonun doğru biçimde değerlendirilmesine, uygun tedavi yaklaşımının seçilmesine ve uygulanan girişimlerin etkinliğinin izlenmesine önemli katkı sağlamaktadır (EPUAP, NEPUAP, 2009:1; NPUAP-EPUAP-PPPIA,2014:1). EPUAP ile NPUAP, basınç yaralarının önlenmesi ve tedavisinde tüm kullanıcılar için ortak bir dil oluşturmak amacıyla uluslararası bir çalışma yürütmüş ve bunun sonucunda uluslararası basınç yarası tanımı ile sınıflandırma sistemini yayımlamıştır. Bu sistemde EPUAP ve NPUAP, yaralanmanın derinliğini temel alarak 1'den 4'e kadar evrelendirilen basınç yaralarına ek olarak, özellikle Amerika'da yaygın kabul gören "evrelendirilemeyen basınç yarası" ve "derin doku hasarı" olmak üzere iki ek sınıf daha tanımlamıştır (EPUAP, NEPUAP, 2009:1; NPUAP-EPUAP-PPPIA,2014:1).

Evre 1: Bütünlüğü Bozulmamış Ciltte Basmakla Solmayan Kızarıklık (Eritem); Genellikle kemik çıkıntısı üzerindeki bir alana parmak ucu ile basınç uygulandığında gerilemeyen/solmayan eritem varlığı olarak tanımlanır. Bu evrede cilt bütünlüğü korunmuştur. Koyu tenli bireylerde kızarıklığın fark edilmesi her zaman kolay olmadığından, değerlendirme daha dikkatli yapılmalıdır. Eritem görülen bölge, çevresindeki dokuyla karşılaştırıldığında daha ağrılı, sert ya da yumuşak hissedilebilir; ayrıca daha sıcak veya daha soğuk olabilir. Evre 1 basınç yaraları çoğunlukla deride fark edilen ilk görünür değişiklik olup, aynı zamanda uyarı işareti niteliği taşır (EPUAP, NEPUAP, 2009.1; NPUAP-EPUAP-PPPIA,2014:1).

Evre 2: Dermis Tabakasının Kısmi Kaybı; Dermisin kısmi kalınlıkta kaybı ile seyreden, pembe-kırmızı renkli yara yatağı bulunan, parlak, nemli ya da kuru görünümlü yüzeysel bir lezyon söz konusudur. Sarı nekrotik doku, ekimoz ya da belirgin nekroz bulgusu yoktur. Lezyon, seröz içerikli sıvı ile dolu, bütünlüğü korunmuş ya da rüptüre olmuş bir serum dolu vezikül şeklinde de görülebilir (EPUAP, NEPUAP, 2009:1; NPUAP-EPUAP-PPPIA,2014:1).

Evre 3: Tam Kalınlıkta Deri Kaybı; Bu evrede epidermis, dermis ve subkutan dokuyu kapsayan tam kat doku kaybı söz konusudur. Yara tabanında deri altı yağ dokusu görülebilir, ancak kemik, tendon ya da kas yapılarında henüz bir hasar bulunmaz. Yara yüzeyinde sarı nekrotik doku alanları yer alabilir, ancak bu doku lezyonun gerçek derinliğini tamamen örtmez. Lezyonda cepleşme ya da tünel biçiminde uzanımlar görülebilir.
3. evre basınç yarasının derinliği, bulunduğu anatomik bölgeye göre farklılık gösterebilir:
• Burun köprüsü, kulak, oksiput ve malleol gibi subkutan yağ dokusunun bulunmadığı bölgelerde 3. evre basınç yarası daha yüzeysel seyredebilir.
• Yağ dokusunun fazla olduğu vücut bölgelerinde ise oldukça derin 3. evre lezyonlar gelişebilir.
• Bu evrede kemik ve tendon yapıları gözle doğrudan görülmez; ancak bazı durumlarda palpasyonla hissedilebilir (EPUAP, NEPUAP, 2009:1; NPUAP-EPUAP-PPPIA,2014:1).

Evre 4: Tam Kalınlıkta Deri ve Doku Kaybı; Kemik, tendon ya da kasa kadar uzanan, tam kat doku kaybının bulunduğu bir evredir. Yara yüzeyinin bazı kısımlarında kabuk ya da eskar dokusu görülebilir ve çoğu olguda cepleşme ile tünel biçiminde uzanımlar mevcuttur. Lezyonun derinliği, yerleştiği anatomik bölgeye göre 3. evre basınç yaralarında olduğu gibi değişkenlik göstermekle birlikte, 4. evreyi 3. evreden ayıran temel özellik, kemik ve/veya tendon dokusunun artık doğrudan gözle görülebilir hâle gelmiş olmasıdır (EPUAP, NEPUAP, 2009.1; NPUAP-EPUAP-PPPIA,2014.1).

Evrelendirilemeyen Basınç Yarası: Gizlenmiş (Derinliği Bilinmeyen) Deri ya da Dokuların Tüm Tabakalarında Kayıp: Yara yatağının tamamının nekrotik doku (sarı, sarımsı kahverengi, gri, yeşil ya da

kahverengi) ve/veya eskar (sarımsı kahverengi, kahverengi ya da siyah) ile kaplı olduğu, tam kat doku kaybının bulunduğu bir evredir. Nekrotik doku ve/veya eskar yeterince temizlenmedikçe lezyonun gerçek derinliği ve evresi güvenilir biçimde değerlendirilemez. Topuk bölgesinde görülen, kuru, yapışık, sağlam ve çevresinde eritem ya da fluktuasyon olmayan eskar, "vücudun doğal (biyolojik) örtüsü" olarak kabul edilir ve çıkarılması önerilmez. "Evrelendirilemeyen/sınıflandırılamayan" basınç yaralarının önemli bir kısmı, doku temizlendikten sonra genellikle 4. evre derinliğinde olduğu için bu evreyle uyumlu kabul edilir (EPUAP, NEPUAP, 2009:1; NPUAP-EPUAP-PPPIA,2014:1).

Derin Doku Hasarı: Kalıcı basmakla solmayan koyu kırmızı, kestane rengi veya mor renk değişikliği: Deri altındaki yumuşak dokunun basınç ve/veya sürtünmeye bağlı olarak zarar görmesi sonucunda, bütünlüğü bozulmamış deride mor ya da koyu kırmızı, sınırlı bir renk değişikliği alanı ya da kanlı içeriğe sahip bir vezikülün görülmesi bu evre için tipiktir. Lezyonun gerçek derinliği bu aşamada tam olarak değerlendirilemez ve özellikle koyu ten rengine sahip bireylerde saptanması güç olabilir. Çoğu olguda, süreç ilerlediğinde lezyonun 4. evre basınç yarası düzeyine ulaştığı kabul edilmektedir. Derin doku hasarı kısa sürede gelişebilir; koyu renkli yara yatağı üzerinde ince bir vezikül görünümü alabilir veya zamanla ince bir eskar tabakasıyla kaplanacak düzeye ilerleyebilir. Bu tür yaralar, altta yatan doku kaybının gerçek boyutunu açığa çıkaracak şekilde hızla ilerleyebileceği gibi, herhangi bir belirgin doku kaybı gelişmeden de gerileyip iyileşebilir (EPUAP, NEPUAP, 2009:1; NPUAP-EPUAP-PPPIA, 2014:1).

Tıbbi Cihazla İlgili Basınç Yarası: Tıbbi cihazlara bağlı basınç yaraları, tanı ya da tedavi amacıyla kullanılan araç ve gereçlerin cilt ve alttaki dokular üzerinde oluşturduğu sürekli basınç sonucunda ortaya çıkar. Gelişen lezyonun özellikleri çoğunlukla cihazın şekli, modeli ve uygulandığı anatomik bölgeyle ilişkilidir (NPUAP-EPUAP-PPPIA,2014:1).

Mukoz Membran Basınç Yarası: Mukoz membran basınç yaraları, mukozal yüzeylerde tanı ya da tedavi amacıyla kullanılan tıbbi cihazlara maruziyet öyküsü bulunan olgularda gelişen lezyonları ifade eder. Bu bölgelerdeki dokunun yapısı ve anatomik özellikleri nedeniyle, bu tür yaralar için standart basınç yarası evreleme sistemi uygulanamaz ve evrelendirme yapılamaz (NPUAP-EPUAP-PPPIA,2014:1).

Basınç Yaralarının Fizyopatolojisi

Hastaları yatağa bağımlı duruma getiren bazı tıbbi tablolar (örneğin felç, genel anestezi sonrası dönem, fiziksel ya da psikolojik kısıtlılıklar) bireyin uzun süre pozisyon değiştirememesine neden olur. Hareketin kısıtlanmasıyla birlikte belirli vücut bölgelerinde uzun süreli basınç ortaya çıkar ve bu durum, vücutta doku perfüzyonunu sürdürmeye yönelik çeşitli geribildirim mekanizmalarını harekete geçirir. Ancak bu yanıtların yetersiz kaldığı durumlarda, devam eden basınç dokuda iskemiye, ardından doku

hasarı ve nekroza yol açabilir. Basınç yaraları çoğunlukla yatak çarşafı, tekerlekli sandalye minderi gibi dış yüzeylerin kemik çıkıntıları üzerine uzun süreli basınç uygulaması sonucu gelişir. Aynı şekilde, tıbbi cihazların uzun süreli kullanımı da temas ettiği bölgelerde basınca bağlı doku yaralanmalarına neden olabilmektedir (Mervis ve Phillips, 2019:881). Basınç yaralanmasının gelişiminde, dıştan uygulanan basıncın arteriyel kapiller basıncı (yaklaşık 32 mmHg) ve venöz kapiller basıncı (yaklaşık 12 mmHg) aşması durumunda bölgesel hipoperfüzyon ve doku hipoksisinin ortaya çıktığı kabul edilmektedir (Karadağ ve Aydın, 2013:116). Araştırmacılar bu eşik değerler konusunda tam görüş birliği içinde olmasalar da, basınç yaralarının oluşumunda temel etkenin, kapiller düzeyin üzerinde ve uzun süre devam eden basınç olduğu konusunda genel bir uzlaşı vardır. Kapiller basıncı aşan ve belirli bir süre boyunca devam eden dış basınç, önce iskemiye, ardından da nekroz gelişimine zemin hazırlar. İskemik dokuda kan akımının yeniden sağlanmasıyla ortaya çıkan reperfüzyon hasarının da basınç yaralanmasına katkıda bulunan ek bir doku hasarı mekanizması olduğu ileri sürülmektedir. Reperfüzyon sürecinde reaktif oksijen türlerinin artması ve inflamatuvar yanıtın tetiklenmesi söz konusu olabilir. Hipoksinin yol açtığı doku hasarı riski, ilk olarak büyük kas gruplarında, daha sonra subkutan dokuda ve en son deride görülür; bu nedenle deride lezyon fark edildiğinde, çoğu durumda altta geniş bir derin doku hasarı bulunduğu düşünülür (Mervis ve Phillips, 2019:881; Karadağ ve Aydın, 2013:116).

Basınç Yarasının En Sık Görüldüğü Vücut Bölgeleri

Basınç yaralarının gelişebileceği anatomik bölgelerin bilinmesi, etkili korunma stratejilerinin planlanması açısından büyük önem taşır. Basınç yaraları, teorik olarak vücutta basınca maruz kalan her bölgede ortaya çıkabilmekle birlikte, özellikle kendi kendine pozisyon değiştiremeyen ve yatağa bağımlı hastalarda kemik çıkıntılarının bulunduğu alanlarda daha sık görülmektedir (Moore vd., 2015:9).

En çok etkilenen bölgeler sakrum, topuklar, iskium bölgesi ve trokanterlerdir. Daha nadir olmakla birlikte dirsekler, skapula üzeri, oksipital bölge, omuzlar ve dizler de basınç yarası açısından riskli anatomik alanlar arasında yer almaktadır (Yücel, 2008: 37).

BASINÇ YARASI GELİŞİMİNDE RİSK FAKTÖRLERİ

Ekstrinsik Faktörler

Basınç: Yumuşak dokular uzun süre basınca maruz kaldığında, uygulanan dış basınç kapiller basıncın üzerine çıktığında kapiller damarlar sıkışarak lümenleri kapanır ve ilgili bölgede doku iskemisi gelişir (Yücel, 2008: 37; Altunel ve Kartal, 2019:87). Prekapiller arteriollerdeki ortalama kan basıncı yaklaşık 32 mmHg'dir; doku basıncının bu değeri aşması, kapiller yatağa kan akımını engelleyerek iskemiyi tetikler (Yücel, 2008:37; Fieldman vd., 1997:111). Yaklaşık 70 mmHg düzeyindeki basıncın iki saatten daha uzun süre devam etmesi, geri dönüşü olmayan doku hasarı ile ilişkilendirilmektedir (Fieldman vd., 1997:111). Basınca en fazla maruz kalan alanlar, kemik çıkıntıları üzerinde yer alan yumuşak dokulardır (Altunel ve Kartal, 2019:87). Basınç yarası gelişiminde yalnızca basıncın şiddeti değil, maruziyet süresi de belirleyicidir. Düşük düzeydeki basınca uzun süre maruz kalmak ile kısa süreli fakat yüksek şiddette basınca maruz kalmak, benzer düzeyde doku hasarına yol açabilmektedir (Fieldman vd., 1997:111). Buna karşılık, basıncın aralıklı olarak bile olsa hafifletilmesi, dokuda oluşabilecek hasarı anlamlı ölçüde azaltabilmektedir (Karadağ ve Aydın, 2013.116).

Makaslama: Basınç altındaki ciltte kayma (shear) meydana geldiğinde, cildin altındaki dokularda bozulmaya yol açar. Bu durum, kan damarlarının gerilmesine, şeklinin deformasyona uğramasına ve sonunda yırtılmasına neden olan bir dış kuvvet etkisi yaratır. İskelet hareket ederken deri aynı oranda yer değiştiremediği için, aradaki dokular gerilmeye maruz kalır. Damar yırtılmaları sonucunda ilgili bölgede iskemi gelişir, hücre ölümü ortaya çıkar ve dokulara yeterli kan ile oksijen taşınamaz (Sterner vd., 2011:194).

Sürtünme: İki yüzeyin birbirine temas ederek hareket etmesi sonucu ortaya çıkan bir yüzey kuvvetidir. Bu kuvvetin etkisiyle, en üstteki epitel hücre tabakası aşınarak ciltte sıyrıklara yol açar ve yüzey pürüzlendikçe sürtünme kuvveti daha da artar. Sürtünme, epidermisin soyulmasına neden olarak derin olmayan, yüzeysel abrazyonlar oluşturabilir. Epidermisin bu şekilde zarar görmesi, dermisin fibrin oluşturma kapasitesini azaltır ve deriyi nekrotik basınç hasarı gelişimine daha duyarlı hâle getirir (EPUAP ve NEPUAP, 2009:1; Karadağ ve Aydın, 2013:116).

Nem: Derinin uzun süre ıslak kalması, epidermisin en dış tabakasının yumuşamasına ve dermisteki kolajen lifler arasındaki çapraz bağların zayıflamasına yol açarak doku bütünlüğünü bozar. Üriner ve fekal inkontinans, aşırı terleme, yara drenajı ve kusma gibi durumlar derinin sürekli nemli kalmasına ve maserasyon gelişmesine neden olan başlıca etkenlerdir. Aşırı nem, sürtünme ve makaslanma kuvvetlerinin etkisini artırarak derinin basınç yarası gelişimine duyarlılığını yaklaşık beş kata kadar yükseltebilmektedir (Karadağ ve Aydın, 2013). Benzer şekilde, derinin

aşırı kuru olması da nemli olması kadar önemli bir risk faktörü olup, cilt bütünlüğünün bozulmasına ve basınç yarası açısından duyarlılığın artmasına katkıda bulunmaktadır (EPUAP ve NEPUAP, 2009:1; Sterner vd., 2011:194).

İntrensek Faktörler

Yaş: Yaşın ilerlemesiyle birlikte görülen hareket kısıtlılığı, bilişsel işlevlerde azalma, serum albümin düzeyindeki düşüş, immün yanıtın yavaşlaması, doku elastikiyetinin azalması, inflamatuar yanıtın bozulması, kardiyak debinin düşmesi ile sistemik ve periferik dolaşımın yavaşlaması ve bunlara ek olarak kronik hastalıkların varlığı, bireyleri basınç yarası gelişimine daha yatkın hâle getirmektedir (Tosun ve Bölükbaş, 2015:43; Sezgünsay ve Başak, 2019:50).

Hareketsizlik: Hasta yataktan ya da sandalyeden aşağı doğru kaydığında veya sağlık personeli hastayı uygun tekniklerle taşımadığında, kesme (shear) ve sürtünme kuvvetleri sıkça ortaya çıkar. Azalmış fiziksel hareketlilik, vücut pozisyonunu değiştirememe ya da uzun süre aynı pozisyonda kalma durumları ise, özellikle basınca maruz kalan anatomik bölgelerde basınç yarası gelişme riskini belirgin biçimde artırmaktadır (Sterner vd., 2011:194).

Beslenme: Beslenme durumunu gösteren temel parametreler; anemi varlığı, hemoglobin ve serum albümin düzeyleri, hastanın aldığı günlük besin miktarının değerlendirilmesi ve vücut ağırlığı ölçümleridir (EPUAP ve NEPUAP, 2009:1). Beden kitle indeksi (BKİ) için normal değer aralığı 20–25 kg/m² olarak kabul edilmektedir. BKİ'si 30 kg/m² ve üzerinde olan obez bireylerde, yağ dokusunun fazla olması basıncın bazı noktalara yayılmasını sağlayarak belirli bölgelerdeki basıncı kısmen azaltabilse de, yağ dokusunun avasküler yapısı sürtünme ve travmaya karşı dokunun dayanıklılığını azaltır. Öte yandan, kilo kaybı protein-enerji malnütrisyonunun önemli bir göstergesidir ve basınç yarası gelişimi açısından ek bir risk oluşturur. BKİ'si 20 kg/m² ve altında olan bireyler basınç yarası açısından riskli kabul edilmekte; özellikle BKİ <18,5 kg/m² olan hastalarda basınç yaralarının daha kolay geliştiği bildirilmektedir (Şahin, 2020:933; Cederholm vd., 2015:335).

Basınç yarası olgularının önemli bir bölümünde yetersiz beslenmeye bağlı serum albümin düşüklüğünün (<3,5 g/dl) etkili olduğu belirtilmektedir. Albümin düzeyinin azalması (hipoalbüminemi) onkotik basıncın yeterince korunamamasına yol açar ve dolaşımdaki büyük moleküllü proteinlerin kılcal damarlar gibi dar yapıların içinden geçişini güçleştirir. Bunun sonucunda gelişen ödem, dokuyu daha kırılgan hâle getirir. Ödemli dokuda, nispeten düşük düzeydeki basınç, sürtünme ve irritasyon dahi doku bütünlüğünün bozulmasına ve basınç yarası gelişimine zemin hazırlayabilir (Şahin, 2020:933; Cederholm vd., 2015:335).

Hemoglobin düzeyinin 12 g/dl'nin altına düşmesi, dokuların direncini azaltarak kanın oksijen ve besin taşıma kapasitesini ve metabolik atıkların

uzaklaştırılmasını belirgin biçimde düşürür. Bu durum doku iskemiye zemin hazırlar. Hemoglobin değerinin düşük olduğu olgularda basınç yarası gelişme olasılığı artmakta, mevcut yaraların iyileşme süreci ise uzamakta ve güçleşmektedir (Şahin, 2020:933; Cederholm vd., 2015:335).

Kronik Hastalıklar: Bireylerde kronik hastalıkların bulunması, hatta birden fazlasının eşlik etmesi, basınç yarası gelişme riskini anlamlı ölçüde artırmaktadır. Demans ve serebrovasküler hastalıklar bilişsel işlevlerde bozulma, ajitasyon ve mobilite kısıtlılığına yol açarak hastanın pozisyon değiştirme yeteneğini olumsuz etkileyebilir. Arteriyel yetmezlik ve konjestif kalp yetmezliği dolaşım bozukluğuna ve buna bağlı doku hipoksisine neden olurken, Diabetes Mellitus (DM) hem dolaşımda bozulmaya hem de duyusal kayıplara yol açarak riskin artmasına katkı sağlamaktadır (Sezgünsay ve Başak, 2019:50). Yapılan bir çalışmada, DM tanısı olan hastalarda basınç yarası gelişme olasılığının, DM olmayan hastalara göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Onigbinde vd., 2012:4). Başka bir çalışmada ise DM öyküsü bulunan bireylerin, DM olmayanlara kıyasla basınç yarası geliştirme olasılığının daha yüksek olduğu ve bu riskin yaklaşık %49 oranında arttığı belirtilmiştir (Tschannen vd., 2012: 116).

Sıcaklık: Vücut sıcaklığı, yara iyileşme sürecini doğrudan etkileyen önemli bir parametredir. Isının 1 °C yükselmesi, metabolizmanın oksijen gereksinimini yaklaşık %10 oranında artırmakta; bu gereksinim karşılanamadığında ise doku hasarı ortaya çıkabilmektedir. Öte yandan, hastada hipertermi varlığında terleme artmakta, bu durum cildin nemlenmesine yol açmaktadır. Nemli cilt, basınç yarası oluşumu açısından önemli bir risk faktörü olarak değerlendirilmektedir (Lopes vd., 2016:2704).

Doku toleransı: Derinin ve onu destekleyen dokuların bütünlüğü ile yapısal durumunu, dolayısıyla basınca dayanabilme kapasitesini ifade eder. Bu tolerans düzeyi hem içsel hem de dışsal birçok faktörden etkilenebilmektedir. Kas dokusu, basınca karşı deri ve subkutan yağ dokusuna göre daha hassastır ve basınca bağlı ilk yapısal değişiklikler genellikle kas tabakasında ortaya çıkar. Kasın hemen altında kemik dokusunun bulunması, basıncın homojen dağılmasını engeller ve basınç kas dokusu üzerinde yoğunlaşarak doku hasarı riskini artırır (Sivrikaya ve Sarıkaya, 2020: 139).

Diğer Faktörler: Diğer risk etmenleri arasında; enfeksiyon varlığı, kullanılan bazı ilaçlar, alçı ve traksiyon uygulamaları ile çeşitli ortopedik araçlar, sigara kullanımı, kapsamlı/majör cerrahi girişimler, düşük hemoglobin veya diğer kan değerleri ve genel ruhsal durumun bozulmuş olması yer almakta olup, tüm bu faktörler basınç yarası gelişme olasılığını artırmaktadır (Lopes vd., 2016:2704).

BASINÇ YARASI ÖNLEME STRATEJİLERİ VE HEMŞİRELİK BAKIMI

Basınç yaralarının tedavisi güç ve maliyetli olmakla birlikte, uygun koruyucu yaklaşımlar ile büyük ölçüde önlenebilir. Bu nedenle hastaların erken dönemde basınç yarası açısından sistematik olarak değerlendirilmesi, ilgili risk faktörlerinin belirlenmesi ve buna uygun önleme stratejilerinin planlanması son derece önemlidir. Bu süreçte hemşireler kilit bir role sahiptir. Basınç yarası, aynı zamanda hemşirelik bakımının kalitesini gösteren önemli bir göstergedir. Hemşirelerin basınç yarası gelişme riski taşıyan hastaları zamanında saptaması, doğrudan bakım maliyetlerinin azaltılmasına katkı sağlamakta ve bakım gereksinimi olan bireylere daha nitelikli ve etkin bakım sunulmasına imkân vermektedir (EPUAP, NEPUAP, 2009:1; Gül, 2014:54; NPUAP-EPUAP-PPPIA, 2014:1).

Risk değerlendirmesi

Basınç yarası gelişimini önlemek için, öncelikle tüm hastalarda BY riski sistematik olarak değerlendirilmelidir. Özellikle risk grubunda olduğu düşünülen bireylerde ve hastanın hareketliliği ya da tıbbi durumunda herhangi bir değişiklik meydana geldiğinde bu değerlendirmenin yinelenmesi gereklidir. Risk altında bulunan hastalar; ayrıntılı bir tıbbi öykü, kapsamlı bir cilt değerlendirmesi ve kullanılan destek yüzeylerinin/gereçlerinin incelenmesini içeren bütüncül bir değerlendirmeye ihtiyaç duyar. En yüksek risk altındaki bireyleri saptamak ve basınç ülseri insidansını azaltmak amacıyla çeşitli risk değerlendirme ölçekleri geliştirilmiş olsa da, bu araçların etkinliği büyük ölçüde değerlendirmeyi yapan kişinin bilgi ve becerisine ve belirlenen risklere yönelik uygun girişimlerin hayata geçirilmesine bağlıdır. Bu nedenle söz konusu ölçeklerin tahmin gücü ve güvenilirliği sınırlı kalabilmektedir (EPUAP, NEPUAP, 2009:1; NPUAP-EPUAP-PPPIA, 2014:1).

Risk değerlendirmesi:

- Kliniğe kabulde 2-4 saat içinde
- İşlem öncesi/sırasında/sonrasında
- Haftalık değerlendirme veya sağlık durumu değiştiğinde
- Deri değerlendirmesi basınç noktalarına odaklanır (NPUAP-EPUAP-PPPIA, 2014:1).

Literatürde, basınç ülseri gelişimini önlemek amacıyla en sık kullanılan risk değerlendirme araçlarının Norton, Braden ve Waterlow ölçekleri olduğu bildirilmektedir. Norton ölçeği; fiziksel durum, zihinsel durum, aktivite, hareketlilik ve inkontinans gibi alt boyutlardan oluşmakta ve her bir boyut 1 ile 4 puan arasında değerlendirilmektedir. Ölçekten elde edilen toplam puanın 14 ve altında olması, basınç ülseri gelişimi açısından yüksek risk göstergesi olarak kabul edilmektedir (Norton, 1989:24).

Braden ölçeği ise duyusal algı, nem, fiziksel aktivite, hareketlilik, beslenme ile sürtünme-makaslanma olmak üzere altı alanı değerlendirmekte; bu ölçekte yüksek puanlar daha düşük risk düzeyini ifade etmektedir. Bununla birlikte, risk altındaki hastaları tam ve doğru biçimde saptayabilecek ya da basınca bağlı doku hasarının en erken evrelerini güvenilir şekilde gösterebilecek araçların henüz yeterli düzeyde olmadığı vurgulanmaktadır. Risk değerlendirmesinde kullanılmak üzere geliştirilen yeni yöntemler arasında arayüz basıncının haritalanması, cilt kan akımının değerlendirilmesi, epidermal nem ölçümleri ve derinin elektriksel özelliklerinin incelenmesi yer almakla birlikte, bu tekniklerin önemli sınırlılıkları bulunmakta ve henüz geniş örneklemli çalışmalarla yeterince doğrulanmamıştır (Bergstom vd., 1987:205).

Koruyucu Önlemler

Önleyici Deri Bakımı

Basınç yarası gelişme riski yüksek olarak değerlendirilen hastalarda, hemşireler tarafından deri ve alttaki dokuları kapsayan ayrıntılı bir değerlendirme yapılması gereklidir.

Değerlendirme sırasında aşağıdaki bulgular özellikle gözden geçirilmelidir (NICE, 2014:1; NPUAP-EPUAP-PPPIA, 2014:1).

- Deride kızarıklık ya da farklı renk değişiklikleri,
- Hastanın bildirdiği ya da gözlenen ağrı,
- Temas eden deri bölgelerinde bütünlüğün korunup korunmadığı,
- Cilt yüzeyinin ısısı,
- Dokuda sertleşme ya da kıvam değişikliği,
- Ödem varlığı,
- Derinin nem durumu.

Deri Bakımında;

- Deri temiz tutulmalı, uygun şekilde nemlendirilmeli, idrar ve gaita inkontinansı sonrası cilt gecikmeden temizlenmelidir.
- Uygun temizlik ürünlerinin kullanılmalıdır.
- Deri bütünlüğünü korumak ile nem dengesini sürdürmek amacıyla bariyer ürünlerden yararlanılmalıdır.
- Basınç yarası gelişme riski yüksek olan bölgelerde deriye güçlü, baskılı masaj uygulanmamalıdır.
- İdrar inkontinansı bulunan hastalarda, cildi korumak amacıyla yüksek emiciliğe sahip ped ve alt bezleri tercih edilmelidir.
- Basınç yarası riski olan ya da mevcut basınç yarası bulunan bireylerde, sürtünmeyi mümkün olduğunca azaltan nitelikte yatak çarşafları kullanılmalıdır (NICE, 2014:1; NPUAP-EPUAP-PPPIA, 2014:1).

Beslenmenin Desteklenmesi

Basınç yarası gelişme riski bulunan hastalarda mutlaka beslenme durumu taranmalıdır.

Yapılan nütrisyon taraması sonucunda yetersiz beslenme riski bulunan ve basınç yarası olan ya da bu açıdan risk altında olan yetişkinlerde:

- Ayrıntılı bir beslenme durumu değerlendirmesi yapılmalıdır.
- Hastaya özel, bireyselleştirilmiş bir beslenme planı hazırlanmalı ve uygulanmalıdır.
- Günlük kalori ve protein gereksinimi gözden geçirilmeli ve uygun düzeye çıkarılmalıdır. Genel olarak günlük enerji alımı 30–35 kcal/kg, protein alımı ise 1,2–1,5 g/kg olacak şekilde planlanmalıdır.
- Normal beslenme ile gereksinim karşılanamıyorsa, diyete ek olarak yüksek kalorili ve yüksek proteinli beslenme destekleri verilmelidir.
- Oral alımın yetersiz olduğu durumlarda, hastanın durumuna göre enteral veya parenteral beslenme seçenekleri değerlendirilmelidir.
- Hastanın sıvı gereksinimi karşılanmalı; yeterli hidrasyon sağlanması için hasta uygun biçimde desteklenmeli ve sıvı alımı teşvik edilmelidir.
- Nütrisyon tarama sonuçlarına göre yetersiz beslenme riski bulunan ya da hâlihazırda beslenme desteği alan ve Evre 1'in üzerinde basınç yarası bulunan yetişkin hastalara, yüksek kalorili ve yüksek proteinli, ayrıca arginin, çinko ve antioksidan içeren oral ya da enteral beslenme takviyesi sunulmalıdır (NICE, 2014:1; NPUAP-EPUAP-PPPIA, 2014:1)

Pozisyon Verme ve Mobilizasyon

Basınç yarası bulunan ya da bu açıdan risk taşıyan hastalarda, kontrendikasyon yoksa aşağıdaki uygulamalar önerilmelidir:

- Hastaya özgü, bireyselleştirilmiş bir pozisyon verme programı planlanmalıdır.
- Pozisyon değiştirme sıklığı belirlenirken; hastanın hareketlilik ve bağımsızlık düzeyi, deri ve doku toleransı, genel tıbbi durumu, aldığı tedaviler, konforu ve ağrı durumu mutlaka dikkate alınmalıdır.
- Hastanın ve bakım verenlerin pozisyon değiştirmeyi unutmaması için hatırlatıcı stratejiler (planlayıcı, alarm, görsel notlar vb.) kullanılmalıdır.
- Pozisyon değişimi sırasında sürtünme ve yırtılmayı en aza indirmek amacıyla uygun yardımcı ekipmanlardan (kaydırıcı çarşaf, transfer örtüsü, kaldırma cihazları vb.) yararlanılmalıdır.

- Yatak başı mümkün olduğunca en düşük seviyede tutulmalıdır. Tıbbi olarak gerekli bir durum olmadıkça hastanın yatak başının uzun süre yüksek veya eğimli pozisyonda kalmasından kaçınılmalıdır. Yatak başının 30°'nin üzerine çıkarılması tercih edilmemelidir. Yatak başı yükseldikçe sakral ve iskiyal bölgelere binen yük artar; ayrıca deri ile yatak yüzeyi arasındaki sürtünme ve makaslanma kuvvetleri de yükselerek basınç yarası gelişimine zemin hazırlar.
- Hastalar, tolere edebildikleri ölçüde kısa sürelerle yatak dışına çıkarılarak uygun bir sandalye ya da tekerlekli sandalyede oturmaya teşvik edilmelidir.
- Semi-Fowler pozisyonu verilirken, bacakların elevasyona alınmasına dikkat edilmelidir. Semi-Fowler pozisyonu uygun ya da mümkün değilse, hasta sandalyede veya tekerlekli sandalyede dik otururken ayaklarının zemine veya ayak desteklerine tam temas ettiğinden emin olunmalıdır.
- Sandalyede ya da tekerlekli sandalyede hastanın öne doğru kaymasını önlemek için, mümkün olduğunda sandalyenin hafifçe geriye doğru yatırılması önerilir.

Uzun süre hareketsiz kalan hastalarda, uygun pozisyon verme ve pozisyon değişikliği uygulamaları konusunda hemşireler ve diğer sağlık profesyonellerinin eğitilmesi gereklidir. Basınç yarası açısından risk taşıyan bireylerde, dokuların kanlanmasını ve oksijenlenmesini olumsuz etkilememek için pozisyon değişiklikleri yavaş ve kademeli şekilde yapılmalıdır (NICE, 2014:1; NPUAP-EPUAP-PPPIA, 2014:1).

Destek Yüzeyleri

- Destek yüzeyi seçilirken, hastanın hareketlilik ve mobilite düzeyi; kullanılacak yüzeyin ısı ve nemi kontrol ederek mikroklimayı düzenleyebilme kapasitesi; sürtünme ve makaslanma (yırtılma) kuvvetlerini azaltıcı özellikte olup olmaması; mevcut basınç yaralarının sayısı, boyutu ve vücutta yerleştiği bölgeler ile hastanın yeni basınç yarası geliştirme riskinin düzeyi ve bu riskin hangi anatomik bölgelerde yoğunlaştığı mutlaka dikkate alınmalıdır.
- Yatak yüzeyi, hastanın pozisyon değiştirirken yatak kenarlarına çarpmadan rahatça dönebilmesine olanak sağlayacak genişlikte olmalıdır.
- Obez bireylerde; kaymayı azaltan, vücut ısısını ve nem dengesini düzenleyebilen, basıncı vücudun birden fazla bölgesine yayarak yeniden dağıtan gelişmiş nitelikte özel destek yüzeylerinin kullanılması önerilir.
- Basınç yarası gelişme riski bulunan hastalarda, standart hastane yatakları yerine basıncı daha dengeli dağıtan, özelliği artırılmış tek katmanlı köpük yataklar ya da havalı yatakların kullanılması

önerilmektedir. Ayrıca, alternatif basınçlı havalı yataklar ile medikal koyun postu gibi destek yüzeylerinin kullanımının sağlayacağı yararlar da değerlendirilerek, uygun olgularda bu ürünlerin önleyici amaçla tercih edilmesi dikkate alınmalıdır.

- Basınç yarası açısından risk taşıyan ve cerrahi girişim uygulanacak tüm hastalarda, ameliyat süresince ameliyat masası üzerinde basıncı yeniden dağıtabilen, yüksek özellikli köpükten ya da benzer nitelikte destek yüzeylerinden yararlanılması önerilmektedir.
- Basıncın yeniden dağıtılmasını sağlayan sandalye veya tekerlekli sandalye destek yüzeyi seçilirken; hastanın vücut ölçüleri ve vücut yapısı, postürünün basınç dağılımı üzerindeki etkileri, hareketlilik düzeyi ve günlük yaşam tarzına ilişkin gereksinimleri mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır.
- Uzun süre sandalye ya da tekerlekli sandalye kullanan ve pozisyon değiştiremeyen, bu nedenle basınç yarası açısından yüksek risk taşıyan bireylerde, oturma bölgesindeki basıncı daha dengeli dağıtan özel destek yastıklarının kullanılması önerilir. Ayrıca, mevcut basınç yaralarının iyileşmesini desteklemek ve yeni lezyonların oluşumunu önlemek amacıyla, alternatif basınçlı hava yastıklarının kullanımının sağlayacağı olası yararlar da değerlendirilmelidir.
- Basınç yarası bulunan ya da bu açıdan risk taşıyan hastaların transferi sırasında, basıncın belirli noktalarda yoğunlaşmasını engelleyerek yeniden dağıtılmasını sağlayan uygun destek yüzeylerinin kullanılması önerilmektedir (NICE, 2014.1; NPUAP-EPUAP-PPPIA, 2018:1).

BASINÇ YARALANMALARININ ÖNLENMESİNDE HEMŞİRELİK BAKIMININ ÖNEMİ

Basınç yaraları, sağlık bakım maliyetlerini artırmaları ve hastaların yaşam kalitesini olumsuz yönde etkilemeleri nedeniyle dünya genelinde önemli bir sağlık sorunu olarak kabul edilmektedir (Sivrikaya ve Sarıkaya, 2010:139). Tedavi sürecinin uzun sürmesi, iyileşme dönemini uzatması ve morbidite ile mortalite oranlarını artırması, basınç yaralarını klinik açıdan da ciddi bir problem hâline getirmektedir (Keller vd., 2002:1379). Ayrıca, basınç yarasının varlığı ya da hastanede yatış sırasında yeni bir basınç yarası gelişmesi, hastanın hastanede kalış süresini ortalama 10,8 gün kadar uzatabilmektedir (Scott vd., 2006:630). Bu durum, basınç yarası tedavisine

ilişkin maliyetlerin çoğu zaman öngörülenden daha yüksek olmasına yol açmaktadır.

Türkiye'de yapılan bir çalışmada, bir üniversite hastanesinde izlenen 569 hastaya ait veriler incelenmiş ve basınç yaralarının olgu başına maliyeti 4.615 dolar olarak hesaplanmıştır. Aynı çalışmada, bu 569 olgu için toplam maliyetin 2.630.917 dolar olduğu bildirilmiştir. Araştırmada elde edilen basınç yarası görülme sıklığı temel alınarak, ülke genelinde yılda yaklaşık 308.796 hastada basınç ülseri gelişebileceği ve bu hastalara ilişkin yıllık basınç yarası bakım maliyetinin yaklaşık 1 milyar 425 milyon dolara ulaşabileceği öngörülmektedir (Gencer vd., 2019:201).

Basınç yaralarının önlenmesi multidisipliner bir ekip yaklaşımı gerektirse de, bu süreçte hastaya 24 saat kesintisiz bakım sunan hemşireler kilit konumdadır. Bu nedenle hemşirelerin basınç yaralarına ilişkin bilgi düzeyi; basınç yarasının önlenmesi, hemşirelik bakım kalitesinin artırılması ve basınç yarası insidansının azaltılması açısından belirleyici bir faktördür (Uzun, 2010: 114). Özellikle yoğun bakım ünitelerinde yatan hastalarda sık görülen önemli komplikasyonlardan biri olan basınç yaralarının gelişiminde, yeterli ve nitelikli hemşirelik bakımı büyük önem taşımaktadır Bu bağlamda, basınç yarası açısından risk taşıyan hastaların düzenli gözlemi ve sistematik değerlendirilmesi, hemşirelik bakımının ayrılmaz bir parçası olarak kabul edilmektedir (Terzi ve Kaya, 2011:21).

Basınç yaraları, yatan hastaların bakım ve tedavisinde doğrudan rol alan hemşirelerin iş yükünü artırmakla kalmayıp, sunulan bakımın niteliğini de olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu durum, hemşirelerin hedeflenen bakım sonuçlarına ulaşmasını güçleştirmekte ve bakım çıktılarında istenmeyen sapmalara yol açabilmektedir (Gül, 2015:54). Bu nedenle, hemşirelerin basınç yaralarının önlenmesine ilişkin bilgi düzeylerinin artırılması, hasta güvenliğinin sağlanması ve korunması açısından kritik öneme sahiptir. Hemşirelerin basınç yarası önleme konusundaki bilgilerinin yetersiz olması, koruyucu bakım stratejilerinin etkinliğini azaltarak risk altındaki hastaların yeterince korunamamasına neden olabilir. Basınç yaralarına ilişkin hemşire bilgi düzeyini, risk değerlendirme uygulamalarını ve tedavi yaklaşımlarını inceleyen araştırmalar, sağlık bakım sistemindeki zayıf yönlerin belirlenmesine katkı sağlayarak, bu alanda geliştirilecek stratejilere yol gösterici olmaktadır (Kallman ve Suserud, 2009:334).

SONUÇ

Bu derlemede, basınç yarasının tanımı, fizyopatolojisi, sınıflandırılması, risk faktörleri ve önleme stratejileri ile hemşirelik bakımının önemi bütüncül bir bakış açısıyla ele alınmıştır. Bulgular, basınç yaralarının büyük ölçüde önlenebilir komplikasyonlar olduğunu, erken dönemde sistematik risk değerlendirmesi yapılmasının, deri bütünlüğünün düzenli izlenmesinin, uygun pozisyon verme ve mobilizasyon uygulamalarının, destek yüzeylerinin doğru seçiminin ve nütrisyonel desteğin sağlanmasının korunmada belirleyici rol oynadığını göstermektedir.

Sonuç olarak, etkili ve nitelikli hemşirelik bakımının sağlanabilmesi için hemşirelerin basınç yaralarına ilişkin bilgi düzeylerinin artırılması büyük önem taşımaktadır. Basınç yarası riski ne kadar yüksek olursa olsun, uygun koruyucu girişimler planlanıp uygulandığında basınç yarası insidansı azaltılabilmekte; böylece hastanede yatış süresi, hastane enfeksiyonları, mortalite oranları ve basınç yarası tedavisine ilişkin maliyetler düşürülebilmektedir. Bu nedenle, özellikle basınç yaralanmalarının sık görüldüğü yoğun bakım ünitelerinde çalışan hemşirelerin bu konuda eğitilerek bilgi ve farkındalıklarının artırılması, basınç yarasını önleyici uygulamaların güçlendirilmesi, olguların erken dönemde saptanması, hastalara daha nitelikli bakım sunulması ve basınç yaralarına bağlı ekonomik kayıpların azaltılmasında önemli katkı sağlayacaktır.

REFERANSLAR

Altunel, C. T., & Kartal, S. P. (2019). Dekübit ve bası ülserleri. In A. Akgül (Ed.), *Gerontolojik/65+ deri ve sorunları* (1. baskı, ss. 87–94). Ankara: Türkiye Klinikleri.

Bergstrom, N., Braden, B. J., Laguzza, A., & Holman, V. (1987). The Braden Scale for predicting pressure sore risk. *Nursing Research, 36*(4), 205–210.

Cederholm, T., Bosaeus, I., Barazzoni, R., Bauer, J., Van Gossum, A., Klek, S., … De van der Schueren, M. A. (2015). Diagnostic criteria for malnutrition: An ESPEN consensus statement. *Clinical Nutrition, 34*(3), 335–340.

European Pressure Ulcer Advisory Panel (EPUAP), & National Pressure Ulcer Advisory Panel (NPUAP). (2009). *Prevention and treatment of pressure ulcers: Quick reference guide* (Yara Ostomi İnkontinans Hemşireliği Derneği, Çev.). Washington, DC: National Pressure Ulcer Advisory Panel.

Feldman, D. L., Georgiade, G. S., Riefkohl, R., & Levin, L. S. (1997). Pressure sores. In *Georgiade plastic, maxillofacial and reconstructive surgery* (pp. 111–1123). Baltimore, MD: Williams & Wilkins.

Gencer, Z., Ünal, E., & Özkan, Ö. (2019). Basınç ülserleri tedavi maliyetleri etkililik analizi: Konvansiyonel ve modern yara bakım tedavi maliyetlerinin karşılaştırılması. *Akdeniz Tıp Dergisi, 5*(2), 201–208.

Gül, Ş. (2014). Cerrahi girişim uygulanan hastalarda basınç ülseri gelişiminin önlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi,* 54–61.

Kållman, U., & Suserud, B. O. (2009). Knowledge, attitudes and practice among nursing staff concerning pressure ulcer prevention and treatment: A survey in a Swedish healthcare setting. *Scandinavian Journal of Caring Sciences, 23*(2), 334–341.

Karadağ, A., & Aydın, K. A. (2013). Basınç ülserlerinde etiyoloji ve fizyopatoloji. In S. Baktıroğlu & Ş. Aktaş (Eds.), *Kronik yarada güncel yaklaşımlar* (ss. 116–137). İstanbul: İstanbul Tıp Fakültesi Kronik Yara Konseyi.

Keller, B. P., Wille, J., van Ramshorst, B., & van der Werken, C. (2002). Pressure ulcers in intensive care patients: A review of risks and prevention. *Intensive Care Medicine, 28*(10), 1379–1388.

Lopes, C. M. M., Haas, V. J., Danimarka, R. A. S., Oliveira, C. G., & Galvão, C. M. (2016). Assessment scale of risk for surgical positioning injuries. *Revista Latino-Americana de Enfermagem, 24,* e2704.

Manderlier, B., Van Damme, N., Vanderwee, K., Verhaeghe, S., Van Hecke, A., & Beeckman, D. (2017). Development and psychometric validation of PUKAT 2.0, a knowledge assessment tool for pressure ulcer prevention. *International Wound Journal, 14*(6), 1041–1051.

Mervis, J. S., & Phillips, T. J. (2019). Pressure ulcers: Pathophysiology, epidemiology, risk factors, and presentation. *Journal of the American Academy of Dermatology, 81*(4), 881–890.

Moore, Z. E., Webster, J., & Samuriwo, R. (2015). Wound-care teams for preventing and treating pressure ulcers. *Cochrane Database of Systematic Reviews, 2015*(9).

Moore, Z. E., & Patton, D. (2019). Risk assessment tools for the prevention of pressure ulcers. *Cochrane Database of Systematic Reviews, 2019*(1), CD006471.

National Institute for Health and Care Excellence (NICE). (2014). *Pressure ulcers: Prevention and management.* https://www.nice.org.uk/guidance/cg179

Norton, D. (1989). Calculating the risk: Reflections on the Norton Scale. *Decubitus, 2*(3), 24–31.

NPUAP, EPUAP, & PPPIA. (2014). *Pressure ulcer treatment & prevention: Quick reference guide.* http://www.epuap.org/wp-content/uploads/2016/10/quick-reference-guide-digital-npuap-epuap-pppia-jan2016.pdf

Onigbinde, A. T., Ogunsanya, G. I., & Oniyangi, S. O. (2012). Pressure ulcer incidence among high-risk inpatients in Nigeria. *British Journal of Nursing, 20*(12), 4–12.

Scott, J. R., Gibran, N. S., Engrav, L. H., Mack, C. D., & Rivara, F. P. (2006). Incidence and characteristics of hospitalized patients with pressure ulcers: State of Washington, 1987 to 2000. *Plastic and Reconstructive Surgery, 117*(2), 630–634.

Sezgünsay, E., & Başak, T. (2019). Yaşlılarda basınç yaralanması risk faktörleri. *Geriatrik Bilimler Dergisi / Journal of Geriatric Science, 2*(2), 50–57.

Sivrikaya, S. K., & Sarıkaya, S. (2020). Yoğun bakım hastalarında bası ülseri önleme ve hemşirelik bakımı. *Yoğun Bakım Hemşireliği Dergisi, 24*(2), 139–149.

Sterner, E., Lindholm, C., Berg, E., Stark, A., & Fossum, B. (2011). Category I pressure ulcers: How reliable is clinical assessment? *Orthopaedic Nursing, 30*(3), 194–205.

Şahin, Ş. K. (2020). Basınç yarası ve nütrisyon. *İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Dergisi (Journal of Inonu University Health Services Vocational School), 8*(3), 933–945.

Terzi, B., & Kaya, N. (2011). Yoğun bakım hastasında hemşirelik bakımı. *Yoğun Bakım Dergisi, 1,* 21–25.

Tosun, K. Z., & Bölüktaş, R. P. (2015). Yoğun bakım ünitelerindeki yaşlı hastalarda bası yarası prevalansı ve etkileyen faktörler. *Yoğun Bakım Hemşireliği Dergisi, 19*(2), 43–53.

Tschannen, D., Bates, O., Talsma, A., & Guo, Y. (2012). Patient-specific and surgical features in the development of pressure ulcers. *American Journal of Critical Care, 21*(2), 116–125.

Uzun, Ö. (2010). Cerrahi hastalarda basınç ülserlerinin önlenmesi. *Fırat Sağlık Hizmetleri Dergisi, 5*(15), 114–127.

Yücel, A. (2008). Bası yaraları tanı ve tedavisi. In Ş. K. Erdost & O. Çetinkale (Eds.), *Yara bakımı ve tedavisi* (ss. 37–58). İstanbul: Aksu Basım Yayın.

İskelet Kasında Egzersiz Cevabı ve Kas Adaptasyonu

Ercan TURAL[1]

Doç.Dr. Ondokuz Mayıs Universitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilisyon Anabilim Dalı. Samsun Türkiye *(ORCID:* (0000-0003-3894-7761)

ÖZET

Fizyoterapi uygulamaları hücresel düzeyde birtakım değişimlere neden olmakla birlikte kas metabolizmasında da değişimlere yol açmaktadır. Metabolizmayı egzersiz biyolojisi merceğinden incelemek, yerel ve sistemik metabolik düzenlemeye yeni bakış açıları kazandırmak için pratik bir strateji olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir. Son metodolojik gelişmeler, iskelet kasının egzersizle ilişkili birçok sağlık yararındaki merkezi rolünün daha iyi anlaşılmasını sağlamış ve antrenman rejimlerine adaptif tepkileri yönlendiren moleküler temelleri ortaya çıkarmıştır. Dayanıklılık yada kuvvet temelli olsun, uzun süreli egzersiz antrenmanlarıyla insan egzersiz performansı kapasitesi artırılabileceği gösterilmiştir. Egzersiz antrenmanı yoluyla uyum sağlama yeteneği, bireylerin spor etkinliklerinin zirvesinde performans göstermelerini ve/veya yaşam boyu en üst düzey fiziksel kondisyonlarını korumalarını sağlar. Sağlık ve/veya performans sonuçlarını en üst düzeye çıkarmak için egzersizi nasıl reçete edeceğimizi anlama konusundaki sürekli çabamız, egzersiz sonucunda ortaya çıkan adaptasyonlar hakkındaki bilgimizin gelişmeye devam ettiği anlamına gelir. Bu inceleme egzersize yanıt olarak iskelet kasının metabolik esnekliği ve fonksiyonel plastisitesine bir bakış açısı sunulmaktadır. İskelet kası liflerinin makro ve ultra yapısı hakkında arka plan bilgisi, sarkomerik ağlar ve mitokondriyal alt popülasyonlar hakkındaki mevcut bilgi vurgulanmakta ve akut egzersiz iskelet kası metabolizmasını ve egzersiz antrenmanına adaptasyonların sinyal iletimi, transkripsiyonel ve epigenetik düzenlenmesi hakkında bilgiler sunulması amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler – Egzersiz Cevabı,*Fizyoterapi, Kas Adaptasyonu, Kas Lifi, Hücre.*

GİRİŞ

İskelet kası, egzersiz, yaş, iş kaynaklı yaralanma, hareketsizlik ve felç gibi çeşitli stres faktörlerine dayanır ve sıklıkla uyum sağlar. Fizyolojik kas adaptasyonları oldukça spesifiktir ve rehabilitasyon süreci üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu adaptasyonları ve altta yatan hücresel mekanizmaları anlamak, 21. yüzyılda terapötik egzersizlerin tasarlanmasına yardımcı olabilir. Bu adaptif tepkiler fizik tedavi uygulamasının merkezinde yer almaktadır. İskelet kası alanındaki temel araştırmalar ile fizik tedavinin klinik uygulamaları arasında kritik bir bağlantı olduğunu göstermişlerdir. Besin depolama, enerji kullanımı ve hareketin birincil merkezi olan iskelet kası, fiziksel aktivitenin insan sağlığı üzerindeki etkisinin merkezinde yer alır. Hareketsizlik dönemleri, iskelet kası insülin duyarlılığını ve oksidatif kapasitesini azaltarak, sistemik metabolik esnekliğin bozulmasına ve kardiyometabolik hastalık riskinin artmasına neden olur. Fiziksel aktivite, hareketsiz yaşamın tüm vücut metabolizması üzerindeki zararlı etkilerine

karşı bir dereceye kadar koruma sağlar, daha büyük hacimli ve daha yoğun fiziksel aktivite türleri, örneğin düzenli egzersiz, muhtemelen ek fayda sağlar. Egzersiz dönemleri, iskelet kasını hormonlara ve besinlere karşı hızla duyarlı hale getirir. Tek bir (veya 'akut') egzersiz seansı, iskelet kaslarının amino asitlerive glikozu taşımasını doğrudan artırır (1-5). Bu etkiler, kasılan kaslara özgü görünmektedir ve egzersiz sonrası iyileşme döneminde yemek sonrası kas protein sentezini8 ve insülinle uyarılan glikoz atılımını artırır. Düzenli egzersiz antrenmanı (haftalar, aylar ve yıllar boyunca) iskelet kas kütlesini, periferik insülin duyarlılığını, maksimum oksijen tüketimini (VO2max) ve gücüdaha da artırır. VO2max ve güç, ölüm riskinin iyi bilinen belirleyicileridir ve dayanıklılık ve direnç egzersizleriyle bunların iyileştirilmesi için yapılan antrenman, ölüm riskini, her iki antrenman yöntemi de aynı egzersiz programı içinde gerçekleştirildiğinde en etkili olacak şekilde azaltır (6). Düzenli fiziksel aktivite ile sağlıklı yaşam süresi arasındaki ilişki antik çağlardan beri fark edilmiş olsa da, son metodolojik gelişmeler, egzersiz fizyolojisi alanının egzersizle oluşan karmaşık moleküler etkileşimin kapsamlı sistem düzeyinde profillenmesine doğru ilerlemesine olanak sağlamıştır (7,8). Bu gelişmeler, egzersiz adaptasyonunun ve ilişkili sağlık yararlarının altında yatan neden-sonuç ilişkilerinin daha iyi mekaniksel olarak anlaşılmasını sağlamıştır. Bu inceleme, egzersize yanıt olarak iskelet kasının rolünde iskelet kasının temel hücresel yapısı, lif tipi özellikleri ve sarkomerik ve mitokondriyal ağların önemini vurgulamaktadır. Ayrıca akut egzersiz sırasında iskelet kası metabolizmasını ve yoğunluk ve zamanlama gibi belirli değiştiricilerin bu biyoloji üzerindeki etkisi tartışılmaktadır. Son olarak, egzersize bağlı iskelet kası adaptasyonunun altında yatan mekanizmaları ele alınarak ve insan performansı ve sağlığı için faydalı olabilecek farklı ve tamamlayıcı tepkileri kolaylaştırabilecek antrenman biçimleri arasındaki farklılıkları vurgulamaktayız.

İSKELET KASINDA AKUT EGZERSİZ METABOLİZMASI

Kasın bazal termojenezi, ağırlığa göre diğer çoğu organınkinden daha düşüktür66 çünkü miyozin, sırasıyla yavaş ve aşırı yavaş ATP kinetiğiyle karakterize edilen düzensiz gevşemiş ve aşırı gevşemiş durumlarda tutulur. Kasılma sırasında, mekanosensing, miyozinin konformasyonel değişimini gevşemiş durumdan aktif duruma hızla başlatır68 ve kısa süreli yorucu egzersiz sırasında kas ATP tüketimi önemli ölçüde artar. Kaslardaki serbest ATP (kg kuru kütle başına ~20-25 mmol) yalnızca 2 saniyeden kısa bir süre

boyunca maksimum egzersizi sürdürmek için yeterli olduğundan, devam eden kasılma aktivitesi, kas içi enerji depolarının ve glikoz ve esterleşmemiş yağ asitleri (NEFA'lar) gibi dolaşımdaki substratların bir kombinasyonundan ATP yeniden sentezlenmesini gerektirir. Bu bölümde, kasın akut egzersizin önemli taleplerini karşılamasını sağlayan metabolik tepkiler vurgulanmaktadır (9-10).

KASLARDA MİTOKONDRİYAL KARMAŞIKLIK

Sürekli kas kasılması, çoğunlukla submaksimal veya daha uzun süreli yüksek yoğunluklu egzersiz sırasında mitokondriyal oksidatif fosforilasyondan (OXPHOS) türetilen sürekli bir ATP tedariki gerektirir. Lif tipine bağlı olarak, kas hacminin yaklaşık %2-10'u56, yapı, işlev ve lokalizasyon bakımından farklılık gösteren farklı subsarkolemmal (periferik olarak da bilinir) ve intermiyofibriler mitokondri alt grupları tarafından doldurulur . Subsarkolemmal mitokondriler genellikle miyofibriller ve sarkolemma arasındaki sarkoplazmik boşlukta kümelenir ve hacimlerinin daha büyük bir kısmını kristalara (iç zarın kıvrımları) ve matrikse ayırırlar. Bu küresel mitokondriler, miyofibriller boşluğun derinliklerine uzanır ve elektron yoğun intermitokondriyal bağlantılar aracılığıyla bitişik intermiyofibriller mitokondrilerle fiziksel olarak birleşerek mitokondriyal retikulumu oluşturur. Subsarkolemmal mitokondrilerle karşılaştırıldığında, intermiyofibriller mitokondriler morfoloji olarak daha karmaşıktır ve miyofibriller matris sarkoplazmik retikulum (SR) ve intermiyofibriller lipit damlacıklarıyla fiziksel olarak etkileşime girerler (11,12). İnsanlardave farelerde, intermiyofibriler mitokondriyal (alt) ağlar tekdüzedir, ancak organizasyonları kas tipleri arasında değişiklik gösterir (11,12). Farelerin hızlı glikolitik ekstansör digitorum longus liflerinde, intermiyofibriler mitokondriler, kasılma eksenine dik olarak sarkomerlerin I bantlarını sararken, yavaş oksidatif soleus lifleri, miyozini bir kafes gibi çevreleyen ızgaralar halinde düzenlenmiş, birbirine bağlı intermiyofibriler mitokondrilerin daha büyük alt ağlarını içerir. Mitokondrilerin intermiyofibriler boşluktaki konumu, bitişik sarkomerlerin yapısını da doğrudan etkiler. Z diskindeki mitokondri oranının daha fazla olması, periferik miyozin filamentlerini bükerek (veya "kıvrarak") bu bölgedeki sarkomerlerin enine kesit alanını azaltır ve sarkomer uzunluğu boyunca heterojen miyozin-miyozin aralığına neden olur. Bununla birlikte, lif

kasılabilirliği üzerindeki herhangi bir olumsuz etki, enine kesit alanının ve miyofilament aralığının sarkomer merkezine (M-çizgisi) doğru göreceli olarak korunmasıyla telafi edilebilir (13). Dayanıklılık antrenmanı yapan sporcuların tip I liflerin mitokondrilerinde daha fazla krista yoğunluğu vardır ve PERK ve ATF4 proteinleri akut direnç egzersizinden yaklaşık 48 saat sonra kaslarda artar. Bununla birlikte, obezitesi olan hareketsiz bireylerde 10 haftalık orta yoğunluklu dayanıklılık antrenmanından sonra krista yapısı değişmemiştir. Bu nedenle egzersizin mitokondriyal krista yeniden şekillenmesi üzerindeki etkisini ayırt etmek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

ANTRENMAN KAYNAKLI ADAPTASYONLAR VE EGZERSİZ PERFORMANSI

Kaslardaki egzersiz antrenmanı adaptasyonları birlikte, O2max, tepe güç çıkışı, balistik güçve güçgibi brüt performans ölçümlerinde iyileştirmelere katkıda bulunur. Dayanıklılık ve direnç antrenmanı kas kılcallaşmasını artırır ve dayanıklılık tipi antrenman belirli bir egzersiz yoğunluğunda NEFA oksidasyonunu geliştirir. Bu glikojen tasarrufu sağlayan ve metabolit tamponlayıcı (örneğin laktat temizliği) etkiler, kasları metabolik homeostazdaki bozukluklara karşı daha dayanıklı hale getirir, periferik ve merkezi yorgunluk mekanizmalarını geciktirir ve egzersiz toleransını ve kapasitesini artırır. Metabolomik analiz ayrıca 4 haftalık (13 seans) direnç egzersizinin akut kas metabolizmasını değiştirmek için yeterli olabileceğini ifade eder. Yine de direnç antrenmanıyla oluşan spesifik metabolik değişiklikler kapsamlı bir şekilde karakterize edilmemiştir ve daha fazla sorgulamayı gerektirmektedir. VO2max Yüksek yoğunluklu interval ve dayanıklılık antrenmanları bir dereceye kadar kas hipertrofisine neden olur, ancak kas kütlesi ve gücündeki kazanımlar uzun vadeli direnç egzersizlerinde görülenlerden daha az belirgindir. Tersine, direnç antrenmanının herhangi bir faydalı etkisi daha düşük başlangıç aerobik uygunluk seviyelerine sahip bireylerle sınırlı görünmektedir (örneğin, sırasıyla >60 ve ~20-35 yaş arası yetişkinlerde VO2max ≤ 25 veya ≤40 mL kg−1 dak−1) ve bu nedenle yüksek yoğunluklu interval12 ve dayanıklılık antrenmanları tipik olarak V . O2max'ı daha büyük ölçüde artırır. Aerobik ön koşullandırma dönemi, kısmen lif kılcal yoğunluğunu artırarakdirenç egzersizinin hipertrofik etkilerini güçlendirebilir (14). Alternatif olarak,

yüksek yoğunluklu direnç antrenmanı (1 RM'nin ≥%90'ı veya ≤4 RM), koşu ekonomisini iyileştirebilir (yani, koşmanın metabolik veya VO2 maliyetini azaltabilir). Bu tamamlayıcı uyarlamalar, çok sayıda egzersizi bir araya getirmenin faydasını daha da vurgular.

KASLARDAKİ ADAPTİF TEPKİLER EGZERSİZLE DEĞİŞTİRİLİR

Egzersiz eğitiminin tekrarlayan uyaranı, akut bir fiziksel aktivite nöbetine verilen seçilim sinyallerini ve transkriptomik tepkilerini azaltır. Bu durum, sadece dokuz seanslık yüksek yoğunluklu aralıklı egzersizden sonra, glikoliz yolu ve HIF1α hedef genleri de dahil olmak üzere, insan kasındaki değiştirilmiş mRNA transkriptlerinin sayısında (~%17) ve genliğinde (~%30) mütevazı bir azalmayla belirgindir. Egzersizle kas transkriptomunda meydana gelen değişimin büyüklüğü, sıçan arka bacak kasında elektriksel olarak indüklenen mekanik aşırı yüklenmenin 30 günlük seansı boyunca daha da belirgin hale gelir (15) Özellikle, değiştirilmiş genlerin yönelimi, egzersize yeni başlayan ve egzersiz yapan kaslar arasında önemli ölçüde zıtlık göstermektedir. Egzersizden sonraki 1 saatlik örnekleme zaman noktasında, farklı şekilde ifade edilen transkriptlerin yaklaşık %70'i (yaklaşık 2400 genin) 2. günde yukarı regüle edilirken, yaklaşık %83'ü (yaklaşık 3300 genin) 30. günde aşağı regüle edildi (15). Bu, belirli sinyal mekanizmalarının düzenli egzersiz döneminden sonra değişen hücre içi ortama duyarlı olduğunu göstermektedir. Genetik yatkınlıkla birlikte, egzersiz sonrası moleküler tepkilerin azalması muhtemelen kasın adaptif potansiyelini sınırlandırarak ileri antrenman deneyimiyle ilerlemeyi yavaşlatır. Bununla birlikte, bazı değişiklikler (bozulmuş değil) gelişmiş bir tepkiyi yansıtabilir. Ribozomal biyogenez ve protein senteziyle ilgili yollar, egzersiz yapan sıçan kasında erken adaptif aşamalarda pozitif olarak zenginleştirilmiştir, ancak hipertrofi platoya ulaştığında metabolizmayla ilgili süreçler lehine aşağı regüle edilir. Miyofibriler protein sentezi oranları, insanlarda 8 hafta176 ila 10 hafta255 direnç antrenmanından sonra kas kütlesi kazanımı ölçümleriyle daha iyi korelasyon gösterir ve bu da egzersiz kaynaklı kas hasarının azalmasına karşılık gelir (16,17). Ayrıca, 20 günlük (40 seans) yüksek frekanslı, yüksek yoğunluklu interval antrenmanı, egzersiz sonrası Ser15'te nükleer PGC1α1 ve p53 fosforilasyonunun yukarı regülasyonunu azaltsa da, aynı belirteçlerin dinlenme seviyeleri egzersiz müdahalesinden sonra insan kaslarında daha yüksekti. Fosforile edilmiş p53, mitokondriyal transkripsiyonu düzenlemek için transkripsiyon faktörü A,

mitokondriyal (TFAM) ile etkileşime girdiği mitokondriyal genoma taşınabilir. Kaslara özgü Trp53 geninin yok edildiği farelerde bazal mitokondriyal içerik ve enzimatik aktiviteler azalmıştır, ancak egzersizle uyarılan mitokondriyal biyogenez kapasitesini korurlar. Bu durum, p53'ün kas mitokondriyal bütünlüğünün korunması için egzersiz adaptasyonundan daha önemli olabileceğini düşündürmektedir. Bu çeşitli modifikasyonlar göz önüne alındığında, insan kasında egzersiz adaptasyonunun modaliteye bağlı zamansal yapısını tam olarak açıklamak ve tutarlı antrenmanla akut egzersiz yanıtındaki belirli değişiklikleri vurgulamak için daha uzun süreli çalışmalara ihtiyaç vardır .

BİYOLOJİK RİTİMLER VE İSKELET KASI

Davranış ve fizyolojideki normal sirkadiyen dalgalanmalar (uyku-uyanıklık döngüleri, beslenme durumu, vücut sıcaklığı, kardiyovasküler fonksiyon ve doku üretimi ve hormonlara duyarlılık gibi akut egzersiz kapasitesini ve tepkisini zamana özgü, dokuya özgü bir şekilde etkilemek üzere örtüşür. Endojen olarak üretilen sirkadiyen ritimler ağırlıklı olarak merkezi kalp pili (hipotalamik suprakiazmatik çekirdek) aracılığıyla iletilen fotik (ışığa bağımlı) ipuçları tarafından, iskelet kası da dahil olmak üzere periferik dokulardaki hücre özerk saatlerle uyum içinde sürdürülür. Kas saatleri, dokuyu açlık ve beslenme arasındaki geçişlere hazırlayan transkripsiyonel programları düzenler ve kas glikoz, lipit ve amino asit metabolizmasındaki 24 saatlik ritimleri düzenler. Sonuç olarak yapılan çalışmalarda, farelerde kas biyolojik saatinin bozulması kas insülin duyarlılığını ve metabolik homeostazı bozduğu gösterilmiştir (21).

SONUÇ

İskelet kasının karmaşık ve girift makro yapısı, egzersiz sırasında yüksek derecede metabolik esnekliğe olanak tanır. Miyofibriler ve mitokondriyal ağlar gibi temel hücresel bileşenlerin düzenlenmesi ve etkileşiminin daha fazla incelenmesi, kasların nasıl bu kadar esnek bir tepki oluşturduğunun daha kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını sağlamalıdır. Floresan metabolit ve

miyofilament biyosensörlerinin kullanımı, kas metabolizması ve kasılmasının gerçek zamanlı dinamiklerini açıklayarak bu çabaya yardımcı olabilir. Egzersiz adaptasyonuna ilişkin mevcut bilgi, AMPK, PGC1'ler ve mTORC1 gibi kanonik düzenleyicilere doğru büyük ölçüde eğilimlidir. Bu faktörler egzersizle kas yeniden şekillenmesinin ayrılmaz bir parçası olsa da, adaptasyonun bazı yönleri AMPKα1 ve AMPKα2 ve PGC1α ve PGC1β (261) yokluğunda da korunur ve rapamisine duyarlı yollar da kas hipertrofisine katkıda bulunur. Egzersizle tetiklenen fosfoproteomun çoğu nispeten keşfedilmemiş durumdadır ve işlevsel sorgulaması, adaptif sinyallemedeki fazlalıkları ve direnç, dayanıklılık ve yüksek yoğunluklu egzersizin farklı ve tamamlayıcı etkilerinde yeni aktörleri belirlemeye yardımcı olacaktır. Egzersiz biyolojisi sistem düzeyinde profillemeye doğru ilerledikçe, yeni teknolojilerin çoklanması, ayrı kas hücresi popülasyonlarında gen ifadesinin. Translasyonun ve metabolizmanın mekansal ve zamansal kontrolüne dair önemli bilgiler sağlayabilir. Orantılı fonksiyonel testlerle birlikte gerçekleştirildiğinde, bu, belirli hücresel olayların fenotipik etkileriyle nedensel ilişkisini mümkün kılacaktır. Egzersiz, belirli nörodejeneratif ve ruh sağlığı bozuklukları için etkili bir yardımcı tedavidir ve kardiyometabolik hastalıklara, sarkopeniye ve tüm nedenlere bağlı ölümlere karşı koruma sağlar. Kronolojik yaş, metabolik sağlık, kronotip, etnik köken, biyolojik cinsiyet ve sosyal cinsiyet spektrumlarını içeren çok merkezli müdahaleler, alanı egzersiz eğitiminin faydalarını koordine eden dinamik değişiklikleri ortaya çıkarmaya ve bütünleyici egzersiz tepkisinde kasın rolünü daha da tanımlamaya fayda sağlayacaktır.

REFERANSLAR

1.Bilet L. et al. One-leg inactivity induces a reduction in mitochondrial oxidative capacity, intramyocellular lipid accumulation and reduced insulin signalling upon lipid infusion: a human study with unilateral limb suspension. Diabetologia 63, 1211–1222 (2020). [PubMed: 32185462].

2. Bergouignan A. et al. Effect of contrasted levels of habitual physical activity on metabolic flexibility. J. Appl. Physiol 114, 371–379 (2013). [PubMed: 23239872]

3. Kivimaki M. et al. Physical inactivity, cardiometabolic disease, and risk of dementia: an individualparticipant meta-analysis. Brit. Med. J 365, l1495 (2019). [PubMed: 30995986]

4. Zhang D. et al. Leisure-time physical activity and incident metabolic syndrome: a systematic review and dose-response meta-analysis of cohort studies. Metabolism 75, 36–44 (2017). [PubMed: 28927737]

5. Millard LAC, Tilling K, Gaunt TR, Carslake D. & Lawlor DA Association of physical activity intensity and bout length with mortality: an observational study of

79,503 UK Biobank participants. PLoS Med. 18, e1003757 (2021). [PubMed: 34525088]
6. McConell GK et al. Insulin-induced membrane permeability to glucose in human muscles at rest and following exercise. J. Physiol 598, 303–315 (2020). [PubMed: 31696935]
7. Contrepois K. et al. Molecular choreography of acute exercise. Cell 181, 1112–1130.e16 (2020). [PubMed: 32470399] This study is a multi-omics analysis of human plasma and peripheral blood mononuclear cells at multiple time points across a 1-h recovery period immediately following a standardized exercise bout.
8. Sato S. et al. Atlas of exercise metabolism reveals time-dependent signatures of metabolic homeostasis. Cell Metab. 34, 329–345.e8 (2022). [PubMed: 35030324] In this study, mass spectrometry-based metabolomics is used to characterize time-of-day differences in metabolic programming in several mouse tissues in response to an acute bout of exercise, including the net uptake and release of metabolites in hindlimb muscles and liver.
9.Gaitanos GC, Williams C, Boobis LH & Brooks S. Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. J. Appl. Physiol 75, 712–719 (1993). [PubMed: 8226473]
10. Parolin ML et al. Regulation of skeletal muscle glycogen phosphorylase and PDH during maximal intermittent exercise. Am. J. Physiol 277, E890–E900 (1999). [PubMed: 10567017
11.Bleck CKE, Kim Y, Willingham TB & Glancy B. Subcellular connectomic analyses of energy networks in striated muscle. Nat. Commun 9, 5111 (2018). [PubMed: 30504768]
12. Glancy B. et al. Mitochondrial reticulum for cellular energy distribution in muscle. Nature 523, 617–620 (2015). [PubMed: 26223627] This work advances the understanding of how membrane potential is dispersed across the mitochondrial reticulum to facilitate efficient ATP distribution in muscle.
13.Katti P. et al. Mitochondrial network configuration influences sarcomere and myosin filament structure in striated muscles. Nat. Commun 13, 6058 (2022). [PubMed: 36229433]. Exercise metabolism and adaptation in skeletal muscle Jonathon A. B. Smith 1 , Kevin A. Murach 2 , Kenneth A. Dyar 3,4 & Juleen R. Zierath 1,5. Nature Reviews Molecular Cell Biology | Volume 24 | September 2023 | 607–632
14. Thomas ACQ et al. Short-term aerobic conditioning prior to resistance training augments muscle hypertrophy and satellite cell content in healthy young men and women. FASEB J. 36, e22500 (2022). [PubMed: 35971745]
15. Viggars MR et al. Adaptation of the transcriptional response to resistance exercise over 4 weeks of daily training. FASEB J. 37, e22686 (2023). [PubMed: 36468768]
16. Norrbom JM et al. A HIF-1 signature dominates the attenuation in the human skeletal muscle transcriptional response to high-intensity interval training. J. Appl. Physiol 132, 1448–1459 (2022). [PubMed: 35482326]
17. Damas F. et al. Resistance training-induced changes in integrated myofibrillar protein synthesis are related to hypertrophy only after attenuation of muscle damage. J. Physiol 594, 5209–5222 (2016). [PubMed: 27219125]
18.Sengul Tural , Gamze Alayli, Nurten Kara, Berna Tander, Ayhan Bilgici, Omer Kuru. Association between osteoporosis and polymorphisms of the IL-10 and TGF-

beta genes in Turkish postmenopausal women Hum Immunol. 2013 Sep;74(9):1179-83.
doi: 10.1016/j.humimm.2013.03.005. Epub 2013 Apr 10.
19. Sengul Tural , Nurten Kara, Gamze Alayli, Leman Tomak. Association between osteoporosis and polymorphisms of the bone Gla protein, estrogen receptor 1, collagen 1-A1 and calcitonin receptor genes in Turkish postmenopausal women. Gene 2013 Feb 15;515(1):167-72.doi: 10.1016/j.gene.2012.10.041. Epub 2012 Nov 5.
20. MTHFR gene C677T mutation and ACE gene I/D polymorphism in Turkish patients with osteoarthritis. Inanir A, Yigit S, Tural S, Cecen O, Yildirim E.Dis Markers. 2013;34(1):17-22. doi: 10.3233/DMA-2012-00939.PMID: 23089924
21. Inanır A, Yigit S, Tural S, Ozturk SD, Akkanet S, Habiboğlu A. Significant association between insertion/deletion polymorphism of the angiotensin-convertig enzyme gene and ankylosing spondylitis.Mol Vis. 2012;18:2107-13. Epub 2012 Jul 26.
22. Yigit S, Inanir A, Tural S, Ates O.Gene. Association of angiotensin converting enzyme (ACE) gene I/D polymorphism and rheumatoid arthritis.2012 Dec 10;511(1):106-8. doi: 10.1016/j.gene.2012.09.036. Epub 2012 Sep 20.
23. Niyaz L, Tural S, Eski Yucel O, Can E, Ariturk N, Celik ZB, Tekcan E, Kara NChromosomal microarray analysis of patients with Duane retraction syndrome..Int Ophthalmol. 2019 Sep;39(9):2057-2067. doi: 10.1007/s10792-018-1042-8. Epub 2018 Nov 26.
24. Tural S, Yuce M, K Polat A, Tekcan E, Celik BZ, Karabacak U, Kara N. Novel RET Proto-oncogene variants identified in Turkish patients with thyroid carcinoma.Gene. 2020 Jul 1;746:144611. doi: 10.1016/j.gene.2020.144611. Epub 2020 Mar 30.
25. Dyar KA et al. Transcriptional programming of lipid and amino acid metabolism by the skeletal muscle circadian clock. PLoS Biol. 16, e2005886 (2018). [PubMed: 30096135]

Oosit Biyolojisi ve Üreme Tıbbı

Kasım GÜNEŞ[1]

1- Dr.; Sakarya Üniversitesi Tıp Fakültesi Histoloji ve Embriyoloji Bölümü.
kasimgunes@sakarya.edu.tr ORCID No: 0000-0002-5282-1770

ÖZET

Bu kitap bölümü, Oosit Biyolojisi ve Üreme Tıbbı alanındaki son gelişmeleri iki ana eksende incelemektedir. İlk olarak, oositin oluşumu, gelişimi ve uzun süreli dormansi sırasında kalitesini korumasını sağlayan oogenezin moleküler mekanizmalarına odaklanılmaktadır. Mitokondriyal kalite kontrolü ve reaktif oksijen türleri (ROS) yönetimi gibi savunma mekanizmalarının yanı sıra, yaşlanmanın ovariyal çevre ve aneuploidi mekanizmaları üzerindeki etkileri detaylandırılmaktadır.

İkinci olarak, İn Vitro Fertilizasyon (IVF) sürecinde oosit değerlendirmesine yönelik güncel yaklaşımlar ele alınmaktadır. Geleneksel morfolojik kriterlerin ötesine geçerek, yapay zeka (AI) destekli non-invaziv görüntüleme teknikleri ve transkriptomik/metabolomik gibi moleküler belirteçlerin kullanımı incelenmektedir. Bölüm, bu teknolojik ilerlemelerin kısırlık tedavisi ve üreme sağlığı alanında devrim yaratma potansiyelini vurgulamakta, özellikle AI'ın oosit seçimindeki rolüne ve in vitro gametogenez (IVG) gibi kök hücre teknolojilerinin geleceğine dikkat çekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Oosit Biyolojisi, Oogenez, Üreme Tıbbı, İn Vitro Fertilizasyon (IVF), Oosit Kalitesi, Aneuploidi, Mitokondriyal Kalite Kontrolü, Yapay Zeka (AI), Moleküler Belirteçler, İn Vitro Gametogenez (IVG).

GİRİŞ

Oogenez: Moleküler Mekanizmalar ve Güncel Gelişmeler

Oogenez, dişi gamet olan oositin (yumurta hücresi) oluşumu, gelişimi ve olgunlaşması sürecidir. Bu karmaşık biyolojik süreç, üreme yeteneğinin temelini oluşturur ve memelilerde, özellikle insanlarda, fetal dönemde başlar ve üreme çağı boyunca döngüsel olarak devam eder. Oogenezin benzersizliği, oositin yıllarca süren bir **dormansi** (uyku) döneminde kalabilmesi ve bu süre zarfında genetik bütünlüğünü ve gelişimsel yeterliliğini korumak zorunda olmasıdır. Son yıllarda yapılan araştırmalar, oosit kalitesini ve uzun ömürlülüğünü sağlayan moleküler mekanizmalar ile *in vitro* (laboratuvar ortamında) oosit üretimine yönelik çığır açan gelişmelere odaklanmıştır. Bu bölüm, oogenezin temel aşamalarını özetleyecek ve özellikle son beş yılda keşfedilen, oosit kalitesini ve gelişimini düzenleyen güncel moleküler mekanizmalara ve klinik uygulamalara değinecektir.

Oogenezin Temel Aşamaları

Oogenez süreci, **primordiyal germ hücrelerinin (PGC'ler)** oluşumuyla başlar ve bu hücreler, embriyonik gelişim sırasında overlere göç ederek **oogonyum** adı verilen kök hücrelere dönüşür. Oogonyumlar mitozla çoğaldıktan sonra **birincil oositlere** dönüşür ve mayoz bölünmenin **Profaz I** aşamasında duraklayarak **primordiyal foliküller** oluşturur. Bu foliküller, dişi bireyin yaşamı boyunca overlerde depolanır ve üreme çağında döngüsel olarak aktive edilir.

Primordiyal foliküllerin aktivasyonu, oositin büyümesini ve olgunlaşmasını sağlayan bir dizi aşamayı tetikler. Bu aşamalar ve temel özellikleri aşağıdaki tabloda özetlenmiştir:

Aşama	Hücre Tipi	Durum/Özellik	Başlangıç Zamanı
Gametogenez Başlangıcı	Primordiyal Germ Hücresi (PGC)	Embriyonik gelişim sırasında overe göç	Fetal Dönem
Çoğalma	Oogonyum	Mitozla çoğalma	Fetal Dönem
Mayoz I Duraklaması	Birincil Oosit	Mayoz I Profaz I'de duraklama	Fetal Dönem
Dormansi	Primordiyal Folikül	Yıllarca süren metabolik uyku	Doğumdan Menopoza
Aktivasyon	Büyüyen Folikül	Gonadotropin bağımsız büyüme başlar	Üreme Çağı Boyunca
Mayoz I Tamamlanması	İkincil Oosit	Ovulasyondan hemen önce Mayoz I tamamlanır	Ovulasyon Öncesi
Mayoz II Duraklaması	İkincil Oosit	Mayoz II Metafaz II'de duraklama	Ovulasyon Sonrası
Mayoz II Tamamlanması	Olgun Ovum	Döllenme gerçekleşirse Mayoz II tamamlanır	Döllenme Anı

Oosit Kalitesini Koruyan Moleküler Mekanizmalar

Oositin kalitesi, başarılı bir gebelik için en önemli faktördür ve yaşla birlikte azalır. Son araştırmalar, oositin uzun süreli dormansi sırasında kalitesini nasıl koruduğuna dair önemli moleküler mekanizmaları ortaya çıkarmıştır [1, 2].

1. Mitokondriyal Kalite Kontrolü ve ROS Yönetimi

Dormansi dönemindeki oositler, **reaktif oksijen türlerinin (ROS)** neden olduğu oksidatif hasara karşı korunmak zorundadır. ROS, hücresel metabolizmanın yan ürünleridir ve DNA'ya, proteinlere ve lipitlere zarar verebilir. Oositin bu zorluğa karşı geliştirdiği savunma mekanizmaları aşağıdaki tabloda detaylandırılmıştır:

Mekanizma	Açıklama	Sonuç	Kaynak
Kompleks I Baskılanması	Dormant oositler, mitokondriyal solunum zincirinin ana ROS üreticisi olan **Kompleks I'i baskılar**.	ROS üretimini sınırlar, oksidatif hasarı azaltır. Metabolizma yavaşlar.	[2]
Uzun Ömürlü Proteinler	**TWINKLE** (mitokondriyal DNA helikazı) ve **BOP1** (ribozom montajı) gibi proteinler uzun süre korunur.	Germ hattındaki hasarı hafifletmek için ek bir koruma mekanizması sağlar.	[2]
ROS Yönetimi (Aktivasyon Sonrası)	Folikül aktive olduğunda ROS üretimi artar ve yönetimi, oosit kalitesini belirleyen kritik bir faktör haline gelir.	Oksidatif stresin azaltılması, yaşlanma etkilerini hafifletmek için terapötik bir hedef haline gelmiştir.	[2]

2. Yaşa Bağlı Değişiklikler ve Ovariyal Çevre

Yaşlanma, oosit kalitesinde düşüşe ve **aneuploidi** (kromozom sayısındaki anormallikler) riskinde artışa yol açar. Güncel çalışmalar, bu düşüşün sadece oositin kendisinden değil, aynı zamanda overin çevresel dokusundan da

kaynaklandığını göstermektedir. Ovariyal çevredeki yaşa bağlı değişiklikler ve etkileri aşağıdaki tabloda sunulmuştur:

Değişiklik	Etkilenen Yapı	Sonuç	Terapötik Hedef	Kaynak
Fibrozis ve Sertlik Artışı	Over Stroması (Bağ Dokusu)	Primordiyal foliküllerin aktivasyon hızı olumsuz etkilenir; folikül gelişimi bozulabilir.	Fibrozisi azaltıcı ilaçlar (örn. Metformin)	[2]
İnflamatuar Reaksiyon	Over Dokusu	Fibrozis ile ilişkili artan inflamasyon, oosit kalitesini dolaylı olarak etkiler.	İnflamasyonu azaltıcı ilaçlar	[2]
Kromozom Kohezyonu Azalması	Oosit Kromozomları	İleri yaşlarda **kardeş kromatitlerin erken ayrılması** ve **ters segregasyon** ile aneuploidi artar.	Kohezyonun korunması mekanizmaları	[2]

3. Aneuploidi Mekanizmalarındaki Yaşa Bağlı Farklılıklar

Aneuploidi, oositin en yaygın gelişimsel hatasıdır ve yaşa bağlı olarak mekanizması farklılık gösterir. Bu farklılıklar, üreme sağlığı stratejileri açısından önemlidir:

Yaş Grubu	Aneuploidi Mekanizması	Açıklama	Kaynak
Genç Kadınlar (<20 Yaş)	Mayoz I'de Ayrılmama (Nondisjunction)	Kromozom kohezyonunun "çok fazla" olması nedeniyle kromozomların ayrılmasında hata.	[2]
İleri Yaş Kadınlar	Kardeş Kromatitlerin Erken Ayrılması ve Ters Segregasyon	Kromozom kohezyonunun zamanla azalması nedeniyle kromozomların hatalı ayrılması.	[2]
"Tatlı Nokta"	20'li Yaşlar	Aneuploidi riskinin en düşük olduğu, kromozom kohezyonunun optimal olduğu dönem.	[2]

In Vitro Oosit Üretimi (IVG) ve Kök Hücre Teknolojileri

Son yılların en heyecan verici gelişmeleri, **in vitro gametogenez (IVG)** alanında yaşanmıştır. IVG, pluripotent kök hücrelerden (PSC'ler) laboratuvar ortamında işlevsel oositler üretmeyi amaçlar [1].

1. Pluripotent Kök Hücrelerden (PSC) Oosit Üretimi

PSC'ler (ESC'ler veya iPSC'ler), uygun koşullar altında **primordiyal germ hücre benzeri hücrelere (PGCLC'ler)** dönüştürülebilir. Bu süreç ve zorlukları aşağıdaki tabloda özetlenmiştir:

Aşama/Kavram	Açıklama	Mevcut Durum/Zorluk	Kaynak
PGCLC İndüksiyonu	PSC'ler, özel büyüme faktörleri ve sinyal yolları kullanılarak PGCLC'lere yönlendirilir.	Başarılı indüksiyon yöntemleri geliştirilmiştir.	[1]
Folikül Gelişimi	PGCLC'ler, over somatik hücreleriyle birlikte kültüre edilerek folikül benzeri yapılar oluşturur.	Oosit gelişimini taklit etme çabaları devam etmektedir.	[1]
Gelişimsel Yeterlilik	Üretilen oositlerin tam gelişimsel yeterliliğe sahip olması.	Temel zorluk: Üretilen oositler henüz tam yeterliliğe ulaşamamıştır.	[1]
Etik ve Güvenlik	Teknolojinin klinik uygulamaları.	Önemli etik ve güvenlik tartışmaları mevcuttur.	[1]

2. Ovariyal Kök Hücreler (OSC'ler)

Ovariyal Kök Hücrelerin (OSC'ler) keşfi, oogenez araştırmalarına yeni bir boyut katmıştır. Bu hücreler, overden izole edilir ve teorik olarak yeni oositler oluşturma potansiyeline sahiptir.

Kavram	Açıklama	Klinik Potansiyel	Kaynak
OSC'lerin Varlığı	Overden izole edilen ve yeni oositler oluşturma potansiyeli olduğu düşünülen hücreler.	Varlığı ve işlevi hala tartışmalı bir konudur.	[1]
Uygulama Alanları	Over yetmezliği olan kadınlar için yeni oosit kaynağı.	Potansiyel bir tedavi yolu sunar, ancak araştırmalar başlangıç aşamasındadır.	[1]

SONUÇ

Oogenez, sadece bir hücre bölünmesi süreci değil, aynı zamanda oositin uzun süreli dormansi sırasında kalitesini koruma ve yaşlanmaya karşı direnç gösterme yeteneğini içeren dinamik bir süreçtir. Son beş yılda elde edilen bulgular, oosit kalitesini düzenleyen mitokondriyal mekanizmalar, ovariyal çevre değişiklikleri ve aneuploidi mekanizmalarındaki yaşa bağlı farklılıklar hakkında derinlemesine bilgiler sağlamıştır. Ayrıca, *in vitro* oosit üretimi ve kök hücre teknolojilerindeki ilerlemeler, gelecekte kısırlık tedavisi ve üreme sağlığı alanında devrim yaratma potansiyeli taşımaktadır. Bu gelişmeler, oogenezin moleküler temellerini anlamak ve üreme tıbbında yeni terapötik stratejiler geliştirmek için kritik öneme sahiptir.

İn Vitro Fertilizasyonda (IVF) Oosit Değerlendirme: Güncel Yaklaşımlar ve Gelecek Perspektifleri

İn Vitro Fertilizasyon (IVF), infertilite tedavisinde en yaygın kullanılan yöntemlerden biridir. IVF başarısını belirleyen en kritik faktörlerden biri, transfer için seçilen embriyonun kalitesidir. Embriyo kalitesi ise büyük ölçüde onu oluşturan **oositin kalitesine** bağlıdır [3]. Bu nedenle, IVF laboratuvarlarında oositin doğru ve güvenilir bir şekilde değerlendirilmesi, siklus sonuçlarını optimize etmek için hayati öneme sahiptir. Geleneksel olarak oosit değerlendirmesi, morfolojik kriterlere dayanırken, son yıllarda moleküler belirteçler ve yapay zeka (AI) destekli non-invaziv yöntemler bu alana yeni bir boyut getirmiştir. Bu bölüm, IVF'te oosit değerlendirmesinin temel prensiplerini, güncel morfolojik kriterleri ve son beş yılda öne çıkan teknolojik gelişmeleri (özellikle AI ve moleküler yaklaşımlar) makalelere referans vererek inceleyecektir.

Geleneksel Oosit Değerlendirme Kriterleri

Oosit değerlendirmesi, genellikle oositin toplanmasından (OPU) sonra ve mikroenjeksiyon (ICSI) veya geleneksel IVF öncesinde yapılır. Bu değerlendirme, oositin etrafındaki **Kümülüs-Oosit Kompleksi (KOK)** ve oositin kendisinin morfolojik özelliklerine odaklanır.

1. Kümülüs-Oosit Kompleksi (KOK) Değerlendirmesi

Oosit toplama anında, oosit hala kümülüs hücreleri ile çevrilidir. KOK'un görünümü, oositin olgunluğu ve kalitesi hakkında ilk ipuçlarını verir.

KOK Morfolojisi	Açıklama	Kalite İndikatörü
Genişlemiş ve Müsinöz	Kümülüs hücreleri yayılmış, müsinöz bir matris içinde.	Yüksek olgunluk (MII) ve iyi kalite.
Kompakt ve Yoğun	Kümülüs hücreleri sıkıca paketlenmiş.	Olgunlaşmamış (GV veya MI) veya düşük kalite.
Koyu ve Granüler	Kümülüs hücrelerinde koyu granülasyonlar.	Potansiyel olarak düşük kalite veya atrezi.

2. Olgunluk ve Morfolojik Kriterler

ICSI öncesinde, kümülüs hücreleri enzimatik olarak temizlenir ve oositin olgunluk durumu ile morfolojik özellikleri değerlendirilir. **ESHRE/ALPHA Istanbul Konsensüsü** gibi güncel kılavuzlar, bu değerlendirme için standart kriterler sunmaktadır [14].

Kriter	Morfolojik Özellik	Kalite İndikatörü
Nükleer Olgunluk	**Metafaz II (MII)**: İlk polar cisimciğin (PB1) varlığı.	Döllenmeye hazır, en yüksek potansiyel.
	Metafaz I (MI): PB1 yok, germinal vezikül (GV) yok.	Olgunlaşmamış, *in vitro* olgunlaştırma (IVM) gerektirebilir.
	Germinal Vezikül (GV): Çekirdeğin görünür olması.	Olgunlaşmamış, IVM gerektirir.
Sitoplazma	Homojen, hafif granüler, vakuol ve inklüzyon içermemesi.	İyi kalite.
Zona Pellucida (ZP)	Normal kalınlıkta, düzgün konturlu.	Anormal kalınlık veya şekil, döllenme başarısını etkileyebilir.
Polar Cisimcik (PB1)	Tek, küçük, düzgün şekilli.	Parçalanmış veya büyük PB1, kromozomal anormallik (aneuploidi) riskini artırabilir.

Oosit Kalitesinde Yeni Boyutlar: Moleküler ve Non-İnvaziv Yaklaşımlar

Geleneksel morfolojik değerlendirme, oositin gelişimsel yeterliliğini tam olarak yansıtmakta yetersiz kalabilir. Bu nedenle, son yıllarda araştırmalar, oosit kalitesini daha objektif ve non-invaziv yollarla belirlemeye odaklanmıştır [3, 16].

1. Yapay Zeka (AI) Destekli Değerlendirme

Yapay zeka, oosit değerlendirmesinde devrim yaratma potansiyeline sahiptir. AI sistemleri, insan gözünün algılayamayacağı ince morfolojik ve dinamik özellikleri analiz ederek embriyo gelişimini ve gebelik sonuçlarını tahmin etmeyi amaçlar [4, 6, 10].

AI Uygulaması	Amaç	Güncel Durum/Potansiyel	Kaynak
Oosit Seçimi	Oosit görüntülerinden (özellikle KOK ve sitoplazma) döllenme, blastosist oluşumu ve öploidi potansiyelini tahmin etme.	AI destekli araçlar (örn. MAGENTA, MAIA) geliştirilmektedir. Maternal yaş ile birlikte güvenilir sonuçlar vermektedir [6].	[4, 6, 9]
Zaman Atlamalı (Time-Lapse) Görüntüleme	Oositin olgunlaşma ve döllenme sonrası erken gelişim aşamalarını sürekli izleme.	AI, bu dinamik verileri analiz ederek geleneksel değerlendirmeden daha yüksek tahmin gücü sunar.	[10]
Klinik Entegrasyon	IVF sikluslarında gebelik sonuçlarını tahmin etme ve embriyo seçimini optimize etme.	Sistematik incelemeler, AI'ın bu alandaki etkinliğini doğrulamaktadır [12].	[12]

2. Moleküler Belirteçler ve Metabolomik

Oositin çevresindeki foliküler sıvı ve kümülüs hücreleri, oositin kalitesini yansıtan biyomoleküller (proteinler, miRNA'lar, metabolitler) içerir. Bu non-invaziv moleküler belirteçlerin analizi, oositin gelişimsel yeterliliğini öngörmede umut vaat etmektedir [3, 16].

Yöntem	Analiz Edilen Materyal	Öngörülen Parametre	Zorluklar
Kümülüs Hücreleri Transkriptomik	Kümülüs hücrelerindeki gen ifadesi (mRNA, miRNA).	Oosit kalitesi, gebelik potansiyeli, aneuploidi riski.	Standartizasyon eksikliği, invazivlik (hücrelerin ayrılması gerekir).
Foliküler Sıvı Metabolomik	Foliküler sıvıdaki metabolit konsantrasyonları (amino asitler, lipidler).	Oositin metabolik sağlığı ve gelişimsel yeterliliği.	Yüksek maliyet, sonuçların klinik korelasyonunun zorluğu.
Non-invaziv Moleküler Belirteçler	Oositin kendisinden ziyade çevresindeki hücre ve sıvılardan bilgi toplama.	Morfolojik değerlendirmenin eksik kaldığı moleküler anormallikleri tespit etme.	Klinik uygulamaya geçiş için daha fazla kanıt gerekliliği.

Oosit Kalitesini Etkileyen Faktörler ve Klinik Çıkarımlar

Oosit kalitesi, sadece morfolojik veya moleküler görünümle değil, aynı zamanda hastanın yaşı, uygulanan stimülasyon protokolü ve genetik faktörlerle de yakından ilişkilidir.

1. Maternal Yaş ve Oosit Kalitesi

Maternal yaş, oosit kalitesini ve IVF başarısını etkileyen en önemli faktördür. Yaşla birlikte oositlerdeki **aneuploidi** (kromozom anormalliği) oranı artar ve bu durum, embriyo gelişimini ve implantasyonu olumsuz etkiler.

Yaş Grubu	Temel Oosit Sorunu	Klinik Çıkarım
Genç Yaş (<35)	Genellikle iyi morfoloji, ancak nadiren genetik mutasyonlar veya IVM ihtiyacı.	Yüksek başarı oranı, genetik tarama genellikle isteğe bağlı.
İleri Yaş (>38)	Yüksek aneuploidi oranı, mitokondriyal disfonksiyon, sitoplazmik olgunlaşma sorunları.	Preimplantasyon Genetik Tarama (PGT-A) önerilebilir, oosit donasyonu düşünülebilir.

2. In Vitro Olgunlaştırma (IVM) ve Oosit Değerlendirmesi

IVM, özellikle Polikistik Over Sendromu (PKOS) olan hastalarda veya over hiperstimülasyon sendromu riski taşıyanlarda, olgunlaşmamış oositlerin laboratuvar ortamında olgunlaştırılmasıdır. IVM oositlerinin değerlendirilmesi, geleneksel MII oositlerinden farklı zorluklar içerir [1].

IVM Oosit Değerlendirmesi	Odak Noktası	Güncel Gelişmeler
Sitoplazmik Olgunluk	Nükleer olgunluğa (MII'ye ulaşma) ek olarak sitoplazmik organellerin ve metabolizmanın olgunlaşması.	Yeni IVM protokolleri ve kültivasyon ortamları ile sitoplazmik olgunluğun artırılması hedeflenmektedir [1].
Kriyotolerans	IVM oositlerinin dondurma-çözdürme işlemine dayanıklılığı.	Vitrifikasyon tekniklerinin geliştirilmesi, IVM oositlerinin klinik kullanımını artırmaktadır.

SONUÇ VE GELECEK PERSPEKTİFLERi

IVF'te oosit değerlendirmesi, geleneksel morfolojik kriterlerden, yapay zeka ve moleküler belirteçler gibi non-invaziv, objektif ve yüksek tahmin gücüne sahip teknolojilere doğru hızla evrilmektedir. Son beş yıldaki araştırmalar, özellikle AI'ın oosit seçimindeki potansiyelini ve oosit kalitesini belirleyen moleküler mekanizmaların anlaşılmasının önemini vurgulamaktadır. Gelecekte, bu teknolojilerin klinik protokollere entegrasyonu, IVF başarı oranlarını önemli ölçüde artırarak infertilite tedavisinde yeni bir dönemi başlatacaktır.

REFERANSLAR

1 M Liu, et al. **Advances in human oocyte in vitro maturation**. *PubMed Central*, 2025. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12579509/

2 DK Gardner. **Unveiling the realms of reproduction: a reflection of oocyte...**. *Reproductive BioMedicine Online*, 2025. https://www.rbmojournal.com/article/S1472-6483(25)00570-X/fulltext

3 MF Ahmad, et al. **Oocytes Quality Assessment—The Current Insight**. *MDPI*, 2024. https://www.mdpi.com/2079-7737/13/12/978

4 E Borges Jr, et al. **Artificial intelligence–driven oocyte assessment for...**. *ScienceDirect*, 2025. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666335X25000473

5 A Mina, et al. **Predicting pregnancy outcomes in IVF cycles: a systematic...**. *Contraception and Reproductive Medicine*, 2025. https://contraceptionmedicine.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40834-025-00400-4

6 O-238 AI-driven oocyte evaluation for indicating embryo... *Human Reproduction*, 2025. https://academic.oup.com/humrep/article/doi/10.1093/humrep/deaf097.238/8170966

7 S Munné, et al. **Non-invasive selection for euploid embryos: prospects and...**. *ScienceDirect*, 2025. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1472648325002846

8 A Mina, et al. **Predicting pregnancy outcomes in IVF cycles: a systematic...**. *PubMed Central*, 2025. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12476623/

9 M Nicolielo, et al. **MAIA platform for routine clinical testing: an artificial...**. *Nature*, 2025. https://www.nature.com/articles/s41598-025-17755-y

10 L Moysis, et al. **Artificial Intelligence-Empowered Embryo Selection for IVF...**. *MDPI*, 2025. https://www.mdpi.com/2504-4990/7/2/56

11 T Barati, et al. **An investigation on genetic mutations affecting embryo...**. *ScienceDirect*, 2025. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2773044125000105

12 Istanbul consensus update: a revised ESHRE/ALPHA... *Human Reproduction*, 2025. https://academic.oup.com/humrep/article/40/6/989/8120385
13 GM Baldini, et al. **Genetic Abnormalities of Oocyte Maturation: Mechanisms...**. *MDPI*, 2024. https://www.mdpi.com/1422-0067/25/23/13002
14 **Istanbul consensus update: a revised ESHRE/ALPHA...**. *Human Reproduction*, 2025. https://academic.oup.com/humrep/article/40/6/989/8120385
15 **Oocytes Quality Assessment—The Current Insight**. *PubMed Central*, 2024. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11673492/
16 **Genetic Abnormalities of Oocyte Maturation: Mechanisms...**. *MDPI*, 2024. https://www.mdpi.com/1422-0067/25/23/13002
17 Mingxin Tian, Meixiang Zhang, et al. **Advances in in vitro oocyte generation from pluripotent stem cells and ovarian stem cells**. *Frontiers in Endocrinology*, 11 August 2025. https://doi.org/10.3389/fendo.2025.1515253
18 Richard A Anderson, Adele L Marston, Evelyn E Telfer. **Oocyte development: it's all about quality**. *Reproduction and Biomedicine Online*, 2025 Apr 1;50(4):104804. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7617848/

Anjiyogenezin Belirlenmesinde Sıklıkla Kullanılan İmmunohistokimyasal Belirteçler

Nurcan DELİCE[1]
Şerife TÜTÜNCÜ[2]

1- Araş. Gör; Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı nurcan.delice@omu.edu.tr ORCID No: 0000-0003-3309-2258
2- Prof. Dr; Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı serife.tutuncu@omu.edu.tr ORCID No: 0000-0001-6834-7244

ÖZET

İnsan vücudunda kan damarları geniş ve karmaşık bir ağ yapısı meydana getirerek metabolik ve katabolik maddelerin taşınmasını düzenlemektedir. Vasküler yapı sadece kanın iletildiği bir kanal sistemi olmakla kalmayıp aynı zamanda endotel hücrelerinin metabolik, immunolojik ve hemostatik süreçleri koordine ettiği aktif bir biyolojik yapıdır. Damarların yapısal ve fonksiyonel bütünlüğü, doku perfüzyonunun sürekliliğini, inflamatuvar yanıtların kontrolünü ve organ fonksiyonlarının optimum düzeyde sürdürülmesini sağlamaktadır. Damar oluşumu intrauterin hayattan itibaren organizmada pek çok fizyolojik ve patolojik süreçte kritik öneme sahiptir. Vaskülogenez ve anjiyogenez damarlaşmanın temelini oluşturan iki ana süreçtir. Embriyonik dönemde yeni damarların endotel hücre öncüllerinden köken alarak oluşması vaskülogenez sürecini ifade etmektedir. Anjiyogenez, mevcut kan damarlarından yeni kan damarlarının büyümesidir. Kan damarlarının gelişimi vasküler endotelden gelen sinyaller ile kan serumunda veya hücre dışı matrikste bulunan büyüme faktörleri ve diğer sinyal moleküllerinin etkileşimleriyle gelişmektedir. Deneysel çalışmalarda dokulardaki anjiyogenezin belirlenmesi temel biyolojik süreçleri anlamak ve deneysel müdahalelerin etkinliğini değerlendirmek açısından önemlidir. Anjiyogenezin değerlendirilmesiyle doku gelişimi ve rejenerasyon hakkında fikir edinmek mümkündür. Dokulardaki anjiyogenez aktivitesini belirlemede ve mikrodamar yoğunluğunu ortaya koymada immunohistokimya standart yöntemlerden biridir. Yeni gelişen mikrodamarların tespitinde endotel hücrelerinin çeşitli belirteçleri kullanılmıştır. Dokularda anjiyogenezi immunohistokimyasal olarak değerlendirmek için vasküler endotelyal büyüme faktörü (VEGF), Trombosit-endotelyal hücre adezyon molekülü-1 (CD31), Kollajen IV, Von Willebrand Faktör (VWF) ekspresyonunu incelemek sık kullanılan bir yöntemdir. Bu bağlamda, bu bölümde anjiyogenezin biyolojik mekanizması ve anjiyogenezin belirlenmesinde sıklıkla kullanılan dört temel immunohistokimyasal belirteç detaylandırılmıştır.

Anahtar Kelimeler – Anjiyogenez; CD31; Kollajen IV; VEGF; Von Willebrand Faktör.

GİRİŞ

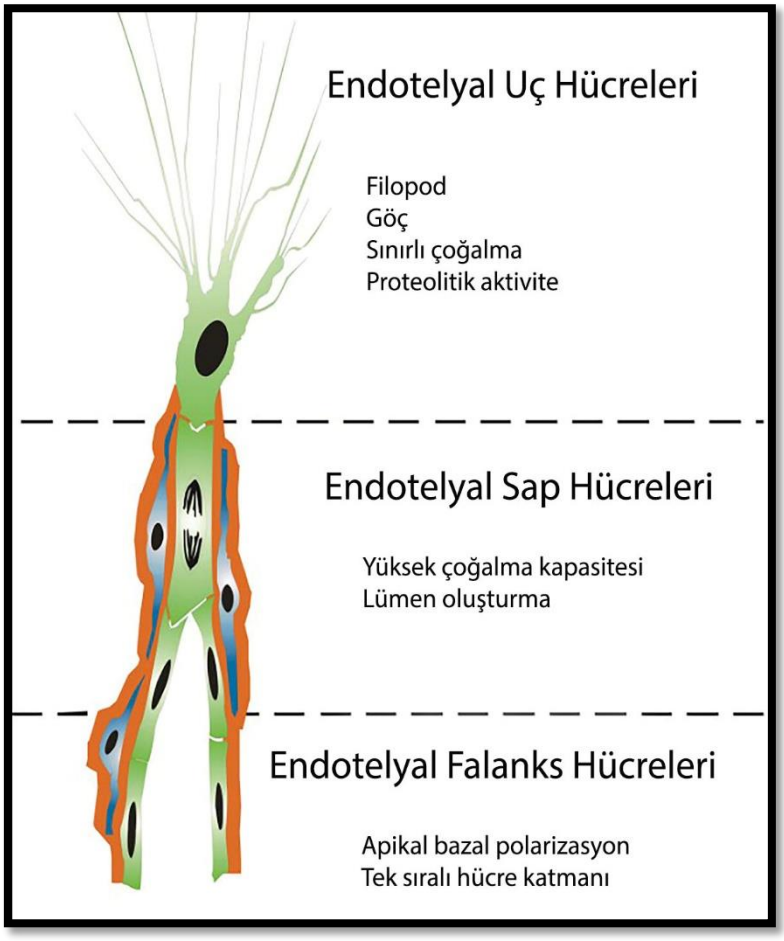
Kardiyovasküler sistem, canlı vücudunun yaşamsal bütünlüğünü sürdüren ve dokulara oksijen ile besin maddelerinin taşınması, metabolik atıkların uzaklaştırılması ve homeostazın korunması gibi kritik roller üstlenen fizyolojik bir ağdır (Ross ve Pawlina, 2006). Kardiyovasküler sistemin işlevselliği büyük ölçüde damar ağının bütünlüğüne ve dinamik fonksiyonlarının sürdürülmesine bağlıdır. Vasküler yapı sadece kanın

iletildiği bir kanal sistemi olmakla kalmayıp aynı zamanda endotel hücrelerinin metabolik, immunolojik ve hemostatik süreçleri koordine ettiği aktif bir biyolojik yapıdır (Dudley ve Griffioen, 2023). Damarların yapısal ve fonksiyonel bütünlüğü, doku perfüzyonunun sürekliliğini, inflamatuvar yanıtların kontrolünü ve organ fonksiyonlarının optimum düzeyde sürdürülmesini sağlamaktadır. Vaskülogenez ve anjiyogenez canlı vücudunda birbirini izleyen iki temel süreçtir. Embriyonik dönemde kök hücrelerden yeni damarların oluşması sürecine vaskülogenez, mevcut kan damarlarından yeni kan damarlarının büyümesine anjiyogenez adı verilmektedir (Ferrara vd., 1996). Yetişkin organizmada fizyolojik anjiyogenez menstrual dönemde dişi üreme organlarında, hipoksi durumlarında, iskelet ve kalp kasında artan aktivite nedeniyle meydana gelebilmektedir (Hudlicka, 1998). Hem endojen hem de farmakolojik olmak üzere birçok anjiyogenez düzenleyicisi tanımlanmıştır ve tanımlanmaya devam etmektedir (Muñoz-Chápuli, 2011).

KAN DAMARLARININ GELİŞİM SÜRECİ

İnsan vücudunda kan damarları geniş ve karmaşık bir ağ yapısı meydana getirerek metabolik ve katabolik maddelerin taşınmasını düzenlemektedir (Yasul vd., 2023). Kan damarları, besin ve oksijen taşınması, atık maddelerin uzaklaştırılması ve bağışıklık hücrelerinin hareketi gibi işlevleri sayesinde doku homeostazının korunmasında merkezi bir rol oynamaktadır. Organizmada damar oluşumu vaskülogenez ve anjiyogenez olarak iki temel mekanizma aracılığıyla gerçekleşmektedir. Embriyonik dönemde yeni damarların endotel hücre öncüllerinden köken alarak oluşması vaskülogenez sürecini ifade etmektedir (Ferrara vd., 1996). Anjiyogenez, mevcut kan damarlarından yeni kan damarlarının büyümesidir. Doku gelişimi, büyümesi ve doku onarımının önemli bir parçasıdır (Jackson vd., 1997). Yetişkinlerde meydana gelen anjiyogenez kapillar bölünme ve anjiyogenik tomurcuklanma olmak üzere iki şekilde gerçekleşmektedir. Kapillar bölünme anjiyogenezin temel mekanizması olup kapillar damarın lüminal kısımdan bölünerek iki yeni damar oluşturması ile karakterizedir. Lüminal kısımda ekstraselüler matriksin oluşması ve endotel hücre proliferasyonu meydana gelmektedir. Böylelikle var olan damardan iki veya daha fazla kapillar damar oluşmaktadır (Hamutoğlu ve Önder, 2017). Anjiyogenik tomurcuklanma daha seyrek meydana gelen daha karmaşık bir süreçtir. Aktive olan endotel hücresi tomurcuklanarak yeni damarlar meydana getirmektedir (Güzel, 2015). Anjiyogenik tomurcuklanma, VEGF gibi proanjiyojenik moleküllerin endotel hücrelerini aktive etmesiyle başlayan; hücrelerin çoğalması, göç etmesi,

farklılaşması ve olgunlaşması gibi damar oluşumuna ilişkin bir dizi ardışık evreyi kapsayan bir süreçtir (Yasul vd., 2023). Mevcut damarın endotel hücrelerinin bazal membranında proteolitik bozulmalar görülmektedir. Böylelikle endotel hücrelerinin ayrılması ve stroma içerisine doğru göçü kolaylaşmaktadır. Göç eden ve aktin filamentleri ile filopodiler oluşturarak tomurcuklanmayı belirli uyaranlara doğru yönlendiren hücrelere tip (uç) hücreleri adı verilmektedir (Ribatti ve Crivellato, 2012). Uç hücreleri çok az çoğalma yeteneğine sahip hücrelerdir ve çoğu durumda çoğalma göstermeksizin fonksiyonlarını sürdürmektedir. Uç hücreleri, vasküler bazal membran hasarını ve böylelikle endotel hücrelerinin bağ dokuya invazyonunu sağlamak için plazmin, matris metalloproteinazlar (MMP'ler) ve diğer proteolitik enzimleri salgılamaktadır (Ivanov ve Chabbarov, 2023). Uç hücreleri yeni damar oluşumunu uyaran VEGF sinyaline doğru kemotaksis ile hareket etmektedir. Bu hareketi filopodilerinde bulunan VEGFR-2 reseptörleri aracılığıyla sağlamaktadır (Ivanov ve Chabbarov, 2023). Göç eden uç hücrelerini takip eden endotel hücrelerine sap hücreleri denmektedir. Sap hücreleri uç hücreleriyle beraber uyarıcı faktörlere doğru büyüyen yeni damar tomurcuğunu oluşturmaktadır. Daha az filopod üreten sap hücreleri yeni damarın lümenini oluşturan hücrelerdir. Oluşturulan damar tomurcuğunun uzaması için proliferasyon kapasiteleri yüksektir. Endotel hücrelerinin uç veya sap hücrelerine fenotipik farklılaşması VEGF, Jagged-1 (JAG-1) gibi proanjiyojenik faktörler ile delta benzeri ligand 4 (Dll4)-Notch aktivitesi gibi endotel hücre çoğalmasını baskılayan faktörler arasındaki dengeye bağlı olarak oldukça geçici ve geri dönüşümlüdür (Ribatti ve Crivellato, 2012). Sap hücrelerinin arkasında bulunan falanks hücreleri yeni damarın iç yüzeyini döşeyen tek sıralı hücre katmanını meydana getirmektedir (Şekil 1). Lümen stabilizasyonunda ve sap hücreleriyle beraber bariyer fonksiyonunda görev almaktadır (Carmeliet vd., 2017). Anjiyogenik tomurcuklanmayı takiben dolaşımın tamamlanması için diğer damarlarla anastomozlar oluşturulmaktadır. Yeniden bazal membran şekillenmesi, perisitlerin yerleşmesi, endotel hücrelerinin farklılaşıp olgunlaşmasıyla damar oluşum süreci tamamlanmaktadır (Hamutoğlu ve Önder, 2017).



Şekil 1: Anjiyogenez sırasında endotel hücre farklılaşması: Özelleşmiş endotel hücreleri (yeşil) yeni damar tomurcuğu oluşumunu yönetirken, perisitler (mavi) damar yapısını stabilize eder ve bazal lamina (kırmızı) oluşumu sağlanır (Siemerink vd., 2013).

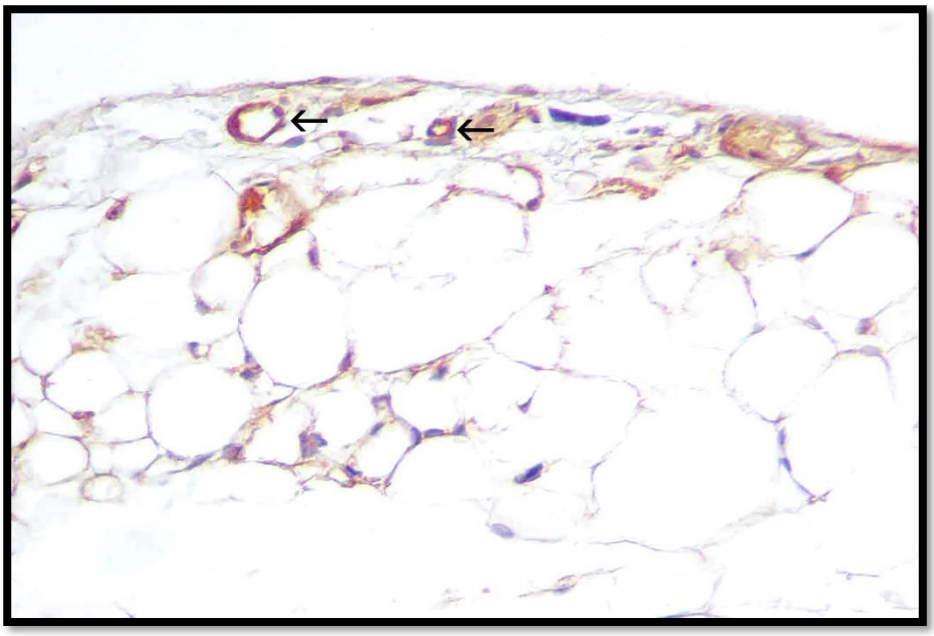
Anjiyogenez fizyolojik ve patolojik koşullar altında ortaya çıkmaktadır. Fizyolojik anjiyogenez embriyonik dönemde başlamakla beraber yetişkin dokularda da mevcut vasküler yapıların büyüme ve çoğalma süreci görülmektedir. Patolojik anjiyogenezde çeşitli uyaranların (tümör, kronik inflamasyon vb.) etkisiyle oluşan yeni damarlar anormal düzenlenişte, homojen dağılım göstermeyen, belirli hiyerarşik yapıya uymayan bir yapı sergilemektedir. (Dvorak, 2005).

DOKULARDA ANJİYOGENEZİN BELİRLENMESİNDE SIKLIKLA KULLANILAN İMMUNOHİSTOKİMYASAL BELİRTEÇLER

Kan damarlarının gelişimi vasküler endotelden gelen sinyaller ile kan serumunda veya hücre dışı matrikste bulunan büyüme faktörleri ve diğer sinyal moleküllerinin etkileşimleriyle gelişmektedir (McCOLL vd., 2004). Anjiyogenezi *in vivo* değerlendirmek için birden fazla analiz yöntemi oluşturulmuştur (Zhou vd., 2016). Yeni gelişen mikrodamarların immunohistokimyasal tespitinde endotel hücrelerinin çeşitli belirteçleri kullanılmıştır (Baluk ve McDonald, 2008).

1.VEGF

VEGF'in kan damarları ve lenfatik damarların endotel hücrelerinin *in vivo* ve *in vitro* sağ kalımını düzenlediği bildirilmektedir. Hücre mitozunu uyararak endotel hücre proliferasyonunu sağlamasının yanı sıra antiapoptotik proteinlerin ekspresyonunu da indüklemektedir. Monositlerin kemotaksisini, B lenfosit hücre üretimini, olgunlaşmamış miyeloid hücrelerin üretimini artırmaktadır. VEGF damar permeabilitesini artırdığından vasküler geçirgenlik faktörü (VPF) adıyla da bilinmektedir (Byrne vd., 2005; Güzel, 2015). Çoğunlukla endotel hücreleri olmak üzere hematopoietik ve stromal hücreler hipoksiyle veya dönüştürücü büyüme faktörü (TGF), trombosit kaynaklı büyüme faktörü (PDGF) gibi büyüme faktörleriyle uyarıldığında VEGF üretebilmektedir (Şekil 2) (Cebe-Suarez vd., 2006). Anjiyogenezin anahtar sinyal molekülü olarak kabul edilen VEGF memelilerde VEGF-A, VEGF-B, VEGF-C, VEGF-D ve plasental büyüme faktörü (PlGF) olmak üzere beş gen tarafından kontrol edilmektedir. Embriyonik dönemde tek bir VEGF genindeki bozulma, kusurlu damar sistemine ve ölüme neden olmaktadır (McCOLL vd., 2004). VEGF-A'nın anjiyogenezin en güçlü uyaranı olduğu bildirilmektedir (Lyons III vd., 2010). VEGF'ler etkilerini VEGFR adı verilen tirozin kinaz reseptörleri ve nöropilinler adı verilen tirozin olmayan kinaz reseptörleri aracılığıyla göstermektedir (Holmes ve Zachary, 2005). Başlıca VEGF tipleri VEGFR-1 (Flt-1), VEGFR-2 (KDR/Flk-1) ve VEGFR-3 (Flt-4)'dir. Yapılan çalışmalarda VEGFR-2 ve VEGFR-1'i kodlayan genlerin bozulmasının, kan damarı oluşumunda anormalliklere neden olduğu gösterilmiştir (Neufeld vd., 1999). Başlangıçta VEGF reseptörleri endotel spesifik olarak tanımlanmıştır; ancak daha sonraki çalışmalar, tümör hücreleri gibi endotel dışı kökenli çeşitli hücre tiplerinde de varlıklarını bildirmiştir (Cebe-Suarez vd., 2006). Ayrıca VEGFR-1 düz kas hücrelerinde, monositlerde, çeşitli kök hücre tiplerinde ve kemik iliği kaynaklı hematopoietik hücrelerde geniş bir dağılım göstermektedir. Buna karşılık VEGFR-2 endotel hücrelerine ek olarak pankreas kanal hücrelerinde ve endotel progenitör hücrelerinde de ifade edilmektedir (Costa vd., 2004).



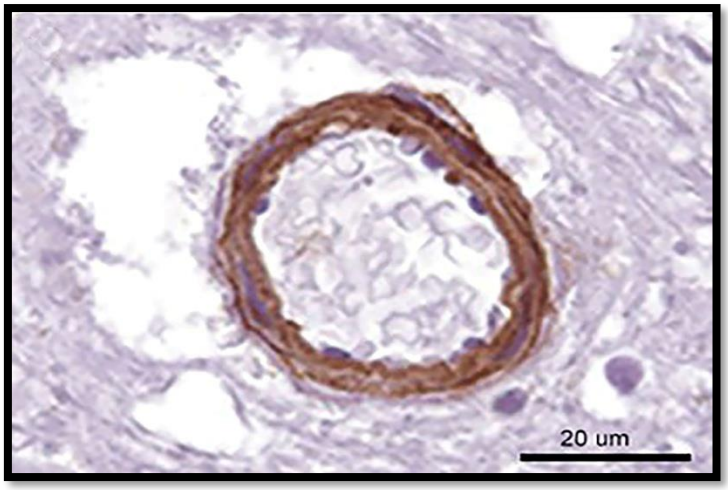
Şekil 2: Bağ dokudaki kapillar damarlarda VEGF ekspresyonunun immunhistokimyasal olarak gösterimi. Ok: Kapillar damar, x40 büyütme.

2.CD31

Epitel ve endotel hücreleri birbirlerine sıkı bağlantılar ve tutundurucu bağlantılar aracılığıyla bağlanarak fiziksel bir bariyer oluşturmaktadır. Bu bağlantı komplekslerinin dışında endotel hücreleri arasında hücre adezyon molekülleri (CAM) bulunmaktadır (Terekeci vd., 2008). İntegrinler, selektinler, immunoglobulin (Ig) süper ailesi, kaderinler olmak üzere dört grupta incelenen adezyon molekülleri hücre-hücre adezyonunu başlatma, sürdürme süreçlerinde görev almaktadır (Şensoy ve Öznurlu, 2009). Trombosit endotel hücre adezyon molekülü-1 veya PECAM-1 olarak bilinen CD31 hücre adezyon moleküllerinin Ig süper ailesinin içerisinde bulunmaktadır. Endotel hücrelerinde yüksek oranda ifade edilmesinin yanı sıra monositler, trombositler, nötrofiller, T hücresi, B hücresi ve eritroid olmayan hematopoietik hücre popülasyonunun çoğunda bulunmaktadır (Privratsky ve Newman, 2014). Endotel hücre göçü ve yeni damar oluşumu sırasında sinyal iletimi ile anjiyogenezde rol oynamaktadır (Sheibani, 2006). Bu nedenle kan damarlarının ve daha az ifade edildiği lenf damarlarının bir belirteci olarak araştırmalarda kullanılmaktadır (Sheibani, 2006). Yapılan çalışmalarda PECAM-1 geninin yokluğunun yeni damar oluşumunu ve var olan damarların büyüyüp genişlemesini olumsuz yönde etkilediği bildirilmektedir (Chen vd., 2010; Chen ve Tzima, 2009).

3.Kollajen IV

Epitel ile bağ doku arasında bazal membran adı verilen bir katman bulunmaktadır. Çoğunlukla epitel hücrelerinin bazal kısmında bulunmakla beraber yağ hücrelerinin ve kas liflerinin çevresinde de bazal membran görülmektedir. Bazal membran fiziksel bir bariyer oluşturmasının yanı sıra hücre polaritesi, hücre göçü, hücre proliferasyonu, hücre metabolizması süreçlerinde de etkileyici bir rol üstlenmektedir (Eşrefoğlu, 2016; Ross ve Pawlina, 2006). Bazal membran epitel hücrelerine komşu olan bazal lamina ve bağ dokuya komşu olan retiküler lamina katmanından meydana gelmektedir. Bazal lamina bölgesinde kollajen, laminin, elastin, glikoproteinler ve proteoglikanlar bulunmaktadır. Bazal laminanın içerdiği kollajenlerin %50'si tip IV kollajendir (Şekil 3) (Eşrefoğlu, 2016). Bu nedenle tip IV kollajen, anjiyogenezin düzenlenmesinde rol oynayan önemli bir bazal membran bileşeni olarak bilinmektedir. Yapılan çalışmalarda tip IV kollajenin, damar uzaması, hücre proliferasyonu ve yeni damarların stabilizasyonu üzerinde doza bağlı etkiler gösterdiği bildirilmektedir (Bonanno vd., 2000). Canlı organizmada anjiyogenez bazal membrandaki bozulma ile başlamaktadır. Endotelin uç hücreleri bazal membrandan ayrılarak uyarana doğru göç ederek yeni damar tomurcukları oluştmaktadır. Bu yeni damar tomurcuğunun dış tabakasındaki endotel hücreleri bazal membran bileşenlerini baskın şekilde ifade etmektedir. Bu nedenle endotel hücreleri tarafından kollajen IV'ün sentezi ve birikimi vasküler sağkalım ve yeni damar oluşumu için kritik önem taşımaktadır (Bahramsoltani vd., 2014).



Şekil 3: Beyin dokusundaki bir arterde kollajen IV'ün immunhistokimyasal gösterimi (Kumar vd., 2022).

4.Von Willebrand Faktör (VWF)

VWF endotel hücrelerinden ve megakaryositlerden salgılanmaktadır (Sadler, 1998). Endotel hücrelerinden salgılanan VWF doğrudan plazmaya salgılanabilmekle beraber endotel hücrelerine özgü Weibel-Palade cisimcikleri olarak bilinen organallerde depolanabilmektedir. Diğer bir depolanma yeri de trombositlerdir (Ruggeri, 2003). Hemostatik fonksiyonunu faktör VIII'e, trombosit yüzey glikoproteinlerine ve subendotelyal bağ dokusu bileşenlerine bağlanarak gerçekleştirmektedir. Damar hasarı meydana geldiğinde VWF, subendotelyal bağ dokusunda bulunan kollajenlere bağlanarak trombositlerin yaralanma bölgesine bağlanmasını ve agregasyonunu sağlamaktadır. Eş zamanlı olarak faktör VIII'i dolaşımda stabilize ederek fibrin oluşmasını desteklemektedir (Peyvandi vd., 2011). *In vitro* ve *in vivo* çalışmalar, VWF'nin anjiyogenezi hem hücre içi hem de hücre dışı birden fazla yolak aracılığıyla düzenleyebileceğini göstermektedir (Randi vd., 2018). Çoğunlukla endotel hücrelerinde sentezi gerçekleştiğinden genellikle endotel hücreleri için bir immunohistokimyasal belirteç olarak kullanılmaktadır (Yamamoto vd., 1998).

SONUÇ

Damar oluşum süreçlerinin anlaşılması, temel bilgiler ile deneysel ve klinik araştırmalar arasındaki bağlantıyı açıklamak açısından kıymetlidir. Bu kitap bölümünde, damarlaşma mekanizmalarının altında yatan moleküler düzenekler, başta VEGF olmak üzere kilit faktörler ışığında irdelenmiştir. Damarlaşma dinamik bir süreçtir ve süreç boyunca birçok ara molekül damarlaşmanın farklı aşamalarında görev almaktadır. VEGF, CD31, Kollajen IV ve VWF gibi belirteçler anjiyogenezi belirlemede öne çıkan belirteçlerdir ancak bu belirteçler tek başına anjiyogenezin yoğunluğunu saptamak için yeterli olmayıp birbirini tamamlayıcı niteliktedir. Bu bütünleşik yaklaşım, gelecekte geliştirilecek hedefe yönelik terapötik stratejilerin temelini oluşturmak açısından vazgeçilmezdir.

REFERANSLAR

Bahramsoltani, M., Slosarek, I., De Spiegelaere, W., ve Plendl, J. (2014). Angiogenesis and collagen type IV expression in different endothelial cell culture systems. *Anatomia, histologia, embryologia*, *43*(2), 103-115.

Baluk, P., ve McDonald, D. M. (2008). Markers for microscopic imaging of lymphangiogenesis and angiogenesis. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1131*(1), 1-12.

Bonanno, E., Iurlaro, M., Madri, J. A., ve Nicosia, R. F. (2000). Type IV collagen modulates angiogenesis and neovessel survival in the rat aorta model. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Animal*, *36*(5), 336-340.

Byrne, A. M., Bouchier-Hayes, D. J., ve Harmey, J. H. (2005). Angiogenic and cell survival functions of vascular endothelial growth factor (VEGF). *Journal of cellular and molecular medicine*, *9*(4), 777-794.

Carmeliet, P., Eelen, G., ve Kalucka, J. (2017). Arteriogenesis versus angiogenesis. *The ESC Textbook of Vascular Biology*, *105*.

Cebe-Suarez, S., Zehnder-Fjällman, A., ve Ballmer-Hofer, K. (2006). The role of VEGF receptors in angiogenesis; complex partnerships. *Cellular and molecular life sciences*, *63*(5), 601.

Chen, Z., Rubin, J., ve Tzima, E. (2010). Role of PECAM-1 in arteriogenesis and specification of preexisting collaterals. *Circulation research*, *107*(11), 1355-1363.

Chen, Z., ve Tzima, E. (2009). PECAM-1 is necessary for flow-induced vascular remodeling. *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*, *29*(7), 1067-1073.

Costa, C., Soares, R., ve Schmitt, F. (2004). Angiogenesis: now and then. *Apmis*, *112*(7-8), 402-412.

Dudley, A. C., ve Griffioen, A. W. (2023). Pathological angiogenesis: mechanisms and therapeutic strategies. *Angiogenesis*, *26*(3), 313-347.

Dvorak, H. (2005). Angiogenesis: update 2005. *Journal of Thrombosis and Haemostasis*, *3*(8), 1835-1842.

Eşrefoğlu, M. (2016). Genel Histoloji 2. Baskı.

Ferrara, N., Carver-Moore, K., Chen, H., Dowd, M., Lu, L., O'Shea, K. S., Powell-Braxton, L., Hillan, K. J., ve Moore, M. W. (1996). Heterozygous embryonic lethality induced by targeted inactivation of the VEGF gene. *Nature*, *380*(6573), 439-442.

Güzel, D. (2015). Damar Oluşum Fizyolojisi ve Vasküler Endotelyal Büyüme Faktörü. *Journal of Human Rhythm*, *1*(2), 42-45.

Hamutoğlu, R., ve Önder, O. (2017). Fizyolojik ve patolojik koşullarda anjiyogenezin rolü. *İstanbul Bilim Üniversitesi Florence Nightingale Transplantasyon Dergisi*, *2*(2), 56-62.

Holmes, D. I., ve Zachary, I. (2005). The vascular endothelial growth factor (VEGF) family: angiogenic factors in health and disease. *Genome biology*, *6*(2), 209.

Hudlicka, O. (1998). Is physiological angiogenesis in skeletal muscle regulated by changes in microcirculation? *Microcirculation*, *5*(1), 7-23.

Ivanov, A., ve Chabbarov, Y. R. (2023). Mechanisms of physiological angiogenesis. *Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology*, *59*(3), 914-929.

Jackson, J. R., Seed, M. P., Kircher, C. H., Willoughby, D. A., ve Winkler, J. D. (1997). The codependence of angiogenesis and chronic inflammation. *The FASEB journal*, *11*(6), 457-465.

Kumar, A. A., Yeo, N., Whittaker, M., Attra, P., Barrick, T. R., Bridges, L. R., Dickson, D. W., Esiri, M. M., Farris, C. W., ve Graham, D. (2022). Vascular collagen type-IV in hypertension and cerebral small vessel disease. *Stroke*.

Lyons III, J. M., Schwimer, J. E., Anthony, C. T., Thomson, J. L., Cundiff, J. D., Casey, D. T., Maccini, C., Kucera, P., Wang, Y.-Z., ve Boudreaux, J. P. (2010). The role of VEGF pathways in human physiologic and pathologic angiogenesis. *Journal of surgical Research*, *159*(1), 517-527.

McCOLL, B. K., Stacker, S. A., ve Achen, M. G. (2004). Molecular regulation of the VEGF family–inducers of angiogenesis and lymphangiogenesis. *Apmis*, *112*(7-8), 463-480.

Muñoz-Chápuli, R. (2011). Evolution of angiogenesis. *The International journal of developmental biology*, *55*(4-5), 345-351.

Neufeld, G., Cohen, T., Gengrinovitch, S., ve Poltorak, Z. (1999). Vascular endothelial growth factor (VEGF) and its receptors. *The FASEB Journal*, *13*(1), 9-22.

Peyvandi, F., Garagiola, I., ve Baronciani, L. (2011). Role of von Willebrand factor in the haemostasis. *Blood Transfusion*, *9*(Suppl 2), s3.

Privratsky, J. R., ve Newman, P. J. (2014). PECAM-1: regulator of endothelial junctional integrity. *Cell and Tissue Research*, *355*(3), 607-619.

Randi, A. M., Smith, K. E., ve Castaman, G. (2018). von Willebrand factor regulation of blood vessel formation. *Blood, The Journal of the American Society of Hematology*, *132*(2), 132-140.

Ribatti, D., ve Crivellato, E. (2012). "Sprouting angiogenesis", a reappraisal. *Developmental biology*, *372*(2), 157-165.

Ross, M. H., ve Pawlina, W. (2006). *Histology*. Lippincott Williams & Wilkins.

Ruggeri, Z. M. (2003). von Willebrand factor. *Current Opinion in Hematology*, *10*(2), 142-149.

Sadler, J. E. (1998). Biochemistry and genetics of von Willebrand factor. *Annual review of biochemistry*, *67*(1), 395-424.

Sheibani, N. 2006. Thrombospondin-1, PECAM-1, and Regulation of Angiogenesis. In: Wiley Online Library.

Siemerink, M. J., Klaassen, I., Van Noorden, C. J., ve Schlingemann, R. O. (2013). Endothelial tip cells in ocular angiogenesis: potential target for anti-angiogenesis therapy. *Journal of Histochemistry & Cytochemistry*, *61*(2), 101-115.

Şensoy, E., ve Öznurlu, Y. (2009). Hücre adezyon molekülleri. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, *4*(1), 57-68.

Terekeci, M. H., Sahan, B., ve Lop, C. (2008). HÜCRE ADEZYON MOLEKÜLLERİ. *Nobel Medicus Journal*, *4*(1).

Yamamoto, K., de Waard, V., Fearns, C., ve Loskutoff, D. J. (1998). Tissue distribution and regulation of murine von Willebrand factor gene expression in vivo. *Blood, The Journal of the American Society of Hematology*, *92*(8), 2791-2801.

Yasul, Y., Akbulut, T., ve Yasul, M. E. (2023). Egzersize Bağlı Modellenen Anjiyogenez Mekanizmasında Fizyolojik Değişimler: Kalp Kası ve İskelet

Kası İncelemesi. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, *12*(1), 334-340.

Zhou, Z., Pausch, F., Schlötzer-Schrehardt, U., Brachvogel, B., ve Pöschl, E. (2016). Induction of initial steps of angiogenic differentiation and maturation of endothelial cells by pericytes in vitro and the role of collagen IV. *Histochemistry and cell biology*, *145*(5), 511-525.

Resveratrol: Son On Yılın Gözünden Moleküler Mekanizmalar, Sağlık Üzerine Etkileri ve Klinik Potansiyeli

Şerife TÜTÜNCÜ[1]
Nurcan DELİCE[2]

1- Prof.Dr.; Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı. serife.tutuncu@omu.edu.tr ORCID No: 0000-0001-6834-7244
2- Dr. Araş.Gör.; Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı. nurcan.delice@omu.edu.tr ORCID No: 0000-0003-3309-2258

ÖZET

Resveratrol (3,5,4'-trihidroksi-trans-stilben), başta kırmızı üzüm, yer fıstığı ve çeşitli dutsu meyveler olmak üzere birçok bitkide doğal olarak bulunan bir polifenolik bileşiktir. Son yıllarda, antioksidan, anti-inflamatuar, kardiyoprotektif, nöroprotektif ve anti-kanser gibi geniş bir biyolojik aktivite yelpazesi göstermesi nedeniyle bilim dünyasının yoğun ilgisini çekmiştir. Bu derleme, resveratrolün moleküler etki mekanizmalarını, çeşitli hastalık modellerindeki terapötik potansiyelini, farmakokinetik profilini ve klinik uygulamalardaki yerini son on yıllık (2015-2025) literatür ışığında kapsamlı bir şekilde incelemeyi amaçlamaktadır. Resveratrolün SIRT1 (sirtuin 1) gibi kritik sinyal yolaklarını modüle ederek oksidatif stresi azalttığı, inflamasyonu baskıladığı, apoptozu düzenlediği ve otofajiyi teşvik ettiği gösterilmiştir. Bununla birlikte, düşük biyoyararlanımı ve hızlı metabolizması, klinik etkinliğini sınırlayan temel zorluklardır. Bu derlemede, bu zorlukların üstesinden gelmek için geliştirilen nano-formülasyonlar gibi yeni stratejiler de ele alınacak ve resveratrolün insan sağlığındaki gelecekteki rolünü aydınlatmak için gereken klinik çalışmalar ve araştırma yönelimleri tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler – Resveratrol, Moleküler Etki Mekanizmaları, Farmakokinetik Etki.

GİRİŞ

Doğal bileşiklerin insan sağlığı üzerindeki olumlu etkileri, binlerce yıldır geleneksel tıbbın temelini oluşturmuş ve modern bilimin de her zaman ilgi odağında yer almıştır. Bu bileşiklerden biri olan resveratrol, özellikle 1990'larda "Fransız Paradoksu" olarak bilinen olgunun açıklanmasında potansiyel bir rol oynamasıyla popülerlik kazanmıştır. Fransız Paradoksu, doymuş yağ açısından zengin bir diyet tüketmelerine rağmen Fransız popülasyonunda kardiyovasküler hastalık insidansının beklenenden düşük olmasını ifade eder ve bu durum, düzenli ve ölçülü kırmızı şarap tüketimiyle ilişkilendirilmiştir (Çıracı ve Yılmaz, 2021:70; Gaj, 2021:10152). Kırmızı şarabın bu koruyucu etkisinin arkasındaki anahtar moleküllerden birinin resveratrol olduğu düşünülmektedir.

Resveratrol, bitkilerin çevresel stres faktörlerine (örneğin, mantar enfeksiyonları, UV radyasyonu) karşı ürettiği bir fitoaleksindir. Kimyasal olarak bir stilben türevi olan bu molekül, trans- ve cis- olmak üzere iki izomerik formda bulunur, ancak biyolojik olarak daha aktif ve stabil olan formu trans-resveratroldür (Berman, 2017:35). Yapılan çok sayıda in vitro ve in vivo çalışma, resveratrolün sadece kardiyovasküler sistem üzerinde değil, aynı zamanda kanser, nörodejeneratif hastalıklar, diyabet, inflamatuar bozukluklar ve yaşlanma süreci gibi çok çeşitli patolojik durumlarda da

faydalı etkiler gösterebileceğini ortaya koymuştur (Zhang vd., 2021: 112166; Kapetanovic vd., 2013:593; Brown ve Ruf, 2024:747).

Bu derlemenin amacı, son on yıl içinde resveratrol üzerine yapılmış bilimsel çalışmaları sentezleyerek, bu umut verici molekülün etki mekanizmalarını, potansiyel terapötik uygulamalarını, farmakokinetik zorluklarını ve güvenliğini güncel bir bakış açısıyla sunmaktır. Bu kapsamda, resveratrolün hücresel düzeydeki hedefleri, sinyal yolakları üzerindeki etkileri ve bu etkilerin klinik yansımaları detaylı bir şekilde incelenecektir.

MOLEKÜLER ETKİ MEKANİZMALARI

Resveratrolün geniş terapötik potansiyeli, çok sayıda hücre içi sinyal yolağını ve moleküler hedefi aynı anda modüle etme yeteneğinden kaynaklanmaktadır. Bu bölümde, resveratrolün antioksidan, anti-inflamatuar ve sirtuin aktivasyonu gibi temel etki mekanizmaları ele alınacaktır.

1. Antioksidan Özellikler

Oksidatif stres, reaktif oksijen türlerinin (ROS) üretimi ile vücudun antioksidan savunma mekanizmaları arasındaki dengenin bozulması sonucu ortaya çıkar ve birçok kronik hastalığın patogenezinde merkezi bir rol oynar. Resveratrol, hem doğrudan bir serbest radikal temizleyici olarak hem de dolaylı olarak endojen antioksidan savunma sistemlerini güçlendirerek güçlü antioksidan etkiler gösterir.

Resveratrolün dolaylı antioksidan mekanizması, özellikle Nrf2 (Nükleer faktör eritroid 2-ilişkili faktör 2) sinyal yolağının aktivasyonu üzerinden gerçekleşir. Normal koşullarda sitoplazmada Keap1 (Kelch-benzeri ECH-ilişkili protein 1) tarafından baskılanan Nrf2, resveratrol gibi indükleyiciler varlığında Keap1'den ayrılarak çekirdeğe transloke olur. Çekirdekte, antioksidan yanıt elementi (ARE) olarak bilinen DNA dizilerine bağlanarak, hem oksijenaz-1 (HO-1), süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve glutatyon peroksidaz (GPx) gibi faz II detoksifikasyon ve antioksidan enzimlerin ekspresyonunu artırır (Ren vd., 2025: e70252; Bohara ve Vetal, 2022:19; Godos vd., 2021: 1368949; Ko vd., 2017: 2589). Bu mekanizma, resveratrolün hücreleri oksidatif hasara karşı uzun süreli korumasını sağlar. Ayrıca, resveratrolün pro-oksidan enzimler olan NADPH

oksidaz ve miyeloperoksidaz gibi sistemleri inhibe ettiği de gösterilmiştir (Ren vd., 2025: e70252).

2. Anti-inflamatuar Etkiler

Kronik düşük dereceli inflamasyon, kardiyovasküler hastalıklardan kansere kadar birçok yaşa bağlı hastalığın temelinde yatan bir süreçtir. Resveratrol, inflamatuar yanıtı birden fazla seviyede modüle ederek güçlü anti-inflamatuar özellikler sergiler.

Ana mekanizmalardan biri, inflamasyonun merkezi düzenleyicisi olan NF-κB (Nükleer Faktör kappa B) sinyal yolağının inhibisyonudur. Resveratrol, NF-κB'yi sitoplazmada inaktif halde tutan IκB proteininin fosforilasyonunu ve yıkımını engelleyerek, NF-κB'nin çekirdeğe girmesini ve pro-inflamatuar genlerin (örneğin, TNF-α, IL-1β, IL-6 ve COX-2) transkripsiyonunu başlatmasını önler (Arbo vd., 2020: 103 Rahman vd., 2020: 12; Zhou vd., 2021: 9932218; Wu vd., 2024: e37908). Bu inhibisyon, kısmen SIRT1 aktivasyonu yoluyla NF-κB'nin p65 alt biriminin deasetilasyonunu içerebilir (Yıldırım, 2023:458; Yasmin vd., 2025: 8450).

Buna ek olarak, resveratrol, araşidonik asit metabolizmasında yer alan siklooksijenaz (COX) ve lipoksijenaz (LOX) enzimlerini de hedefler. Özellikle, pro-inflamatuar prostaglandinlerin ve lökotrienlerin üretiminden sorumlu olan COX-2 enziminin aktivitesini ve ekspresyonunu doğrudan baskıladığı gösterilmiştir (Rege vd., 2014:218; Wang, 2020:433; Griñán-Ferré vd., 2021: 101283). Ayrıca, MAPK (Mitojenle aktive olan protein kinaz) sinyal yolağının (ERK, JNK ve p38) aktivasyonunu baskılayarak da inflamatuar yanıtı kontrol altında tutar (Bhullar vd., 2015:1209; Rogina, 2024: 1393181).

3. Sirtuin Aktivasyonu

Resveratrolün en çok bilinen ve çalışılan mekanizmalarından biri, sirtuinler olarak adlandırılan NAD+ bağımlı deasetilaz sınıfı enzim ailesini aktive etme yeteneğidir. Memelilerde yedi farklı sirtuin (SIRT1-SIRT7) bulunur ve bu proteinler enerji metabolizması, DNA onarımı, hücre sağkalımı ve yaşlanma gibi temel hücresel süreçleri düzenler (Li vd., 2017: 65717; Leis vd., 2022:659).

Resveratrol, özellikle SIRT1'in güçlü bir aktivatörü olarak kabul edilir. SIRT1 aktivasyonu, resveratrolün birçok faydalı etkisinin altında yatan anahtar mekanizma olarak görülmektedir. Örneğin, SIRT1, PGC-1α (Peroksizom proliferatör ile aktive olan reseptör gama koaktivatörü 1-alfa) proteinini deasetile ederek mitokondriyal biyogenezi ve fonksiyonunu artırır, bu da hücresel enerji seviyelerini yükseltir ve oksidatif stresi azaltır (Göldağ ve Doğan, 2023:40; Keskin ve Sencar, 2023:246). Ayrıca, SIRT1, FOXO

(Forkhead box O) transkripsiyon faktörlerini aktive ederek strese direnç ve uzun ömür ile ilişkili genlerin ekspresyonunu teşvik eder (Alarcon ve Villegas, 2005:405: Hou vd., 2019:535).

SIRT1 aktivasyonu aynı zamanda metabolik sağlık için de kritik öneme sahiptir. Karaciğerde glukoneogenez ve yağ asidi oksidasyonunu düzenler, pankreasta insülin salınımını modüle eder ve yağ dokusunda lipolizi etkiler. Bu nedenle, resveratrolün SIRT1 üzerinden metabolik sendrom, tip 2 diyabet ve obezite gibi durumlarda potansiyel terapötik faydalar sunabileceği düşünülmektedir (Batista-Jorge vd., 2024:103).

FARMAKOKİNETİK: BİYOYARARLANIM ve METABOLİZMA ZORLUKLARI

Resveratrolün umut verici biyolojik aktivitelerine rağmen, klinik uygulamadaki en büyük engellerden biri düşük oral biyoyararlanımıdır. Bu durum, molekülün emilim, dağılım, metabolizma ve atılım (ADME) özelliklerinden kaynaklanmaktadır.

1. Emilim ve İlk Geçiş Metabolizması

Oral olarak alındığında, resveratrolün yaklaşık %75'i bağırsaklardan emilir, bu da yüksek bir emilim oranına işaret eder (Kapetanovic vd., 2011:593; Walle, 2011:9). Emilim, esas olarak transepitelyal difüzyon yoluyla gerçekleşir. Ancak, emilen resveratrol, bağırsak duvarında ve özellikle karaciğerde yoğun bir ilk geçiş metabolizmasına uğrar. Bu süreçte, molekül hızla sülfat ve glukuronid konjugatlarına dönüştürülür. Sonuç olarak, dolaşıma geçen serbest ve biyolojik olarak aktif trans-resveratrol miktarı oldukça düşüktür ve oral biyoyararlanımın %1'den az olduğu rapor edilmiştir (Kapetanovic vd., 2011:593; Walle, 2011:9).

2. Metabolitlerin Rolü

Dolaşımdaki resveratrolün büyük çoğunluğunu oluşturan bu sülfat ve glukuronid metabolitlerinin biyolojik olarak tamamen inaktif olup olmadığı hala bir tartışma konusudur. Bazı çalışmalar, bu metabolitlerin de belirli biyolojik aktiviteler gösterebileceğini veya dokularda bir tür "depo" görevi görerek yavaşça serbest resveratrolü salabileceğini öne sürmektedir (Berman vd., 2017:35; Godos vd., 2024: 1368949). Örneğin, resveratrol sülfat metabolitlerinin in vitro ortamda belirli anti-inflamatuar etkiler

gösterdiği bulunmuştur (Godos vd., 2024: 1368949). Ancak, bu metabolitlerin klinik etkileri ve mekanizmaları henüz tam olarak aydınlatılmamıştır.

3. Biyoyararlanımı Artırma Stratejileri

Resveratrolün düşük biyoyararlanım sorununu aşmak için çeşitli stratejiler geliştirilmektedir. Bunlar arasında en umut verici olanlardan biri nano-taşıyıcı sistemlerin kullanılmasıdır.

- **Nano-formülasyonlar:** Lipozomlar, katı lipid nanopartiküller (SLN), polimerik nanopartiküller ve nanostrüktürlü lipid taşıyıcılar (NLC) gibi sistemler, resveratrolü enzimatik yıkımdan koruyarak, çözünürlüğünü artırarak ve hedeflenen dokulara taşınmasını sağlayarak biyoyararlanımını önemli ölçüde artırabilir (Kjær vd., 2017:1642; Zeraattalab-Motlagh vd., 2024:1689; Ren vd., 2025: e70252). Bu formülasyonlar, resveratrolün plazma konsantrasyonunu ve yarı ömrünü uzatarak terapötik etkinliğini artırma potansiyeline sahiptir.
- **Analogların Kullanımı:** Resveratrolün metillenmiş bir analoğu olan pterostilben, daha yüksek bir lipofilikliğe sahiptir ve bu sayede ilk geçiş metabolizmasına karşı daha dirençlidir. Yapılan karşılaştırmalı çalışmalar, pterostilbenin oral biyoyararlanımının resveratrol'den birkaç kat daha yüksek olduğunu göstermiştir. Bu durum, pterostilben ve benzeri analogları, resveratrolün yerine geçebilecek potansiyel adaylar haline getirmektedir (Kapetanovic vd., 2011:593; Ren vd., 2021:8).
- **Kombinasyon Terapileri:** Resveratrolün, metabolizmasını yavaşlatabilecek diğer bileşiklerle (örneğin, piperin gibi) birlikte verilmesi de biyoyararlanımını artırmak için araştırılan bir başka yaklaşımdır.

SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ ve TERAPÖTİK POTANSİYELİ

Resveratrolün çok yönlü moleküler mekanizmaları, onu çeşitli kronik hastalıkların önlenmesi ve tedavisinde potansiyel bir aday haline getirmektedir. Bu bölümde, son on yılda öne çıkan temel terapötik alanlar incelenecektir.

1. Kardiyovasküler Hastalıklar

Resveratrolün kardiyoprotektif etkileri en iyi belgelenmiş faydaları arasındadır. Bu etkiler, antioksidan ve anti-inflamatuar mekanizmaların yanı sıra endotel fonksiyonunu iyileştirme, kan basıncını düşürme, trombosit agregasyonunu inhibe etme ve lipid profilini düzenleme gibi bir dizi mekanizmayı içerir. Resveratrolün, SIRT1 aktivasyonu yoluyla endotel nitrik oksit sentaz (eNOS) aktivitesini artırarak vazodilatasyona (damar genişlemesi) katkıda bulunduğu gösterilmiştir (Gal vd., 2021: 10152). Klinik çalışmalar, resveratrol takviyesinin özellikle metabolik sendromlu veya obez bireylerde sistolik kan basıncını düşürebildiğini ortaya koymuştur (Gal vd., 2021: 10152). Ancak, tüm çalışmalar tutarlı sonuçlar vermemiştir ve optimal dozaj ve tedavi süresi hala belirsizdir (Kjær vd., 2017:1642; Zeraattalab-Motlagh vd., 2021:1689).

2. Kanser

Resveratrol, kanser gelişiminin başlangıç, ilerleme ve metastaz aşamaları dahil olmak üzere birçok aşamasını etkileyebilen kemopreventif (kanser önleyici) bir ajan olarak geniş çapta araştırılmıştır. Anti-kanser mekanizmaları arasında hücre döngüsünü durdurma, apoptozu (programlanmış hücre ölümü) tetikleme, anjiyogenezi (yeni kan damarı oluşumu) inhibe etme ve kanser hücrelerinin invazyonunu ve metastazını baskılama yer alır (Ko vd., 2017: 2589; Honari vd., 2019:180; Ren vd., 2021:8). Resveratrolün, kanser hücrelerini standart kemoterapötik ajanlara karşı daha duyarlı hale getirebileceği ve çoklu ilaç direncini tersine çevirebileceği de bildirilmiştir (Yıldırım, 2023:458; Yasmin, vd., 2025:8450). Kolorektal, meme, prostat ve akciğer kanseri gibi çeşitli kanser türlerinde umut verici sonuçlar elde edilmiş olsa da, bu bulguların çoğu preklinik modellere dayanmaktadır ve insanlarda etkinliğini doğrulamak için daha fazla klinik çalışmaya ihtiyaç vardır (Wang vd., 2020:433; Kursvietiene vd., 2021:2056).

3. Nörodejeneratif Hastalıklar

Resveratrolün kan-beyin bariyerini geçebilme yeteneği, onu Alzheimer, Parkinson ve Huntington gibi nörodejeneratif hastalıklar için cazip bir terapötik aday yapmaktadır. Nöroprotektif etkileri, beyindeki oksidatif stresi ve inflamasyonu azaltma, anormal protein birikimlerini (örneğin, Alzheimer hastalığındaki amiloid-beta plakları) temizlemeye yardımcı olan otofajiyi teşvik etme ve SIRT1 aktivasyonu yoluyla nöronal sağkalımı destekleme gibi mekanizmalara dayanmaktadır (Rege vd., 2014:218; Arbo vd., 2020: 619038; Griñán-Ferré vd., 2021:101283). Bir klinik çalışmada, Alzheimer hastalarına verilen resveratrol takviyesinin, plaseboya kıyasla amiloid-beta seviyelerinin beyin-omurilik sıvısında daha stabil kalmasına yardımcı olduğu gözlemlenmiştir (Rahman vd., 2020:619024; Wu vd., 2024:e29939). Bu bulgular umut verici olmakla

birlikte, resveratrolün bilişsel gerilemeyi yavaşlatmadaki rolünü kesin olarak belirlemek için daha büyük ve uzun süreli çalışmalara ihtiyaç vardır.

4. Yaşlanma ve Uzun Ömür

Resveratrol, kalori kısıtlamasının (CR) ömrü uzatıcı etkilerini taklit edebilen bir molekül olarak ün kazanmıştır. Kalori kısıtlaması, birçok organizmada yaşam süresini uzattığı bilinen en tutarlı müdahalelerden biridir ve bu etkisini kısmen SIRT1 aktivasyonu yoluyla gerçekleştirdiği düşünülmektedir. Resveratrolün de SIRT1'i aktive etmesi, onu potansiyel bir yaşlanma karşıtı bileşik haline getirmiştir. Maya, solucan, sinek ve kısa ömürlü balık gibi çeşitli model organizmalarda yapılan çalışmalar, resveratrolün yaşam süresini uzatabildiğini göstermiştir (Griñán-Ferré vd., 2021:101283; Zhou vd., 2021: 9932218; Kursvietiene vd., 2023:2056). Bu etkiler, mitokondriyal fonksiyonun iyileştirilmesi, oksidatif strese karşı direncin artırılması ve yaşa bağlı hücresel hasarın azaltılması ile ilişkilidir (Bhullar ve Hubbard, 2015:1209; Li vd., 2017:65717). İnsanlarda yaşam süresini uzatıp uzatmadığı bilinmemekle birlikte, yaşa bağlı hastalıkların gelişimini yavaşlatarak "sağlıklı yaşlanmaya" katkıda bulunma potansiyeli büyük bir ilgi konusudur (Leis vd., 2022:659; Rogina, 2024:1393181).

5. Metabolik Hastalıklar

Obezite, metabolik sendrom ve tip 2 diyabet gibi metabolik bozukluklar, modern toplumların en önemli sağlık sorunları arasındadır. Resveratrolün, insülin duyarlılığını artırma, kan şekeri seviyelerini düzenleme ve yağ metabolizmasını iyileştirme gibi etkileri olduğu gösterilmiştir. SIRT1 ve AMPK (AMP ile aktive olan protein kinaz) sinyal yolaklarını aktive ederek hücresel enerji dengesini düzenler (Hou vd., 2019:535). Bazı klinik çalışmalar, resveratrol takviyesinin diyabetik hastalarda glisemik kontrolü iyileştirebileceğini ve kan basıncını düşürebileceğini göstermiştir (Öztürk vd., 2017:230; Zheng vd., 2023:1164). Ancak, bazı çalışmalar da anlamlı bir etki bulamamıştır, bu da sonuçların tutarsız olduğunu ve etkinin hasta popülasyonuna, doza ve tedavi süresine bağlı olabileceğini düşündürmektedir (Kjær vd., 2017:1642; Zeraattalab-Motlagh vd., 2021:1689).

6. İnflamatuar ve Otoimmün Hastalıklar

Resveratrolün güçlü anti-inflamatuar ve immünomodülatör özellikleri, onu romatoid artrit, sistemik lupus eritematozus ve inflamatuar bağırsak hastalığı gibi otoimmün ve kronik inflamatuar durumların tedavisinde potansiyel bir yardımcı ajan olarak konumlandırmaktadır. Resveratrolün, pro-inflamatuar sitokinlerin üretimini baskıladığı, düzenleyici T hücrelerinin (Treg) fonksiyonunu artırdığı ve otoantikor üretimini azalttığı gösterilmiştir (de Brito Oliveira vd., 2017:526). Hayvan modellerinde umut verici sonuçlar elde edilmiş olsa da, bu alandaki insan klinik çalışmaları

henüz sınırlıdır ve resveratrolün bu hastalıklardaki rolünü netleştirmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

GÜVENLİK, YAN ETKİLER ve KLİNİK DEĞERLENDİRMELER

Genel olarak, resveratrol takviyeleri insanlarda iyi tolere edilir. Klinik çalışmalarda en sık bildirilen yan etkiler, özellikle yüksek dozlarda (günde 1 gramdan fazla) ortaya çıkan hafif ila orta şiddette gastrointestinal rahatsızlıklardır (örneğin, ishal, bulantı) (Bhullar ve Hubbard, 2015:1209; Zhou vd., 2021:9932218). Resveratrolün kan sulandırıcı (antiplatelet) etkileri olduğundan, warfarin gibi antikoagülan ilaçlar alan veya kanama bozukluğu olan kişilerin resveratrol takviyesi kullanırken dikkatli olmaları önerilir. Ayrıca, sitokrom P450 enzimleri üzerinden bazı ilaçlarla etkileşime girebileceği için, düzenli ilaç kullanan bireylerin bir sağlık profesyoneline danışmaları önemlidir.

Bugüne kadar yapılan klinik çalışmaların çoğu, resveratrolün güvenliğini doğrulamış ancak etkinliği konusunda karışık sonuçlar vermiştir. Bu tutarsızlıkların olası nedenleri arasında çalışmalardaki doz, formülasyon, tedavi süresi ve incelenen popülasyon farklılıkları yer almaktadır. Resveratrolün gerçek klinik potansiyelini ortaya koymak için, biyoyararlanımı artırılmış formülasyonlar kullanılarak tasarlanmış, büyük ölçekli, randomize, plasebo kontrollü ve uzun süreli çalışmalara acil ihtiyaç vardır.

SONUÇ VE GELECEK PERSPEKTİFLERİ

Resveratrol, son on yılda yapılan yoğun araştırmalarla çok yönlü biyolojik aktivitelere sahip umut verici bir doğal bileşik olarak kendini kanıtlamıştır. Antioksidan, anti-inflamatuar, anti-kanser ve yaşlanma karşıtı özellikleri, onu kardiyovasküler hastalıklardan nörodejeneratif bozukluklara kadar geniş bir yelpazedeki kronik hastalıkların önlenmesi ve tedavisinde potansiyel bir aday haline getirmektedir. Temel etki mekanizması, başta

SIRT1 olmak üzere, hücresel sağlık ve uzun ömür ile ilişkili anahtar sinyal yolaklarını modüle etme yeteneğine dayanmaktadır.

Bununla birlikte, resveratrolün terapötik bir ajana dönüşmesinin önündeki en büyük engel, düşük oral biyoyararlanımıdır. Bu zorluğun üstesinden gelmek, gelecekteki araştırmaların ana odak noktası olmalıdır. Nano-taşıyıcı sistemler ve pterostilben gibi daha stabil analoglar üzerine yapılan çalışmalar bu yönde atılmış önemli adımlardır. Gelecekte, resveratrolün etkinliğini ve güvenliğini kesin olarak belirlemek için iyi tasarlanmış, büyük ölçekli klinik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmalar, optimal dozajı, en etkili formülasyonu ve resveratrolün en çok fayda sağlayabileceği hasta alt gruplarını tanımlamalıdır. Sonuç olarak, resveratrol bilimi heyecan verici bir kavşaktadır ve bu doğal molekülün önümüzdeki yıllarda insan sağlığını iyileştirme potansiyeli oldukça yüksektir.

REFERANSLAR

Alarcon De La Lastra, C., & Villegas, I. (2005). Resveratrol as an anti-inflammatory and anti-aging agent: mechanisms and clinical implications. Molecular nutrition & food research, 49(5), 405–430.

Arbo, B. D., et al. (2020). Resveratrol Derivatives as Potential Treatments for Alzheimer's and Parkinson's Diseases. Front Aging Neurosci, 12, 103.

Batista-Jorge, G. C., et al. (2024). Resveratrol Effects on Metabolic Syndrome Features: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. Metabolites, 14(2), 103.

Berman, A. Y., Motechin, R. A., Wsen, A. O., & Holz, M. K. (2017). The therapeutic potential of resveratrol: a review of clinical trials. NPJ precision oncology, 1(1), 35.

Bhullar, K. S., & Hubbard, B. P. (2015). Lifespan and healthspan extension by resveratrol. Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Basis of Disease, 1852(6), 1209–1218.

Bohara, R. A., & Vetal, M. D. (2022). Recent Overview of Resveratrol's Beneficial Effects and Its Nano-formulation in Mitigating Various Diseases. Journal of Pharmaceutical Research International, 34(46A), 1-19.

Brown, K., & Ruf, S. (2024). Resveratrol for the Management of Human Health. *International Journal of Molecular Sciences*, *25*(2), 747.

Çıracı, E., & Yılmaz, İ. (2021). Resveratrolün Kardiyovasküler Hastalıklar Üzerine Etkileri. Beslenme ve Diyet Dergisi, 49(Ek Sayı 1), 70-76.

de Brito Oliveira, A. L., et al. (2017). Resveratrol Role in Autoimmune Disease-A Mini-Review. Journal of clinical & cellular immunology, 8(5), 526.

Gal, R., et al. (2021). The Effect of Resveratrol on the Cardiovascular System from Molecular Mechanisms to Clinical Results. International Journal of Molecular Sciences, 22(18), 10152.

Godos, J., et al. (2024). Resveratrol and vascular health: evidence from clinical and experimental studies. Frontiers in Pharmacology, 15, 1368949.

Göldağ, R., & Doğan, M. (2023). Resveratrolün Antioksidan Etkisi, Farmakolojik Özellikleri ve Bazı Sağlık Faydaları. International Conference on Recent and Innovative Results in Engineering and Technology, 40–45. https://doi.org/10.59287/icriret.1369

Griñán-Ferré, C., et al. (2021). The pleiotropic neuroprotective effects of resveratrol in cognitive decline and Alzheimer's disease. Ageing research reviews, 67, 101283.

Honari, M., Shafabakhsh, R., & Reiter, R. J. (2019). Resveratrol is a promising agent for colorectal cancer prevention and treatment: focus on molecular mechanisms. Cancer cell international, 19, 180.

Hou, C. Y., Tain, Y. L., & Yu, H. R. (2019). The Effects of Resveratrol in the Treatment of Metabolic Syndrome. International journal of molecular sciences, 20(3), 535.

Kapetanovic, I. M., Muzzio, M., Huang, Z., Thompson, T. N., & McCormick, D. L. (2011). Pharmacokinetics, oral bioavailability, and metabolic profile of resveratrol and its dimethylether analog, pterostilbene, in rats. *Cancer chemotherapy and pharmacology*, *68*(3), 593–601.

Keskin, O., & Sencar, A. (2023). Resveratrolün Sağlık Üzerine Etkileri. Sağlık Bilimlerinde Değer, 8(2), 246-254.

Kjær, T. N., Ornstrup, M. J., Poulsen, M. M., Jørgensen, J. O., Hougaard, D. M., Richelsen, B., & Pedersen, S. B. (2017). No Beneficial Effects of Resveratrol on the Metabolic Syndrome: A Randomized Placebo-Controlled Clinical Trial. The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism, 102(5), 1642–1651.

Ko, J. H., Sethi, G., Um, J. Y., Shanmugam, M. K., Arfuso, F., Kumar, A. P., Bishayee, A., & Ahn, K. S. (2017). The Role of Resveratrol in Cancer Therapy. International journal of molecular sciences, 18(12), 2589.

Kursvietiene, L., et al. (2023). Anti-Cancer Properties of Resveratrol: A Focus on Its Molecular Mechanisms. Antioxidants, 12(12), 2056.

Leis, K., et al. (2022). Resveratrol as a factor preventing skin aging and affecting its integrity. Postepy dermatologii i alergologii, 39(4), 659–665.

Li, J., Zhang, C. X., Liu, Y. M., Chen, K. L., & Chen, G. (2017). A comparative study of anti-aging properties and mechanism: resveratrol and caloric restriction. Oncotarget, 8(39), 65717–65729.

Öztürk, E., Arslan, A. K. K., Yerer, M. B., & Bishayee, A. (2017). Resveratrol and diabetes: A critical review of clinical studies. Biomedicine & Pharmacotherapy, 95, 230-234.

Rahman, M. H., et al. (2020). Resveratrol and Its Impact on the Gut-Brain Axis in Alzheimer's Disease. Frontiers in pharmacology, 11, 619024.

Rege, S. D., Geetha, T., Griffin, G. D., Broderick, T. L., & Babu, J. R. (2014). Neuroprotective effects of resveratrol in Alzheimer disease pathology. Frontiers in aging neuroscience, 6, 218.

Ren, Z., Ren, Z. Q., Zheng, S. Y., Sun, Z., Luo, Y., Wang, Y. T., Yi, P., Li, Y. S., Huang, C., & Xiao, W. F. (2025). Resveratrol: Molecular Mechanisms, Health Benefits, and Potential Adverse Effects. MedComm, e70252.

Ren, B., Kwah, M. X., & Liu, C. (2021). Resveratrol for cancer therapy: Challenges and future perspectives. Cancer letters, 515, 8-21.

Rogina, B. (2024). SIRT1, resveratrol and aging. Frontiers in Genetics, 15, 1393181.

Walle, T. (2011). Bioavailability of resveratrol. Annals of the New York Academy of Sciences, 1215, 9-15.

Wang, L. Y., et al. (2020). Mechanisms of resveratrol in the prevention and treatment of gastrointestinal cancer. Oncology reports, 44(2), 433-445.

Wu, J., et al. (2024). Exploring resveratrol against Alzheimer's disease and Parkinson's disease based on network pharmacology and molecular docking. Heliyon, 10(11), e29939.

Yasmin, T., et al. (2025). Resveratrol attenuates hepatic oxidative stress and inflammation by modulating the gut-liver axis in high-fat diet-fed mice. Scientific Reports, 15(1), 8450.

Yıldırım, T. D. (2023). Romatolojik hastalıklarda resveratrol: Geleneksel derleme. Anatolian Clinic the Journal of Medical Sciences, 8(4), 458-464.

Zheng, X., et al. (2023). Resveratrol improves endothelial function in patients with hypertension: a randomized controlled clinical trial. Hypertension research, 46(5), 1164-1172.

Zeraattalab-Motlagh, S., Jayedi, A., & Shab-Bidar, S. (2021). The effects of resveratrol supplementation in patients with type 2 diabetes, metabolic syndrome, and nonalcoholic fatty liver disease: an umbrella review of meta-analyses of randomized controlled trials. The American journal of clinical nutrition, 114(5), 1689-1702.

Zhang, L. X., Li, X. J., & Zhang, Y. (2021). Resveratrol (RV): A pharmacological review and call for further research. Biomedicine & Pharmacotherapy, 143, 112166.

Zhou, D. D., Luo, M., Huang, S. Y., Saimaiti, A., Shang, A., Gan, R. Y., & Li, H. B. (2021). Effects and Mechanisms of Resveratrol on Aging and Age-Related Diseases. Oxidative medicine and cellular longevity, 9932218.

Otizm Spektrum Bozukluğu Genetik Hayvan Modelleri

Ümit ATASEVER[1]

1- Öğr. Gör. Dr.; Kocaeli Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü.
umit.atasever@kocaeli.edu.tr ORCID No: 0000-0002-7230-0833

ÖZET

Otizm Spektrum Bozukluğu (OSB), sosyal iletişim ve etkileşimde yetersizlik, sınırlı ve tekrarlayıcı davranış örüntüleriyle karakterize, genetik ve çevresel etkenlerin etkileşimi sonucu ortaya çıkan karmaşık bir nörogelişimsel bozukluktur. Son yıllarda insidans ve prevalansında belirgin artış görülmekte olup, hastalığın erkeklerde daha sık görüldüğü bildirilmektedir. Genetik yatkınlık güçlü olmakla birlikte, prenatal dönemde maruz kalınan çevresel faktörler, epigenetik değişiklikler ve bağışıklık sistemi anormallikleri de OSB'nin patogenezinde rol oynamaktadır. Sinaptogenezde bozulma, eksitatör–inhibitör dengesizliği, nöronal göç ve glial hücre aktivasyonu sonucu gelişen kronik nöroenflamasyon, OSB'nin nörobiyolojik temelini oluşturmaktadır. Hastalık yönetiminde erken tanı, bireyselleştirilmiş eğitimsel ve davranışsal müdahaleler ile eşlik eden nöropsikiyatrik durumların tedavisi büyük önem taşımaktadır. OSB'nin karmaşık genetik yapısının anlaşılması amacıyla çeşitli hayvan modelleri geliştirilmiştir. Bu modeller, genetik mutasyonların nörogelişimsel süreçlere ve davranışsal çıktılara etkilerini inceleme olanağı sağlamaktadır. En sık kullanılan genetik modeller arasında Fragile X Sendromu (FMR1 gen mutasyonu), SHANK3 gen delesyonu ve Rett Sendromu (MECP2 gen mutasyonu) yer almaktadır. FMR1 knockout fareleri, sinaptik plastisite ve mTOR yolakları üzerindeki etkileriyle; SHANK3 knockout modelleri, postsinaptik iskelet proteinlerinin sinaptik bütünlükteki rolüyle; MECP2 mutant fareler ise epigenetik düzenlemenin nörogelişimdeki önemini vurgulamaktadır. Bu genetik hayvan modelleri, otizmin hücresel, moleküler ve davranışsal mekanizmalarının aydınlatılmasında değerli araçlar olup, gelecekte hedefe yönelik tedavi stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler : Otizm Spektrum Bozukluğu; Genetik Hayvan Modelleri; Fragile X Sendromu; SHANK3; Rett Sendromu.

GİRİŞ

Otizm Spektrum Bozukluğu (OSB), insidansı ve prevalansı son yıllarda belirgin şekilde artan, yüksek oranda kalıtsal ancak heterojen özellikler taşıyan bir nörogelişimsel bozukluktur. Genetik yatkınlığa rağmen, prenatal ve erken postnatal dönemde maruz kalınan çevresel etmenlerin hassas bireylerde OSB gelişimini tetikleyebileceği gösterilmiştir. Sosyal iletişim ve etkileşimde yetersizlikler, duyusal farklılıklar, sınırlı ve tekrarlayıcı davranış örüntüleri OSB'nin temel klinik belirtileri arasında yer alır. Bu belirtiler genellikle çocukluk döneminde başlar ve bireyin günlük yaşam becerilerini, öğrenme kapasitesini ve iletişim yetilerini önemli ölçüde etkileyerek yaşam boyu devam eder. Bu durum, özellikle sosyal izolasyon,

anksiyete ve ilerleyen dönemlerde depresyon gibi psikiyatrik sonuçlara yol açabilir (Lord vd., 2006:694–701; Erten vd., 2020:139–143).

OSB tanısı, çoğunlukla ebeveynlerden alınan ayrıntılı gelişim öyküsü ve bireyin sosyal etkileşimlerinin gözlemlenmesi yoluyla konur. Tanı sürecinde yalnızca temel semptomlar değil, aynı zamanda OSB ile sıkça birlikte görülen komorbid durumlar da dikkate alınmalıdır. Araştırmalar; epilepsi, uyku bozuklukları, dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu (DEHB), anksiyete, depresyon ve motor koordinasyon sorunlarının OSB'li bireylerde yüksek oranlarda eşlik ettiğini göstermektedir. Bu komorbiditeler hem tanısal değerlendirmede hem de tedavi planlamasında önemli klinik çıktılar doğurur. Ayrıca, söz konusu eş tanılar yalnızca bağımsız sağlık sorunları olarak değil, aynı zamanda OSB'nin fenotipik sunumunu etkileyebilecek faktörler olarak da ele alınmaktadır (Erten vd., 2020:139–143; Risi vd., 2006:1094–1103; Lord vd., 2018:508–520; Kırcaali-İftar, 2012:17–44). Güncel tanı sınıflandırmaları (DSM-5 ve ICD-11), OSB'yi tek bir şemsiye tanı altında toplayarak bireyleri klinik belirteçler ve niteleyiciler aracılığıyla alt gruplara ayırmaktadır. Bu yaklaşım, müdahale planlarının bireyselleştirilmesini kolaylaştırmaktadır. Erken çocukluk döneminde başlayan müdahaleler, hem çocuk hem de aile için önemli kazanımlar sağlamaktadır. Müdahale stratejileri; ebeveyn aracılı yaklaşımlar, terapist eşliğinde yürütülen uygulamalar, okul temelli destekler ve erişkin dönemde bağımsız yaşam becerilerini artırmaya yönelik programları içermektedir. Ayrıca, sinirlilik, anksiyete gibi eşlik eden belirtilerin yönetiminde farmakolojik tedavilere de başvurulabilmektedir (Lord vd., 2018:508–520; Kırcaali-İftar, 2012:17–44).

Sonuç olarak, OSB kompleks ve çok boyutlu bir bozukluk olup, yalnızca temel belirtileriyle değil, eşlik eden nörolojik ve psikiyatrik sorunlarla birlikte ele alınmalıdır. Bu bütüncül yaklaşım, tanı doğruluğunu artırmakla kalmaz; aynı zamanda bireyin yaşam kalitesini artırmaya yönelik daha etkili müdahale stratejilerinin geliştirilmesine de katkı sağlar (Kırcaali-İftar, 2012:17–44).

OSB Epidemiyolojisi

OSB, geleneksel olarak erkeklerde kadınlara oranla daha sık görüldüğü kabul edilen bir nörogelişimsel bozukluktur. Epidemiyolojik, idari ve toplum temelli çeşitli çalışmalarda bildirilen erkek/kadın oranları 2:1 ile 5:1 arasında değişmekte olup, 2010 Küresel Hastalık Yükü çalışması bu oranı yaklaşık 4:1 olarak bildirmiştir (Loomes vd., 2017:466–474; Brugha vd., 2016:498–503). Ancak bu oranların, kullanılan vaka bulma yöntemine bağlı olarak değişkenlik gösterdiği dikkat çekmektedir. Özellikle tıbbi kayıtlar ya da özel eğitim verileri gibi idari kaynaklara dayanan pasif vaka belirleme çalışmalarında, toplum temelli aktif taramalara göre daha yüksek erkek oranları bildirilmektedir. Bu durum, bazı metodolojik sınırlılıkların,

gerçek cinsiyet oranlarını çarpıtarak prevalans tahminlerini yapay biçimde yükseltebileceğini düşündürmektedir (Brugha vd., 2018:732–733).

Öte yandan, idari verilere dayanmayan, doğrudan toplum içinde yapılan aktif tarama yöntemleri, özellikle orta ila ağır düzeyde zihinsel yetersizlikle seyreden vakalarda, erkek ve kadınlarda otizm oranlarının benzer olduğunu ortaya koymuştur. Bu bulgu, otizme ilişkin cinsiyet farklılıklarının sanılandan daha karmaşık olduğunu ve tanısal önyargıların ya da sistemik sınırlamaların mevcut epidemiolojik verileri şekillendirmiş olabileceğini göstermektedir. Dolayısıyla, otizmde erkek baskınlığının yaygın kabul gören bir gerçeklikten ziyade, yönteme duyarlı ve yeniden değerlendirilmesi gereken bir konu olduğu anlaşılmaktadır (Loomes vd., 2017:466–474; Brugha vd., 2016:498–503; Brugha vd., 2018:732–733).

OSB Etiyolojisi

Otizmin etiyolojisinde genetik ve çevresel etmenlerin etkileşim halinde rol oynadığı, literatürde genel kabul gören bir görüştür. Aile temelli çalışmalar, idiopatik otizmde genetik yatkınlığın belirgin olduğunu ortaya koysa da, konkordans oranlarının tam uyum göstermemesi çevresel faktörlerin de sürece dahil olduğunu düşündürmektedir (Hallmayer vd., 2011:1095–1102). Yakın tarihli bir 10 yıllık meta-analiz, gebelik öncesinden erken çocukluk dönemine kadar çeşitli çevresel risk etmenlerini tanımlamış, ancak bu değişkenlerin nedenselliğine ilişkin bulguların sınırlı ve çelişkili olduğu vurgulanmıştır (Ng vd., 2017:1–23). Aşağıdaki Tablo 1, literatürde en sık atıfta bulunulan çevresel faktörleri özetlemektedir (Hallmayer vd., 2011:1095–1102; Ng vd., 2017:1–23; Wilson vd., 2003:628–634). Ancak, bu faktörlerin nedenselliğini destekleyen kanıtlar yetersiz ve kesin olmadığından, bu konuda daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Literatürde belirtilen ancak kanıtlanmamış risk faktörleri

Ağır metaller
- Cıva
- Diğer kimyasallar

Kirleticiler
- Hava kirliliği
- Diğer

Aşılar/İlaçlar
- KKK (Kızamık-Kabakulak-Kızamıkçık) aşısı
- Tiyomersal içeren aşılar
- Diğer aşılarla ilişkili faktörler
- Annenin antidepresan kullanımı
- Antibiyotikler
- Parasetamol

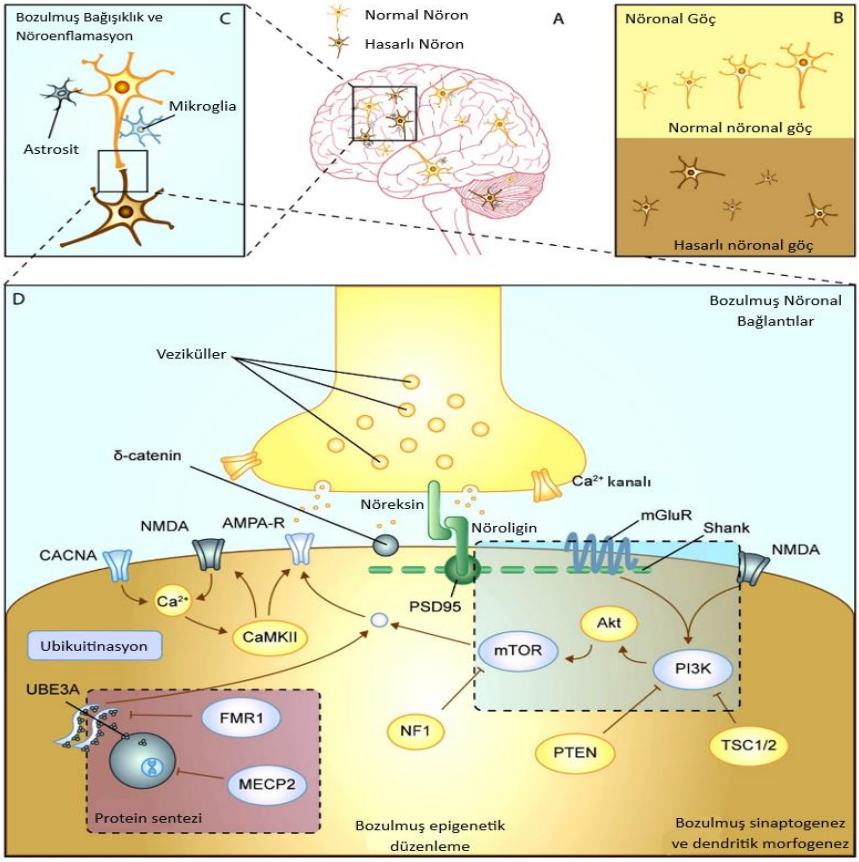
Beslenmeye bağlı
- Kazein/gluten

- Folik asit
- D vitamini
- Mineraller

Madde bağımlılığı

OSB Patofizyolojisi

OSB patofizyolojisi, çok faktörlü ve karmaşık bir nörogelişimsel bozukluk olarak giderek daha iyi anlaşılmaktadır ve birden fazla sinir sistemi işlevinde görülen bozulmaları içermektedir. Temel yaklaşımlardan biri, uzak kortikal bölgeler arasındaki bağlantılar aleyhine artış gösteren kısa erimli yerel nöronal bağlantılarla tanımlanan nöral iletişim bozukluklarıdır (Courchesne vd., 2011:2001–2010). Bu durum, anormal sinaptogenez ve dendritik morfoloji düzensizlikleriyle birlikte sinaptik plastisiteyi zayıflatmakta, bilgi işleme süreçlerini sekteye uğratmaktadır (El-Ansary ve Al-Ayadhi, 2014:189). Prenatal dönemde gelişen nöronal göç bozuklukları da beyin mimarisini yapısal olarak etkilemekte, erken dönemde kalıcı değişimlere yol açabilmektedir. Öte yandan, eksitatör-inhibitör dengesinin bozulması (özellikle GABAerjik ile glutamatergik sistemlerdeki işlevsel aksaklıklar) kortikal ağ dinamiklerini değiştirerek OSB'ye özgü davranış örüntülerini şekillendirmektedir (Yenkoyan vd., 2017:92–101; Kim vd., 2016:1252–1260). Bağışıklık sistemine ilişkin düzensizlikler ve mikroglia ile astrositlerin aktivasyonu sonucu ortaya çıkan kronik nöroenflamasyon, hem gelişimsel süreçte hem de devam eden nöral işlev bozukluklarında belirleyici bir rol üstlenmektedir. Buna ek olarak, epigenetik regülasyondaki bozulmalar, otofajik mekanizmalardaki yetersizlik ve mitokondriyal disfonksiyon da sinaptik bütünlüğü zedeleyen başlıca etmenler arasındadır. Tüm bu mekanizmalar, OSB'nin genetik yatkınlık, epigenetik modifikasyonlar, bağışıklık sistemindeki anormallikler ve çevresel etkenlerin etkileşimiyle ortaya çıkan çok boyutlu bir nörogelişimsel yolak bozukluğu olduğunu ortaya koymaktadır (Yenkoyan vd., 2017:92–101; Pizzarelli ve Cherubini, 2011:297153; Wang vd., 2014:192–200).



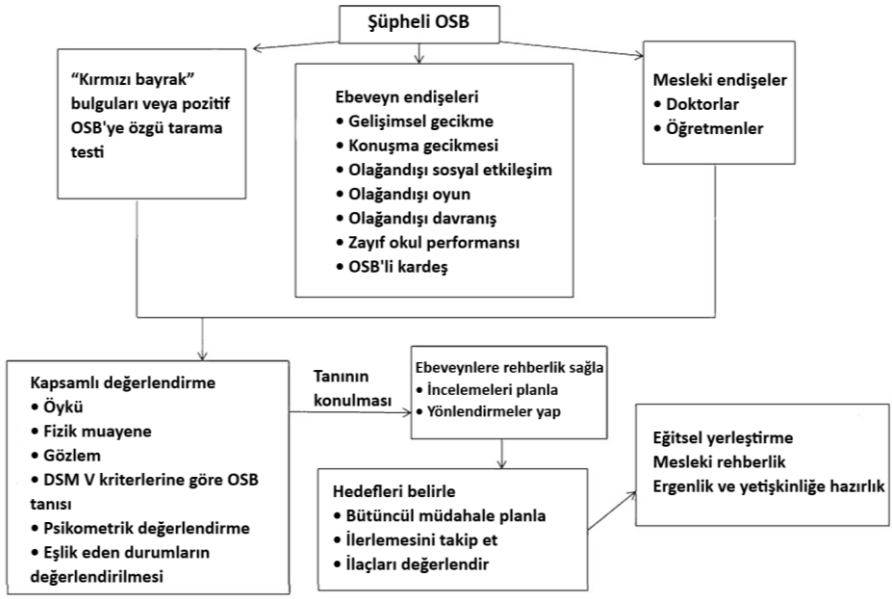
Şekil 1: Otizm Spektrum Bozukluklarinin Patofizyolojisinde Öne Çikan Olasi Örtüşen Mekanizmalarin Şematik Özeti

Bu modelde, otizm spektrum bozukluklarına (OSB) katkıda bulunduğu düşünülen biyolojik süreçler çok katmanlı bir yapı içinde gösterilmektedir. Doku düzeyinde; minikolon mimarisinde düzensizlikler, sinaptogenezde aksaklıklar ve uyarıcı–baskılayıcı dengesizlik olasılığıyla birlikte nöron sayısında azalma (kutu A) ve internöronal iletişimde etkinlik kaybı gözlenmektedir. Bu yapısal değişiklikler, glial hücrelerin etkin katılımıyla (kutu C) artmış nöroinflamatuvar sinyallemeye yol açar. Oluşan bu süreçler, nöronal göç bozukluklarıyla (kutu B) etkileşerek uygun nöronal bağlantıların gelişimini sınırlayabilir. Hücresel ve moleküler düzeyde (kutu D) ise bu değişikliklerin; sinaptik oluşum, protein sentezi ve katlanması, ubikitinasyon, epigenetik regülasyon, hücresel büyüme ve sinaptik plastisiteye ilişkin ana mekanizmalar üzerindeki aksaklıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Şemada mor küçük daire, bu yollar aracılığıyla ekspresyonu düzenlenen ve sinaptik plastisite için gerekli olan bir proteini (örneğin AMPA reseptör alt birimi) temsil etmektedir. Bazı araştırmacılar tarafından tartışılsa da, bu nörobiyolojik değişikliklerin insan beyninde belirli bölgelerde (örneğin ayna nöron sistemini içeren prefrontal korteks veya beyincikteki Purkinje hücrelerinde) daha belirgin olabileceği öne sürülmektedir (kutu A).

(Yenkoyan ve ark., 2017'den uyarlanmıştır).

Hastalığın Yönetimi

Yönetim hedefleri, bilişsel, iletişimsel ve sosyal becerilerin geliştirilmesi; öğrenme ve problem çözme yetilerinin desteklenmesi; uyumsuz davranışların azaltılması; eşlik eden hastalıkların tedavi edilmesi; ebeveynlere danışmanlık sunulması; eğitimsel yerleştirmenin değerlendirilmesi; bireyler ile ailelerin ergenlik ve yetişkinlik dönemlerine hazırlanması ve ailelere başa çıkma süreçlerinde destek sağlanmasını içermektedir. OSB şüphesi olan bir çocuğun yönetiminde nelere dikkat edileceği algoritmik olarak Şekil 2'de gösterilmiştir (Mukherjee, 2017:307–314).



Şekil 2. OSB Şüphesi Olan Bir Çocuğun Yönetimine Algoritmik Yaklaşım

Otizm Spektrum Bozukluğu Genetik Hayvan Modelleri

Fragile X Sendromu (FXS)

Fragile X Sendromu (FXS), kalıtsal zihinsel engelliliğin en yaygın nedeni ve OSB'nin en sık görülen monogenik sebebidir (Giua vd., 2024:111111). Bu sendrom, X kromozomunda yer alan Fragile X Messenger Ribonükleoprotein 1 (FMR1) genindeki mutasyon nedeniyle ortaya çıkar ve Fragile X Messenger Ribonükleoprotein (FMRP) eksikliğine yol açar. FMRP, nöronal gelişim, sinaptik fonksiyon ve dendritik yapının düzenlenmesinde kritik bir rol oynayan bir RNA bağlayıcı proteindir. Eksikliği, merkezi sinir sisteminde yapısal ve işlevsel bozukluklara neden olur (Giua vd., 2024:111111; Ferraguto vd., 2024:2032–2041).

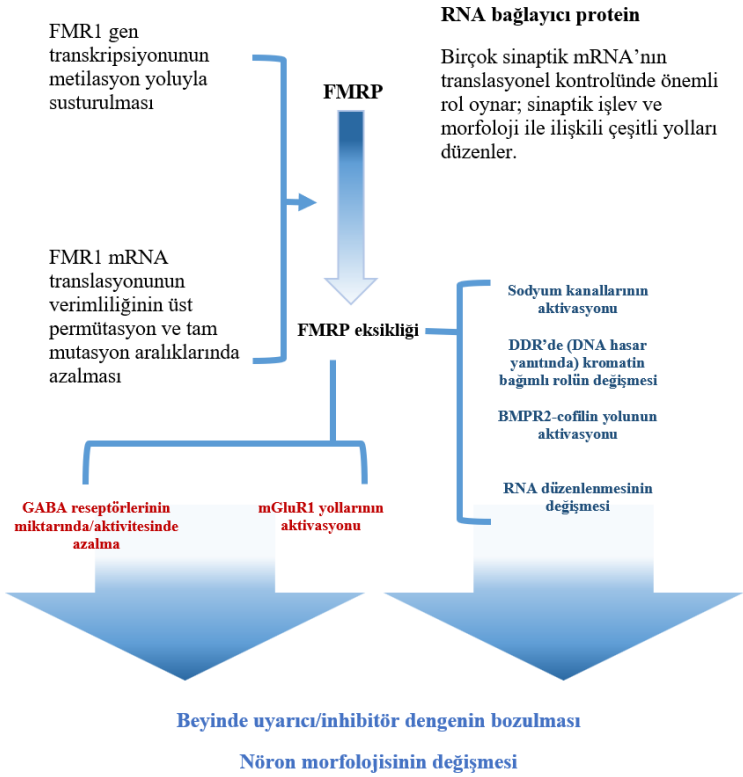
FXS, bilişsel, sosyal ve duyusal işlevlerde bozulmalara yol açan kompleks bir fenotipe sahiptir. Klinik belirtileri arasında öğrenme güçlükleri, sosyal etkileşimde zorluklar, göz teması kurmaktan kaçınma,

sosyal anksiyete, hiperaktivite, aşırı uyarılabilirlik ve duyusal hassasiyet yer alır (Roberts vd., 2016:2088–2099). Ayrıca, yüzün uzun olması ve makro-orşidizm (büyük testisler) gibi fiziksel anomaliler de sendromun karakteristik özelliklerindendir (Tranfaglia, 2011:337–348).

Epidemiyolojik verilere göre, FXS'nin görülme sıklığı erkeklerde yaklaşık 10.000'de 1,4; kadınlarda ise 10.000'de 0,9'dur. Erkekler, tek bir X kromozomuna sahip oldukları için genellikle sendromun daha ağır etkilerini gösterirken, kadınlarda belirtiler daha hafif seyredebilir (Hunter vd., 2014:1648–1658).

FXS'nin nörobiyolojik mekanizmalarını anlamak için yapılan çalışmalarda, özellikle Fmr1 knockout (KO) fare modelleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu modeller, FMRP'nin yokluğunun sinaptik bağlantılar ve sosyal davranış üzerindeki etkilerini incelemek için geliştirilmiştir. Ancak, kullanılan metodolojiler arasındaki farklılıklar nedeniyle deneysel bulgular heterojenlik gösterebilmektedir. Ayrıca, mevcut hayvan modeli testleri genellikle doğal sosyal etkileşimlerin uzun vadeli gözlemlenmesini içermediğinden, gerçekçi davranış analizleri açısından bazı kısıtlamalara sahiptir (Roberts vd., 2016:2088–2099; Rein vd., 2020:3464–3477; Penagarikano vd., 2007:109–129). FXS, X kromozomunun Xq27.3 bölgesinde yer alan FMR1 genindeki CGG tekrar mutasyonu sonucu ortaya çıkan bir nörogelişimsel bozukluktur. Bu mutasyon, genin 5'-kodlamayan bölgesindeki üçlü nükleotid tekrarlarının anormal şekilde genişlemesiyle karakterizedir. Normal bireylerde CGG tekrar sayısı 6–54 arasında değişirken, taşıyıcı bireylerde bu sayı 45–200 arasında olup genellikle belirti göstermez. Ancak tam mutasyonlu bireylerde CGG tekrar sayısı 200'ün üzerine çıkar ve bu genişleme, FMR1 promotör bölgesinin hipermetilasyonuna yol açarak genin transkripsiyonel olarak baskılanmasına ve FMRP seviyelerinin azalmasına neden olur (Brugha vd., 2016:498–503; Penagarikano vd., 2007:109–129; Kazdoba vd., 2014:118–133).

FMRP, mRNA ile etkileşim kurarak protein ekspresyonunu düzenler ve özellikle sinaptik proteinlerin translasyonunu kontrol eder (Şekil 3). İnsan fetal beyninde mRNA'ların yaklaşık %4'ü ile ilişkilidir ve kendi Fmr1 mRNA'sına da bağlanabilir. FMRP, başta nöronlar ve testisler olmak üzere vücudun farklı bölgelerinde yaygın olarak eksprese edilir (Bassell ve Warren, 2008:201–214). FMRP'nin hedefleri arasında postsinaptik dansite-95 (PSD-95), AMPA reseptör alt birimleri (GluR1 ve GluR2) ve mikrotübül ilişkili protein 1b (MAP1b) gibi sinaptik fonksiyon için kritik proteinler bulunur. Bu proteinlerin mRNA'larının lokalizasyonu, taşınması, stabilizasyonu ve translasyonel düzenlenmesi FMRP tarafından kontrol edilir (Bassell ve Warren, 2008:201–214; Schütt vd., 2009:25479–25487; Hagerman ve Hagerman, 2021:273–275).



Şekil 3. FMRP Fonksiyonuna Genel Bakış: FMRP, büyük ölçüde çok sayıda hedef mRNA'nın translasyonunu inhibe ederek işlev görür. Transkripsiyonel susturulma ve/veya genişlemiş CGG tekrarları nedeniyle FMRP translasyonunun başlamasındaki verimlilik azalması, FMRP hedef mRNA'larının translasyonunun artmasına yol açar. En iyi çalışılmış yollar (kırmızı metinle belirtilenler) birçok ilaç denemesinin konusu olmuştur, ancak genellikle hayal kırıklığı yaratan sonuçlar elde edilmiştir. Bunun muhtemel sebebi, aynı anda birden fazla yol ve mekanizmanın (mavi metinle belirtilenler de dahil) çalışıyor olmasıdır (Hagerman ve Hagerman, 2021:273–275).

FMRP kaybı, hücresel büyüme, enerji metabolizması ve protein sentezi için önemli bir yolak olan mTOR sinyalizasyonunun artışıyla ilişkilendirilmiştir. FMR1 geni evrimsel olarak oldukça korunmuştur ve farelerdeki homologu olan Fmr1 geni, insan FMRP'si ile %97 oranında benzerlik gösterir. Bu benzerlik, fare modellerini frajil X sendromunun araştırılması için değerli bir araç haline getirmektedir (Kazdoba vd., 2014:118–133; Sharma vd., 2010:694–702).

FMR1 Knockout Fare Modelinin Oluşturulması:

FMR1 geni inaktive edilmiş fareler (Fmr1 knockout fareleri) homolog rekombinasyon yöntemi kullanılarak geliştirilir. Embriyonik kök

hücre (ES) teknolojisi ile fare germ hattına hedeflenmiş bir vektör entegre edilerek genetik mutasyon oluşturulur.

Hedefleme Vektörünün Tasarımı:

Fmr1 geninin fare genomundaki 5. ekzonu neomisin direnç geni (neo) ile kesintiye uğratılır.

Pozitif Seçim Markörü: Neomisin direnç geni (neo)

Negatif Seçim Markörü: Timin kinaz (tk)

Transfeksiyon ve Seçim Süreci:

- pMG5 vektörü fare embriyonik kök hücrelerine (E14 ES hücreleri) transfekte edilir.
- G418 ve gansiklovir içeren ortamda homolog rekombinasyon gösteren hücreler seçilir.

Kimerik Farelerin Üretimi:

- Pozitif klonlar C57BL/6J blastosistlerine enjekte edilerek psödogebe dişilere aktarılır.
- Kimerik erkekler, C57BL/6J vahşi tip dişilerle çiftleştirilerek germ hattı iletimi test edilir.

Genotipleme ve Doğrulama:

- PCR ve Southern Blot analizleri ile Fmr1 knockout farelerin genetik yapısı doğrulanır.
- Western Blot ve RT-PCR testleri ile FMRP proteininin ekspresyonu analiz edilir (The Dutch-Belgian Fragile X Consortium, 1994:23–33).

SHANK3 Modeli

SHANK3, sinaptik iskelet proteinleri arasında yer alan ve uyarıcı sinapsların postsinaptik yoğunluk (PSD) bölgesinde görev yapan kritik bir proteindir. Sinaptik plastisiteyi düzenleyerek nöronal bağlantıların işlevselliğini ve stabilitesini sağlar (Baron vd., 2006:531–535). SHANK3, sinaptik yapıyı organize eden "ana" iskelet (scaffolding) proteinlerinden biri olarak NMDA, AMPA ve metabotropik glutamat (mGluR) reseptörleriyle etkileşime girer. SHANK3'ün genetik mutasyonları ve delesyonları, sinaptik işlev bozukluklarına yol açarak nörogelişimsel bozukluklarla, özellikle de OSB ile güçlü bir şekilde ilişkilendirilmiştir (Baron vd., 2006:531–535; Moessner vd., 2007:1289–1297).

SHANK3 geni, insanlarda 22q13.3 kromozom lokusunda, farelerde ise 15E3 bölgesinde yer alır. 22 ekzon içerir ve yaklaşık 60 kilobazlık bir genomik DNA bölgesini kapsar. Alternatif ekzon eklenmesi (splicing) ve promotor bölgelerinin farklı kullanımı sayesinde altı izoform (A–F) üretebilir. SHANK3'ün genetik ekspresyonu, yalnızca alternatif promotor

kullanımıyla değil, DNA metilasyonu ve histon asetilasyonu gibi epigenetik mekanizmalarla da kontrol edilir (Sala vd., 2015:849–858; Leblond vd., 2014:e1004580).

SHANK3 proteininin farklı beyin bölgelerinde eksprese edilen izoformları, nöronal fonksiyon ve davranışsal çıktılar üzerinde değişen etkiler yaratmaktadır. Özellikle serebral korteks ve beyincikte yüksek düzeyde eksprese edilen SHANK3, sinaptik bağlantıların sağlıklı gelişimi için kritik öneme sahiptir. Ancak, SHANK3'ün spesifik izoformlarının fonksiyonel etkileri tam olarak aydınlatılamamıştır (Monteiro ve Feng, 2017:147–157). SHANK3 geninde meydana gelen mikrodelesyonlar, anlamsız (nonsense) mutasyonlar, yanlış anlamlı (missense) mutasyonlar ve ekzon kırılmaları, otizm ve nörogelişimsel bozukluklarla ilişkilendirilmiştir. Özellikle SHANK3'ün ekzon 21 bölgesinde meydana gelen mutasyonların orta ila şiddetli zihinsel yetersizlikle bağlantılı olduğu bilinmektedir (Leblond vd., 2014:e1004580; Leblond vd., 2014:e1004580; Jiang ve Ehlers, 2013:8–27).

SHANK3 mutasyonları ilk olarak Phelan-McDermid Sendromu (PMS) ile ilişkilendirilmiştir. PMS, 22q13.3 delesyonuna bağlı olarak gelişen, otizm benzeri davranışlar, hipotoni (kas tonusu düşüklüğü) ve ciddi dil gecikmesi ile karakterize edilen bir sendromdur (San José Cáceres vd., 2024:64; Phelan ve McDermid, 2012:186–194). PMS'li bireylerin neredeyse tamamında SHANK3 delesyonu gözlemlenmiştir. Bu nedenle, PMS'nin temel klinik belirtilerinin SHANK3 haploinsüfisiyansına (genin tek kopyasının işlev kaybı) bağlı olduğu düşünülmektedir (Phelan vd., 2001:91–99). Ancak, SHANK3 mutasyonları yalnızca PMS ile sınırlı değildir. Genetik taramalar, PMS tanısı almayan otizmli bireylerde de SHANK3 mutasyonlarının varlığını ortaya koymuştur. OSB tanısı almış bireylerde SHANK3 mutasyonları arasında mikrodelesyonlar, anlamsız (nonsense) mutasyonlar ve yanlış anlamlı (missense) mutasyonlar tespit edilmiştir (Monteiro ve Feng, 2017:147–157; Wilson vd., 2008:1301–1310).

Bir meta-analiz çalışması, SHANK gen ailesindeki mutasyonların OSB hastalarının yaklaşık %1'inde görüldüğünü ortaya koymuştur. Ayrıca, SHANK1, SHANK2 ve SHANK3 mutasyonları ile bilişsel yetersizlikler arasında bir şiddet korelasyonu olduğu belirlenmiştir; SHANK3 mutasyonları en ciddi bilişsel bozukluklarla ilişkilendirilirken, SHANK1 ve SHANK2 mutasyonları daha hafif etkiler göstermektedir (Leblond vd., 2014:e1004580). Bu bulgular, SHANK gen ailesinin otizm spektrum bozukluklarının altında yatan ortak bir nörobiyolojik mekanizmaya katkıda bulunabileceğini göstermektedir. Ayrıca, mutasyonun hangi SHANK geninde meydana geldiğine bağlı olarak otizm belirtilerinin şiddetinin değişebileceği düşünülmektedir (Leblond vd., 2014:e1004580; Mitz vd., 2024:459–469).

SHANK3, beyincik korteksinde özellikle granül hücrelerde (CGCs) eksprese edilir ve burada glutamat reseptörleriyle etkileşim içinde olur.

CGC'lerdeki AMPAR, NMDAR ve mGluR reseptörlerinin fonksiyonları hem gelişim hem de yetişkinlikte sinaptik işlemleme açısından kritik öneme sahiptir. Beyincik işlev bozukluğunun otizmle ilişkisi iyi belgelenmiş olup, beyincikte OSB ile bağlantılı genlerin yüksek düzeyde eksprese edildiği gösterilmiştir. Ancak, SHANK3'ün beyincikteki fonksiyonları üzerine yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu nedenle, beyincikte SHANK3'ün OSB'deki rolünü anlamak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır (Lee vd., 2015:94; Wang vd., 2016:11459; Kita vd., 2021:e65152). SHANK3 proteini, sinaptik proteinlerle etkileşim içinde olan çoklu alanlara (domain) sahip bir proteindir. Bu alanların mutasyona uğraması veya kaybı, sinaptik bütünlüğü ve plastisiteyi bozar (Monteiro ve Feng, 2017:147–157).

SHANK3'ün ana yapısal bölgeleri ve işlevleri şunlardır:

1. DUF535 Bölgesi: İşlevi tam olarak bilinmeyen ancak SHANK3 yapısında önemli olduğu düşünülen bir bölgedir.
2. Ankirin Tekrar Bölgesi: PSD proteini SHARPIN ve α-fodrin (SPTAN1) ile etkileşerek hücre iskeletine bağlanmada rol oynar.
3. SH3 Bölgesi: Sinaptik protein etkileşimlerini düzenler.
4. PDZ Bölgesi: SAPAP1 (GKAP1) ve AMPA reseptörlerinin (GRIA1) GluR1 alt birimiyle etkileşerek dendritik diken oluşumunu destekler.
5. Prolin Açısından Zengin (PRO) Bölgesi: Homer ve Cortactin proteinleri ile etkileşerek hücre iskeleti düzenlemesi ve sinaptik plastisiteyi destekler.
6. SAM Bölgesi: SHANK3'ün kendisiyle multimer oluşturmasını sağlayarak postsinaptik yoğunluk (PSD) bölgesinde lokalizasyonunu belirler.

SHANK3 mutasyonları veya delesyonları, bu bölgeler arasındaki etkileşimleri bozarak sinaptik fonksiyon kaybına neden olabilir. Bunun sonucunda, sinaptik plastisite bozulur, glutamat reseptörleri aracılığıyla yapılan sinaptik sinyalizasyon etkilenir ve OSB'de görülen bilişsel ve davranışsal belirtiler ortaya çıkar (Böckers vd., 2001:40104–40112; Mameza vd., 2013:26697–26708; Peça vd., 2011:437–442).

SHANK3, otizm spektrum bozukluklarının nörobiyolojik temellerini anlamak için kritik bir gendir. Mutasyonları ve delesyonları, sinaptik bağlantıları ve plastisiteyi bozarak otizm benzeri fenotiplere yol açmaktadır. Özellikle Phelan-McDermid Sendromu ve SHANK3 mutasyonuna sahip OSB bireylerinde bilişsel ve sosyal yetersizliklerin şiddetli olması, SHANK3'ün nörogelişimdeki rolünün önemini vurgulamaktadır. SHANK3 mutasyonlarının beyin bölgelerine göre farklı etkiler gösterdiği ve özellikle beyincik, serebral korteks ve striatumda işlev bozukluklarına neden olduğu düşünülmektedir (Monteiro ve Feng, 2017:147–157; Jiang ve Ehlers, 2013:8–27; Phelan ve McDermid, 2012:186–194).

Bu nedenle, SHANK3'ün farklı izoformlarının spesifik beyin bölgelerindeki fonksiyonlarını anlamak, otizm araştırmalarında gelecekteki çalışmalar için önemli bir odak noktası olacaktır.

SHANK3 Knockout Fare Modelinin Oluşturulması

SHANK3 Knockout (KO) fare modeli, SHANK3 geninin işlev kaybını araştırmak ve OSB ile ilişkisini anlamak amacıyla geliştirilmiş bir genetik modeldir. SHANK3 proteini, sinapsların yapısal ve işlevsel bütünlüğünü sağlayan postsinaptik yoğunluk proteinlerinden biridir. Eksikliği, sosyal etkileşimde bozukluklar, öğrenme güçlükleri ve tekrarlayıcı davranışlarla kendini gösteren otizm benzeri fenotiplere yol açar. Bu nedenle, SHANK3 KO fareleri, otizmin moleküler ve hücresel mekanizmalarını incelemek için kritik bir model olarak kullanılır.

Hedeflenen Genetik Modifikasyon

- İki farklı mutasyon hedeflenir:
    - Shank3A mutasyonu: Ekzon 4-7 çıkarılarak ankirin tekrar alanları kaybedilir.
    - Shank3B mutasyonu: Ekzon 13-16 çıkarılarak PDZ alanı kaybedilir.
- Bu ekzonlar, SHANK3 proteininin sinaptik bağlantılar için kritik bölgelerini kodlamaktadır.
- Homolog rekombinasyon tekniğiyle genetik olarak değiştirilmiş kök hücreler elde edilir.
- Seçilen hücreler C57BL/6 fare embriyolarına mikroenjeksiyonla aktarılır ve embriyolar taşıyıcı dişi farelere implante edilir.

Genotipleme ve Seçim

- SHANK3 mutant fareler, Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR) kullanılarak genotiplendirilir.

  Elde edilen fareler şu gruplara ayrılır:
- Wildtype (WT) fareler: Normal SHANK3 genine sahip fareler.
- Heterozigot (Shank3+/-) fareler: Bir SHANK3 aleli mutasyona uğramış fareler.
- Homozigot Knockout (Shank3-/-) fareler: Her iki SHANK3 aleli mutasyona uğramış fareler.

Homozigot KO farelerin daha belirgin otizm benzeri fenotipler sergilediği gözlemlenmiştir.

Koloni Kurulumu ve Islah

- F1 heterozigot fareler çaprazlanarak nesiller boyunca mutant fareler elde edilir.
- Saf genetik hat elde etmek için beş nesil boyunca kardeş çiftleşmeleri yapılır.

Hücre Kültürü ve Fonksiyonel Testler

Mutasyonun etkilerini anlamak için hippokampal nöron kültürleri üzerinde deneyler yapılır. Bu testler, SHANK3'ün sinaptik fonksiyonlardaki rolünü ve mutasyonların sinaps gelişimi üzerindeki etkisini değerlendirmek için gerçekleştirilir.

- SHANK3 proteininin sinaptik kümelenmesi, GFP-füzyon proteinleri ve immünofloresan mikroskopi ile analiz edilir.
- SHANK3'ün postsinaptik proteinlerle (SAP-90/PSD95, synaptophysin, Bassoon) etkileşimi incelenir.
- Western blot analizleri, SHANK3 mutasyonunun sinaptik protein düzeyleri üzerindeki etkisini değerlendirmek için kullanılır.

Bu analizler sonucunda, SHANK3 proteininin sinaptik bağlantıları düzenlemede kritik bir rol oynadığı, mutasyonun ise sinaptik plastisiteyi bozarak otizm benzeri davranışlara yol açtığı belirlenmiştir (Peça vd., 2011:437–442; Durand vd., 2007:25–27; Yang vd., 2024:1–18).

Rett Sendromu Modeli

Rett sendromu (RTT, OMIM #312750), kız çocuklarında en yaygın görülen genetik nörogelişimsel bozukluklardan biri olup, zihinsel geriliğin önemli nedenleri arasında yer alır. Bu hastalığın görülme sıklığı farklı toplumlarda değişkenlik gösterse de dünya genelinde yaklaşık prevalansı 10.000 ila 15.000 doğumda bir olarak tahmin edilmektedir (Fehr vd., 2011:313–319; Sarajlija vd., 2015:1–5; Bienvenu vd., 2006:372–375). RTT'nin klinik seyri oldukça karakteristiktir. Hastalar, doğumdan itibaren ilk 6 ila 18 ay boyunca normal bir gelişim gösterir, ancak bu süreden sonra konuşma yetisini ve amaçlı el kullanımlarını kaybetmeye başlar. Hastalığın ilerleyen aşamalarında, mikrosefali, epileptik nöbetler, otizm benzeri davranışlar, denge kaybı, aralıklı hiperventilasyon ve stereotipik (tekrarlayan) el hareketleri gibi belirtiler ortaya çıkar. Başlangıçtaki gerileme döneminden sonra hastalık stabil hale gelir ve hastalar genellikle erişkin yaşlara kadar yaşamlarını sürdürür (Fehr vd., 2011:313–319; Amir vd., 1999:185–188).

RTT'nin neredeyse sadece kız çocuklarında görülmesi, hastalığın X kromozomuna bağlı dominant bir mutasyondan kaynaklandığını ve tek X kromozomuna sahip erkeklerde ölümcül olduğunu düşündürmektedir. Nitekim, patolojik MECP2 mutasyonlarını taşıyan erkekler genellikle erken yaşta hayatlarını kaybederken, kız hastaların büyük bir kısmı yetişkinliğe ulaşabilmektedir (Schanen vd., 1997:634–641; Gold vd., 2024:84).

Daha önce yapılan genetik haritalama çalışmaları, Rett sendromu ile ilişkili bölgenin Xq28 bölgesinde yer aldığını göstermiştir. Bu bölgeye odaklanan genetik analizler, MECP2 genindeki mutasyonların RTT'nin ana nedeni olduğunu ortaya koymuştur (Amir vd., 1999:185–188; Schanen vd., 1997:634–641). MECP2 geni, metil-CpG bağlayıcı protein 2 (MeCP2) adlı proteini kodlar. MeCP2, epigenetik düzenlemede kritik rol oynayan bir

proteindir ve kromatin yapısını değiştirerek gen ekspresyonunu kontrol eder. Bu düzenleme, histon deasetilaz enzimleri ve SIN3A ko-represör proteini ile etkileşim yoluyla transkripsiyon baskılama mekanizmasını içerir (Gold vd., 2024:84; LaSalle ve Yasui, 2009:119–130).

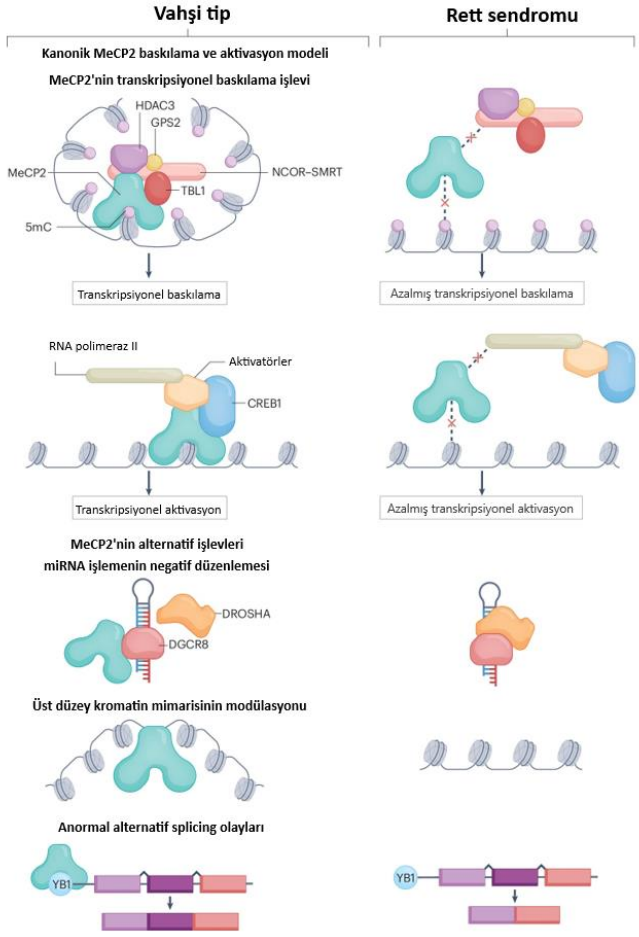
MeCP2, tüm dokularda yaygın olarak eksprese edilmesine rağmen, özellikle beyinde yüksek seviyelerde bulunur ve sinir sistemi gelişimi için gereklidir. Bu protein, sinaptik bağlantıların düzenlenmesi, nöronal farklılaşma, olgunlaşma ve göç gibi temel süreçlerde görev alır. MeCP2'nin eksikliği veya işlev kaybı, nöronal yapıyı ve iletişimi bozarak RTT'ye yol açar (Laurvick vd., 2006:347–352).

MeCP2'nin iki temel izoformu bulunur:

- MeCP2E1 (MECP2B veya MECP2α) – Merkezi sinir sisteminde en baskın izoformdur.
- MeCP2E2 (MeCP2A veya MECP2β) – Diğer dokularda da eksprese edilen alternatif izoformdur.

Bu iki izoform, metil-CpG bağlanma bölgesi (MBD), transkripsiyon baskılama bölgesi (TRD), NCoR/SMRT etkileşim bölgesi (NID) ve karboksi-terminal bölgeyi paylaşır (LaSalle ve Yasui, 2009:119–130; Laurvick vd., 2006:347–352).

MeCP2, hem metillenmiş hem de metillenmemiş DNA'ya bağlanır. Tipik koşullar altında (vahşi tip), MeCP2'nin 5mC bölgelerine bağlanması, transkripsiyonel baskılamada rol oynayan yardımcı faktörlerin (histon deasetilaz 3 (HDAC3), transdusin β-benzeri protein 1 (TBL1), nükleer reseptör eş-baskılayıcı-retinoik asit ve tiroid hormonu reseptörünün susturucu mediyatörü (NCoR-SMRT) ve G protein yolu baskılayıcısı (GPS2)) toplanmasına yol açar. Bu bağlanma, kapalı bir kromatin konfigürasyonu ile sonuçlanır. Buna karşılık, Rett sendromunda MeCP2'nin yardımcı baskılayıcıları kısmen veya tamamen toplayamaması, transkripsiyonel baskılamanın azalmasına ve açık bir kromatin konfigürasyonuna yol açar. Ayrıca, MeCP2'nin transkripsiyonel aktivasyon, mikroRNA (miRNA) işlenmesi, kromatin mimarisi ve alternatif kesim gibi alternatif işlevleri de tanımlanmıştır (Şekil 4) (Gold vd., 2024:84).



Şekil 4: MeCP2 Moleküler Fonksiyonu (Yenkoyan ve ark., 2024'den uyarlanmıştır).

Rett sendromu, bazı yönleriyle OSB'ye benzeyen özellikler gösterir. Özellikle sosyal etkileşimde bozukluk, iletişim eksikliği ve tekrarlayan davranışlar, RTT ve otizm arasında ortak belirtiler olarak öne çıkar. Ancak RTT, otizmden farklı olarak, tipik bir gelişim sürecinden sonra ortaya çıkan bir gerileme dönemi ile karakterizedir. Yani, RTT'li çocuklar doğumdan sonraki ilk 6 ila 18 ay boyunca normal gelişim gösterir, ancak daha sonra dil ve motor becerilerini kaybeder. Otizmde ise genellikle erken çocukluk döneminde gelişimsel farklılıklar gözlemlenir ve bir gerileme dönemi her hastada bulunmaz. Genetik açıdan bakıldığında, MECP2 mutasyonları sadece RTT hastalarında değil, bazı otizmli bireylerde de tespit edilmiştir. Bu da MeCP2 proteininin genel nörogelişimsel süreçlerde kritik bir rol oynadığını göstermektedir. Ancak MECP2 mutasyonları her otizm vakasında bulunmaz, dolayısıyla RTT ile otizmin genetik temelleri tam olarak

örtüşmez (Amir vd., 1999:185–188; Gold vd., 2024:84; Shibayama vd., 2004:171–174).

Rett Sendromu Otizm Fare Modelinin Oluşturulması:

Exon 3 ve exon 4'ün bir kısmını içeren 5.5 kb'lık bir SpeI Mecp2 genomik fragmanı, 129/Sv farelerinin genom kütüphanesinden izole edilir ve bir koşullu Mecp2 hedefleme vektörü oluşturmak için kullanılır.

1. Exon 3'ün her iki yanına birer loxP dizisi yerleştirilir.
2. Exon 3'ü hedef alan ve loxP dizileri ile çevrelenmiş CMV-HygTK seçilim kaseti, sırasıyla intron 2 ve intron 3'e eklenir (Şekil 1a).
3. pMecp2-3lox hedefleme vektörü, NotI enzimi ile kesilerek lineer hale getirilir ve fare embriyonik kök hücrelerine (ES hücreleri) aktarılır.
4. Southern-blot analizi ve PCR testleri kullanılarak, homolog rekombinasyon sonucu genetik değişiklik içeren ES hücreleri belirlenir.
5. Cre rekombinaz enzimi, loxP bölgeleri arasındaki exon 3'ü ve exon 4'ün bir kısmını silmek için kullanılır.
6. Bu işlem sonucunda, koşullu Mecp2²lox alleli elde edilir.

Bağımsız olarak türetilen Mecp2²lox ES hücreleri, BALB/c fare embriyolarına enjekte edilir ve kimerik fareler elde edilir. Daha sonra, bu fareler normal farelerle çaprazlanarak germ hattında Mecp2²lox allelini taşıyan fareler üretilir.

Mecp2-Null ve Beyin-Spesifik Koşullu Mutant Farelerin Üretilmesi:

Kullanılan fareler, 129, C57BL/6 ve BALB/c genetik geçmişlerine sahip olur.

1. Mecp2²lox/+ dişi fareler, ya Nestin-Cre ya da CamK-Cre transgeni taşıyan erkek farelerle çaprazlanarak Mecp2²lox/y;Cre (erkek) ve Mecp2²lox/+;Cre (dişi) koşullu mutant fareler elde edilir.
2. Nestin-Cre, hem erkek hem de dişi germ hattında aktif olduğu için, Mecp2 geni tamamen silinir.
3. Mecp2²lox/y erkek mutant fareler, doğduktan sonra ilk birkaç hafta boyunca sağlıklı görünür, ancak 5. haftadan itibaren nörolojik belirtiler göstermeye başlar ve 6-12 haftalıkken ölür.
4. Dişi heterozigot mutant fareler ilk birkaç ay boyunca belirti göstermez, ancak 4. aydan sonra kilo alımı, motor bozukluklar ve ataksik yürüyüş gibi belirtiler geliştirir.

Ayrıca, Mecp2'yi sadece beyinde silmek için Nestin-Cre transgenik fareleri kullanılır. Bu model, hastalığın esas olarak beyindeki Mecp2 eksikliğinden kaynaklandığını gösterir. Beyin ağırlığında azalma ve nöron boyutlarında küçülme gözlenir.

Histoloji, İmmünohistokimya ve Nöron Boyutu Ölçümleri:

1. Beyinler, 10% formalin veya 4% paraformaldehit içinde 20 saat boyunca fikse edilir, ardından %30 sakkaroz içinde kriyoprotekte edilerek kuru buz üzerinde dondurulur.

2. Histolojik analiz için sagittal kesitler (10-20 μm) alınır ve Thionine (Sigma) ile boyanır.
3. İmmünohistokimya için, kesitler fare Mecp2'sinin C-terminusuna karşı geliştirilmiş bir tavşan antiserumu ile işlenir. Daha sonra biyotinlenmiş keçi anti-tavşan ikincil antikor ve immüno-peroksidaz boyama ile görselleştirilir.

Nöronal hücre boyutlarını ölçmek için, nöronlar 1000× büyütme ile bir bilgisayar ekranına yansıtılır ve hücre gövdesinin konturu OpenLab yazılımı kullanılarak çizilir

SONUÇ

OSB, karmaşık genetik temeli ve heterojen fenotipik özellikleriyle, nörogelişimsel bozukluklar arasında en çok araştırılan alanlardan biridir. Son yıllarda yapılan deneysel çalışmalar, özellikle genetik hayvan modelleri aracılığıyla OSB'nin moleküler, hücresel ve davranışsal temellerine dair önemli bulgular sunmuştur. Fragile X Sendromu (FMR1), SHANK3 ve MECP2 mutasyonlarına dayanan modeller, sinaptik plastisitedeki bozulmalar, eksitatör-inhibitör dengesindeki kaymalar ve nöroenflamasyonun rolü gibi patofizyolojik mekanizmaları aydınlatmada değerli veriler sağlamaktadır. Bu modeller, yalnızca belirli genetik mutasyonların etkilerini değil, aynı zamanda nöronal ağ organizasyonu, sinaptik iletişim ve davranışsal çıktılar arasındaki karmaşık ilişkiyi anlamak açısından da kritik öneme sahiptir.

Genetik modellerin sağladığı bu deneysel kanıtlar, gelecekteki terapötik stratejilerin geliştirilmesi için bir temel oluşturmaktadır. Özellikle hedefe yönelik gen tedavileri, nöromodülasyon teknikleri ve sinaptik dengeyi yeniden kurmaya yönelik farmakolojik yaklaşımlar, translasyonel nörobilim açısından umut vadetmektedir. Ancak hayvan modellerinin, insan davranışının karmaşıklığını tam olarak yansıtmakta sınırlı olduğu da göz ardı edilmemelidir. Bu nedenle, ileriye dönük çalışmaların, genetik modellerden elde edilen verileri nörogörüntüleme, epigenetik analizler ve insan kaynaklı hücre modelleriyle bütünleştirmesi büyük önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, genetik hayvan modelleri OSB'nin biyolojik temellerini anlamada vazgeçilmez araçlar olmaya devam etmektedir. FMR1, SHANK3 ve MECP2 genlerinin araştırılmasıyla elde edilen bilgiler, yalnızca otizmin nöromoleküler dinamiklerini değil, aynı zamanda nörogelişimsel bozuklukların ortak patomekanizmalarını da ortaya koymakta; böylece bireye özgü ve hedefe yönelik tedavi yaklaşımlarının geliştirilmesine ışık tutmaktadır.

REFERANSLAR

Amir, R. E., Van den Veyver, I. B., Wan, M., Tran, C. Q., Francke, U., ve Zoghbi, H. Y. (1999). Rett syndrome is caused by mutations in X-linked MECP2, encoding methyl-CpG-binding protein 2. Nature Genetics, 23(2), 185–188. https://doi.org/10.1038/13810

Baron, M. K., Boeckers, T. M., Vaida, B., Faham, S., Gingery, M., Sawaya, M. R., … ve Montgomery, J. M. (2006). An architectural framework that may lie at the core of the postsynaptic density. Science, 311(5760), 531–535. https://doi.org/10.1126/science.1118995

Bassell, G. J., ve Warren, S. T. (2008). Fragile X syndrome: loss of local mRNA regulation alters synaptic development and function. Neuron, 60(2), 201–214. https://doi.org/10.1016/j.neuron.2008.10.004

Bienvenu, T., Philippe, C., De Roux, N., Raynaud, M., Bonnefond, J. P., ve Chelly, J. (2006). The incidence of Rett syndrome in France. Pediatric Neurology, 34(5), 372–375. https://doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2005.10.013

Böckers, T. M., Mameza, M. G., Kreutz, M. R., Bockmann, J., Weise, C., Buck, F., … ve Gundelfinger, E. D. (2001). Synaptic scaffolding proteins in rat brain. Ankyrin repeats of the multidomain Shank protein family interact with the cytoskeletal protein alpha-fodrin. Journal of Biological Chemistry, 276(43), 40104–40112. https://doi.org/10.1074/jbc.M102454200

Brugha, T. S., Bankart, J., McManus, S., Scott, F. G., Purdon, S., Smith, J., … ve Meltzer, H. (2016). Epidemiology of autism in adults across age groups and ability levels. British Journal of Psychiatry, 209(6), 498–503. https://doi.org/10.1192/bjp.bp.115.174649

Brugha, T., Bankart, J., McManus, S., Gullon-Scott, F., ve Meltzer, H. (2018). CDC autism rate: misplaced reliance on passive sampling? Lancet, 392(10146), 732–733. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31719-5

Chen, R. Z., Akbarian, S., Tudor, M., ve Jaenisch, R. (2001). Deficiency of methyl-CpG binding protein-2 in CNS neurons results in a Rett-like phenotype in mice. Nature Genetics, 27(3), 327–331. https://doi.org/10.1038/85906

Courchesne, E., Mouton, P. R., Calhoun, M. E., Semendeferi, K., Ahrens-Barbeau, C., ve Pierce, K. (2011). Neuron number and size in prefrontal cortex of children with autism. JAMA, 306(18), 2001–2010. https://doi.org/10.1001/jama.2011.1638

Durand, C. M., Betancur, C., Boeckers, T. M., Bockmann, J., Chaste, P., ve Bourgeron, T. (2007). Mutations in the gene encoding the synaptic scaffolding protein SHANK3 are associated with autism spectrum disorders. Nature Genetics, 39(1), 25–27. https://doi.org/10.1038/ng1933

El-Ansary, A., ve Al-Ayadhi, L. (2014). GABAergic/glutamatergic imbalance relative to excessive neuroinflammation in autism spectrum disorders. Journal of Neuroinflammation, 11(1), 189. https://doi.org/10.1186/s12974-014-0189-0

Erten, F., Gençoğlu, H., ve Şahin, K. (2020). Deneysel otizm spektrum bozukluğu modeli oluşturulan sıçanlarda likopenin beyin IL–6, IL–10, FGF–2 ve NGF düzeyleri üzerine etkisi. Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 13(2), 139–143.

Fehr, S., Bebbington, A., Nassar, N., Downs, J., Ronen, G., ve Percy, A. (2011). Trends in the diagnosis of Rett syndrome in Australia. Pediatric Research, 70(3), 313–319. https://doi.org/10.1203/PDR.0b013e3182242461

Ferraguto, C., Piquemal-Lagoueillat, M., Lemaire, V., Pierard, C., ve Billard, J. M. (2024). Therapeutic efficacy of the BKCa channel opener chlorzoxazone in a mouse model of Fragile X syndrome. Neuropsychopharmacology, 49(13), 2032–2041. https://doi.org/10.1038/s41386-024-01956-6

Giua, G., Strauss, B., Lassalle, O., Boulanger, A., ve Billard, J. M. (2024). Adaptive group behavior of Fragile X mice in unfamiliar environments. Progress in Neuro-Psychopharmacology & Biological Psychiatry, 135, 111111. https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2024.111111

Gold, W. A., Percy, A. K., Neul, J. L., ve Christodoulou, J. (2024). Rett syndrome. Nature Reviews Disease Primers, 10(1), 84. https://doi.org/10.1038/s41572-024-00568-0

Hallmayer, J., Cleveland, S., Torres, A., Phillips, J., Cohen, B., Torigoe, T., … ve Risch, N. (2011). Genetic heritability and shared environmental factors among twin pairs with autism. Archives of General Psychiatry, 68(11), 1095–1102. https://doi.org/10.1001/archgenpsychiatry.2011.76

Hagerman, P. J., ve Hagerman, R. (2021). Fragile X syndrome. Current Biology, 31(6), R273–R275. https://doi.org/10.1016/j.cub.2021.01.043

Hunter, J., Rivero-Arias, O., Angelov, A., Kim, E., Fotheringham, I., ve Leal, J. (2014). Epidemiology of fragile X syndrome: a systematic review and meta-analysis. American Journal of Medical Genetics Part A, 164A(7), 1648–1658. https://doi.org/10.1002/ajmg.a.36511

Jiang, Y. H., ve Ehlers, M. D. (2013). Modeling autism by SHANK gene mutations in mice. Neuron, 78(1), 8–27. https://doi.org/10.1016/j.neuron.2013.03.016

Kazdoba, T. M., Leach, P. T., Silverman, J. L., ve Crawley, J. N. (2014). Modeling fragile X syndrome in the Fmr1 knockout mouse. Intractable Rare Diseases Research, 3(4), 118–133. https://doi.org/10.5582/irdr.2014.01024

Kim, H. J., Cho, M. H., Shim, W. H., Kim, J. K., Jeon, E. Y., Kim, D. H., ve Yoon, S. Y. (2016). Deficient autophagy in microglia impairs synaptic pruning and causes social behavioral defects. Molecular Psychiatry, 21(10), 1252–1260. https://doi.org/10.1038/mp.2016.103

Kırcaali-İftar, G. (2012). Otizm spektrum bozukluğuna genel bakış. İçinde: Otizm Spektrum Bozukluğu Olan Çocuklar ve Eğitimleri (ss. 17–44). Ankara: Vize Yayıncılık.

Kita, K., Albergaria, C., Machado, A. S., Carey, M. R., ve Raymond, J. L. (2021). GluA4 facilitates cerebellar expansion coding and enables associative memory formation. eLife, 10, e65152. https://doi.org/10.7554/eLife.65152

Laurvick, C. L., de Klerk, N., Bower, C., Christodoulou, J., Ravine, D., ve Leonard, H. (2006). Rett syndrome in Australia: a review of the epidemiology. Journal of Pediatrics, 148(3), 347–352. https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2005.10.037

LaSalle, J. M., ve Yasui, D. H. (2009). Evolving role of MeCP2 in Rett syndrome and autism. Epigenomics, 1(1), 119–130. https://doi.org/10.2217/epi.09.13

Leblond, C. S., Nava, C., Polge, A., Gauthier, J., Huguet, G., ve Bourgeron, T. (2014). Meta-analysis of SHANK mutations in autism spectrum disorders: a gradient of severity in cognitive impairments. PLoS Genetics, 10(9), e1004580. https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1004580

Lee, J., Chung, C., Ha, S., Kang, H., ve Kim, E. (2015). Shank3-mutant mice lacking exon 9 show altered excitation/inhibition balance, enhanced rearing, and spatial memory deficit. Frontiers in Cellular Neuroscience, 9, 94. https://doi.org/10.3389/fncel.2015.00094

Loomes, R., Hull, L., ve Mandy, W. P. L. (2017). What is the male-to-female ratio in autism spectrum disorder? A systematic review and meta-analysis. Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry, 56(6), 466–474. https://doi.org/10.1016/j.jaac.2017.03.013

Lord, C., Elsabbagh, M., Baird, G., ve Veenstra-Vanderweele, J. (2018). Autism spectrum disorder. Lancet, 392(10146), 508–520. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31129-2

Lord, C., Risi, S., Lambrecht, L., Cook, E. H., Leventhal, B. L., ve DiLavore, P. C. (2006). Autism from 2 to 9 years of age. Archives of General Psychiatry, 63(6), 694–701. https://doi.org/10.1001/archpsyc.63.6.694

Mameza, M. G., Dvoretskova, E., Bamann, M., Honck, H. H., Bockmann, J., ve Böckers, T. M. (2013). SHANK3 gene mutations associated with autism facilitate ligand binding to the Shank3 ankyrin repeat region. Journal of Biological Chemistry, 288(37), 26697–26708. https://doi.org/10.1074/jbc.M112.424747

Mitz, A. R., Boccuto, L., ve Thurm, A. (2024). Evidence for common mechanisms of pathology between SHANK3 and other genes of Phelan-McDermid syndrome. Clinical Genetics, 105(5), 459–469. https://doi.org/10.1111/cge.14503

Monteiro, P., ve Feng, G. (2017). SHANK proteins: roles at the synapse and in autism spectrum disorder. Nature Reviews Neuroscience, 18(3), 147–157. https://doi.org/10.1038/nrn.2016.183

Moessner, R., Marshall, C. R., Sutcliffe, J. S., Skaug, J., ve Vincent, J. (2007). Contribution of SHANK3 mutations to autism spectrum disorder. American Journal of Human Genetics, 81(6), 1289–1297. https://doi.org/10.1086/522590

Mukherjee, S. B. (2017). Autism spectrum disorders – diagnosis and management. Indian Journal of Pediatrics, 84(4), 307–314. https://doi.org/10.1007/s12098-016-2272-2

Ng, M., de Montigny, J. G., Ofner, M., Do, M. T., ve Manuel, D. (2017). Environmental factors associated with autism spectrum disorder: a scoping review for the years 2003–2013. Health Promotion and Chronic Disease Prevention in Canada, 37(1), 1–23.

Penagarikano, O., Mulle, J. G., ve Warren, S. T. (2007). The pathophysiology of fragile X syndrome. Annual Review of Genomics and Human Genetics, 8, 109–129. https://doi.org/10.1146/annurev.genom.8.080706.092249

Peça, J., Feliciano, C., Ting, J. T., Wang, W., Wells, M. F., ve Feng, G. (2011). Shank3 mutant mice display autistic-like behaviours and striatal dysfunction. Nature, 472(7344), 437–442. https://doi.org/10.1038/nature09965

Phelan, K., ve McDermid, H. E. (2012). The 22q13.3 Deletion Syndrome (Phelan-McDermid Syndrome). Molecular Syndromology, 2(3), 186–194. https://doi.org/10.1159/000336763

Pizzarelli, R., ve Cherubini, E. (2011). Alterations of GABAergic signaling in autism spectrum disorders. Neural Plasticity, 2011, 297153. https://doi.org/10.1155/2011/297153

Rein, B., Ma, K., ve Yan, Z. (2020). A standardized social preference protocol for measuring social deficits in mouse models of autism. Nature Protocols, 15(10), 3464–3477. https://doi.org/10.1038/s41596-020-0382-9

Risi, S., Lord, C., Gotham, K., Bishop, S. L., Hus, V., ve Pickles, A. (2006). Combining information from multiple sources in the diagnosis of autism spectrum disorders. Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry, 45(9), 1094–1103. https://doi.org/10.1097/01.chi.0000227880.42780.0e

Roberts, J. E., McCary, L. M., Shinkareva, S. V., ve Bailey, D. B. Jr. (2016). Infant development in Fragile X syndrome: cross-syndrome comparisons. Journal of Autism and Developmental Disorders, 46(6), 2088–2099. https://doi.org/10.1007/s10803-016-2737-1

Sala, C., Vicidomini, C., Bigi, I., Mossa, A., ve Verpelli, C. (2015). Shank synaptic scaffold proteins: keys to understanding the pathogenesis of autism and other synaptic disorders. Journal of Neurochemistry, 135(5), 849–858. https://doi.org/10.1111/jnc.13232

San José Cáceres, A., Wilkinson, E., Cooke, J., De Rubeis, S., ve Dykens, E. (2024). Investigating social orienting in children with Phelan-McDermid syndrome and 'idiopathic' autism. Journal of Neurodevelopmental Disorders, 16(1), 64. https://doi.org/10.1186/s11689-024-09564-7

Sarajlija, A., Kisic-Tepavcevic, D., Nikolic, Z., Dragasevic, N., ve Pekmezovic, T. (2015). Epidemiology of Rett syndrome in Serbia: prevalence, incidence and survival. Neuroepidemiology, 44(1), 1–5. https://doi.org/10.1159/000369494

Schütt, J., Falley, K., Richter, D., Kreienkamp, H. J., ve Kindler, S. (2009). Fragile X mental retardation protein regulates the levels of scaffold proteins and glutamate receptors in postsynaptic densities. Journal of Biological Chemistry, 284(38), 25479–25487. https://doi.org/10.1074/jbc.M109.042663

Sharma, A., Hoeffer, C. A., Takayasu, Y., Miyawaki, T., ve Klann, E. (2010). Dysregulation of mTOR signaling in fragile X syndrome. Journal of Neuroscience, 30(2), 694–702. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3696-09.2010

The Dutch-Belgian Fragile X Consortium. (1994). Fmr1 knockout mice: a model to study fragile X mental retardation. Cell, 78(1), 23–33. https://doi.org/10.1016/0092-8674(94)90529-0

Tranfaglia, M. R. (2011). The psychiatric presentation of fragile X: evolution of the diagnosis and treatment of the psychiatric comorbidities of fragile X syndrome. Developmental Neuroscience, 33(5), 337–348. https://doi.org/10.1159/000329421

Wang, X., Bey, A. L., Katz, B. M., Badea, A., ve Jiang, Y. H. (2016). Altered mGluR5-Homer scaffolds and corticostriatal connectivity in a Shank3 complete knockout model of autism. Nature Communications, 7, 11459. https://doi.org/10.1038/ncomms11459

Wang, Z., Hong, Y., Zou, L., Zhong, R., Zhu, B., ve Shi, Y. (2014). Reelin gene variants and risk of autism spectrum disorders: an integrated meta-analysis. American Journal of Medical Genetics Part B: Neuropsychiatric Genetics, 165B(3), 192–200. https://doi.org/10.1002/ajmg.b.32225

Wilson, H. L., Crolla, J. A., Walker, D., Howarth, R. J., ve Barber, J. C. K. (2008). Interstitial 22q13 deletions: genes other than SHANK3 have major effects on

cognitive and language development. European Journal of Human Genetics, 16(11), 1301–1310. https://doi.org/10.1038/ejhg.2008.107

Wilson, K., Mills, E., Ross, C., McGowan, J., Jadad, A., ve Ramey, M. (2003). Association of autistic spectrum disorder and the measles, mumps, and rubella vaccine: a systematic review of the current epidemiological evidence. Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine, 157(6), 628–634. https://doi.org/10.1001/archpedi.157.6.628

Yang, J., Ma, G., Du, X., Lin, H., ve Zhao, J. (2024). Deciphering the role of Shank3 in dendritic morphology and synaptic function across postnatal developmental stages in the Shank3B KO mouse. Neuroscience Bulletin. Advance online publication. https://doi.org/10.1007/s12264-024-01330-y

Yenkoyan, K., Grigoryan, A., Fereshetyan, K., ve Yepremyan, D. (2017). Advances in understanding the pathophysiology of autism spectrum disorders. Behavioral Brain Research, 331, 92–101. https://doi.org/10.1016/j.bbr.2017.04.038

Yaşlılık Döneminde Beslenme: Malnütrisyon, İştah Değişimleri ve Besin Alımının Optimize Edilmesine Yönelik Kanıta Dayalı Yaklaşımlar

Yusuf ÖZTÜRK[1]

1- Öğr. Gör.; Ardahan Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Otel, Lokanta ve İkram Hizmetleri Bölümü. yusufozturk@ardahan.edu.tr ORCID No: 0000-0001-8303-3016

ÖZET

Bu bölüm, yaşlılık döneminde beslenmenin sağlık, fonksiyonellik ve yaşam kalitesi üzerindeki belirleyici rolünü, güncel literatür ışığında kapsamlı biçimde ele almaktadır. Yaşlı bireylerde malnütrisyon; kronik hastalıklar, yaşa bağlı fizyolojik değişimler, duyusal kayıplar, iştah azalması ve psikososyal faktörlerin etkileşimiyle ortaya çıkan yaygın ve ciddi bir halk sağlığı sorunudur. "Yaşlılık anoreksisi" olarak tanımlanan iştah azalması, tat-koku duyusunda azalma, gastrointestinal fonksiyonlarda yavaşlama, hormonal değişiklikler ve sosyal izolasyon gibi unsurlarla ilişkilidir. Bu durum enerji ve protein yetersizliği, mikro besin eksiklikleri, sarkopeni, kırılganlık ve artmış mortalite riskiyle sonuçlanabilmektedir. Yaşlı bireylerin besin gereksinimleri genç yetişkinlerden farklıdır: Protein, D vitamini, B_{12} vitamini, folat, kalsiyum ve posa gereksinimleri artarken enerji gereksinimi azalabilmektedir. Bu nedenle yoğun besleyiciliğe sahip gıdaların tercih edilmesi önemlidir. Bölümde ayrıca yaşlılar için besin alımını optimize etmeye yönelik stratejiler ele alınmaktadır. Bunlar arasında özel formüle edilmiş gıda ürünleri, protein-enerji destekleri, evde uygulanabilir zenginleştirme yöntemleri, disfajiye uygun doku modifikasyonu, kolay açılabilir ambalajlar, uygun yemek hazırlama teknikleri ve iştahı artırıcı çevresel düzenlemeler yer almaktadır. Yeme ortamının fiziksel ve sosyal açıdan destekleyici hale getirilmesinin besin tüketimini artırdığı da literatürle gösterilmiştir. Sonuç olarak, yaşlılık döneminde beslenme çok boyutlu bir yaklaşım gerektirir. Gereksinimlere uygun, kişiselleştirilmiş ve çevresel faktörleri dikkate alan beslenme müdahaleleri, sağlıklı yaşlanmanın ve yaşam kalitesinin korunmasında kritik önem taşımaktadır**.**

Anahtar Kelimeler: Yaşlılıkta Beslenme, Malnütrisyon, İştah, Besin Alımının Optimizasyonu.

GİRİŞ

Yaşlanan dünya nüfusu ile birlikte yaşlı bireylerin beslenmesi, sağlıklı yaşlanmanın desteklenmesi açısından kritik bir konu haline gelmiştir (Mashiah vd., 2025:396). Beslenme durumunun korunması, yaşlılıkta yaşam kalitesi ve sağlık süresinin (health span) yaşam süresiyle paralel gitmesi için temel koşullardan biridir(Norman vd., 2021:2764). Ancak yaşlı yetişkinler, fizyolojik ve sosyal birçok etken nedeniyle çeşitli beslenme sorunları yaşama riski altındadır. Özellikle malnütrisyon (yetersiz beslenme) yaşlı popülasyonda endişe verici düzeyde yaygındır ve iyi oluş hallerini derinden etkileyerek kronik hastalık riskini ve mortaliteyi artırabilmektedir (Hu, 2024:508). Bu nedenle, yaşlı bireylerin beslenme gereksinimlerinin anlaşılması ve bu döneme özgü beslenme stratejilerinin geliştirilmesi, sağlıklı yaşlanmanın sağlanmasında kilit rol oynar. Bu bölümde, literatürde son 10 yılda yayımlanmış çalışmalar ışığında yaşlı yetişkinlerde görülen başlıca beslenme sorunları, iştah değişimleri, besin ögesi gereksinimlerindeki

farklılıklar ve yaşlılarda besin alımını optimize etmeye yönelik uygulamalar ele alınacaktır.

YÖNTEM

İştahı artırmak ve besin alımını iyileştirmek amacıyla bu derleme, yaşlı bireylerin karşılaştığı beslenme sorunlarının yanı sıra olası çözümleri hakkında kapsamlı bir açıklama sunmaktadır. Hakemli yayınlar kullanılarak hazırlanan derlemeyi desteklemek için PubMed ve Scopus veri tabanları aramaları kullanılmıştır. "Yaşlanma", "yaşlı" ve "daha yaşlı" terimleri, "beslenme", "iştah" ve "besin alımı" ile birlikte kullanılmıştır. Kasım 2025'e kadar, hakemli İngilizce dergilerde yayınlanan makaleler incelenmiş ve dahil edilmeleri değerlendirilmiştir. Elde edilen makalelerin kaynak listeleri de incelenmiştir.

YAŞLI YETİŞKİNLERDE BESLENME SORUNLARI

Yaşlı bireylerde beslenme sorunlarının en başında malnütrisyon riski gelmektedir. Avrupa'daki çalışmalar, 65 yaş üstü yetişkinlerin yaklaşık dörtte birinin malnütrisyon açısından yüksek risk taşıdığını göstermektedir (Norman vd., 2021:2764). Malnütrisyon prevalansı, yaşlıların bulundukları ortama göre büyük farklılık gösterir: Toplumda bağımsız yaşayan yaşlılarda malnütrisyon oranı %3 gibi düşük seviyelerdeyken, hastane ve bakım evi gibi ortamlarda bu oran %30'lara kadar çıkabilmektedir (Cereda vd., 2016:1282). İleri yaş (özellikle 80 yaş üstü), kadın cinsiyet, birden fazla kronik hastalığın varlığı ve kırsal bölgede yaşama gibi faktörler malnütrisyon riskini artırmaktadır (Crichton vd., 2018:144).

Malnütrisyonun etiyolojisi çok faktörlü ve karmaşıktır. Gelişmiş ülkelerde yaşlılarda malnütrisyonun en yaygın nedeni, akut veya kronik hastalıklardır; zira hastalıklar iştahı azaltarak, metabolizmayı değiştirerek veya besin alımını kısıtlayarak yetersiz beslenmeye yol açabilir (Norman vd., 2021:2764). Nitekim ileri yaş, pek çok kronik hastalığın gelişimi için bir risk faktörüdür ve yaşlı bireylerde sık görülen enfeksiyonlar, kronik organ hastalıkları veya kanser gibi durumlar malnütrisyonu tetikleyebilmektedir. Bunun yanında,

yaşlanmanın kendisine bağlı fizyolojik değişiklikler de beslenme durumunu olumsuz etkiler. Örneğin tat ve koku duyularında azalma, çiğneme ve yutma güçlükleri, mide boşalmasının yavaşlaması, bağırsak motilitesinin bozulması gibi değişimler sonucunda yaşlı bireylerin iştahı azalabilir ve besin alımı kısıtlanabilir (Norman vd., 2021:2764). Bu durum literatürde "yaşlılık anoreksisi" (anorexia of aging) olarak adlandırılmaktadır ve yaşlılarda görülen iştah azalmasının fizyopatolojik temelini ifade eder (Dean vd., 2009:2421). Ayrıca yaşla birlikte inflamatuar süreçlerde artış (inflammaging) ve hormonal değişimler de görülür: Örneğin iştah uyarıcı hormon olan *ghrelin* düzeyi düşerken, tokluk hissini artıran *koleksistokinin (CCK)* ve *PYY* gibi bağırsak hormonlarının etkisi artabilir; bu da merkezi iştah mekanizmalarını etkileyerek yaşlılarda açlık duyusunu zayıflatır (Ueno ve Nakazato, 2016:812). Tüm bu faktörler, yaşlı bireylerin yeterli ve dengeli beslenmesini zorlaştırarak malnütrisyona zemin hazırlamaktadır.

Malnütrisyon sadece kilo kaybı veya beden kitle indeksinde düşüklük olarak karşımıza çıkmaz; gizli mikro besin eksiklikleri de yaşlılarda sık görülen bir malnütrisyon türüdür. Toplumda yaşayan yaşlı bireylerde vitamin ve mineral yetersizlikleri yaygın olabilmekte ancak genellikle gözden kaçabilmektedir (Norman vd., 2021:2764). Özellikle D vitamini, B12 vitamini, folat, demir ve çinko eksiklikleri ileri yaş grubu için önemli sorunlardır. Bu mikro besin eksiklikleri, enerji veya protein alımındaki yetersizlikler kadar belirgin fiziksel bulgular vermeyebilir ancak uzun vadede bağışıklık sistemi, kemik sağlığı ve genel metabolizma üzerinde olumsuz etkiler yapar.

Yaşlılardaki yetersiz beslenme durumunun sonuçları ciddi ve çok yönlüdür. İstemsiz kilo kaybı, özellikle kas kütlesinde azalma ve kas gücünde düşüşle (sarkopeni) birlikte görülür ki bu durum yaşlının hareket kabiliyetini ve günlük yaşam aktivitelerini yerine getirme becerisini kısıtlar (Lengelé vd., 2021:407). Malnütrisyon ve buna bağlı sarkopeni, düşme ve kırık riskini artırdığı gibi, frailty (kırılganlık sendromu) gelişimine de katkıda bulunur (Fougère ve Morley, 2017:933). Ayrıca protein-enerji malnütrisyonu ve mikro besin eksiklikleri, yaşlı bireylerin bağışıklık sistemini zayıflatarak enfeksiyonlara yatkınlığı artırır; enfeksiyonlar daha ağır seyredebilir ve iyileşme süresi uzayabilir (Norman vd., 2021:2764) . Malnütrisyonlu yaşlı hastalarda enfeksiyon komplikasyonlarının ve hastanede kalış sürelerinin uzadığı, sonuç olarak morbidite ve mortalitenin belirgin şekilde yükseldiği bildirilmektedir (Lengelé vd., 2021:407). Tüm bu nedenlerle, malnütrisyonun yaşlılarda erken dönemde tanınması ve önlenmesi hayati önem taşır. Bunun için sağlık profesyonellerinin yaşlı hastalarda beslenme durumunu düzenli olarak taraması ve risk altındaki bireylere derhal müdahale etmesi gerekmektedir.

Öte yandan, yaşlı popülasyonda aşırı beslenme ve obezite de göz ardı edilmemesi gereken bir sorundur. Birçok ülkede yaşam boyu süren dengesiz beslenme sonucu bazı yaşlı bireyler aşırı kilolu veya obez olabilir. İleri yaşta obezite varlığı, diyabet, kardiyovasküler hastalıklar ve osteoartrit gibi kronik

hastalıkların riskini artırır. Ancak bu bireyler aynı zamanda kas kütlesi kaybı yaşayabilir; literatürde "sarkopenik obezite" olarak adlandırılan bu durumda, kişi aşırı kilolu olmasına rağmen kas gücü azalmış ve fonksiyonel kapasitesi düşmüştür. Dolayısıyla yaşlılarda beslenme sorunları çift yönlü bir spektrumda değerlendirilmektedir: Hem yetersiz beslenme hem de aşırı ve dengesiz beslenme sağlık üzerinde olumsuz etkilere yol açabilir (Fact Sheets - Malnutrition, n.d.). Bu nedenle, yaşlıların beslenme durumunu iyileştirmeye yönelik stratejiler, hem malnütrisyonun önlenmesini hem de gereksiz kalori alımının dengelenmesini hedeflemelidir.

YAŞLI YETİŞKİNLERDE İŞTAH

Yaşlılık döneminde beslenme sorunlarının önemli bir bileşeni de iştah azalması ve ilgili yeme davranışlarındaki değişimlerdir. Araştırmalar, ileri yaştaki bireylerin %15–30 kadarının iştahsızlıktan yakındığını göstermektedir. İştah kaybı, yaşlı bireyler tarafından çoğu zaman doğal bir yaşlanma belirtisi olarak kabul edilip normalleştirilebilmektedir; nitekim görme, koku ve tat duyularındaki azalma, çiğneme-yutma güçlüğü gibi yaşa bağlı değişikliklerin iştahı olumsuz etkilediği bilinmektedir (Dismore vd., 2024:117). Yaş ilerledikçe tat alma tomurcuklarının sayısı azalır, koku duyusu zayıflar ve yemeğin lezzetinden alınan tatmin düşer. Ayrıca diş kayıpları veya protez kullanımı ile çiğneme etkinliği azalabilir; mide kapasitesinin ve boşalma hızının düşmesi de daha erken tokluk hissine yol açar. Gastrointestinal fonksiyonlardaki değişimler, örneğin mide-bağırsak motilitesinin yavaşlaması ve kabızlık eğilimi de iştahı azaltan etmenlerdendir. Tüm bunların ötesinde, kronik hastalıkların varlığı, kullanılan ilaçların yan etkileri (örneğin bazı ağrı kesiciler veya antidepresanlar iştahı kesebilir), depresyon ve anksiyete gibi psikolojik sorunlar da iştah üzerinde güçlü etkilere sahiptir. Özellikle tek başına yaşayan, sosyal izolasyon içindeki yaşlılar, yemeğe karşı ilgi kaybı yaşayabilir; yalnız yemek yeme durumunda iştahın belirgin biçimde azaldığı bildirilmiştir. Dolayısıyla iştah, yalnızca fizyolojik değil, psikososyal faktörlerin de etkilediği kompleks bir olgudur ve yaşlı bireylerde iştah kaybı genellikle biyolojik, psikolojik ve sosyal etmenlerin bir arada örüntülendiği bir durum olarak karşımıza çıkar (Malafarina vd., 2013:293;Jadczak ve Visvanathan, 2019:306).

Yaşlılarda görülen bu kronik iştah azalışı durumu, literatürde "yaşlılık anoreksisi" (anorexia of ageing) terimiyle ifade edilir. Yaşlılık anoreksisi, yukarıda belirtilen duyusal ve hormonal değişimlerin yanı sıra *leptin*, *insülin*, *ghrelin*, *CCK* gibi iştah düzenleyici hormonların dengesindeki değişimleri de

içerir. Örneğin, tok tutan hormonların (CCK, PYY vb.) baskın hale gelmesi ve açlık hormonu ghrelinin yeterince yükselmemesi, merkezi sinir sisteminde açlık sinyallerini zayıflatarak yaşlı bireyin yemek yeme isteğini azaltır. Ayrıca, kronik düşük düzeyli inflamasyon (inflammaging) da hipotalamik iştah düzenleyici mekanizmalarda değişikliklere yol açarak iştahı baskılayabilir (Norman vd., 2021:2764). Yaşlılık anoreksisi tek başına bir hastalık olmasa da, erken dönemde fark edilip yönetilmediğinde, ilerleyici kilo kaybı ve beslenme yetersizliği ile sonuçlanarak bir risk faktörü görevi görür. Nitekim iştahsızlık, yetersiz enerji ve protein alımına yol açarak malnütrisyona zemin hazırlamakta; malnütrisyon da sarcopenia ve frailty gibi geriatrik sendromlara davetiye çıkararak yaşlının sağ kalımını olumsuz etkilemektedir (van der Meij vd., 2017:2190). Yapılan longitudinal çalışmalarda, iştah kaybı bildiren yaşlıların daha fazla kilo kaybettiği, fiziksel fonksiyonlarında daha hızlı bozulma görüldüğü ve mortalite risklerinin daha yüksek olduğu ortaya konmuştur (Huang vd., 2014:89). Zayıf iştah, yaşlı bireylerde düşük besin çeşitliliğine ve kalitesine de yol açarak vitamin-mineral alımını azaltır ve genel sağlık durumunu kötüleştirir (van der Meij vd., 2017:2190).

İştah kaybının yönetimi, yaşlı bakımında zorlayıcı bir alan olmaya devam etmektedir. Klinik pratikte iştah genellikle rutin olarak değerlendirilmez; oysa ki iştahın düzenli izlenmesi, kilo kaybı meydana gelmeden müdahale edebilmek açısından kritik önem taşır (Holst vd., 2011:176). Mevcut tedavi yaklaşımları sınırlıdır: İştahta belirgin azalma olan yaşlılarda öncelikle altta yatan fiziksel hastalıklar veya depresyon gibi durumlar araştırılır ve tedavi edilir. Bunun yanı sıra, diyete lezzet arttırıcıların eklenmesi (örneğin aromatik baharatlar, tatlı/ekşi tat dengesi), porsiyonların küçültülüp öğün sayısının artırılması, en sevilen yiyeceklerin menüye dahil edilmesi gibi *davranışsal ve çevresel stratejiler* önerilmektedir. Sosyal yeme ortamlarının teşviki (aileyle veya grup halinde yeme) iştahı olumlu etkileyebilir (Stroebele-Benschop vd., 2016:95). Bazı olgularda, iştah stimülanı ilaçlar (örn. megestrol asetat) denenmiş olsa da, bunların uzun vadedeki etkinliği ve güvenliği tartışmalı olduğundan rutin kullanımda değillerdir. Son yıllarda iştah kaybını önlemeye yönelik egzersiz programları, direnç antrenmanının iştahı uyarması gibi yaklaşımlar araştırılmaktadır. Genel olarak, yaşlılarda iştah yönetimi kişiye özgü olmalıdır; her bireyin iştahını etkileyen farklı biyolojik ve psikososyal faktörleri olabileceği için, bireyin öyküsüne ve tercihine uygun çok yönlü tedbirler alınması önerilmektedir (Dismore vd., 2024:117). İleride, yaşlılık anoreksisinin altta yatan mekanizmalarını hedef alan yeni tedavilerin ve beslenme destek ürünlerinin geliştirilmesi beklenmektedir.

YAŞLI YETİŞKİNLERİN BESİN GEREKSİNİMLERİ

Yaşlı bireylerin makro ve mikro besin gereksinimleri, genç yetişkinlerden bazı farklılıklar gösterir. Temel enerji ihtiyacı yaşla birlikte bir miktar azalabilir; bunun başlıca nedeni, ileri yaşta bazal metabolizma hızının ve fiziksel aktivitenin düşmesi, ayrıca yağsız vücut kitlesinin (kas kütlesi) azalmasıdır. Ancak enerji ihtiyacındaki bu azalmaya rağmen, pek çok vitamin ve mineral için gereksinim aynı kalır veya artar. Bu nedenle yaşlıların beslenmesinde yoğun besleyici (nutrient-dense) gıdaların önemi büyüktür(Porter Starr vd., 2022:59). Daha düşük kalori ile yeterli besin ögesi sağlanabilmesi için, özellikle taze sebze-meyve, tam tahıllar, yağsız protein kaynakları ve süt ürünleri gibi besleyici değeri yüksek besinlerin tüketimi teşvik edilmelidir.

Protein ihtiyacı, yaşlı yetişkinler için gençlere göre daha yüksektir. Araştırmalar, yaşlılıkta kas sentezinde görülen azalmış biyolojik yanıt (anabolik direnç) nedeniyle, günlük protein alımının vücut ağırlığı kilogramı başına en az 1.0–1.2 gram düzeyinde olmasını önermektedir (Groenendijk vd., 2024:139). Örneğin 70 kg ağırlığında bir yaşlı bireyin günde yaklaşık 70–84 gram protein alması önerilir. Bu miktar, sağlıklı genç yetişkinler için önerilen asgari düzeyin (0.8 g/kg) üzerindedir. Yeterli protein alımı, yaşlılarda kas kütlesinin korunmasına, sarkopeninin ve kas güçsüzlüğünün önlenmesine yardımcı olur. Protein kaynağı olarak balık, kümes hayvanları, yağsız kırmızı et, yumurta, süt ürünleri ve baklagiller tercih edilmeli; mümkünse her öğünde 20-30 gram kaliteli protein alımına özen gösterilmelidir. Ayrıca lösin aminoasidinden zengin proteinlerin (süt proteini gibi) kas sentezini daha etkin uyardığı bilinmektedir, bu da yaşlılar için protein seçiminde göz önünde bulundurulabilir (Dorrington vd., 2020:2245).

Karbonhidrat ve yağ gereksinimleri yaşlılarda genel yetişkin populasyona benzerdir. Kompleks karbonhidrat kaynakları (tam tahıllar, kurubaklagiller) enerji ve lif sağlarken, basit şekerlerin tüketimi sınırlandırılmalıdır. Yağ alımında ise doymuş yağların kısıtlanması, yerine zeytinyağı, avokado, fındık gibi doymamış yağ asitlerinden zengin besinlerin tercih edilmesi kalp-damar sağlığını destekler. Toplam enerji içindeki yağ oranı %30'u, doymuş yağlar ise %10'u geçmemelidir. Diyet lifi (posa) alımı, yaşlılar için kabızlığın önlenmesi ve bağırsak sağlığının korunması açısından kritik önem taşır. Yeterli sıvı alımının da eşlik etmesi koşuluyla, günde en az 25-30 gram lif tüketimi (sebze, meyve, tam tahıl, kurubaklagil ile) hedeflenmelidir. Lif alımı aynı zamanda kolesterol yönetimine ve kan şekeri kontrolüne de katkıda bulunur (Clegg ve Williams, 2018:34).

Yaşlı bireylerin mikro besin ihtiyaçlarına özellikle dikkat edilmelidir. Bazı vitamin ve minerallerin emilim veya metabolizmasındaki yaşa bağlı değişiklikler, gereksinimlerin karşılanmasını zorlaştırabilir:

- **Kalsiyum ve D vitamini**: İskelet sağlığını korumak ve osteoporozu önlemek için kalsiyum ve D vitamini alımı artırılmalıdır. 65 yaş üstü

bireyler için günlük kalsiyum ihtiyacı yaklaşık 1200 mg olarak önerilir (genç yetişkinler için 1000 mg iken). Süt, yoğurt, peynir, yeşil yapraklı sebzeler kalsiyum kaynaklarıdır; gerekirse kalsiyum takviyesi düşünülebilir. D vitamini sentezi yaşlılarda azaldığından, önerilen günlük D vitamini alımı da artmıştır (genellikle 800-1000 IU/gün düzeyinde). Özellikle güneşlenmenin yetersiz olduğu kış aylarında veya dışarı çıkamayan yaşlılarda D vitamini desteği kırık riskini azaltmak adına önemlidir (Lyons vd., 2022:49).

- **B_{12} vitamini ve Folat**: Yaşlılıkta B12 vitamini emilimi mide asidinin azalması ve atrofik gastrit nedeniyle bozulabilir. Bu nedenle birçok yaşlı birey yeterli B12 alıyor olsa bile emilim yetersizliğinden dolayı eksiklik yaşayabilir. B12 eksikliği kansızlık, nörolojik problemler ve bilişsel bozukluklara yol açabileceğinden, 65 yaş üstü için B12 vitamini alımı en az 2.4 μg/gün olarak önerilmekle birlikte, bu yaş grubunda B12 vitamini takviyesi veya B12 ile zenginleştirilmiş gıdaların tüketimi tavsiye edilmektedir. Folat (B9 vitamini) alımı da genellikle yetersiz olabilir; yaşlılar için önerilen günlük folat alımı 400 μg civarındadır. Yeşil yapraklı sebzeler, baklagiller ve tam tahıllarla folat alımı desteklenmeli, gerekirse folik asit takviyesi düşünülmelidir (Dorrington vd., 2020:2245; Lyons vd., 2022:49).
- **Diğer vitaminler**: B6 vitamini gereksinimi yaşla artar (50 yaş üstü erkeklerde 1.7 mg, kadınlarda 1.5 mg/gün). Antioksidan vitaminlerden C ve E vitamini ihtiyacı genç yetişkinlerle benzerdir ancak yeterli alım bağışıklık ve doku onarımı için önem taşır. A vitamini ihtiyacı değişmese de bu vitaminin fazla alınması toksisiteye yol açabileceğinden yaşlılarda takviye şeklinde A vitamini dikkatle kullanılmalıdır (mümkünse besinlerle alınmalı, takviyede üst limit 3000 IU'yu aşmamalıdır) (Clegg ve Williams, 2018:34; Lyons vd., 2022:49).
- **Mineraller**: Demir ihtiyacı yaşlı erkeklerde değişmezken, kadınlarda menopoz sonrası demir gereksinimi genç kadınlara göre düşer (mensturasyon olmadığı için kayıp azalır). Ancak hem erkek hem kadın yaşlılarda demir emilimi azalabildiğinden demir eksikliği anemisi yine de görülebilir; kırmızı et, sakatat, kuru baklagiller ve kuru meyveler demir kaynakları olarak düzenli tüketilmelidir. Çinko yaşlılarda bağışıklık fonksiyonu için kritik minerallerden olup, eksikliği iştah kaybı, tat duyusunda bozulma ve yara iyileşmesinde gecikmeyle sonuçlanabilir. Çinko ihtiyacının (erkeklerde 11 mg, kadınlarda 8 mg/gün) karşılanması için et, deniz ürünleri, kuruyemişler diyete dahil edilmelidir (Baugreet vd., 2017:848). Magnezyum, potasyum gibi mineraller de kalp ritmi, kas fonksiyonu ve kemik sağlığı için gereklidir; taze sebze-meyve ve tam tahıl tüketimiyle genellikle karşılanabilir. Sodyum alımı ise, hipertansiyon ve kalp sağlığı açısından, ileri yaşta kısıtlanması gereken bir unsurdur.

Yaşlıların günde 2300 mg'dan (yaklaşık 5-6 gram tuz) fazla sodyum almamaları önerilir; özellikle işlenmiş gıdaların tuz içerikleri konusunda farkındalık artırılmalıdır (Clegg ve Williams, 2018:34).

- **Sıvı gereksinimi**: Yaşlı bireylerin hidrasyon durumu sıklıkla göz ardı edilebilmektedir. Yaşla birlikte susama mekanizması zayıfladığı için, yaşlılar susamadan su içmeyi unutarak kolayca dehidratasyona girebilirler. Dehidratasyon, idrar yolu enfeksiyonları, konstipasyon, akut konfüzyon (şaşkınlık) ve düşme riskinde artış gibi pek çok soruna yol açabilir. Bu nedenle yaşlıların günlük yeterli sıvı alımına özen gösterilmelidir. Genel öneri, kadınlar için en az ~1.6 litre (8 bardak), erkekler için ~2.0 litre (10 bardak) su veya diğer içeceklerle sıvı tüketimidir. Sıvı ihtiyacı sıcak havalarda veya fiziksel aktiviteye bağlı terleme durumunda daha da artacaktır. Yakın takip ve bakım gerektiren yaşlılarda (örn. demans hastaları) düzenli su içmeleri için hatırlatma yapmak veya erişilebilir konumda su bulundurmak faydalıdır (Dorrington vd., 2020:2245).

Yukarıda belirtilen gereksinimler ışığında, yaşlı bireylerin beslenme planları bireyselleştirilmiş olmalıdır. Genel olarak enerji kısıtlı ama protein ve mikro besin içeriği yüksek diyetler tercih edilmelidir. Beslenme durumunu etkileyebilecek hastalıkları (örneğin diyabet, böbrek yetmezliği) olan yaşlılarda, ilgili hastalığın gerektirdiği diyet değişiklikleri de göz önüne alınarak bir planlama yapılmalıdır. Gerektiğinde bir beslenme uzmanı (diyetisyen), yaşlı bireyin alımını değerlendirmeli ve diyetini planlamalıdır. Sonuç olarak, yaşlı yetişkinlerin besin gereksinimleri gençlere göre bazı farklılıklar gösterse de dengeli bir beslenme ile bu gereksinimler karşılanabilir. Önemli olan, yaşlı bireyde besin alımını kısıtlayan faktörlerin (iştah azlığı, çiğneme sorunları, hareket kısıtlılığı vb.) tespit edilip giderilmesi ve diyetinin mümkün olduğunca çeşitli ve besleyici hale getirilmesidir (Porter Starr vd., 2022:59).

YAŞLI YETİŞKİNLERİN DİYET ALIMININ OPTİMİZE EDİLMESİ

Yaşlı bireylerin yeterli ve dengeli beslenmesini sağlamak için, sadece gereksinimlerinin belirlenmesi yeterli değildir; aynı zamanda pratik stratejilerle besin alımlarının optimize edilmesi gerekir. Beslenme alımını artırmaya yönelik müdahaleler genel olarak iki düzeyde ele alınabilir: (1) Yaşlılara yönelik özel gıda ürünlerinin ve desteklerin kullanımı, (2) Besinlerin sunumu, ambalajı, hazırlanışı ve yeme ortamına ilişkin düzenlemelerle beslenmeyi teşvik etme (Clegg ve Williams, 2018:34).

Gıda Ürünleri

Yaşlı populasyonun özel ihtiyaçlarını karşılamak üzere geliştirilen gıda ürünleri ve beslenme destekleri, besin alımının artırılmasında önemli rol oynar. Günümüzde, yaşlı dostu ürün geliştirme alanında artan bir araştırma ve inovasyon çabası bulunmaktadır. Yaşlı bireylerde sık görülen beslenme yetersizlikleri göz önünde bulundurularak, birçok çalışma özelleştirilmiş besin formülasyonları üzerinde durmaktadır. Örneğin protein, vitamin B12, vitamin D, kalsiyum, demir ve diyet lifi açısından zenginleştirilmiş özel ürünler, yaşlılarda görülen bu ortak eksikleri gidermeye yönelik olarak geliştirilmektedir (Mashiah vd., 2025:396). Avrupa'da yürütülen EAT4AGE gibi projeler, "yaşlılar için gıda tasarımı" konseptiyle çeşitli prototip ürünler ortaya koymuştur. Bu kapsamda yüksek protein içerikli tahıl gevrekleri, vitamin-D takviyeli süt ürünleri, düşük tuzlu fakat mineral eklenmiş et ürünleri, omega-3 zengini sürülebilir gıdalar gibi birçok ürün denemesi yapılmıştır (Mashiah vd., 2025:396). Bu ürünlerin ortak noktası, yüksek besleyici değer taşımanın yanı sıra, yaşlıların fizyolojik ve duyusal ihtiyaçlarına uygun olacak şekilde uyarlanmış olmalarıdır. Örneğin bazı yaşlılar et yemeklerini sert bulup tüketemezken, yumuşatılmış dokuda (daha kolay çiğnenebilir) et ürünleri veya proteinli çorbalar alternatif olarak sunulabilir. Benzer şekilde, tat ve koku duyusu azalan bir yaşlı için aroması güçlendirilmiş veya daha zengin tat profiline sahip yiyecekler iştah açıcı olabilir. EAT4AGE projesi kapsamında geliştirilen ürünlerde de bu tür duyusal adaptasyonlar ve besleyici yoğunluk artırma stratejileri bir arada kullanılmıştır (Calligaris vd., 2022:6467; Aguilera ve Covacevich, 2023:101037). Amaç, yaşlı tüketiciler tarafından kabul gören ve beğenilen ürünler ile ihtiyaç duyulan besin ögelerinin alımını artırmaktır.

Özel olarak formüle edilmiş oral nutrisyon destekleri de (hazır enteral beslenme ürünleri, sipariş edilebilen protein-içecekleri vb.) yetersiz beslenen yaşlılarda diyet alımını tamamlayıcı bir araçtır. Eğer yaşlı birey normal öğünlerle yeterli besini tüketemiyorsa, ara öğünlerde verilecek yüksek kalorili/proteinli bir beslenme ürünü kalori ve protein açığını kapatmaya yardımcı olabilir. Nitekim literatür, diyet tek başına ihtiyacı karşılamıyorsa makro ve mikro besinlerin hedefe yönelik takviyelerle desteklenmesinin gerekebileceğini vurgular (Volkert vd., 2022:958). Örneğin, malnütre yaşlı hastalarda günde 2 defa verilecek protein-enerji içeceğinin kilo kaybını durdurabildiği, hatta kilo alımına katkı sağlayabildiği çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir. Bununla birlikte, bu tür desteklerin etkin olabilmesi için tıbbi beslenme tedavisi planının bir parçası olarak, diyetisyen kontrolünde kullanılması önemlidir. Her yaşlıya aynı tip destek uygun olmayabilir; örneğin şeker hastası bir yaşlıda şeker içeriği yüksek bir takviye sorun yaratabilir ya da böbrek yetmezliği olan bir yaşlıda protein yükü dikkatli ayarlanmalıdır. Bu nedenle destek ürünleri bireyin klinik durumuna göre seçilmeli ve izlenmelidir.

Yaşlıların besin alımını artırmak için geleneksel öğünlerin de zenginleştirilmesi mümkündür (Geny vd., 2023:10). Bu, ticari ürünler olmaksızın evde uygulanabilecek basit yöntemleri içerir: Örneğin çorbalar veya pürelerin içine süt tozu ekleyerek protein ve enerji içeriğini yükseltmek, yiyeceklere fındık/fıstık ezmesi, zeytinyağı veya peynir ekleyerek kalorisini artırmak gibi. Tatlılara pekmez veya bal ilavesiyle enerji ve demir katkısı sağlanabilir. Küçük porsiyonlarda yoğun enerji sağlayan atıştırmalıklar (örneğin kuru meyveler ve yemiş karışımları) sunmak da total kalori alımını fark ettirmeden yükseltebilir. Bu tür ufak dokunuşlar, iştahı az olan bir yaşlının günlük ihtiyacını karşılamasına yardımcı olurken, öğün hacmini çok büyütmediği için tolere edilmesi daha kolay olabilir.

Bazı yaşlı bireyler için besin dokusunun yumuşatılması veya modifiye edilmesi de alımı optimize etmenin ön koşuludur. Özellikle çiğneme veya yutma güçlüğü (disfaji) yaşayan yaşlılarda, katı gıdaların püre haline getirilmesi, etlerin iyice pişirilip liflerinin parçalanması, sebzelerin ezilerek sunulması gibi önlemler gerekebilir (Raheem vd., 2021:5125). Bu şekilde hazırlanmış özel kıvamlı diyetler, normal besinlerden alınacak besin ögelerini sağlar ancak kişinin boğulma riskini önler ve yeme güvenliğini artırır. Tabi, püre haline getirme gibi işlemler yemeğin görünümünü ve lezzetini olumsuz etkileyebilir; bu nedenle mutfak becerileriyle püre yiyeceklerin de cezbedici bir sunumla hazırlanması (renk, koku ve şekil açısından) önem taşır. Örneğin renk karışıklığını önlemek için ayrı ayrı püreler veya kalıplarla şekil verilmiş püre yemekler, yeme deneyimini keyifli tutmaya yardımcı olur.

Son olarak, ilaç tedavileri de bazı durumlarda besin alımını optimize etmek için gözden geçirilmelidir. Polifarmasi (birden fazla ilaç kullanımı) yaşlılarda iştahı etkileyebilen bir faktördür; bazı ilaçlar bulantı yapabilir, bazıları ağız kuruluğu ya da tat değişikliği ile yeme isteğini azaltabilir. Hekimler, beslenme durumu bozulmuş bir yaşlıda mümkün mertebe iştah üzerine olumsuz etkisi olan ilaç alternatiflerini değerlendirmeli veya iştahı artırıcı etkisi olan (yan etkisi minimal) ilaçları tercih etmelidir.

Gıda Ambalajı, Hazırlanması ve Yeme Ortamı

Yaşlı bireylerin yeterli beslenmesi için, gıdaların sadece ne olduğu değil, nasıl sunulduğu ve hangi ortamda tüketildiği de büyük önem taşır. Bu bağlamda gıda ambalajı, hazırlama yöntemleri ve yeme ortamına ilişkin düzenlemeler, besin alımını teşvik edici şekilde düzenlenmelidir (Clegg ve Williams, 2018:34).

Ambalaj ve sunum: Yaşlılar için gıda ambalajlarının uygunluğu, besine erişimlerini doğrudan etkiler. Örneğin el ve parmak becerilerinde azalma, artrit gibi eklem sorunları veya kas kuvvetindeki düşüklük nedeniyle, birçok yaşlı ambalajları açmakta zorlanır. Araştırmalar, özellikle hastane ortamında sunulan paketli yiyecek ve içeceklerin ambalajlarının yaşlı hastalar için çoğunlukla "açılamaz" durumda olduğunu göstermiştir. Bu durum, ambalaj açamama nedeniyle tabağında yemeği kalmış yaşlı hastaların oluşmasına yol açabilir. Nitekim Avustralya'da yapılan bir çalışmada, simüle bir hastane

ortamında kendi kendine yemek yiyen yaşlıların bazı paketli gıdalara erişemediği, ambalajlar önceden açıldığında ise besin alımının arttığı bildirilmiştir. Özellikle malnütrisyon riski taşıyan kırılgan yaşlılarda, kahvaltılık gevrek paketleri veya tek porsiyonluk peynir, reçel gibi ambalajlı gıdalar besin alımını kısıtlayan bir engel haline gelebilmektedir (Bell vd., 2020:104463). Bu nedenle, yaşlı bireylerin bulunduğu kurumlarda "kolay açılabilir" ambalaj tasarımlarına geçilmesi önerilir. Ambalajların üzerindeki yazıların punto büyüklüğü de önemlidir; görme keskinliği azalmış yaşlılar için besinin ne olduğu, son kullanma tarihi gibi bilgilerin okunabilir olması gerekir. Gıda endüstrisinde, yaşlı dostu ambalaj kavramı giderek önem kazanmaktadır: Açma talimatlarının açıkça belirtildiği, daha az güç gerektiren kapak mekanizmalarının kullanıldığı, hatta bazı durumlarda basit bir çekme halkası ile kolaylıkla açılabilen paketler tasarlanmaktadır. Örneğin süt veya meyve suyu kutularının kapaklarındaki tırtıklı sıkma gerektiren tasarımlar yerine, iterek açılan kapaklar tercih edilebilir. Hastane ve bakımevi gibi ortamlarda ise, yaşlı hastaların öğünleri servis edilmeden önce ambalajlarının görevli personel tarafından açılması veya kolaylıkla açabilecekleri şekilde sunulması (örneğin yoğurt kapaklarının köşesinin kaldırılmış olması) sağlanmalıdır. Yiyecek sunumu da yaşlılarda iştahı etkiler; tek seferde büyük porsiyonlar yerine, küçük ve süslü porsiyonlar iştahı uyandırmada daha başarılı olabilir. Renkli tabaklar, kontrast oluşturan servis ekipmanları (görme sorunu olan yaşlıların yemeği ve tabağı net ayırt etmesi için) kullanılabilir. Araştırmalar, yemeğin görüntüsünün, kokusunun ve hatta tabağın renginin bile yaşlıların iştahını etkileyebildiğini göstermektedir. Bu nedenle bakım merkezlerinde yemek sunumuna özen gösterilmeli; yemekler sıcak ve hoş kokulu halde servis edilmeli, tabaklar temiz ve düzenli hazırlanmış olmalıdır.

Yemek hazırlama yöntemleri: Yaşlı bireylerin evde kendi yemeklerini hazırlaması da besin alımını etkileyen bir faktördür. Kendi kendine yaşayan yaşlılar, yemek yapmayı zor veya zahmetli buldukları için daha az öğün tüketebilir veya besin çeşitliliğini azaltabilirler. Bunu önlemek için yemek hazırlamayı kolaylaştıran yöntemler ve yardımcı araçlar devreye sokulabilir. Örneğin konserve veya dondurulmuş sebzeler kullanmak, pişirme süresini ve eforunu azaltırken benzer besin değerini sağlayabilir. Basit mutfak aletleri (dilimleyiciler, kavanoz açacak aparatları, hafif tencereler) yaşlıların mutfaktaki işini kolaylaştırabilir. Özellikle el gücü azalmış bireyler için elektrikli açacaklar, özel tasarım bıçaklar veya hafif tencere/tavalar önerilebilir. Toplu yemek hizmetleri de (örneğin evlere yemek servisi, belediyelerin veya sivil toplumun sıcak yemek dağıtımları) yaşlılar için önemli bir destek mekanizmasıdır. Kendi başına yemek hazırlamakta zorlanan yaşlıların bu hizmetlere erişimi sağlanarak, düzenli ve dengeli beslenmeleri güvence altına alınabilir (Alghamdi vd., 2023:142; Tani vd., 2023:131).

Evde veya kurumda yemek hazırlarken, yaşlı bireyin damak tadına uygun ve tanıdık yemekler yapmak da alımı artıracaktır. İleri yaşta insanlar genellikle alışık oldukları tatları tercih ederler; anılarına bağlı yiyecekler iştah

uyandırabilir. Dolayısıyla menüler planlanırken kültürel ve bireysel tercihleri göz önünde bulundurmak önemlidir. Baharat kullanımı, koku ve tadın belirginleştirilmesi yönünden faydalı olabilir ancak mide tahrişi veya tansiyon sorunları düşünülerek dengeli kullanılmalıdır. Tuz yerine aroma verici otlar (kekik, nane, fesleğen vb.) kullanmak, fazla tuz tüketimini engellerken lezzeti artırabilir.

Yeme ortamı ve sosyal etkileşim: Yaşlı bireylerin ne kadar yiyecek tükettikleri, içinde bulundukları fiziksel ve sosyal ortama göre değişiklik gösterebilir. Sosyal yeme, iştahı artıran en güçlü çevresel faktörlerden biridir. Aile üyeleriyle, arkadaşlarla veya benzer yaş gruplarıyla birlikte yenilen yemeklerin miktar olarak daha fazla olduğu pek çok çalışma ile ortaya konmuştur. Bu etki, "sosyal kolaylaştırma" (social facilitation) olarak bilinir; diğer bireylerin varlığı, yeme süresini ve tüketilen miktarı artırabilir. Yaşlıların mümkün olduğunca yalnız yemek yemekten kaçınmaları, grup aktiviteleri veya ortak yemek zamanlarına katılımı teşvik edilmelidir. Örneğin, aynı apartmanda yaşayan yaşlı komşuların haftada birkaç gün bir araya gelerek ortak sofra kurmaları sağlanabilir. Bakımevlerinde tek tek odalara yemek servisi yerine ortak yemek salonlarında yemek yenmesi hem besin alımını artırır hem de sosyal etkileşimi sağlayarak psikolojik iyi oluşa katkıda bulunur. Model alma da önemlidir; etraftaki diğer kişilerin iştahla yemek yemesi, sofrada neşeli bir sohbet ortamının olması yaşlı bireyin de yemeğe karşı isteğini artırabilir (Stroebele-Benschop vd., 2016:95). Bu nedenle, aile üyeleri yaşlı bir yakınla yemek yerken onu yemeye teşvik eden, sofrayı keyifli hale getiren bir yaklaşım benimsemelidir.

Yeme ortamının fiziksel koşulları da gözden geçirilmelidir. İyi aydınlatılmış, sakin ve rahat bir yemek ortamı sağlanmalıdır. Gürültülü televizyon, rahatsız edici yüksek sesler veya dikkat dağıtıcı unsurlar (örneğin yemek sırasında yapılan tıbbi işlemler, ziyaretçi trafiği vb.) ortadan kaldırılmalıdır. Masanın düzeni, oturma pozisyonu, sandalye konforu gibi detaylar da önem taşır. Özellikle huzurevi veya hastane gibi ortamlarda, yaşlı bireyler uygun oturma pozisyonunda (mümkünse dik pozisyonda, gerekli ise sırtını destekleyen yastıklarla) yemek yemelidir; bu hem yutmayı kolaylaştırır hem de reflü riskini azaltır. Yemek zamanlaması da yaşlılarda esnek olmalıdır: Bazı yaşlılar güne erken başlar ve kahvaltıyı erken yapmak isterken, bazılarının iştahı öğlene doğru açılır. Katı saatler yerine, bireyin ritmine göre yemek saatlerinde bir miktar esneklik tanımak, toplam alımı artırabilir. Örneğin sabah çok iştahsız olan birine kahvaltı yerine daha geç saatte kuvvetli bir brunch vermek, alacağı besin miktarını yükseltebilir (Chaudhury vd., 2013:491; Douglas ve Lawrence, 2015:1815; Dashti vd., 2025:385).

Çevresel stratejilerin işe yaradığını gösteren bulgular giderek artmaktadır. Yapılan bir derleme, sosyal etkileşim, model alma, yemek bilgisinin artırılması gibi çevresel faktörlerin yaşlıların gıda alımını olumlu etkilediğini ortaya koymuştur. Yemeğin sunulduğu yer (örneğin ev ortamı hissi veren bir yemek odası), porsiyon büyüklüğü, yemeğin tabağa yerleştirilme biçimi,

yiyeceklerin adlandırılması ve etiketlenmesi gibi unsurların hepsi yeme davranışını şekillendirebilir (Stroebele-Benschop vd., 2016:95). Örneğin, büyük tek bir porsiyon yerine bölünmüş küçük porsiyonlar sunulduğunda yaşlı birey psikolojik olarak daha az yemiş hissedebilir ve böylece toplamda daha fazla yiyebilir. Yemeğin güzel kokularının ortamı doldurması, servis öncesi küçük tadımlıklar sunulması, yemek öncesi kısa bir yürüyüş veya fiziksel aktivitenin iştahı uyarması da kullanılabilecek diğer yöntemlerdir (Porter Starr vd., 2022:59). Sonuç olarak, yaşlı bireylerin besin alımını artırmak için yaşam alanlarının ve günlük rutinlerinin beslenmeyi kolaylaştıracak şekilde düzenlenmesi gerekir. Bu tür çevresel iyileştirmeler, yaşla birlikte görülen iştah ve alım azalışını telafi etmede etkili, düşük maliyetli ve invaziv olmayan stratejilerdir (Stroebele-Benschop et al., 2016).

SONUÇ

Yaşlılık döneminde beslenme, bireyin genel sağlık durumu, fonksiyonel kapasitesi ve yaşam kalitesini belirleyen başlıca faktörlerdendir. Son on yılda yapılan çalışmalar, yaşlı yetişkinlerde malnütrisyonun halen yaygın ve ciddi bir sorun olduğunu, ancak önlenebilir ve yönetilebilir olduğunu ortaya koymaktadır. Malnütrisyonun nedenleri arasında kronik hastalıkların varlığı, yaşa bağlı fizyolojik değişiklikler ve psikososyal faktörler bulunmakta; sonuçları ise artmış kırılganlık, enfeksiyon riski, hastaneye yatış oranları ve mortalite ile ilişkilendirilmektedir. İştah kaybı yaşlılarda sık görülen bir durum olup, "yaşlılık anoreksisi" kavramıyla açıklanan karmaşık mekanizmalarla besin alımını kısıtlayabilir. Bu nedenle, iştahı etkileyen etmenlerin erken dönemde tanınması ve kişiye özel yaklaşımlarla ele alınması önem taşır. Yaşlıların besin gereksinimleri, bazı besin ögeleri için artmış olup (protein, D vitamini, B12 vitamini, kalsiyum gibi) diyetlerinin yüksek besleyicilikte planlanmasını gerektirir. Beslenme müdahaleleri ise çok boyutlu olmalıdır: Bir yandan protein ve enerji açısından zenginleştirilmiş gıdalar, özel beslenme destek ürünleri ve fortifikasyon programlarıyla yaşlıların diyetlerinin kalitesi yükseltilmeli; diğer yandan da gıdaların sunum şekli, fiziksel ortam ve sosyal destek gibi çevresel faktörler iyileştirilerek yaşlı bireylerin iştahla ve keyifle beslenmesi sağlanmalıdır.

Güncel literatür, yaşlılar için geliştirilen beslenme çözümlerinin henüz emekleme aşamasında olduğunu, ancak giderek önem kazandığını vurgulamaktadır. Gıda biliminden geriatriye, halk sağlığından gerontoteknolojiye farklı disiplinlerin iş birliğiyle, yaşlı dostu gıdaların tasarlanması ve uygulanması yönünde küresel çabalar hızlanmıştır. Bu

doğrultuda, sağlıklı yaşlanma hedefiyle uyumlu beslenme politikaları geliştirmek (örneğin yaşlı nüfusa özel beslenme rehberleri oluşturmak, destekleyici gıda sübvansiyonları sağlamak) toplum sağlığı açısından öncelikli olacaktır. Unutulmamalıdır ki, doğru beslenen bir yaşlı birey, yaşamının ileri dönemlerinde de bağımsızlığını koruyabilir, hastalıklardan korunabilir ve sosyal açıdan daha aktif olabilir. Beslenme, sağlıkla yaşlanmanın yapı taşlarından biridir ve "yaşam yıllarına sağlık katmak" için en etkili araçlardan biri olarak karşımızda durmaktadır. Bu nedenle, yaşlılık döneminde beslenmeye gereken önem verilmeli, bilimsel veriler ışığında kanıta dayalı yaklaşımlar yaygınlaştırılmalı ve yaşlılarımızın hayatlarının bu altın dönemini en iyi şekilde geçirmelerine yardımcı olunmalıdır.

KAYNAKÇA

Aguilera, J. M., & Covacevich, L. (2023). Designing foods for an increasingly elderly population: a challenge of the XXI century. *Current Opinion in Food Science*, *51*, 101037. https://doi.org/10.1016/j.cofs.2023.101037

Alghamdi, M. M., Burrows, T., Barclay, B., Baines, S., & Chojenta, C. (2023). Culinary Nutrition Education Programs in Community-Dwelling Older Adults: A Scoping Review. *The Journal of Nutrition, Health and Aging*, *27*(2), 142–158. https://doi.org/10.1007/s12603-022-1876-7

Baugreet, S., Hamill, R. M., Kerry, J. P., & McCarthy, S. N. (2017). Mitigating Nutrition and Health Deficiencies in Older Adults: A Role for Food Innovation? *Journal of Food Science*, *82*(4), 848–855. https://doi.org/10.1111/1750-3841.13674

Bell, A. F., Tapsell, L. C., Walton, K., & Batterham, M. (2020). Unwrapping nutrition: Exploring the impact of hospital food and beverage packaging on plate waste/intake in older people. *Appetite*, *144*, 104463. https://doi.org/10.1016/j.appet.2019.104463

Calligaris, S., Moretton, M., Melchior, S., Mosca, A. C., Pellegrini, N., & Anese, M. (2022). Designing food for the elderly: the critical impact of food structure. *Food & Function*, *13*(12), 6467–6483. https://doi.org/10.1039/D2FO00099G

Cereda, E., Pedrolli, C., Klersy, C., Bonardi, C., Quarleri, L., Cappello, S., Turri, A., Rondanelli, M., & Caccialanza, R. (2016). Nutritional status in older persons according to healthcare setting: A systematic review and meta-analysis of prevalence data using MNA ®. *Clinical Nutrition*, *35*(6), 1282–1290. https://doi.org/10.1016/j.clnu.2016.03.008

Chaudhury, H., Hung, L., & Badger, M. (2013). The Role of Physical Environment in Supporting Person-centered Dining in Long-Term Care. *American Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementias®*, *28*(5), 491–500. https://doi.org/10.1177/1533317513488923

Clegg, M. E., & Williams, E. A. (2018). Optimizing nutrition in older people. *Maturitas*, *112*, 34–38. https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2018.04.001

Crichton, M., Craven, D., Mackay, H., Marx, W., de van der Schueren, M., & Marshall, S. (2018). A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the prevalence of protein-energy malnutrition: associations with geographical region and sex. *Age and Ageing*. https://doi.org/10.1093/ageing/afy144

Dashti, H. S., Liu, C., Deng, H., Sharma, A., Payton, A., Maharani, A., & Didikoglu, A. (2025). Meal timing trajectories in older adults and their associations with morbidity, genetic profiles, and mortality. *Communications Medicine*, *5*(1), 385. https://doi.org/10.1038/s43856-025-01035-x

Dean, M., Raats, M. M., Grunert, K. G., & Lumbers, M. (2009). Factors influencing eating a varied diet in old age. *Public Health Nutrition*, *12*(12), 2421–2427. https://doi.org/10.1017/S1368980009005448

Dismore, L., Sayer, A., & Robinson, S. (2024). Exploring the experience of appetite loss in older age: insights from a qualitative study. *BMC Geriatrics*, *24*(1), 117. https://doi.org/10.1186/s12877-024-04732-9

Dorrington, N., Fallaize, R., Hobbs, D. A., Weech, M., & Lovegrove, J. A. (2020). A Review of Nutritional Requirements of Adults Aged ≥65 Years in the UK. *The Journal of Nutrition*, *150*(9), 2245–2256. https://doi.org/10.1093/jn/nxaa153

Douglas, J. W., & Lawrence, J. C. (2015). Environmental Considerations for Improving Nutritional Status in Older Adults with Dementia: A Narrative Review. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, *115*(11), 1815–1831. https://doi.org/10.1016/j.jand.2015.06.376

Fact sheets - Malnutrition. (n.d.). Retrieved November 18, 2025, from https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition

Fougère, B., & Morley, J. E. (2017). Weight loss is a major cause of frailty. *The Journal of Nutrition, Health and Aging*, *21*(9), 933–935. https://doi.org/10.1007/s12603-017-0971-7

Geny, A., Petitjean, M., Van Wymelbeke-Delannoy, V., & Sulmont-Rossé, C. (2023). Impact of food-based fortification on nutritional outcomes and acceptability in older adults: systematic literature review. *Frontiers in Nutrition*, *10*. https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1232502

Groenendijk, I., de Groot, L. C. P. G. M., Tetens, I., & Grootswagers, P. (2024). Discussion on protein recommendations for supporting muscle and bone health in older adults: a mini review. *Frontiers in Nutrition*, *11*. https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1394916

Holst, M., Rasmussen, H. H., & Laursen, B. S. (2011). Can the patient perspective contribute to quality of nutritional care? *Scandinavian Journal of Caring Sciences*, *25*(1), 176–184. https://doi.org/10.1111/j.1471-6712.2010.00808.x

Hu, F. B. (2024). Diet strategies for promoting healthy aging and longevity: An epidemiological perspective. *Journal of Internal Medicine*, *295*(4), 508–531. https://doi.org/10.1111/joim.13728

Huang, Y.-C., Wahlqvist, M. L., & Lee, M.-S. (2014). Appetite predicts mortality in free-living older adults in association with dietary diversity. A NAHSIT cohort study. *Appetite*, *83*, 89–96. https://doi.org/10.1016/j.appet.2014.08.017

Jadczak, A. D., & Visvanathan, R. (2019). Anorexia of Aging - An Updated Short Review. *The Journal of Nutrition, Health and Aging*, *23*(3), 306–309. https://doi.org/10.1007/s12603-019-1159-0

Lengelé, L., Bruyère, O., Beaudart, C., Reginster, J.-Y., & Locquet, M. (2021). Impact of Malnutrition Status on Muscle Parameter Changes over a 5-Year Follow-Up of Community-Dwelling Older Adults from the SarcoPhAge Cohort. *Nutrients*, *13*(2), 407. https://doi.org/10.3390/nu13020407

Lyons, O. C., Flynn, M. A. T., Corish, C. A., Gibney, E. R., Kerr, M. A., McKenna, M. J., McNulty, H., McSorley, E. M., Nugent, A. P., O'Brien, C., Ward, M., Younger, K. M., & Saul, I. (2022). Nutrition policy: developing scientific recommendations for food-based dietary guidelines for older adults living independently in Ireland. *Proceedings of the Nutrition Society*, *81*(1), 49–61. https://doi.org/10.1017/S0029665122001008

Malafarina, V., Uriz-Otano, F., Gil-Guerrero, L., & Iniesta, R. (2013). The anorexia of ageing: Physiopathology, prevalence, associated comorbidity and mortality. A systematic review. *Maturitas*, *74*(4), 293–302. https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2013.01.016

Mashiah, L., Lavoisier, A., Gwala, S., Calahorra, A. A., Shani Levi, C., Rødbotten, R., Varela, P., Sarkar, A., Brodkorb, A., Dupont, D., & Lesmes, U. (2025). Strategic Considerations in Designing Food Solutions for Seniors. *Foods*, *14*(3), 396. https://doi.org/10.3390/foods14030396

Norman, K., Haß, U., & Pirlich, M. (2021). Malnutrition in Older Adults—Recent Advances and Remaining Challenges. *Nutrients*, *13*(8), 2764. https://doi.org/10.3390/nu13082764

Porter Starr, K. N., Borack, M. S., Rincker, J. C., & Bales, C. W. (2022). Nutrition and Aging: Meeting the Unique Needs of Older Adults. In T. Wilson, N. J. Temple, & G. A. Bray (Eds.), *Nutrition Guide for Physicians and Related Healthcare Professions* (pp. 59–69). https://doi.org/10.1007/978-3-030-82515-7_7

Raheem, D., Carrascosa, C., Ramos, F., Saraiva, A., & Raposo, A. (2021). Texture-Modified Food for Dysphagic Patients: A Comprehensive Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(10), 5125. https://doi.org/10.3390/ijerph18105125

Stroebele-Benschop, N., Depa, J., & de Castro, J. M. (2016). Environmental Strategies to Promote Food Intake in Older Adults: A Narrative Review. *Journal of Nutrition in Gerontology and Geriatrics*, *35*(2), 95–112. https://doi.org/10.1080/21551197.2016.1173614

Tani, Y., Fujiwara, T., Anzai, T., & Kondo, K. (2023). Cooking skills, living alone, and mortality: JAGES cohort study. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *20*(1), 131. https://doi.org/10.1186/s12966-023-01522-1

Ueno, H., & Nakazato, M. (2016). Mechanistic relationship between the vagal afferent pathway, central nervous system and peripheral organs in appetite regulation. *Journal of Diabetes Investigation*, *7*(6), 812–818. https://doi.org/10.1111/jdi.12492

van der Meij, B. S., Wijnhoven, H. A. H., Lee, J. S., Houston, D. K., Hue, T., Harris, T. B., Kritchevsky, S. B., Newman, A. B., & Visser, M. (2017). Poor Appetite and Dietary Intake in Community-Dwelling Older Adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, *65*(10), 2190–2197. https://doi.org/10.1111/jgs.15017

Volkert, D., Beck, A. M., Cederholm, T., Cruz-Jentoft, A., Hooper, L., Kiesswetter, E., Maggio, M., Raynaud-Simon, A., Sieber, C., Sobotka, L., van Asselt, D.,

Wirth, R., & Bischoff, S. C. (2022). ESPEN practical guideline: Clinical nutrition and hydration in geriatrics. *Clinical Nutrition*, *41*(4), 958–989. https://doi.org/10.1016/j.clnu.2022.01.024

Endodonti Kaynaklı Renklenmler ve Beyazlatma Yöntemleri

Aybüke İNEL[1]
Safa KURNAZ[2]

1. Kurum Bilgisi: Endodonti Anabilim Dalı, Diş Hekimliği Fakültesi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Kütahya/TÜRKİYE ORCID: https://orcid.org/0009-0003-1719-7196 İletişim: aybuke.inel@ksbu.edu.tr
2. Kurum Bilgisi: Endodonti Anabilim Dalı, Diş Hekimliği Fakültesi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Kütahya/TÜRKİYE ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8079-7536

ÖZET

Dişlerde meydana gelen içsel renk değişiklikleri, estetik kaygıların arttığı günümüzde hem hastalar hem de klinisyenler açısından önemli bir klinik problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle endodontik tedavi görmüş dişlerde ortaya çıkan renklenmeler, pulpal dokunun patolojik süreçleri, dental travmalar, intrapulpal hemorajiler, endodontik materyaller ve kanal içi ilaçlar gibi çeşitli etiyolojik faktörlerin bir araya gelmesiyle oluşmaktadır . Bu durum, dentin tübüllerine penetre olan parçalanma ürünleri, kan bileşenleri veya kullanılan materyallerin kimyasal bileşenleriyle ilişkilidir (Polat & Temizyürek, 2021). Klinik açıdan hem estetik beklentileri hem de restoratif tedavi planlamasını etkileyen bu renk değişikliklerinin doğru şekilde değerlendirilmesi, uygun tedavi yaklaşımının belirlenmesi açısından önem taşır.Endodontik kaynaklı renklenmelerin yönetiminde, invaziv protetik restorasyonlara alternatif olarak daha konservatif ve doku koruyucu bir yöntem olan beyazlatma tedavileri ön plana çıkmaktadır . Hidrojen peroksit, karbamid peroksit ve sodyum perborat gibi oksidatif ajanların farklı tekniklerle uygulanması sonucu dentin içindeki kromofor yapıların kimyasal olarak modifiye edilmesi ile etkili bir renk açılması sağlanabilmektedir. Bu bağlamda walking bleach ve modifiye walking bleach gibi devital beyazlatma yöntemleri, minimal invaziv yaklaşımlar olmaları nedeniyle güncel klinik pratikte yaygın olarak tercih edilmektedir (Atreya & Patel, 2016). Bununla birlikte, servikal kök rezorpsiyonu gibi potansiyel komplikasyonların göz önünde bulundurulması, doğru endikasyonun belirlenmesi ve tedavi sürecinin uygun şekilde yönetilmesi kritik öneme sahiptir (Plotino ve ark., 2008).

Bu çalışmada, endodontik kökenli diş renklenmelerinin etiyolojisi, patogenezi ve klinik özellikleri incelenmiş; ayrıca devital beyazlatma tekniklerinin etkinliği, kullanılabilecek ajanlar, olası komplikasyonlar ve güncel yaklaşımlar literatür doğrultusunda kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır. Bu sayede, klinisyenlerin estetik açıdan sorun oluşturan endodontik renklenmelerin yönetiminde bilimsel temelli bir perspektif geliştirmelerine katkı sağlanması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler:

ENDODONTİ KAYNAKLI RENKLENMELER

Diş renklenmesi, diş dokularının doğal renginin değişmesi olarak tanımlanır ve özellikle anterior bölgede estetik açıdan önemli bir sorun oluşturur. Renklenmeler pre-erüptif ve post-erüptif olarak sınıflandırılsa da, post-erüptif renklenmeler içinde özellikle pulpa kaynaklı olanlar klinik açıdan en belirleyici gruptur. Pulpal nekroz, intrapulpal hemoraji, dental travmalar, endodontik tedavi sonrası artık pulpa dokuları, kullanılan endodontik materyaller (kanal dolgu patları, kanal içi ilaçlar ve irrigasyon solüsyonları)

ile kök rezorpsiyonları pulpa içi renklenmenin başlıca nedenlerini oluşturur (Gürel ve ark., 2016; Plotino ve ark., 2008). Bu faktörler, pulpa odasında hemoglobin ürünlerinin, nekrotik doku artıklarının veya materyal kaynaklı pigmentlerin dentin tübüllerine penetrasyonu ile kalıcı renk değişikliklerine yol açar. Pulpa kaynaklı renklenmelerin doğru tanımlanması, uygun beyazlatma yöntemi ve tedavi yaklaşımının belirlenmesinde kritik öneme sahiptir (Marin ve ark., 1997).

1.Pulpa Nekrozu

Pulpa dokusunun kısa ya da uzun süre boyunca çeşitli irritanlara maruz kalması, bu dokunun kanlanma düzenini önemli ölçüde etkileyebilir. Maruz kalınan sürenin uzunluğu ve irritanın niteliği, yani irritanın bakteriyel, mekanik ya da kimyasal özellikler taşıması, pulpa içinde gelişecek inflamasyonun türünü doğrudan belirler. Bu farklı etkenlerin etkisi altında pulpada akut ya da kronik inflamasyon gelişebilir. Özellikle kronik inflamasyonun uzun süre devam etmesi, zamanla pulpa dokusunda nekroz oluşmasına yol açabilir. Nekrotik pulpa dokusu ise dentin tübüllerine etki ederek çevre dentinde renk değişikliğine neden olabilecek çeşitli parçalanma ürünlerinin salınmasına sebep olur (Polat & Temizyürek, 2021). Pulpa nekrozu sonrası ortaya çıkan parçalanma ürünleri dentin tübüllerine ilerleyerek bu bölgelerde birikmekte ve sonuç olarak çevredeki dentin dokusunda renklenmeye yol açabilmektedir (Dinler ve ark., 2024).

2.Dental Travma

Dental travma sonrasında pulpal dokuda meydana gelen vasküler yaralanmalar, kan damarlarının yırtılmasına ve bunun sonucunda intrapulpal kanamaya neden olabilir. Oluşan hemoraji ile birlikte kanın hücresel ve plazmatik bileşenleri dentin tübüllerine doğru ilerleyerek bu yapılara penetre olabilir. Travmayı takiben sürmüş bir dişe gelen akut darbe, pulpa içerisinde ani bir kanama oluşturarak dişin geçici olarak kırmızı bir ton kazanmasına neden olabilmektedir (Gartner ve ark., 1976). Eritrositlerin hemolize uğramasıyla hemoglobin, globin ve hem bileşenlerine ayrışma gerçekleşir. Açığa çıkan demir, demir sülfid kompleksleri formunda dentin tübüllerine taşınarak çevre dentin dokusunda karakteristik renk değişikliklerine yol açar. Pulpa vitalitesinin sürdüğü olgularda bu renk değişimi zaman içerisinde gerileyerek dişin doğal tonuna dönmesi mümkünken pulpa nekrozunun geliştiği durumlarda renk değişikliği kalıcı hâle gelmekte ve zamanla daha da belirginleşebilmektedir. Ayrıca, dental travmayı takiben uygulanan endodontik tedavi sonrasında kanallar içinde kalan rezidüel pulpa dokusu zamanla parçalanarak diş renginin bozulmasına katkıda bulunabilir. bulunabilir (Arens, 1989; Dinler ve ark., 2024; Gürel ve ark., 2016).

Travmanın ardından pulpal bölgedeki kan akımının geçici olarak bozulması, odontoblastların fizyolojik fonksiyonlarını olumsuz etkileyerek pulpa odası ve kök kanal duvarlarında düzensiz sekonder ya da tersiyer dentin

oluşumuna yol açabilmektedir. Bu yapısal değişiklikler sonucunda pulpa vitalitesi korunmuş olsa bile dişlerde translusensite azalmakta ve klinik olarak sarı–kahverengi tonlara yönelen bir renk değişikliği ortaya çıkmaktadır (Burke & Efes, 2022). Tedavi yaklaşımında ilk basamak olarak vital beyazlatma tekniklerinin uygulanması önerilir ancak bu yöntemle hedeflenen estetik iyileşme sağlanamadığında, kök kanal tedavisi gerçekleştirilerek intrakoronal beyazlatma prosedürlerinin uygulanması uygun bir alternatif olarak değerlendirilmektedir (Lee ve ark., 2009).

3.Kalsifik Metamorfoz (Distrofik Kalsifikasyon)

Kalsifik metamorfoz, pulpa dokusunda hücresel hasar, inflamasyon veya dejeneratif değişikliklerin ardından, dokunun canlılığından bağımsız olarak kalsiyum tuzlarının lokal olarak çökmesiyle karakterize bir mineralizasyon sürecidir. Pulpa içinde meydana gelen bu kontrolsüz kalsifik birikim, genellikle travma, yaşlanma veya kronik irritasyon gibi faktörlere yanıt olarak gelişir (Stroner & Van Cura, 1984).

Distrofik kalsifikasyonun patogenezinde, özellikle pulpanın perivasküler ve perinöral bölgelerinde kalsifiye odakların oluşumu dikkat çekmektedir; bu odaklar, pulpanın yaşlanması veya travmatik etkiler sonucu ortaya çıkan lokal dejeneratif değişikliklerle sıklıkla ilişkilendirilmektedir. Odontoblastların travma nedeniyle hasara uğraması, bu hücrelerin fonksiyonunu kaybetmesine yol açar; ardından farklılaşmamış mezenkimal hücreler odontoblast benzeri hücrelere dönüşerek tersiyer dentin üretimini üstlenir ve bunun sonucunda, pulpa dokusunda normal mineralizasyon süreçlerinden bağımsız olarak kontrolsüz kalsiyum tuzu birikimi meydana gelir ve pulpanın yapısal bütünlüğünde düzensizlikler oluşur (Polat & Temizyürek, 2021). Bu süreç, pulpa odası ile kök kanal boşluğunda sert doku birikiminin artmasıyla karakterizedir ve dişte içsel (intrensek) renk değişikliklerinin ortaya çıkmasına zemin hazırlar (Stroner & Van Cura, 1984). Pulpa obliterasyonu ve koyu tonlu tersiyer dentin formasyonunun ilerlemesiyle birlikte kronun translusensitesi azalır; klinik olarak sarımsı veya sarı-kahverengi renk değişiklikleri gözlenir (Başar & Çıkman, 2024; Lee ve ark., 2009).

Travma sonrası ortaya çıkan renk değişikliklerine sahip dişlerde pulpa vitalitesinin değerlendirilmesi önem taşır; çünkü renklenmenin uzun süre devam etmesi çoğu zaman ilerleyici pulpa nekrozunun bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Ayrıca travmayı takiben meydana gelen dental ankiloz da dişlerde beyaz ya da sarı-kahverengi tonlarda bir renk değişikliği oluşturabilmektedir (Kielbassa & Wrbas, 2000).

Klinik açıdan değerlendirildiğinde, daimi dişlerde gözlemlenen gri tonlar genellikle pulpa nekrozu veya ciddi damar hasarının göstergesi olarak kabul edilirken, sarımsı renk değişiklikleri pulpanın kalsifik yanıt verdiğini ve yaygın distrofilik kalsifikasyonların oluştuğunu işaret etmektedir. Bu renk değişimleri, dişin translusensitesinde azalmaya yol açarak estetik ve

fonksiyonel açıdan klinik önem taşımaktadır (Gartner ve ark., 1976; Rotstein & Li, 2008).

4.Pulpal Hemorajiler

Pulpal hemorajilere bağlı gelişen renk değişiklikleri**,** özellikle travmaya maruz kalan sürmüş dişlerde klinik açıdan sık karşılaşılan bir bulgudur. Akut travmatik bir etki sonrasında pulpa içerisinde meydana gelen kanama, hemoglobin ve diğer kan bileşenlerinin dentin tübüllerine diffüzyonu ile sonuçlanarak dişin başlangıçta belirgin bir kırmızı ton kazanmasına neden olabilir. Pulpanın nekrotik sürece ilerlemesiyle birlikte bu kırmızı renk genellikle birkaç gün içerisinde gri ya da gri-kahverengi bir görünüme dönüşür ve bu tablo özellikle anterior dişlerde daha belirgin şekilde gözlenmektedir (Bizhang ve ark., 2003).

Bazı olgularda pulpa dokusu canlılığını koruyarak zaman içinde rejenerasyon gösterebilir; bu durumda herhangi bir beyazlatma işlemi uygulanmaksızın dişin doğal rengine geri döndüğü bildirilmektedir. Ancak bu iyileşme yalnızca pulpa nekrozunun gelişmediği durumlarla sınırlıdır (Arens, 1989).

5.Endodontik Materyaller

Endodontik materyallerin neden olduğu diş renklenmesi, hem klinisyenler hem de hastalar açısından önemli bir estetik sorun olarak karşımıza çıkmakta ve endodontik tedavi uygulanmış dişlerin doğal görünümünü olumsuz yönde etkilemektedir (Meincke ve ark., 2013). Literatürde, bu progresif renk değişikliklerinin çoğunlukla kullanılan materyallerin dentin tübüllerine diffüzyonu ile ilişkili olabileceği belirtilmektedir . Bununla birlikte, gözlenen renk değişiminin her zaman tübül penetrasyonu sonucu oluşmadığı; pulpa odasında zamanla koyulaşan materyal artıklarının da benzer bir renklenme sürecine neden olabileceği gösterilmiştir (Plotino ve ark., 2008).

Dişlerde meydana gelen bu renk değişikliklerinin etiyolojisinde çeşitli endodontik materyallerin etkisi bulunmaktadır. Kök kanal irrigasyonunda kullanılan solüsyonlar, kanal içine yerleştirilen medikamentler, perforasyonların onarımında tercih edilen biyomateryaller ve rejeneratif endodontik prosedürlerde kullanılan doku mühendisliği ürünleri dentin dokusuyla etkileşime girerek renklenmeye sebep olabilmektedir. Ayrıca farklı türdeki endodontik patlar ile tedavi sürecinde uygulanan geçici restoratif materyaller de, zaman içinde pulpa odasında ya da dentin yüzeylerinde pigment birikimine yol açarak endodontik tedavi görmüş dişlerde ortaya çıkan içsel renk değişikliklerinin önemli bileşenleri arasında değerlendirilmektedir (Dinler ve ark., 2024; T. Van der Burgt ve ark., 1986; T. P. van der Burgt ve ark., 1986).

Metal içeriği bulunan bazı endodontik patların (özellikle gümüş bileşenleri içerenlerin) pulpa odasında veya giriş kavitesi bölgesinde artık

bırakılması ya da bu materyallerin zamanla dentinin nemli yapısıyla reaksiyona girmesi, diş dokusunda belirgin bir koyulaşmaya neden olabilmektedir (Allan ve ark., 2001).

Bir endodontik materyalin kimyasal içeriği ve yapısal özellikleri, diş dokusunda renk değişikliğine yol açma eğilimini belirleyen temel unsurlardandır . Çinko oksit–öjenol (ZOE) esaslı sealerlar, mineral trioksit agregat (MTA) temelli materyaller ile AH Plus (Dentsply Sirona, York, PA, ABD) ve AH 26 (Dentsply DeTrey, Konstanz, Almanya) gibi epoksi reçine kökenli kök kanal dolgu maddeleri; bünyelerinde bulunan reaksiyona girmemiş bileşenler ve zamanla dentin dokusu ile etkileşime giren yapıları nedeniyle çeşitli derecelerde diş renklenmesine yol açabilmektedir (Ekici ve ark., 2019; Meincke ve ark., 2013).

Meincke ve çalışma arkadaşları tarafından gerçekleştirilen araştırmada, Sealer 26 (Dentsply, Petrópolis, Brezilya) ve Endomethasone'un (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, Fransa), Endofill (Dentsply, Buenos Aires, Arjantin) ve AH Plus'a kıyasla daha belirgin renk değişimine neden olduğu bildirilmiştir. Bu farklılık, Sealer 26'nın kalsiyum hidroksit içermesi ve Endomethasone'un formülasyonunda iyodin bulunmasıyla ilişkilendirilmektedir. Ayrıca Endomethasone ve Endofill gibi materyallerde yer alan öjenolün çinko oksit ile kompleks oluşturduğu ve bu kompleksin zaman ilerledikçe oksidasyona uğrayarak renklenmeye katkıda bulunduğu ifade edilmiştir (Meincke ve ark., 2013).

Kalsiyum silikat temelli materyallerde bulunan bizmut, demir, alüminyum ve magnezyum gibi metal içeriklerin diş dokusunda meydana gelen renk değişimine katkı sağlayabileceği bildirilmektedir. Ayrıca bu materyallerin gözenekli yapısı, kan ürünlerinin bu boşluklarda tutulmasına zemin hazırlayarak renklenmenin oluşumunu kolaylaştırabilir. Hidrofilik silikat ve oksit partiküllerinden oluşan MTA'nın içerdiği bizmut oksitin, özellikle pulpa kuafajı ve pulpotomi gibi işlemler sonrası ortaya çıkan renk değişikliğinde önemli bir etken olduğu gösterilmiştir (Lim ve ark., 2017; Marciano ve ark., 2014).

Biodentine (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, Fransa), 2009 yılında geliştirilen ve kalsiyum silikat esaslı yapısıyla dikkat çeken bir materyaldir. Bu ürün, MTA'dan farklı olarak opasifiye edici ajan olarak bizmut oksit yerine zirkonyum oksit içermektedir (Rajasekharan ve ark., 2014). Zirkonyum oksit; kimyasal kararlılığı, biyoinert özellikleri ve uygun mekanik dayanımı nedeniyle tercih edilen bir bileşendir. Dettwiler ve çalışma arkadaşları tarafından yapılan bir araştırmada, Biodentine'in incelenen materyaller arasında en düşük düzeyde renk değişikliğine neden olduğu raporlanmıştır (Dettwiler ve ark., 2016).

Öte yandan, pulpotomi amacıyla kullanılan MTA Plus (Prevest Denpro, Jammu, Hindistan), Bio MTA+ (Cerkamed Company, Polonya) ve Biodentine'in dişlerde belirli derecelerde renklenmeye yol açtığı, ancak MTA Plus ile Bio MTA+'nın Biodentine'e göre daha yoğun bir renk değişimi

oluşturduğu ifade edilmiştir (Bastawala ve ark., 2020). Diğer araştırmalar da Biodentine'in neden olduğu renk değişiminin MTA'ya kıyasla anlamlı şekilde daha düşük olduğunu desteklemektedir (Madani ve ark., 2019).

İrrigasyon solüsyonlarının, belirli klinik koşullar altında dental dokularda renk değişikliğine neden olabildiği çeşitli çalışmalarda ortaya konmuştur. Sodyum hipoklorit (NaOCl), eritrositleri lizise uğratma kapasitesi ve dentin yüzeyinde kristal yapılar oluşturma eğilimi nedeniyle dentinin optik özelliklerini olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Gutiérrez & Guzmán, 1968). Ayrıca NaOCl'nin klorheksidin (CHX) ile etkileşimi sonucunda, parakloroanilin (PCA) olarak tanımlanan koyu kahverengi bir çökelti meydana gelmekte ve bu oluşum klinik açıdan belirgin bir renk bozukluğu ile ilişkilendirilmektedir.Bunun yanında NaOCl'nin, bizmut oksit ve diğer ağır metal oksitlerle reaksiyona girerek siyah pigmentli çökeltiler oluşturduğu; bu durumun özellikle pulpotomi uygulamalarını takiben gözlenen renk değişikliklerini daha belirgin hale getirdiği bildirilmektedir (Bastawala ve ark., 2020; Kolosowski ve ark., 2014).

Kanal içi uygulanan bazı medikamentler, dentin dokusunda kalıcı renk değişikliklerine yol açabilmektedir. Kafurlu monoklorofenol ve iyot-potasyum iyodür gibi fenol veya iyot içerikli ilaçlar, kök kanalında gerçekleşen oksidatif reaksiyonlar sonucunda dentin tübüllerine nüfuz ederek pigmentasyon oluşturabilir. Ayrıca, metronidazol, minosiklin ve siprofloksasin içeren üçlü antibiyotik kombinasyonları, diş sert dokularında belirgin renk değişikliklerine neden olabilmektedir.(Kim ve ark., 2000; Kolosowski ve ark., 2014) Bu kombinasyondaki tetrasiklin türevi olan minosiklin, kök dentinindeki kalsiyum iyonlarıyla bağlanarak çözünmeyen kompleksler oluşturur ve böylece renklenmenin başlıca mekanizmalarından biri meydana gelir. Kortikosteroid içeren preparatlar da dental dokularda benzer şekilde renk değişikliğine katkıda bulunabilmektedir (Gutiérrez & Guzmán, 1968). Rejeneratif endodontik tedavilerde, minosiklin içeren üçlü antibiyotik patlarının uygulanması ve intrakanal bariyer olarak MTA'nın kullanılması, dişlerde gözlenen renk değişikliklerinin sıklığını ve şiddetini artıran bir faktör olarak değerlendirilmiştir (Dinler ve ark., 2024).

DEVİTAL DİŞ BEYAZLATMA TEDAVİSİ

Dişlerde travma, pulpal hemorajiler, endodontik materyaller ve kanal içi ilaçlar gibi çeşitli etkenlerin neden olduğu renk değişiklikleri, estetik açıdan önemli bir sorun oluşturmaktadır. Bu tür değişikliklerin giderilmesi ve dişlerin doğal renginin yeniden sağlanması amacıyla devital intrakanal beyazlatma tedavileri sıkça uygulanmaktadır. Klinik gözlemler, kanal tedavisine bağlı renklenmelerin özellikle servikal üçlü bölgesinde daha belirgin şekilde ortaya çıktığını göstermektedir (Partovi ve ark., 2006; Zimmerli ve ark., 2010).

Devital beyazlatma, pulpa nekrozu, intrapulpal hemorajiler ve endodontik tedavi sonrasında pulpa dokusu artıkları ile koronal boşlukta kalan sealer veya medikament kalıntıları nedeniyle renk değişikliğine uğramış dişlerde uygulanmaktadır. Bu yöntemin en önemli komplikasyonu, servikal kök rezorpsiyonudur. Servikal kök rezorpsiyonunun ortaya çıkmasında rol oynayan başlıca etkenler arasında yüksek konsantrasyonda beyazlatma ajanlarının kullanımı, dişin travma öyküsü ve beyazlatma ajanının termokatalitik yöntemlerle uygulanması yer almaktadır (Atreya & Patel, 2016) .

Endodontik tedavi görmüş dişlerde beyazlatma uygulaması, belirli klinik kriterler karşılandığında endike olur. Bu kriterler arasında, kök kanal dolgusunun yeterli sızdırmazlık sağlaması, dişin semptomsuz olması ve kök ucunda radyolüsent bir alan bulunuyorsa bu bölgenin iyileşme sürecinin takip edilmesi yer almaktadır. İşlem sırasında kök kanal dolgu maddesi, beyazlatma ajanının kanal içine veya periodontal dokulara sızmasını önlemek amacıyla uygun bir taban materyali ile desteklenmelidir. Kontrendikasyonlar arasında aktif pulpal veya periapikal enfeksiyon, diş kırıkları, aşırı aşınmış dişler, yeterli koruyucu restorasyonu bulunmayan dişler ve hastanın beyazlatma ajanına karşı bilinen alerjik reaksiyonları yer almaktadır. Ayrıca, dişin yapısal bütünlüğü yetersizse veya kök kanal tedavisi tamamlanmamışsa beyazlatma uygulaması önerilmemektedir (Burke & Efes, 2022; Rotstein & Li, 2008).

Beyazlatma uygulamalarında yapılacak işlemler, dişin mevcut renklenme türü ve yapısal durumu ile ilişkilidir (Tablo 1). Yüzeysel mine lekeleri, dentin kaynaklı pigmentasyonlar ve mine defektleri, intrakoronal veya ekstrakoronal beyazlatma açısından sınırlayıcı faktörler arasında yer alır. Ayrıca, şiddetli dentin kaybı, mevcut çürük varlığı veya renginin ve uyumunun bozulduğu kompozit restorasyonlar da beyazlatma uygulamaları için uygun olmayan durumlar olarak değerlendirilir. Bu tür durumlarda, tedavi planı dikkatle belirlenmeli ve alternatif olarak restoratif veya estetik yaklaşımlar göz önünde bulundurulmalıdır (Rotstein & Li, 2008).

Tablo 1. Devital beyazlatma klinik endikasyon ve kontrendikasyonları.

Endikasyon	Kontrendikasyon
• Pulpa odası kaynaklı renklenmeler	• Yüzeyel mine renklenmeleri
• Dentin renklenmeleri	• Mine defektleri
• Ekstrakoronal beyazlatmaya uygun olmayan dişler	• Şiddetli dentin harabiyeti
	• Mevcut çürük ve uyumsuz restorasyon

Kaynak :(Rotstein & Li, 2008).

1. Walking Bleach Tekniği

Spasser tarafından 1961 yılında tanımlanan walking bleach tekniği, endodontik olarak tedavi edilmiş dişlerde görülen içsel renklenmelerin giderilmesine yönelik olarak geliştirilen, intrakoronal beyazlatma yöntemlerinden biridir. Bu teknikte renk açılması, pulpa odasına beyazlatıcı bir materyalin yerleştirilmesi ile sağlanır. Başlangıçta sodyum perborat–su karışımı tercih edilmiş; daha sonra %30'luk hidrojen peroksit ile sodyum perboratın kombinasyonunu içeren "modifiye bleaching" yöntemleri de uygulanmaya başlanmıştır (Dahl & Pallesen, 2003). Bu modifiye yaklaşımda beyazlatıcı ajan pulpa odasına yerleştirildikten sonra herhangi bir ışık, ısı veya başka bir aktivasyon prosedürü uygulanmaksızın kavite geçici bir restoratif materyal ile kapatılır. Tedavi süreci boyunca hasta uygun aralıklarla kontrol edilir ve hedeflenen renk değişimi elde edilene kadar aynı işlem tekrarlanır (Greenwall, 2001) .

Bu yöntem kuron, laminate veneer gibi daha invaziv protetik seçeneklere göre doku koruyucu niteliği, düşük maliyeti ve klinik uygulama süresinin kısalığı nedeniyle avantaj sağlamaktadır. Aynı zamanda hastalar açısından daha konforlu ve komplikasyon riski düşük bir tedavi alternatifi olması nedeniyle güncel klinik uygulamalarda yaygın biçimde tercih edilmektedir (Leith ve ark., 2009).

Bu teknikte, %30 hidrojen peroksit ve sodyum perborat karışımının pulpa odasına yerleştirilip bir hafta süreyle bekletilmesiyle modifiye walking bleach yöntemi uygulanmış olur. Yapılan değerlendirmelerde, klasik walking bleach tekniği ile modifiye versiyonu arasında sonuçlar bakımından belirgin bir farklılık saptanmamıştır (Dahl & Pallesen, 2003).

Uygulamaya başlamadan önce, tedavi edilecek dişin o anki renk tonu belirlenmeli, fotoğrafla belgelenmeli ve klinik kayıtlara işlenmelidir. Ardından diş uygun şekilde izole edilerek işlem alanı hazırlığa alınır. İzolasyon tamamlandıktan sonra giriş kavitesinde bulunan eski restoratif materyal uzaklaştırılır. Bu işlem sonrasında, gingival kenarın biraz apikalinde kalacak şekilde kavitedeki tüm materyaller temizlenerek pulpa odasına ulaşım

sağlanır. Bazı protokollerde kavite duvarlarının asitle pürüzlendirilmesinin beyazlatıcı maddenin dentin tübüllerine geçişini artırabileceği öne sürülse de, yüksek konsantrasyonlu ajanların kullanıldığı tedavilerde bu yöntemin belirgin bir fayda sağlamadığı ifade edilmektedir. Sonraki aşamada servikal bölgede bir tıkayıcı bariyer oluşturulur. Bu amaçla yaklaşık 2 mm kalınlığında, cam iyonomer siman, polikarboksilat siman veya rezin modifiye cam iyonomer siman kullanılabilir Bariyer yerleştirilirken materyalin gingival marjin seviyesinin insizaline taşmamasına özen gösterilir (Başar & Çıkman, 2024; Casey ve ark., 1989).

Beyazlatıcı ajanın kaviteye yerleştirilmesiyle birlikte diş geçici olarak restore edilir ve birkaç gün sonra ortaya çıkan renk değişikliği değerlendirilir. Renk açılması istenen düzeye ulaşmamışsa beyazlatıcı madde yeniden uygulanır; bu döngü 3–7 günlük aralıklarla olmak üzere 3 ila 4 kez tekrar edebilir. Eğer ikinci ya da üçüncü uygulamaya rağmen belirgin bir sonuç elde edilemiyorsa veya renkleşme metal kaynaklı ise, dentin tübüllerinden madde geçişini kolaylaştırmak amacıyla renklenmiş dentin tabakasının çelik rond yardımıyla çok ince bir şekilde kaldırılması seçenekler arasında yer alır (Atreya & Patel, 2016; Casey ve ark., 1989).

Arzulanan beyazlatma elde edildiğinde kalıcı restorasyona geçilebilse de, işlem sırasında açığa çıkan oksijenin kompozit rezinlerin polimerizasyonunu olumsuz etkileyebileceği bilinmektedir. Bu nedenle restoratif işlemin hemen yapılması önerilmez. Literatürde, kompozit restorasyonun beyazlatma işleminden yaklaşık üç hafta sonra yapılmasının en uygun yaklaşım olduğu belirtilmektedir (Arens, 1989; Da Silva Machado ve ark., 2007). Bekleme döneminde kaviteye kalsiyum hidroksit yerleştirilmesi, dentinin artmış geçirgenliğinin dengelenmesi, düşük pH'ın nötralize edilmesi ve oksijen inhibisyon tabakasının zayıflatılması açısından önemlidir (Gimlin & Schindler, 1990). Bu uygulamanın en önemli sebebi ise dişi eksternal rezorbsiyon riskine karşı korumaktır (Başar & Çıkman, 2024; Demarco ve ark., 2001; Kehoe, 1987).

Walking bleaching yöntemi; kısa uygulama süresi, hekime işlem kolaylığı sağlaması ve hastalar tarafından iyi tolere edilmesi nedeniyle yaygın olarak kullanılan bir beyazlatma yaklaşımıdır. Tedaviye başlamadan önce hastanın, servikal kök rezorpsiyonu başta olmak üzere yönteme ilişkin potansiyel riskler konusunda aydınlatılması önem taşımaktadır. İşlem öncesi değerlendirme aşamasında, uygulamanın güvenli bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için hem kök kanal tedavisinin kalitesi hem de periapikal yapıların sağlığı, mutlaka detaylı bir radyografi üzerinden analiz edilmelidir. Radyografide dolgunun yetersiz olduğu, sızıntı şüphesi bulunduğu veya periapikal dokularda patolojiye işaret eden bulguların saptandığı durumlarda, beyazlatma uygulamasına başlamadan önce kök kanal tedavisinin yenilenmesi gereklidir. Revizyon sonrasında yerleştirilen dolgu materyalinin kimyasal olarak tam sertleşmesi ve boyutsal stabilite kazanması için intrakoronal beyazlatmaya başlamadan önce en az bir haftalık bir bekleme

süresi önerilmektedir. Bu bekleme periyodu, hem potansiyel sızıntı risklerini azaltmakta hem de ilerleyen aşamalarda servikal rezorpsiyon gibi istenmeyen komplikasyonların önlenmesine katkı sağlamaktadır (De Oliveira ve ark., 2003).

2. İnternal Power Bleaching Tekniği

Beyazlatma tedavisinin etkinliğini artırmak ve tedavi süresini kısaltmak amacıyla power bleaching teknikleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemde, Ajanın beyazlatma kapasitesini yükseltmek için ısı veya ışık ile aktive edilmesi tercih edilmektedir. (Féliz-Matos ve ark., 2015). % 30-35 konsantrasyona sahip hidrojen peroksit jeli pulpa odasına yerleştirilir ve ardından reaksiyonun hızlandırılması için farklı aktivasyon yöntemlerinden yararlanılır. Aktivasyon, genellikle ışık kaynakları aracılığıyla gerçekleştirilen fotooksidasyon veya ısı uygulanarak sağlanan termokatalitik mekanizmalar aracılığıyla olur. Bu süreçte hidrojen peroksit, aktif oksijen radikallerine ayrışır ve dentin ile mine yapısındaki organik pigmentlerle etkileşime girerek renk değişikliklerini giderir. Power bleaching uygulamaları, klasik beyazlatma yöntemlerine kıyasla daha hızlı sonuç alınmasını sağlar, ancak işlem sırasında pulpa dokusuna olan termal ve oksidatif stresin dikkatle yönetilmesi gerekir. Bu nedenle uygulamada kullanılan beyazlatma ajanının konsantrasyonu, aktivasyon süresi ve yöntemin seçimi klinik açıdan büyük önem taşır (Bizhang ve ark., 2003).

2.1. Termokatalitik Teknik

Isı ile aktive edilen beyazlatma tekniği, pulpa odasına %30–35 konsantrasyonda hidrojen peroksit jeli yerleştirilmesini ve sonrasında özel tasarlanmış ışık kaynakları veya elektrikli ısıtıcılar aracılığıyla ısıl uygulamanın gerçekleştirilmesini içerir. Isı uygulaması, hidrojen peroksidin oksidatif reaksiyonlarını hızlandırarak beyazlatma etkinliğini artırır. Bu yöntemde, hedeflenen renk tonu elde edilene kadar walking bleach tekniği ile tedavi seansları arasında ajan dişte bırakılabilir. Ancak günümüzde, ısının pulpa dokusuna potansiyel zararları nedeniyle bu uygulama neredeyse tamamen terk edilmiştir (Plotino ve ark., 2008; Torres ve ark., 2013).

2.2. Fotooksidasyon Tekniği

Fotokatalitik yöntem, termokatalitik tekniğin bir varyasyonu olarak uygulanmaktadır. Bu yöntemde, beyazlatılacak dişin fasiyal yüzeyine ultraviyole ışık uygulanır ve %30–35 hidrojen peroksit solüsyonu bir pamuk pelet yardımıyla pulpa odasına yerleştirilir ardından ultraviyole ışık ile yaklaşık 2 dakika boyunca aktivasyon sağlanır. Termokatalitik teknikte olduğu gibi, bu süreçte de oksijen açığa çıkar ve beyazlatma reaksiyonu hızlanır. Günümüzde lazer teknolojileri de beyazlatma ajanlarının aktivasyonu için kullanılmaktadır. En yaygın lazer tipleri CO_2, diyot ve argon lazerleridir. Beyazlatma ajanının absorbsiyon spektrumuna uygun dalga

boyundaki ışığın uygulanması, reaksiyon mekanizmasını daha etkin hâle getirerek ajanın diş üzerindeki gerekli etki süresini düşürmekte ve tedavi etkinliğini artırmaktadır (Bizhang ve ark., 2003; Torres ve ark, 2013).

3. Beyazlatma Ajanları

3.1. Hidrojen Peroksit

Hidrojen peroksit, diş beyazlatma işlemlerinde temel aktif ajan olarak görev yapar. Renksiz ve sudan daha visköz bir sıvı olan bu bileşik, doğrudan uygulanabildiği gibi sodyum perborat veya karbamid peroksit ile kimyasal reaksiyon yoluyla da üretilebilir. Hidrojen peroksit, güçlü oksidatif özellikleri sayesinde serbest radikaller ve reaktif oksijen türlerinin oluşumunu tetikler. Bu reaktif moleküller, dentin ve mine yapısındaki uzun zincirli, koyu renkli kromoforları parçalayarak daha küçük, açık renkli ve kolay difüze olabilen moleküllere dönüştürür. Açığa çıkan oksijen molekülleri dentin tübüllerine ve mine yapısına nüfuz ederek pigmentleri okside eder; bu süreç, diş yüzeyinde gözlemlenen beyazlatma etkisinin temel mekanizmasını oluşturur (McEvoy, 1989).

Hidrojen peroksit, günümüzde diş beyazlatma uygulamalarında en sık %30–35 konsantrasyona sahip süperoksil perhidrol formunda kullanılır. Hidrojen peroksit, dentin ve mine dokusunun geçirgenliğini artırarak etkin beyazlatma sağlar. Düşük molekül ağırlığı sayesinde protein yapılarının denatürasyonuna yol açar ve bu süreç, dişin mineral ve iyon hareketliliğini artırır. Beyazlatma etkisi, Hidrojen peroksitin, minenin mineral yapısındaki poröz alanlara sızarak organik içerikle reaksiyona girmesi neticesinde bu süreç ortaya çıkmaktadır. (ÇELİK, 2017; Seghi & Denry, 1992). Serbest radikallerin oluşumu ile ilerleyen bu mekanizma, diş dokusunda renklenmeye yol açan büyük ve koyu renkli pigmentlerin daha küçük, renk açısından daha zayıf bileşiklere ayrılmasına aracılık eder. Bu oksidatif parçalanma sonucunda, mine ve dentindeki kromofor yapıların bütünlüğü bozulur ve renk yoğunluğu belirgin şekilde azalır. Dolayısıyla, ortaya çıkan bu kimyasal dönüşüm, beyazlatıcı maddelerin klinik başarılarının temel biyokimyasal açıklamasını oluşturmaktadır (Atalayın ve ark., 2008).

3.2. Karbamid Peroksit

Karbamid peroksit, uygulandığı ortamda hidrolize uğrayarak hidrojen peroksit ve üre açığa çıkaran bir bileşiktir. Bu süreç sonucunda üre, daha ileri reaksiyonlarla karbondioksit ve amonyağa parçalanırken, açığa çıkan hidrojen peroksit ise iyonizasyon yoluyla su ve oksijene ayrışır. Elde edilen reaktif oksijen türleri, oksidatif mekanizmalar aracılığıyla kromofor yapıları parçalayarak renklenmiş dental dokuların açılmasını sağlar. Klinik uygulamalarda yaygın olarak tercih edilen %10–15 konsantrasyonundaki karbamid peroksit preparatları, yaklaşık %3–5 oranında hidrojen peroksit ve %7–10 oranında üre bileşenlerine ayrışmakta olup, bu bileşenlerin

oluşturduğu kontrollü oksidatif etki, tedavinin güvenli ve etkili bir şekilde gerçekleşmesine katkıda bulunmaktadır (ÇELİK, 2017; Fasanaro, 1992).

3.3. Sodyum Perborat

Peroksit türevi beyazlatıcı ajanlar arasında önemli bir yere sahip olan sodyum perborat, %95 perborat ve %9.9 oksijen içerir. Monohidrat, trihidrat ve tetrahidrat formlarında kullanılabilmekte olup, bu farklı hidrat yapılarının beyazlatma performansları arasında anlamlı bir değişiklik bulunmamaktadır (Arı & Üngör, 2002; ÇELİK, 2017). Sodyum perboratın kimyasal olarak parçalanması sırasında hidrojen peroksit açığa çıkmakta; bu bileşen ise ortamın pH'ı, ışık ve ısı gibi çevresel faktörlerle birlikte metal iyonları ve çeşitli katalizörlerin varlığına bağlı olarak farklı oksitleyici radikallere dönüşmektedir. Bu reaktif ürünler, beyazlatma sürecinin biyokimyasal temelini oluşturarak etkili bir renk açılması sağlar. Ayrıca sodyum perborat, yüksek konsantrasyonlu hidrojen peroksit çözeltilerine kıyasla daha kontrollü bir oksidasyon kapasitesine sahip olduğundan, klinik uygulamalarda güvenlik ve kullanım kolaylığı açısından avantaj sunmaktadır (Attin ve ark., 2003).

4. Beyazlatma Tedavisinin İstenmeyen Etkileri

Ağartma uygulamaları sırasında yumuşak dokularda görülebilen irritasyon, kullanılan beyazlatma ajanlarının kimyasal nitelikleri ile uygulama sırasında ortaya çıkan çevresel ve teknik faktörlere bağlı olarak gelişebilmektedir. Ofis tipi uygulamalarda daha yüksek konsantrasyonlarda hidrojen peroksit kullanılması, bu maddenin kostik yapısı nedeniyle mukozal yanıklara yol açabileceğinden, işlem sırasında mutlaka rubber dam veya ışıkla polimerize olan koruyucu bariyerler kullanılmalıdır. Beyazlatıcı ajanların yumuşak doku ile kısa süreli temasında geçici beyazlama ve hafif ağrı görülürken, uzun süreli temas yumuşak dokuda ülserasyonlara neden olabilir bu durumlarda E vitamini destekleyici bir tedavi seçeneği olarak önerilmektedir (Majeed ve ark., 2015).

Devital beyazlatmanın en önemli komplikasyonlarından biri servikal eksternal kök rezorpsiyonudur. Sodyum perborat ve düşük konsantrasyonlu hidrojen peroksit karışımlarının uzun dönemde rezorpsiyonu tetikleyebildiği, ayrıca solüsyonun ısıtılmasının rezorpsiyon sıklığını artırdığı bildirilmiştir. Resorpsiyonun patogenezi tam olarak aydınlatılamamış olsa da pH, termal etkiler ve geçirilmiş travmanın rol oynadığı düşünülmektedir. Servikal bölgedeki artmış doku geçirgenliği rezorpsiyon gelişimine zemin hazırlayabilir; ancak klinik muayenede bu süreci öngörecek belirgin bir bulgu bulunmamaktadır. İleri düzeydeki rezorpsiyon, kronun kırılmasına ve çoğu zaman dişin çekimine yol açtığından, devital beyazlatma endikasyonu konulurken bu riskin dikkatle değerlendirilmesi gerekmektedir (Goldberg ve ark., 2010; Plotino ve ark., 2008).

SONUÇ

Endodontik kaynaklı diş renklenmeleri pulpal patolojiler, travmalar, intrapulpal hemorajiler ve kullanılan endodontik materyaller gibi çeşitli faktörlerin etkisiyle ortaya çıkarak özellikle anterior bölgede önemli estetik problemler oluşturur. Renklenmenin altında yatan mekanizmaların doğru değerlendirilmesi, uygun tedavi seçiminin yapılması açısından temel gerekliliktir. Bu bağlamda devital intrakoronal beyazlatma, doğal diş dokusunu koruyan, minimal invaziv ve yüksek hasta memnuniyeti sağlayan bir tedavi seçeneği olarak öne çıkmaktadır.Hidrojen peroksit, karbamid peroksit ve sodyum perborat gibi oksidan ajanların kontrollü kullanımının etkili renk açılması sağladığı bilinmekle birlikte, yumuşak doku irritasyonu ve özellikle servikal eksternal kök rezorpsiyonu gibi olası komplikasyonlar göz ardı edilmemelidir.

Sonuç olarak, endodontik kaynaklı renklenmelerin başarılı bir şekilde yönetilebilmesi, hem etiyolojik faktörlerin doğru değerlendirilmesine hem de güncel beyazlatma protokollerinin bilimsel kanıtlar doğrultusunda uygulanmasına bağlıdır. Uygun vakalarda devital beyazlatma, daha invaziv protetik restorasyonlara göre konservatif bir alternatif sunmakta ve estetik rehabilitasyonun önemli bir bileşeni olarak modern dental pratikteki yerini korumaktadır.

KAYNAKÇA

Allan, N. A., Walton, R. E., & Schaffer, M. (2001). Setting times for endodontic sealers under clinical usage and in vitro conditions. *Journal of Endodontics*, *27*(6), 421-423.

Arens, D. (1989). The role of bleaching in esthetics. *Dental Clinics of North America*, *33*(2), 319-336.

Arı, H., & Üngör, M. (2002). In vitro comparison of different types of sodium perborate used for intracoronal bleaching of discoloured teeth. *International endodontic journal*, *35*(5), 433-436.

Atalayın, Ç., Pamir, T., & Tezel, H. (2008). Beyazlatma Ajanlarının Diş Yapısında Oluşturduğu Değişiklikler.

Atreya, S., & Patel, B. (2016). Nonvital Bleaching. In *Endodontic Treatment, Retreatment, and Surgery: Mastering Clinical Practice* (pp. 449-463). Springer.

Attin, T., Paque, F., Ajam, F., & Lennon, A. (2003). Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique. *International endodontic journal*, *36*(5), 313-329.

Bastawala, D. S., Kapoor, S., & Nathani, P. (2020). A comparison of coronal tooth discoloration elicited by various endodontic reparative materials MTA Plus, bio MTA+, and Biodentine: an ex vivo study. *International journal of clinical pediatric dentistry*, *13*(5), 463.

Başar, Ö., & Çıkman, A. Ş. (2024). Dental beyazlatma işlemleri. *Güncel Endodonti Çalışmaları V. Ed: Oğuz Yoldaş. Akademisyen Yayınevi Bilimsel Araştırmalar Kitabı AYBAK/Bahar*.

Bizhang, M., Heiden, A., Blunck, U., Zimmer, S., Seemann, R., & Roulet, J.-F. (2003). Intracoronal bleaching of discolored non-vital teeth. *OPERATIVE DENTISTRY-UNIVERSITY OF WASHINGTON-*, *28*(4), 334-340.

Burke, S., & Efes, B. G. (2022). Diş Renklenmeleri ve Güncel Tedavileri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*(43), 55-68.

Casey, L. J., Schindler, W. G., Murata, S. M., & Burgess, J. O. (1989). The use of dentinal etching with endodontic bleaching procedures. *Journal of Endodontics*, *15*(11), 535-538.

ÇELİK, Ç. (2017). Diş Renklenmelerinin Tedavisi. *Turkiye Klinikleri J Restor Dent-Special Topics*, *3*(2), 104-112.

Da Silva Machado, J., Cândido, M. S. M., Sundfeld, R. H., De Alexandre, R. S., Cardoso, J. D., & Sundefeld, M. L. m. m. (2007). The influence of time interval between bleaching and enamel bonding. *Journal of esthetic and restorative dentistry*, *19*(2), 111-118.

Dahl, J. E., & Pallesen, U. (2003). Tooth bleaching—a critical review of the biological aspects. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, *14*(4), 292-304.

De Oliveira, L. D., Carvalho, C. A. T., Hilgert, E., Bondioli, I. R., De Araújo, M. A. M., & Valera, M. C. (2003). Sealing evaluation of the cervical base in intracoronal bleaching. *Dental Traumatology*, *19*(6), 309-313.

Demarco, F., Freitas, J., Silva, M., & Justino, L. (2001). Microleakage in endodontically treated teeth: influence of calcium hydroxide dressing following bleaching. *International endodontic journal*, *34*(7), 495-500.

Dettwiler, C. A., Walter, M., Zaugg, L. K., Lenherr, P., Weiger, R., & Krastl, G. (2016). In vitro assessment of the tooth staining potential of endodontic materials in a bovine tooth model. *Dental Traumatology*, *32*(6), 480-487.

Dinler, E. S., Sakallı, A. K., & Ekici, M. G. (2024). ENDODONTİK KAYNAKLI DİŞ RENKLENMELERİ VE TEDAVİSİ. *Acta Odontologica Turcica*, *42*(3), 148-155.

Ekici, M. A., Ekici, A., Kaskatı, T., & Helvacıoğlu Kıvanç, B. (2019). Tooth crown discoloration induced by endodontic sealers: a 3-year ex vivo evaluation. *Clinical oral investigations*, *23*(5), 2097-2102.

Fasanaro, T. S. (1992). Bleaching teeth: history, chemicals, and methods used for common tooth discolorations. *Journal of esthetic and restorative dentistry*, *4*(3), 71-78.

Féliz-Matos, L., Hernández, L. M., & Abreu, N. (2015). Dental bleaching techniques; hydrogen-carbamide peroxides and light sources for activation, an update. Mini review article. *The open dentistry journal*, *8*, 264.

Gartner, A. H., Mack, T., Somerlott, R. G., & Walsh, L. C. (1976). Differential diagnosis of internal and external root resorption. *Journal of Endodontics*, *2*(11), 329-334.

Gimlin, D. R., & Schindler, W. G. (1990). The management of postbleaching cervical resorption. *Journal of Endodontics*, *16*(6), 292-297.

Goldberg, M., Grootveld, M., & Lynch, E. (2010). Undesirable and adverse effects of tooth-whitening products: a review. *Clinical oral investigations*, *14*(1), 1-10.

Greenwall, L. (2001). *Bleaching techniques in restorative dentistry: An illustrated guide*. CRC Press.

Gutiérrez, J. H., & Guzmán, M. (1968). Tooth discoloration in endodontic procedures. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, *26*(5), 706-711.

Gürel, M. A., Kivanç, B. H., Ekici, A., & Alaçam, T. (2016). Evaluation of crown discoloration induced by endodontic sealers and colour change ratio determination after bleaching. *Australian Endodontic Journal*, *42*(3), 119-123.

Kehoe, J. C. (1987). pH reversal following in vitro bleaching of pulpless teeth. *Journal of Endodontics*, *13*(1), 6-9.

Kielbassa, A., & Wrbas, K.-T. (2000). FORTBILDUNG-Extrinsische und intrinsische Zahnverfarbungen. Teil 1: Ursachen. *ZWR-Das Deutsche Zahnarzteblatt*, *109*(4), 177-183.

Kim, S., Abbott, P. V., & McGinley, P. (2000). The effects of Ledermix paste on discolouration of mature teeth. *International endodontic journal*, *33*(3), 227-232.

Kolosowski, K. P., Sodhi, R. N., Kishen, A., & Basrani, B. R. (2014). Qualitative analysis of precipitate formation on the surface and in the tubules of dentin irrigated with sodium hypochlorite and a final rinse of chlorhexidine or QMiX. *Journal of Endodontics*, *40*(12), 2036-2040.

Lee, H. W., Kim, G. J., Kim, J. M., Park, J. K., Lee, J. K., & Kim, G. C. (2009). Tooth bleaching with nonthermal atmospheric pressure plasma. *Journal of Endodontics*, *35*(4), 587-591.

Leith, R., Moore, A., & O'Connell, A. C. (2009). An effective bleaching technique for non-vital, discoloured teeth in children and adolescents. *J Ir Dent Assoc*, *55*(4), 184-189.

Lim, Y., Choi, N., Kim, J., & Kim, S. (2017). Spectrophotometric analysis of crown discoloration induced by various MTA based materials. *Journal of the Korean Academy of Pediatric Dentistry*, *44*(1), 28-37.

Madani, Z., Alvandifar, S., & Bizhani, A. (2019). Evaluation of tooth discoloration after treatment with mineral trioxide aggregate, calcium-enriched mixture, and Biodentine® in the presence and absence of blood. *Dental research journal*, *16*(6), 377-383.

Majeed, A., Farooq, I., Grobler, S. R., & Rossouw, R. (2015). Tooth-bleaching: a review of the efficacy and adverse effects of various tooth whitening products. *J Coll Physicians Surg Pak*, *25*(12), 891-896.

Marciano, M. A., Costa, R. M., Camilleri, J., Mondelli, R. F. L., Guimarães, B. M., & Duarte, M. A. H. (2014). Assessment of color stability of white mineral trioxide aggregate angelus and bismuth oxide in contact with tooth structure. *Journal of Endodontics*, *40*(8), 1235-1240.

Marin, P., Bartold, P., & Heithersay, G. (1997). Tooth discoloration by blood: an in vitro histochemical study. *Dental Traumatology*, *13*(3), 132-138.

McEvoy, S. A. (1989). Chemical agents for removing intrinsic stains from vital teeth. II. Current techniques and their clinical application. *Quintessence International*, *20*(6).

Meincke, D. K., Prado, M., Gomes, B. P. F., Della Bona, A., & Sousa, E. L. R. (2013). Effect of endodontic sealers on tooth color. *Journal of Dentistry*, *41*, e93-e96.

Partovi, M., Al-Havvaz, A. H., & Soleimani, B. (2006). In vitro computer analysis of crown discolouration from commonly used endodontic sealers. *Australian Endodontic Journal*, *32*(3), 116-119.

Plotino, G., Buono, L., Grande, N. M., Pameijer, C. H., & Somma, F. (2008). Nonvital tooth bleaching: a review of the literature and clinical procedures. *Journal of Endodontics*, *34*(4), 394-407.

Polat, G., & Temizyürek, S. (2021). Dental renklenmeler. *DİŞ HEKİMLİĞİNDE TIBBİ TANI VE TEDAVİ YÖNTEMLERİ-II*, 81.

Rajasekharan, S., Martens, L., Cauwels, R., & Verbeeck, R. (2014). Biodentine™ material characteristics and clinical applications: a review of the literature. *European Archives of Paediatric Dentistry*, *15*(3), 147-158.

Rotstein, I., & Li, Y. (2008). Tooth discoloration and bleaching. *Endodontics*, *3*, 845-860.

Seghi, R., & Denry, I. (1992). Effects of external bleaching on indentation and abrasion characteristics of human enamel in vitro. *Journal of dental research*, *71*(6), 1340-1344.

Stroner, W. F., & Van Cura, J. E. (1984). Pulpal dystrophic calcification. *Journal of Endodontics*, *10*(5), 202-204.

Torres, C. R., Souza, C. S., Borges, A. B., Huhtala, M. F. R., & Caneppele, T. M. (2013). Influence of concentration and activation on hydrogen peroxide diffusion through dental tissues in vitro. *The scientific world journal*, *2013*(1), 193241.

Van der Burgt, T., Mullaney, T., & Plasschaert, A. (1986). Tooth discoloration induced by endodontic sealers. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, *61*(1), 84-89.

van der Burgt, T. P., Eronat, C., & Plasschaert, A. J. (1986). Staining patterns in teeth discolored by endodontic sealers. *Journal of Endodontics*, *12*(5), 187-191.

Zimmerli, B., Jeger, F., & Lussi, A. (2010). Bleaching of nonvital teeth. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*, *120*(4), 306-313.

Yapay Zeka ile Biyokimyasal Hastalık Verilerinin Analizi

H. İbrahim ÖZDEMİR[1]

1- Öğr.Gör..; Kütahyaa Sağlık Bilimleri Üniversitesi Veritabanı Ağ Tasarımı ve Yönetimi Bölümü, Dijital Sağlık Sistemleri Teknikerliği Programı. Halilibrahim.ozdemir@ksbu.edu.tr ORCID No: 0000-0003-1225-0413

ÖZET

Biyokimya alanında kan testleri, idrar testleri ve mikrobiyoloji gibi testlerin yapılmasıyla tahlillerden örneğin kan testi ile kandaki demir oranı gibi değerler ortaya konur. İdrar testlerinde ise üre gibi değerler test edilir. Mikrobiyoloji alanında ise gram boya tekniklerle testler uygulanır. Bu değerlerde anormal durumların tespiti, kolestrol tespiti ve protein yapısının tahmini gibi alanlarda yapay zekadan yararlanılmaktadır. Yapay zeka, biyokimyasal çalışmaların gelişirilmesi önemli katkılar sunmaktadır. Yapay zeka ile tahmin ve sınıflandırma gibi işlemlerde yararlanabilmektedir. Ayrıca yapay zeka ile ilaç geliştirme alanına önemli faydalar sağlamaktadır. Yapay zekanın öğrenme alanındaki başarıları ile görüntü işleme alanında da önemli faydaları vardır. Kan görüntülerinden özellik çıkarma, idrar görüntülerinden özellik çıkarma gibi adımlarda yararlanılabilmektedir. Kan görüntülerinden örneğin sıtma tahmini gibi alanlarda kullanabileceği gibi kan görüntüleri öğretilerek çeşitli durumlar için teşhise destekler sunma potansiyeli mevcuttur. Bunun yanı sıra kan değerleri ile hastalık sınıflandırmalarının makineye öğretilmesi ile sınıflandırma ve tahmin çalışmaları açısından potansiyeli mevcuttur. İdrar için de idrar değerlerinin sınıflandırılması ile birlikte makine öğrenmesiyle erken teşhise destek ve hekime karar almasında destekler sunması beklenmektedir. Protein ve enzim alanlarında da yapay zeka ile çalışmalar incelenmiştir. Protein alanında da yapay zekanın önemli uygulamaları mevcuttur. Protein yapısı tahmini, protein protein etkileşimler tahmini gibi alanlarda potansiyelleri vardır. Öte yandan enzim alanında da yapay zekanın tahmin gibi yetenekleri ile araştırmalara destek olma potansiyelleri mevcuttur. Yapay zekanın bir çok alanda faydalı olduğu gibi sağlık alanında da önemlidir. Biyokimya alanı bunlardan birisidir ve bu alanda yapay zekanın önemli faydaları ve potansiyelleri vardır.

Anahtar Kelimeler – Yapay Zeka, Biyokimya, Ilaç, Protein, Enzim.

GİRİŞ

Yapay zeka son yıllarda oldukça gelişim kaydetmiştir. İnsan zekasından esinlenerek, insan zekasının bir benzerini yapma yolundaki çabalar sonucu ortaya çıkmıştır. Günümüzde yapay zeka ile hastalıklara ait olan veriler, makineye öğretilerek hastalıkların sınıflandırılması ve tahmini yönünde çalışmalar yapılmaktadır. Yapay zeka kendisine verilen veriler doğrultusunda öğrenme işlemlerini sürdürmektedir.

Biyokimyasal alanda kan,şeker,enzim gibi birçok faktörler yer almaktadır. Örneğin kan değerlerinin analizi oldukça önemlidir. Hemoglabin seviyesinin düşmesi, kansızlık gibi hastalıklara davatiye çıkarmaktadır.

Benzer şekilde kanda yer alan enzimlerin seviyelerinde düşüşlerde çeşitli hastalıklara yol açmaktadır.

Kan vücudumuzdaki çok önemli bir maddedir. İçerisinde alvuyarlar,akyuvarlar gibi bileşenleri içerirler. Biyokimyasal hastalıkların da teşhisinde oldukça önemli bir edinmektedir. Hastalardan kan alınarak alınan kan üzerinden çeşitli testler yapılır. Örneğin kan alınarak, kanın kan grubu hakkında bilgi sahibi olunur. Kan grubu belirlemek için kan testlerinin örnek görüntülerinin kayıt edilmesi ve yapay zekaya öğretilmesi ile test üzerinden yapay zeka kan grubunu belirtmede destek sağlayabilir. Elbette, yapay zeka insan zekasını taklit eder. İnsan hata yapabildiği için yapay zeka da bu doğrultuda hatalar yapması doğaldır. Bu yüzden yapay zekanın verdiği bilgiler mutlaka yine bu işi yapan kişi tarafından da doğrulanması önem taşır. Fakat yapay zeka, geniş öğrenme yeteneği olduğu için, sağlık çalışanlarına destekler sağlar. Sağlık çalışanı örneğin kan grubunu kendisi bulduktan sonra yapay zekaya da sorarak bulunun bilginin değerlendirilmesi daha kolay sağlama olanağı sağlar. Kan tahlili üzerinden bunların yanı sıra hemoglabin değeri çok önem taşır. Hemoglabin değerlerlerinin yapay zekaya bir uzman tarafından verilerinin oluşturulup öğretilmesi ile kişinin hemoglabin değerlerinin düşük,normal veya yüksek olduğunu yapay zeka yine yorumlama konusunda fikir sağlayabilir. Kandaki bir diğer önemli parametre kan şekeridir. Kandaki şekerin yine belli değerlerin üstünde veya altında olma durumlarına şeker hastalıkları değerlendirilir. Aynı şekilde yapay zekaya bu değerler öğretilerek kan şekeri yorumlama konusunda yapay zeka destekler sağlayabilir. Öte yandan kandaki diğer bir önemli parametre kolestrol değeridir.

Kolestorel değerleri üzerinden kişideki kalp ve damar sağlığı açısından bu değerler yorumlanır buradaki veriler uzman tarafından etiketlenerek yapay zeka teknikleriyle makineye öğretildiğinde kolestrol değerlerinin yorumlanması konusunda destek sağlayacaktır. Örneklerde olduğu gibi yapay zekanın öğrenmesi için veri setlerine ihtiyaçlar duyulmaktadır. Veri setlerinin oluşmasında uzman hekimden destek alınması ve gerekli etik kurul onaylarının alınması gerekmektedir. Verilerdeki örneğin cinsiyet,yaş, hemoglabin değeri gibi değerler ve sonucundaki hastada görülen durumlar yapay zekaya verildiğinde bu değerleri öğrenerek, hekimlere karar almasında karar desteği sağlayabilir. Böylece hekim daha doğru kararlar alarak ve tıbbi hataları en aza indirmiş olacaktır. Kan değerlerinin sayısal olarak değerleri analiz edebileceği gibi kan sayımı ve durumlar için kanın mikroskop görüntülerinin de yapay zekaya öğretilmesi ile kan görüntülerinden hastalık veya ilgili durumun bulunmasında hekime destek sağlaması olanaklıdır.

İdrar tahlilleri de elbette yapay zeka için önemli alanlardan birisidir. Kan tahlilinde olduğu burada da çeşitli parametreler yer almaktadır. Örneğin

idrar tahlillerinden elde edilen pH değeri ile idrar hakkında bilgi sahibi olunur. İdrar tahlilinde yer alan pH değerinin anormal durumlarda olması yapay zeka ile tespit edilip hekime bilgilendirmeye yardımcı olur. Bu sayede belki de idrar yolu enfeksiyonu gibi durumların da erken teşhisinde yapay zeka yardımcı olur. Bunun yanı sıra gerekli izinler ile birlikte idrar görüntülerinin uzman ile etiketleyip yapay zekaya öğretilmesi ile birlikte yapay zeka idrar görüntüleri üzerinden yine hekim için karar almasında önemli bir destek ve yardımcı olması muhtemeldir.

Yapay Zeka Yöntemleri

Yapay zeka, Alang Turing'in makineler düşünebilir mi sorusu ile gündeme gelmiştir (Turing,1936) . Elbette makineler ile toplama,çıkarma gibi matematiksel işlemler yapılabildiği ve makine ile örneğin otomasyon işlemlerinin yapıldığı görülmektedir. Makinelerin düşünüp düşünemeyeceği sorusu yapay zeka adına önemli bir soru olmuştur. Sonraki yıllarda en yakın komşusuna göre elemanınların sınıflandırılma özelliklerine dayalı KNN(k-en yakın komşu) makine öğrenmesi algoritması geliştirilmiştir(Guo ve ark.,2003). Çalışma mantığı olarak veriler X ve Y düzleminde noktalar halinde gösterilir ve sınıflanları daha öncesinden verilir. Örneğin farklı renklere boyanır. Daha sonra yeni gelen elemanın en yakın komşularına olan uzaklığı hesaplanarak, daha çok hangi komşusuna yakınsa o sınıfta olduğu sınıflandırılması yapılır.

Destek Vektör Makinesi (SVM) yöntemi de makine öğrenmesinde yer alan önemli sınıflandırma tekniklerinden birisidir. Bu teknikte de veriler KNN benzer şekilde X ve Y düzleminde noktalar halinde gösterilir, örneğin iki grup varsa bu iki grubun ortasından bir çizgi çekilerek sınır belirlenir ve böylece yeni gelen elemanın hangi sınır içinde ise o şekilde sınıflandırılması sağlanır. Buna benzer çeşitli makine öğrenmesi algoritmaları mevcuttur. Bu algoritmalar sayesinde veriler üzerinden yola çıkarak sınıflandırma işlemleri yapılır (Cortes&Vapnik,1995).

Lojistik regrasyon ve lineer regrasyon gibi tahmin algoritmaları vardır. Bunlar daha çok gelen veriler üzerinden tahmin yapmaya dayalıdırlar (LaValley,2028). Örneğin bir ortamda sıcaklığa bağlı bakteri sayısı değişimleri var, bu değişimlere göre bu algoritmalar örneğin bir sıcaklık değerindeki bakteri sayısını önceki verilerden yola çıkarak tahminini sağlar. Gözlem yapıldığı bu üzere bu algoritmalar ile tahmin işlemi yapılır (Su,2012).

Öte yandan karar ağaçları makine öğrenmesi algoritmaları mevcuttur. Bu algoritmalar da ağaçlar gibi kök,dal ve yapraklar şeklinde oluşurlar ve veri seti üzerinden bir karar ağacı oluştururlar. Örneğin bir grip hastalığında daha önceki hastaların verileri ile çalıştırılır ve buradan bir ağaç

çıkarır. Örneğin ağaçta öncekikle ateşiniz var mı yok mu sorulur, varsa başka bir dala geçer, yoksa başka dala geçer. Daha sonra başka buna benzer sorular sorulup evet veya hayır durumuna göre ilerler. Bu algoritmalar da karar vermeye destek vermek üzere ağaç yapısını oluştururlar (Suthaharan,2016).

Derin öğrenme ise, makine öğrenmesine göre daha karmaşık problemlerin çözümlerinde tercih edilir. Daha çok görüntülerin sınıflandırılması gibi alanlarda kullanılır. En çok bilinen derin öğrenme algoritmaları arasında Konvolüsyonel Sinir Ağları (CNN) mevcuttur. Bu algoritmalar görüntülerden özellikler çıkarıp ve bu özellikler üzerinden sınıflandırma işlemlerinde kullanılır(Ketkar,2021).

Karaciğer Fonksiyonlarının Yapay Zeka ile Takibi

Yapay zeka birçok alanda erken teşhisi desteklediği karaciğer sağlığı alanında da desteklemektedir. Önceki başlıkta belirtilen makine öğrenmesi gibi metodlar ile bu alanda kliniksel testlerle birlikte erken teşhis ve hastalığın tanısına yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Özellikle ultrason, nükleer tıp ve radyolojik görüntülerin işlenmesi ile karaciğerin incelenmesine destekler sunmaktadır(Zhou vd.,2019:672).

Elbette özellikle ultrason gibi görüntüleme yöntemleri sayesinde vücut içi organların görüntülenmesi sağlanmakta elde edilen görüntüler üzerinde yorumlar yaparak kişinin hastalığı hakkında bilgi sahibi olmaya çalışılmaktadır.

Karaciğer hastalığı genelinde de görüntüleme teknikleri ve yapay zeka desteğiyle karaciğer rahatsızlıkları tespit edilmeye çalışılmaktadır. Bir diğer test ise kan alma yöntemiyle yapılan testlerdir. Kan tahlilleri üzerinden karaciğer fonksiyonlarının yerine getirilip getirilmediği buradaki değerler üzerinden ölçülmeye çalışılır.

İlaç Tasarımı ve Keşfi Çalışmaları

Yapay zeka ilaç geliştirme ve ilaç çalışmalarında da destekler sağlamaktadır. Yapay zekanın ilaç alanındaki sağladığı desteklerle ilgili literatür gözlemi yapılmıştır. Yapay zeka biyokimya alanında kullanışlı hale gelmiş ve ilaç keşfini hızlandırmış ve enzim mühendisliği alanında kolaylıklar sağlamaktadır.

Protein yapısı tahmini gibi alanlarda yapay zeka kullanımları, AlphaFold gibi araçlar gözlenmektedir ve genetik ve biyokimyasal verilerin analizleri ile kişiye özel tedavilerde yapay zeka önemli olmaktadır (Lateef Junaid,2025:739). Han ve arkadaşları 2023 yılında yaptıkları çalışmada, yapay zekanın ilaç endüstrisine olan katkısı üzerine derleme yazmışlardır(Han vd.,2023:1259).

Yapay zekanın ilaç tarama ve tasarımındaki uygulamalarından bahsetmişlerdir. Ayrıca erken ilaç keşif sürecini hızlandırmaya yönelik potansiyelleri tartışmışlardır. Protein yapılarının yapay zeka ile tahmini, ilaç ve hedef etkileşimleri,ilaç toksitesi gibi moleküler özelliklerin tahmininde yapay zeka kullanımlarından bahsetmişlerdir. Yaptıkları çalışmada disiplinlerarası çalışmanın öneminden bahsedilmiştir(Han vd.,2023:1259).

Junaid 2025 yılında derleme çalışmasında biyokimya için yapay zekanın güçlü bir araç haline geldiğini ifade etmiştir. Karmaşık veri kümelerinin analizlerinde, moleküler etkileşimlerin tahmininde ve ilaç keşfini hızlandırılmasında rolü üzerinden bahsetmiştir. Enzim çalışmalarında ve metabolik yolak çalışmalarında da desteklerinden bahsetmiştir. Ayrıca kişiselleştirilmiş tıp ile sentetik biyoloji kavramlarından söz etmiştir. Veri işlemedeki zorluklar ve etik kaygılardan da söz etmiştir (Junaid,2025:739).

Tarı ve Arpacı 2024 yılında yaptıkları çalışmada, ilaç tasarımı üzerine yapay zeka üzerine derleme çalışması yapmışlardır. Yaptıkları derleme çalışmasında, ilaç tasarımı amacıyla protein katlanmasının tahmininde, protein ile protein etkileşimlerinin tahminlerinde, sanal tarama faaliyetlerinde ve ilaçların yeniden hedeflenmesi gibi alanlarda yapay zekanın önemli rol oynadığını ifade etmişlerdir (Tarı ve Arpacı,2024:327).

Klinik Biyokimya Çalışmaları

Zhu ve arkadaşları 2025 yılında yaptıkları çalışmada makine öğrenmesi teknikleri kullanarak klinik biyokimya laboratuvarında doğrulama sistemi geliştirmişlerdir. Bu sistem ile yapay zekayı kullanarak tıbbi hataları en aza indirgemeyi hedeflemişlerdir (Zhu vd.,2025). Paplomatas ve arkadaşları 2025 yılında yaptıkları çalışmada yaş,cinsiyet ve toplam kolestrol gibi hasta verileriyle ve LDR verileriyle makine öğrenmesi algoritmalarını kullanarak LDR kolestrol tahmini çalışması yapmışlardır (Paplomatas vd.,2025:3029-1321). Dong ve arkadaşları 2025 yılında yaptıkları çalışmada yapay zeka destekli giyilebilir ve kablosuz biyokimyasal algılama platformu geliştirmişlerdir. İdrardaki temel biyobelirteçlerin izlenmesini hedeflemişlerdir (Dong vd.,2025:117844).

Prostat Kanseri ve Protein Yapısı Keşfi Çalışmaları

Bergero ve arkadaşları 2025 yılında yaptıkları çalışmada, robot destekli radikal prostatektomi sonrasında prostat kanserinin erken bir şekilde biyokimyasal tekrarını tahmin etmek için yapay zeka modeli önermişlerdir (Bergero vd,2025:30822).

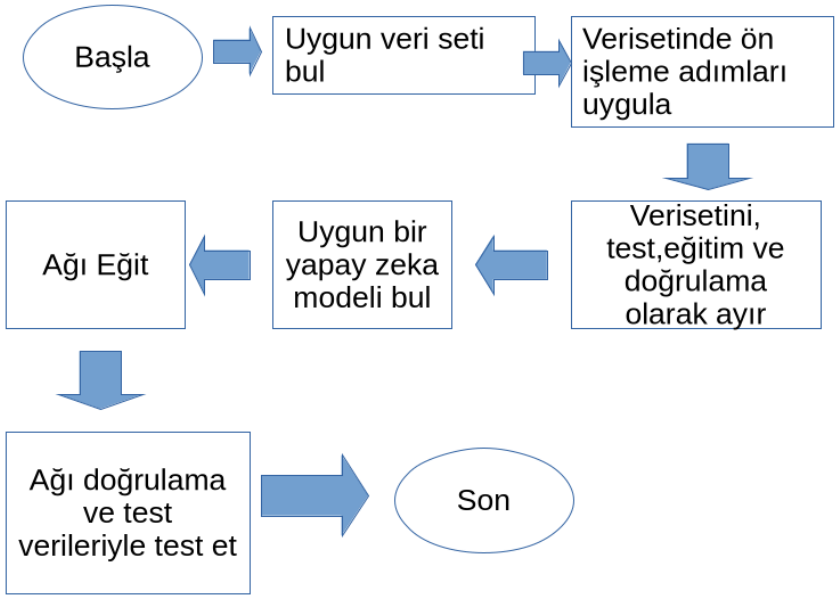
Çavga 2023 yılında yaptığı çalışmada karaciğer enzimlerinden hastalık tahmini üzerine bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada Kaliforniya Üniversitesinin veri setini kullanılmıştır. Bu veri setinde yaş, cinsiyet,albümin,alkalin fosfataz,alanin transaminaz, bilirubin gibi değerler

yer almaktadır. Parçacık sürü optimizasyonu ile Yapay Sinir Ağı(YSA) optimize etmiş ve bu şekilde tahmin yapmıştır (Çavga,2024:2263).

Bonetto ve Valentino 2019 yılında yaptıkları çalışmada, proteinlerin fonksiyonlarının tahminin yapmak üzere makine öğrenmesi ve derin öğrenme algoritmaları üzerine derleme yapmışlardır. Tahmin performansını artırmak üzere hiperparametre optimizasyonu yöntemlerinden söz etmişlerdir(Bonetta ve Valentino,2020:2263).

Yapay Zeka İle Örnek Bir Ağ Eğitimi

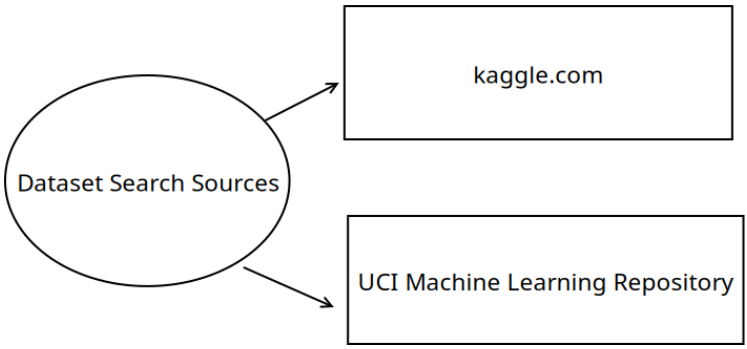
Yapay zeka ile bir ağ eğitimi Şekil 1'deki gözlenmiştir. Öncelikle veri seti oldukça önemlidir. Veri seti bulma için kullanabilecek kaynaklar ise Şekil 2'de gösterilmiştir. Veri seti bulunduktan sonra veri setinde bir kısmı eğitim bir kısmı ise test şeklinde ayrılması gerekmektedir. Bu ayrım ise Şekil 3'te gösterilmiştir. Bu ayrımın temel sebebi ise veri seti ile belli bir eğitim yapılması ve daha sonrasında yapılan eğitimin test edilerek değerlendirilmesi şeklinde olmaktadır.



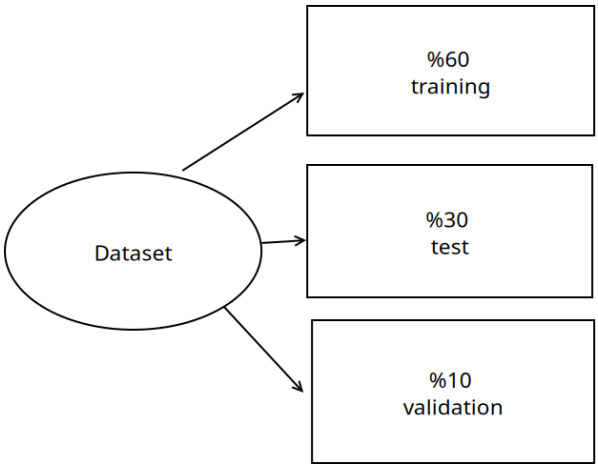
Şekil 1: Yapay Zeka ile Örnek Bir Ağ Eğitimi Algoritması

Şekil 1'de görüldüğü gibi test ve eğitim olarak ayrılan verilerden eğitim verileriyle birlikte ağ eğitilmektedir. Bu eğitilen ağ ile birlikte, ortaya eğitilmiş bir ağ çıkmaktadır. Bu ağın ise ne kadar başarılı olup olmadığı

konusunda test verileriyle ağ eğitiminin başarısı ölçülür. Bu test verileri daha önce ağ eğitiminde kullanılmamış verilerdir. Bu veriler ile daha sonra eğitilmiş ağa sınıflandırma ve tahmin yapması istenilir. Bunun sonucunda ağ başarı ölçülür. Ağ başarısı çok düşük ise ağ iyi eğitilmemiş anlamına gelmektedir. Ağ başarısı daha iyi ise daha iyi bir eğitim olduğu, ağın verileri daha iyi anladığı benzetmesi yapılır.



Şekil 2. Yapay Zeka İle Örnek Bir Kaynak Bulma Sayfaları



Şekil 3. Veri setinin örnek olarak ayrıştırılması

Şekiller üzerinden de görülebileceği gibi yapay zeka ile veri setleri ile eğitilip öğrenmesi işlevini yapmaktadır. Verisetleri genellikle Şekil 3'teki ayrıştırılmaktadır. Şekil 2'de olduğu gibi hazır verisetleri bu sayfalar üzerinden bulunabilmektedir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Biyokimya alanında yapay zekanın çok önemli bir yeri olduğu gözlenmektedir. Artan bilgi birikimi ve yapay zeka tekniklerinde gelişmeler ile birlikte biyokimya alanında yapay zeka kullanımlarının artacağı tahmin edilmektedir. Yapay zeka biyokimya alanında geniş bir kullanım alanına sahip olduğu gözlenmiştir. Biyokimya alanında kan tahlilleri ile kandaki hemoglobin gibi değerler ile enzimler gibi birçok değerler mevcuttur. Bu değerlerdeki anormalliklerin yapay zekayı öğretilmesi ile sağlık çalışanlarına kontrol etmelerinde kolaylıklar sunulabilecektir. Ayrıca kanda yer alan enzim değeri de öğretilerek anormal durumlarda sağlık çalışanlara karar almalarında destekler sunabileceklerdir.
Biyokimya alanında ayrıca idrar testlerini de içermektedir. İdrar tahlillerindeki anormal durumlar ve sınıflandırma gibi durumlarda yapay zekanın sağlık çalışanlara destek sunacağı düşünülmektedir.
Mikrobiyoloji gibi alanlarda da yapay zeka ile mikrobiyoloji alanında elde edilen görüntülerin de yapay zeka ile sınıflandırma gibi çalışmaları yapılarak sağlık çalışanlara bu yönde destekler sağlayarak tıbbi hataları en aza indirmelerine destekler sağlanabilir.

Yapay zeka özellikle proteinler alanında bilim insanlarına destekler sunmaktadır. Özellikle proteinlerin yapısının anlaşılmasında destek sağlar. Proteinlerin yapısının anlaşılması ile onların fonksiyonları açıklanacak bu sayede proteinlerin fonksiyonları gibi sorunlarda destekler sunulabileceklerdir. Yapay zekanın veri bilimi alanında güçlü bir araç olması ile da birlikte genetik verilerin analizlerinde araç olarak kullanılmaktadır. Bu sayede karmaşık verilerin analizlerinde yapay zeka bir araç olarak önemli yere sahiptir.

İlaç geliştirme alanında da yapay zekanın katkısı oldukça önemlidir. Ayrıca ilaçların etki analizlerinde de oldukça önemlidir. Yapay zeka ile molekül etkileşimlerinin tahminleri yapılmaktadır. Bu tahmin ile birlikte ilaç geliştirme sürelerinin kısaltmalarına destek sağlanmaktadır. İlaç yan etki ve toksik etkilerin tahminlerin yapılması ile de ilaçların bu yönlerinin de gelişimler sağlanarak yan etkilerin azaltılmasında destekler sunabilmektedir.

Protein protein etkileşimleri gibi durumların simülasyonu tahmin edilmesi gibi yapay zeka ile bu çalışmaların yapılması yine ilaç,enzim veya tedavi süreçlerine destekler sunabilmektedir. Proteinlerin katlanmaları,yapılarının tahminleri ile de ilaç ve tedavi süreçlerine katkılar sunulabilmektedir.

Sanal tarama noktasında da yapay zekanın rolleri mevcuttur. Özellikle genetik ve biyokimyasal verilerin yapay zeka ile taranması ile birlikte hastalık ve tedavi için önemli bilgiler elde edilebilmektedir.

Tablo1. Yapay Zeka ile Biyokimya Çalışma Alanları

Konu Başlıkları
Kolestrol tahmini ve Klinik Biyokimya Çalışmaları
İlaç Keşfi ve Tasarımı
Protein Yapısı Tahmini
Protein Protein Etkileşimleri Tahmini
Metabolik Yolak Çalışmaları
Enzim Mühendisliği Çalışmaları

Tablo 1 incelendiğinde özellikle kolestrol, şeker gibi klinik biyokimya çalışmalarında yapay zeka kullanımı oldukça önemlidir. Klinik biyokimya çalışmalarında olası hataların en aza indirilmesi ve kontrol amacıyla bu tür çalışmaların yapılması oldukça önemlidir.

İlaç tasarımı ve geliştirilmesi ve yan etkilerinin tahmini gibi alanlara da katkı sunan yapay zekanın ilaç endüstrisinde de kullanımları gözlenmektedir. İlaç geliştirilerinin işleri kolaylaştırmaya yarayan bu adım da yine insan sağlığı açısından daha kaliteli ilaçlar geliştirilmesine destekler sunacaktır.

Proteinler vücudumuz için oldukça önemlidirler. Proteinlerin de yine yapısının anlaşılması ile birlikte işlevlerinin de anlaşılması söz konusudur. Ayrıca proteinlerin katlanmaların tahmini ve protein protein etkileşimleri protein alanında yapay zekanın işlemleri kolaylaştırdığı izlenimi oluşmaktadır.

Metabolik yolak alanında da yapay zeka kullanım alanları bulmaktadır. Biyoteknoloji alanında enzim sentezi gibi alanlarda destekler sunabilmektedir.

SONUÇ

Yapay zeka son yıllarda birçok alanda kullanım alanı bulmaktadır. Sağlık alanı da bu alanlardan birisidir. Sağlık sektörü içerisinde de biyokimya alanı alanında yapay zeka işlemleri kolaylaştırıcı rolleri gözlenmektedir. Özelikle yapay zekanın verileri öğrenebilir olması ile birlikte kan değerleri, idrar tahlil değerleri ve patoloji gibi verilerin öğretilmesi ile birlikte sağlık çalışanlarına sınıflandırma, karar verme, tahmin gibi alanlarda destekler sağlamaktadır. Özellikle yapılan çalışmalar

gözlendiğinde tıbbi hataların azaltılmasında ve kararın doğru olmasına destek vermesinde kullanılması önemlidir.

Biyokimyasal verilerin yapay zeka ile değerlendirilmesi ile birlikte özellikle hastalıkların erken teşhisine de destek sunarak hastalıkların daha erken bulanabilmesi olanak sağlamaktadır. Bu sayede erken teşhis edilen bir hastalık, tedavi edilme açısından daha önemlidir. Geç teşhis edilen bir hastalıkta tedavi daha güç olmaktadır.

Günümüzde derin öğrenmenin de gelişmesi ile birlikte ilaç keşfi gibi süreçlerde de yapay zekanın destekleri literatürden gözlenmektedir. Ayrıca proteinlerin yapısının tahmin edilmesi gibi işlemler ve enzim mühendisliği alanında yapay zeka ile birlikte çalışmaların olduğu literatürden gözlenmektedir. Ayrıca biyokimyasal veriler ve genetik veriler ile birlikte kişilere özgü tedavi planlarının oluşturulması ile kişilerin tedavilerine destekler sunulmaktadır. Kişilerin biyokimyasal değerlerinin de tedaviye katkı sunulmasını ve yapay zekanın buradaki katkıları sunulmaktadır.

Literatürün de desteğiyle birlikte kan,idrar,proteomik ve genomik üzerinden daha çok gelişeceği ve yapay zekanın hastalıkların erken teşhisi,sınıflandırılması gibi alanlarda kullanımı gözlenmektedir. Özellikle protein yapılarının bulunması ve ilaç keşiflerinde daha çok işlev alacağı düşünülmektedir. Bunun yanı sıra kişiye özel tedavilerde de biyokimyasal değerlerin ve genetik değerlerle tedaviye katkılar sunacağı düşünülmektedir.

REFERANSLAR

Bergero, M. A., Martínez, P., Modina, P., Hosman, R., Villamil, W., Gudiño, R., ... & Costa, L. (2025). Artificial intelligence model for predicting early biochemical recurrence of prostate cancer after robotic-assisted radical prostatectomy. Scientific Reports, 15(1), 30822.

Cortes, C., & Vapnik, V. (1995). Support-vector networks. *Machine learning*, *20*(3), 273-297.

Çavga, S. H. (2024). Karaciğer enzimlerinden hastalık tahmini için yapay sinir ağları ve sezgisel yöntem modellerinin performansları: Biyokimya cihazı çıktılarına uygulanması. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 39(4), 2263-2270.

Junaid M. A. L.,Artificial intelligence driven innovations in biochemistry: A review of emerging research frontiers. Biomol Biomed [Internet]. 2025 Jan. 14 [cited 2025 Oct. 18];25(4):739–750. Available from: https://www.bjbms.org/ojs/index.php/bjbms/article/view/11537

Ketkar, N., & Moolayil, J. (2021). Convolutional neural networks. In *Deep learning with Python: learn best practices of deep learning models with PyTorch* (pp. 197-242). Berkeley, CA: Apress.

Lateef Junaid M. A. (2025). Artificial intelligence driven innovations in biochemistry: A review of emerging research frontiers. Biomolecules & biomedicine, 25(4), 739–750. https://doi.org/10.17305/bb.2024.11537

LaValley, M. P. (2008). Logistic regression. *Circulation*, *117*(18), 2395-2399.

Loftus, T. J., Shickel, B., Ozrazgat-Baslanti, T., Ren, Y., Glicksberg, B. S., Cao, J., ... & Bihorac, A. (2022). Artificial intelligence-enabled decision support in nephrology. Nature Reviews Nephrology, 18(7), 452-465.

Zhou, L. Q., Wang, J. Y., Yu, S. Y., Wu, G. G., Wei, Q., Deng, Y. B., ... & Dietrich, C. F. (2019). Artificial intelligence in medical imaging of the liver. World journal of gastroenterology, 25(6), 672.

Bonetta R , Valentino G. Protein fonksiyon tahmini için makine öğrenme teknikleri . Proteinler . 2020 ; 88 : 397 – 413. https://doi.org/10.1002/prot.25832

Dong, Y., An, W., Zhang, Y., Kang, Z., Gao, B., Lv, J., ... & Zhang, D. (2025). An artificial intelligence-assisted, kilometer-scale wireless and wearable biochemical sensing platform for monitoring of key biomarkers in urine. Biosensors and Bioelectronics, 117844.

Han, R., Yoon, H., Kim, G., Lee, H., & Lee, Y. (2023). Revolutionizing medicinal chemistry: the application of artificial intelligence (AI) in early drug discovery. Pharmaceuticals, 16(9), 1259.

Guo, G., Wang, H., Bell, D., Bi, Y., & Greer, K. (2003, November). KNN model-based approach in classification. In *OTM Confederated International Conferences" On the Move to Meaningful Internet Systems"* (pp. 986-996). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Paplomatas, P., Kantartzi, M., Anagnostopoulos, K., & Vrahatis, A. (2025). An Artificial Intelligence and Biochemical Modelling Approach for LDL Cholesterol Prediction. Medinformatics. https://doi.org/10.47852/bonviewMEDIN52025919

Tarı, Ö., & Arpacı, N. (2024). İLAÇ TASARIMINDA YAPAY ZEKÂ UYGULAMALARI. Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University, 48(1), 327-365.

Turing, A. (1936). Turing machine. *Proc London Math Soc*, *242*, 230-265.

Zhu, L., Feng, J., Zheng, R., Wang, J., Dong, J., Gao, J., ... & Gao, Y. (2025). Development of an Artificial Intelligence Verification System Model for Clinical Biochemistry Laboratories Using Machine Learning. İlabmed.

Dergi Makalelerin Kaynakça bölümünde gösterimi

Sahin, S., Ocak, M.A., ve Uluyol, C.(2009). A systematic evaluation of preservice teachers' opinions on learning objects. International Journal of Human Sciences, 6(2), 723-736.

Su, X., Yan, X., & Tsai, C. L. (2012). Linear regression. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, *4*(3), 275-294.

Suthaharan, S. (2016). Decision tree learning. In *Machine learning models and algorithms for big data classification: thinking with examples for effective learning* (pp. 237-269). Boston, MA: Springer US.

Ocak, M. A., ve Akdemir, O. (2008). An investigation of primary school science teachers' use of computer applications. The Turkish Online Journal of Educational Technology, 7(4), 54-60.

Ocak, M.A. (2005). Mathematics teachers' attitudes toward the computers. The Turkish Online Journal of Educational Technology, 4(3), 82-88.

Scahill, E. M., Melican, C., ve Walstad, W. (2005). The preparation and experience of advanced placement in economics instructors. Journal of Economic Education, 36(1), 93-98.

Mobil Sağlık Uygulamalarıyla Biyokimyasal İzlem

H. İbrahim ÖZDEMİR[1]

1- Öğr.Gör..; Kütahyaa Sağlık Bilimleri Üniversitesi Veritabanı Ağ Tasarımı ve Yönetimi Bölümü, Dijital Sağlık Sistemleri Teknikerliği Programı. Halilibrahim.ozdemir@ksbu.edu.tr ORCID No: 0000-0003-1225-0413

ÖZET

Mobil uygulamalar hayatımızda çok yerlerde kullanılmaktadır. Özellikle telefonların yaygınlaşmasıyla ve mobil işletim sistemlerinin gelişimi ile akıllı telefonlar kavramı hayatımıza girmiştir. Mobil telefonların yalnızca arama değil de uygulamalar geliştirerek hayatımızı kolaylaştırıcı tarafı da gelişmiştir. Mobil uygulamalar bir çok alanda kullanabileceği gibi sağlık alanında faydalar sunmaktadır. Bu kitap bölümünde ise biyokimya olarak bu değerlerin takip edilmesinde kullanımı üzerine bu bölüm yazılmıştır. Literatürde özellikle renk değişimlerinin cep telefonu ile algılanıp çeşitli testlerin bu şekilde takibine yönelik çalışmalar yer almaktadır. Literatürde optik ve elektrokimyasal yöntemlerle sensörlerden elde edilen verilerin takibinden bahsedilmiştir. Akıllı telefonların üzerine sensör entegreleri potansiyellerinden bahsedilmiştir. Giyilebilir biyokimyasal sensörlerle de hastalık takiplerinden söz edilmiştir. Ayrıca bu bölümde temel olarak mobil işletim sistemlerinden bahsedilmiştir. Ayrıca temel olarak mobil uygulama geliştirme adımlarından bahsedilmiştir. Telefonun kamerası olması özellikle renk değişimi algılanmalarında destekler sunabileceği potansiyeli ifade edilmiştir. Biyosensörlerde gelişmeler ile bunların akıllı telefonlara entegre edilmesi potansiyellerinden söz edilmiştir. Bu sayede kan, idrar gibi örneklerin takiplerinde daha kolaylıklar sunması beklenmektedir. Ayrıca giyilebilir teknolojilerdeki gelişmeler ile verilerin telefona aktarılması ile telefon üzerinden işlenmesi veya hekimlere gönderilmesi ile birlikte bu alanda hastalık takibine destekler sunması beklenmektedir. Hekimler ile birlikte hasta yakınlarına da parametreler gönderilmeleri ile birlikte acil durumlarda erken teşhis ve müdehaleye yardımcı olması potansiyelleri mevcuttur. Mobil uygulamalar sayesinde kan şekeri gibi değerlerini daha kolay takip edebilmesiyle kişinin daha düzenli bir şekilde verilerini kaydetmesine ve hekimine sunmasına destek sunmaktadır. Ayrıca verilerin grafik gibi görselleştirmeleri ile birlikte takibine destekler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler – Biyokimya, Mobil Uygulamalar, Erken Teşhis, Hastalık Takibi,Giyilebilir Teknolojiler, Kamera, Biyosensör.

GİRİŞ

Mobil uygulamalar son yıllarda oldukça yaygınlaşmıştır. Cep telefonu kullanımın artması, akıllı uygulamaların gelişmesiyle birlikte daha çok gelişen ve kullanılan bir alan haline gelmiştir. Mobil uygulamalar günlük hayatımızda eğitim,bankacılık, harita gibi birçok alanda kullanılır hale gelmiştir. Gelişen bu teknoloji sağlık alanında da kullanımına olanak sağlamıştır. Mobil uygulamalar işlemleri hızlı gerçekleştirmeye olanak sağlarlar.

Sağlık alanında özellikle hastaların ilaç takibi, şeker ve tansiyonlarını takip etmede dijital çözümlere ihtiyaçlar duyulmaktadır. Özellikle hastanın şeker durumunu günlük hayatında düzenli ölçüp not alması ve hekiminin de bu sonuçları inceleyerek hastanın seyri hakkında fikir sahibi olması gerekmektedir. Aynı şekilde, tansiyon hastası bireyin de gün içindeki tansiyon verileri ile kişinin kalp hastalığı ile ilgili bilgi sahibi olması desteklenir. Biyokimyasal olarak son yıllarda kan testleri artık vücuda yapışan bant ile yapılabilir hale geldi ve mobil uygulama ile birlikte bu takip oldukça kolaylaştırıcı bir teknoloji oldu. Henüz yeni bir teknoloji olsa da giyilebilir teknolojiler ve mobil uygulamalarla biyokimyasal şeker takibi alanında önemli bir gelişme olmuştur. İdrar takibinde özellikle bebeklerde idrar yapıp yapmadığının mobil uygulama ile birlikte takibi, bebeğin altının vaktinde değiştirilmesine olanak sağlayıp cilt tahrişi gibi durumların önlenmesinde önem arz edecektir. Ayrıca özellikle yatağa bağımlı hastaların da giyilebilir teknolojiler ve mobil uygulama ile idrar izlemleri ile birlikte vaktinde temizliğinin yapılması hasta için de oldukça önemlidir. Bu sayede daha temiz ve cilt yönünden tedavi daha kolaylıkla yapılmasına katkı sunulur.

Gelişen teknoloji ile birlikte akıllı saatler üzerinden hastanın SpO2 değerleri okunarak ve mobil uygulama üzerinden takipleri sağlanarak hastanın oksijen satürasyonu düzenli olarak takip edilmesine olanak sunmuştur. Bu tür bir rahatsızlığı olan kişinin oksijen satürasyonundaki anormal düşüşlerde hasta yakınlarına ve 112'ye haber veren sistemler için bir olanak sağlamaktadır. Ayrıca giyilebilir saatler üzerinden kişinin nabız değerleri de ölçülerek hastanın olası nabız dalgalanmalarında da mobil uygulama üzerinden ve yakınları takip olanağı sunmaktadır. Hastanın ayrıca düşme gibi durumları da algılanıp yakınlarına iletilmesi oldukça önemlidir.

Mobil uygulama üzerinden ayrıca kişinin aldığı kalori miktarı takip edilebilir ve diyet açısından önem oluşturur. Bunun yanı sıra kişinin kaç adım attığı ve harcadığı kalori miktarları da mobil uygulama üzerinden izlenmesine olanak sunmaktadır. Öte yandan sadece saatler değil akıllı çoraplar ile de birlikte ayak üzerinden kişinin ayak sıcaklığı gibi durumlar ve ayaktan geçen damarlardaki ölçüm teknolojileri geliştirilerek hastanın durumlarının takip edilmesi için gelişim alanı içerisindedir.

Hastanın, hastane üzerinden yaptırdığı kan tahlil sonuçları da e-nabız uygulaması üzerinden takip edilerek kişi kendi kan durumlarını da mobil uygulama üzerinden takip olanağı bulmaktadır. Bu sayede kan değerlerinin ve biyokimyasal olarak yapılan testlerin sonuçlarını e-nabız üzerinden gözlemleyerek kişi kendi sağlığı üzerine bilgi sahibi olmaktadır.

Mobil Uygulama Geliştirme

Mobil uygulama geliştirme aşamasında öncelikle hangi işletim sistemine geliştiririleceğinin karar verilmesi gereklidir. Günümüzde en yaygın android ve ios işletim sistemleri yaygındır.

Android işletim sistemi için Android Studio üzerinden java veya kotlin gibi diller üzerinden programlama yazılıp yine bu program üzerinden tasarım takip edilmektedir.

İos işletim sistemi için uygulama geliştirirken ise MacOS işletim sistemi üzerinden X-Code gibi programlar üzerinden desteklenen dil üzerinden uygulama geliştirilmektedir. Bu alanda uygulama geliştirirken Swift dili oldukça popülerdir. İstenirse cross platform yani her iki işletim sistemi için de derlemenin yapılabileceği flutter gibi dillerden de yararlanılabilmektedir.

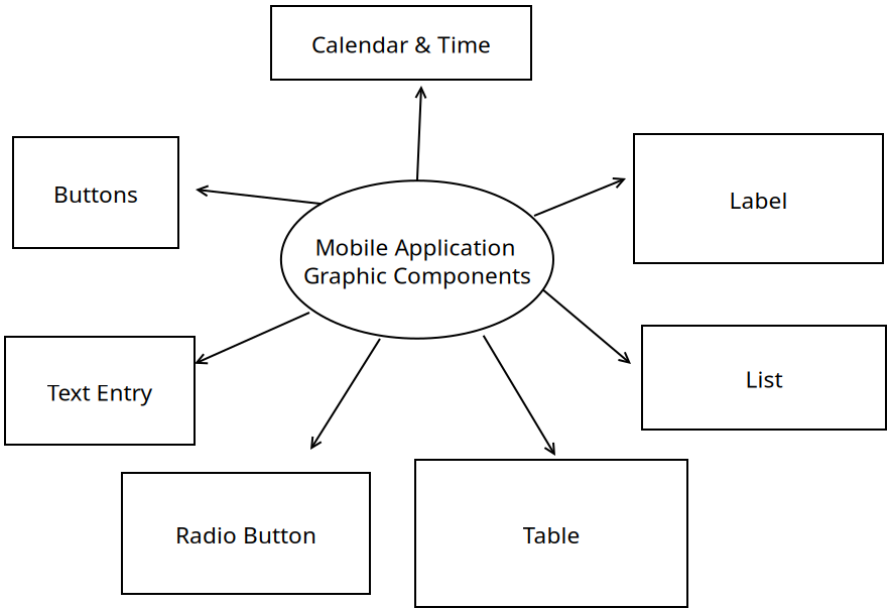
Flutter, sahip olduğu geliştirme olanağı sayesinde flutterde geliştirilen program her iki işletim sistemi için de uyarlanabilmektedir. Benzer şekilde React Native kullanarak da her iki platforma göre uyarlamalar yapılabilme olanağına sahiptir. Daha çok grafik üzerine ve sağlık tarafında oyun gibi geliştirmeler için ise Unity platformundan yararlanılabilmektedir.

Unity ile de hem faydalı yararlı oyunlar geliştirelebileceği gibi bu platform üzerinden uygulamalar da geliştirme olanağına sahiptir.

Her iki platform için de örneğin Flutter gibi teknolojinin kullanılması hem android hem de ios için en baştan geliştirme yerine geliştirilen kodların her iki işletim sistemine de uyarlanması ile tasarruflar sağlayabilmektedir.

Uygulamaların güzel çalışması kadar grafik açısından da tasarım yönünden güçlü olması, kullanıcı dostu bir arayüzü olması beklenilmektedir. Kullanıcılar yormayan ve kullanımı basit uygulamalar, kullanıcılar için daha tercih edilebilir durumdadır.

Uygulama geliştirirken kullanılan temel bileşenler Şekil 1 üzerinde gösterilmiştir. Şekil 1'de görüldüğü gibi buton, text girişi ve etiket gibi temel bileşenler kullanılmaktadır. Bu bileşenlerin bir araya getirilmesi ile birlikte tasarım elde edilmektedir.



Şekil 1: Mobil Uygulama Geliştirmede Bileşenler

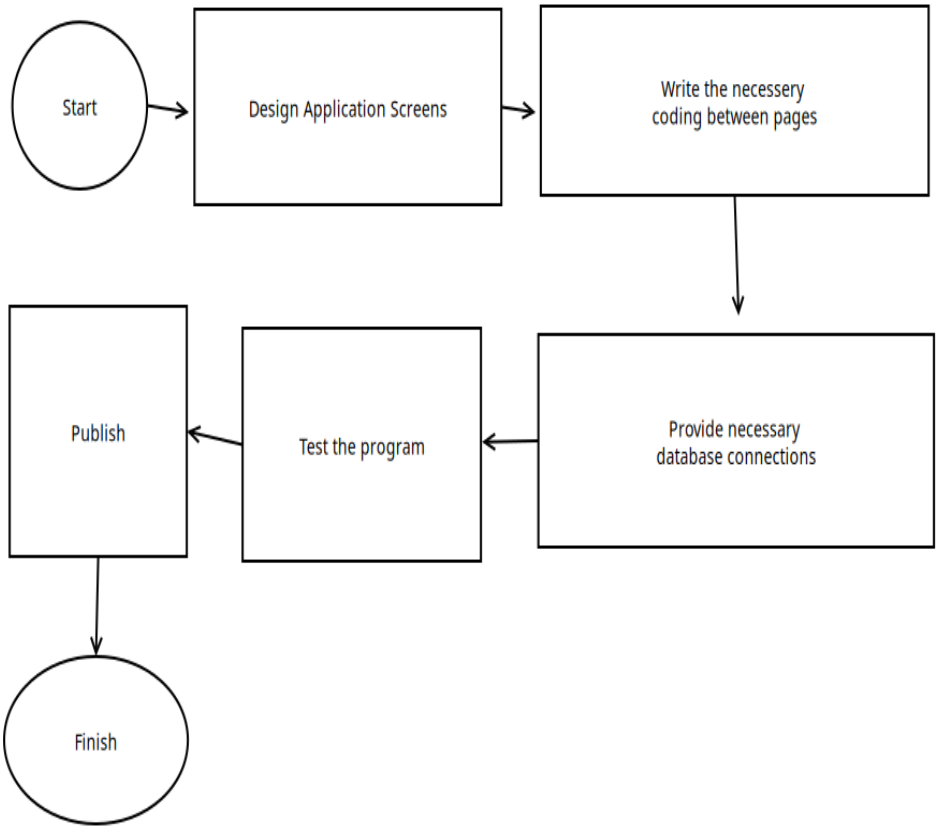
Şekil 1'de görüldüğü gibi liste, tablo gibi de bileşenler bulunmaktadır. Veri listeleme gibi adımlar liste ve tablo üzerinden yapılmaktadırlar. Radio button ile seçenekler arasından seçme işlemleri yapılmaktadır. Ayrıca calendar & time bileşenleri ile kullanıcıdan bir tarih veya saat girmesi işlemine destek sağlanmaktadır. Bu bileşenlerin kullanıcı dostu bir şekilde uygulama kullanmasına olanak verecek şekilde bir araya getirilmesi sürecinde yazılım geliştiricileri ve ekran tasarımı ile uğraşan kişiler yoğun emek harcarlar.

Şekil 2'de ise bir mobil uygulama geliştirme esnasındaki yapılan adımlar bir algoritma gibi tasarlanarak sunulmuştur. Bu şekil incelendiğinde ise önerilen bir algoritma sunulmuştur. Bu algoritmada öncelikle gerekli ekran tasarımlarının yapılması gerektiği daha sonrasında ise ilgili kodlamaların yapılması önerilmektedir. Eğer program bir veritabanına bağlanacaksa, o gerekli bağlantıların yapılması önerilmektedir. Tabi bu adımda veritabanı tasarımı da geliştirici yapıyorsa ilgili yazılıma uygun bir veritabanı tasarımı yapması gerekmektedir.

Daha sonraki adımlarda elbette test yapmak çok önemlidir. Yazılım geliştirme esnasında fark edilemeyen bir takım hatalar ve sorunlar test aşamasında gözlenir ve düzeltilir. Böylece geniş kesimin kullanımı sunulmadan öncesinde bir test edilerek gerekli eksiklikler gözlenir.

Gelişimleri yapılarak en uygun sürüm haline geldiğinde ise yayınlama işlemi gerçekleştirilir. Elbette programlarda yeni tasarım

trendlerine uyması için ve güvenlik güncelleştirmelerinin yapılması için belli aralıklarla güncelleştirmeler alırlar.



Şekil 1: Mobil Uygulama Geliştirme Süreci

Geliştirilen Uygulamanın Yayınlanması

En çok kullanılan işletim sistemleri ve onlara ait olan mağazalar Şekil 1 üzerinde gösterilmiştir. Geliştirilen uygulamalar bu mağazalar üzerinden yayınlanmaktadır. Geliştirilen uygulamaların yayınlanması için developer hesabı almak gerekmektedir. Gerekli hesaplar alındıktan sonra mağazanın istediği bilgiler ve programla ilgili dosyaların yüklenmesi gerekmektedir.

Yüklendikten sonra mağaza tarafından da uygulamanın onaylanması gerekmektedir. İlgili onaylama sonrası uygulama mağaza üzerinde listelenmektedir.

Kandaki Glikoz ve Uzaktan Takipteki Kullanımları

Cep telefonları özellikle görüntü sağlaması ve dokunmaktik kontrolleri gibi özellikleri sayesinde, görsel bir arayüz ile insanların biyokimyasal parametrelerin takip etmesinde ve yakınları ile paylaşabilmelerinde önemli yer edinmektedir. Bu alanda literatür de incelendiğinde aşağıdaki gibi çalışmalara rastlanmaktadır.

Mercan 2021 yılında yaptığı tez çalışmasında akıllı telefon tabanlı kolimetrik glikozun tayininde yapay zeka yaklaşımı sunmuştur. Yaptığı çalışmada, yapay tükürükteki glikoz konsantrasyonunu ölmek için makine öğrenmesine dayalı akıllı telefon uygulaması destekli platform geliştirmiştir. Algılama alanına üç farklı algılama karşıma koymuştur. Oluşan renk değişimi görüntüleri akıllı telefon ile çekmiştir. Ayrıca enzimatik olmayan glikoz ölçümü için de makine öğrenmesi ve derin öğrenme kullanarak Altın ve Gümüş parçacıklar içeren platform önermiştir. Yine aynı şekilde glikoz konsantrasyonuna maruz kaldığındaki renk değişimleri akıllı telefon kamerası kullanarak çekilmiş ve öznitelikler çıkartılarak sınıflandırma yapılmıştır (Mercan, 2021).

Beduk ve arkadaşları 2022 yılında yaptıkları derleme çalışmasında, akıllı telefon tabanlı sağlık amaçlı takip için biyosensör araçları üzerine çalışma yapmıştır. Bu çalışmada, akıllı telefonların taşınabilir olması,yüksek hızlı olması ve görüntü özelliğinin olmasının avantajlarından bahsedilmiştir. Ayrıca bu çalışmada optik ve elektrokimyasal bileşenler ile çoklanmış akıllı telefondan söz edilmiştir. Bunun yanı sıra giyilebilir teknolojiler ile olan entegrasyonun söz edilmiştir (Beduk vd., 2022).

Kandaki Glikoz ve Uzaktan Takipteki Kullanımları

Kopmaz ve Arslanoğlu 2018 yılında yapdıkları review çalışmasında mobil sağlık uygulamaları, kişilere sağlıkla alakalı eğitim vermek, tanı ve teşhis sürecinde destek vermek, hastaların tedaviye verme, kazalar ve felaket durumlarında acil uyarı verme,su tüketimi takibi ve bulaşıcı hastalıkların izlenmesi gibi alanlarda kullanılmaktadır (Kopmaz & Aslanoğlu,2018).

Tezcan ve arkadaşları 2024 yılında yaptıkları çalışmada e-sağlık mobil uygulamaları ile egzesiz ve beslenme danışmanlığı alan bireylerdeki vücut kompozisyonu ve bazı kan parametrelerinin etkinliğini belirlemeye çalışmışlardır. Yapılan çalışma sonucunda, açlık plazma glikozu (APG) ve insülin değerlerinde anlamlı düşüş gözlenmiştir. Ayrıca trigliserid (TG) ve kolesterol değerlerinde anlamlı farklılıklar gözlemlemişlerdir (Tezcan vd.,2024).

Shi ve arkadaşları 2023 yılında yaptıkları çalışmada idrar kreatinin ve albüminin bakım noktasında tespiti amacıyla, akıllı telefon tabanlı fotoelektrokimyasal biyosensör sistemi geliştirmişlerdir (Shi vd., 2023).

Zhang ve arkadaşları 2022 yılında yaptıkları çalışmada, insana ait metabolitlerin bakım noktasında test edilebilmesi amacıyla akıllı telefon tabanlı mobil biyosensörler üzerine derleme çalışmışlardır. Bu çalışmada floresan algılama, kolorimetrik algılama, kemilüminesans algılama ve elektrokimyasal algılama başlıklarında söz etmiştir. Ayrıca glikoz, ürik asit,laktat ve kolestrol gibi parametrelerin hastalıklar için biyobelirteç durumundan söz etmiştir (Zhang vd., 2022).

Evde Hasta Bakımı ve Mobil Cihazlar

Velikova ve arkadaşları 2014 yılında yaptıkları çalışmada evde sağlık izlemeye destek sunmak amacıyla biyokimyasal testlerin akıllı telefon ile analizi üzerine çalışma yapmışlardır. Çalışma görüntü işleme teknikleri kullanılarak biyokimyasal olarak StripTest okuyucusu sunmuşlardır. Referans renkler ile çıkan renkleri karşılaştırarak hastalık tespitine destek olması amacıyla çalışmalarını yapmışlardır (Velikova vd., 2014).

Sun ve arkadaşları 2016 yılında yaptıkları çalışmada akıllı telefon ve giyilebilir teknolojiler desteğiyle çok teknikli bir biyokimyasal sensör tasarımı ve karakterizasyonu üzerine çalışmışlardır. Kan şekeri testi, idrar yolu enfeksiyonu biyobelirteç olan laktoferrin ve pH testleri ve NeutrAvidin konsantrasyonu üzerine çalışmışlardır (Sun vd., 2016).

Abdelazim ve arkadaşları 2023 yılında yaptıkları çalışmada biyokimya eğitiminde geleneksel öğretiminin yanı sıra akıllı telefon uygulamaları ile eğitime destek üzerine bir araştırma yapmışlardır. Yaptıkları anket sonucunda biyokimya alanındaki mobil uygulama kullanmanın akademik performansı artırdığı gözlenmiştir (Abdelazim vd., 2023).

Wang ve arkadaşları 2018 yılında yaptıkları çalışmada Kardiyovasküler hastalıkların erken tanısı ve tespiti amacıyla kan trigleserit izlemek amacıyla parmaktan alınan tam kan trigleserit takibi için telefona duyusal modülü entegre etmişlerdir. Bu sayede telefon üzerinden trigleserit takibi amacıyla çalışma yapmışlardır (Wang vd., 2018) .

Faham ve arkadaşları 2023 yılında yaptıkları derleme çalışmasında, elektrokimyasal tabanlı uzaktan biyobelirteç üzerine çalışmışlardır. Elektrokimyasal derilerin, invaziv olmayan sıvılar için biyobelirteç durumundan söz etmişlerdir. Esnek nanomalzemelerin ve IoT kavramlarının bu alandaki öneminden bahsetmişlerdir. Bu kavramlar ile birlikte hastanın uzaktan takibi tele-gözetim gibi yaklaşımlar sunmuşlardır (Faham vd., 2023).

Sempionatto ve arkadaşları 2022 yılında yaptıkları derleme çalışmasında, ter, tükürük ve göz yaşı gibi vücut sıvıları için yeni bir biyobelirteç belirlemekten bahsetmişlerdir. Bu sayede uzaktan hasta takibine olanak vereceğinden bahsetmiştir. Elektrokimyasal, optik ve giyilebilir kimyasal sensörlerden söz etmişlerdir. Modern veri analizi yaklaşımlarının da bu alan için öneminden bahsetmişlerdir (Sempionatto vd., 2022).

Mobil Cihazlar ile İdrar Analizi

İdrar, insanların hastalık belirtilerinin anlaşılmasında önemli parametrelerden birisidir. Özellikle böbreğin fonksiyonları ile ilgili bilgiler sunabilir. Bu anlamda çeşitli test striplerinin de kullanımı ile idrardan bir takım hastalıkların belirtileri gözlenmeye çalışılmaktadır. İnsanların belli testleri gözlemelerine destek olması açısında geliştirilecek olan uygulamalar ile idrarın cep telefonu kamerası yardımıyla algılanması ve yapay zeka desteğiyle sınıflandırılması ve tahmin çalışmalarıyla insanlara idrar takibi ve hastalık tahminlerinde destekler sunacaktır.

Böylelikle testi yorumlamada ve anlamada zorluk yaşayan kişilerin cep telefonu yardımıyla anlamasına ve yorum yapmasına destek sunacaktır.

Diyabet, böbrek hastalıkları ve gebelik takibi gibi durumları mobil uygulama yardımıyla takip ve belirlemelere destekler sunmaktadır (Xu vd., 2025).

SONUÇ

Mobil uygulamalar birçok alanda kullanımları gözlenmektedir. Sağlık alanında da özellikle ilaç takibi, vücut ile ilgili şeker takibi alanlarda kullanımları mevcuttur. Bunların yanı sıra literatür de incelendiğinde öğrencilerde biyokimya ile ilgili mobil uygulamalarla eğitimlerde akademik başarının arttığı ve eğitim alanında mobil uygulamaların kullanımı gözlenmiştir. Telefonun kamerasının olması ve testlerin renk değişimlerinin telefon üzerinden yapılması da kişilerin telefonlarını kullanarak test sonucuna ulaşmalarında destek sağlamıştır. Özellikle kan veya idrar gibi biyokimyasal örneklerin geliştirilen geliştirilen testler ile ve daha önceden bu sonuçlarla eğitmeleri ile birlikte mobil uygulama ile değerlerin ölçülmesi ve böylece takibi amaçlamaktadır. Ayıca telefon ile bu verilerin takip edilmesiyle olası acil bir durumda hasta yakınlarına ve acile arayan sistemler de kişilerin yaşam kalitesi açısından önemlidir.

Mobil uygulamalar literatürde de gözlendiği çeşitli giyilebilir veya geliştirilen biyosensörler ile verilerin ölçülmesi ve takibi aşamalarında destek sağladığı gözlenmiştir. Bu verilerin takibi ile birlikte hekimler içinde hastanın gün içinde veya ölçüldüğü aralıklar içerisindeki değişimleri gözlemesine olanak sağlaması hedeflenmektedir.

Akıllı telefonların önümüzdeki yıllarda daha da gelişimi ile birlikte biyokimyasal alanda daha çok ve pratik biyosensörler ile kişilerin bir takım verilerin kolayca ölçülmesi ve böylece biyokimyasal parametrelerin daha rahat öğrenilmesi geliştirilebilir. Kolayca ölçme ve öğrenme ile kişiler değerlerini daha kolay edebileceklerdir. Ayrıca buradaki verilerin e-nabız gibi platformlardan üzerinden direk hekimlerine ulaştırılması da erken teşhis ve hastalığın seyrinin daha kolayca takibine destek sunacaktır.

Giyilebilir teknolojiler ve biyosensör teknolojilerinde gelişmeler ile birlikte akıllı uygulamalar verilerin okunması,görselleştirilmesi alanlarında da destekler sunması beklenmektedir.

REFERANSLAR

Abdelazim, A. M., Gaber, D. A., Adam, K. M., El-Ashkar, A. M., & Abdelmalak, H. W. (2023). Use of mobile learning applications as an innovative method for the teaching of biochemistry. Biochemistry and Molecular Biology Education, 51(6), 627-634.

Beduk, T., Beduk, D., Hasan, M. R., Guler Celik, E., Kosel, J., Narang, J., ... & Timur, S. (2022). Smartphone-based multiplexed biosensing tools for health monitoring. Biosensors, 12(8), 583.

Faham, S., Salimi, A., & Ghavami, R. (2023). Electrochemical-based remote biomarker monitoring: Toward Internet of Wearable Things in telemedicine. Talanta, 253, 123892.

Kopmaz, B., & Arslanoğlu, A. (2018). Mobil sağlık ve akıllı sağlık uygulamaları. Sağlık Akademisyenleri Dergisi, 5(4), 251-255.

Mercan, Ö. B. (2021). Akıllı telefon tabanlı kolorimetrik glikoz tayininde yapay zeka yaklaşımı (Master's thesis, Izmir Katip Celebi University (Turkey)).

Sempionatto, J. R., Lasalde-Ramírez, J. A., Mahato, K., Wang, J., & Gao, W. (2022). Wearable chemical sensors for biomarker discovery in the omics era. Nature Reviews Chemistry, 6(12), 899-915.

Shi, Z., Dai, C., Deng, P., Wu, Y., Liu, G., An, Z., ... & Liu, Q. (2023). Smartphone-based portable photoelectrochemical biosensing system for

point-of-care detection of urine creatinine and albumin. Lab on a Chip, 23(15), 3424-3432.

Sun, A., Venkatesh, A. G., & Hall, D. A. (2016). A multi-technique reconfigurable electrochemical biosensor: Enabling personal health monitoring in mobile devices. IEEE transactions on biomedical circuits and systems, 10(5), 945-954.

Tezcan, C. İ., Suna, G., & Karabulak, A. (2024). Yetişkin Bireylerde E-Sağlık Mobil Uygulama Destekli Beslenme ve Egzersiz Programlarının Vücut Kompozisyonu ve Bazı Kan Parametreleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 15(1), 17-28.

Velikova, M., Smeets, R. L., van Scheltinga, J. T., Lucas, P. J., & Spaanderman, M. (2014). Smartphone-based analysis of biochemical tests for health monitoring support at home. Healthcare technology letters, 1(3), 92-97.

Wang, J., Huang, X., Tang, S. Y., Shi, G. M., Ma, X., & Guo, J. (2018). Blood triglyceride monitoring with smartphone as electrochemical analyzer for cardiovascular disease prevention. IEEE journal of biomedical and health informatics, 23(1), 66-71.

Xu, H., Hua, Y., Li, H., Wang, J., Liu, G., & Li, X. (2025). Smartphone-based colorimetric correction analysis system for long-term urine monitoring of chronic kidney disease. Analytical Biochemistry, 702, 115824.

Zhang, M., Cui, X., & Li, N. (2022). Smartphone-based mobile biosensors for the point-of-care testing of human metabolites. Materials Today Bio, 14, 100254.

Çocuk Hastalarda Pulpanın Klinik Durumunun Değerlendirilmesi

Şevval ÇAKICI[1]
Safa KURNAZ[2]

1- Dr. Öğr. Üyesi; Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Ana Bilim Dalı. sevval.cakici@ksbu.edu.tr ORCID No: 0009-0001-3951-4397
2- Doç. Dr.; Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Ana Bilim Dalı. safa.kurnaz@ksbu.edu.tr ORCID No: 0000-0002-8079-7536

ÖZET

Çocuk hastalarda pulpanın klinik durumunun değerlendirilmesi, doğru tanı ve tedavi planlamasının temelini oluşturan çok aşamalı bir süreçtir. Gelişimsel, davranışsal ve biyolojik farklılıklar nedeniyle çocuklarda pulpal semptomların yorumlanması yetişkinlere kıyasla daha güçtür. Bu bağlamda anamnez, sosyal çevre, genel sağlık durumu ve dental öykü gibi çok yönlü faktörleri kapsayacak şekilde ele alınmalı; çocuğun ağrı deneyimini doğru yorumlayabilmek için ebeveyn bildirimleri ve davranışsal göstergeler dikkate alınmalıdır. Klinik muayene sırasında ekstraoral ve intraoral dokuların sistematik değerlendirilmesi, enfeksiyonun yayılımı ve pulpal inflamasyonun olası belirtilerine ilişkin önemli bilgiler sunmaktadır. Radyografik muayene ise çürük derinliği, furkasyon bölgesinin durumu ve periapikal yapılar hakkında tamamlayıcı bilgiler sağlayarak tanının doğruluğunu artırmaktadır. Tedavi esnasında pulpa dokusunun açığa çıkması durumunda, kanama miktarı ve karakteri gibi bulgular pulpal durumun belirlenmesinde kritik önem taşımaktadır. Mevcut literatür, çürük derinliği ile pulpal inflamasyon derecesi arasında anlamlı ilişkiler bulunduğunu, ancak klinik, radyografik ve intraoperatif verilerin birlikte değerlendirilmesinin en güvenilir yaklaşım olduğunu göstermektedir. Bu noktadan yola çıkılarak bu kitap bölümünde; çocuk hastalarda pulpanın klinik durumunun değerlendirilmesine ilişkin güncel kavramların, tanısal aşamaların ve klinik karar süreçlerinin bilimsel temelleriyle ele alınması amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler – Ağrı, Anamnez, Klinik Muayene, Radyografik Muayene, Tedavi.

GİRİŞ

Çocuk hastalarda pulpanın klinik durumunun doğru biçimde değerlendirilmesi, uygulanacak tedavinin başarısını doğrudan etkileyen temel bir basamak olarak önemini korumaktadır. Çocuklarda semptomların çoğu zaman atipik seyretmesi, ağrı deneyiminin sınırlı ve değişken biçimde ifade edilmesi ile çürüğün hızlı ilerlemesi, pulpa tanısını yetişkinlere göre daha karmaşık hale getirmektedir (Levin ve ark., 2009). Çocuklarda devam eden büyüme ve gelişim, geniş pulpa odası, ve yaşa bağlı doku yanıtlarını içeren faktörler pulpanın klinik durumuna yönelik yaklaşımın çocuk hastaya özgü bir perspektifle ele alınmasını zorunlu kılmaktadır (Guelmann, 2016).

Bu bağlamda pulpanın klinik durumunun güvenilir biçimde değerlendirilebilmesi; anamnez, klinik muayene, radyografik inceleme ve gerektiğinde intraoperatif bulguların sistematik ve bütüncül bir yaklaşımla analiz edilmesini gerektirmekte olup bölümün devamında bu süreçler sırasıyla ele alınmaktadır.

Anamnez

Çocuk hastalarda pulpal durumun belirlenmesine yönelik değerlendirmenin en temel basamağı anamnezdir. Anamnez süreci, çocuğun sosyal çevresi, genel sağlık durumu ve dental öyküsünün bir arada ele alınmasını gerektiren çok yönlü bir bilgi toplama aşamasıdır. Bu bilgiler yalnızca mevcut pulpal durumun anlaşılmasına yardımcı olmakla kalmamakta; aynı zamanda uygulanacak tedavinin kapsamını, risk düzeyini ve klinik yaklaşımı doğrudan şekillendirmektedir.

Çocuğun yaşam koşulları, ağız bakım alışkanlıkları, beslenme düzeni ve aile tutumları pulpal patolojilerin gelişiminde önemli rol oynamaktadır. Ebeveynlerin ağız sağlığı konusundaki bilgi ve davranışları, çocukların çürük riskini ve tedaviye uyumunu doğrudan etkilemektedir (Peres ve ark., 2005). Özellikle sık şeker tüketimi, gece beslenmeleri ve yetersiz ağız hijyeni gibi alışkanlıklar, erken çocukluk çağı çürüğünü artırarak pulpal inflamasyonun ilerlemesi için uygun bir zemin hazırlayabilmektedir (Chaffee ve ark., 2015).

Çocuğun genel sağlık durumu, anamnez sürecinde mutlaka dikkate alınması gereken bir başka önemli bileşendir. Sistemik hastalığı bulunan çocuk hastaların yönetimi, sağlıklı akranlarına göre daha titiz ve özel bir yaklaşım gerektirmektedir Bağışıklık sistemi hastalıkları, hematolojik bozukluklar veya kronik sistemik durumlar pulpal enfeksiyonların yayılım hızını artırarak tedavi yaklaşımını etkilemektedir. Amerikan Pediatrik Diş Hekimliği Akademisi (2025), immün yetmezliği veya sistemik risk taşıyan çocuklarda derin çürük lezyonlarının yönetiminde daha konservatif ve dikkatli bir yaklaşım benimsenmesi gerektiğini belirtmektedir. Bununla birlikte; pulpal tutulumun söz konusu olduğu durumlarda, olası enfeksiyonların yaşamı tehdit edebilecek komplikasyonlara dönüşebileceği düşüncesiyle, birçok klinisyen konservatif seçenekler yerine çekim gibi daha radikal tedavilere yönelmeyi tercih etmektedir. Öte yandan, daha önce pulpa tedavisi uygulanmış dişlerin varlığında, iç rezorpsiyon gelişimi veya pulpal, periapikal ya da furkasyon kökenli enfeksiyon belirtilerinin erken fark edilebilmesi amacıyla düzenli klinik ve radyografik izlemin sürdürülmesi önerilmektedir (Guelmann, 2016)

Dental anamnez, çocuğun ağrı öyküsü, travma hikayesi, çürük ilerlemesi ve daha önce yapılmış restoratif ya da endodontik tedaviler hakkındaki bilgileri içermektedir. Ancak küçük çocuklar bilişsel ve dil gelişimlerinin tamamlanmamış olması nedeniyle yaşadıkları ağrıyı ayrıntılı ve güvenilir biçimde ifade edememektedir. Bu yaş grubunda ağrı anlatımı; kullanılan kelime dağarcığı, zamanı ve şiddeti algılama becerisi ve ebeveynlerin tutumları gibi pek çok değişkenden etkilenmektedir. Araştırmalar, özellikle okul öncesi dönemde çocukların ağrı şiddetini derecelendirme ve sürekliliğini tarif etme konusunda sınırlılıklar yaşadığını, bu nedenle kendi beyanlarına dayalı değerlendirmenin yeterli olamayacağını

göstermektedir (Chan ve von Baeyer, 2016). Bu bağlamda, çocuk diş hekimliğinde ağrı değerlendirmesinin, çocuğun sözel ifadelerine ek olarak; yüz ifadesi, ağlama, huzursuzluk, beslenme ve uyku düzenindeki değişiklikler gibi davranışsal göstergelerin ve ebeveyn bildirimlerinin birlikte ele alınması gerektiği vurgulanmaktadır (Versloot ve ark., 2007). Amerikan Pediatrik Diş Hekimliği Akademisi (2025), çocuklarda ağrı değerlendirmesinin gelişim düzeyine uygun araçlar, ebeveyn gözlemleri ve klinik bulguların bütüncül analizi ile yapılmasını önermekte ve yalnızca ağrı ifadesine dayanarak tedavi kararının verilmesinin doğru bir yaklaşım olmadığını belirtmektedir. Bu nedenle, klinik pulpa tanısında ağrı, önemli fakat tek başına belirleyici olmayan bir parametre olarak kabul edilmekte ve diğer klinik ve radyografik bulgularla birlikte yorumlanması gerekmektedir.

Tüm bilgiler bir arada ele alındığında; çok yönlü anamnez, hekime pulpal durumun değerlendirilmesinde vazgeçilmez bir perspektif kazandırmakta ve takip eden muayene aşamalarını doğrudan etkilemektedir.

Klinik Muayene

Klinik muayene, çocuk hastanın hem ekstraoral hem de intraoral dokularının bütüncül bir yaklaşımla incelenmesini gerektirmektedir. Yüz bölgesinde ekstraoral şişlik, kızarıklık ya da submandibular lenfadenopati gibi bulguların varlığı, gelişmekte olan bir dentoalveolar enfeksiyona işaret edebilmektedir. Enfeksiyonun ilerlediği olgularda ise selülitin infraorbital bölgeye yayılması, göz çevresinde kapanmaya yol açması, ağız açıklığının kısıtlanması, ateş ve genel durum bozukluğu gibi daha ciddi klinik belirtiler ortaya çıkabilmektedir. Böyle durumlarda hastanın yakın izlem altında tutulması ve gerekli görülürse intravenöz antibiyotik tedavisi için hastaneye yönlendirilmesi gerekmektedir (American Academy of Pediatric Dentistry, 2025).

İntraoral muayenede, yumuşak ve sert dokuların tümü ayrıntılı biçimde değerlendirilmelidir. Vestibüler bölgede lokalize şişlik, fistül yolu varlığı, travma öyküsüyle ilişkili yumuşak doku değişiklikleri ya da pulpa ile yakın ilişkide bulunan derin çürük ve restorasyonlar, enfeksiyon varlığına dair önemli ipuçları sunmaktadır. Bu nedenle her bir dişin çürük varlığı, restorasyon bütünlüğü ve patolojik renklenmeler açısından dikkatle incelenmesi gerekmektedir. Sert dokuların değerlendirilmesinde mobilite artışı, oklüzal travma belirtileri ve pulpal duyarlılık dikkatle gözden geçirilmelidir (Guelmann, 2016; R ve Gopakumar, 2011).

Klinik muayenenin önemli bir bileşeni pulpanın duyarlılığının değerlendirilmesidir; ancak çocuklarda vitalite ve perküsyon testlerine yönelik kaygı, yanıtların öznel nitelik kazanmasına neden olmakta ve özellikle okul öncesi dönemde güvenilirliği azaltmaktadır. Çocuk hastalarda davranış yönetiminin kritik bir bileşen olduğu göz önünde bulundurulduğunda, perküsyon ve palpasyon testlerinin nazik parmak

basıncıyla yapılması ve anlat-göster-uygula davranış yönlendirme tekniğinin kullanılması önerilmektedir (Anna ve Fuks, 2005). Bununla birlikte, uygun izolasyon sağlandığında soğuk testi ve elektrikli pulpa testi gibi yöntemler hekim için yol gösterici olabilmektedir (Nagarathna ve ark., 2015). Soğuk testinin klinik uyaran-yanıt ilişkisini değerlendirmeye olanak sağlaması ve kullanım kolaylığı nedeniyle yaygın olarak tercih edildiği bildirilmektedir (Igna ve ark., 2022). Pulpanın canlılığı, reversible ve irreversible inflamasyon ayrımı ve olası nekroz bulguları açısından bu testlerden elde edilen bilgiler, klinik muayenenin diğer bulgularıyla birlikte değerlendirildiğinde anlam kazanmaktadır.

Ekstraoral ve intraoral bulguların sistematik biçimde değerlendirilmesi, enfeksiyonun yayılımı, ilgili dokuların durumu ve hastanın klinik stabilitesi hakkında bütüncül bir tablo sunmaktadır. Tanısal sürecin doğru biçimde tamamlanabilmesi için bu klinik bulguların radyografik muayene ile birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Böylece pulpal ve periapikal dokulara ilişkin daha ayrıntılı bir inceleme yapılabilmektedir (American Academy of Pediatric Dentistry, 2025; Guelmann, 2016).

Radyografik Muayene

Süt dentisyonda derin çürük lezyonlarının değerlendirilmesi, pulpanın vitalite durumunu belirleme açısından yalnızca klinik muayeneye dayandığında yetersiz kalabilmekte ve radyografik incelemeyi zorunlu kılmaktadır. Klinik bulgular, bite-wing ve periapikal radyografilerle birlikte ele alındığında pulpal ve periradiküler dokuların durumuna ilişkin daha güvenilir bir değerlendirme yapılabilmektedir. Özellikle furkasyon bölgesinin açık ve seçilebilir şekilde görüntülenmesi, süt molarlarda pulpal ve periodontal durumun doğru değerlendirilmesi için büyük önem taşımaktadır (Guelmann, 2016).

Bite-wing radyografiler; çürüğün derinliği, restorasyonların altındaki olası sekonder çürükler ve furkasyon bölgesindeki trabeküler yapının genel görünümü hakkında önemli bilgiler sağlamaktadır. Bununla birlikte küçük çocuklarda #0 ve #1 boyutundaki filmler kullanıldığında, süt molarların köklerinin apikal üçlüsünü ya da birinci daimi molarların kök gelişimini her zaman net biçimde görüntülemek mümkün olmamaktadır. Görüntü alanındaki bu sınırlılık, furkasyon bölgesindeki erken patolojilerin veya başlangıç düzeyindeki periapikal değişikliklerin gözden kaçmasına neden olabilmektedir. Böyle durumlarda klinik bulguların gerektirdiği hallerde ilgili bölgeden bir periapikal radyografi alınması; internal rezorpsiyon, kök yapısındaki düzensizlikler, periapikal değişiklikler veya periodontal aralığın genişlemesi gibi tanısal açıdan kritik bulguların ortaya koyulmasına olanak sağlamaktadır (American Academy of Pediatric Dentistry, 2025; You ve ark., 2025).

Süt molarlarda lamina duranın sürekliliği ve bifurkasyon bölgesindeki trabeküler kemik yapısının korunmuş olması genellikle pulpanın vital olduğuna işaret eden önemli radyografik göstergelerdir. Ancak özellikle maksiller arkta anatomik farklılıklar, sinüs yapısı ve görüntü süperpozisyonları nedeniyle bu yapıların net biçimde değerlendirilmesi daha güç olabilmektedir. Radyografik yorumlamanın, bu anatomik sınırlılıkların farkında olunarak yapılması gerekmektedir (Camp, 2008).

Asemptomatik dişlerde veya klinik olarak reversible pulpal inflamasyon düşünülen durumlarda, dentin tabakasının kalınlığı da tedavi planlamasında önemli bir parametre oluşturmaktadır. Çürük lezyonunun en derin noktası ile pulpa boynuzu arasında en az 1 mm dentin dokusu bulunması, indirekt pulpa tedavisi gibi konservatif yaklaşımların uygulanabilirliğini desteklemektedir (Reeves ve Stanley, 1966). Buna ek olarak, geçici terapötik restorasyonların kullanılması, derin çürüklerde pulpal durumu izlemeye yönelik güncel bir yaklaşım olarak önerilmiş olup, uygun vakalarda pulpa tepkisinin değerlendirilmesine yardımcı olabilmektedir. Derin çürük lezyonlarında aşamalı çürük uzaklaştırma veya selektif çürük uzaklaştırma gibi konservatif yöntemlerin seçimi de radyografik değerlendirmeden elde edilen bilgilerle desteklenmektedir. Bu yaklaşımlar, pulpa ekspozu riskini azaltmayı ve dişin vitalitesini korumayı amaçlamakta olup, radyografik bulgular konservatif tedavinin prognozu açısından belirleyici rol oynamaktadır (Coll ve ark., 2013).

Pulpanın İntraoperatif Değerlendirilmesi

Klinik ve radyografik muayene bulgularının pulpanın durumunu net olarak ortaya koyamadığı ve pulpa dokusunun işlem sırasında açığa çıktığı durumlarda, bu dokunun doğrudan değerlendirilmesi tanısal sürecin önemli bir bileşenini oluşturmaktadır (Guelmann, 2016).

Pulpa dokusunun açığa çıktığı durumlarda, dokunun rengi, kanamanın miktarı ve hemostazın sağlanma süresi pulpanın canlılığı hakkında önemli bilgiler sağlamaktadır. Direkt ekspoz alanında aşırı kanama ya da pürülan akıntı saptanması, pulpal inflamasyonun ilerlediğini ve dokunun daha ileri düzeyde etkilendiğini göstermektedir. Bu intraoperatif değerlendirme doğrultusunda, başlangıçta planlanan tedavi ya doğrulanmakta ya da daha radikal bir yaklaşıma ihtiyaç duyulabilmektedir (Fuks ve ark., 2010).

Örneğin, pulpotomi planlanan bir dişte koronal pulpanın uzaklaştırılmasının ardından kök pulpasından gelen hemorajinin normal renkte olması ve hafif kompresyonla beş dakika içinde kontrol altına alınabilmesi beklenen bir klinik bulgudur. Kanamanın bu sürenin ötesine geçmesi, inflamasyonun radiküler pulpa dokusuna kadar ilerlediğini düşündürmekte ve pulpektomi ya da çekim gibi alternatif tedavilere yönlendirmektedir. Bununla birlikte, hiperplastik pulpitisi olan bir dişte koronal pulpa uzaklaştırıldıktan sonra kanamanın normal şekilde kontrol

altına alınması, konservatif bir pulpotomi uygulamasının uygun olabileceğini göstermektedir (Guelmann, 2016).

Çürük kaynaklı pulpa ekspozu bulunan süt dişlerinde direkt pulpa kuafajının, prognozu öngörülemez olduğu için önerilmediği belirtilmektedir (American Academy of Pediatric Dentistry, 2025). Buna karşın, immatür daimi dişlerde vital pulpa korunabildiği sürece direkt pulpa kuafajı, parsiyel pulpotomi ve servikal pulpotomi gibi vital pulpa tedavileri ön planda yer almaktadır. Pulpa vitalitesinin kaybedildiği olgularda ise apeksifikasyon ve rejeneratif endodontik tedaviler, apeksin kapanmasını destekleyen uygun yaklaşımlar olarak değerlendirilmektedir.

Pulpanın Travmatik Yaralanmalara Verdiği Yanıtların Değerlendirilmesi

Dişlerde meydana gelen travmatik yaralanmalar, özellikle süt dişleri ve immatür daimi dişlerde, pulpa canlılığının değerlendirilmesini güçleştiren önemli klinik durumlardır. Travma sonrası gözlenen kron renklenmeleri, pulpa dokusunda meydana gelen histolojik ve vasküler değişimlere ilişkin erken döneme ait önemli göstergelerdir. Sarı tonlu renklenmeler çoğunlukla pulpa obliterasyonunu yansıtmakta ve vital pulpa ile uyumlu kabul edilmektedir; bu nedenle tedavi gereksinimi bulunmadıkça düzenli klinik ve radyografik izlem yeterli görülmektedir (Guelmann, 2016). Buna karşın gri renklenme pulpanın etkilenmiş olabileceğini düşündürse de tek başına nekroz göstergesi olmamaktadır. Ancak gri renklenmeye bir sinüs yolunun eşlik etmesi, pulpa nekrozu için patognomonik bir bulgu olarak değerlendirilmektedir (Holan, 2006).

Travma sonrası vitalite testlerinin tanısal doğruluğu özellikle çocuk hastalarda belirgin ölçüde azalmaktadır. Süt dişlerinde vitalite testlerinin fizyolojik ve anatomik özellikler nedeniyle zaten sınırlı olan güvenilirliği, travmaya bağlı geçici sinir ileti bozuklukları sonucu daha da düşebilmektedir. İmmatür daimi dişlerde ise termal veya elektriksel uyaranlara yanıtsızlık, travmayı takiben erken dönemde pulpa nekrozu ile doğrudan ilişkilendirilmemekle birlikte; pulpal durumun belirlenmesi düzenli klinik ve radyografik kontrollerle mümkün olmaktadır (Bastos ve ark., 2014).

Kök gelişim düzeyi, travma sonrası pulpal iyileşmenin prognozunu belirleyen temel biyolojik faktörlerden biridir. Apeksi açık daimi dişlerin yüksek vaskülarizasyon kapasitesi, iyileşme olasılığını artırmakta ve vital pulpanın korunmasına yönelik tedavilerin başarısını anlamlı ölçüde yükseltmektedir. Buna karşılık süt dişlerinde fizyolojik kök rezorpsiyonu ve anatomik varyasyonlar, travma sonrası pulpal yanıtın daha öngörülemez bir seyir izlemesine neden olabilmektedir (Guelmann, 2016).

Bu nedenle travma öyküsünün anamnez aşamasında ayrıntılı biçimde sorgulanması, klinik ve radyografik muayenede renk değişikliği ve periapikal bulguların dikkatle değerlendirilmesi ve özellikle immatür

dişlerde düzenli takip protokollerinin uygulanması, pulpanın klinik durumunun doğru biçimde belirlenmesi açısından kritik önem taşımaktadır.

Pulpanın Histopatolojik Durumu ile Çürük Derinliği Arasındaki İlişki

Süt dişlerinde çürük derinliği ile pulpanın histopatolojik durumu arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar sınırlı olmakla birlikte mevcut veriler, klinik değerlendirmenin yol gösterici olabileceğini göstermektedir. Erken çocukluk çağı çürüğü nedeniyle çekilen ve restore edilemeyen süt kesiciler üzerinde yapılan bir çalışmada, çürük uzaklaştırılırken pulpa ekspozu oluşmayan dişlerin histolojik olarak çoğunlukla normal pulpa dokusuna sahip olduğu bildirilmiştir. Bu bulgu, pulpa ekspozunun olmamasının pulpanın sağlıklı olabileceğine yönelik klinik bir gösterge olarak değerlendirilebileceğini düşündürmektedir. Aynı çalışmada, ekspozunun gerçekleştiği vakaların büyük çoğunluğunda inflamasyonun koronal pulpa ile sınırlı olduğu ve bu dişlerin pulpotomi açısından uygun adaylar olabileceği belirtilmiştir (Eidelman ve ark., 1992).

Süt molarlarda yapılan başka bir çalışmada ise pulpal inflamasyonun yaygınlığı, çürük derinliği ve lezyonun konumu ile ilişkilendirilmiştir. Dentinin yarısından daha fazla ilerleyen çürüklerde proksimal lezyonların, aynı derinlikteki oklüzal lezyonlara kıyasla daha belirgin pulpal inflamasyonla ilişkili olduğu bulunmuştur (Kassa ve ark., 2009). Daimi dişlerde yapılan bir çalışmada ise, klinik tanı kriterlerinin histopatolojik bulgularla özellikle normal pulpa ve reversible pulpitis tanılarında yüksek oranda örtüştüğü gösterilmiştir. Bu sonuç, dikkatli klinik değerlendirme ile pulpa dokusunun gerçek durumunun önemli ölçüde öngörülebileceğini desteklemektedir (Ricucci ve ark., 2014).

Bu bulgular birlikte ele alındığında, çürük derinliğinin ve ekspoz durumunun pulpadaki inflamasyon derecesini tahmin etmede değerli göstergeler sunduğu, ancak nihai kararın her zaman klinik ve radyografik bulguların bütüncül değerlendirilmesiyle verilmesi gerektiği anlaşılmaktadır.

SONUÇ

Çocuk hastalarda pulpanın değerlendirilmesi, gelişimsel özellikler ve semptomların belirsizliği nedeniyle çok yönlü bir tanısal yaklaşım gerektirmektedir. Anamnez, klinik muayene ve radyografik muayeneyle birlikte intraoperatif bulguların birlikte ele alınması, pulpal durumun en doğru şekilde belirlenmesini sağlamaktadır. Çürük derinliği ile pulpal

inflamasyon arasında ilişki bulunsa da tanısal karar tek bir parametreye dayandırılmaması gerekmektedir. Bu kapsamlı değerlendirme yaklaşımı, çocuk hastalarda pulpa tedavilerinin başarısını artırmada önemli bir rol oynamaktadır.

REFERANSLAR

American Academy of Pediatric Dentistry. (2025). Pain management in infants, children, adolescents, and individuals with special health care needs. *The Reference Manual of Pediatric Dentistry*, 456-464.

American Academy of Pediatric Dentistry. (2025). Pulp therapy for primary and immature permanent teeth. *The Reference Manual of Pediatric Dentistry*, 487-496.

American Academy of Pediatric Dentistry. (2025). Use of antibiotic therapy for pediatric dental patients. *The Reference Manual of Pediatric Dentistry*, 559-563.

Anna, B., ve Fuks, C. (2005). Pulp therapy for the primary dentition. İçinde: *Pediatric dentistry infancy through Adolescent (ss.375-393). New York: Elsevier Saunders*.

Bastos, J. V., Goulart, E. M. A., ve de Souza Côrtes, M. I. (2014). Pulpal response to sensibility tests after traumatic dental injuries in permanent teeth. *Dental Traumatology*, *30*(3), 188-192.

Camp, J. (2008). Diagnosis dilemmas in vital pulp therapy: treatment for the toothace is changing, especially in young, immature teeth. *Pediatric Dentistry, 30*(3).

Chaffee, B. W., Feldens, C. A., Rodrigues, P. H., ve Vítolo, M. R. (2015). Feeding practices in infancy associated with caries incidence in early childhood. *Community dentistry and oral epidemiology*, *43*(4), 338-348.

Chan, J. Y., ve von Baeyer, C. L. (2016). Cognitive developmental influences on the ability of preschool-aged children to self-report their pain intensity. *Pain*, *157*(5), 997-1001.

Coll, J. A., Campbell, A., ve Chalmers, N. I. (2013). Effects of glass ionomer temporary restorations on pulpal diagnosis and treatment outcomes in primary molars. *Pediatric dentistry*, *35*(5).

Eidelman, E., Ulmanksy, M., ve Michaeli, Y. (1992). Histopathology of the pulp in primary incisors with deep dentinal caries. *Pediatric dentistry*, *14*(6), 372-375.

Fuks, A. B., Guelmann, M., ve Kupietzky, A. (2010). Current developments in pulp therapy for primary teeth. *Endodontic Topics*, *23*(1), 50-72.

Guelmann, M. (2016). Clinical pulpal diagnosis. İçinde *Pediatric Endodontics: Current Concepts in Pulp Therapy for Primary and Young Permanent Teeth* (ss. 23-36). Springer.

Holan, G. (2006). Long-term effect of different treatment modalities for traumatized primary incisors presenting dark coronal discoloration with no other signs of injury. *Dental Traumatology*, *22*(1), 14-17.

Igna, A., Mircioagă, D., Boariu, M., ve Stratul Ș, I. (2022). A diagnostic insight of dental pulp testing methods in pediatric dentistry. *Medicina (Kaunas)*, *58*(5).

Kassa, D., Day, P., High, A., ve Duggal, M. (2009). Histological comparison of pulpal inflammation in primary teeth with occlusal or proximal caries. *International Journal of Paediatric Dentistry*, *19*(1), 26-33.

Nagarathna, C., Shakuntala, B., ve Jaiganesh, I. (2015). Efficiency and reliability of thermal and electrical tests to evaluate pulp status in primary teeth with assessment of anxiety levels in children. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, *39*(5), 447-451.

Peres, M. A., Latorre, M. d. R. D. d. O., Sheiham, A., Peres, K. G., Barros, F. C., Hernandez, P. G., Maas, A. M. N., Romano, A. R., ve Victora, C. G. (2005). Social and biological early life influences on severity of dental caries in children aged 6 years. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, *33*(1), 53-63.

R, G., ve Gopakumar, M. (2011). Diagnostic aids in pediatric dentistry. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, *4*(1), 1-7.

Reeves, R., ve Stanley, H. (1966). The relationship of bacterial penetration and pulpal pathosis in carious teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, *22*(1), 59-65.

Ricucci, D., Loghin, S., ve Siqueira Jr, J. F. (2014). Correlation between clinical and histologic pulp diagnoses. *Journal of Endodontics*, *40*(12), 1932-1939.

Versloot, J., Veerkamp, J., ve Hoogstraten, J. (2007). *Pain in pediatric dentistry*. Amsterdam: Universiteit van Amsterdam.

You, W., Song, W., Li, L., Quan, X., Guo, H., Luo, Y., ve Li, J. (2025). Radiographic analysis of primary first molars in pediatric dentistry: a retrospective study. *BMC Oral Health*, *25*(1), 1650.

Çocuk ve Yetişkinlerde Endodontik Enfeksiyonların Yaşa Bağlı Biyolojik ve Mikrobiyal Farklılıkları

Şevval ÇAKICI [1]
Safa KURNAZ [2]

1- Dr. Öğr. Üyesi; Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Ana Bilim Dalı. sevval.cakici@ksbu.edu.tr ORCID No: 0009-0001-3951-4397
2- Doç. Dr.; Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Ana Bilim Dalı. safa.kurnaz@ksbu.edu.tr ORCID No: 0000-0002-8079-7536

ÖZET

Endodontik enfeksiyonlar, pulpa dokusunun savunma kapasitesini kaybetmesiyle kök kanal sisteminde mikroorganizmaların yerleşmesi ve çoğalması sonucu gelişen, büyük ölçüde biyofilmlere dayalı karmaşık süreçlerdir. Bu enfeksiyonların temel etiyolojik etkeni mikroorganizmalardır ve hastalığın ilerleyişi, mikrobiyal topluluğun çeşitliliği, yapısı ve konak dokularla etkileşim biçimi tarafından belirlenir. Yaşa bağlı biyolojik farklılıklar, enfeksiyonun hem mikrobiyal kompozisyonunu hem de klinik davranışını önemli ölçüde etkilemektedir. Oral mikrobiyomun doğumdan itibaren gelişen dinamik yapısı, süt ve daimi dişlerin anatomik-fizyolojik farklılıkları ile birleşerek çocuk ve yetişkinlerde farklı endodontik enfeksiyon paternleri ortaya çıkarmaktadır. Süt dişlerinde ince dentin tabakası, geniş pulpa odası, artmış dentin geçirgenliği ve rezorpsiyonla ilişkili nörovasküler değişiklikler nedeniyle enfeksiyon daha hızlı ilerleyebilir ve klinik tablo daha erken ortaya çıkabilir. Bu dişlerde fakültatif anaerobların baskın olduğu mikrobiyal topluluklar sık görülür. Yetişkinlerde ise daha kalın dentin bariyeri, olgun pulpa yapısı ve daha kompleks oral mikrobiyom, daha zengin anaerob çeşitliliği ve karmaşık biyofilm organizasyonları ile karakterize enfeksiyonlara zemin hazırlar. Ayrıca pulpa inervasyonundaki yaşa bağlı farklılıklar, pulpa hassasiyet testlerinin tanısal doğruluğunu etkiler; genç daimi dişlerde tamamlanmamış sinir gelişimi, süt dişlerinde ise rezorpsiyon kaynaklı nöral kayıplar test performansını sınırlayabilir. Sonuç olarak, çocuk ve yetişkinlerde endodontik enfeksiyonların biyolojik temelleri belirgin şekilde farklıdır ve bu farklılıkların anlaşılması, tanı ve tedavi stratejilerinin biyolojik temelli olarak optimize edilmesi açısından kritik öneme sahiptir.

Anahtar Kelimeler – Daimi Dişler, Enfeksiyon, Mikrobiyoloji, Pulpa-Dentin Kompleksi, Süt Dişleri.

GİRİŞ

Endodontik enfeksiyon, kök kanal sisteminin mikroorganizmalar tarafından kolonize edilmesiyle başlayan ve pulpa ile periapikal dokuları etkileyen karmaşık bir biyolojik süreçtir (Siqueira Jr ve Rôças, 2009; Siqueira Jr ve Rôças, 2022). Pulpa dokusu canlılığını kaybettiğinde ya da çeşitli etkenler nedeniyle (çürük, travma, periodontal kaynaklı lezyonlar veya iatrojenik işlemler) savunma kapasitesi ortadan kalktığında, mikroorganizmaların kanal sistemine yerleşmesi ve çoğalması için uygun bir ortam oluşur (Siqueira Jr, 2002; Siqueira Jr ve Rôças, 2022).

Apikal periodontitis gelişiminde fiziksel ve kimyasal uyaranların rolü olsa da, bilimsel veriler hastalığın ilerlemesi ve sürekliliğinde mikroorganizmaların temel ve vazgeçilmez etken olduğunu açıkça

göstermektedir. Pulpa nekrozu sonrasında, mikroorganizmalar kök kanalının iç duvarlarında çoğalarak çeşitli biyofilm yapıları oluşturur ve böylece hem intraradiküler hem de çevre dokulara yayılan bir enfeksiyon süreci başlatırlar (Kakehashi ve ak., 1965; Möller ve ark., 1981; Siqueira Jr ve Rôças, 2022; Sundqvist, 1976). Mikrobiyal kolonizasyonun sınırı çoğu durumda kök kanalının apikal foramenine yakın intraradiküler alanda bulunur; ancak bazı durumlarda mikroorganizmalar apikal foramenin ötesine geçerek periradiküler dokularda da varlık gösterebilir ve bu durumda enfeksiyon ekstraradiküler bir karakter kazanır (Siqueira Jr ve Rôças, 2009; Siqueira Jr, 2002). Bu ayrım, hastalığın klinik seyrini, tedavi stratejilerini ve tedaviye yanıtı doğrudan etkileyen önemli bir biyolojik farklılıktır (Tronstad, 2009; Tronstad ve ark., 1987).

Endodontik enfeksiyonların polimikrobiyal yapıda olduğu artık iyi bilinen bir gerçektir. Bu enfeksiyonlar tek bir patojenle açıklanamaz; aksine, birbirleriyle etkileşim hâlinde olan çok sayıda bakteriyel türün oluşturduğu karma bir mikrobiyal topluluğun ürünüdür. Bu nedenle günümüzde apikal periodontitisin etiyolojisi, "tek bir patojenin hastalığı" yaklaşımı yerine, "mikrobiyal topluluğun patojenitesi" kavramı ile açıklanmaktadır (Siqueira Jr ve Rôças, 2009a, 2009b; Siqueira Jr ve Rôças, 2022).

Endodontik enfeksiyonların mikrobiyal yapısı ve davranışı yalnızca kanal sisteminin anatomisinden ya da pulpa dokusunun durumundan ibaret değildir; hastanın yaşı, yani çocuk ve yetişkin popülasyonları arasındaki biyolojik farklılıklar da enfeksiyonun karakterini etkilemektedir. Oral mikrobiyomun doğumdan itibaren gelişen dinamik yapısı, pulpa savunma yanıtlarının olgunluk düzeyi ve süt dişi ile daimi diş arasındaki anatomik-fizyolojik farklılıklar, enfeksiyonun mikrobiyal içeriğini ve seyrini etkileyebilir. Bu bölüm amacı, çocuk ve yetişkinlerde endodontik enfeksiyonların mikrobiyal özelliklerini, yaşla ilişkili biyolojik farklılıkları ve bu farklılıkların klinik yansımalarını güncel moleküler çalışmalar ışığında kapsamlı biçimde ortaya koymaktır.

Süt Dişlerinin Korunmasının Endodontik Açıdan Önemi

Süt dişlerinin fizyolojik eksfoliasyon zamanına kadar ağızda tutulması hem oklüzal gelişimin düzenli ilerlemesi hem de ağız çevresi fonksiyonlarının sağlıklı sürdürülmesi açısından kritik önem taşır. Süt dişlerinin erken kaybı önemli ortodontik problemlere yol açabilmektedir. Ayrıca bu dişlerin ağızda tutulması, çiğneme fonksiyonu, estetik görünüm ve konuşma gelişimi üzerinde belirleyici rol oynar; erken kayıp durumunda dilin boşluklara yerleşmesine bağlı anormal fonksiyonel alışkanlıklar ve konuşma bozuklukları gelişebilmektedir (Carrotte, 2005; Fuks, 2000; Rock, 2002).

Süt dişlerinin morfolojik özellikleri - ince mine ve dentin kalınlığı, pulpaya yakın pulpa boynuzları, geniş dentin tübülleri ve artmış dentin

geçirgenliği - çürüğün çok daha hızlı ilerlemesine neden olduğundan, bu dişlerin ağızda tutulabilmesi çoğu zaman pulpa tedavilerini gerektirir. Kök kanal tedavisi de, kronik inflamasyon veya pulpa nekrozu görülen süt dişlerinde enfeksiyonun ortadan kaldırılması ve dişin fizyolojik düşme zamanına kadar fonksiyonel olarak ağızda tutulmasını sağlayan tedavidir (Daloğlu ve Güzel, 2017). Süt dişlerinde doğru endodontik yaklaşım, hem mevcut dentisyonun hem de gelecekteki daimi dentisyonun sağlığı açısından önemli bir biyolojik basamak olarak değerlendirilmelidir.

Endodontik Enfeksiyonun Biyolojik Temelleri ve Biyofilm Dinamikleri

Endodontik enfeksiyon, esas olarak dişin kök kanal sisteminin enfeksiyonu olup apikal periodontitisin başlıca etiyolojik etkeni olarak kabul edilmektedir (Siqueira Jr ve Rôças, 2019). Her ne kadar kimyasal ve fiziksel etmenler periradiküler inflamasyonun başlangıcında etkili olabilse de apikal periodontitisin farklı klinik formlarının progresyonu ve sürekliliğinde mikroorganizmaların belirleyici ve vazgeçilmez bir unsur olduğunu ortaya koyan güçlü bilimsel kanıtlar mevcuttur (Kakehashi ve ark., 1965; Möller ve ark., 1981; Sundqvist, 1976). Endodontik enfeksiyonun gelişebilmesi için kök kanalının, çürük, travma, periodontal hastalık ya da iatrojenik işlemler sonucunda ortaya çıkan pulpa nekrozu veya tedavi amacıyla pulpanın uzaklaştırılması sonrası, canlı pulpa dokusundan ve savunma mekanizmalarından yoksun hale gelmesi gerekmektedir (Siqueira Jr ve Rôças, 2009). Enfekte mikrobiyotanın konak savunması ile karşılaştığı sınır çoğu olguda kök kanalının apikal forameni civarındaki intraradiküler alanda yer almakta, bazı olgularda ise mikroorganizmalar periradiküler dokulara ulaşarak enfeksiyonun ekstraradiküler bir karakter kazanmasına yol açmaktadır.

Endodontik enfeksiyonların etiyolojisi tek bir patojene atfedilememekte; apikal periodontitis, tür çeşitliliği enfeksiyon tipine göre değişen, polimikrobiyal bir etiyolojiye ve karışık mikrobiyal konsorsiyumlara sahip bir hastalık olarak tanımlanmaktadır (Siqueira Jr ve Rôças, 2009). Enfekte kök kanallarında mikrobiyal topluluklar, yüzeyle ilişkili biyofilm yapıları halinde varlık gösterir ve bu biyofilmlerin uzaklaştırılması apikal periodontitisin önlenmesi veya iyileştirilmesi için zorunlu kabul edilmektedir (Donlan ve Costerton, 2002; Shin ve ark., 2018). Kök kanal boşluğunun kapalı ve korunaklı yapısı, mikrobiyal kolonizasyonu etkileyerek özellikle apikal üçlüde koronal segmente göre farklı bir mikroorganizma dizilimi ortaya çıkmasına yol açmaktadır (Özok ve ark., 2012; Shin ve ark., 2018; Tatikonda ve ark., 2017).

Geleneksel kültür yöntemleri endodontik mikrobiyotanın önemli bir kısmını ortaya koymakla birlikte, kültür tekniklerinin mikrobiyal popülasyonların çeşitliliğini olduğundan az ve yanlı gösterebildiği ve birçok ekosistemde bakterilerin yalnızca küçük bir bölümünün in vitro koşullarda

üretilebildiği bilinmektedir (Handelsman, 2004; Hugenholtz, 2002; Relman, 2002). Moleküler biyoloji temelli yöntemler, daha önce tanımlanmamış endodontik patojenleri ortaya çıkarmış, kültür-dışı türleri de içeren geniş bir bakteri yelpazesini tanımlamış ve böylece endodontik mikrobiyotanın kültür çalışmalarına göre daha kapsamlı biçimde yeniden tanımlanmasına olanak sağlamıştır (Siqueira Jr ve Rôças, 2005). Bu veriler, endodontik enfeksiyonların biyolojik temelinin; karmaşık, büyük ölçüde polimikrobiyal biyofilm toplulukları, yüksek tür zenginliği ve önemli ölçüde tanımlanmamış mikrobiyal çeşitlilikten oluştuğunu ve tedavi stratejilerinin bu yapısal özellikler dikkate alınarak planlanması gerektiğini göstermektedir (Kumar ve ark. 2005; Paster ve ark., 2001; Siqueira Jr ve Rôças, 2009).

Oral Mikrobiyomun Yaşa Bağlı Gelişimi ve Çocuk–Yetişkin Farklarının Temeli

Oral mikrobiyom, bireyin yaşamı boyunca çevresel maruziyetler, konak bağışıklığı ve dişlenme durumu ile şekillenen dinamik bir ekosistemdir. Yenidoğan döneminde nispeten düşük çeşitlilik gösteren bu mikrobiyal topluluk, erken çocuklukta dişlerin sürmesiyle birlikte hem kompozisyon hem de fonksiyon açısından önemli değişiklikler geçirir (Aas ve ark., 2008; Zhou ve ark., 2023).

Çocuklarda, ağız içi mikrobiyal topluluklar daha yüksek anaerob oranı ve daha sınırlı aerob/fakültatif tür varlığı ile karakterizedir; bu durum mikrobiyal yapının yaşla birlikte olgunlaştığını göstermektedir. Yaş ilerledikçe oral mikrobiyal toplulukların kompozisyonu belirgin şekilde değişmekte; özellikle bazı anaerob türlerin göreceli oranı artmakta ve mikrobiyal çeşitlilik daha yüksek düzeylere ulaşmaktadır (Delikan ve ark., 2021; Paster ve ark., 2001). Moleküler biyoloji çalışmalarına göre yetişkin bireylerde oral mikrobiyom, yüksek çeşitlilik gösteren karmaşık bir ekosistem hâlini alır. Kültür ve moleküler yöntemlerin bütüncül analizi, insan ağız boşluğunda yaşayabilen yaklaşık 800 bakteriyel takson bulunduğunu, bunların her yetişkinde aynı anda yaklaşık 100–200 farklı tür şeklinde yer aldığını göstermektedir (Paster ve ark., 2021). Bu durum yetişkin mikrobiyotasının çocuklara kıyasla daha kompleks bir biyofilm yapısına sahip olduğu görüşünü desteklemektedir (Paster ve ark., 2021; Siqueira Jr ve Rôças, 2009). Ek olarak çalışmalar, oral mikrobiyotanın bireyler arasında belirgin farklılıklar gösterebildiğini ve aynı anatomik bölgeden alınan örneklerde bile mikrobiyal toplulukların çeşitlilik ve kompozisyon açısından anlamlı derecede değişkenlik gösterebildiğini ortaya koymaktadır (Rôças ve ark., 2004; Siqueira Jr ve Rôças, 2009).

Sonuç olarak, oral mikrobiyomun yaşa bağlı gelişimi hem endodontik hem periodontal enfeksiyonların oluşum dinamiklerini etkilemekte, özellikle çocuk-yetişkin karşılaştırmalı değerlendirmelerde enfeksiyon paterni, baskın türler ve patojenik potansiyelin farklılaşmasına neden olmaktadır.

Çocuk ve Yetişkin Dişlerinde Pulpa–Dentin Kompleksinin Farkları

Primer ve daimi dişler arasında pulpa–dentin kompleksinin morfolojisini ve enfeksiyon dinamiklerini doğrudan etkileyen belirgin anatomik ve fizyolojik farklılıklar bulunmaktadır. Primer dişlerde kökler daha kısadır, furkasyon bölgesinde daha fazla aksesuar kanal bulunur, dentin tabakası daha incedir ve pulpa hacmi daimi dişlere kıyasla belirgin biçimde daha geniştir. Bu yapısal özellikler, bakterilerin pulpaya daha hızlı ulaşmasına ve enfeksiyonun çevre dokulara yayılımının daha erken gerçekleşmesine zemin hazırlayabilir. Nitekim primer köklerin kısa olması nedeniyle fistül oluşumunun kron yüzeyine daha yakın bölgelerde gözlenebildiği bildirilmiştir (Delikan ve ark., 2021).

Dentin tabakasının ince olması ve pulpa odasının genişliği, bakterilerin dentin tübülleri aracılığıyla pulpaya geçişini kolaylaştırabilir. Çürüğün pulpaya yakın olduğu durumlarda mikroorganizmaların dentin tübülleri boyunca ilerleyerek pulpa dokusuna ulaştığı gösterilmiştir (Narayanan ve Vaishnavi, 2010). Süt dişlerinde dentin tübüllerinin sayısı ve çapı konusunda farklı görüşler bulunsa da, genel kanı süt dentininin geçirgenliğinin daha yüksek olduğudur (Agematsu ve ark., 2005; Koutsi ve ark., 1994). Tüm bu yapısal farklılıklar birlikte düşünüldüğünde, çocuklarda pulpitisin daha hızlı gelişmesine ve enfeksiyonun klinik olarak daha erken belirti vermesine neden olabilir. Daimi dişlerde ise dentin tabakasının daha kalın, pulpa hacminin daha sınırlı ve aksesuar kanal sayısının daha az olması, enfeksiyonun ilerleyişini ve endodontik boşlukta yerleşen mikrobiyal toplulukların tipini etkilemektedir.

Sonuç olarak, primer ve daimi dişler arasındaki pulpa–dentin kompleksine ilişkin anatomik ve fizyolojik farklar, endodontik enfeksiyonların başlangıcını, ilerleyişini ve klinik davranışını önemli ölçüde etkilemektedir. Bu farklılıklar, çocuk ve yetişkinlerde enfeksiyon yayılım hızı, mikrobiyal kompozisyon ve tedavi yanıtı açısından belirgin ayrımlar oluşmasına neden olmaktadır.

Çocuk ve Yetişkin Endodontik Enfeksiyonlarında Mikrobiyal Kompozisyon Farkları

Endodontik enfeksiyonların etiyolojisi hem çocuklarda hem de yetişkinlerde polimikrobiyal bir yapı göstermektedir; ancak enfeksiyona katılan mikroorganizmaların tür dağılımı, baskın bakteriyel gruplar ve enfeksiyonun ilerleme biçimi açısından iki yaş grubu arasında belirgin farklılıklar bulunmaktadır (Zhou ve ark., 2023).

Çocuklarda irreversible pulpitis vakalarında *Enterococcus faecalis, Streptococcus mutans, Staphylococcus aureus, Escherichia coli,* ve *Candida albicans* gibi fakültatif anaerob türlerin baskın olduğu, buna karşılık zorunlu anaerobların daha düşük oranda bulunduğu gösterilmiştir (Hegde ve Pallavi,

2013). Buna ek olarak, primer dişlerde pulp nekrozunda *E. faecalis, S. salivarius, hemolitik streptokoklar, E. coli, S. aureus ve Proteus mirabilis* gibi türler tespit edilmiştir (Chandwani ve Chandak, 2017; Rana ve ark., 2009; Stuart ve ark., 2006).

Yetişkinlerde ise pulpitis ve pulp nekrozu ile ilişkili mikrobiyal çeşitlilik daha geniştir (Hsiao ve ark., 2012; Zheng ve ark., 2019). Reversible pulpitis vakalarında *Streptococcus, Propionibacterium, Actinomyces, Lactobacillus, Pseudoramibacter, Capnocytophaga* ve *Leptotrichia* gibi türlerin baskın olduğu (Caneppele ve ark., 2021; Sun ve ark., 2020); irreversible pulpitis olgularında ise *Streptococcus, Lactobacillus, Prevotella, Porphyromonas* ve *Corynebacterium* gibi türlerin daha yüksek oranda bulunduğu bildirilmiştir (Zahran ve ark., 2021; Zheng ve ark., 2019). Pulpa nekrozu durumunda yetişkinlerde ağırlıklı olarak *Prevotella, Porphyromonas* ve *Peptostreptococcus* türlerinin yer aldığı görülmektedir (Zheng ve ark., 2019; Zhou ve ark., 2023).

Periapikal periodontitis tablosunda da çocuk–yetişkin farklılıkları belirgindir. Yetişkinlerde periapikal lezyonlardan sıklıkla *Peptostreptococcus micros, Fusobacterium nucleatum, Staphylococcus epidermidis, Propionibacterium acnes,* ve *Bacteroides gracilis* gibi anaerob türler izole edilmiştir (Wayman ve ark., 1992). Daha geniş çalışmalar, yetişkin periapikal enfeksiyonlarında *Actinomyces, Fusobacterium, Prevotella, Porphyromonas endodontalis, Capnocytophaga gingivalis, Treponema denticola, Bacteroides forsythus, Streptococcus constellatus* ve *Eubacterium sabureum* gibi çok çeşitli anaerobların rol oynadığını göstermektedir (Bronzato ve ark., 2021; Zhang ve ark., 2021). Yetişkin periapikal lezyonlarında bakterilere ek olarak *Candida albicans* başta olmak üzere çeşitli fungal türlerin de tespit edildiği ve bu durumun enfeksiyonun patogenezinde bakteriyel olmayan etkenlerin de rol oynayabileceğini düşündürdüğü belirtilmiştir (Waltimo ve ark., 1997). Ayrıca *Epstein–Barr* virüsü ve *sitomegalovirüs* gibi herpesvirüslerin periapikal lezyonlarda tespit edilmesi, viral etkenlerin de inflamasyonun sürdürülmesinde rol oynayabileceğini göstermektedir (Hernádi ve ark., 2010).

Çocuklarda ise periapikal enfeksiyonların mikrobiyal profili farklıdır. Çocuklarda *E. faecalis, Fusobacterium, Porphyromonas, Peptostreptococcus, Treponema denticola, Lactobacillus, Prevotella, Streptococcus, Eubacterium ve Campylobacter* gibi türlerin daha yüksek oranlarda tespit edildiği bildirilmiştir (Kutllovci ve ark., 2015; Silva ve ark., 2006; Yang ve ark., 2010). Çocuklarda periapikal periodontitisin yalnızca lokal enfeksiyonla sınırlı kalmadığı, gelişmekte olan daimi dişlerin mine hipoplazisine yol açarak Turner dişi gibi yapısal defektlere neden olabildiği bildirilmiştir (Valderhaug, 1974).

Bu veriler birlikte değerlendirildiğinde, çocuk ve yetişkin endodontik enfeksiyonlarının mikrobiyal kompozisyonunun hem çeşitlilik hem baskın türler hem de enfeksiyonun ilerleyiş özellikleri açısından önemli ölçüde

farklılaştığı anlaşılmaktadır. Çocuklarda enfeksiyon yapılarının daha çok fakültatif anaeroblarca domine edildiği, yetişkinlerde ise daha geniş anaerob çeşitliliği ve daha kompleks mikrobiyal toplulukların görüldüğü belirlenmiştir (Zhou ve ark., 2023).

Çocuk ve Yetişkinlerde Pulpa Hassasiyet Testlerinin Biyolojik Temeli ve Tanısal Sınırlılıkları

Endodontik tanıda yaygın olarak kullanılan pulpa hassasiyet testleri (soğuk, sıcak ve elektrikli pulpa testi), pulpanın vasküler canlılığını değil, esas olarak nöral yanıtını ölçen yöntemlerdir (Jafarzadeh ve Abbott, 2010). Bu nedenle, pulpa inervasyonundaki yaşa bağlı farklılıklar, çocuk ve yetişkin hastalarda bu testlerin duyarlılık ve özgüllüğünü doğrudan etkilemektedir (Brandt ve ark., 1988; Fulling ve Andreasen, 1976).

Pulpa–dentin kompleksinde yer alan duyusal sinir lifleri, miyelinli A-delta lifleri ile miyelinsiz C liflerinden oluşmaktadır (Bender, 2000). A-delta lifleri özellikle pulpa boynuzları ve pulpa-dentin sınırında yoğunlaşır ve termal/elektriksel uyaranlara karşı kısa, keskin ağrı yanıtını iletir. C lifleri ise pulpa merkezinde yer alır, daha yüksek eşikli ve yavaş iletimli olup daha çok uzun süreli, sızlayıcı ağrı ile ilişkilidir (Bender, 2000; Chen ve Abbott, 2009). Gelişmekte olan daimi dişlerde sinir lifleri foramen apikalden dental papillaya girdikten sonra zamanla miyelinize olur; A-delta liflerinin sayısı diş sürmesinden sonra ilk yıllarda kademeli olarak artar ve Raschkow sinir pleksusu kök gelişimi tamamlandıkça belirginleşir (Alexander, 1981; Reader ve Foreman, 1981).

Bu biyolojik tablo, hassasiyet testlerinden elde edilen yanıtı yaşa göre farklılaştırır. Kök gelişimi tamamlanmamış genç daimi dişlerde, A-delta lif yoğunluğu ve sinir pleksusunun olgunlaşmamış olması nedeniyle elektrikli pulpa testi (EPT) daha sık yanlış negatif sonuç verebilmekte; buna karşılık soğuk testi, hidrodinamik mekanizma üzerinden A-delta liflerini daha etkin uyardığı için canlı pulpayı ortaya koymada görece daha güvenilir kabul edilmektedir. Bu nedenle travma sonrası izlem ve vitalite değerlendirmesinde genç daimi dişlerde soğuk testinin, mümkünse EPT ile birlikte kullanılması önerilmektedir (Alexander, 1981; Fulling ve Andreasen, 1976; Fuss ve ark., 1986; Hohnsen, 1985).

Süt dişlerinde ise tablo hem gelişimsel hem de rezorptif süreçlerle değişmektedir. Genç süt dişlerinde pulpa sinir yapısı genç daimi dişlere benzer olsa da, fizyolojik kök rezorpsiyonu ilerledikçe hem miyelinli hem miyelinsiz liflerde dejenerasyon, sinir dokusunda azalma ve bazı olgularda sinir liflerinin tamamen kaybı bildirilmektedir (Dard ve ark., 1989; Fried ve Hildebrand, 1981; Fox ve Heeley, 1980; Rapp ve ark., 1967). Bu nedenle ileri rezorpsiyon dönemindeki süt dişlerinde hassasiyet testlerinden alınan negatif yanıt, her zaman pulpa nekrozu ile eşdeğer kabul edilemez; yaş, rezorpsiyon düzeyi ve klinik-radyografik bulgular mutlaka birlikte

değerlendirilmelidir. Mevcut çalışmalar, süt dişlerinde EPT'nin termal testlere göre vital pulpayı doğrulamada nispeten daha özgül olduğunu, ancak genel olarak tüm testlerin duyarlılığının olgun daimi dişlere kıyasla daha düşük olabildiğini göstermektedir (Hori ve ark., 2011; Nagarathna ve ark., 2015; Peterson ve ark., 1999).

Özetle, pulpa hassasiyet testleri aynı prensiplerle uygulanmakla birlikte, süt dişlerinde fizyolojik rezorpsiyon, genç daimi dişlerde tamamlanmamış kök gelişimi ve erişkin dişlerde yaşa bağlı pulpal değişiklikler nedeniyle çocuk ve yetişkin hastalarda tanısal performansları farklılık göstermektedir. Bu nedenle çocuk endodontisinde negatif veya zayıf test yanıtları, tek başına pulpa nekrozu lehine yorumlanmamalı; kullanılan test tipi, dişin gelişim durumu ve kök morfolojisi dikkate alınarak, klinik ve radyografik bulgularla birlikte değerlendirilmelidir.

SONUÇ

Çocuk ve yetişkinlerde endodontik enfeksiyonların gelişiminde görülen farklılıklar, yalnızca mikrobiyal çeşitlilikle sınırlı olmayıp, konak dokularının biyolojik özellikleri ve mikrobiyal toplulukların ekolojik davranışlarıyla birlikte şekillenmektedir. Yaşa bağlı bu değişkenlik, enfeksiyonun ilerleyiş biçimini ve tedaviye yanıtı doğrudan etkileyen bir faktördür.

Mevcut veriler, çocuklarda enfeksiyon paternlerinin daha erken ve farklı klinik özelliklerle seyrettiğini, yetişkinlerde ise mikrobiyal toplulukların daha karmaşık ve dirençli yapılara sahip olduğunu göstermektedir. Ancak bu farklılıkların biyofilm organizasyonu, mikrobiyal etkileşimler ve konak yanıtı düzeyinde nasıl şekillendiğine ilişkin daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Bu nedenle, yaşa özgü endodontik enfeksiyon biyolojisinin daha ayrıntılı biçimde ortaya konmasına yönelik ileri araştırmalar, hem klinik başarıyı artıracak hem de tedavi protokollerinin biyolojik temelli olarak geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

REFERANSLAR

Aas, J. A., Griffen, A. L., Dardis, S. R., Lee, A. M., Olsen, I., Dewhirst, F. E., ve diğerleri. (2008). Bacteria of dental caries in primary and permanent teeth in children and young adults. *Journal of Clinical Microbiology*, 46(4), 1407–1417.

Agematsu, H., Abe, S., Shiozaki, K., Usami, A., Ogata, S., Suzuki, K., ve diğerleri. (2005). Relationship between large tubules and dentin caries in human deciduous tooth. *The Bulletin of Tokyo Dental College,* 46(1–2), 7–15.

Alexander, S. A. (1981). Collagenolytic activity from human deciduous pulps. *Journal of Endodontics*, 7(9), 418–420.

Bender, I. (2000). Pulpal pain diagnosis—a review. *Journal of Endodontics,* 26(3), 175–179.

Brandt, K., Kortegaard, U., ve Poulsen, S. (1988). Longitudinal study of electrometric sensitivity of young permanent incisors. *European Journal of Oral Sciences*, 96(4), 334–338.

Bronzato, J. D., Bomfim, R. A., Hayasida, G. Z., Curi, M., Estrela, C., Paster, B. J., ve Gomes, B. P. (2021). Analysis of microorganisms in periapical lesions: A systematic review and meta-analysis. *Archives of Oral Biology*, 124, 105055.

Caneppele, T. M. F., de Souza, L. G., Spinola, M. S., de Oliveira, F. E., de Oliveira, L. D., Carvalho, C. A. T., ve Bresciani, E. (2021). Bacterial levels and amount of endotoxins in carious dentin within reversible pulpitis scenarios. *Clinical Oral Investigations*, 25(5), 3033–3042.

Carrotte, P. (2005). Endodontic treatment for children. *British Dental Journal, 198*(1), 9-15.

Chandwani, M., ve Chandak, S. (2017). Assessment of facultative anaerobes from the root canals of deciduous molars: An in vivo study. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects,* 11(2), 96–100.

Chen, E., ve Abbott, P. V. (2009). Dental pulp testing: A review. *International Journal of Dentistry,* 2009(1), 365785.

Daloğlu, M., ve Güzel, K. G. U. (2017). Root canal treatment for deciduous teeth: a review. *Meandros Medical and Dental Journal, 18*(2), 80-85.

Dard, M., Kerebel, L., ve Kerebel, B. (1989). A transmission electron microscope study of fibroblast changes in human deciduous tooth pulp. *Archives of Oral Biology,* 34(4), 223–228.

Delikan, E., Caliskan, S., Cankilic, M. Y., Aksu, S., Kesim, B., ve Ulger, S. T. (2021). Microbiota of endodontically infected primary and permanent teeth. *Pediatric Dentistry,* 43(2).

Donlan, R. M., ve Costerton, J. W. (2002). Biofilms: survival mechanisms of clinically relevant microorganisms. *Clinical Microbiology Reviews, 15*(2), 167-193.

Fried, K., ve Hildebrand, C. (1981). Developmental growth and degeneration of pulpal axons in feline primary incisors. *Journal of Comparative Neurology,* 203(1), 37–51.

Fox, A., ve Heeley, J. (1980). Histological study of pulps of human primary teeth. *Archives of Oral Biology,* 25(2), 103–110.

Fuks, A. B. (2000). Pulp therapy for the primary and young permanent dentitions. *Dental Clinics of North America, 44*(3), 571-596.

Fulling, H. J., ve Andreasen, J. (1976). Influence of maturation status and tooth type of permanent teeth upon electrometric and thermal pulp testing. *European Journal of Oral Sciences,* 84(5), 286–290.

Fuss, Z., Trowbridge, H., Bender, I., Rickoff, B., ve Sorin, S. (1986). Assessment of reliability of electrical and thermal pulp testing agents. *Journal of Endodontics,* 12(7), 301–305.

Handelsman, J. (2004). Metagenomics: application of genomics to uncultured microorganisms. *Microbiology and Molecular Biology Reviews, 68*(4), 669-685.

Hegde, A. M., ve Pallavi, K. (2013). Prevalence of selected microorganisms in the pulp space of human deciduous teeth with irreversible pulpitis. *Endodontology,* 25(1), 107–111.

Hernádi, K., Szalmás, A., Mogyorósi, R., Czompa, L., Veress, G., Csoma, E., ve diğerleri. (2010). Prevalence and activity of Epstein–Barr virus and human cytomegalovirus in apical periodontitis lesions. *Journal of Endodontics,* 36(9), 1485–1489.

Hirayama, A., Yamada, M., ve Miake, K. (1985). Analytical electron-microscopic studies on the dentinal tubules of human deciduous teeth. *Journal of Dental Research.*

Hori, A., Poureslami, H. R., Parirokh, M., Mirzazadeh, A., ve Abbott, P. (2011). The ability of pulp sensibility tests to evaluate the pulp status in primary teeth. *International Journal of Paediatric Dentistry,* 21(6), 441–445.

Hsiao, W. W., Li, K. L., Liu, Z., Jones, C., Fraser-Liggett, C. M., ve Fouad, A. F. (2012). Microbial transformation from normal oral microbiota to acute endodontic infections. *BMC Genomics*, 13, 345.

Hugenholtz, P. (2002). Exploring prokaryotic diversity in the genomic era. *Genome Biology, 3*(2).

Jafarzadeh, H., ve Abbott, P. (2010). Review of pulp sensibility tests. Part I: General information and thermal tests. *International Endodontic Journal,* 43(9), 738–762.

Johnsen, D. (1985). Innervation of teeth: Qualitative, quantitative, and developmental assessment. *Journal of Dental Research,* 64(4), 555–563.

Kakehashi, S., Stanley, H., ve Fitzgerald, R. (1965). The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, 20*(3), 340-349.

Koutsi, V., Noonan, R., Horner, J., Simpson, M., Matthews, W., ve Pashley, D. (1994). The effect of dentin depth on the permeability and ultrastructure of primary molars. *Pediatric Dentistry*, 16, 29–35.

Kumar, P. S., Griffen, A. L., Moeschberger, M. L., ve Leys, E. J. (2005). Identification of candidate periodontal pathogens and beneficial species by quantitative 16S clonal analysis. *Journal of Clinical Microbiology, 43*(8), 3944-3955.

Kutllovci, T., Iljovska, S., Begzati, A., Jankulovska, M., Popovska, M., Rexhepi, A., ve Latifi-Xhemajli, B. (2015). Bacteriological identification of selected pathogens in infected primary and young permanent teeth. *Open Journal of Medical Microbiology,* 5(2), 59–68.

Möller, Å. J., Fabricius, L., Dahlen, G., Öhman, A. E., ve Heyden, G. (1981). Influence on periapical tissues of indigenous oral bacteria and necrotic pulp tissue in monkeys. *European Journal of Oral Sciences, 89*(6), 475-484.

Nagarathna, C., Shakuntala, B., ve Jaiganesh, I. (2015). Efficiency and reliability of thermal and electrical tests to evaluate pulp status in primary teeth. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry,* 39(5), 447–451.

Narayanan, L. L., ve Vaishnavi, C. (2010). Endodontic microbiology. *Journal of Conservative Dentistry*, 13(4), 233–239.

Özok, A., Persoon, I., Huse, S., Keijser, B., Wesselink, P., Crielaard, W., ve Zaura, E. (2012). Ecology of the microbiome of the infected root canal system: a comparison between apical and coronal root segments. *International Endodontic Journal, 45*(6), 530-541.

Paster, B. J., Boches, S. K., Galvin, J. L., Ericson, R. E., Lau, C. N., Levanos, V. A., ve Dewhirst, F. E. (2001). Bacterial diversity in human subgingival plaque. *Journal of Bacteriology, 183*(12), 3770-3783.

Peterson, K., Söderström, C., Kiani-Anaraki, M., ve Levy, G. (1999). Evaluation of the ability of thermal and electrical tests to register pulp vitality. *Dental Traumatology,* 15(3), 127–131.

Rana, V., Baba, S. M., ve Pandey, A. (2009). Bacteriology of infected deciduous root canal: A review. *Peoples Journal of Scientific Research,* 2, 45–48.

Rapp, R., Avery, J. K., ve Strachan, D. S. (1967). The distribution of nerves in human primary teeth. *The Anatomical Record,* 159(1), 89–103.

Reader, A., ve Foreman, D. W. (1981). An ultrastructural quantitative investigation of human intradental innervation. *Journal of Endodontics,* 7(11), 493–499.

Relman, D. A. (2002). New technologies, human-microbe interactions, and the search for previously unrecognized pathogens. *The Journal of Infectious Diseases, 186*(Suppl._2), 254-258.

Rock, W. (2002). UK National Clinical Guidelines in Paediatric Dentistry. Extraction of primary teeth--balance and compensation. *International Journal of Paediatric Dentistry, 12*(2), 151-153.

Rôças, I. N., Siqueira Jr, J. F., Aboim, M. C., ve Rosado, A. S. (2004). Denaturing gradient gel electrophoresis analysis of bacterial communities associated with failed endodontic treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 98(6), 741–749.

Shin, J. M., Luo, T., Lee, K. H., Guerreiro, D., Botero, T. M., McDonald, N. J., ve Rickard, A. H. (2018). Deciphering endodontic microbial communities by next-generation sequencing. *Journal of Endodontics, 44*(7), 1080-1087.

Silva, L. A. B., Nelson-Filho, P., Faria, G., Souza-Gugelmin, M. C., ve Ito, I. Y. (2006). Bacterial profile in primary teeth with necrotic pulp and periapical lesions. *Brazilian Dental Journal,* 17, 144–148.

Siqueira Jr, J., ve Rôças, I. (2005). Exploiting molecular methods to explore endodontic infections: part 2—redefining the endodontic microbiota. *Journal of Endodontics, 31*(7), 488-498.

Siqueira Jr, J., ve Rôças, I. N. (2009). Diversity of endodontic microbiota revisited. *Journal of Dental Research, 88*(11), 969-981.

Siqueira Jr, J. F. (2002). Endodontic infections: concepts, paradigms, and perspectives. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology, 94*(3), 281-293.

Siqueira Jr, J. F., ve Rôças, I. N. (2009a). Community as the unit of pathogenicity: an emerging concept as to the microbial pathogenesis of apical periodontitis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology, 107*(6), 870-878.

Siqueira Jr, J. F., ve Rôças, I. N. (2009b). The microbiota of acute apical abscesses. *Journal of Dental Research, 88*(1), 61-65.

Siqueira Jr, J. F., ve Rôças, I. N. (2019). Microbiology of apical periodontitis. İçinde *Essential Endodontology: Prevention and Treatment of Apical Periodontitis*, 91-142.

Siqueira Jr, J. F., ve Rôças, I. N. (2022). Present status and future directions: Microbiology of endodontic infections. *International Endodontic Journal, 55*, 512-530.

Stuart, C. H., Schwartz, S. A., Beeson, T. J., ve Owatz, C. B. (2006). Enterococcus faecalis: Its role in root canal treatment failure. *Journal of Endodontics,* 32(2), 93–98.

Sundqvist, G. (1976). Bacteriological studies of necrotic dental pulps. *Umeå University,*

Sun, C., Xie, Y., Hu, X., Fu, J., Zhou, J., ve Wu, L. (2020). Relationship between clinical symptoms and the microbiota in advanced caries. *Journal of Endodontics,* 46(6), 763–770.

Tatikonda, A., Sudheep, N., Biswas, K. P., Gowtham, K., Pujari, S., ve Singh, P. (2017). Evaluation of Bacteriological Profile in the Apical Root Segment of the Patients with Primary Apical Periodontitis. *The Journal of Contemporary Dental Practice, 18*(1), 44-48.

Tronstad, L. (2009). Extraradicular endodontic infections. *Endodontic Microbiology*, 108-129.

Tronstad, L., Barnett, F., Riso, K., ve Slots, J. (1987). Extraradicular endodontic infections. *Dental Traumatology, 3*(2), 86-90.

Valderhaug, J. (1974). Periapical inflammation in primary teeth and its effect on the permanent successors. *International Journal of Oral Surgery,* 3(4), 171–182.

Waltimo, T., Siren, E., Torkko, H., Olsen, I., ve Haapasalo, M. (1997). Fungi in therapy-resistant apical periodontitis. *International Endodontic Journal,* 30(2), 96–101.

Wayman, B. E., Murata, S. M., Almeida, R. J., ve Fowler, C. B. (1992). A bacteriological and histological evaluation of 58 periapical lesions. *Journal of Endodontics,* 18(4), 152–160.

Yang, Q.-B., Fan, L.-N., ve Shi, Q. (2010). PCR-DGGE, cloning, and sequence analysis of bacteria associated with acute periapical abscesses in children. *Journal of Endodontics*, 36(2), 218–223.

Zahran, S., Witherden, E., Mannocci, F., ve Koller, G. (2021). Characterization of root canal microbiota in teeth diagnosed with irreversible pulpitis. *Journal of Endodontics,* 47(3), 415–423.

Zhang, C., Yang, Z., ve Hou, B. (2021). Diverse bacterial profile in extraradicular biofilms and periradicular lesions. *International Endodontic Journal*, 54(9), 1425–1433.

Zheng, J., Wu, Z., Niu, K., Xie, Y., Hu, X., Fu, J., ve diğerleri. (2019). Microbiome of deep dentinal caries from reversible to irreversible pulpitis. *Journal of Endodontics,* 45(3), 302–311.

Zhou, S., He, T. C., Zhang, Y., ve Zhang, H. (2023). Comparison of pathogenic microorganisms in oral diseases of children and adults. *Pediatric Discovery,* 1(3), e35.

Hemşirelik Öğrencilerinin Eğitiminde Mobil Uygulama Kullanımı

Emine ŞİŞKO[1]
Burcu NAL[2]
İbrahim TOPUZ[3]

1- Arş. Gör.; Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü. emine.sisko@ksbu.edu.tr ORCID No: 0000-0003-1227-5346
2- Dr. Öğr. Üyesi; Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü. burcu.nal@ksbu.edu.tr ORCID No0000-0002-9469-8651
3- Dr. Öğr. Üyesi; Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü. ibrahimtopuz_38gs@hotmail.com ORCID No: 0000-0003-0540-2095

ÖZET

Mobil öğrenme, öğrencilerin zaman ve mekan kısıtlaması olmaksızın bilgiye erişmelerini sağlayan öz-yönelimli bir öğrenme yöntemidir. Mobil öğrenmenin bilgiye erişimi kolaylaştırması, öğrenme sürecini bireyselleştirmesi ve özellikle klinik uygulamalarda öğrencilerin kaygısını azaltarak tekrar yapabilmesine olanak tanıması nedeniyle son yıllarda hemşirelik eğitiminde önemli bir öğrenme yaklaşımı olarak benimsendiği görülmektedir. Bu bölümde, hemşirelik öğrencilerinin mobil öğrenme uygulamalarına ilişkin görüşleri incelenmiş ve Türkiye'de hemşirelik öğrencilerinin eğitimine yönelik geliştirilen mobil uygulamalara, bu uygulamaların kullanıldığı alanlara ve etkilerine yer verilmiştir. İncelenen çalışmalar, mobil uygulamaların öğrenci bilgi düzeyini artırmada, psikomotor becerileri geliştirmede, yetkinlik ve öz yeterliği güçlendirmede etkili olduğunu göstermektedir. Halk sağlığı hemşireliği, iç hastalıkları hemşireliği, hemşirelik esasları ve hemşirelikte yönetim gibi farklı alanlarda yürütülen tez çalışmalarında mobil öğrenme; ev ziyareti eğitimi, kardiyopulmoner resüsitasyon öğretimi, basınç yaralanması değerlendirmesi, klinik oryantasyon, üriner kateterizasyon uygulamaları ve kan basıncı ölçüm becerileri gibi çeşitli içeriklerle kullanılmıştır. Bulgular genel olarak mobil öğrenmenin geleneksel öğretim yöntemlerine kıyasla etkili bir tamamlayıcı araç olduğunu, ancak içerik güncellemeleri, teknik altyapı sorunları ve uygulamaların sürdürülebilirliği gibi sınırlılıkların devam ettiğini göstermektedir. Sonuç olarak, mobil öğrenme hemşirelik eğitimini desteklemede etkili ve yenilikçi bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Gelecekte farklı anabilim dallarında öğrenci ihtiyaçlarına yönelik yeni mobil uygulamaların geliştirilmesi, teknolojik altyapının güçlendirilmesi, mobil uygulama kullanımının uzun dönem etkilerini inceleyen geniş kapsamlı çalışmalar yapılması, öğrenci merkezli tasarım yaklaşımının benimsenmesi, mobil öğrenmenin öğretim programlarına entegre edilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler – Bilişim, Eğitim, Hemşirelik, Mobil Uygulamalar, Öğrenci.

GİRİŞ

Hemşirelik öğrencileri, hemşirelik eğitimleri sırasında yeterli teorik bilgi ve klinik becerilere hakim olmalıdır. Öğrenciler bu bilgi ve deneyimle hastalara uygun şekilde bakım verebilmekte ve aynı zamanda hasta güvenliği ve memnuniyetini sağlayabilmektedir. Hemşirelik derslerinin hızla gelişmesiyle birlikte, videolar ve web sayfaları gibi öğrenme materyalleri daha da çeşitlenmiş ve ders kitaplarındaki kelimelerin ve görsellerin yerini almıştır. Son zamanlarda, hemşirelik öğrencileri kişiselleştirilmiş öğrenmeye büyük ilgi göstermektedir; bu da artık geleneksel sınıf içi öğrenmeyle yetinmedikleri, bunun yerine zaman ve mekan kısıtlaması olmaksızın kendi hızlarında çalıştıkları anlamına gelmektedir. Bu durum geleneksel öğretim ve öğrenme

yöntemlerinin modern hemşirelik eğitimiyle uyumlu olmadığını göstermektedir. Bu nedenle, hemşirelik öğrencilerinin bilgi, beceri ve hasta bakımını geliştirmek için yeni eğitim yöntemleri belirlenmeli ve uygulanmalıdır (Chen ve ark., 2021).

Akıllı telefonların yaygınlaşması, hemşirelik öğrencilerinin bu cihazlardaki eğitim içerikleriyle etkileşim kurmasına olanak tanımıştır. Akıllı telefonlar için tasarlanan uygulamalar, öğrencilerin öğrenme materyallerini gittikleri her yere yanlarında taşıyabilmeleri sayesinde öğrenmeyi daha erişilebilir ve kolay hale getirmiştir (Ryan ve ark., 2024). Mobil öğrenme, öğrencilerin zaman ve mekan kısıtlaması olmaksızın ilgili bilgilere tekrar tekrar erişmelerini sağlayan öz-yönelimli bir öğrenme yöntemidir (Chen ve ark., 2021; Kim ve ark, 2017). Hemşirelik öğrencileri, bir laboratuvarda veya hastanede hemşirelik prosedürlerini öğrenirken ve uygularken baskı hissedebilirler. Ancak akıllı telefon tabanlı eğitim, yargılayıcı olmayan bir öğrenme ortamı sağlayarak öğrencilerin hata yapma endişesi yaşamadan defalarca pratik yapmalarına olanak tanımaktadır (Kim ve ark, 2017). Kim ve Park'ın (2019) yürüttüğü sistematik inceleme ve meta-analiz çalışmasında, akıllı telefon tabanlı mobil öğrenmenin hemşirelik öğrencilerinin bilgi, beceri, performansa olan güven ve öğrenme tutumları üzerinde anlamlı derecede olumlu etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Mobil öğrenmenin bazı avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Yer ve zamandan bağımsız öğrenme, eğitimde fırsat eşitliği, öğrenimin bireyselleştirilmesi, kesintisiz öğrenme, anlık veri toplama, değerlendirme ve geri bildirim verebilme, işbirliğine dayalı öğrenmeye izin verme gibi durumlar mobil öğrenmenin avantajları arasındadır. Bununla birlikte mobil cihazların batarya ömrü, ekran boyutlarının değişkenliği, kısıtlı depolama kapasiteleri, farklı işletim sistemleri, bağımlılık gibi durumlar da mobil öğrenmenin dezavantajları olarak ifade edilmektedir (Konateke, 2025).

Günümüzde hemşirelik öğrencilerinin eğitiminde kullanılmak üzere farklı alanlarda mobil uygulama geliştirme çalışmaları literatürde yerini almıştır. Eğitimde mobil uygulama kullanımının etkin ve verimli olabilmesi için ise öğrencilerin uygulama kullanımına istekli olması oldukça önemlidir. Bu noktada öğrencilerin mobil uygulama kullanımına yönelik görüşleri ve bu görüşleri etkileyen faktörler de dikkate alınmalıdır. Bu kitap bölümünde, hemşirelik öğrencilerinin mobil öğrenmeye yönelik görüşleri incelenecek, Türkiye'de hemşirelik öğrencilerinin eğitimine yönelik geliştirilen mobil uygulamalara, bu uygulamaların kullanıldığı alanlara ve etkilerine yer verilecektir.

HEMŞİRELİK ÖĞRENCİLERİNİN MOBİL ÖĞRENMEYE YÖNELİK GÖRÜŞLERİ

Hemşirelik öğrencilerinin mobil öğrenmeye yönelik görüşlerini ve bu görüşlerin nelerden etkilendiğini içeren çeşitli çalışmalar yürütülmüştür. Yiğit'in (2021) 171 hemşirelik öğrencisi ile yürüttüğü yarı deneysel çalışmada, öğrencilerin neredeyse tamamının internet aracılığıyla destekleyici eğitim bilgilerine erişmede mobil cihazları kullanışlı bulduğu, mobil uygulamalar ile hastane uygulamaları desteklenen öğrencilerin mobil öğrenmeye yönelik olumlu tutum geliştirdikleri tespit edilmiştir.

İsmailoğlu ve ark.'nın (2021) 225 hemşirelik öğrencisi ile yürüttüğü tanımlayıcı ve kesitsel tipteki çalışmada, öğrencilerin çoğunun akıllı telefonu eğitim amaçlı kullandığı, yarısının eğitimde akıllı telefon kullanımının gerekli olduğunu düşündüğü, mobil öğrenmeye yönelik genel tutumlarının (öğrenmeye etki, motivasyon ve kullanışlılık alt boyutlarında orta düzeyde, memnuniyet alt boyutunda orta düzeyin üzerinde) orta düzeyde olduğu, 1. sınıf öğrencilerinin 2. sınıflara göre ve akıllı telefonların eğitimde kullanılması gerektiğini düşünenlerin diğerlerine göre tutumunun daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Çobanoğlu'nun (2024) 244 hemşirelik öğrencisi ile yürüttüğü tanımlayıcı ve kesitsel tipteki çalışmada, öğrencilerin mobil öğrenmeye karşı tutumlarının olumlu olduğu, mobil öğrenmeye istekli oldukları, neredeyse tamamının mobil cihazları hemşirelik eğitiminde kullandığı tespit edilmiştir.

Chen ve ark. (2021) tarafından yürütülen bir literatür incelemesinde hemşirelik öğrencilerinin çoğunun mobil öğrenmeye karşı olumlu tutumlara sahip olduğu fakat gerçek kullanım oranının düşük olduğu görülmüştür. Çalışmada öğrencilerin mobil öğrenmeye yönelik tutumlarını etkileyen çeşitli avantajlı (kullanışlılık, rahatlık, kullanım kolaylığı vb.) ve dezavantajlı faktörler (donanım sorunları, içerik güncellemeleri, yazılım ve bağlantı sorunları ve ekonomik sorunlar) olduğu ifade edilmiştir.

HEMŞİRELİK ÖĞRENCİLERİNİN EĞİTİMİNE YÖNELİK YÜRÜTÜLEN MOBİL UYGULAMA ÇALIŞMALARI

Hemşirelik öğrencilerinin eğitimine yönelik farklı anabilim dalları tarafından çeşitli mobil uygulama çalışmaları yürütülmüştür. Literatür incelendiğinde ülkemizde bu uygulamaların lisansüstü tez çalışmaları kapsamında geliştirildiği görülmüş olup ilgili çalışmalara Tablo 1'de yer verilmiştir.

Tablo 1: Hemşirelik Öğrencilerinin Eğitimine Yönelik Geliştirilen Mobil Uygulama Çalışmaları

Yazar, Yılı, Tezin Türü ve Programın Adı	**Çalışmanın Amacı**	**Örneklem Sayısı**	**Sonuç**
Yıldızdal, 2018 (Yüksek Lisans Tezi) Halk Sağlığı Hemşireliği	Mobil uygulamaya dayalı ev ziyareti eğitiminin öğrencilerin bilgi, yetkinlik, memnuniyet ve öz güvenine etkisini değerlendirmek	n=55 27 deney grubu 28 kontrol grubu	Eğitim, öğrencilerin ev ziyareti konusunda bilgi ve yetkinliklerini artırmada etkili bulunmuştur.
Erikli, 2018 (Yüksek Lisans Tezi) İç Hastalıkları Hemşireliği	Hemşirelik öğrencilerinde mobil öğrenmenin kardiyopulmoner resüsitasyon bilgi gelişimine etkisi değerlendirmek	n=60 30 kontrol grubu 30 uygulama grubu	Uygulama grubu öğrencilerinin ön test, son test ve tekrar test aşamalarında almış oldukları puanlar arasındaki farkın istatiksel açıdan anlamlı olduğu, iki grubun puan ortalamaları karşılaştırıldığında ise gruplar arasındaki farkın istatiksel açıdan anlamlı olmadığı tespit edilmiştir.
Aydoğan, 2022 (Doktora Tezi) Hemşirelik	Kendi kendine öğrenme ve küçük grup öğretimi yöntemleriyle verilen basınç yaralanması değerlendirme eğitiminin hemşirelik öğrencilerinin bilgi ve beceri düzeylerine etkisini değerlendirmek	n=93 31 kontrol grubu 31 küçük grup öğretimi grubu 31 kendi kendine öğrenme grubu-mobil uygulama ve kendi kendine laboratuvar uygulaması	Kendi kendine öğrenme ve küçük grup öğretimi gruplarının son test beceri puan ortalamalarının kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Yorgancılar, 2024 (Doktora Tezi) Hemşirelikte Yönetim	Öğrenci hemşirelere klinik uygulama sürecinde yol gösterecek bir mobil uygulama geliştirmek ve bu uygulamanın, öğrenci hemşirelerin hasta güvenliği tutumu ve anksiyete düzeyleri üzerine etkisini incelenmek	n=84 42 deney grubu 42 kontrol grubu	Mobil uygulama kullanan katılımcıların, hasta güvenliği tutumu toplam puanında artış olduğu tespit edilmiştir.
Konateke, 2025 (Doktora Tezi) Hemşirelik Esasları	Ters yüz öğrenme ve mobil öğrenme yöntemlerinin hemşirelik öğrencilerinin üriner kateterizasyon uygulama bilgi, beceri ve öz yeterlik düzeyine etkisini değerlendirmek	n=92 30 ters-yüz grubu 32 mobil uygulama grubu 30 kontrol grubu	Ters-yüz ve mobil öğrenme yöntemlerinin hemşirelik öğrencilerinin gelişimlerini olumlu yönde etkilediği ve öz yeterliliklerini arttırdığı belirlenmiştir.
Yılmaz, 2025 (Yüksek Lisans Tezi) Hemşirelik	Hemşirelik öğrencilerinin kan basıncı ölçüm becerilerine ilişkin bilgi düzeylerinin değerlendirilmesinde dijital oyunun etkisini belirlemek	n=96 31 kontrol grubu I 32 kontrol II 33 dijital oyun grubu	Geliştirilen dijital oyun tekniğinin öğrencilerin arteriyel kan basıncı uygulamasına yönelik bilgi düzeyini artırmada geleneksel yönteme göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Bu doğrultuda mobil uygulamaların halk sağlığı hemşireliği, iç hastalıkları hemşireliği, hemşirelikte yönetim ve hemşirelik esasları gibi farklı anabilim dallarında ve hem yüksek lisans hem de doktora tez çalışması kapsamında geliştirildiği görülmektedir. Hemşirelik alanında geliştirilen mobil uygulamaların sayıca çokluğu göz önünde bulundurulduğunda hemşirelik öğrencilerinin eğitimine yönelik mobil uygulama sayısının az

olduğu ifade edilebilir. Mobil uygulamaların kullanım alanları ve etkilerine yönelik bilgiler aşağıda özetlenmiştir.

-*Mobil uygulamaya dayalı ev ziyareti eğitimi*: Çalışmada MUDE olarak kısaltılan mobil uygulamaya dayalı eğitim, araştırmacı tarafından edpuzzle uygulaması ile yapılmıştır. Eğitim 2 ev ziyareti videosu ile video arası sorulardan oluşmuştur. Çalışmada girişim grubunun son testi ev ziyareti videosunun sonunda aynı gün, izlem testi ise öğrenciler 2 hafta ev ziyaretine çıktıktan sonra yapılmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda MUDE'nin öğrencilerin ev ziyaretine yönelik bilgi ve yetkinlik puanlarını artırdığı görülmüştür (Yıldızdal, 2018).

-*Kardiyopulmoner resüsitasyon eğitiminde mobil uygulama:* Çalışmada 2015 AHA-ERC KPR kılavuzu rehberliğinde hazırlanan mobil öğrenme uygulaması, kardiyopulmoner resüsitasyona ilişkin genel bilgiler, temel ve ileri yaşam desteğine yönelik konular ve uygulamaları içermiştir. Kura yöntemi ile uygulama ve kontrol grubuna ayrılan öğrencilerden uygulama grubuna mobil öğrenme yöntemi kullanılırken kontrol grubuna anlatım yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada son test mobil öğrenme uygulamasından 1 hafta sonra, tekrar testi ise 1 ay sonra yapılmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda her iki grupta da eğitim sonrası bilgi düzeyi puanının eğitim öncesine göre daha yüksek olduğu, gruplar arasındaki puan farklılıklarının ise istatiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir (Erikli, 2018).

-*Basınç yaralanması değerlendirmesinde mobil uygulama:* Çalışmada Basınç Yaralanmalarının Değerlendirilmesi mobil uygulaması kullanılmıştır. Uygulama; bildirimler, eğitimler, testler, kendini test et, çıkış, hakkında ve iletişim bölümlerinden oluşmuştur. Eğitimlerde gerçek yara görüntüleriyle desteklenen videolar, animasyonlar, vaka örnekleri, PDF eğitim içerikleri ve ek okumalar için dış bağlantılar yer almıştır. İletişim bölümünde kullanıcılar yöneticiye mesajlarını iletebilmiş, uzmana sor bölümünde ise mobil uygulamayı kullandıkları sırada uzmana soru sorabilmiştir. Bildirimlerle kullanıcıların mobil uygulama ile etkileşiminin devam etmesi sağlanmıştır. Öğrenciler kontrol, küçük grup öğretimi (teorik eğitim, uygulamalı eğitim) ve kendi kendine öğrenme (mobil uygulama, kendi kendine laboratuvar uygulaması) gruplarına rastgele atanmıştır. Kendi kendine öğrenme grubundaki öğrencilere mobil uygulama üzerinden eğitimler iki hafta süre ile tanımlanmış, eğitimin ardından öğrenciler randevu alıp en az 1 defa kendi kendine laboratuvar uygulaması yapmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda kendi kendine öğrenme ile verilen eğitimin, öğrencilerin bilgi ve beceri puan ortalamalarını istatistiksel olarak anlamlı düzeyde arttırdığı, kendi kendine öğrenme ve küçük grup öğretimi gruplarının son test beceri puan ortalamalarının kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir (Aydoğan, 2022).

-*Oryantasyon eğitimi mobil destek uygulaması*: Çalışmada Ulusal Hasta Güvenliği Hedefleri doğrultusunda oluşturulan mobil uygulama (Hastam Güvende) 9 ana modülden oluşmuştur. Uygulama kullanımı yönetici panelinden takip edilmiş, hatırlatıcı mesajlar, geri bildirim sağlanmıştır. Deney grubundaki öğrencilerle mobil uygulamanın kullanımı ve destek ihtiyacı duydukları konularla ilgili mesaj ve telefon yoluyla iletişim kurulmuştur. Klinik uygulama eğitiminin başlangıcı ile 1. ve 3. ay sonunda uygulamanın öğrencilerin anksiyete düzeyleri ve hasta güvenliği tutumları üzerine etkisi incelenmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda mobil uygulama kullanan katılımcıların, hasta güvenliği tutumu toplam puanında artış olduğu tespit edilmiştir (Yorgancılar, 2024).

-*Üriner kateterizasyon uygulamada mobil uygulama*: Çalışmada Hemşirelik Okulum mobil uygulaması kullanılmıştır. Uygulama; teorik içerik, beceri videoları, Quiz soruları ve broşürleri içerecek şekilde oluşturulmuştur. Araştırma ters-yüz grubunda 30, mobil uygulama grubunda 32 ve kontrol grubunda 30 öğrenci ile tamamlanmıştır. Araştırmada deney gruplarındaki öğrencilere iki hafta süresince ters-yüz öğretim ve mobil öğrenme yöntemleri ile öğretim yapılırken kontrol grubundaki öğrenciler rutin teorik eğitim ve uygulama sürecine devam etmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda öğrencilerin üriner sistem uygulamalarına yönelik bilgi düzeyinin arttırılmasında, psikomotor beceri gelişimlerinde ve öz yeterliliklerini geliştirmede her iki öğretim yönteminin de etkili olduğu tespit edilmiştir (Konateke, 2025).

-*Kan basıncı bilgi düzeylerinin değerlendirilmesinde dijital oyun*: Çalışmada 1. sınıf öğrencilerinin arteriyel kan basıncı ölçme uygulamasına yönelik iki boyutlu animasyon kullanımını içeren TABBO (Tansiyon Bilgi Beceri Oyunu) bilgisayar oyunu geliştirilmiştir. Öğrenciler oyunu telefonlarına indirmiştir. Deney grubundaki öğrenciler teorik eğitimin ardından dijital oyun ile iki hafta boyunca kan basıncı uygulamasına yönelik çalışma yaparken, kontrol grubundaki öğrenciler ise konuyla ilgili sadece teorik eğitim almıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda geliştirilen dijital oyun tekniğinin öğrencilerin arteriyel kan basıncı uygulamasına yönelik bilgi düzeyini artırmada geleneksel yönteme göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir (Yılmaz, 2025).

SONUÇ

Hemşirelik öğrencilerinin değişen eğitim ihtiyaçları doğrultusunda mobil öğrenme yöntemleri, teorik bilgi ve klinik becerilerin desteklenmesinde önemli bir tamamlayıcı araç haline gelmiştir. Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde, Türkiye'de hemşirelik öğrencilerinin eğitimine yönelik geliştirilen mobil uygulamaların çeşitli anabilim dallarında kullanıldığı, bilginin pekiştirilmesi, psikomotor becerilerin güçlendirilmesi, öz yeterlik ve güvenin artırılması gibi pek çok alanda olumlu etkiler yarattığı görülmektedir. Mobil uygulamalar aracılığıyla sunulan esnek, erişilebilir ve öğrenci merkezli öğrenme ortamları; öğrencilerin bağımsız öğrenme becerilerini desteklemekte, tekrarlanabilir ve yargılayıcı olmayan bir öğrenme süreci sunarak uygulama kaygısını azaltmaktadır.

Bununla birlikte, donanım ve yazılım sorunları, içerik güncellemeleri, uygulamaların sürdürülebilirliği ve yaygınlaştırılması gibi faktörler mobil öğrenmenin etkin kullanımını sınırlayan unsurlar arasında yer almaktadır. Ek olarak mevcut mobil uygulama çalışmalarının sayıca azlığı, özellikle hemşirelik eğitiminin farklı alanlarında kapsamlı ve uzun dönem etkileri değerlendiren çalışmaların eksikliği dikkat çekmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde mobil öğrenme, hemşirelik eğitiminin niteliğini artırmada güçlü bir potansiyel taşımakta; ancak bu potansiyelin etkili şekilde kullanılması için teknolojik altyapı, eğitim içeriklerinin niteliği ve öğrenci geri bildirimlerinin dikkate alınması önem arz etmektedir.

Bu doğrultuda farklı anabilim dallarında öğrenci ihtiyaçlarına yönelik yeni mobil uygulamaların geliştirilmesi, uygulama içeriklerinin bilimsel kanıtlara göre düzenli güncellenmesi, teknolojik altyapının güçlendirilmesi, mobil uygulama kullanımının uzun dönem etkilerini inceleyen çalışmalar yapılması, öğrenci merkezli tasarım yaklaşımının benimsenmesi, mobil öğrenmenin öğretim programlarına entegre edilmesi, hemşirelik eğitiminde görev alan akademisyenlere yönelik dijital eğitim materyali geliştirme ve mobil öğrenme yöntemleri konularında hizmet içi eğitimler düzenlenmesi ve mobil öğrenmenin klinik eğitimle entegrasyonu önerilebilir.

REFERANSLAR

Aydoğan, S. (2022). Kendi Kendine Öğrenme Ve Küçük Grup Öğretimi Yöntemleriyle Verilen Basınç Yaralanması Değerlendirme Eğitiminin Hemşirelik Öğrencilerinin Bilgi Ve Beceri Düzeylerine Etkisi. Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi. Ankara.

Chen, B., Yang, T., Wang, Y., Xiao, L., Xu, C., Shen, Y., ... & Sun, Z. (2021). Nursing students' attitudes toward mobile learning: An integrative review. *International journal of nursing sciences*, *8*(4), 477-485.

Çobanoğlu, A. (2024). Hemşirelik Öğrencilerinin Mobil Öğrenmeye Yönelik Kullanım Alışkanlıkları ve Tutumlarının İncelenmesi. *Doğu Karadeniz Sağlık Bilimleri Dergisi*, *3*(3), 79-89.

Erikli, N. H. (2018). Kardiyopulmoner Resüsitasyon Eğitiminde Anlatım Yöntemi İle Mobil Öğrenme Yöntemi Etkinliğinin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi. İzmir.

İsmailoğlu, E. G., Kocaçal, E., & Şahan, S. (2021). Hemşirelik öğrencilerinin mobil öğrenmeye yönelik tutumlarının belirlenmesi. *Turkiye Klinikleri Journal of Nursing Sciences*, *13*(2), 338-345.

Kim, J.H., Park, H. (2019). Effects of smartphone-based mobile learning in nursing education:a systematic review and meta-analysis. Asian Nurs Res;13(1): 20e9. https://doi.org/10.1016/j.anr.2019.01.005.

Kim, S.J., Shin, H., Lee, J., Kang, S., Bartlett, R. (2017). A smartphone application to educate undergraduate nursing students about providing care for infant airway obstruction. Nurse Educ Today;48:145e52. https://doi.org/10.1016/j.nedt.2016.10.006.

Konateke, O . (2025). Ters Yüz Öğrenme Ve Mobil Öğrenme Yöntemlerinin Hemşirelik Öğrencilerinin Üriner Kateterizasyon Uygulama Bilgi, Beceri Ve Öz Yeterlik Düzeyine Etkisi. Ters Yüz Öğrenme Ve Mobil Öğrenme Yöntemlerinin Hemşirelik Öğrencilerinin Üriner Kateterizasyon Uygulama Bilgi, Beceri Ve Öz Yeterlik Düzeyine Etkisi. Doktora Tezi. İnönü Üniversitesi. Malatya.

Ryan, C., Vanderburg, M., Chugh, R., Johnston, K., Clapperton, R., Bond, K., ... & James, C. (2024). Mobile applications in nursing science education: A scoping review with snowballing method. *Nurse Education Today*, *138*, 106215.

Yıldızdal, C. (2018). Mobil Uygulamaya Dayalı Ev Ziyareti Eğitiminin Öğrencilerin Bilgi, Yetkinlik, Memnuniyet Ve Öz Güvenine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi. İstanbul.

Yılmaz, Ş. (2025). Hemşirelik Öğrencilerine Uygulanan Dijital Oyunun Kan Basıncı Bilgi Düzeyine Etkisi: Randomize Kontrollü Çalışma. Yüksek Lisans Tezi. Ordu Üniversitesi. Ordu.

Yiğit, Ü. (2021). Hemşirelik Öğrencilerinin Mobil Öğrenmeye Yönelik Tutumlarının Belirlenmesi. *Abant Sağlık Bilimleri Ve Teknolojileri Dergisi*, *1*(1), 24-33.

Yorgancılar, F. E. (2024). Oryantasyon Eğitimi Mobil Destek Uygulamasının Geliştirilmesi Ve Öğrenci Hemşirelerin Kaygı Düzeyi Ve Hasta Güvenliği Tutumu Üzerine Etkisi: Ön Test Son Test Randomize Kontrollü Çalışma. Doktora Tezi. Necmettin Erbakan Üniversitesi. Konya

Isparta Gülü ve Türevleri: Gıda Mühendisliği ve Fonksiyonel Gıdalardaki Uygulamaları

Hüseyin ÖZTÜRK[1]

1- Öğr.Gör.Dr. Hüseyin ÖZTÜRK Akdeniz Üniversitesi Manavgat Meslek Yüksekokulu Gıda İşleme Bölümü. huseyinozturk@akdeniz.edu.tr ORCID No: 0000-0002-3774-3233

ÖZET

Isparta, Türkiye'nin "Gül Başkenti" olarak, özellikle *Rosa damascena* türü güllerin yetiştiriciliği ve işlenmesi ile öne çıkmaktadır. Bölgedeki gül üretimi, yalnızca geleneksel kozmetik ve parfümeri kullanımında değil, aynı zamanda gıda endüstrisinde aroma verici, tatlandırıcı ve fonksiyonel bileşen olarak önemli bir ekonomik değere sahiptir. Gül yaprakları, gül yağı ve gül suyu, son yıllarda antioksidan, antimikrobiyal ve sağlık destekleyici özellikleri nedeniyle fonksiyonel gıda ve içecek ürünlerinde giderek daha fazla kullanılmaktadır. İçerdikleri fenolik bileşikler, flavonoidler ve uçucu yağlar sayesinde gül ürünleri, oksidatif stresi azaltarak bağışıklık sistemini destekleyebilir ve bazı kronik hastalıkların riskini düşürmeye yardımcı olabilir. Ayrıca, gül ürünlerinin hafif anksiyete ve stresin azaltılmasında, sindirim sisteminin desteklenmesinde ve genel sağlık üzerinde olumlu etkileri bulunmaktadır. Gül ürünlerinin gıda uygulamalarında güvenlik, kalite ve işlevsellik kritik öneme sahiptir. Gıda mühendisliği perspektifinden, uygun ekstraksiyon tekniklerinin seçimi, doğal bileşiklerin stabilitesini koruyan işleme ve paketleme yöntemleri ile raf ömrünü uzatan teknolojilerin geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, gül ürünlerinden elde edilen biyoaktif bileşiklerin işleme koşullarına (ısı, pH, ışık gibi) karşı hassasiyeti, kalite ve etkinliğin korunmasında dikkat edilmesi gereken önemli bir parametredir. Gülün gıda endüstrisindeki potansiyeli, özellikle doğal katkı maddeleri, fonksiyonel gıdalar, içecekler ve tatlı üretiminde ön plana çıkmaktadır. Sürdürülebilir tarım ve yenilikçi gıda teknolojilerinin entegrasyonu ile Isparta gülünün ekonomik değeri daha da artırılabilir. Biyoaktif bileşiklerin optimize edilmiş ekstraksiyon ve uygulama yöntemleri, hem yerel ekonomiye katkı sağlayacak hem de uluslararası pazarlarda rekabet avantajı yaratacaktır. Bu bağlamda, Isparta gülü ve türevleri, gıda mühendisliği araştırmaları ve fonksiyonel gıda geliştirme açısından bilimsel ve ticari açıdan önemli bir araştırma alanı olarak öne çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler – Isparta Gülü, Rosa Damascena, Fonksiyonel Gıdalar, Gıda Mühendisliği, Biyoaktif Bileşikler, Doğal Katkı Maddeleri.

GİRİŞ

Bitkisel kaynaklı fonksiyonel bileşenler, günümüzde gıda mühendisliği ve halk sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır. Bu bileşenler arasında yer alan Isparta gülü (*Rosa damascena Mill.*), hem aromatik özellikleri hem de biyolojik aktiviteleri nedeniyle gıda ürünlerinde doğal katkı maddesi olarak değerlendirilme potansiyeline sahiptir. Isparta gülünden elde edilen uçucu yağlar, hidrosoller, ekstraktlar ve toz formlar antioksidan, antimikrobiyal ve duyusal katkılar sağlamaktadır. Bu bağlamda, Isparta gülünün fonksiyonel gıdalar ve gıda mühendisliği alanlarındaki kullanımı, hem ekonomik hem de bilimsel açıdan değer taşımaktadır

(Trendafilova ve ark., 2023). Türkiye, dünya gül üretiminde önemli bir konuma sahip olup özellikle Isparta ili "gül diyarı" olarak anılmaktadır. *Rosa damascena Mill.* türü ile temsil edilen Isparta gülü, parfümeri, kozmetik ve ilaç sanayinde kullanılan değerli uçucu yağların başlıca kaynağıdır. Bununla birlikte son yıllarda, gül çiçeği ve türevlerinin (gül yağı, gül suyu, gül konkreti, gül yağı tortusu, gül yaprağı ekstraktı vb.) gıda mühendisliği ve fonksiyonel gıda üretimi alanlarında potansiyel birer biyoaktif kaynak olarak değerlendirilmesi yönünde dikkat çekici araştırmalar artış göstermektedir (Baydar ve Baydar, 2013). Isparta gülü; fenolik bileşikler, flavonoidler, antosiyaninler, karotenoidler ve uçucu aromatik bileşenler bakımından zengin bir matris sunmaktadır. Bu bileşenler, antioksidan, antimikrobiyal, antienflamatuvar ve nöroprotektif etkileri sayesinde gıda ürünlerinde fonksiyonel özellik kazandırıcı bileşen olarak kullanılabilmektedir. Gül türevlerinin bu biyolojik aktiviteleri, hem ürünlerin raf ömrünü uzatma hem de tüketici sağlığına katkı sağlama açısından önem taşımaktadır (Dilmen ve Baydar, 2016; Akram ve ark., 2020). Gıda mühendisliği perspektifinden bakıldığında, gül türevleri doğal aroma verici, renklendirici, antioksidan veya koruyucu ajan olarak çeşitli gıda formülasyonlarına entegre edilebilmektedir. Özellikle fonksiyonel içecekler, süt ürünleri, unlu mamuller ve diyet takviyeleri gibi ürün gruplarında Isparta gülü bileşenlerinin kullanımı, doğal ve sağlıklı ürün talebine yanıt vermekte; aynı zamanda geleneksel bir bitkisel kaynağın katma değeri yüksek endüstriyel ürüne dönüştürülmesine olanak tanımaktadır. Bu bağlamda, Isparta gülünün ve türevlerinin gıda teknolojisinde değerlendirilmesi; hem biyokimyasal kompozisyonunun hem de teknofonksiyonel özelliklerinin kapsamlı biçimde incelenmesini gerektirmektedir. Bu çalışmada, Isparta gülünün kimyasal bileşimi, biyoaktif özellikleri, fonksiyonel gıdalardaki potansiyel uygulama alanları ve bu alanda karşılaşılan teknolojik zorluklar bütüncül bir yaklaşımla ele alınmaktadır (Çelik ve ark., 2022).

KİMYASAL BİLEŞİM VE BİYOLOJİK AKTİVİTELER

1. Kimyasal Bileşim

Isparta gülü (Rosa damascena Mill.), kimyasal olarak oldukça zengin bir bitkisel matristir. Gül yaprakları, uçucu yağlar, fenolik bileşikler, flavonoidler, antosiyaninler, karotenoidler, organik asitler ve şekerler açısından önemli bir kompozisyon sunar. Isparta gülünün en karakteristik bileşeni **gül yağı** olup bu yağın başlıca bileşenleri arasında **geraniol, citronellol, nerol, feniletil alkol** ve **nonadekan** yer alır. Bu bileşenler, hem aromatik özelliklerin hem de biyolojik aktivitelerin temelini oluşturmaktadır.

Fenolik bileşikler bakımından değerlendirildiğinde, Isparta gülü **gallik asit, ellagik asit, klorojenik asit, kafeik asit** gibi önemli antioksidan bileşenler içermektedir (Akram ve ark., 2020; Khaleghi ve ark., 2020). Bu fenolik asitler, bitkiye oksidatif stres koşullarına karşı koruma sağlamakla birlikte, gıda ürünlerinde serbest radikal giderici ve lipid oksidasyonunu önleyici etkiler göstermektedir. Ayrıca gül yapraklarında tespit edilen **flavonoid türevleri** (örneğin **kaempferol, kersetin, rutin ve luteolin**) hem renk stabilitesini etkileyen hem de güçlü antioksidan özellik sergileyen bileşiklerdir. Bu bileşenlerin varlığı, gül ekstraktlarının fonksiyonel gıdalarda doğal koruyucu veya antioksidan katkı maddesi olarak kullanımını desteklemektedir. Isparta gülünün kimyasal profilinde ayrıca **C vitamini (askorbik asit)**, **E vitamini (tokoferoller)** ve **karotenoidler (β-karoten, likopen)** gibi vitamin ve pigment grupları da yer almaktadır. Bu bileşikler, hem gülün biyolojik değerini hem de besinsel fonksiyonelliğini artıran unsurlardır (Koohpayeh ve ark., 2021).

2. Biyolojik Aktiviteler

Isparta gülü ve türevleri, sahip oldukları zengin fitokimyasal kompozisyon sayesinde çok yönlü **biyolojik aktivitelere** sahiptir. Bu aktiviteler arasında **antioksidan, antimikrobiyal, antienflamatuvar, nöroprotektif ve antikanserojenik** etkiler öne çıkmaktadır (Akram ve ark., 2020). **Antioksidan aktivite,** özellikle fenolik bileşikler, flavonoidler ve C vitamini varlığına bağlı olarak oldukça yüksektir. Bu bileşikler, gıdalarda oksidatif bozulmaları önleyerek ürünlerin raf ömrünü uzatır ve insan sağlığında serbest radikallerin neden olduğu hücresel hasarı azaltır. Yapılan çalışmalar, gül ekstraktlarının **DPPH** ve **ABTS** radikal süpürme aktivitelerinde yüksek etkinlik gösterdiğini ortaya koymuştur. **Antimikrobiyal aktivite**, gül yağı ve gül suyu gibi türevlerde bulunan uçucu bileşenlerle ilişkilidir. Özellikle **geraniol** ve **citronellol**, Gram-pozitif bakterilere (Staphylococcus aureus, Bacillus subtilis) karşı belirgin inhibisyon etkisi göstermektedir. Bu özellik, gül türevlerinin doğal koruyucu ajan olarak gıda formülasyonlarına eklenebilmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Baydar ve Baydar, 2013; Akram ve ark., 2020). **Antienflamatuvar ve nöroprotektif aktiviteler,** gül ekstraktlarındaki polifenolik bileşiklerin hücre düzeyinde oksidatif stres ve inflamasyon mediyatörlerini baskılamasıyla ilişkilidir. Bazı farmakolojik çalışmalar, Isparta gülü özütlerinin sinir sistemi üzerinde yatıştırıcı ve stres azaltıcı etkiler oluşturduğunu, ayrıca hafif depresyon ve anksiyete semptomlarını azaltabildiğini göstermektedir. Buna ek olarak, **antikanserojenik potansiyel** de Isparta gülü bileşenlerinin dikkate değer bir özelliğidir. Özellikle ellagik asit ve kersetin gibi polifenollerin hücre proliferasyonunu baskıladığı, apoptotik süreçleri desteklediği ve DNA hasarını azalttığı bildirilmiştir. Sonuç olarak, Isparta gülü ve türevleri yalnızca aromatik değer taşıyan bitkisel kaynaklar değil, aynı zamanda **fonksiyonel gıdaların formülasyonunda kullanılabilecek doğal biyoaktif**

ajanlardır. Bu bileşiklerin kimyasal çeşitliliği ve biyolojik etkinliği, hem gıda mühendisliği uygulamaları hem de sağlık odaklı ürün geliştirme süreçlerinde geniş bir potansiyel sunmaktadır (Dilmen ve Baydar, 2016; Rusanov ve ark., 2020).

GIDA MÜHENDİSLİĞİ UYGULAMALARI

Isparta gülü (Rosa damascena Mill.) ve türevleri, sahip oldukları uçucu yağlar, fenolik bileşikler, flavonoidler ve doğal pigmentler sayesinde, gıda mühendisliği alanında çok yönlü bir kullanım potansiyeline sahiptir. Gül bileşenleri; doğal aroma verici, antioksidan, antimikrobiyal ajan, renklendirici ve fonksiyonel katkı maddesi olarak çeşitli gıda formülasyonlarında değerlendirilmektedir (Alam ve ark., 2007; Baydar ve Baydar, 2013; Dilmen ve Baydar, 2016; Akram ve ark., 2020; Trendafilova ve ark., 2023).

1. Doğal Aroma ve Tat Verici Olarak Kullanımı

Isparta gülünden elde edilen **gül yağı** ve **gül suyu,** yüksek oranda **geraniol, citronellol, nerol** ve **feniletil alkol** içermeleri nedeniyle tat ve aroma açısından değerli bileşenlerdir (İzgi., 2022). Bu bileşenlerin hoş çiçeksi aroması, özellikle **şekerleme, içecek, süt ürünleri ve unlu mamuller** gibi ürün gruplarında kullanılmaktadır. Gül aroması, tüketici tercihlerinde doğal kaynaklı lezzet arayışına yanıt vererek sentetik aroma vericilerin yerine kullanılabilir niteliktedir (Ivleva, 2021; Trendafilova ve ark., 2023).

2. Doğal Antioksidan ve Koruyucu Ajan Olarak Kullanımı

Gül yaprağı ve yağı türevleri, içerdiği **fenolik asitler (gallik, ellagik, klorojenik asit)** ve **flavonoidler (kaempferol, kersetin, rutin)** sayesinde yüksek antioksidan kapasiteye sahiptir (Akram ve ark., 2020). Bu bileşenler, gıdalarda oksidatif bozulmaları önleyerek **raf ömrünü uzatmakta** ve **besin değerinin korunmasına** katkıda bulunmaktadır. Örneğin, **gül ekstraktı ilavesiyle zenginleştirilmiş süt ürünleri** üzerine yapılan çalışmalarda, ürünlerin lipid oksidasyonunun azaldığı ve depolama süresince renk stabilitesinin korunduğu bildirilmiştir (Ahmad ve ark., 2015; Akram ve ark., 2020). Ayrıca gül yaprağı tozunun bisküvi ve kek formülasyonlarına eklenmesiyle ürünlerin antioksidan kapasitesinde anlamlı artışlar gözlenmiştir (Koohpayeh ve ark., 2021; İzgi, 2022).

3. Fonksiyonel Gıda ve Nutrasetik Uygulamaları

Fonksiyonel gıda üretiminde Isparta gülü, **doğal biyoaktif bileşen kaynağı** olarak öne çıkmaktadır. Polifenoller ve antosiyaninler, kardiyovasküler hastalıklar, diyabet ve nörodejeneratif bozukluklara karşı koruyucu etki gösterebilmektedir (Trendafilova ve ark., 2023). Bu nedenle gül ekstraktlarının **probiyotik içecekler, bitkisel çaylar, yoğurtlar** ve **diyet takviyeleri** gibi ürünlerde kullanılabilirliği araştırılmaktadır. Örneğin, Rosa damascena özütüyle formüle edilen fonksiyonel yoğurtlarda antioksidan aktivitenin arttığı ve probiyotik canlılığın olumlu etkilendiği bildirilmiştir (Çelik ve ark., 2022). Ayrıca, gül yaprağı ekstraktlarının polifenol içeriği sayesinde **mikroenkapsülasyon** teknikleriyle stabilize edilerek kontrollü salınım sağlayan fonksiyonel içecek formülasyonlarında da başarıyla kullanılabildiği rapor edilmiştir (Esfandiary ve ark., 2017).

4. Renklendirici ve Pigment Kaynağı Olarak Kullanımı

Isparta gülünün kırmızı-pembe renk tonları, **antosiyanin pigmentlerinden** (örneğin siyanidin-3-glikozit, pelargonidin türevleri) kaynaklanmaktadır. Bu doğal pigmentler, sentetik renklendiricilere alternatif olarak gıda formülasyonlarında kullanılabilmektedir. Gül yapraklarından ekstrakte edilen antosiyaninlerin pH duyarlılığı sayesinde, özellikle **şekerleme, içecek ve süt tatlıları** gibi ürünlerde hem renk hem de fonksiyonel katkı sağlayabildiği belirtilmiştir (Akram ve ark., 2020).

5. Gıda Paketleme ve Biyofilm Uygulamaları

Gül ekstraktlarının antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri, **biyobozunur ambalaj malzemeleri** ve **yenilebilir filmler** içerisinde kullanımlarını da gündeme getirmiştir. Polilaktik asit (PLA) veya kitosan bazlı biyofilmlere eklenen Rosa damascena özütlerinin, paketlenen gıdalarda mikrobiyal gelişimi inhibe ettiği ve oksidatif stabiliteyi artırdığı rapor edilmiştir (Alam ve ark., 2007; Venkatesha ve ark., 2022). Bu tür uygulamalar, gıda mühendisliğinde sürdürülebilir ve çevre dostu çözümler açısından da önem taşımaktadır.

ISPARTA GÜLÜNÜN FONKSİYONEL GIDALARDAKİ UYGULAMALARI

Fonksiyonel gıdalar, temel beslenmenin ötesinde insan sağlığına **fizyolojik ve metabolik faydalar** sağlayan, biyoaktif bileşenlerce zenginleştirilmiş gıda ürünleri olarak tanımlanmaktadır. Bu kapsamda **Isparta gülü (**Rosa damascena Mill.**)** ve türevleri, içerdiği **fenolik bileşikler, flavonoidler, uçucu yağlar, vitaminler ve pigmentler** sayesinde fonksiyonel gıda üretiminde doğal bir katkı maddesi ve biyoaktif kaynak olarak öne çıkmaktadır (Baydar ve Baydar, 2013; Dilmen ve Baydar, 2016; Nunes ve ark., 2017; Venkatesha ve ark., 2022).

1. Antioksidan ve Antienflamatuvar Etkili Fonksiyonel Ürünler

Isparta gülü türevlerinin en belirgin fonksiyonel etkisi, **yüksek antioksidan aktivitesidir**. Gül yaprağı ekstraktlarında bulunan **gallik asit, ellagik asit, kersetin, rutin** ve **kaempferol** gibi fenolik bileşikler, serbest radikalleri nötralize ederek oksidatif stresi azaltmaktadır (Venkatesha ve ark., 2022). Bu özellik, gül ekstraktlarının **fonksiyonel içecekler, yoğurtlar ve bitkisel çaylar** gibi ürünlerde kullanılmasını mümkün kılmaktadır. Örneğin, Rosa damascena özütüyle zenginleştirilmiş fonksiyonel yoğurtlarda antioksidan kapasitenin anlamlı biçimde arttığı, ayrıca depolama süresince mikrobiyal stabilitenin korunduğu bildirilmektedir (Çelik ve ark., 2022). Benzer şekilde, gül yaprağı ekstraktı içeren fonksiyonel içecek formülasyonlarında polifenol içeriğine bağlı olarak **antioksidan aktivitenin yükseldiği** ve **pH stabilitesinin korunduğu** saptanmıştır (Nunes ve ark., 2017; Akram v ark., 2020). Ayrıca gül bileşenlerinin **antienflamatuvar** özellikleri de önemlidir. Rosa damascena ekstraktlarının, **COX-2** ve **NF-κB** gibi inflamatuvar yolakların baskılanmasına katkı sağlayarak sistemik inflamasyonun azaltılmasında etkili olduğu gösterilmiştir (Venkatesha ve ark., 2022). Bu nedenle, gül türevlerinin fonksiyonel gıdalarda "anti-aging", "anti-stress" ve "anti-inflamatuvar" etkili formülasyonlarda kullanımı giderek artmaktadır (Alam ve ark., 2007; Nunes ve ark., 2017).

2. Probiyotik Ürünlerde Kullanımı

Fonksiyonel gıdaların en önemli alt grubunu **probiyotik ve prebiyotik ürünler** oluşturmaktadır. Gül ekstraktlarının polifenolik bileşenleri, probiyotik bakteriler üzerinde **büyümeyi teşvik edici (prebiyotik benzeri)** etki gösterebilmektedir (Çelik ve ark., 2022). Gül yaprağı ekstraktı ilavesiyle üretilen yoğurt ve kefirlerde, Lactobacillus acidophilus ve Bifidobacterium bifidum gibi mikroorganizmaların canlılık oranlarının korunduğu saptanmıştır. Bu sonuç, gül türevlerinin yalnızca ürünün antioksidan kapasitesini artırmakla kalmayıp aynı zamanda **probiyotik mikroorganizmaların yaşam süresini uzatıcı** etkiye sahip olduğunu göstermektedir (Ahmad ve ark., 2015). Böylece Isparta gülü, probiyotik

ürünlerde **fonksiyonel stabilizatör** ve **biyoaktif taşıyıcı bileşen** olarak değerlendirilebilmektedir (Alam ve ark., 2007; Ivleva, 2021).

3. Fonksiyonel İçecek ve Takviye Gıda Formülasyonları

Isparta gülü ekstraktları, fonksiyonel içecek üretiminde doğal renk, aroma ve antioksidan özellik kazandırıcı ajanlar olarak yaygın biçimde kullanılmaktadır. Gül yaprağı ekstraktlarının **mikroenkapsülasyon teknikleri** ile stabilize edilmesi, hem raf ömrünü uzatmakta hem de polifenollerin kontrollü salınımını sağlamaktadır (Esfandiary ve ark., 2018). Bu teknoloji, özellikle **soğuk çaylar, meyve suları ve bitkisel takviyeli içecekler** için uygun bir uygulama alanı sunmaktadır. Ayrıca gül türevleri, **nutrasötik tablet, kapsül ve toz karışımlarında** da kullanılmaktadır. Gül ekstraktı takviyelerinin düzenli tüketimiyle oksidatif stres belirteçlerinin azaldığı ve toplam antioksidan kapasitenin arttığı bildirilmiştir (Akram ve ark., 2020).

4. Fonksiyonel Unlu Mamuller ve Süt Ürünleri

Gül yaprağı tozu ve ekstraktı, **bisküvi, kek, dondurma ve yoğurt** gibi ürünlerde hem fonksiyonel hem de duyusal açıdan kullanılmaktadır. Rosa damascena yaprağı ilavesiyle formüle edilen bisküvilerde toplam fenolik içerik ve DPPH radikal süpürme aktivitesinin anlamlı biçimde arttığı, aynı zamanda renk ve aroma profilinde tüketici tarafından olumlu kabul sağlandığı belirtilmiştir (Koohpayeh ve ark., 2021). Süt ürünlerinde ise gül ekstraktı ilavesiyle **lipid oksidasyonunun azaldığı, antioksidan aktivitenin yükseldiği** ve **probiyotik canlılığın arttığı** tespit edilmiştir (Çelik ve ark., 2022). Bu yönüyle Isparta gülü türevleri, fonksiyonel süt ürünlerinde hem koruyucu hem de sağlık destekleyici ajan olarak işlev görebilmektedir.

5. Sağlık Etkileri ve Fonksiyonel Değer

Isparta gülünün fonksiyonel gıdalarda kullanımını değerli kılan en önemli faktör, **biyolojik aktivitesi yüksek bileşenlerinin insan sağlığı üzerindeki olumlu etkileridir.** Düzenli olarak gül ekstraktı içeren ürünlerin tüketimi;

- Oksidatif stresin azalması,
- Sindirim sistemi mikrobiyotasının dengelenmesi,
- İnflamatuvar yanıtların hafiflemesi,
- Sinir sistemi fonksiyonlarının iyileştirilmesi gibi etkilerle ilişkilendirilmektedir (Nunes ve ark., 2017; Rusanov ve ark., 2020).

Sonuç olarak, Isparta gülü ve türevleri, fonksiyonel gıdaların geliştirilmesinde **doğal, sürdürülebilir ve biyoaktif bir kaynak** olarak değerlendirilebilir. Hem duyusal hem de fizyolojik katkılar sağlayan bu bitkisel bileşenler, modern gıda teknolojilerinde **doğal katkı ve sağlık destekleyici ajan** olarak geniş bir uygulama alanına sahiptir (Lawson ve Michler, 2014).

ZORLUKLAR VE GELECEK PERSPEKTİFLER

1. Mevcut ve Önemli Zorluklar

1.1. Hammadde Varyabilitesi ve Kalite Standardizasyonu

Isparta gülünün biyoaktif bileşen profili; mevsim, hasat zamanı, genotip, toprak ve iklim koşulları ile hasat-sonrası işlemlere bağlı olarak önemli ölçüde değişkenlik gösterir. Bu durum, ürünlerin fonksiyonel etkinliklerinin tutarlı biçimde sağlanmasını güçleştirmekte ve endüstriyel standardizasyon ihtiyacını doğurmaktadır (Baydar ve Baydar, 2013).

1.2. Ekstraksiyon Verimi ve Seçicilik Sorunları

Fenolikler, uçucu bileşenler ve pigmentler farklı polarite ve termal kararlılığa sahip olduğundan, tek bir ekstraksiyon yönteminin tüm değerli bileşenleri verimli ve bozulmadan elde etmesi zordur. Geleneksel çözücülerle yapılan ekstraksiyonlar çevresel ve güvenlik endişeleri oluştururken, bazı modern yöntemlerin ölçeklendirilmesi ekonomik ve teknik engeller içermektedir (Esfandiary ve ark., 2018).

1.3. Biyoaktiflerin Stabilite ve Matris Etkileşimleri

Polifenoller ve uçucu aroma bileşenleri ısı, ışık, pH değişiklikleri ve oksidasyon gibi faktörlere duyarlıdır. Gıda prosesleri sırasında bu bileşenlerin parçalanması ya da matris içi bağlanma sonucu biyoyararlanımlarının azalması mümkündür; bu durum fonksiyonel etkinliğin korunmasını zorlaştırır (Dilmen ve Baydar, 2016).

1.4. Duyusal ve Formulasyonel Engeller

Gül ekstraktları güçlü çiçeksi aroma profiline sahip olup bazen istenmeyen tat ya da aroma etkileşimleri yaratabilir; özellikle nötr tatlı ürünler veya geniş tüketici kitlesine hitap eden ürünlerde bu bir formülasyon zorluğudur (İzgi., 2022; Koohpayeh ve ark., 2021).

1.5. Yasal düzenlemeler ve Sağlık Beyanları

Biyoaktif bileşiklere dayalı sağlık iddiaları için insan çalışmalarına dayalı kanıt gereklidir; ülkeden ülkeye değişen düzenleyici çerçeveler (gıda takviyesi vs. gıda/novel food sınıflandırmaları) ticari uygulamaları karmaşıklaştırır. Ayrıca gül yağı gibi ürünlerin mikrobiyal, pestisit ve ağır metal kontrolleri de zorunludur (Lawson ve Michler, 2014).

1.6. Maliyet, Tedarik Zinciri ve Ölçeklendirme

Yüksek kaliteli gül yağı/ekstraktı üretimi genellikle maliyetlidir; bu nedenle ekonomik olarak rekabetçi fonksiyonel gıdaların geliştirilmesi için optimizasyon ve değer zinciri entegrasyonu gereklidir. Ayrıca hasat

sezonluluğu ve tedarik dalgalanmaları sürekli hammadde akışını zorlaştırır (Baydar ve Baydar, 2013).

1.7. Sürdürülebilirlik ve Atık Yönetimi

Gül işleme endüstrisi yan ürün ve atık (tortu, kullanılmış çiçek materyali) üretir; bunların çevresel etkileri ve ekonomik geri kazanım stratejileri henüz yaygınlaşmamıştır (Lawson ve Michler, 2014; Trendafilova ve ark., 2023).

2. Teknolojik ve Bilimsel Çözümler (Kısa–Orta Vadede)

2.1. Yeşil ve Hedefe Yönelik Ekstraksiyon Teknolojileri

Ultrasonik destekli ekstraksiyon (UAE), mikrodalga destekli ekstraksiyon (MAE), enzimatik ekstraksiyon (EAE) ve süperkritik CO_2 gibi yöntemlerin optimizasyonu; selektif bileşiklerin daha yüksek verim ve daha az bozunmayla elde edilmesini sağlayabilir. Bu yaklaşımlar çevresel etkiyi azaltırken ekstrakt kalitesini artırır (Esfandiary ve ark., 2018).

2.2. Mikro ve Nanoenkapsülasyon Teknikleri

Polifenollerin, uçucu bileşenlerin ve vitaminlerin mikroenkapsülasyonu stabilite ve kontrollü salınımı artırarak işlenmiş gıdalarda fonksiyonel etkinliği koruyabilir (Esfandiary ve ark., 2018).

2.3. Aktif Paketleme ve Yenilebilir Filmler

Kitosan, PLA ve benzeri polimerlere eklenen gül ekstraktları ile geliştirilen antimikrobiyal/antioksidan filmler; gıdaların raf ömrünü uzatmada hem çevresel hem de fonksiyonel avantaj sağlayabilir (Venkatesha ve ark., 2022).

2.4. Formülasyon Mühendisliği ve Sensörik Optimizasyon

Gül bileşenlerinin koku ve tat profilini dengelemek için maskeleme, taşıyıcı seçimleri ve doz optimizasyonu gereklidir. Tüketici kabulü çalışmalarıyla duyusal eşik seviyeleri belirlenmeli ve uygun ürün kategorilerine odaklanılmalıdır (Koohpayeh ve ark., 2021).

2.5. Kalite Kontrol, Standartlaştırma ve Kimyasal İşaretçiler

Hedef bileşikler için kimyasal marker belirlenerek ham madde ve ekstrakt için spesifikasyonlar oluşturulmalıdır (Baydar ve Baydar, 2013).

3. Gelecek Perspektifler ve Araştırma Öncelikleri (Uzun Vadede)

3.1. Çok disiplinli AR-GE Çalışmalarının Artırılması

Bitki bilimciler, kimyagerler, gıda mühendisleri, beslenme uzmanları ve regülatuar uzmanların ortak yürüttüğü çalışmalar; hem tarımsal üretimden (genetik, agronomi) hem de son ürün geliştirmeye kadar uçtan uca çözümler

sunacaktır. Özellikle genotip seçimi ve yetiştirme stratejileri ile hedef bileşik profillerinin iyileştirilmesi mümkün olabilir (Venkatesha ve ark., 2022).

3.2. Klinik ve In-Vivo Çalışmalarla Sağlık İddialarının Güçlendirilmesi

Fonksiyonel gıdalarda kullanılan gül ekstraktlarının insan üzerindeki etkilerinin (biyoyararlanım, farmakokinetik, uzun dönem güvenlilik) randomize kontrol çalışmaları ile değerlendirilmesi; düzenleyici kabul ve pazarlama imkanlarını artıracaktır (Çelik ve ark., 2022).

3.3. Omics Yaklaşımları ve Mekanistik Çalışmalar

Metabolomik, proteomik ve mikrobiom analizleri, gül bileşenlerinin insan sağlığı üzerindeki etki mekanizmalarını aydınlatacak; böylece hedeflenmiş fonksiyonel ürün tasarımı mümkün olacaktır (Koohpayeh ve ark., 2021).

3.4. Döngüsel Ekonomi ve Entegrasyonlu Tesis Modelleri

Gül işleme tesislerinde atıkların biyoaktif geri kazanımı, enerji üretimi veya hayvansal yem/kompost üretimi ile entegre tesis modelleri geliştirilmesi, ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliği artıracaktır (Trendafilova ve ark., 2023).

3.5. Ticarileşme ve Pazar Stratejileri

Tüketici eğilimleri doğrultusunda "doğal", "yerel kaynaklı" ve "fonksiyonel" etiketleri taşıyan ürün segmentleri için özel pazarlama stratejileri; küçük üreticiler ve kooperatifler aracılığıyla katma değer yaratılmasına olanak sağlayabilir (Rusanov ve ark., 2020).

3.6. Regülasyon Uyumu ve Uluslararası Standardizasyon

Ulusal ve uluslararası düzeyde Rosa damascena türevlerine ilişkin spesifik kalite standartlarının geliştirilmesi; sağlık beyanları için gerekli kanıt düzeyinin harmonize edilmesi ticari uygulamaları kolaylaştıracaktır (Dilmen ve Baydar, 2016; Koohpayeh ve ark., 2021).

4. Öneriler (Araştırma ve Endüstri İçin Pratik Adımlar)

1. Ham madde için mevsimsel ve coğrafi etiketleme ile tedarik zinciri izlenebilirliği oluşturulmalıdır.
2. Endüstriyel pilot ölçekli ekstraksiyon çalışmalarıyla ekonomik feasibility analizleri yapılmalıdır.
3. Mikroenkapsülasyon tekniklerinin seçilmesinde hem stabilite hem de maliyet-etkinlik değerlendirmesi göz önünde bulundurulmalıdır.
4. Fonksiyonel ürün geliştirmede önce niş pazarlar (premium içecekler, fonksiyonel yoğurtlar, nutraseütikler) hedeflenmeli; duyusal kabul ve regülasyon erken dönemde test edilmelidir.
5. Atık geri kazanımı için entegre proses tasarımları (ekstrakt üretimi + biyogaz/kompost) teşvik edilmelidir (Baydar ve Baydar, 2013;

Lawson ve Michler, 2014; Dilmen ve Baydar, 2016; Esfandiary ve ark., 2018; Akram ve ark., 2020; Ivleva, 2021; Venkatesha ve ark., 2022).

SONUÇ

Isparta gülü (*Rosa damascena Mill*.), sahip olduğu zengin **fenolik bileşikler, flavonoidler, uçucu yağ asitleri, antosiyaninler ve vitaminler** sayesinde yalnızca kozmetik veya parfümeri endüstrisinde değil, **gıda mühendisliği ve fonksiyonel gıda teknolojilerinde** de yüksek potansiyele sahip doğal bir biyokaynak olarak öne çıkmaktadır. Son yıllarda yapılan araştırmalar, Isparta gülü ve türevlerinin (yağ, hidrosol, ekstrakt, toz, atık fraksiyonlar) **antioksidan, antimikrobiyal, antiinflamatuar, nöroprotektif ve antikanserojenik** etkiler gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu biyolojik aktiviteler, hem **fonksiyonel gıda geliştirme** hem de **doğal katkı maddesi üretimi** açısından önemli bir bilimsel dayanak oluşturmaktadır. Gıda mühendisliği uygulamaları açısından değerlendirildiğinde, Isparta gülü bileşenlerinin **doğal aroma, renk ve antioksidan kaynağı** olarak kullanılabildiği; ayrıca **yenilebilir film, aktif ambalaj ve mikroenkapsülasyon** sistemlerinde stabilite artırıcı etken olarak görev alabildiği görülmektedir. Bu yönüyle, hem raf ömrü uzatılmış hem de duyusal kalitesi geliştirilmiş yeni nesil fonksiyonel ürünlerin (ör. probiyotik içecekler, fonksiyonel yoğurtlar, antioksidan destekli unlu mamuller) formülasyonunda etkin rol oynayabileceği anlaşılmaktadır. Fonksiyonel gıdalar bağlamında ise, Isparta gülünden elde edilen ekstraktların **biyoaktif polifenoller ve doğal aromatik bileşenlerce zengin** yapısı, bu bitkinin "farmagıda" olarak tanımlanan **gıda–sağlık etkileşimli ürünlerde** kullanımını mümkün kılmaktadır. Bu kapsamda yapılan çalışmalar, gül türevlerinin **lipid oksidasyonunu azaltma**, **serbest radikal giderme**, **bağışıklık fonksiyonlarını destekleme** ve **nörolojik stres yanıtlarını hafifletme** potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, Isparta gülü kaynaklı bileşiklerin düzenli tüketimle insan sağlığı üzerinde olumlu etkiler oluşturabileceği öngörülmektedir. Bununla birlikte, mevcut literatür bu potansiyelin **endüstriyel ölçekte sürdürülebilir bir biçimde kullanılabilmesi için çözülmesi gereken bazı temel zorluklara** da işaret etmektedir. Bunlar arasında hammadde varyabilitesi, ekstraksiyon verimliliği, biyoaktif stabilitesi, ürün standardizasyonu ve yasal düzenlemelere uyum gibi faktörler yer almaktadır. Özellikle fonksiyonel gıda kategorisinde **sağlık beyanı** yapılabilmesi için klinik düzeyde kanıt gereksinimi, araştırma altyapısının ve disiplinler arası işbirliğinin

güçlendirilmesini zorunlu kılmaktadır. Geleceğe dönük olarak, Isparta gülü ve türevlerinin daha etkin biçimde değerlendirilebilmesi için şu noktalar kritik önem taşımaktadır:

- **Yeşil ekstraksiyon ve enkapsülasyon teknolojilerinin** optimizasyonu ile biyoaktif bileşiklerin çevre dostu yöntemlerle elde edilmesi,
- **Kimyasal marker ve kalite standartlarının** belirlenerek ham madde ve ürün bazında standardizasyonun sağlanması,
- **Omics tabanlı analizlerle** gül bileşenlerinin insan biyolojisindeki etki mekanizmalarının aydınlatılması,
- **Atık yönetimi ve döngüsel ekonomi yaklaşımlarının** gül işleme endüstrisine entegre edilmesi,
- **Klinik çalışmalarla** sağlık etkilerinin bilimsel olarak doğrulanması ve uluslararası regülasyonlarla uyumun güçlendirilmesi.

Tüm bu gelişmeler ışığında, Isparta gülü yalnızca Türkiye'nin tarımsal ve kültürel mirasının bir sembolü olmaktan öte, **yüksek katma değerli fonksiyonel ürünlerin geliştirilmesinde stratejik bir biyo-hammadde** olarak konumlanmaktadır. Gıda mühendisliği perspektifinden bakıldığında, bu bitkinin bileşenleri hem **fonksiyonel hem de teknolojik katkı maddesi** olarak kullanılabilecek düzeydedir. Uygun proses tasarımı, etkin kalite kontrol mekanizmaları ve sürdürülebilir üretim modelleri ile desteklendiğinde, Isparta gülü ve türevlerinin **küresel fonksiyonel gıda endüstrisinde rekabetçi bir doğal kaynak** olarak yer alması mümkündür. Sonuç olarak, Isparta gülüne dayalı araştırma ve üretim ekosisteminin bilimsel, teknolojik ve ekonomik açıdan desteklenmesi; hem bölgesel kalkınma hem de **doğal fonksiyonel bileşenler alanında uluslararası görünürlük** açısından büyük bir fırsat sunmaktadır. Bu doğrultuda yürütülecek çok disiplinli çalışmalar, Türkiye'nin "bitkisel biyoaktif bileşenler ve fonksiyonel gıdalar" alanındaki küresel konumunu güçlendirecektir.

REFERANSLAR

Akbaş, Efsun.. (2007). 5. Ulusal Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi, 5-8 dairy products: An overview. Journal of Food Science and Technology, 52(10), 6035–6045.

Akram, M., Riaz, M., Munir, N., Akhter, N., Zafar, S., Jabeen, F., & Said Khan, F. (2020). Chemical constituents, experimental and clinical pharmacology of Rosa damascena: a literature review. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 72(2), 161-174.

Alam, M. S., Kaur, G., Jabbar, Z., Javed, K., & Athar, M. (2007). Eruca sativa seeds possess antioxidant activity and exert a protective effect on mercuric chloride induced renal toxicity. Food and chemical toxicology, 45(6), 910-920.

Baydar, N. G., & Baydar, H. (2013). Phenolic compounds, antiradical activity and antioxidant capacity of oil-bearing rose (Rosa damascena Mill.) extracts. *Industrial Crops and Products*, 41, 375-380.

Çelik, S., Dżugan, M., Tomczyk, M., Sowa, P., & Grabek-Lejko, D. (2022). Antioxidant activity as biomarker of honey variety. Molecules, 23(8), 2069.

Dilmen, R., & Baydar, N. G. (2016). Yağ gülü (*Rosa damascena Mill*.)'nde doku kültürü uygulamaları. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(2), 134-141.

Esfandiary, E., Abdolali, Z., Omranifard, V., Ghanadian, M., Bagherian-Sararoud, R., Karimipour, M., & Dabiri, S. (2018). Novel effects of Rosa damascena extract on patients with neurocognitive disorder and depression: A clinical trial study. International Journal of Preventive Medicine, 9(1).

Ivleva, N. P. (2021). Chemical analysis of microplastics and nanoplastics: challenges, advanced methods, and perspectives. *Chemical Reviews*, 121(19), 11886-11936.

İzgi, M. N. (2022). Effect of different harvest dates to essential oil components of oil-bearing rose (*Rosa damascena Mill.)* in Mardin. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 25(2), 250-261.

Koohpayeh, S. A., Hosseini, M., Nasiri, M., & Rezaei, M. (2021). Effects of *Rosa damascena* (Damask rose) on menstruation-related pain, headache, fatigue, anxiety, and bloating: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Education and Health Promotion*, 10, 272.

Lawson, S. S., & Michler, C. H. (2014). Afforestation, restoration and regeneration—not all trees are created equal. *Journal of Forestry Research*, 25(1), 3-20.

Nunes, H., & Miguel, M. G. (2017). *Rosa damascena* essential oils: a brief review about chemical composition and biological properties. Trends in phytochemical research, 1(3), 111-128.

Rusanov, K., Kovacheva, N., Dobreva, A., & Atanassov, I. (2020). *Rosa damascena Mill*.(Rose). *In Medicinal, Aromatic and Stimulant Plants* (pp. 467-500). Cham: Springer International Publishing.

Trendafilova, A., Staleva, P., Petkova, Z., Ivanova, V., Evstatieva, Y., Nikolova, D., & Simova, S. (2023). Phytochemical profile, antioxidant potential, antimicrobial activity, and cytotoxicity of dry extract from *Rosa damascena Mill*. *Molecules*, 28(22), 7666.

Venkatesha, K. T., Gupta, A., Rai, A. N., Jambhulkar, S. J., Bisht, R., & Padalia, R. C. (2022). Recent developments, challenges, and opportunities in genetic improvement of essential oil-bearing rose (*Rosa damascena*): A review. *Industrial Crops and Products*, 184, 114984.

İnsan Bitlerinin Toplum Sağlığı Açısından Önemi ve Güncel Tedavi Yaklaşımları

Öğr. Gör. Sabriye ÇEÇEN SULAR[1]

1- Öğr. Gör. Sabriye ÇEÇEN SULAR Van YYÜ Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, sabriyececensular@yyu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1339-0373

ÖZET

Dünyada hemen hemen her yıl sayısı yüz milyonu bulan bit enfestasyonları, toplumun büyük çoğunluğunu etkileyerek olumsuz sonuçlara neden olmaktadır. Ektoparazitlerden olan bitler, *Anoplora* takımının *Pediculidae* familyasının üyeleridir. İnsan vücudunda yaşayan bitler, insan bitleri olarak adlandırılır ve üç temel gruba ayrılmaktadır. Birinci grup baş biti olan *Pediculus humanus capitis*'tir, ikinci grup açlığa oldukça dayanıklı olan ve vücut biti olarak da bilinen *Pediculus humanus corporis*'tir, üçüncü grup ise kasık biti veya koltuk bölgesi biti olarak da bilinen *Phthirus pubis*'tir. Bu üç grub zorunlu ektoparazitlerdendir. Vücudun farklı bölgelerinde yaşayabilen, bulundukları yerlerde kan emerek veya vücut sıvılarıyla deride irritasyona yol açabilen ve bazı hastalık etkenlerini farklı organizmalara taşıyarak vektörlük görevini de gören küçük artropodlardır. Kanatsız olan bitler, kan emdikleri yerlerde kişiden kişiye farklılık gösterebilen kaşıntı, dermatit, allerji, kızarıklık gibi çeşitli reaksiyonlara yol açarlar. Bitlerin vektörlük ettiği hastalıklarda klinik tablo daha ciddi olmaktadır. Baş ve vücut bitinin neden olduğu pediculosis ve kasık bitinin neden olduğu phthiriasis, insanlar arasında çok kolay bulaşabilen tıbbi öneme sahip bulaşıcı hastalıklardandır. Ortak eşya kullanımı yakın temas, kişisel hijyen eksikliği bulaşmayı kolaylaştırmaktadır. Kesin tanı koymak için bitlerin vücutta yerleşim gösterdiği bölgelerde kendisinin veya yumurtasının görülmesi gerekmektedir. Tedavide daha çok permethrin tercih edilmektedir. Bu derlemede toplum sağlığı açısından bitlerin önemi, güncel tanı ve tedavi yaklaşımları ele alınacaktır.

Anahtar Kelimeler: Pediculosis, Phthiriasis, Bit Çeşitleri, Kaşıntı,Bit Vektörlüğü.

GİRİŞ

Tıbbi öneme sahip bitler artrropodların İnsecta grubundan *Anoplura* takımının *Pediculidae* familyasına aittir. Bitler, geçmişi mumya tarihi kadar eskiye dayanan ve günümüze kadar gelen bir böcek türüdür. Geçmişte bazı toplulukların bitleri korudukları, bazı toplumların ise bitlerden rahatsızlık duyduklarında yerli din adamlarına gidip çare arayacak kadar kutsadıkları bilinmektedir(Zias ve Mumcuoğlu, 1991;167; Unat vd., 1995:170; Araújo vd., 2000:269).

Bitlerin kirli ya da temiz ayrımı yapmadan her ortamda bulunabildiği fakat, kirli ortamları daha çok tercih ettikleri bir gerçektir. Kalabalık yerlerde özellikle okul, yurt, askeri kışlalar, yuvalar, huzurevleri, hapishaneler ve benzeri ortamlarda çok daha kolay yayılabilmektedir, bu gibi yerlerde bulaştan etkilenmemek mümkün değildir(Özcan, 1997:236). Bulaşma erkek ve dişi bitlerin tek seferde farklı bir bireye geçişiyle veya tek seferde birçok nimfin farklı bireye geçmesiyle veya gebe tek bir bitin başka bir konağa

geçişi ile de mümkündür. Bitlerin konağa gelmesi kişisel eşyaların ortak kullanılması, yakın temas, cinsel ilişki, direkt temas ve benzeri durumlarla olmaktadır. Bulunulan coğrafya, etnik kimlik, hijyen özellikle soğuk ve ılıman iklimler bitlenmeyi yani pediculosisi etkilemektedir(Fritsche, 2003:2061; Mimouni vd., 2002:258). Yapılan bazı çalışmalarda soğuk kış aylarının kasık bitlenmesine, ılıman ayların baş bitlenmesine elverişli olduğu saptanmıştır. Baş bitleri gün içinde birkaç başı dolaşabilme potansiyeline sahiptir. Bu durumu kolaylaştıran en büyük etmen kalabalık ortamlardır. Baş bitleri uzun saçlı kız çocuklarında, kısa saçlı erkek çocuklara nisbetle daha çok görülmektedir, çünkü kısa saçlar bitlerin yumurtalarını saça yerleştirmesi için elverişli değildir(Samastı, 1993:87; Mimouni vd., 2002:258). Erişkin dişi bitler yumurtalarını konağın saç tellerine, vucut kıllarına, giysilerin dikiş yerlerine, çamaşırların liflerine, kuvvetli yapışma özelliği gösteren salgılarıyla yapıştırırlar(Özcan, 1997:237; Saygı, 2002:193).

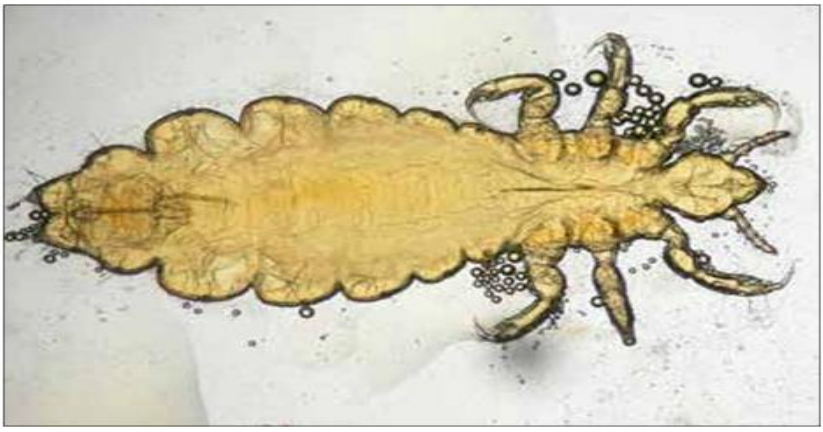
Zorunlu ektoparazit olan insan bitleri üç sınıfa ayrılmaktadır. Baş bitleri (*Pediculus humanus capitis*), vücut bitleri(*Pediculus humanus corporis)* ve pubis biti olan *Phthirus pubis*'tir. İnsanın bilinen en eski parazit türlerinden olan bitlerin insan vücudunun farklı bölgelerine yerleşmesiyle, konağın kan veya doku sıvılarını emmesi suretiyle pediculosis veya phthiriasis denilen enfestasyonlar oluşmaktadır. Kaynağı bitli insanlar olan bu enfestasyonlarda deride pek çok tepkilere neden olmaktadır. Bit sayısının fazla olması vücutta oluşan bu tepkilerle doğru orantılıdır. Bitlenmede bit sayısı değişebilmektedir, bu sayı 10-15 de olabilir, literatüre geçen 16 bin adet de olabilmektedir. Çevre ısısı ve beslenme dişi bitin yumurtlama sayısını etkilemektedir(Miman ve Saygı, 2018:292).

Açlığa karşı dayanıksız olan bitler kan emmediklerinde ve optimum sıcaklığın sağlanamadığı durumlarda hayatlarını devam ettiremezler, ancak ateşli hastalık taşıyan hastalarda veya ölüp vucudu soğuyan hastalarda konağı terk etmeyi iyi bilirler(Hippolito vd., 2001:107; Sim vd., 2003:60). Kasık bitleri, konak vücudundan ayrıldıktan sonra 24 saat içinde ölürler. Vücut bitleri ise herhangibir konağa ihtiyaç duymadan on güne kadar açlığa dayanarak yaşayabilmektedirler. Bitler bir günde 35-40 dakika kadar kan emdikten sonra doymaktadırlar ve 24 saat içinde 3-5 kez kan emebilirler. Bir dişi bit tek seferde en fazla 1.1 ml kan emebilmektedir. Bitler karanlığı severler bu durum onların tok olduğunu gösterir, tam tersi durumda yani aydınlığa yönelmeleri onların aç olduğunun göstergesidir. *P. h. corporis* ve *P. h. capitis* oldukça hareketlidirler 3.5 - 4 dakikada, bir metrenin üstünde mesafe katedebilirler. Bu sebeple *P. h. corporis* ve *P. h. capitis* sınıf ve sinema gibi kalabalık ortamlarda, sıkışık olan toplu taşıma araçlarında çok rahat bir biçimde kişiden kişiye geçebilmektedir. *P. h. pubis* ise 24 saat içinde sadece 10 cm kadar yer değişikliği yapabilir, hareket etmeyi pek sevmez(Hippolito vd., 2001:108; Mimouni vd., 2002:258). Bitler genellikle öldürücü olmayan paraziterdir ancak enfestasyonları uzun yıllar boyunca

devam edebilmektedir. Bitlenen kişide ve bulunduğu sosyal çevrede anksiyete ve olumsuz davranışlara, duygulanımlara yol açmaktadır. Toplumun sosyoekonomik durumunun iyi olmaması ve zayıf eğitim düzeyi nüfusun büyük çoğunluğunu etkilenmesini beraberinde getirebilmektedir(Yazar vd., 2016:206).

BİTLERİN MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Kanatsız olan bitlerin vucutları baş, göğüs ve karından yapılmış olup sırt, karın istikametinde basık şekilde yassılaşmış yapıdadır. Ağız kısımları delip-emici tiptedir. Baş kısmı köşeli-oval şekildedir ve başta gözler arasında bulunan beş parçadan oluşan bir çift anten duyu organı olarak görev yapmaktadır. Bitlerin sokucu hortum fark edilmez çünkü kullanılmadıkları, ihtiyaç duymadıkları zamanlarda delici ve sokucu kısımlar bir kese içerisine çekilmişlerdir. Göğüsleri kaynaşmış üç segmentten meydana gelmektedir ve buraya beş parçalı 3 çift bacak yapışmıştır. Tarsları eklemsiz olup çengel tarzında avının kıllarına veya elbiselerin liflerine kuvvetlice yapışmayı sağlayan bir pençe ile sonlanır(Mathieu ve Wilson,2000:2970; Özcan K, 1997).



Şekil 1: *P. h. capitis*'in dişisi(Karaaslan ve Yılmaz, 2015:29). (pdfs.semanticscholar.org)

Bitlerin yumurta, nimf ve erişkin dönemleri vardır. Halk arasında sirke denilen bit yumurtaları 0.6 - 0.8 mm boyunda ve 0.3 mm eninde, sarımsı beyaz renkte mat, söbemsi ve kapaklıdır. Yumurta içinden nimf çıkınca yarı şeffaf olmaktadır. Bu aşamada yumurta mikroskop ile incelendiğinde embriyoya ait göz ve kalp yapıları hatta kalp atışları dahi

gözlemlenebilmektedir. Nimflerin şekilleri erişkinlere benzer fakat daha küçüktür, bu haliyle çoğalamazlar çünkü dış genital organları yoktur(Unat vd., 1995:171; Miman ve Saygı, 2018:289).

Nimfler bir veya üç hafta içinde gelişirler ancak gelişebilmesi için sıcaklığın 30°C ve nem oaranının %70 olması gerekmektedir. Nimfler kanla beslenen parazitlerdendir, 24 saat içinde kan emmezlerse hayatları son bulur. Nimfler bir ya da iki hafta içinde erişkin bit olurlar bu süreçte üç kez gömlek değiştirirler(Burgess, 1995:271; Frankowski ve Weiner, 2002:640). Erişkin bitler sekiz veya on saat içinde çişftleşerek ikinci günden itibaren yumurtlayabilirler. Bitler yumurtaların saç tellerinin diplerine yakın kısımlara yapıştırır, saç uzadıkça yumurtalar da uç kısımlara doğru ilerlemiş olurlar. Sirke saçlarda bulunan kepekle benzer olduğu için çok kolay karıştırılabilmektedir(Samastı, 1993:88; Miman ve Saygı, 2018:289).

Bitler çok fazla konak özelliğine sahiptir. İnsan paraziti olan *P. h. capitis ve P. h. corporis*, seyrek olarak maymunlarda tespit edilmiştir, pubis biti olan *P. pubis* ise köpeklerde saptanmıştır(Unat vd., 1995:273).

İNSAN BİTLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

1.Pediculus humanus capitis

Baş biti olan *P. h. capitis ile* vucut biti olan *P. h. corporis,* bilim dünyasında uzun süre aynı türe ait varyeteler olarak kabul görmüş fakat günümüzde artık iki farklı tür olarak tanımlanmaktadır. Bu iki türün morfolojileri benzerlik gösterir. *P. capitis* erkekleri 1 - 1.5 mm uzunluğunda, dişileri ise 1.8 - 2 mm uzunluğa sahiptir. Vücudun kenar kısımları daha koyu olmak üzere boz rengi görünümündedir. Yumurtaları ise yaklaşık 0.6 mm boyutlarındadır. Dişi baş bitleri günde 4-5 yumurta olmak üzere ömürleri boyunca ortalama 150 kadar yumurta yumurtlayabilmektedir. *P. capitis*, başta okul çağındaki çocuklar olmak üzere her yaştaki insanda ve her sosyo-ekonomik koşuldaki görülebilir ayrıca zaman zaman epidemilere de yol açabilmektedir. Baş bitleri üzerine yapılan çalışmalarda bir bitin günde birkaç başı birden ziyaret edebildiği, saç taranması esnasında statik elektriklenme ile yaklaşık bir metre mesafeye kadar fırlayabildiği tespit edilmiştir. Bitlerin yayılmasında örülmüş, toplanmış ve kıvırcık saçlar serbest bırakılan saçlara oranla daha az etkilenmektedir. Saça temas eden şapka, eşarp, fırça, tarak, toka ve benzeri kişisel malzemelerin ortak kullanılmasıyla kişiler arasında bulaşma gerçekleşmektedir. (Chosidow, 2000:819).

Saç bitleri 3 - 6 saatlik aralıklarla kan emmek ve tükürüklerini enjekte etmek yoluyla beslenirler. *P. h. capitis* çocukluk döneminde en sık rastlanan paraziter enfestasyondur. *P. h. capitis* enfestasyonunun saçın uzunluğu veya kısalığıyla, şampuanlama, tarama veya fırçalama sıklığı ile doğrudan bir ilişkisi yoktur fakat kız çocuklarda, saça bit bulaştıktan sonra biti saçtan eradike etmek erkeklere göre iki kat daha zordur(Kliegman, 2016:1315). Baş bitlerinin sıçrama ve uçma yeteneği kısıtlı olmasına rağmen sakal ve bıyık gibi farklı yerleşimler gösterebilmektedirler(Unat vd.,1995:173; Nutanson vd., 2008:148).

Şekil 2: Saç teli üzerinde *P. h. capitis* nimfinin yumurtadan çıkış anı(Karaaslan ve Yılmaz, 2015:28). (pdfs.semanticscholar.org)

Okul dönemi küçük çocuklar arasında, kalabalık sınıflarda palto, mont, şapka ve atkı gibi kıyafetlerin ortak askı alanlarına asılması, enfekte tarak, fırça gibi malzemelerin ortak kullanılması yoluyla bulaşma gerçekleşmektedir. Bitlenme kız çocuklarda saçlarınınuzun olmasından dolayı sık görülmektedir. *P. h .capitis* sık olmak üzere oksipital ve temporal bölgedeki saçlı deriye adapte olurlar. Bitin kendisine, tükrük ve dışkısına karşı bitlenen kişilerde kaşıntı ve alerjik reaksiyonlar görülür ve oluşan sıyrıklardan ve kabuk tutan bölgelerden farklı bakterilerin neden olabildiği impetigo ve fronculit gibi sekonder enfeksiyonlu kontaminasyonlar ve lenfadenopati gelişebilmektedir(Yücel, 1993:93; Samastı,1993:88; Özcan, 1997:260).

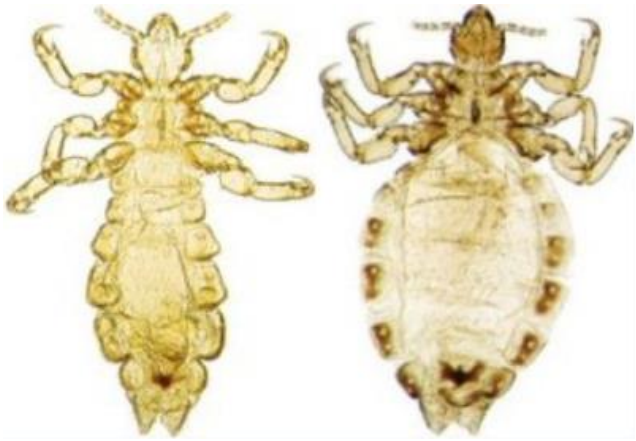
Bitlerin toplumda yayılmasının önüne geçmek için hastaların tespit edilip hemen tedaviye başlanması, bitlenen insanların ve onların eşyalarının kullanılmaması gerekmektedir(Saygı vd., 2002:193). Amerika'da yapılan bazı çalışmalarda bit enfestasyonların siyah ırktan olan çocuklarda diğer etnik kökenli çocuklara kıyas edildiğinde daha az görülmesi, siyahi çocukların oval şekilli saçlarının parazit yumurtalarının tutunması için elverişli olmaması sonucuna bağlanmıştır(Nutanson vd., 2008:148). Baş biti enfestasyonu bulunan kişiler, bu durumu ifade etmekte zorlandıkları ya da konuşmak istemedikleri hatta bitlenmiş olma fikrini reddettiklerinden dolayı,

geç müdaleye neden olurlar ve çok sayıda kişiye bulaştırarak salgınların kısa sürede tekrarlanmasına yolaçarlar(Koch vd., 2000:364; Hadfield, 2000:84).

2.Pediculus humanus corporis

İnsanın vücut biti olan *P. h. corporis* beyaz veya grimsi renkte olup erkek parazitler 2.3 - 3 mm iken dişi *P. h. corporis* bitleri 2 - 4 mm uzunluğunda olabilmektedir. Morfolojik olarak *P. h. capitis*'e benzer, vucudun üst yani göğüs kısmı ve arka uç kısmı dar, karın kısmı daha geniştir. Parazit yumurtalarının büyüklüğü 0.8 mm boyutlarındadır. İnsan vücudunda kıyafetlerin ve iç çamaşırların lifleri, dikişlieri arasında, kıyafetlerin kıvrım noktalarının yakın yerlerinde hayatlarını sürdürürler. İnsan vücudunda geçici olarak sadece kanla beslenmek amacıyla bulunur. Oldukça hareketli olan vücut bitinin hem erişkin hali hem de yumurtası *P. h. capitis*'inkinden büyüktür. *P. h. corporis* üç bit türünden ömrü en uzun olanıdır, kıyafetlerde bulunan bit yumurtaları bir aydan daha fazla canlılıklarını koruyabilmektedirler(Nutanson vd., 2008:148).

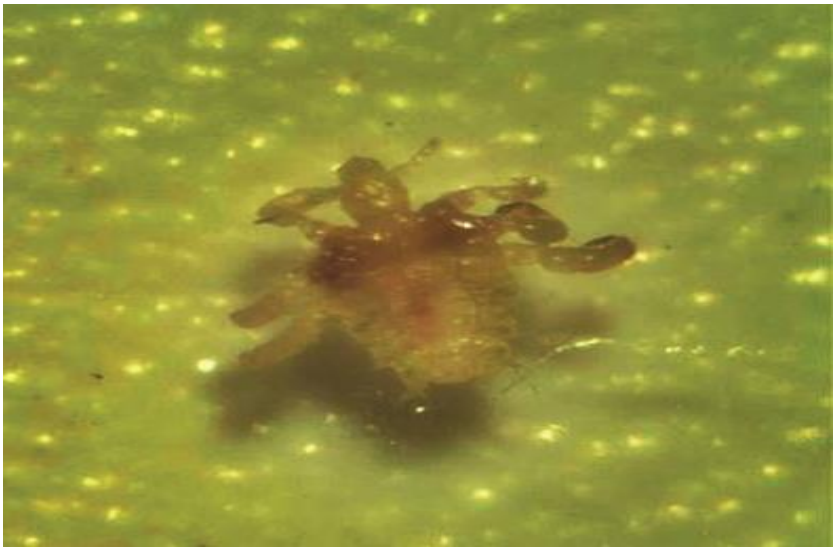
Yumurtalar erişkin *P. h. corporis tarafından* kıyafetlerin içindeki liflere, iplikciklere yapıştırılır ancak bu yumurtalar doğrudan vucuda yapışmamaktadır. Yumurtadan çıkan larvalar 24 saat içinde kanla beslenmezlerse ölürler. Vücut bitleri ömürleri boyunca ortalama 300 kadar yumurta yumurtlayabilmektedirler. Erişkin *P. h. corporis* ağız kısmında yer alan tükürük bezini konağın derisine saplayarak, fekal çıkartısını cilde bırakır ve tek gıdası olan insan kanı ile beslenir. *P. h. corporis*'in bulaşmasında yakın temas, ortak eşya kullanımı, hijyen eksikliğinin en fazla görüldüğü kalabalık ortamlardan özellikle hapishane, yurt, kışla, hastane, esir kampları gibi ortamlarda, savaş, doğal afet gibi durumlarda görülmektedir. Bulaşmada ulaşım araçlarının koltuklarının da etkili olduğu bildirilmiştir(Özcan, 1997:240; Kliegman, 2016:1315). *P. h. corporis* eller ve ayaklar hariç olmak üzere gövdede ve ekstremitelerde bulunabilirler(Lopez vd., 2003:365; Altınsoy vd., 2018:90). Vücut bitleri epidemik tifüs ve epidemik relapslarla meydana gelen ateş etmenli bazı hastalıklar için iyi tanımlanan taşıyıcı bir vektördür(Özsürekçi ve Kara, 2018:39).



Şekil 3: *P. h.Capitis*(Solda), *P.h. corporis* (sağda)(Travis, 2003:118). (https://www.sciencenewsforstudents.org/wpcontent/uploads/2019/11/a137_1288.jpg).

3.Phthirus pubis

Kasık biti olan *P. pubis* hem morfolojisiyle hem de yaşama şekliyle diğer iki türden daha farklıdır. Vücut yapıları diğer türlere göre daha kısa ve geniştir, erkek parazitler 0.8 - 1 mm, dişiler ise yaklaşık 1-1.5 mm uzunluğundadır. Göğüs ve karın genişliği birbirine eşittir. Karın segmentleri belirgin olmayıp yan kısımları tüylerle sonlanmaktadır. Kasık bitinin orta ve arka bacakları ön bacaklara göre daha fazla gelişmiştir. Tarsların ucunda bulunan pençeleri ise çok kuvvetlidir. *P. pubis* pençeleriyle perine bölgesindeki kıllara yapışmış bir şekilde adeta sabitliği hiç bozulmayacakmış gibi yaşamaya devam edebilmektedir. Kasık bitleri yaklaşık üç haftalık ömürleri boyunca günde üç adet olacak şekilde 50 - 60 civarında yumurta yumurtlayabilmektedir. Larvalar yumurtadan altı veya yedi günde çıkar ve hemen kan emmeye başlarlar. İki hafta içinde de cinsel olgunluğa varırlar(Budak ve Delibaş, 2007:843; Özcan, 1997:241).



Şekil 4: *Erişkin P.h. pubis*'in stereo microskoptaki görüntüsü(Beytur vd., 2011:161).

İnsanlarda cinselliğin aktif olduğu 15-40'lı yaş gruplarında daha sık görülmektedir. Kasık biti bulunan kişilerin yaklaşık olarak %34 'ünün klinik öyküsünde cinsel ilişki sonrası bulaşma olduğu ve başka hastalıklara da yatkınlık gösterdiği saptanmıştır. Klozet kullanımı, yatak takımları ve elbiselerden de kasık biti bulaşmaktadır(Samastı, 1993:89; Özcan, 1997:241). *P.h. pubis,* pubik bölge dışında vücut kıllarına, koltukaltı ve göğüs kıllarına, kaş ve kirpiklere kolay adaptasyon sağlayabileceği, saça, bıyık kıllarına ve deri üzerindeki kıllara ise nadiren yapıştıkları bildirilmiştir(Anderson ve Chaney, 2009:595; Oothuman vd., 2007:101). Tek bir seksüel kontaktla bile pubis bitine yakalanma şansı %95 olarak tespit edilmiştir(Kliegman, 2016:1315).

PEDİCULOSİS

İnsan bitlerinin neden olduğu hastalıklar pediculosis olarak adlandırılır ve her üç pedikülosis çeşidinde de temel semptom kaşıntıdır. Saç bitleri nonhijyenik bir belirteç veya enfeksiyonlara yol açan bir vektör olmanın dışında sosyal bir problemdir. Vücut bitleri genellikle kötü hijyen kaynaklıdır. Bazı hastalıklarda kişilerde pediculosis hiç semptom vermez, bazı semptomatik olgularda ise ekskoryasyon, impetigo, kaşımaya bağlı olarak gelişen sekonder piyodermi, ateş, konjunktivit, halsizlik ve kas ağrısı

görülebilir. Ağır enfeste olgularda ciltte sekonder bakteriyel enfeksiyonlar gelişebilir(Nutanson vd., 2008:159).

Bitlerin konağı ısırması sonucunda deride oluşturdukları küçük açıklıklara antikuagülan içeren tükürüklerini bırakırlar böylece kan pıhtılaşmaz ve istedikleri kadar kan emebilirler. Ayrıca tükürük içeriğinde bazı allerjen maddeler de olduğu için kişi hassasiyetine göre değişebilen kaşıntı, deri döküntüleri, vezikül oluşumlar, kızarıklık, hafif ateş, baş ağrısı ve yorgunluk gibi belirtiler görülebilmektedir. Vücut bitlerinin ısırıkları daha çok vücudun omuz, boyun, karın, bacakların iç kısmı, sırt bölgesi ve kalçalarda pembe nokta şeklinde olmaktadır(Raoult ve Roux, 1999:905; Hippolito vd., 2001:570; Mimouni vd., 2002:258). Baş bitinin oluşturduğu lezyonlar daha çok başta, ense kısmında küçük kırmızı tahriş olmuş noktalar şeklinde görülmektedir. Bu bölgeyi fazla kaşımaya bağlı olarak ikincil bakteryel enfeksiyonlar ve boyun kısmında lenfadenopati gelişebilmektedir ayrıca saçlı deride kızarıklık, ekzema, fronkülit oluşabilmektedir(Chosidow, 2000:815).

Vücut bitleri soktukları yerden tükürükleriyle, dışkılarıyla veya kaşınma esnasında bitin parçalanmasıyla konağın deri bütünlüğünün bozulduğu yerlerden vücuda girmesiyle bit tifüsü, bit dönek humması ve siper humması gibi hastalıkları bulaştırabilmektedirler(Unat vd., 1995;177). Kasık bitleri insandan kan emerek allerjik dermatite neden olabilirler. İnsan vücudunda karnın alt bölgesinde ve kalçaların birleştiği ara kısımda kalıcı olmayan mavi lekelenmeler oluştururlar. Kasık bitleri göz ve kirpik kaslarına yerleşirse durum ciddileşir kızarıklık, pürülan bir akıntı, kaşıntı gelişir, göz kapağına pudra dökülmüş gibi bir görüntü oluşur(Wendel ve Rompalo, 2002:149).

Şekil 5: Göz kapağı ve kirpiklerde dermoskopik inceleme ile görülen pediculosis(Güleç ve Elmas, 2019:68).

BİTLERDE VEKTÖRLÜK

İnsan bitleri bilhassa vücut bitleri, patojenik olan üç bakterinin vektörlüğünü yaparak insana bit tifüsünü, dönek hummasını ve siper hummasını bulaştırabilmektedir(Özcel vd., 2007:847).

1. Dönek humması

Borrelia recurrentis bilinen en eski bakterilerden olan bir spirokettir. *B. recurrentis* bakterisi taşıyan bitler insandan kan emme sırasında bitlerin orta bağırsağında yeralan bu spiroketler normal şartlarda sindirilir. Ancak sindirilemeyen spiroketler bir hafta sonra bitin vücudunda hastalık etkeni olarak bitin ömrü boyunca barınabilir. Bitler sokma yerinde ezilecek olursa spiroketler serbest kalır veya dışkı içindeki spiroketlerin sokma yerinden vücuda girmesiyle dönek humması bulaşmaktadır. Bu hastalığın Afrika'nın birçok ülkesinde ve Avrasya'da yaptığı büyük salgınlar tarihe geçmiştir. Günümüzde Etiyopya ve çevre ülkelerde hastalık hala görülmektedir(Rault ve Roux, 1999:910; Chosidow, 2000:759; Fournier vd., 2002:516).

2. Siper humması

Bartonella quintana, insanlarda kronik düzeyde seyreden lenfodenopatiye ve endokardite yol açan siper ateşinin etkenidir. *B. quintana,* bitin intestinal sisteminde, bağırsakların hem epitel hücrelerinde hemde epitel dışında üreyebilmektedir. Siper hummasında bulaşma bitin dışkısının veya ezilen bitin parçalarının bitin soktuğu yerden yada deridedeki diğer sıyrıklardan vücuda girmesiyle veya enfekte bitin yutulmasıyla mümkündür. Bitlerin oluşturduğu bu hastalığa beş gün humması da denmektedir. *B. quintana* enfeste olmuş insanlarda ateş başta olmak üzere endokardit, kronik bakteriyemi ve basiller anjiomatozise neden olabilir. Enfeste kişiler medikal tedavi ve bakıma ihtiyaç duyarlar. Fransa, Amerika ve Japonya'da özellikle evsiz bireyler üzerine yapılan çalışmalarda, *B.quintana*'ya karşı antikorların geliştiği gösterilmiştir(Unat vd., 1995:177; Bonilla vd., 2009:913).

3. Epidemik tifüs

Epidemik tifüs, lekeli tifüs veya bit tifüsü etkeni olarak bilinen *Rickettsia prowazekii* ise, bitin zedelediği deriye dışkısının veya ezilen vücut parçalarının sürülmesiyle bulaşmaktadır. Insan vücusunda kurumuş olan bit dışkısındaki riketsia, yaklaşık 60 güne kadar canlılığını koruyabilmektedir. Eğer kuruyan dışkı tozlaşıp havaya karışacak olursa bu toz parçalarının göze temas etmesi halinde konjoktivitlere, açık yaraya temas etmesi halinde ise hastalık etkeninin kişiye bulaşmasına yol açmaktadır. *R. prowazekii*, bitlerin intestinal sisteminde epitel hücrelerinde çoğalır ve her yeni hücreye saldırarak bitin ölmesine yol açar. Bit kan emdikten yedi gün sonra etken bitin dışkısında görülmeye başlar. Bitlerin antikor içeren tifüslü kanı emmesiyle sindirim sistemlerindeki enzimleri bu antikorları parçalar ve artık

hiçbir etkiye sahip olmaz(Yücel, 1993:96; Unat vd., 1995:177; Özcel vd., 2007:847). Tifüs hastalığı hem vücut biti hem de baş bitiyle bulaşabilir ancak büyük salgınlara neden olan bit türü *P. h. corporis*'tir. Brundi ve Rusya'da yaşanan salgınlar epidemik tüfüs için en iyi örneklerdir. Dünya çapında bu denli büyük salgınların görülmesinin nedeni uzun vadede sosyoekonomik dengesizlikle gelişen hijyen eksikliğidir(Raoult ve Roux, 1999:910; Chosidow, 2000:817; Fournier vd., 2002:518).

PEDİCULOSİSTE KLİNİK TANI VE TEDAVİ

Titiz klinik muayene, hastadan alınan dikkatli bir öykü ve dermoskopik inceleme ile hekim doğru tanıyı koyabilir(Özsürekçi ve Kara, 2018:41). Kesin tanının konması için bitlerin veya yumurtalarının görülmesi gerekmektedir. Saçta sirke görülmesi enfestasyonun eski olduğunu gösterir. Sirkeler saçtaki kepeğe benzediği için ayırt etmek önem arzetmektedir. Bunun için eğer saçta görülen bu beyaz pulcuklar saçtan kolay ayrılıyorsa kepek olarak kabul edilmektedir ancak saça yapışık ve güç ayrılabiliyorsa sirke olarak değerlendirilmektedir. Saç diplerinden milimetrelik uzaklıkta yer alan yumurtaların canlı olmadığı bilinmektedir. Wood lambası ile parazite bakıldığında sarı yeşil floresan veren noktacıklar şeklinde sirkeleri görmek mümkündür. Tanıyı kolaylaştıran bir diğer yöntem sık dişli tarakların kullanılmasıdır. Bu tarakla yapılan tarama işlemi temiz bir bez üzerine yapılmalıdır, bezin üzerine düşen, tarakta sıkışıp kalan bitlerin tespiti böylelikle daha kolay olmaktadır(Mazurek ve Lee, 2000:344; Dodd, 2001:1084; Miman ve Saygı, 2018:293).

Baş bitinin sebep olduğu bitlenmede tedavi topikal insektisitlerle özellikle permethrin kullanılarak yapılmaktadır. Ayrıca bit şampuanlarıyla yıkanan saçların eczanelerden temin edilebilen bitlenmeye karşı geliştirilen sık dişli taraklarala günde birkaç kez saçların ıslak taranması ve bu işlemin birkaç hafta devam etmesi gerekmektedir(Fournier, 2002:1517; Miman ve Saygı, 2018:293). Vücut bitlenmesinde ise hasta öncelikle iyice yıkandıktan sonra yeni elbise çamaşırlar giymelidir. Banyo öncesinde çıkardığı çamaşırların kaynatılarak veya çamşır makinesi kullanılarak yıkanması sonrasında ütülenmesi önerilmektedir Ütüleme işleminin yapılamadığı şartlarda elbiselerin üzerine serpilen %1'lik malathion veya %10'luk DDT'nin toz formları kullanılabilir. Kasık bitlenmesinde tedavi baş bitlenmesindeki tedaviyle benzerlik gösterir. Tedavide çamaşır, yatak takımlarının dezenfekte edilmesi esastır(Wendel ve Rompalo, 2002:149). Bit enfestasyonlarında toksik olmayan çay çiçeği yağı da tedavi amaçlı kullanılabilmektedir(Çağlar ve Yıldız, 2017:240).

SONUÇ

Sonuç olarak dünyada her toplum için bitlerle mücadele ciddi problem olmuştur. Özellikle baş biti enfestasyonu günümüz de dahi dünyada her lokasyonda önemini korumaktadır. Teknolojinin gelişmesiyle kirli kıyafet ve yatak takımlarının çamaşır makinelerinde düzenli yıkama imkanının artması, toplumda vücut bitinin görülme prevelansını büyük ölçüde azaltmıştır.Yapılan bu çalışmada insan bitlerinin toplum sağlığı üzerine etkileri ve korunmanın önemi vurgulanmıştır. Korunmada altın standart bitlenen bireylerin tespit edilip temas ettiği bireylerin de eş zamanlı tedaviye dahil edilmesidir. Bunun için sağlık elemanlarının önderliğinde okul, kurs, hapishane, kışla ve benzeri kurumlarda bireylerin, baş biti kontrollerinin düzenli yapılması, eğitim programlarının düzenlenmesi enfestasyon oranını düşüreceği muhakkaktır.

REFERANSLAR

Altınsoy F, Alver O, Doğanay S.(2018).A rarecase of blepharitis: Phthiriasis palpebrarum. *Turkiye Parazitol Derg*, 42:90-2

Anderson AL, Chaney E. (2009;) Pubic lice (Pthirus pubis): History, biology and treatment vs. Knowledge and beliefs of US Collge Students. *Int J Environ Res Public Health*, 6: 592-600.

Araújo A, Ferreira L.F, Guidon N, Maues N da Serra Freire, Reinhard K.J, Dittmar K.(2000).Ten Thousand Years of Head Lice Infection. *Parasitology Today*, vol. 16, no. 7, pp: 269.

Beytur A, Geçit İ, Karaman Ü, Şener S, Yakupoğulları Y, Karadan M, Karcı E.(2011). The Presence of the Pubic Louse Pthirus Pubis in Two Patients Complaining from Tick Infestation. *European Journal of General Medicine*, 8(2):160-2

Bonilla DL, Kabeya H, Henn J, Kramer VL, Kosoy MY. (2009). Bartonella quintana in Body Lice and Head Lice from Homeless Persons, San Francisco, California, USA. Emerg Infect Dis. 2009 Jun;15(6):912–915. doi: 10.3201/eid1506.090054

Budak S, Delibaş SB. (2007). *Pediculosus and Phthriasis*, Özcel MA Ed. Ozcel's Medical Parasitic Diseasis, Izmir, Meta Basim Matbaacilik, p.843-50.

Burgess I.(2003) How to advise a patient when over the counter products have failed. BMJ, 326: 1257.

Chosidow O.(2000). Scabies and pediculosis. Lancet. 355: 819-26.

Çağlar Ç, Yıldız A. (2017). Pitriyazis Palpebrarum Tedavisinde "Çay Çiçeği Yağı". *MN Oftalmoloji*. Aralık 2017. Cilt 24 Sayı 4. s:239-241.

Dood C. (2001) Treatment of head lice, BMJ,323:1084.

Fournier P, Ndihokubwayo J, Guidran J, Kelly PJ, Raoult D. (2002). Human Pathogens in body and head lice. *Emerg Infect Dis,* 8(12): 1515-1518.

Frankowski BL, Weiner LB.(2002). Head lice. *Pediatrics* 110(3): 638-643.

Fritsche TR.(2003). Arthropods of medical importance. Murray PR, Baron EJ, Pfaller MA et all. Manuel of Clinical Microbiology 8 th ed. Washington, pp:2061-2078

Güleç Aİ, Elmas ÖF.(2019). Pitriazis Palpebrarum Tanısında Dermoskopi. *Journal of Anatolian Medical Research(JAMER)*; 4(2)67-69.

Hadfield- Law L.(2000). Head lice for A&E Nurses. *Accid Emerg Nurs*, 8: 84-7.

Hipoolito RB, Mallorca FG, Zuniya- Macaaig ZO, Apalinario PC, Wheeler-Sherman J. (2001).Head lice infestation: single drug versus combination therapy with one percent permethrin and trimethoprim- sulfamethoxazole. *Pediatrics*, 107: 575.

Karaaslan S, Yılmaz H.(2015). *Pediculus humanus capitis*'in Yayılışı. *Turkiye Parazitol Dergisi*, 39: 27-32.

Kliegman RM, (ed.)(2016). Nelson Textbook of Pediatrics, 20th ed. Philadelphia: Saunders, p:1315.

Koch T, Brown M, Selim P, Isam C.(2000). Towards the eradication of head lice: Literature review and research agenda. J Clin Nurs, 10: 364-71

Lopez JSG, Garcia IL, Martinez JG.(2003). Phthiriasis palpebrarum: diagnosis and treatment. *Arch Soc Esp Oftalmol*. 78:365-74.

Mathieu, M. E., & Wilson, B. B. (2000). Lice (pediculosis). *Principles and practice of infectious diseases. 5th ed. Philadelphia: Churchill Livingstone*, 2972-4.

Mazurek CM, Lee NP. (2000). How to manage head lice, *West J Med*, 172: 342-345.

Miman Ö, Saygı G.(2018). Temel Tıbbi Parazitoloji. (*Bitler*). İstanbul Tıp Kitapevi. , (s:289-293).

Mimouni D, Ankol OE, Gdalevich M, Grotto I, Davidovitch N, Zangvil I.(2002). Seasonality trends of Pediculuosis capitis and Phthirus pubis in a young adult population: Follow-up of 20 years. *J Eur Acad Dermatol Venereol*, 16(3): 257-259.

Nutanson I, Steen CJ, Schwartz JA, Janniger CK.(2008). Pediculus humanus capitis: an update. *Acta Dermatoven APA*, 17 (4):147-54, 156-7, 159.

Oothuman P, Jeffery J, Abdullah MM, Firdaus A, Omar B.(2007). Four cases of pediculosis caused by Pthirus pubis Linneasus, 1758 (Diptera: Anoplura) from peninsular Malaysia. *Trop Biomed*, 24: 101-3.

Özcan K.(1997). *Bitler ve Parazitolojik önemi.* Parazitolojide Arthropod Hastalıklar ve Vektörleri (MA Özcel, N Daldal, ed) Türkiye Parazitol Derneği Yayın No:13. İzmir. s.235-264.

Özcel MA, Özbel Y, Ak M.(2007). Özcel'in Tıbbi Parazit Hastalıkları, Türkiye Parazitoloji Derneği Yayını, No:22, İzmir, s:843-850.

Özsürekçi Y, Kara A.(2018). Bit Enfestasyonları. *Klinik Tıp Pediatri Dergisi* Cilt: 10 Sayı: 3 Mayıs - Haziran 2018. s:38-43.

Raoult D, Roux V. (1999). The body louse as a vector of reemerging human disease. *Clin infect Dis*, 29(4): 888-911.

Samastı M.(1993). Bitler ve Bitlenme. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*. 17(2): 87-90.

Saygı G, Oğuztürk H, Akın Z.(2002). İki köy ilköğretim okulu öğrencilerinde Pediculus türlerinin araştırılması. *Türkiye Parazitoloji Dergisi,* 26(2):192-194.

Sim S, Lee I, Seo J, Im K, Shin MH, Young T.(2003). A survey on head lice infestation in Korea (2001) and the therapeutic efficacy of oral trimethoprim/ sufamethoxazole adding to lindane shampoo. *Korean J Parasitol*, 41(1): 57-61.

Travis, John. (2003). The naked truth? Lice hint at the recent origin of clothing. *ScienceNews*164(Aug.23):118.http://www.sciencenews.org/20030823/fob7.asp adresinden 15 Aralık 2025 tarihinde alınmıştır.
Unat EK, Yücel A, Altaş K, Samastı M.(1995). Unat'ın Tıp Parazitolojisi, İstanbul Üniv. Cerrahpaşa Tıp Fak. Vakfı Yayınları, Yayın No: 15, s: 170-182, İstanbul.
Yazar S, Kuk S, Minan Ö, Saygı G.(2016). Saygı'nın Temel Tıbbi Parazitolojisi, Erciyes Üniversitesi Yayını, Kayseri. s: 206.
Yücel A.(1993). Bitlerle bulaşan hastalıklar. *T Parazitol Derg*, 17 (2):91-99.
Wendel K, Rompalo A. (2002). Scabies and pediculosis pubis: An update of Treatment regimens and general review. *Clin Infect Dis (CID)*, 35: 146-151.
Zias J, Mumcuoglu KY. (1991). Pre-pottery Neolithic B head lice from Nahal Hemar cave, Vol 20, pp 167-168.
333db66273a4a675006ee9e8362e02c522f2 PDF (pdfs.semanticscholar.org)
https://www.sciencenewsforstudents.org/wpcontent/uploads/2019/11/a137_1288.jpg

Bisfenol A (BPA): Çevresel Yayılım, Toksikolojik Profil ve İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri

Ekin AYDIN[1]
Göksel ARLİ[2]

1- Öğr. Grv. Ekin AYDIN, Anadolu Üniversitesi, Yunus Emre Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Eczane Hizmetleri
ekin_aydin@anadolu.edu.tr, https://orcid.org/0009-0004-8766-9010
2- Prof. Dr. Göksel ARLİ, , Anadolu Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Analitik Kimya Anabilim Dalı, galtiokk@anadolu.edu.tr, https://orcid.org/0000-0003-2559-1196

GİRİŞ

1. Bisfenol A'nın tarihçesi ve kullanım alanlarının gelişimi

Bisfenol A (BPA), endüstride yaygın olarak kullanılan bir kimyasal bileşiktir ve ticari uygulamalarda genellikle 2,2-bis(4-hidroksifenil)propan kimyasal formu ile bulunmaktadır (Charitos et al., 2022) .BPA'nın ticari olarak elde edilmesi 1950'li yıllarda gerçekleşmiştir, dönem 1950'li yıllarda, polikarbonat (PC) plastiklerinin ve Epoksiz reçinelerin sentetik olarak üretilmesindeki ilk ve temel monomer olması nedeniyle BPA'nın önemi büyüktü (Charitos et al. 2022, Kawa, 2001, 2009 Vogel). Polikarbonatlar; dayanıklı olması, gıda ambalajlarında, içecek şişelerinde ve tıbbi malzemelerde darbe direncinin, yüksek ısılarda kararlılığının ve ani darbe karşısında direncinin yüksek olması gibi nedenlerden ötürü çok yaygın tüketim maddeleridir (Charitos et al. 2022, Mercea, 2009).

2. Modern yaşamda BPA maruziyetinin yaygınlığı

BPA, endüstriyel malzeme olarak yaygın uygulamaları olan en çok kullanılan kimyasallardandır (Vandenberg et al., 2010). BPA, gıda ürünleri (metal kutuların iç astarları, polikarbonat kaplar), içecekler gibi alev geciktiricilerin, yapıştırıcıların, inşaat malzemelerinin, elektronik aksamların, termal kağıt fişlerin, alev geciktiricilerin ve diğer günlük ürünlerin yapımında da bulunmaktadır (Charitos et al., 2022; Metz, 2016). Bu yaygınlık, BPA maruz kalma konusunda, dünya çapında olağanüstü epidemiyolojik araştırmalara katılan 95 kişinin 95'inde tespit edilmiştir (Vandenberg et al., 2010). BPA maruziyeti, ağız, cilt (dermal) ve soluma (inhalasyon) ile mümkündür (Kawa et al., 2021).

3. Derlemenin amacı ve kapsamı

Bu çalışma, BPA'nın (Bisfenol A) kimyasal yapısı, çevresel ve gıdadan kaynaklı maruziyet yolları, toksikolojik profili ve insan ve çevre sağlığına etkileri ile ilgili, mevcut olan bilimsellik ve mevzuata göre sistematik olarak çalışılan verileri incelemeyi hedeflemektedir.

BİSFENOL A'NIN KİMYASAL YAPISI VE ÖZELLİKLERİ

1. Moleküler yapı ve fizikokimyasal özellikler

BPA'nın IUPAC adı 2,2-Bis(4-hidroksifenil) propandır (Charitos et al., 2022). Molekül, iki fenolik halkanın bir merkez karbon atomuna bağlı iki metil grubuyla bağlanmasıyla oluşan bir difenil bileşiğidir (Kawa et al.,

2021). BPA, 25° C'de 120-300 mg/l düzeylerinde orta derecede yüksek su çözünürlüğüne sahip olup, düşük buhar basıncı (5.32x10-5 Pa) ile ortaya çıkmaktadır .Log Kow 2.2 ile 3.4 düzeylerinde ise su sistemlerinde orta derecede çözünürlük ile birlikte biyoakümülasyon potansiyelinin düşük olduğunu göstermektedir (TemaNord, 1996).

2. BPA'nın polikarbonat ve epoksi reçinelerde kullanım mekanizması

BPA, polikarbonat (PC) plastiklerin üretiminde temel monomerdir (Mercea, 2009). PC, BPA monomerlerinin fosgen gibi maddelerle yoğunlaştırılarak karbonat bağları (PC-O-CO-O-PC) oluşturulmasıyla elde edilir (Mercea, 2009). BPA'nın kullanıldığı diğer ana polimerler olan epoksi reçineler, BPA'nın epiklorhidrin ile reaksiyonu sonucu Bisphenol A diglisidil eter (BADGE) formunda üretilir (Muskopf & McCollister, 1987).

3. BPA'nın polimer matrixten gıda ve içeceklere geçiş dinamikleri

BPA'nın gıda ve içeceklere geçişi, *migrasyon* olarak adlandırılır ve iki temel mekanizma ile gerçekleşir: polimer matrisi içindeki *difüzyon* ve polimer yüzeyindeki karbonat ester bağlarının *hidrolizi* (Mercea, 2009). BPA migrasyonu, temas süresi, sıcaklık ve pH seviyesi gibi faktörlere bağlıdır (Priovolos & Samanidou, 2023). Özellikle alkali pH değerleri, PC (Polikarbonat) yüzeyinin hızlandırılmış hidrolizi nedeniyle serbest BPA'yı artırmaktadır (Mercea, 2009). Moleküler dinamik (MD) modelleme, polikarbonattan (PC) BPA salınımının, çözünür PC/BPA sistemi ve çözücünün nispeten küçük moleküler boyutuna son derece bağımlı olduğunu göstermiştir (Zhang et al.,2020). Örneğin, migration etanol çözeltisine suya ve palmitik asit'e göre daha kolay gerçekleşmektedir (Zhang et al., 2020).

MARUZİYET KAYNAKLARI

1. Gıda kaynaklı maruziyet (plastik ambalajlar, konserve kapak iç kaplamaları, su şişeleri)

BPA'ya birincil maruziyet kaynağı, gıda ve içecek tüketimidir (Charitos et al., 2022; Metz, 2016). BPA, konserve gıdaların metal kutu astarlarından, polikarbonat su şişelerinden (yeniden kullanılabilir şişeler) ve geçmişte kullanılan biberonlardan gıdalara sızabilir (Charitos et al., 2022; Vilarinho et al., 2019).

2. Termal kağıt fişleri ve mesleki maruziyet

Termal kağıtlar (yazar kasa, ATM ve kart fişleri), BPA'yı polimerleşmemiş, serbest formda renk geliştirici olarak içerir (Charitos et al., 2022; Biedermann et al., 2010; Vinas et al., 2012). Bu fişlerin elle tutulması, BPA'nın deriden emilmesine yol açan önemli bir dermal maruziyet kaynağıdır (Charitos et al., 2022; Reale et al., 2021). Kasiyerler gibi sık sık termal kağıtlarla temas eden meslek grupları, genel popülasyona göre daha yüksek dermal maruziyet riski altındadır (Frankowski et al., 2020; Semerjian et al., 2023; Ndaw et al., 2016). Dermal maruziyet yoluyla alınan BPA, karaciğerdeki ilk geçiş metabolizmasını atladığı için serbest (biyolojik olarak aktif) BPA'nın sistemik dolaşımda bulunmasına neden olabilir (Semerjian et al., 2023).

3. Evsel toz, içme suyu ve çevresel kontaminasyon

BPA, endüstriyel ve kentsel atık sular, tarımsal akıntılar ve atık bertarafı yoluyla çevreye salınan yaygın bir çevresel kirleticidir . Yüzey sularında ve yeraltı sularında bulunabilir (Charitos et al.,2022). Ayrıca, ev tozu, BPA içeren ürünlerin zamanla bozunması veya çevreden gelen kontaminasyon nedeniyle önemli bir maruziyet yolu olabilir (Charitos et al., 2022). Özellikle e-atık geri dönüşüm alanlarında, iç mekan tozu BPA ve analogları (BPF, BPS) açısından yüksek konsantrasyonlar göstermiştir (Pan et al., 2023).

4. Yenidoğan ve çocuk maruziyeti (biberonlar, mama kapları)

Bebekler ve küçük çocuklar, vücut ağırlığı başına düşen yüksek gıda alım oranları ve gelişmekte olan detoksifikasyon sistemleri nedeniyle BPA'nın zararlı etkilerine karşı en savunmasız gruptur (Rhie et al., 2014; Mikołajewska et al., 2015). BPA, plasentadan geçerek fetüse ulaşır ve amniyotik sıvı, göbek kordonu kanı ve anne sütünde tespit edilmiştir (Charitos et al., 2022; Kawa et al., 2021). Bebek biberonları ve mamalar, geçmişte ve günümüzde önemli maruziyet kaynaklarıdır. Biberonla beslenen bebeklerde serum BPA seviyeleri, anne sütüyle beslenenlere göre anlamlı ölçüde daha yüksektir (Rhie et al., 2014). Önleyici tedbir olarak, ABD'de 2012 yılından itibaren biberon ve alıştırma kaplarında BPA kullanımı yasaklanmıştır (Metz, 2016; Karahalil & Beronius, 2023).

BPA'NIN TOKSİKOLOJİK PROFİLİ

1. Endokrin bozucu etkiler

BPA, östrojenik aktivite sergileyen ve endokrin sistemin işlevini bozan bir kimyasaldır (Charitos et al., 2022). Hormon reseptörleri ve sinyal yollarıyla etkileşime girerek (Kawa et al., 2021), östrojen reseptörleri (ER α, β, GPR30) ve östrojenle ilişkili reseptör gama (ERR γ) gibi nükleer ve nükleer olmayan reseptörleri aktive edebilir veya androjen reseptörlerini (AR) bloke edebilir (Charitos et al., 2022; Kawa et al., 2021). BPA'nın hormonal sistemlerle kronik etkileşimi, hormonal, homeostatik ve üreme sistemlerinde bozulmalara neden olur (Charitos et al., 2022).

2. Üreme sağlığı üzerine etkiler

BPA kadın ve erkek üreme sağlığına da risk oluşturmaktadır. Kadınlarda, PCOS gibi endokrin bozukluklarla ilişkilendirilmektedir. BPA, GnRH pulsatilitesini artırarak LH'yi (Luteinizan Hormon) yükselti ve over androjen üretimini artırabilir (Kawa et al., 2021). Erkeklerde ise, BPA maruziyeti, Leydig hücrelerinde testosteron üretiminin azalması ile, düşük sperm motilitesi ve sayısı ile ilişkilendirilmiştir (Charitos 2022). Fetal BPA maruziyeti, hipospadias ve kriptorşidizm gibi anormal ürogenital sistemleri erkeklerde bu anormalliklerin oluşmasına katkıda bulunabilir (Charitos 2022).

3. Metabolik hastalıklarla ilişkisi (obezite, diyabet, insülin direnci)

BPA, lipid metabolizması ve pankreatik β-hücresi fonksiyonları üzerinde metabolik bozucu etkileri olan çevresel bir obezojendir (Charitos et al., 2022). Hayvan araştırmaları ve çapraz kesit epidemiyolojik çalışmalar, BPA'ya maruz kalmanın insülin direnci, Tip 2 diyabet ve obezite gelişimi ile ilişkili olduğunu önermektedir (Charitos et al., 2022). BPA, insülin salınımını değiştirerek ve pankreatik alfa hücrelerinde Ca 2+ sinyalini bozarak glukoz hemostazını etkiler (Charitos et al., 2022). Ayrıca, BPA'nın adipogenik gen ifadesi ve iltihaplanmayı teşvik etmesi nedeniyle obezite ile ilişkili olduğuna inanılmaktadır (Kawa et al.,., 2021).

4. Kardiyovasküler etkiler

Epidemiyolojik çalışmalar, idrar BPA konsantrasyonu ile koroner kalp hastalığı arasında anlamlı bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur (Melzer et al., 2010; Charitos et al., 2022). Hayvan modellerinde, BPA'ya maruziyet, kalp morfojenezini ve kardiyovasküler homeostazı etkileyen gen ekspresyon profillerinde değişikliklere neden olmuştur (Charitos et al., 2022).

5. Nörolojik ve davranışsal etkiler

BPA, nörogelişimsel ve nöropsikiyatrik bozukluklara yol açabilen bir endokrin bozucudur (Hyun & Ka, 2024). Prenatal veya perinatal BPA

maruziyeti, fare yavrularında hiperaktivite, anksiyete ve keşif/duygusal davranışlarda değişiklikler dahil olmak üzere davranışsal bozukluklarla ilişkilendirilmiştir (Palanza et al., 2008; Hyun & Ka, 2024). BPA, beyin gelişimini (nöron proliferasyonu, göçü ve sinaptik aktivite) bozarak, ASD ve ADHD gibi durumların potansiyel gelişimine katkıda bulunabilir (Hyun & Ka, 2024).

6. Kanserojen potansiyel

BPA, östrojen taklit edici özellikleriyle meme ve prostat kanseri gibi hormonla ilişkili kanserlerin potansiyel nedeni olarak incelenmiştir (Gao et al., 2015; Darbre, 2020). BPA'nın meme bezi karsinomu gelişimini tetiklediği hayvan modellerinde gözlemlenmiştir, ancak kanserojen potansiyeli hala tartışmalıdır (Charitos et al., 2022; Karahalil & Beronius, 2023).

7. Doz–yanıt ilişkisi ve düşük doz toksisitesi

BPA'nın toksisitesine ilişkin tartışmaların merkezinde, non-monotonik (ters U şeklinde) doz-yanıt ilişkisi sergileme potansiyeli yatmaktadır (Charitos et al., 2022; Vandenberg et al., 2012). Bu, düşük dozlarda (örneğin, 2.5 µg/kg/gün gibi) gözlemlenen etkilerin, daha yüksek dozlarda kaybolabileceği anlamına gelir (Vandenberg et al., 2019). Bu düşük doz etkileri, özellikle hassas gelişim dönemlerinde maruziyetin değerlendirilmesi açısından, mevcut düzenleyici güvenlik eşiklerine (TDI) meydan okumaktadır (Charitos et al., 2022).

BPA'NIN İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNE DAİR KLİNİK VE EPİDEMİYOLOJİK KANITLAR

5.1. Gözlemsel çalışmalar

Bunun yanı sıra, BPA düzeyleri ile ilişkili olarak, bu madde ile ilişkilendirilen ve idrarda belirlenen metabolitler ayrıca diyabet, obezite, kardiyovasküler hastalıklar, polikistik over sendromu ve üreme sağlığı için metabolik duruma işaret etmektedir. Çoğu zaman neden-sonuç ilişkileri söz konusu olduğunda, araştırmalar yapılandırma ile ilgili olduğundan dolayı veri, doğrudan ilişkili bir sonucu desteklememekte ve bu nedenle sonuçlar genellikle muhafazakar olacaktır (Charitos et al., 2022).

5.2. Klinik örnek çalışmaları (kan, idrar, süt ölçümleri)

BPA, idrar, kan, amniyotik sıvı, plasenta ve anne sütü dahil olmak üzere çoğu insan biyolojik örneğinde bulunmuştur (Charitos et al., 2022). BPA'nın çoğu, konjuge (inaktif) formda hızla atılmaktadır (Völkel et al., 2002) Şişe ile beslenen bebeklerde serum BPA düzeyleri üzerinde yapılan çalışmalar, anne sütü ile beslenen bebeklere göre anlamlı biçimde daha yüksek olduğunu belirtmektedir. (Rhie et al., 2014).

5.3. Hayvan deney verilerinin insan verileri ile karşılaştırılması

Sonuç olarak, BPA'nın, insanlarda hormonal ve metabolik sistemlerdeki etkisi, hayvansal veri tarafından döşenir; sonuç olarak, Burada, BPA, insanlık metabolizma oranlarının genellikle daha hızlı veya daha hafif toksikokinetikleri olan hayvan türlerinde düşük miktarda bazı alanlarda (sığır ve at, v.b) daha düşük bir konsantrasyonda düşmeye neden olacak bir ölçüde ölçeklenecektir; bu bilgiler genellikle insan tehlikesi için doğrudan in vitro / in silico risk değerlendirmesine gerek görülmez. Bu yaklaşımın burada uygulanması gerekip gerekmediği belirsizliğini korumaktadır. (Charitos et al., 2022; Gray et al., 2004).

5.4. Son meta-analiz ve sistematik derleme bulguları

Düzenlemeler BPA için tolere edilebilir günlük alım miktarı sürekli olarak yeniden değerlendiren birimlerdir. Bunlar, TDI'yi 50.4 µg/kg/gün'den 2 µg/kg/gün'e kadar düşürmüştür. Bununla birlikte, çoğu uluslararası birim, mevcut diyetle ilişkili maruz kalma tahminlerinin, yeni TDI ile ancak çok alt seviyede olduğunu akılda tutun ve herhangi bir risk teşkil etmediğini belirtmektedir. (Charitos et al., 2022; EFSA, 2015).

ÇEVRESEL YAYILIM VE EKOTOKSİSİTE

1. Atık yönetimi ve BPA'nın çevreye salınımı

BPA'nın çevreye ana salınım kaynakları arasında endüstriyel atık sular, arıtma tesisleri ve çöp sahalarından sızıntı yer alır (Charitos et al., 2022). Yüksek miktarda BPA atığı, özellikle e-atık geri dönüşüm atölyelerinden ve tarımsal akıntılardan gelmektedir (Charitos et al., 2022). Termal kağıt geri dönüşümü, çevrede önemli miktarda BPA salınımına yol açan bir diğer kaynaktır (BUA, 1997).

2. Su ekosistemlerindeki dağılımı

BPA, su sistemlerinde öncelikli olarak suda çözünmüş halde bulunur, ancak orta düzeydeki log Kow değeri nedeniyle askıda katı maddelere ve sedimanlara da adsorbe olabilir (TemaNord, 1996). Sucul sistemlerde ana dağılım yolu sudur (TemaNord, 1996). Atık su arıtma tesislerinde BPA'nın yüksek düzeyde (örneğin %99.7) uzaklaştırıldığı görülmüştür (Furun et al., 1990).

3. Biyobirikim ve ekosistem sağlığına etkileri

BPA, akuatik organizmalar için akut olarak orta derecede toksiktir (TemaNord, 1996). Kronik maruziyette, BPA'nın balıklarda (Medaka) ve amfibilerde (Xenopus laevis) hormonal sistemleri bozduğu ve çok düşük konsantrasyonlarda (örneğin 0.0023 mg/L) cinsiyet oranında bozulmalara yol açtığı gözlemlenmiştir . Bu, BPA'nın endokrin bozucu etkileri yoluyla ekosistem sağlığına yönelik ciddi riskleri olduğunu göstermektedir (Charitos et al., 2022).

4. Mikroplastik–BPA etkileşimi

BPA'nın kendisi, polikarbonat gibi plastiklerin bir monomeri olduğu için (Charitos et al., 2022), plastik atıkların çevresel kontaminasyonunda temel rol oynar. Plastik bileşenlerinin zararlılığı konusundaki endişeler, insan plasentasında mikroplastiklerin tespit edilmesiyle de güçlenmiştir (Ragusa et al., 2021).

PA'NIN YERİNE KULLANILAN ALTERNATİFLER VE RİSK DEĞERLENDİRMESİ

1. BPS, BPF ve diğer analog bileşikler

BPA'nın kısıtlanması ve yasaklanmasının ardından, BPS (Bisfenol S) ve BPF (Bisfenol F) gibi bisfenol analoglarının üretimi ve kullanımı artmıştır (Pan et al., 2023). BPF'nin yıllık üretim hacminin 1.000–10.000 ton, BPS'nin ise 10.000–100.000 ton düzeylerine ulaşabileceği tahmin edilmektedir (Pan et al., 2023). Bu alternatifler, elektronik cihazlar, gıda ambalajları ve diş dolgu malzemeleri gibi günlük ürünlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Yapılan araştırmalar, BPS, BPF ve BPAF gibi analogların iç mekan tozunda da bulunduğunu göstermektedir (Pan et al., 2023). Ayrıca, termal kağıtlarda BPA'nın yeni bir türevi olan BPSIP (4-hidroksifenil 4-izoprooksifenilsülfon) tespit edilmiştir (Pan et al., 2023; Lee et al., 2018).

2. “BPA-free” ürünlerde güvenlik tartışmaları

BPA alternatiflerinin başlangıçta BPA'dan daha düşük toksisiteye sahip olduğu varsayılmasına rağmen (Pan et al., 2023), yakın tarihli çalışmalar bu bileşiklerin BPA'ya benzer veya hatta daha güçlü zararlı etkiler gösterebileceğini ortaya koymuştur (Pan et al., 2023). Bu durum, "BPA içermeyen" etiketli ürünlerin tüketici sağlığı açısından her zaman daha güvenli olduğu varsayımını tartışmalı hale getirmektedir (Pan et al., 2023). Örneğin, BPSIP'nin, BPA ile benzer östrojenik potansiyele ve potansiyel olarak daha yüksek üreme toksisitesine sahip olduğu bildirilmiştir (Pan et al., 2023; Lee et al., 2018). E-atık geri dönüşüm atölyesi tozunda tespit edilen BPA ve BPF seviyeleri, yerel ve kentsel ev tozundaki seviyelerden önemli ölçüde yüksektir (Pan et al., 2023).

3. Alternatiflerin toksikolojik karşılaştırması

BPF'nin toksikolojik profilinin, yapısal ve fiziko-kimyasal benzerliği nedeniyle BPA'nınkine benzer olabileceği tahmin edilmektedir (Wiklund & Beronius, 2022). Yapılan bir in vitro çalışmada, BPS ve BPF'nin insan sperm hücreleri üzerinde nötr bir etki gösterdiği ve bu analogların sperm biyolojisi açısından BPA'ya göre daha güvenli alternatifler olduğu sonucuna varılmıştır (Castellini et al., 2021). Ancak, hayvan çalışmaları, BPF'nin östrojen reseptörü (ER) aktivasyonu ve androjen reseptörü (AR) inhibisyonu gibi EAS-aracılı endokrin aktivite mekanizmalarını etkilediğini göstermiştir (Wiklund & Beronius, 2022). Ayrıca, BPA ve BPS'nin düşük dozlarda yumurtalık kanseri hücrelerinin kök hücre karakterini teşvik ettiği gösterilmiştir (Yuan et al., 2023).

BPA MARUZİYETİNİ AZALTMA VE KORUNMA YÖNTEMLERİ

1. Gıda temaslı ürünlerde güvenli seçim stratejileri

Tüketicilerin BPA maruziyetini azaltmak için alabileceği önemli önlemler bulunmaktadır (Metz, 2016). Gıda ile temas eden plastik kaplarda genellikle geri dönüşüm kodları 3 (PVC) veya 7 (Diğer/Polikarbonat) bulunanlardan kaçınılması tavsiye edilir (Metz, 2016). Tüketiciler, BPA'nın kutu iç astarlarından yiyeceklere geçebileceği konserve gıdalardan (metal kutu astarları) da kaçınabilirler (Metz, 2016).

2. Plastiklerin doğru kullanımı ve sıcaklık etkisi

Sıcaklık ve asitli veya alkali koşullar, BPA'nın polikarbonat malzemelerden sızmasını hızlandıran ana faktörlerdir (Mercea, 2009). Bu

nedenle, plastik kaplarda sıcak veya kaynar sıvıların saklanmasından, ısıtılmasından veya tüketilmesinden kaçınılması önerilmektedir (Metz, 2016). Ayrıca, çizilmiş veya yıpranmış polikarbonat biberonların ve kapların atılması gerekir (Metz, 2016).

3. Termal fişlerden kaçınma ve mesleki korunma

Termal kağıt fişleri, BPA'yı serbest (polimerleşmemiş) formda içerdiği için dermal maruziyetin önemli bir kaynağıdır (Charitos et al., 2022). Dermal yolla maruz kalan BPA, karaciğerdeki ilk geçiş metabolizmasını atladığı için biyolojik olarak aktif formda sistemik dolaşıma girebilir (Semerjian et al., 2023). El dezenfektanları veya losyonlar, BPA'nın dermal emilimini 100 kata kadar artırabildiği için (Semerjian et al., 2023; Biedermann et al., 2010), eldiven kullanılması ve fişlerle temastan sonra ellerin yıkanması önerilir (Semerjian et al., 2023; Metz, 2016).

4. Bebekler ve çocuklar için özel önlemler

Bebekler ve küçük çocuklar, olgunlaşmamış detoksifikasyon sistemleri nedeniyle BPA'nın etkilerine karşı daha hassastır . Mümkünse ilk 12 ay anne sütüyle beslenmeyi içeren korunma önlemleri önerilir (Metz, 2016). Biberonla beslenen bebeklerde serum BPA seviyeleri, anne sütüyle beslenenlere göre anlamlı ölçüde daha yüksektir (Rhie et al., 2014).

5. Tüketici bilincinin artırılması

Halk sağlığı açısından kritik olan BPA maruziyetini sınırlamak için, genel halk ve mesleki olarak maruz kalanlar için eğitim ve farkındalık çalışmalarının önemi vurgulanmıştır (Metz, 2016).

GELECEĞE YÖNELİK PERSPEKTİFLER

1. Yeni nesil polimerlerin geliştirilmesi

BPA'nın kısıtlanmasıyla birlikte, polieter sülfon (PES), polipropilen (PP), silikon ve yeni ko-polyester polimerler gibi BPA içermeyen alternatif malzemeler piyasaya sürülmüştür . Ancak, bu yeni nesil polimerlerin geliştirilmesi, yerlerine geçen BPA analoglarının toksikolojik profillerinin iyi anlaşılmasını gerektirmektedir. Aksi takdirde, bir EB kimyasalının bir diğeriyle değiştirilmesi riski mevcuttur (Wiklund & Beronius, 2022).

2. BPA ölçümünde analitik teknolojiler (LC-MS/MS, ELISA, sensörler)

BPA ve analoglarının eser seviyelerde belirlenmesi için duyarlı, basit, hızlı ve çevre dostu yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır (Priovolos & Samanidou, 2023). Sıvı kromatografisi-tandem kütle spektrometrisi (LC-MS/MS), yüksek hassasiyeti ve seçiciliği sayesinde BPA ve analoglarının belirlenmesinde en yaygın kullanılan teknik olarak öne çıkmaktadır (Yang et al., 2024; Priovolos & Samanidou, 2023). Yeni analitik araçlar arasında, manyetik katı faz ekstraksiyonu (MSPE) ve kovalent organik çerçeveler (COF) gibi yeni yaklaşımlar, karmaşık matrislerde BPA analizini hızlandırmada potansiyel göstermiştir (Yang et al., 2024).

3. Veri boşlukları ve araştırma gereksinimleri

BPA'nın toksikolojisi, metabolizması ve çevresel akıbeti hakkında hala birçok cevapsız soru bulunmaktadır (Charitos et al., 2022). Özellikle, BPA alternatiflerinin (BPS, BPF, BPSIP) toksikolojik profilleri, üreme ve nörolojik etkileri dahil olmak üzere daha fazla araştırılmalıdır (Pan et al., 2023; Wiklund & Beronius, 2022). Non-monotonik doz-yanıt ilişkileri ve hassas gelişim dönemlerinde maruziyetin sonuçları gibi tartışmalı düşük doz etkileri, gelecekteki toksikoloji testlerinin yeniden değerlendirilmesini gerektirmektedir (Charitos et al., 2022). Halk sağlığı risk değerlendirmesi yapılırken, BPA maruziyetinin birden fazla kaynaktan (diyet, termal kağıt, çevresel kontaminasyon) gelen kümülatif etkileri dikkate alınmalıdır (Pan et al., 2023).

4. Halk sağlığı Politikaları için öneriler

Halk sağlığı politikaları, BPA maruziyetini azaltmak için ihtiyatlı bir yaklaşım sergilemelidir (Karahalil & Beronius, 2023). EFSA'nın 2021 taslak görüşünde önerilen çok düşük TDI değerinin, BPA'nın düşük doz etkilerini ele alma niyetini yansıttığı için, bu tür verilerin risk değerlendirmelerine dahil edilmesi gereklidir (Charitos et al., 2022).

SONUÇ

1. Genel değerlendirme

Bisfenol A (BPA), endokrin bozucu özellikleri nedeniyle küresel bir endişe kaynağı olmayı sürdürmektedir (Charitos et al., 2022). Hormon reseptörleri ve sinyal yollarıyla etkileşime girerek (Kawa et al., 2021), insan popülasyonunda neredeyse evrensel bir maruziyete yol açmıştır (Vandenberg et al., 2010). Düşük dozlarda maruziyetin hormonal, metabolik ve nörolojik

sistemler üzerindeki potansiyel etkilerine dair bilimsel tartışmalar, mevcut düzenleyici güvenlik eşiklerine meydan okumaktadır (Charitos et al., 2022).

2. BPA maruziyeti ve korunma yaklaşımlarının önemi

İnsan sağlığına yönelik potansiyel riskler göz önüne alındığında, BPA maruziyetini, özellikle prenatal ve yenidoğan gibi gelişim dönemlerinde, azaltma çabaları hayati önem taşımaktadır (Hyun & Ka, 2024; Mikołajewska et al., 2015). Gıda (plastik ambalajlar ve konserve astarları) ve dermal temas (termal kağıt fişleri) birincil maruziyet yollarıdır (Charitos et al., 2022; Metz, 2016).

3. Politika ve toplum düzeyinde yapılması gerekenler

BPA ve analoglarının neden olduğu zorlukların üstesinden gelmek için ulusal ve uluslararası düzeyde güçlü politikaların uygulanması gerekmektedir (Wiklund & Beronius, 2022). Bu, BPA'nın yanı sıra alternatif maddelerin güvenliklerinin de kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesini içermelidir (Wiklund & Beronius, 2022). Tüketicilerin bilinçlendirilmesi, güvenli ürün seçiminde ve plastiklerin doğru kullanımında etkili bir rol oynar (Metz, 2016).

REFERANSLAR

Biedermann, S., Tschudin, P., & Grob, K. (2010). Transfer of bisphenol A from thermal printer paper to the skin. *Analytical and Bioanalytical Chemistry, 398*(1), 571–576.

BUA (Beratergremium für umweltrelevante Altstoffe). (1997). *Bisphenol A, BUA-Stoffbericht 203*. Gesellschaft Deutscher Chemiker.

Castellini, C., Di Giammarco, N., D'Andrea, S., et al. (2021). Effects of bisphenol S and bisphenol F on human spermatozoa: An in vitro study. *Reproductive Toxicology, 103*, 58–63.

Charitos, I. A., Topi, S., Gagliano-Candela, R., De Nitto, E., Polimeno, L., Montagnani, M., & Santacroce, L. (2022). The toxic effects of endocrine disrupting chemicals (EDCs) on gut microbiota: Bisphenol A (BPA) a review. *Endocrine, Metabolic & Immune Disorders – Drug Targets, 22*(7), 716–727.

Darbre, P. D. (2020). Chemical components of plastics as endocrine disruptors: Overview and commentary. *Birth Defects Research, 112*(17), 1300–1307.

EFSA Panel on Food Contact Materials, Enzymes, Flavourings and Processing Aids (CEF). (2015). Scientific opinion on the risks to public health related to the presence of bisphenol A (BPA) in foodstuffs: Executive summary. *EFSA Journal, 13*(1), 3978.

Frankowski, R., Zgoła-Grzeskowiak, A., Grzeskowiak, T., & Sojka, K. (2020). The presence of bisphenol A in thermal paper in the face of changing European regulations—A comparative global research. *Environmental Pollution, 265*, 115028.
Gao, H., Yang, B. J., Li, N., Feng, L. M., Shi, X. Y., Zhao, W. H., & Liu, S. J. (2015). Bisphenol A and hormone-associated cancers: Current progress and perspectives. *Medicine, 94*(1), e211.
Gray, G. M., Cohen, J. T., Cunha, G., Hughes, C., McConnell, E. E., Rhomberg, L., Sipes, I. G., & Mattison, D. (2004). Weight of the evidence evaluation of low-dose reproductive and developmental effects of bisphenol A. *Human and Ecological Risk Assessment, 10*(5), 875–921.
Hyun, S.-A., & Ka, M. (2024). Bisphenol A (BPA) and neurological disorders: An overview. *International Journal of Biochemistry and Cell Biology, 173*, 106614.
Karahalil, B., & Kordbacheh, H. (2023). Systematic review on safety of bisphenol A: From invention to the present. *Eurasian Journal of Toxicology, 5*(2), 37–43.
Kawa, I. A., Masood, A., Fatima, Q., Mir, S. A., Jeelani, H., Manzoor, S., & Rashid, F. (2021). Endocrine disrupting chemical bisphenol A and its potential effects on female health. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews, 15*(4), 803–811.
Lee, I., Kim, S., Kim, K. T., Kim, S., Park, S., Lee, H., Jeong, Y., Lim, J. E., Moon, H. B., & Choi, K. (2018). Bisphenol A exposure through receipt handling and its association with insulin resistance among female cashiers. *Environment International, 117*, 268–275.
Melzer, D., Rice, N. E., Lewis, C., Henley, W. E., & Galloway, T. S. (2010). Association of urinary bisphenol A concentration with heart disease: Evidence from NHANES 2003/06. *PLoS ONE, 5*(1), e8673.
Mercea, P. (2009). Physicochemical processes involved in migration of bisphenol A from polycarbonate. *Journal of Applied Polymer Science, 112*(2), 579–593.
Metz, C. M. (2016). Bisphenol A: Understanding the controversy. *Workplace Health & Safety, 64*(1), 28–36.
Mikołajewska, K., Stragierowicz, J., & Gromadzińska, J. (2015). Bisphenol A—Application, sources of exposure and potential risks in infants, children and pregnant women. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health, 28*(2), 209–241.
Ndaw, S., Remy, A., Jargot, D., & Robert, A. (2016). Occupational exposure of cashiers to bisphenol A via thermal paper: Urinary biomonitoring study. *International Archives of Occupational and Environmental Health, 89*(6), 935–946.
Nordic Council of Ministers. (1996). *Chemicals with estrogen-like effects* (TemaNord 1996:580).
Palanza, P., Gioiosa, L., vom Saal, F. S., & Parmigiani, S. (2008). Effects of developmental exposure to bisphenol A on brain and behavior in mice. *Environmental Research, 108*(2), 150–157.
Pan, Y., Xie, R., Wei, X., Li, A. J., & Zeng, L. (2023). Bisphenol and analogues in indoor dust from e-waste recycling sites, neighboring residential homes, and urban residential homes: Implications for human exposure. *Science of the Total Environment, 907*, 168012.
Priovolos, I., & Samanidou, V. (2023). Bisphenol A and its analogs migrated from contact materials into food and beverages: An updated review in sample preparation approaches. *Journal of Separation Science, 46*(23), 2300081.

Ragusa, A., Svelato, A., Santacroce, C., Catalano, P., Notarstefano, V., Carnevali, O., Papa, F., Rongioletti, M. C. A., Baiocco, F., Draghi, S., D'Amore, E., Rinaldo, D., Matta, M., & Giorgini, E. (2021). Plasticenta: First evidence of microplastics in human placenta. *Environment International, 146*, 106274.
Reale, E., Vernez, D., & Hopf, N. B. (2021). Skin absorption of bisphenol A and its alternatives in thermal paper. *Annals of Work Exposures and Health, 65*(2), 206–218.
Rhie, Y.-J., Nam, H.-K., Oh, Y. J., Kim, H.-S., & Lee, K.-H. (2014). Influence of bottle-feeding on serum bisphenol A levels in infants. *Journal of Korean Medical Science, 29*(2), 261–264.
Semerjian, L., Alawadhi, N., & Nazer, K. (2023). Detection of bisphenol A in thermal paper receipts and assessment of human exposure: A case study from Sharjah, United Arab Emirates. *PLoS ONE, 18*(3), e0283675.
Vandenberg, L. N., Hunt, P. A., & Gore, A. C. (2019). Endocrine disruptors and the future of toxicology testing—Lessons from CLARITY–BPA. *Nature Reviews Endocrinology, 15*(4), 232–241.
Vilarinho, F., Sendón, R., van der Kellen, A., Vaz, M. F., & Silva, A. S. (2019). Bisphenol A in food as a result of its migration from food packaging. *Trends in Food Science & Technology, 91*, 33–65.
Vinas, P., López-García, I., Campillo, N., Rivas, R. E., & Hernández-Córdoba, M. (2012). Ultrasound-assisted emulsification microextraction coupled with gas chromatography–mass spectrometry using the Taguchi design method for bisphenol migration studies from thermal printer paper, toys and baby utensils. *Analytical and Bioanalytical Chemistry, 404*(3), 671–678.
Vogel, S. A. (2008). *The politics of plastics: The economic, political and scientific history of bisphenol A* (Doctoral dissertation, Columbia University). ProQuest LLC.
Völkel, W., Colnot, T., Csanády, G. A., Filser, J. G., & Dekant, W. (2002). Metabolism and kinetics of bisphenol A in humans at low doses following oral administration. *Chemical Research in Toxicology, 15*(10), 1281–1287.
Wiklund, L., & Beronius, A. (2022). Systematic evaluation of the evidence for identification of endocrine disrupting properties of bisphenol F. *Toxicology, 476*, 153255.
Yuan, X., Chen, K., Zheng, F., Xu, S., Li, Y., Wang, Y., Ni, H., Wang, F., Cui, Z., Qin, Y., Xia, D., & Wu, Y. (2023). Low-dose BPA and its substitute BPS promote ovarian cancer cell stemness via a non-canonical PINK1/p53 mitophagic signaling. *Journal of Hazardous Materials, 452*, 131288.
Zhang, Y., Li, J., & Yan, Y. (2020). Molecular dynamics study of the migration of bisphenol A from polycarbonate into food simulants. *Chemical Physics Letters, 741*, 137125.

Veteriner Anestezide Opioidsiz Anestezi

Eyüp Tolga AKYOL[1]

1- Dr. Öğr. Üyesi; Balıkesir Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı.
etakyol@gmail.com ORCID No: 0000-0002-9775-7557

ÖZET

Veteriner anesteziyoloji ve analjezi uygulamaları, uzun yıllar boyunca opioidlerin güçlü etkilerine dayalı protokolleri standart olarak kabul etmiştir. Ancak son yıllarda, özellikle Amerika Birleşik Devletleri merkezli olarak gelişen ve küresel bir halk sağlığı sorununa dönüşen opioid krizi, veteriner hekimliği de etkilemiştir. Bu kriz, ilaçlara erişim zorlukları, yasal kısıtlamalar ve veteriner kliniklerinin yasa dışı temin noktası olarak kullanılması gibi ciddi sorunları beraberinde getirmiştir. Bununla birlikte, opioidlerin solunum depresyonu, bradikardi, gastrointestinal motilite bozuklukları, opioid kaynaklı hiperaljezi ve özellikle onkolojik hastalarda risk oluşturan immünosüpresyon gibi fizyolojik yan etkileri, hasta güvenliği açısından alternatif yaklaşımları zorunlu kılmıştır.

Opioid krizinin veteriner hekimliğe yansımalarını ve opioidlerin fizyolojik yükünü irdeleyerek, güncel bir yaklaşım olan opioidsiz anestezi (OFA) stratejileri, opioid kullanımını ortadan kaldıran ve sinerjik etki yaratan multimodal analjezi prensibine dayanır. Bu protokollerde; merkezi duyarlılığı ve hiperaljeziyi önleyen NMDA reseptör antagonisti ketamin; anti-enflamatuar, prokinetik ve analjezik özellikleriyle sistemik lidokain infüzyonu; ve güçlü sedatif etkileriyle sempatik yanıtı baskılayan deksmedetomidin gibi alfa-2 agonistler temel rol oynamaktadır. Ayrıca magnezyum sülfat, gabapentinoidler ve NSAİİ'ler gibi ajanlar, nosisepsiyon yollarını farklı mekanizmalarla bloke ederek cerrahi stres yanıtını modüle eder. Sonuç olarak opioidsiz anestezi; hem halk sağlığı risklerini minimize etmek hem de hastalarda opioidlere bağlı komplikasyonları önleyerek daha konforlu bir iyileşme süreci sağlamak adına, modern veteriner anestezisinde bilimsel ve güvenilir bir alternatif olarak öne çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler – Opioid, Opioid Krizi, Anestezi, Analjezi, Veteriner.

GİRİŞ

Veteriner anestezi ve analjezi alanları, tıbbi teknolojideki ilerlemeler, kanıta dayalı hasta bakım kılavuzlarının geliştirilmesi ve hayvanların değişen rolleri nedeniyle sürekli bir evrim içindedir. Ağrı yönetimi; amnezi, antinosiseptör etki, kas gevşemesi ve otonom reflekslerin değişimi gibi anestezi durumunun farklı bileşenlerine çeşitli derecelerde katkıda bulunan birden fazla ilaç ve tekniğin eş zamanlı kullanılmasıyla sağlanan dengeli anestezi kavramına dayanır (Tranquilli vd., 2024:3).

Opioid analjezikler, etkinlikleri ve tersine çevrilebilirliğe sahip olmaları nedeniyle, uzun bir süredir en güvenilir ve etkili analjezi araçları olarak kabul edilmektedir. Cerrahi öncesi analjezi ve sedasyon sağlamak amacıyla genel anestezi gerektiren çoğu operatif prosedürden önce premedikasyon olarak yaygın şekilde uygulanırlar. Ancak, bu ilaçların ciddi

kardiyovasküler etkileri ve son derece bağımlılık yapıcı doğası, yaygın uygulamalarını sınırlamıştır (Rabbani vd., 2023:61).

Amerika Birleşik Devletleri (ABD) başta olmak üzere Kuzey Amerika'yı saran opioid kötüye kullanımı ve aşırı doz ölümleri krizi, reçeteli opioidlerin yol açtığı ciddi bir halk sağlığı sorunudur (Russell vd., 2018:1; Saloner vd., 2018:24). Bu kriz, yeni ağrı tedavilerinin geliştirilmesine yönelik bir ilgi doğurmuştur (Negus, 2018:324; Volkow ve Blanco, 2021:218). Ortaya çıkan bu kriz, veteriner hekimliği de etkilemiş, hem veteriner hastaların tedaviye erişimini zorlaştırmış hem de veteriner kliniklerinin opioidlerin yasa dışı kaynakları arasına girmesine neden olmuştur (Russell vd., 2018:1).

OPİOİD KRİZİ VE VETERİNER HEKİMLİĞİ

ABD'de, aşırı doz ölümlerinin sayısı beş kat artmış ve 2016'da 42.000 ölümün nedeni opioidler olmuştur (Saloner vd., 2018:24). 2015 yılında, 30.000'den fazla kişi opioid ilaçlardan aşırı doz nedeniyle ölmüştür (Weiner vd., 2017:678). Aşırı doz ölümleri, ilk kez genel yaşam beklentisinin düşmesine neden olan, kazara ölümlerin en yaygın nedeni haline gelmiştir.

Opioid krizinin ortaya çıkışında üç ana faktör rol oynamıştır: hekimlerin acıyı dindirme konusundaki ahlaki yükümlülüğü, ağrının yetersiz tedavi edildiği algısı ("oligoanaljezi") ve ilaç endüstrisinin yoğun etkisi (Weiner vd., 2017:678; Vadivelu vd., 2018:16). Özellikle 1990'ların sonlarında başlayan ve birinci dalga olarak bilinen kriz, Oxycontin® ve Vicodin® gibi potent, uzun salınımlı opioidlerin geliştirilmesi, hekimlere yönelik agresif pazarlama ve opioid reçeteleme faaliyetlerindeki önemli artışla ilişkilendirilmiştir (Volkow ve Blanco, 2021:218; Vadivelu vd., 2018:16). Ayrıca ağrının hastane performans göstergesi haline gelmesi, opioidlerin geniş çapta kullanılmasını teşvik etmiştir (Vadivelu vd., 2018:16).

Dikkat çekici bir şekilde opioid bağımlılarının büyük çoğunluğu, bağımlılığa reçeteli ilaçlarla başlamaktadır (Vadivelu vd., 2018:16). Reçetelerde aşırıya kaçma bu krizin önemli bir itici gücüdür. Cerrahi uzmanları, kronik ağrı uzmanlarından sonra en yüksek opioid reçeteleme oranına sahip hekim grubudur. Rutin cerrahi prosedürlerden sonra bile hastalara genellikle ihtiyaç duymadıkları yüksek dozlarda yüksek derecede bağımlılık yapıcı opioidler reçete edilmiştir (Makary vd., 2017).

Kriz ilerledikçe, ikinci dalga 2010 yılında yasa dışı opioid olan eroinle ilişkili aşırı doz ölümlerinin hızla artmasıyla başlamış, üçüncü dalga ise

2013'te yasa dışı üretilmiş fentanil gibi sentetik opioidlerle ilişkili ölümlerdeki önemli artışla karakterize edilmiştir (Volkow ve Blanco, 2021:218).

Veteriner hekimler, kontrollü maddeleri reçeteleme yetkisi ile anestezi ve ağrı kesici amaçlarla hayvanlarda reçeteli opioidler kullanmaktadır (Mason vd., 2018:1162; Rabbani vd., 2023:61; Russell vd., 2018:1). ABD'deki veteriner hekimlerinin neredeyse tamamı, uygulamalarında opioidleri kullandığını, dağıttığını veya reçete ettiğini bildirmiştir (Kogan vd., 2019:222; Rabbani vd., 2023:61).

Ancak, insana yönelik tıbbi uygulamalarda kısıtlayıcı önlemlerin (reçete izleme programları, kısıtlayıcı reçeteleme kılavuzları) artması, yasa dışı kullanıcıları alternatif kaynaklara yönlendirmiş, bu kaynaklar arasında veteriner hekimliği uygulamaları da giderek daha fazla yer almaya başlamıştır (Russell vd., 2018:1).

Veterinerlik alanında opioid kötüye kullanımı:

1. İlaçların elde edilmesi amacıyla hayvanların kötüye kullanımı veya hastalandırılması: Veteriner hekimlerin %13'ü, hayvan sahibinin opioid ilaç almak amacıyla hayvanı kasıtlı olarak hastalandırdığını, yaraladığını veya hasta/yaralı gibi gösterdiğini bildiğini belirtmiştir (Mason vd., 2018:1162; Kogan vd., 2019:222).
2. Veteriner alışverişi: Müşterilerin, kontrollü ilaç reçeteleri almak için birden fazla veterineri aldatıcı bahanelerle ziyaret etmesi rapor edilmiştir (Russell vd., 2018:1; Mason vd., 2018:1162). FDA, veterinerleri pet sahiplerinin bu tür davranışlarına karşı dikkatli olmaya çağırmıştır.
3. Personel içi kötüye kullanım ve kaçakçılık: Veteriner hekimlerin %44'ü müşteri veya klinik personeli tarafından opioid kötüye kullanımının veya yanlış kullanımının farkında olduğunu, %12'si ise veteriner personelinin kötüye kullanımı ve kaçakçılığı hakkında bilgi sahibi olduğunu belirtmiştir (Mason vd., 2018:1162).
4. Kontrol eksikliği: Veterinerler, insan tıbbına uygulanan reçete izleme programları gibi izleme sistemlerinin büyük ölçüde dışında kalmaktadır (Russell vd., 2018:1; Mason vd., 2018:1162). Ayrıca, veterinerlerin reçeteleyebileceği opioid miktarlarına genellikle bir sınır getirilmemiştir (Russell vd., 2018:1).

Opioid kriziyle mücadele çabaları, veterinerlik alanında da ilaç tedariğini kısıtlamıştır. Veteriner hekimlerin çok büyük bir kısmı klinik içi kullanım veya hastaya verme amacıyla opioid temin etmekte zorluk yaşadığını bildirmiştir (Kogan vd., 2019:222). Bu kısıtlamalar, veterinerlerin hastalarına uygun ağrı yönetimi ve optimal anestezi sağlamada önemli zorluklar yaşamasına neden olmuştur. En zor temin edilen ilaçlar, tam mü opioid agonistleri olan hidromorfon, morfin, enjekte edilebilir fentanil ve oksimorfon olmuştur. Bu durum, opioidlerin modern veteriner hekimliğinde taşıdığı kritik rolü doğrulamaktadır.

Opioid krizinin daha da karmaşıklaşmasına yol açan bir diğer gelişme, veterinerlikte kullanılan trankilizanların yasa dışı fentanil karışımlarında katkı maddesi olarak tespit edilmesidir.

- Ksilazin: Veteriner hekimlikte sedatif, analjezik ve kas gevşetici olarak kullanılan narkotik olmayan bir ilaçtır. Merkezi bir alfa-2 agonisti olarak işlev görür. Ksilazin, yasa dışı fentanil zehirlenmesi ölümlerinde ortaya çıkan ve hızla yayılan bir katkı maddesi olarak kullanılabilmektedir. Bir opioidle birleşimi, sedatif etkileri güçlendirerek hipotansiyon, solunum depresyonu ve bradikardiye neden olarak ölüme katkıda bulunabilir (Nunez vd., 2021:9). Fentanil ve ksilazin kombinasyonunu günümüzde bir tehdit olarak tanımlanmıştır.
- Medetomidin: Ksilazin'den daha potent olan ve veteriner hekimlikte sedasyon ve analjezi sağlamak için kullanılan güçlü bir diğer alfa-2 adrenerjik reseptör agonistidir. Medetomidin de özellikle fentanil ve ksilazin ile karışık olarak yasa dışı opioid arzında giderek daha fazla tespit edilmektedir (Palamar ve Krotulski, 2024:1425).

Bu gelişmeler, veteriner hekimliği alanındaki alfa-2 agonistlerinin izlenmesi ve güvenliğinin sağlanması gerektiği çağrılarını güçlendirmiştir.

OPİOİD YAN ETKİLERİ VE FİZYOLOJİK YÜK

Opioid analjezikler, akut ve şiddetli ağrının tedavisinde uzun süredir vazgeçilmez bir araç olsa da yaygın kullanımları, ciddi potansiyel yan etkileri ve bağımlılık riskleri nedeniyle endişelere yol açmaktadır (Paul vd., 2021:1091; Rabbani vd., 2023:61). Yan etkilerin şiddeti, kullanılan moleküle, doza, uygulama hızına ve hastanın türüne (kedi, köpek) bağlı olarak değişir. Klinik olarak kullanılan tüm opioidler, tolerans, bağımlılık, solunum depresyonu ve kabızlık gibi istenmeyen etkilerin de ana nedeni olarak görülmektedir (Paul vd., 2021:1091; Volkow ve Blanco, 2021:218).

Sistemler Üzerindeki Etkiler

Opioidlerin en tehlikeli yan etkisi, özellikle cerrahi sonrası ilk 24 saatte ortaya çıkabilen ve beyin hasarına veya ölüme yol açabilen solunum depresyonudur. Ayrıca bradikardi gibi kardiyovasküler sorunlara da yol açabilir. Köpeklerde yüksek doz morfinin kalp hızında önemli düşüşlere neden olduğu ve yüksek doz fentanil infüzyonunun belirgin bradikardi ve

solunum depresyonlarına neden olduğu bildirilmiştir (Kamata vd., 2012:231).

Opioidlerin neden olduğu diğer yaygın yan etkiler postoperatif bulantı ve kusma ile gastrointestinal (GI) motilite bozukluklarıdır. GI transit süresini geciktirir ve kolonun su emilimini artırarak kabızlığa neden olur. Analjezik etkilere karşı tolerans gelişirken, GI motilite üzerindeki bu olumsuz etkilere karşı tolerans genellikle gelişmez, bu da kronik opioid kullanan hastalarda kabızlığın sürekli bir sorun olmasına yol açar (Paul vd., 2021:1091). Ayrıca, opioidler idrar retansiyonuna da neden olabilir ve gastroözofageal reflü ve regürjitasyon riskini artırabilmektedir.

Tolerans, Hiperaljezi ve Nörobilişsel Etkiler

Opioidlerin tekrarlanan kullanımı, ilacın etkinliğinin azalması anlamına gelen analjezik tolerans gelişimine yol açar (Paul vd., 2021:1091; Rabbani vd., 2023:61). Tolerans gelişimi, hastaların aynı ağrı kontrol seviyesini sürdürmek için daha yüksek dozlara ihtiyaç duymasına neden olur.

Ayrıca, bazı hastalarda opioid kaynaklı hiperaljezi gelişebilir. Bu, opioidlerin paradoksal olarak ağrı eşiğini düşürerek postoperatif ağrı skorlarını ve opioid gereksinimlerini artırmasıdır. Doza bağımlı bir şekilde N-metil-D-aspartat (NMDA) reseptör aktivasyonu ile ilişkilidir (Paul vd., 2021:1091). Bu nedenle, ketamin gibi NMDA reseptör antagonistlerinin bu durumun gelişimini önleyebileceği düşünülmüştür (White vd., 2017:104).

Opioidler ayrıca sedasyon, uyuşukluk ve davranışsal yan etkiler de yaratır (Paul vd., 2021:1091). Kedilerde, yüksek doz opioidler (özellikle morfinin) heyecan veya sekonder eksitasyona yol açabilir. Ancak klinik dozlarda, morfinin kedilerde eksitasyon yerine hareketsizlik ve uyuşukluk durumuna yol açtığı, fentanilin ise geçici bir lokomotor aktivite artışına neden olmasına rağmen saldırganlık veya heyecan benzeri davranışlara neden olmadığı bildirilmiştir (Kamata vd., 2012:231).

Veteriner hastalarda, opioid kullanımının bir diğer etkisi de gözyaşı üretiminde azalma olabilir, bu da özellikle tek taraflı göz ameliyatlarından sonra kalan gözün güvenliği açısından önem taşır (Citarella vd., 2023:2059) ve bu gibi durumlarda operasyon esnasında önlemler alınmalıdır (Kuk ve Erol 2025).

İmmünmodülasyon ve Onkolojik Etkiler

Cerrahi, bağışıklık yanıtını ve nosisepsiyonu içeren karmaşık bir reaksiyon zincirini tetikler. Opioidler, hem immünosüpresif hem de immünostimülatör etkiler göstererek immün sistem üzerinde çift yönlü etkiye sahiptir (Lisowska vd., 2020:859).

İmmünosüpresif etkisi, özellikle bağışıklık sistemi zaten zayıflamış olan özellikle onkolojik hastalarda kullanımlarını kısıtlayan bir faktördür. Ayrıca, opioidlerin tümörlerin çoğalmasını ve apoptozunu etkileyerek tümör

gelişimini modüle edebileceği de düşünülmektedir. Bu nedenlerle, opioid ihtiyacını ortadan kaldıran opioidsiz anestezi yaklaşımları, immün yanıtı bozuk hastalar için cazip bir alternatif haline gelmiştir (Lisowska vd., 2020:859).

OPİODSİZ ANESTEZİNİN FARMAKOLOJİK TEMELLERİ

Opioidsiz anestezi, perioperatif ağrı yönetiminde opioid kullanımını ortadan kaldırmayı amaçlayan bir yöntemdir (Beloeil, 2019:353). Bu yaklaşım, sadece opioidlerin kötüye kullanımı ve bağımlılık riskini azaltmakla kalmaz, aynı zamanda solunum depresyonu, bulantı/kusma, gastrointestinal bozukluklar, idrar retansiyonu ve opioid kaynaklı hiperaljezi gibi bilinen yan etkileri de önler. OFA'nın başarısı, tek bir ilaca değil, sinerjik etkiler yaratmak için birden fazla etki mekanizmasını hedefleyen ilaçların ve bölgesel anestezi tekniklerinin bir kombinasyonu olan multimodal analjezi stratejisine dayanır. Anestezistin elindeki non-opioid ajanlar, nöropatik yolları modüle ederek veya enflamatuar tepkiyi azaltarak opioid ihtiyacını en aza indirir.

NMDA Reseptör Antagonistleri

Ketamin, opioidsiz anestezi ve analjezi protokollerinde temel bir rol oynar. N-metil-D-aspartat (NMDA) reseptörlerinin rekabetçi olmayan bir antagonisti olarak işlev görür (Ramírez-Paesano vd., 2021; Berry, 2015:227). NMDA reseptörlerinin engellenmesi, glutamatın bağlanmasını önler, böylece santral sinir sisteminde (MSS) algılamayı ve uyarılmayı baskılar (Berry, 2015:227).

Ketamin, sadece bir disosiyatif ajan olarak değil, aynı zamanda NMDA reseptör aktivasyonunu önleyerek güçlü bir anti-hiperaljezik ve analjezik olarak da kullanılır (Ramírez-Paesano vd., 2021). Sürekli cerrahi travma, MSS'de nosiseptif amplifikasyona ve merkezi duyarlılığa yol açan glutaminerjik yolağı aktive eder. Ketamin, bu NMDA aktivasyonunu engelleyerek merkezi duyarlılık ve opioid kaynaklı hiperaljezi gelişimini önlemede yardımcı olur (Ramírez-Paesano vd., 2021; White vd., 2017:104). Bu anti-hiperaljezik etkiyi sağlamak için ketamin, dissosiyatif etkilere neden olan dozlardan kaçınmak amacıyla subterapötik dozlarda veya Sürekli Hızda İnfüzyon (CRI) şeklinde uygulanır (Ramírez-Paesano vd., 2021; Pargätzi vd., 2024:1012).

Sistemik Lidokain İnfüzyonu

Lidokain, veteriner hekimlikte en yaygın kullanılan lokal anesteziktir ve geniş kullanım alanına sahiptir (Igna ve Schuszler, 2021:72). Sistemik olarak intravenöz yoldan uygulandığında, OFA ve multimodal protokollerde önemli bir adjuvan haline gelir.

Lidokainin temel mekanizması, sodyum kanallarını bloke ederek sinir uyarılarının iletimini geri dönüşümlü olarak engellemektir. Ancak, sistemik olarak uygulandığında, iyonik kanallar (Na+, Ca2+, K+) ve hatta NMDA reseptörü gibi birden fazla mekanizma üzerinden etki gösterdiği düşünülmektedir (Igna ve Schuszler, 2021:72).

Lidokain güçlü anti-inflamatuar özelliklere de sahiptir. Bu etki, pro-inflamatuar sitokinlerin (IL-1, IL-6, IL-8) üretimini azaltarak ve inflamatuar tepkide rol oynayan nükleer faktör aktivasyonunu inhibe ederek gerçekleşir (Igna ve Schuszler, 2021:72; Ramírez-Paesano vd., 2021). Anti-inflamatuar etkisi, analjezi sağlamasına önemli ölçüde katkıda bulunur (Igna ve Schuszler, 2021:72). Lidokain infüzyonu, postoperatif ağrı skorlarını ve opioid tüketimini azaltır.

Gastrointestinal motiliteyi artırıcı özelliklere sahiptir. Atlar ve insanlardaki çalışmalar, lidokainin postoperatif ileus gelişimini önleyebileceğini ve bağırsak hareketlerinin geri dönüşünü hızlandırabileceğini göstermiştir. Visseral ağrı, enflamasyon ve organ fonksiyon bozuklukları ile yakından ilişkili olduğundan, lidokainin anti-inflamatuar ve prokinetik etkileri, visseral ağrının yönetiminde değerli bir hale getirir. Lidokain infüzyonu, genel anestezik (inhalant veya enjektabl) ihtiyacını da azaltır (Igna ve Schuszler, 2021:72; Citarella vd., 2023:2059).

Alfa-2 Agonistler

Alfa-2 adrenerjik reseptör agonistleri, veteriner hekimlikte premedikasyon, sedasyon, analjezi ve kas gevşetici sağlamak amacıyla rutin olarak kullanılan bir ilaç sınıfıdır (Julião ve Abimussi, 2019:26; Rankin 2015:196). Bu ajanlar, OFA ve multimodal analjezi protokollerinin temel taşlarındandır. Hipnotik gereksinimini azaltmaları, intraoperatif katekolamin salınımını azaltarak sempatik sinir sistemini bloke etmeleri ve analjezik etki sağlamaları avantajları arasındadır (Ramírez-Paesano vd., 2021; Julião ve Abimussi, 2019:26).

Deksmedetomidin, veteriner hekimlikte premedikasyon, sedasyon, analjezi ve anestezi adjuvanı olarak yaygın olarak kullanılan güçlü bir alfa-2 adrenerjik reseptör agonistidir (Julião ve Abimussi, 2019:26). Medetomidinin izomeridir ve medetomidinin tüm farmakolojik etkilerinden sorumludur. Ksilazine göre çok daha yüksek seçiciliğe sahiptir ve dolayısıyla daha güvenli ve daha güçlü bir sedatif/analjezik haline gelmektedir (Julião ve Abimussi, 2019:26; Rankin 2015:196).

Deksmedetomidin, merkezi sinir sisteminde alfa-2 reseptörlerine bağlanarak norepinefrin salınımını azaltır ve sempatolizis sağlar (Julião ve

Abimussi, 2019:26; Rankin 2015:196; Franco vd., 2024). Bu durum, intraoperatif katekolamin salınımını ve dolayısıyla sempatik tepkiyi (taşikardi ve hipertansiyon gibi) azaltır. Ayrıca, sedatif etkileri sayesinde hipnotik (propofol veya inhalan anestezikler) gereksinimini de azaltır. Güçlü sedatif ve analjezik etkilerinin yanı sıra anti-anksiyolitik ve eksitasyon önleyici etkiler de sunar (Ramírez-Paesano vd., 2021).

OFA protokollerinde CRI şeklinde uygulanan deksmedetomidin, bölgesel sinir bloklarının analjezik süresini uzatır ve intraoperatif opioid ve vazopresör ihtiyacını azaltır (Franco vd., 2024).

Magnezyum Sülfat

Magnezyum, OFA protokollerinde adjuvan olarak kullanılan ve genellikle göz ardı edilen bir ajandır. NMDA reseptörlerini bloke etme ve kalsiyum kanallarını engelleme yeteneği nedeniyle analjezik özelliklere sahiptir (Silva Filho vd., 2022).

NMDA reseptörlerinin bloke edilmesi, merkezi duyarlılığın ve opioid kaynaklı hiperaljezinin önlenmesinde kritik bir rol oynar. Magnezyum, ketamin gibi NMDA antagonistleriyle birlikte uygulandığında sinerjik anti-hiperaljezik etkiler sağlar (Ramírez-Paesano vd., 2021).

Magnezyum sülfatın perioperatif kullanımı, postoperatif opioid tüketimini ve ağrı skorlarını azaltır, böylece opioide bağlı yan etkileri (bulantı, kusma, solunum depresyonu) azaltmaya yardımcı olur. Ayrıca, Magnezyum, kardiyovasküler sistem üzerindeki etkileri nedeniyle cerrahi sırasında hemodinamik stabiliteyi de destekleyebilir (Gupta vd., 2022:91; Silva Filho vd., 2022).

Gabapentinoidler ve NSAİİ'ler

Gabapentin ve pregabalin, gamma-aminobutirik asidin (GABA) yapısal analoglarıdır, ancak GABA reseptörleri üzerinden etki etmezler (Pang, 2015:244). Esas olarak, nöronal kalsiyum kanallarının inhibisyonu yoluyla nöropatik ağrıyı ve merkezi duyarlılığı hedeflerler (Pang, 2015:244; Siu ve Moon, 2020:34).

Anti-hiperaljezi özellikleri nedeniyle opioidsiz anestezi stratejilerinde önemlidir ve multimodal rejimlere dahil edilir (Siu ve Moon, 2020:34). NMDA reseptörlerini bloke etmeseler de glutamat salınımını azaltarak dolaylı olarak NMDA aktivasyonunu modüle ederler (Ramírez-Paesano vd., 2021). Genellikle ameliyattan önce tek doz halinde uygulanırlar ve postoperatif opioid tüketimini azaltabilirler (Siu ve Moon, 2020:34).

NSAİİ'ler, multimodal ağrı yönetiminin temelini oluşturur. Ağrı kesici ve anti-inflamatuar özelliklere sahiptirler. Siklooksijenaz (COX) enzimlerini inhibe ederek enflamasyon ve ağrıya neden olan prostaglandin sentezini azaltırlar (Papich ve Messenger, 2015:227). Cerrahi travmanın neden olduğu akut inflamatuar yanıtı hedeflediği için OFA protokollerinde

önemlidirler. Cerrahi öncesi uygulanması, postoperatif opioid ihtiyacını ve ağrı skorlarını önemli ölçüde azaltır (Siu ve Moon, 2020:34).

SONUÇ

Veteriner anesteziyolojide uzun yıllardır analjezinin temel taşı olarak kabul edilen opioidler, günümüzde hem küresel bir halk sağlığı sorunu olan opioid krizi hem de hasta üzerinde oluşturdukları ciddi fizyolojik yükler nedeniyle sorgulanır hale gelmiştir. Opioidlerin yasa dışı kullanımı, veteriner kliniklerini hedef haline getirmiş ve yasal düzenlemelerle klinisyenlerin bu ilaçlara erişimini kısıtlamıştır. Ancak bu zorluk bir fırsat yaratarak, hasta güvenliğini merkeze alan daha sofistike anestezi tekniklerine yönlendirmiştir. Opioidsiz anestezi, yalnızca ilaca erişim sıkıntısı yaşandığında başvurulacak bir plan olmaktan çıkıp, öncelikli bir stratejiye dönüşmektedir. Opioidlerin neden olduğu risklerinin elimine edilmesi, özellikle kritik ve onkolojik hastalarda cerrahi başarıyı doğrudan etkilemektedir.

Ketamin, sistemik lidokain, deksmedetomidin, magnezyum sülfat ve NSAİİ'ler gibi ajanların multimodal bir yaklaşımla kombine edilmesi; ağrı sinyallerini farklı reseptör düzeylerinde bloke ederek üstün bir analjezi sağlamaktadır. Bu ajanların sinerjik etkisi, anestezi derinliğini optimize ederken hemodinamik stabiliteyi korumakta ve postoperatif derlenme kalitesini artırmaktadır. Sonuç olarak, veteriner hekimlerin opioidsiz protokollere de değinmeleri; hem toplumsal sağlık krizine karşı mesleki bir sorumluluk hem de modern, güvenli ve etkili hasta bakımının önemli bir gerekliliğidir.

REFERANSLAR

Beloeil, H. (2019). Opioid-free anesthesia. *Best Practice and Research Clinical Anaesthesiology, 33*(3), 353–360.

Berry, S. H. (2015). Injectable Anesthetics. Editör K. A. Grimm, L. A. Lamont, W. J. Tranquilli, S. A. Greene, ve S. A. Robertson, *Veterinary Anesthesia and Analgesia: The Fifth Edition of Lumb and Jones* (pp. 277-298). John Wiley & Sons, Inc.

Citarella, G., Corona, D., Parsons, E., Giannikaki, S., ve Rioja, E. (2023). The outcomes of an opioid-free anaesthetic plan in fourteen dogs undergoing enucleation using an ultrasound-guided supra-temporal retrobulbar block: A retrospective case series. *Animals, 13*(13), 2059.

Franco, C., Batisti, E., Boysen, S., Patroncini, S., Alessandroni, E., ve Briganti, A. (2024). Effect of dexmedetomidine infusion on the analgesic duration of peripheral nerve blocks in dogs: a randomized clinical study. *Scientific Reports, 14*(1), 17113.

Gupta, L., Agarwal, J., ve Saxena, K. N. (2022). Opioid-free anaesthesia: The conundrum and the solutions. *Indian Journal of Anaesthesia, 66*(Suppl 2), 91-94

Igna, C., ve Schuszler, L. (2021). Roles of lidocaine in anesthetic practice in small animals. *Rom J Vet Med Pharm, 6*(28), 72–79.

Julião, G. H., ve Abimussi, C. J. X. (2019). Use of dexmedetomidine in Veterinary Medicine: literature review. J*ournal of Continuing Education in Animal Science of CRMV-SP, 17*(1), 26–32.

Kamata, M., Nagahama, S., Kakishima, K., Sasaki, N., ve Nishimura, R. (2012). Comparison of behavioral effects of morphine and fentanyl in dogs and cats. *Journal of Veterinary Medical Science, 74*(2), 231–234.

Kogan, L., Hellyer, P., Rishniw, M., ve Schoenfeld-Tacher, R. (2019). The US Opioid Epidemic and Its Impact on US General Practice Veterinarians. *Frontiers in Veterinary Science, 6*, 222.

Kuk, C. and Erol, M. (2025). A Comparative Evaluation of Sodium Hyaluronate- and Carbomerbased Ophthalmic Preparations on Tear Production in Cats under General Anesthesia. *Indian Journal of Animal Research*. 1-5.

Lisowska, B., Jakubiak, J., Siewruk, K., Sady, M., ve Kosson, D. (2020). Which idea is better with regard to immune response? Opioid anesthesia or opioid free anesthesia. *Journal of Inflammation Research, 13*, 859–869.

Makary, M. A., Overton, H. N., ve Wang, P. (2017). Overprescribing is major contributor to opioid crisis: Surgeons in particular must change their behaviour. *BMJ, 359*, j4792.

Mason, D. S., Tenney, L., Hellyer, P. W., ve Newman, L. S. (2018). Prescription Opioid Epidemic: Do Veterinarians Have a Dog in the Fight? *American Journal of Public Health, 108*(9), 1162–1163.

Negus, S. S. (2018). Addressing the Opioid Crisis: The Importance of Choosing Translational Endpoints in Analgesic Drug Discovery. *Trends in Pharmacological Sciences, 39*(4), 324–330.

Nunez, J., DeJoseph, M. E., ve Gill, J. R. (2021). Xylazine, a Veterinary Tranquilizer, Detected in 42 Accidental Fentanyl Intoxication Deaths. *American Journal of Forensic Medicine and Pathology, 42*(1), 9–11.

Palamar, J. J., ve Krotulski, A. J. (2024). Medetomidine Infiltrates the US Illicit Opioid Market. *JAMA, 332*(17), 1425–1426.

Pang, D. S. J. (2015). Anesthetic and Analgesic Adjunctive Drugs. Editör K. A. Grimm, L. A. Lamont, W. J. Tranquilli, S. A. Greene, ve S. A. Robertson, *Veterinary Anesthesia and Analgesia: The Fifth Edition of Lumb and Jones* (pp. 244-259). John Wiley & Sons, Inc.

Papich, M. G., ve Messenger, K. (2015). Non-Steroidal Anti-Inflammatory Drugs. Editör K. A. Grimm, L. A. Lamont, W. J. Tranquilli, S. A. Greene, ve S. A. Robertson, *Veterinary Anesthesia and Analgesia: The Fifth Edition of Lumb and Jones* (pp. 227-243). John Wiley & Sons, Inc.

Pargätzi, G., Bergadano, A., Spadavecchia, C., Theurillat, R., Thormann, W., ve Levionnois, O. L. (2024). Stereoselective Pharmacokinetics of Ketamine Administered at a Low Dose in Awake Dogs. *Animals, 14*(7), 1012.

Paul, A. K., Smith, C. M., Rahmatullah, M., Nissapatorn, V., Wilairatana, P., Spetea, M., Gueven, N., ve Dietis, N. (2021). Opioid Analgesia and Opioid-Induced Adverse Effects: A Review. *Pharmaceuticals, 14*(11), 1091.

Rabbani, A. H., Safwan, M., Waheed, A., Ullah, Q., Naseer, O., Sohail, M. L., Shahid, M., Ali, S., Hussain, K., Ali, A., Khan, Y. R., ve Ahmad, A. S. (2023). Pharmacological therapeutics and implications of opioid administration in veterinary practices: A current perspective. *Pure and Applied Biology, 12*(1), 61–71.

Ramírez-Paesano, C., Clarens, C. R., Mandujano, J. C. T., Bonev, M. B., Loaiza, K. S., Borghetti, F., Alberici, M. M., Olive, J. R., ve Fierro, J. S. (2021). Role of Ketamine as Part of the Anti-Hyperalgesic Approach in Opioid-Free Anesthesia (OFA) and Postoperative Analgesia (OFAA). Editör N. Saiz-Sapena ve M. Granell Gil, *Ketamine Revisited - New Insights into NMDA Inhibitors*. IntechOpen.

Rankin, D. C. (2015). Sedatives and Tranquilizers. Editör K. A. Grimm, L. A. Lamont, W. J. Tranquilli, S. A. Greene, ve S. A. Robertson, *Veterinary Anesthesia and Analgesia: The Fifth Edition of Lumb and Jones* (pp. 196-206). John Wiley & Sons, Inc.

Russell, C., Fischer, B., ve Fidalgo, T. M. (2018). Sourcing of opioid analgesics for nonmedical use: Are veterinarians the latest frontier? *Journal of Medical Toxicology, 14*(1), 1–3.

Saloner, B., McGinty, E. E., Beletsky, L., Bluthenthal, R., Beyrer, C., Botticelli, M., ve Sherman, S. G. (2018). A Public Health Strategy for the Opioid Crisis. *Public Health Reports, 133*(1_suppl), 24–34.

Silva Filho, S. E., Dainez, S., Gonzalez, M. A. M. C., Angelis, F., Vieira, J. E., ve Sandes, C. S. (2022). Intraoperative analgesia with magnesium sulfate versus remifentanil guided by plethysmographic stress index in post-bariatric dermolipectomy: a randomised study. *Anesthesiology Research and Practice, 2022*, 2642488.

Siu, E. Y., ve Moon, T. S. (2020). Opioid-free and opioid-sparing anesthesia. *International Anesthesiology Clinics, 58*(2), 34–41.

Tranquilli, W. J., Grimm, K. A., ve Lamont, L. A. (2024). Overview, History, and Current Issues in Veterinary Anesthesia and Analgesia. Editör L. Lamont, K. Grimm, S. Robertson, L. Love, ve C. Schroeder, *Veterinary Anesthesia and Analgesia: The Sixth Edition of Lumb and Jones* (pp. 3–12). John Wiley & Sons, Inc.

Vadivelu, N., Kai, A. M., Kodumudi, V., Sramcik, J., ve Kaye, A. D. (2018). The Opioid Crisis: a Comprehensive Overview. Cu*rrent Pain and Headache Reports, 22*(3), 16.

Volkow, N. D., ve Blanco, C. (2021). The changing opioid crisis: development, challenges and opportunities. *Molecular Psychiatry, 26*(1), 218–233.

Weiner, S. G., Malek, S. K., ve Price, C. N. (2017). The Opioid Crisis and Its Consequences. *Transplantation, 101*(4), 678–681.

White, D. M., Mair, A. R., ve Martinez-Taboada, F. (2017). Opioid-free anaesthesia in three dogs. *Open Veterinary Journal, 7*(2), 104–110.

Sağlıkta Dijitalleşme Süreci ve Hemşirelik Hizmetleri Yönetimi Üzerine Bir İnceleme

İzzettin EKİNCİ[1]

1- Öğr. Gör. Dr.; Bingöl Üniversitesi SHMYO Tıbbi Hz. Ve Tek. Bölümü.
ekinciizzet21@gmail.com ORCID No: 0000-0003-0418-6773

ÖZET

Sağlık sektöründe dijitalleşme süreci, teknolojik gelişmelerin hız kazanmasıyla birlikte hemşirelik hizmetleri yönetiminde köklü dönüşümlere yol açmaktadır. Dijital sağlık uygulamaları, elektronik sağlık kayıtları, tele-sağlık sistemleri ve yapay zekâ destekli karar verme mekanizmaları, hemşirelik hizmetlerinin daha etkin, verimli ve hasta odaklı yürütülmesini sağlamaktadır. Bu bağlamda, hemşirelik yönetiminde dijitalleşmenin temel katkısı, bilgiye erişim hızının artması, bakım süreçlerinin standartlaştırılması ve klinik kararların kanıta dayalı biçimde desteklenmesidir. Ayrıca dijital platformlar, hemşirelerin iş yükünü azaltarak zaman yönetimini kolaylaştırmakta ve hasta güvenliğini artırmaktadır. Bununla birlikte, dijitalleşme süreci bazı zorlukları da beraberinde getirmektedir. Özellikle veri güvenliği, etik sorumluluklar, teknolojik altyapı eksiklikleri ve personelin dijital yeterlilik düzeyi, sürecin sürdürülebilirliğini etkileyen kritik faktörlerdir. Hemşirelik hizmetleri yönetiminde dijitalleşmenin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için, sürekli eğitim programları, güçlü bilişim altyapısı ve multidisipliner iş birliği gereklidir. Bu inceleme, sağlıkta dijitalleşmenin hemşirelik hizmetleri yönetimine olan etkilerini kapsamlı biçimde ele almakta; fırsatlar, riskler ve geleceğe yönelik stratejiler üzerinde durmaktadır. Sonuç olarak, dijitalleşme süreci hemşirelik hizmetlerinde kaliteyi artıran, hasta bakımını güçlendiren ve yönetim süreçlerini optimize eden bir paradigma değişimi olarak değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Dijital Sağlık, Hemşirelik Hizmetleri Yönetimi, Sağlıkta Dijitalleşme, E-Sağlık Uygulamaları, Hasta Bakım Kalitesi.

GİRİŞ

1. Sağlık Hizmetlerinde Dijital Dönüşüm

Dördüncü sanayi devrimi (Endüstri 4.0) bağlamında ele alınan dijitalleşme, verilerin teknolojik aygıtlar aracılığıyla işlenebilir, saklanabilir ve iletilebilir dijital formatlara dönüştürülmesi süreci olarak tanımlanmaktadır. Sağlık sektöründeki dijital dönüşüm ise, toplumsal ve sektörel fayda sağlamak amacıyla internet, yapay zekâ ve robotik sistemler gibi ileri teknolojilerin tedavi ve bakım süreçlerine entegrasyonunu ifade eder. Bu süreç, sağlık hizmetlerinin sürekli bir değişim ve gelişim içinde olmasını zorunlu kılmaktadır (Ersöz, 2020).

"E-sağlık" veya "dijital sağlık" kavramı, sadece tıbbi süreçleri değil, akıllı ve bağlantılı cihazlar kullanan bireyleri de kapsayan geniş bir uygulama alanını işaret etmektedir. Bu bağlamda dijital sağlık, geçici bir trend olmaktan öte; sağlık profesyonellerinin hasta iletişimi, yaşam boyu

öğrenme ve küresel bilgi paylaşımı için benimsemesi gereken mesleki bir zorunluluk haline gelmiştir (Wyn, 2023).
Hastaneler, karmaşık bilgi ve iletişim teknolojisi altyapılarına sahip kurumlar olarak bu dönüşümün merkezinde yer almaktadır. Elektronik dokümantasyondan robotik cerrahiye kadar uzanan bu uygulamalar; bakım kalitesini, hasta güvenliğini ve maliyet etkinliğini artırma potansiyeline sahiptir. Ayrıca dijitalleşme; klinik karar destek sistemleri ve veri tabanlı tedavi protokolleri aracılığıyla sağlık profesyonellerinin kanıta dayalı uygulama yetkinliklerini güçlendirmektedir.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO-2021) ve Uluslararası Hemşireler Birliği (ICN) perspektifinden bakıldığında, dijital sağlık; sağlık hizmetlerine eşit erişimi destekleme, işgücü açıklarını yönetme ve hasta merkezli bakım sunumunda sürdürülebilirliği sağlama noktasında kritik bir araçtır (ICN, 2023).

2. Dijitalleşme ve Hemşirelik Uygulamaları

Sağlık sisteminin en geniş profesyonel grubunu oluşturan hemşireler, dijital teknolojilerin etkisini en yoğun hisseden meslek mensuplarıdır. Dijital sağlık teknolojileri, günümüzde hemşirelik uygulamalarının ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Bu teknolojiler, hemşirelik bakımının kalitesini artırmak, zaman yönetimini iyileştirmek ve doğrudan veya dolaylı bakım süreçlerinde maliyet etkinliği sağlamak amacıyla kullanılmaktadır (Stoumpos, 2023).
Literatür incelendiğinde, dijital teknolojilerin hemşirelik mesleğinde üç ana eksende kullanıldığı görülmektedir:
* Uygulama: Hastane bilgi sistemleri (HBS), elektronik sağlık kayıtları ve tele-sağlık uygulamaları.
* Eğitim: E-öğrenme platformları, sanal gerçeklik (VR) ve simülasyonlar.
* Kişiselleştirilmiş Bakım: Giyilebilir sensörler ve yardımcı cihazlar.
Amerikan Hemşireler Birliği (ANA-2024), dijitalleşmenin hemşirelik üzerindeki etkilerini dört temel başlıkta özetlemektedir:
* İletişimin Kolaylaşması: Teknolojik araçlar, bakım süreçlerindeki kopuklukları azaltarak ekipler arası tutarlılığı artırır.
* Hasta Güçlenmesi: Hastaların kendi tıbbi kayıtlarına erişebilmesi, sağlık kararları üzerinde daha fazla kontrol sahibi olmalarını sağlar.
* Sağlık Eşitliğinin Artması: Tele-sağlık, özellikle kırsal bölgelerdeki veya hareket kısıtlılığı olan dezavantajlı grupların hizmete erişimini kolaylaştırır.
* Tükenmişliğin Azalması: Rutin görevlerin (ilaç yönetimi, veri toplama vb.) otomasyonu, hemşirelerin üzerindeki iş yükünü hafifleterek onların daha nitelikli hasta bakımına odaklanmalarına olanak tanır.
Ampirik Araştırma Bulguları:
Yapılan akademik çalışmalar, dijitalleşmenin olumlu çıktılarını desteklemektedir:

* Onkoloji: Meme kanseri tedavisi gören kadınlarda mobil uygulama destekli eğitimin, hastaların bakım ihtiyaçlarını azalttığı ve yaşam kalitesini artırdığı saptanmıştır (Booth, 2021).
* Cerrahi: Bariatrik cerrahi hastalarında tele-sağlık ve mobil eğitimlerin, hastaların öz yönetim becerilerini geliştirdiği ve güven duygusunu artırdığı belirlenmiştir.
* Süreç Yönetimi: Elektronik kayıt sistemlerinin kan transfüzyon süreçlerine entegrasyonu, işlem sürelerini kısaltmış ve tıbbi atık oranlarını düşürmüştür.
* Ağrı Yönetimi: Epizyotomi onarımı sırasında sanal gerçeklik gözlüğü kullanımının, hastaların ağrı ve kaygı düzeylerini anlamlı ölçüde azalttığı rapor edilmiştir.
* İş Akışı Analizi: Uzun (2019) tarafından yapılan karşılaştırmalı çalışmada, dijital hastane uygulamalarının hemşirelerin doğrudan hasta bakımına ayırdıkları süreyi artırdığı, dokümantasyon süresini ise azalttığı tespit edilmiştir.

Ancak bu sürecin, veri mahremiyeti endişeleri, donanım yetersizlikleri ve iletişim belirsizlikleri gibi zorlukları da beraberinde getirdiği unutulmamalıdır. Bu nedenle hemşirelik eğitiminde dijital okuryazarlığın artırılması, sürdürülebilir entegrasyon için elzemdir.

3. Dijitalleşme Bağlamında Hemşirelik Hizmetleri Yönetimi

Dijital teknolojilerin gelişimi, hemşirelik hizmetleri yönetiminde yeni paradigmaları beraberinde getirmiştir. Yönetici hemşireler, birden fazla birimin koordinasyonunu sağlarken fiziksel olarak her ortamda bulunamayabilirler; bu durum dijital iletişim araçlarının (e-posta, video konferans vb.) kullanımını zorunlu kılmaktadır.

Yönetimde "E-Liderlik" Kavramı:

Yönetici hemşirelerin, klinik karar destek sistemleri ve elektronik kayıtlar gibi bilişim teknolojilerine hâkim olmaları ve bu alanda liderlik yetkinliklerini geliştirmeleri gerekmektedir (Krick, 2021). Literatürde bu yeni rol, ileri teknolojiyi kullanan ve yöneten "e-liderler" olarak tanımlanmaktadır.

Yöneticilerin sorumlulukları şunları içerir:

* Kültür Oluşturma: Dijital yetkinlik baskısını azaltan ve öğrenme farklılıklarına saygı duyan bir kurum kültürü yaratmak.
* Fırsat ve Risk Analizi: Teknolojinin amaçlanan ve amaçlanmayan sonuçlarını öngörerek hasta güvenliğini temin etmek.
* Politika Geliştirme: Hemşirelerin veri analitiği ve sanal bakım modelleri konularında yetkinleşmesini sağlamak ve onları dijital sağlık politikalarının geliştirilmesi süreçlerine dahil etmek (Yıldız, 2021).

Sonuç olarak, sağlık sektörünün dijitalleşmesi; insan kaynağına ve süreçlere yapılan yatırımlarla desteklendiğinde bakım verimliliğini ve maliyet etkinliğini artıracak köklü bir dönüşüm potansiyeline sahiptir.

4. Tele-Sağlık ve Dijital Hemşirelik Uygulamaları

Tele-sağlık, dijitalleşmenin hemşirelik hizmetlerine en somut katkılarından biridir. Özellikle kronik hastalıkların yönetiminde, yaşlı bakımında ve kırsal bölgelerde sağlık hizmetlerine erişimde kritik bir rol oynamaktadır. Hemşireler, tele-sağlık sistemleri aracılığıyla hastaların vital bulgularını uzaktan takip edebilmekte, tedavi uyumunu izleyebilmekte ve gerektiğinde müdahalede bulunabilmektedir. Bu süreç, hemşirelik bakımının sürekliliğini sağlarken aynı zamanda maliyet etkinliği de artırmaktadır. Ayrıca tele-sağlık uygulamaları, pandemi gibi olağanüstü durumlarda sağlık hizmetlerinin kesintisiz sürdürülmesine olanak tanımıştır (Sarı, Örsal & Örsal, 2024). Bununla birlikte, tele-sağlık sistemlerinin etkin kullanımı için hemşirelerin dijital yeterliliklerinin geliştirilmesi ve teknolojik altyapının güçlendirilmesi gerekmektedir (Jayousi et al., 2024).

5. Dijitalleşmenin Etik ve Veri Güvenliği Boyutu

Sağlıkta dijitalleşme süreci, beraberinde önemli etik ve veri güvenliği sorunlarını gündeme getirmektedir. Elektronik sağlık kayıtlarının, yapay zekâ destekli karar sistemlerinin ve AI tabanlı cihazların kullanımı, hasta mahremiyetinin korunmasını zorunlu hale getirmektedir. Hemşirelik hizmetleri yönetiminde dijitalleşmenin sürdürülebilirliği, yalnızca teknolojik altyapıya değil aynı zamanda etik standartların uygulanmasına da bağlıdır. Veri güvenliği ihlalleri, hasta güvenini zedeleyebileceği gibi sağlık hizmetlerinin kalitesini de doğrudan etkileyebilir. Bu nedenle, hemşirelik yöneticilerinin dijitalleşme sürecinde etik ilkeleri gözetmesi, veri koruma politikalarını benimsemesi ve personeli bu konuda sürekli eğitime tabi tutması kritik öneme sahiptir (Ertaş, Kesici & Çetinkaya, 2024; Wang et al., 2024). Ayrıca ulusal ve uluslararası düzenlemeler, dijital sağlık uygulamalarında etik uyumun sağlanmasında yol gösterici olmaktadır.

SONUÇ

Sağlıkta dijitalleşme süreci, hemşirelik hizmetleri yönetiminde kaliteyi artıran, verimliliği yükselten ve hasta güvenliğini güçlendiren stratejik bir dönüşüm olarak değerlendirilmektedir. Dijital sağlık uygulamalarının etkin kullanımı, hemşirelik bakımının kanıta dayalı biçimde yürütülmesini desteklerken, yönetim süreçlerinde standartlaşmayı ve koordinasyonu kolaylaştırmaktadır. Bununla birlikte, veri güvenliği, etik sorumluluklar ve personelin dijital yeterlilik düzeyi gibi unsurlar, sürecin sürdürülebilirliği açısından kritik öneme sahiptir. Bu nedenle, dijitalleşmenin hemşirelik hizmetleri yönetiminde kalıcı bir paradigma değişimi yaratabilmesi için güçlü altyapı, sürekli eğitim ve multidisipliner iş birliği gereklidir.

REFERANSLAR

1. Amerikan Hemşireler Birliği (2024). How technology i s changing the nursing industry
2. Balci H , & Faydali S. (2024). The effect of education performed using mobile application on supportive care needs and quality o f life i n women with breast cancer: Randomized controlled trial. Seminars in Oncology

Booth RG, Strudwick G, McBride S, O'Connor S, Solano López AL. (2021). 303, nhe u. itps/desorg/o.udangnforadigial fiture. The BMS,

3. Chaharsoughi NT, Ahmadifaraz M , Kahangi LS. (2022) A critical review of reflective models in clinical nursing learning. Journal of
4. Dünya Sağlık Örgütü (2021). Global strategy o n digital health 2020-2025
5. Ersöz B , & Özmen M. (2020). Dijitalleşme v e bilişim teknolojilerinin çalışanlar üzerindeki etkileri. AJIT-E: Academic Journal of Information Technology, 11(42), 170-179.
6. Ertaş, H., Kesici, G., & Çetinkaya, H. (2024). Sağlık Hizmetlerinde Dijitalleşme. Selçuk Üniversitesi Yayınları.
7. Hammarén M, Pölkki T, Kanste O . (2024). The management of digital competence sharing in health care: A qualitative study of managers' and professionals' views. Journal o f Advanced Nursing, 80(5), 2051-2064.
8. Jayousi, S., Barchielli, C., Alaimo, M., Caputo, S., Paffetti, M., Zoppi, P., & Mucchi, L. (2024). ICT in Nursing and Patient Healthcare Management: Scoping Review and Case Studies. Sensors, 24(10), 3129. https://doi.org/10.3390/s24103129
9. Karabela NŞ, Altungayular S, Taşpolat İ , Baydili NK, Yaşar Kart K . (2019).
10. Laukka E , Hammarén M, Pölkki T, Kanste O . (2023). Hospital nurse leaders' experiences with digital technologies: A qualitative descriptive study.

11. Martinez NO, Leyva-Moral JM. (2024). Digital transformation led by nurses and nursing managers' priorities: A qualitative study, Journal of Nursing Management, 8873127, https://doi.org/10.1155/2024/8873127 Multidisciplinary Care, 11(3),149-156.
12. Nursing, 40(4), 151684. https://doi.org/10.1016/j.soncn.2024.151684
13. Person J, Larsson R , Erlingsdottir G , Rydenfält C . (2023). How digital systems are used i n swedish home care nursing practice: A qualitative interview study to identify challenges and opportunities. Computers, Informatics, Nursing, 41(8),586-594, https://doi.org/10.1097/CIN.0000000000001006
14. Sarı, Y., Örsal, Ö., & Örsal, Ö. (2024). Tele Sağlık Uygulamalarının Sağlık Yönetiminde Maliyete Etkisi: Sistematik Bir Derleme. Sağlık ve Hemşirelik Yönetimi Dergisi, 11(2), 219-232. DOI: 10.54304/SHYD.2024.27879
15. Şolt Kırca A , Güdücü N , Ikiz B . (2023). The Effect of virtual glasse application on pain and anxiety during episiotomy repair: Randomized controlled trial. Pain Management Nursing 24(5), e123-e130.
16. Stoumpos AI, Kitsios F , Talias MA. (2023). Digital transformation in healthcare: technology acceptance and its applications. International Journal of Environmental Research and Public Health, 20(4), 3407. https://doi.org/10.3390/ijerph20043407
17. Üzmez SS, & Büyükbeşe T . (2021). Dijitalleşme sürecinde bilgi yönetiminin işletmelerin teknoloji uyumuna etkileri. Bilgi Ekonomisi v e Yönetimi Dergisi, 16(2), 117-127. https://doi.org/10.54860/beyder.1028117
18. Uzun LN. (2019). Dijitalleşmenin hemşirelik uygulamalarına harcanan zamana ve hasta güvenliğine etkisinin yalın hastane yaklaşımıyla incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Bolu Abant İzzet Baysal Üni.
19. Wang, B., Shi, X., Han, X., & Xiao, G. (2024). The Digital Transformation of Nursing Practice: An Analysis of Advanced IoT Technologies and Smart Nursing Systems. Frontiers in Medicine, 11. https://doi.org/10.3389/fmed.2024.1471527
20. Wynn M, Garwood-Cross L, Vasilica C , Griffiths M, Heaslip V, Phillips N. (2023). Digitizing nursing: A theoretical and holistic exploration t o understand the adoption and use of digital technologies b y nurses. Journal of Advanced Nursing, 79(10), 3737-3747.
21. Yıldız T, Avcu Ç. (2021).Bariatrik cerrahide dijital hemşirelik uygulamaları: sistematik : bir derleme, 11. Uluslararası Tip v e Sağlık Bilimleri Araştırmaları Kongresi, 24-25 Aralık 2021, Ankara, 129.

Diyetle Alınan Trans Yağ Asitleri ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Mehmetcan KEMALOĞLU[1*]
Emine KEMALOĞLU[2]

1- *Arş. Gör.; Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü. mkemaloglu@agri.edu.tr ORCID No: 0000-0002-0334-398
2- Arş. Gör. Dr.; Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü. mkemaloglu@agri.edu.tr ORCID No: 0000-0003-3011-0860

ÖZET

Trans yağ asitleri, özellikle 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren gıda endüstrisindeki teknolojik gelişmelerle birlikte diyetlerde giderek daha baskın hâle gelmiş ve zamanla önemli bir halk sağlığı sorunu olarak değerlendirilmiştir. Bu bölümde, diyetle alınan trans yağ asitlerinin yapısal özelliklerini, başlıca beslenme kaynaklarını ve insan sağlığı üzerindeki etkilerine ilişkin güncel bilimsel kanıtları bütüncül bir çerçevede ele alınacaktır. Bölümde, trans yağ asitleri doğal (geviş getiren hayvan kaynaklı) ve endüstriyel olarak üretilen trans yağ asitleri şeklinde sınıflandırılmış; bu iki grubun oluşum mekanizmaları, izomer profilleri ve biyolojik etkileri arasındaki farklılıklar açıklanmıştır. Endüstriyel trans yağ asitlerinin kısmi hidrojenasyon, rafinasyon ve yüksek sıcaklıkta kızartma gibi işlemler sırasında oluştuğu; bu yağ asitlerinin teknolojik avantajlar sağlamakla birlikte sağlık açısından olumsuz sonuçlarla daha tutarlı biçimde ilişkilendirildiği vurgulanmıştır. Ayrıca, trans yağ tüketiminin kardiyovasküler hastalıklar başta olmak üzere dislipidemi, inflamasyon, insülin direnci ve yağlı karaciğer hastalığı gibi kardiyometabolik risklerle olan ilişkisi literatür bulguları ışığında tartışılmıştır. Genel olarak ele alınan çalışmalar, trans yağ asitlerinin yalnızca enerji sağlayan pasif besin ögeleri olmadığını; lipid metabolizması, inflamatuvar yanıtlar ve hücresel stres yolları üzerinden sağlık üzerinde çok boyutlu etkiler gösterebildiğini ortaya koymaktadır. Bu çerçevede, trans yağ asitlerinin beslenmedeki rolünün ve sağlıkla ilişkili potansiyel risklerinin daha bütüncül biçimde anlaşılmasına katkı sunulması amaçlanmaktadır.

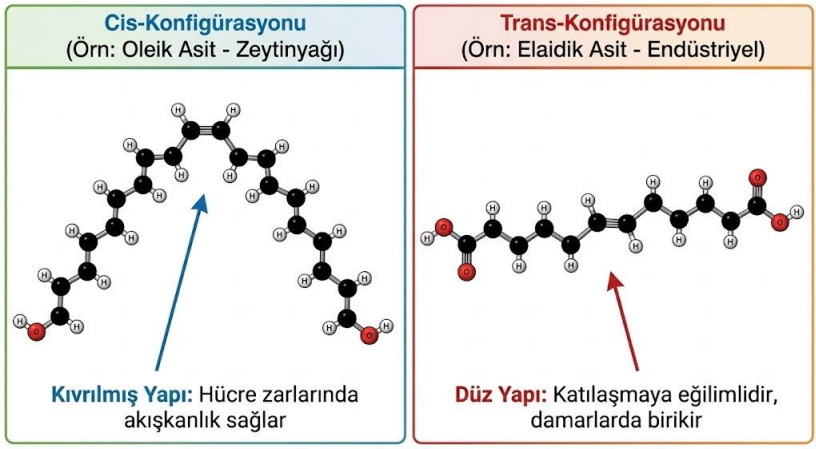
Anahtar Kelimeler – Trans Yağ Asitleri, Endüstriyel Trans Yağlar, Geviş Getiren Hayvan Kaynaklı Trans Yağlar, Kardiyometabolik Risk, Lipid Metabolizması, İnflamasyon.

GİRİŞ

Beslenme alışkanlıkları, yalnızca bireysel tercihlerle şekillenen bir alan olmaktan ziyade; ekonomik koşullar, gıda teknolojisindeki gelişmeler, kentleşme ve yaşam tarzındaki dönüşümlerle yakından ilişkili dinamik bir süreçtir. Özellikle son yüzyılda gıda üretim ve işleme tekniklerinde yaşanan hızlı değişimler, diyetimizde daha önce sınırlı miktarlarda maruz kalınan bazı bileşenlerin yaygın biçimde girmesine yol açmıştır. Trans yağ asitleri, bu dönüşümün en çarpıcı örneklerinden biri olarak öne çıkmaktadır. Günümüzde trans yağ asitleri hem beslenme bilimi hem de halk sağlığı açısından yoğun biçimde tartışılan, etkileri çok yönlü olan bir lipid grubu olarak kabul edilmektedir (Dhaka vd., 2011: 536).

Trans yağ asitleri, doymamış yağ asitlerinin çift bağlarından en az birinin trans konfigürasyonunda bulunmasıyla tanımlanır. Bu yapısal özellik,

yağ asidinin kimyasal ve fiziksel davranışlarını köklü biçimde değiştirir. Cis konfigürasyonundaki doymamış yağ asitleri, alkil zincirinde belirgin bir bükülmeye sahipken; trans konfigürasyonu zinciri daha doğrusal hâle getirir ve bu durum trans yağ asitlerine doymuş yağ asitlerine benzer bir üçüncül yapı kazandırır. Bu yapısal fark, erime noktası, kristalizasyon ve akışkanlık gibi fizikokimyasal özelliklerde belirgin değişikliklere yol açar. Sonuç olarak, trans yağ asitleri oda sıcaklığında daha katı bir yapı sergiler ve bu özellikleri gıda endüstrisi açısından teknik avantajlar sunar (Oteng ve Kersten, 2020: 700).



Şekil 1. Cis ve trans yağ asidi konfigürasyonlarının kimyasal yapılarının ve fiziksel özelliklerinin karşılaştırılması (Oteng ve Kersten, 2020: 700)

Trans yağ asitleri diyetimize iki temel kaynaktan girer. Bunlardan ilki, geviş getiren hayvanların rumeninde doğal olarak oluşan trans yağ asitleridir. Bu süreçte, rumendeki mikroorganizmalar çoklu doymamış yağ asitlerini izomerize eder ve biyohidrojene eder; ortaya çıkan trans yağ asitleri hayvanın et ve süt ürünlerine düşük oranlarda yansır. Bu doğal kaynaklı trans yağ asitleri, genellikle toplam yağ asidi içeriğinin küçük bir bölümünü oluşturur ve yapısal olarak belirli izomerlerle sınırlıdır. İkinci ve daha tartışmalı kaynak ise endüstriyel süreçlerle üretilen trans yağ asitleridir. Bitkisel yağların kısmi hidrojenasyonu, rafinasyonu veya yüksek sıcaklıkta uzun süreli kızartma işlemleri sırasında, cis çift bağların trans forma dönüşmesiyle yüksek miktarda trans yağ asidi oluşabilmektedir (Bhardwaj, Passi ve Misra, 2011: 162).

Endüstriyel olarak üretilen trans yağ asitlerinin gıda sektöründe yaygınlaşmasının temel nedeni, teknolojik ve ekonomik avantajlarıdır.

Kısmen hidrojene edilmiş yağlar, ürünlere istenen doku ve lezzeti kazandırırken aynı zamanda raf ömrünü uzatır ve maliyeti düşürür. Bu özellikler, özellikle margarinler, unlu mamuller, kızartılmış ürünler ve paketli atıştırmalıklar gibi gıdalarda trans yağların uzun yıllar boyunca yoğun biçimde kullanılmasına neden olmuştur. Bununla birlikte, bu teknolojik kazanımların bedeli, zaman içinde sağlık üzerindeki olumsuz etkilerin daha görünür hâle gelmesiyle anlaşılmaya başlanmıştır (Pipoyan vd., 2021: 2452).

Trans yağ asitlerinin insan sağlığı üzerindeki etkilerine ilişkin ilk şüpheler, 20. yüzyılın ortalarında ortaya çıkmıştır (Johnston, Johnson ve Kummerow, 1957: 698). Başlangıçta sınırlı sayıda gözlemsel bulguya dayanan bu endişeler, ilerleyen yıllarda epidemiyolojik çalışmalar ve klinik araştırmalarla daha güçlü bir zemine oturmuştur. Özellikle endüstriyel trans yağ asitlerinin tüketimi ile kandaki lipid profili arasındaki olumsuz ilişkiler, bu yağ asitlerinin yalnızca pasif enerji kaynakları olmadığını, aksine metabolik süreçleri doğrudan etkileyen aktif bileşenler olduğunu ortaya koymuştur. Zamanla artan bilimsel kanıtlar, trans yağ asitlerinin kardiyovasküler hastalık riskini artırdığına işaret etmiş; bu durum, birçok ülkede gıda politikalarının yeniden şekillenmesine yol açmıştır (Mozaffarian vd., 2006: 1601).

Gerçekten de trans yağ asitlerinin gıda tedarikinden kısmen veya tamamen çıkarılmasının ardından, bazı toplumlarda kardiyovasküler olayların ve buna bağlı mortalitenin azaldığı gözlenmiştir. Bu gelişmeler, trans yağ asitlerinin sağlık üzerindeki etkilerinin yalnızca teorik değil, toplum düzeyinde ölçülebilir sonuçlar doğurduğunu göstermesi açısından önemlidir. Buna karşın, bu yağ asitlerinin tamamen ortadan kaldırılması pratikte mümkün değildir. Geviş getiren hayvanlardan elde edilen et ve süt ürünleri, doğal olarak az miktarda trans yağ asidi içermeye devam etmektedir. Ayrıca, endüstriyel kısıtlamaların henüz yaygın olmadığı bölgelerde, trans yağ asitleri hâlen günlük beslenmenin bir parçası olmayı sürdürmektedir (Lichtenstein, 2014: 433).

Beslenme alışkanlıklarının hızla değiştiği ve paketli, kızartılmış, enerji yoğun gıdaların daha fazla tüketildiği toplumlarda trans yağ asitlerine maruziyet, halk sağlığı açısından ayrı bir önem kazanmaktadır. Özellikle hızlı kentleşme, zaman kısıtı ve ekonomik nedenlerle tercih edilen “pratik” gıdalar, trans yağ asitlerinin diyetteki payını artırabilmektedir. Bu durum, obezite, diyabet, hipertansiyon ve kardiyovasküler hastalıklar gibi kronik hastalıkların artışıyla birlikte değerlendirildiğinde, trans yağ asitlerinin yalnızca beslenme kimyasının değil, aynı zamanda yaşam tarzı hastalıklarının da merkezinde yer aldığını düşündürmektedir (Pipoyan vd., 2021: 2452).

Buna rağmen, trans yağ asitleri konusunda dikkat çekici bir çelişki bulunmaktadır. Bir yandan, bu yağ asitlerinin tüketimi ile sağlık sorunları arasındaki ilişkiyi ortaya koyan güçlü epidemiyolojik veriler mevcuttur; öte yandan, trans yağ asitlerinin hücresel ve moleküler düzeyde hangi mekanizmalar üzerinden bu etkileri ortaya çıkardığına dair bilgiler görece sınırlıdır. Özellikle endüstriyel trans yağ asitleri ile geviş getiren hayvan kaynaklı trans yağ asitleri arasındaki biyolojik farklılıklar, hâlen net biçimde aydınlatılamamış alanlar arasında yer almaktadır. Bu belirsizlik, trans yağ asitlerini tek tip bir grup olarak ele almanın yeterli olup olmadığı sorusunu da gündeme getirmektedir (Bhardwaj, Passi ve Misra, 2011: 162).

Tüm bu çerçeve içinde trans yağ asitleri, yalnızca kimyasal yapılarıyla değil üretim süreçleri, beslenmedeki kaynakları ve insan sağlığı üzerindeki çok boyutlu etkileriyle bütüncül bir değerlendirmeyi hak eden bir lipid grubudur. Günümüzde trans yağ asitlerine yönelik politikaların şekillenmesinde, bu yağ asitlerinin fizyolojik etkilerinin daha iyi anlaşılması belirleyici olmaktadır. Bu nedenle, trans yağ asitlerinin diyet yoluyla alınmasının vücutta hangi biyolojik yolları etkilediği, hangi sistemlerde risk oluşturduğu ve bu risklerin hangi koşullarda arttığı soruları, konunun merkezinde yer almaktadır. Bu sorulara yanıt arayışı, trans yağ asitlerinin insan sağlığıyla ilişkili potansiyel risklerinin daha ayrıntılı biçimde ele alınmasını gerekli kılmaktadır.

Trans Yağ Tüketimiyle İlişkili Sağlık Riskleri

Trans yağ asitleri geçmişte çoğunlukla yalnızca enerji kaynağı olarak görülse de günümüzde bu yağ asitlerinin vücutta çok daha karmaşık biyolojik etkilere sahip olduğu anlaşılmıştır. Trans yağ asitleri, lipid metabolizması ve inflamasyon başta olmak üzere, oksidatif stres ve hücresel yanıt mekanizmalarını etkileyerek çeşitli metabolik ve vasküler süreçlere müdahil olabilmektedir. Bu etkilerin bazıları, doğrudan damar duvarındaki değişimlere ve aterosklerozun hızlanmasına zemin hazırlarken; bazıları da karaciğer yağlanması, insülin direnci ve sistemik inflamasyon gibi kardiyometabolik riskin daha geniş bir çerçevesine bağlanır. Çalışmaların sonuçları kullanılan trans yağ asidinin tipi, dozu, çalışmanın süresi ve çalışılan popülasyonun özelliklerine göre değişkenlik göstermektedir. Yine de genel tablo, özellikle endüstriyel kaynaklı trans yağ asitlerinin, kardiyometabolik sağlık açısından riskli bir biyolojik imza taşıdığına işaret etmektedir (Mozaffarian ve Aro ve Willett, 2009: S5–S21).

Plazma Kolesterol ve Lipoprotein Profili

Kolesterol, kanda başlıca LDL ve HDL lipoproteinleri aracılığıyla taşınırken daha küçük bir kısmı ise trigliseritten zengin partiküller içinde bulunur. Aterosklerotik kardiyovasküler hastalık riski açısından bakıldığında, LDL kolesterolün ve apoB taşıyan aterojenik partiküllerin artması riskin yükselmesiyle ilişkilendirilirken, HDL kolesterol düzeyinin

düşmesi genellikle olumsuz bir yönelim olarak değerlendirilir. Trans yağ asitlerinin en tutarlı biçimde gösterilmiş etkilerinden biri, bu lipoprotein dengesini aterojenik yönde değiştirmesidir (Islam vd., 2019:1643–1647).

Çalışmalarda enerji alımının belirli bir yüzdesinin endüstriyel trans yağ asitlerinden sağlandığı diyetlerin, cis tekli doymamış yağ asitlerine dayalı diyetlerle karşılaştırıldığında HDL kolesterolü düşürdüğü ve toplam kolesterol ile LDL kolesterolü artırdığı bildirilmiştir. Bu durum, yalnızca "LDL artışı" üzerinden değil, aynı zamanda toplam kolesterol/HDL oranını kötüleştirerek risk profilini daha belirgin hâle getirir. Bazı çalışmalarda doymuş yağ asitleri de LDL'yi artırmış olsa bile, trans yağ asitlerinin HDL üzerindeki düşürücü etkisinin daha belirgin olması, bu yağ asitlerinin "daha güçlü aterojenite" ile anılmasının temel nedenlerinden biridir. Buna ek olarak, trans yağ alımının LDL partikül boyutunu küçültebildiği; lipoprotein metabolizmasında belirli katabolik akışları değiştirebildiği ve Lp(a) gibi ek risk göstergeleriyle de ilişkilenebildiği bildirilmektedir. Bununla birlikte, tüm çalışmalar aynı büyüklükte etki göstermemiştir. Bazı çalışmalarda kontrol yağının seçimi ya da trans yağ alım düzeyinin görece düşük olması nedeniyle farkların sınırlı kaldığı görülmektedir. Yine de literatür çoğunlukla trans yağ tüketiminin lipoprotein profilini genel olarak olumsuz bir yöne kaydırdığına işaret etmektedir. Hayvan modelleri de bu tabloyu desteklemektedir. Özellikle ateroskleroza yatkın genetik modellerde, trans yağdan zengin diyetlerin daha yüksek toplam kolesterol, LDL kolesterol ve trigliserit düzeyleriyle birlikte seyrettiği; bazı deneylerde HDL'de düşüşün de eşlik ettiği bildirilmiştir (Dhaka vd., 2011:534–541). Bu tür bulgular, trans yağ tüketimi ile kardiyovasküler hastalık riski arasındaki ilişkinin en azından bir kısmının, lipoprotein profilindeki bu olumsuz değişimle açıklanabileceğini düşündürmektedir.

İnflamasyon ve İnflamatuvar Aktivasyon

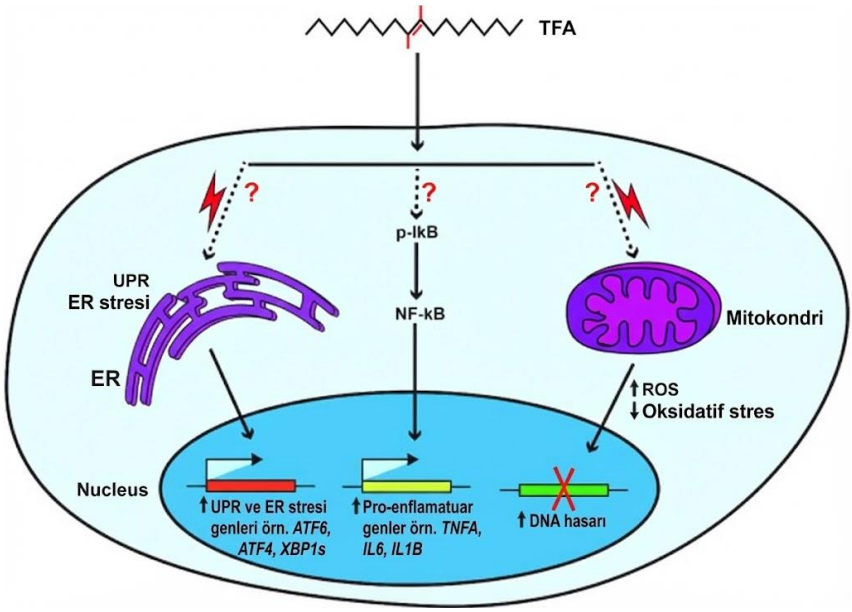
Ateroskleroz, yalnızca yağ birikimiyle açıklanabilen pasif bir süreçten ziyade damar duvarında bağışıklık hücrelerinin birikimi ve inflamatuvar medyatörlerin üretimiyle ilerleyen, aktif bir inflamatuvar hastalık olarak ele alınır. Bu açıdan bakıldığında, trans yağ asitlerinin risk oluşturduğu bir diğer yol, inflamasyonu tetikleyebilmesi ya da var olan inflamatuvar zemini güçlendirebilmesidir. İnsan çalışmalarında, trans yağ tüketiminin C-reaktif protein (CRP) gibi sistemik inflamasyon göstergelerini artırabildiği, periferik bağışıklık hücrelerinde bazı proinflamatuvar sitokinlerin yükselişiyle ilişkili olabildiği bildirilmiştir. Kesitsel çalışmalarda da trans yağ açısından zengin gıdaları daha fazla tüketen bireylerde inflamasyon belirteçlerinin daha yüksek bulunması, bu biyolojik hattın klinik düzlemde karşılığını düşündürmektedir. Hayvan çalışmalarında ise trans yağdan zengin diyetlerin damar dokusunda inflamatuvar gen ekspresyonunu artırabildiği, makrofaj birikimini ve aterosklerotik lezyon gelişimini destekleyebildiği yönünde bulgular vardır. Hücre kültürü çalışmalarında da özellikle endüstriyel trans

izomerlerin, belirli koşullarda NF-κB gibi anahtar inflamatuvar sinyal yollarını aktive edebildiği; buna bağlı olarak IL-6 ve TNF-α gibi medyatörlerde artış gözlenebildiği gösterilmiştir (Fritsche, 2015:293–301).

Trans yağların proinflamatuvar etkisi, karşılaştırmanın neyle yapıldığına bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bazı çalışmalarda doymuş yağ asitleri çok güçlü inflamatuvar yanıt oluştururken, trans yağ asitlerinin etkisi daha nötr ya da daha zayıf saptanabilir. Buna karşın, cis doymamış yağ asitleriyle kıyaslandığında trans yağların inflamasyon üzerinde daha olumsuz bir profil çizebildiği görülür (Pipoyan vd., 2021: 2452). Bu nedenle trans yağların inflamatuvar etkisini değerlendirirken çalışmanın bağlamı ve karşılaştırma zemini dikkate alınmalıdır.

Endotel Disfonksiyonu, Oksidatif Stres ve Endoplazmik Retikulum Stresi

Damar sağlığında endotel tabakası kritik öneme sahiptir. Endotel fonksiyonunun bozulması, aterosklerozun erken evrelerinden itibaren önemli bir kırılma yaratır. Trans yağ asitlerinin endotel üzerinde olumsuz etkileri olabileceği; hücre adezyon molekülleri ve inflamasyonla ilişkili bazı dolaşımsal biyobelirteçlerin yükselmesiyle birlikte değerlendirildiğinde, endotel disfonksiyonuna giden yolu güçlendirebileceği ileri sürülmektedir. Hücresel düzeyde trans yağ asitleri, reaktif oksijen türlerinin (ROS) artışı ve antioksidan savunmanın zayıflamasıyla oksidatif stres ortamını destekleyebilmektedir. Bazı hayvan modellerinde trans yağdan zengin diyetlerin damarda süperoksit üretimini artırdığı; NADPH oksidaz gibi kaynakların aktive olabildiği, bunun da aterosklerotik lezyon genişlemesiyle eşleştiği bildirilmiştir (Monguchi vd., 2017:121–127). Endotel hücre kültürlerinde ise trans izomerlerle muamele edilen hücrelerde ROS artışı, kaspaz aktivasyonu ve apoptotik süreçlerin tetiklenmesi gibi bulgular rapor edilmiştir. Endoplazmik retikulum (ER) stresi açısından da özellikle yüksek konsantrasyonlarda ve uzun maruziyetlerde, bazı trans yağ asitlerinin Katlanmamış Protein Yanıtı (UPR) üzerinden hücresel stresi artırabildiği gösterilmiştir. Bununla birlikte bu alandaki veriler heterojendir; bazı hücre tiplerinde trans yağın etkisi sınırlı bulunurken, doymuş yağların çok daha belirgin bir ER stresi indükleyicisi olduğu gözlenmiştir (Oteng ve Kersten, 2020: 700). Bu durum, trans yağların tüm hücrelerde aynı toksik davranışı göstermediğini; etkilerin hücre tipine, doza ve maruziyet süresine duyarlı olduğunu düşündürmektedir.



Şekil 2. Trans yağ asitlerinin moleküler etki mekanizmaları. ATF4, aktive edici transkripsiyon faktörü 4; ATF6, aktive edici transkripsiyon faktörü 6; ER, endoplazmik retikulum; p-IκB, fosforile IκB; ROS, reaktif oksijen türleri; TFA, trans yağ asidi; UPR, katlanmamış protein yanıtı; XBP1s, X-kutusu bağlayıcı protein 1, eklenmiş form; '?', açıklanmamış mekanizmayı temsil etmektedir (Oteng ve Kersten, 2020: 700)

Otofaji ve Apoptoz

Otofaji, hücrenin stres koşullarına uyum mekanizmalarından biridir ve enerji dengesinin korunmasında, hasarlı organellerin uzaklaştırılmasında önem taşır. Trans yağ asitlerinin otofaji üzerindeki etkileri konusunda literatür daha sınırlıdır ve bulgular birbiriyle tam uyumlu değildir. Bazı hücre tiplerinde trans yağ asitlerinin otofagozom oluşumu ve otofaji belirteçleri üzerinden otofajiyi artırdığı ve bunun apoptozla birlikte seyrettiği bildirilirken; bazı çalışmalarda trans yağların, doymuş yağlar tarafından indüklenen otofajiyi baskılayabildiği ve bu yolla hücrenin sitoprotektif stres yanıtını zayıflatabileceği ileri sürülmüştür. Bu alan, trans yağların hücresel stres biyolojisindeki rolünü anlamak açısından önemli bir pencere açsa da şu an için net bir çerçeve çizmemektedir (Ganguly ve Pierce, 2015:170–176).

Karaciğer Lipid Homeostazının Bozulması ve NAFLD/Steatohepatit

Trans yağ asitlerinin etkileri yalnızca damar duvarında ya da kanda dolaşan lipoproteinlerde sınırlı değildir. Karaciğer, lipid alımı, depolanması, sentezi, oksidasyonu ve lipoprotein olarak salgılanması arasındaki dengeyi yöneten merkez organ olduğu için, trans yağların metabolik yükünün önemli bir kısmını taşır. Hayvan çalışmalarında trans yağdan zengin diyetlerin

karaciğerde yağ birikimini artırabildiği; karaciğer hasarı belirteçlerinde yükselmeye, akut faz yanıtına ve histolojik olarak steatohepatit yönelimli bulgulara eşlik edebildiği bildirilmiştir. Bu fenotipin, lipogenezle ilişkili bazı ana düzenleyicilerin ve enzimlerin artmış ekspresyonuyla birlikte seyrettiği; karaciğer kolesterol metabolizmasının da bu süreçte önemli bir yer tuttuğu görülmektedir (Tetri vd., 2008: G987–G995).

Hücre kültürü ve omik yaklaşımlar, özellikle endüstriyel trans izomerlerin, kolesterol ve yağ asidi biyosenteziyle ilişkili yolları yukarı yönlü düzenleyebildiğini ve Sterol Düzenleyici Element Bağlayıcı Protein (SREBP) ekseni üzerinden kolesterolojenik/lipogenik gen ekspresyonunu artırabildiğini düşündürmektedir. Bu bulgular, trans yağ tüketiminin yalnızca diyete eklenen pasif bir yağ yükü olmadığını; aynı zamanda karaciğerde yağ sentezi ve metabolizmasını düzenleyen içsel mekanizmaları da etkileyebildiğini düşündürmektedir. Bu tür bir metabolik yeniden düzenlenmenin klinik sonucu, dislipidemi ve yağlı karaciğer hastalığı arasında kısır bir döngünün oluşmasıdır. Karaciğerin lipid işleme kapasitesi bozuldukça, kanda dolaşan lipoproteinlerin bileşimi de olumsuz yönde değişir ve kardiyometabolik risk giderek belirginleşir (Vendel Nielsen vd., 2013: e74283; Shao ve Ford, 2014: 403).

İnsülin Direnci ve Metabolik Sendrom

Trans yağ asitlerinin insülin direnciyle ilişkisi, özellikle zaten riskli metabolik zemine sahip bireylerde daha belirgin görünebilir. Klinik ve epidemiyolojik veriler, trans yağ alımının açlık insülini, insülin direnci indeksleri ve glisemik göstergelerle pozitif yönde ilişki gösterebildiğini; özellikle endüstriyel trans izomerlerle bu ilişkinin daha belirgin olabildiğini düşündürmektedir (Bhardwaj, Passi ve Misra, 2011: 162).

Moleküler düzeyde, GLUT4 translokasyonu, IRS-PI3K-Akt hattı ve ER stresi gibi yollar üzerinden insülin sinyallemesinin zayıflayabileceği ileri sürülmektedir. Bu noktada, her çalışmanın aynı sonuca ulaşmadığını ve bireysel farklılıkların (yaş, vücut kompozisyonu, mevcut metabolik durum) etkileri belirgin biçimde değiştirebildiğini unutmamak gerekir. Yine de trans yağ tüketimi, lipit profili ve inflamasyon üzerinden insülin direncine giden yolu dolaylı olarak da güçlendirebilir; yani glukoz metabolizmasına etki, çoğu zaman "tek bir mekanizma" ile değil, birbirini besleyen çoklu yollarla ortaya çıkmaktadır (Thompson vd., 2011: 553).

Trans Yağ Asidi Kaynağı Önemli mi?

Trans yağ asitleri söz konusu olduğunda "kaynak" meselesi, tartışmaların odak noktalarından biridir. Bazı epidemiyolojik çalışmalar, olumsuz etkilerin daha çok endüstriyel trans yağlara özgü olduğunu; geviş getiren hayvanlardan gelen trans yağların daha nötr ya da bazı koşullarda daha az olumsuz olabileceğini ileri sürmüştür. Buna karşılık, insan odaklı

çalışmaları bir araya getiren değerlendirmelerde, alım düzeyi eşleştirildiğinde geviş getiren hayvan kaynaklı trans yağların da LDL/HDL oranını artırabildiği; yani lipoprotein düzleminde tamamen masum sayılamayabileceği görülmektedir (Brouwer vd., 2010: 9434). Öte yandan, hücresel mekanizmalar açısından bakıldığında bazı doğal trans izomerlerin PPAR ekseni üzerinden daha farklı biyolojik yanıtlar üretebileceği; endüstriyel izomerlerin ise SREBP ekseniyle lipogenez/kolesterogenez yönünde daha belirgin bir iz bırakabileceği öne sürülmektedir. Bu farklar, küçük yapısal değişikliklerin biyolojik etkilerde büyük sonuçlar doğurabildiği gerçeğiyle uyumludur. Bununla birlikte, bu alanda da kesin konuşmayı zorlaştıran nokta, gerçek yaşamda doğal trans yağ alımının genellikle düşük düzeylerde kalması ve gıdanın bütün matrisinin (süt ürünlerinin veya etin içerdiği diğer bileşenler gibi) sonuçlara eşlik etmesidir. Dolayısıyla endüstriyel–doğal ayrımı, mutlak bir iyi-kötü ikiliğinden çok, doz, izomer profili ve diyetin genel kalitesiyle birlikte okunması gereken bir çerçeve sunmaktadır (Oteng ve Kersten, 2020: 700).

Genel resme bakıldığında, trans yağ asitlerinin sağlık riskleri tek bir organa ya da tek bir biyobelirtece indirgenemeyecek kadar geniştir. Plazma lipoprotein profilini aterojenik yönde kaydırması, inflamasyonu ve endotel disfonksiyonunu desteklemesi, oksidatif/ER stres yollarına dokunabilmesi ve karaciğerde lipid metabolizmasını bozarak yağlı karaciğer–dislipidemi döngüsünü besleyebilmesi; trans yağ tüketimini kardiyometabolik riskin merkezinde konumlandırır. Bu noktadan sonra, riskin hangi koşullarda daha belirgin hâle geldiği, hangi izomerlerin hangi biyolojik mekanizmalar üzerinden etkili olduğu ve özellikle endüstriyel trans yağların neden daha tutarlı biçimde olumsuz sonuçlarla ilişkilendirildiği soruları daha ayrıntılı ele alınmalıdır.

SONUÇ

Mevcut kanıtlar, trans yağ asitlerinin özellikle endüstriyel kaynaklı olanlarının, lipid metabolizmasını aterojenik yönde etkilediğini; inflamasyon, endotel disfonksiyonu ve karaciğer lipid homeostazındaki bozulmalar üzerinden kardiyometabolik riskle güçlü biçimde ilişkili olduğunu göstermektedir. Trans yağların etkileri tek bir biyolojik yolakla sınırlı olmayıp, birbirini etkileyen çoklu mekanizmalar aracılığıyla ortaya çıkmaktadır. Bu durum, trans yağ tüketiminin yalnızca miktarının değil,

kaynağının ve diyetin genel yapısının da önem taşıdığını ortaya koymaktadır.

Bu çerçevede, özellikle endüstriyel trans yağ asitlerinin diyetle alımının azaltılması hem bireysel hem de toplumsal düzeyde önemli bir halk sağlığı hedefi olarak öne çıkmaktadır. Gıda üretiminde ve etiketlemede sürdürülen düzenleyici yaklaşımlar, trans yağ maruziyetinin azaltılmasında etkili olmakla birlikte, bu politikaların küresel ölçekte yaygınlaştırılması gerekmektedir. Doğal kaynaklı trans yağ asitleri değerlendirilirken ise alım düzeyi, izomer profili ve gıdanın bütüncül besin matrisi dikkate alınmalıdır. Gelecekte yapılacak çalışmaların, farklı trans yağ izomerlerinin biyolojik etkilerini daha net biçimde ayırt etmesi ve bireysel duyarlılıkları göz önüne alan yaklaşımlar geliştirmesi, beslenme önerilerinin bilimsel temellerini daha da güçlendirecektir.

REFERANSLAR

Bhardwaj, S., Passi, S. J., & Misra, A. (2011). Overview of trans fatty acids: biochemistry and health effects. Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews, 5(3), 161-164.

Brouwer, I. A., Wanders, A. J., & Katan, M. B. (2010). Effect of animal and industrial trans fatty acids on HDL and LDL cholesterol levels in humans–a quantitative review. PloS one, 5(3), e9434.

Dhaka, V., Gulia, N., Ahlawat, K. S., & Khatkar, B. S. (2011). Trans fats—sources, health risks and alternative approach-A review. Journal of food science and technology, 48(5), 534-541.

Fritsche, K. L. (2015). The science of fatty acids and inflammation. Advances in Nutrition, 6(3), 293S-301S.

Ganguly, R., & Pierce, G. N. (2015). The toxicity of dietary trans fats. Food and Chemical Toxicology, 78, 170-176.

Islam, M. A., Amin, M. N., Siddiqui, S. A., Hossain, M. P., Sultana, F., & Kabir, M. R. (2019). Trans fatty acids and lipid profile: A serious risk factor to cardiovascular disease, cancer and diabetes. Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews, 13(2), 1643-1647.

Johnston, P. V., Johnson, O. C., & Kummerow, F. A. (1957). Occurrence of trans fatty acids in human tissue. Science, 126(3276), 698-699.

Lichtenstein, A. H. (2014). Dietary trans fatty acids and cardiovascular disease risk: past and present. Current atherosclerosis reports, 16(8), 433.

Monguchi, T., Hara, T., Hasokawa, M., Nakajima, H., Mori, K., Toh, R., ... & Shinohara, M. (2017). Excessive intake of trans fatty acid accelerates atherosclerosis

through promoting inflammation and oxidative stress in a mouse model of hyperlipidemia. Journal of cardiology, 70(2), 121-127.
Mozaffarian, D., Aro, A., & Willett, W. C. (2009). Health effects of trans-fatty acids: experimental and observational evidence. European journal of clinical nutrition, 63(2), S5-S21.
Mozaffarian, D., Katan, M. B., Ascherio, A., Stampfer, M. J., & Willett, W. C. (2006). Trans fatty acids and cardiovascular disease. New England Journal of Medicine, 354(15), 1601-1613.
Oteng, A. B., & Kersten, S. (2020). Mechanisms of action of trans fatty acids. Advances in Nutrition, 11(3), 697-708.
Pipoyan, D., Stepanyan, S., Stepanyan, S., Beglaryan, M., Costantini, L., Molinari, R., & Merendino, N. (2021). The effect of trans fatty acids on human health: regulation and consumption patterns. Foods, 10(10), 2452.
Shao, F., & Ford, D. A. (2014). Elaidic acid increases hepatic lipogenesis by mediating sterol regulatory element binding protein-1c activity in HuH-7 cells. Lipids, 49(5), 403-413.
Tetri, L. H., Basaranoglu, M., Brunt, E. M., Yerian, L. M., & Neuschwander-Tetri, B. A. (2008). Severe NAFLD with hepatic necroinflammatory changes in mice fed trans fats and a high-fructose corn syrup equivalent. American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology, 295(5), G987-G995.
Thompson, A. K., Minihane, A. M., & Williams, C. M. (2011). Trans fatty acids, insulin resistance and diabetes. European Journal of Clinical Nutrition, 65(5), 553-564.
Vendel Nielsen, L., Krogager, T. P., Young, C., Ferreri, C., Chatgilialoglu, C., Nørregaard Jensen, O., & Enghild, J. J. (2013). Effects of elaidic acid on lipid metabolism in HepG2 cells, investigated by an integrated approach of lipidomics, transcriptomics and proteomics. PloS one, 8(9), e74283.

Sağlık Turizmi ve Hastanelerde Sağlık Turizminin Geliştirilmesi

Nurşen AYDIN[1]

1- Doç. Dr. Erzurum Teknik Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü. nursen.aydin@erzurum.edu.tr ORCID No: 0000-0001-9221-5460

ÖZET

Bireylerin tedavi, rehabilitasyon ve sağlıklı yaşam amacıyla gerçekleştirdiği ulusal ve uluslararası seyahatleri kapsayan sağlık turizmi özellikle gelişmekte olan ülkeler için hem ekonomik kalkınma aracı hem de bu alanda faaliyet gösteren işletmeler için önemli bir gelir kaynağı olarak öne çıkmaktadır. Sağlık turizmi kapsamında verilen sağlık hizmetlerinin en önemli kısmı hastanelerde gerçekleştirildiği için sağlık turizmini geliştirmek için hastane yöneticilerine de önemli görevler düşmektedir. Dijital teknolojiler, sağlık turizmi yönetiminde devrim niteliğinde dönüşümler yaratmış, tele-sağlık uygulamaları hastaların uzaktan konsültasyon almasını sağlarken, yapay zeka destekli sistemler teşhis ve tedavi süreçlerinin verimliliğini artırmaktadır. Dijital pazarlama, çevrimiçi hasta yorumları ve uluslararası ödeme sistemleri, hastanelerin küresel pazardaki görünürlüğünü artıran stratejik araçlardır. Sağlık turizmi pazarında, hasta deneyimi yalnızca tıbbi kaliteyle değil, aynı zamanda iletişim, kültürel duyarlılık ve konfor hizmetleriyle de şekillenmektedir. Uluslararası hastaların memnuniyeti, tekrar ziyaretlerini artırmakta ve hastanenin uluslararası marka değerine katkıda bulunmaktadır. Bu nedenle, hastane yöneticileri hizmet kalitesini yalnızca klinik bir bakış açısıyla değil, aynı zamanda bütünsel bir hasta deneyimi yaklaşımıyla da ele almalıdır. Temelinde tıbbi tedavi hizmetlerini barındıran sağlık turizmi, konaklama, ulaşım, ülkenin coğrafi, tarihi ve kültürel değerlerinin tanıtımı gibi birçok turizm faaliyetini de barındırmaktadır. Ekonomik, kültürel ve sosyal yönden ülkeye katkıları yanında dünya çapında seyahat eden çok sayıda hasta nedeniyle bulaşıcı hastalıkların yayılması, ekolojik dengenin bozulması gibi olumsuz etkilere de sebep olabilmektedir. Bu nedenle sağlık turizmin sürdürülebilirlik ilkeleri çerçevesinde ele alınması ve toplum yararı ile güvenlik boyutlarının bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler – Sağlık Turizmi, Sağlık Hizmetleri, Hastane, Sağlık Yönetimi, Hastane Yönetimi, Sürdürülebilirlik.

GİRİŞ

Son yıllarda sağlık hizmetleri hem ulusal hem de küresel bir rekabet alanı haline gelmiştir. Bu kapsamda sağlık turizmi de önemli bir sektör haline gelmiştir. Dünyadaki birçok ülkenin, yatırım çekmek, yurtdışından gelen turist sayısını ve ekonomik faydasını artırmak, yeni teknolojiler geliştirmek, ülkesinin sağlık alanındaki prestijini artırmak gibi nedenlerle sağlık turizmine verdikleri önem giderek artmaktadır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde sağlık turizmi hem ekonomik kalkınma aracı hem de bu alanda faaliyet gösteren işletmeler için önemli bir gelir kaynağı olarak öne çıkmaktadır.

Sağlık turizmi, hem ilgili ülkeye gelecek sağlık turistlerinin sağlığı üzerinde hem de o ülkenin halkı üzerinde önemli rol oynamaktadır (Bushell, 2016). Bu nedenle sağlık turizmi politika yapıcıların, sağlık ve hastane yöneticilerinin üzerinde durması gereken önemli bir konudur.

SAĞLIK TURİZMİNİN KAVRAMSAL ÇERÇEVESİ

Dünya Sağlık Örgütü (1946), sağlığı "*sadece hastalık veya sakatlığın olmaması değil, tam bir fiziksel, zihinsel ve sosyal iyilik hali*" olarak tanımlamaktadır (DSÖ, 1998). Sağlık turizmi ise bireylerin sağlık hizmetleri almak için ikamet ettikleri yerden farklı bir yere seyahat etmeleri olarak tanımlanmaktadır (Aydın ve Karamehmet, 2017).

Sağlık turizmi çok eski dönemlerden günümüze kadar süregelen bir uygulamadır. Antik çağlarda insanlar şifa tapınaklarına ve kaplıcalara giderken (Connell, 2006; Epundu ve ark., 2017; Halkiopoulos ve ark., 2021; Li ve Cui, 2014), 20. yüzyılda hastalar kendi ülkelerinde mevcut olmayan sağlık hizmeti elde etmek amacıyla daha gelişmiş ve uzmanlaşmış olduğunu düşündükleri tıbbi tesislere erişim sağlamak için gelişmekte olan ülkelerden gelişmiş ülkelere gitmektedirler (Connell, 2006; Epundu ve ark., 2017; Lunt ve ark., 2011). Günümüzde ise tersine, bireyler sağlık hizmeti almak için yüksek maliyetler, uzun bekleme süreleri, sigorta veya yasal engeller, gizlilik isteği ve tedaviyi tatille birleştirme arzusu gibi nedenlerle gelişmiş ülkelerden gelişmekte olan ülkelere yönelmektedirler (Epundu ve ark., 2017; Horowitz ve Lunt ve ark., 2011; Rosensweig, 2007).

Sağlık turizmi, hava yolculuğu ile çok hızlı erişim, internet üzerinden hızlı sınır ötesi iletişim ve özel sağlık sektörüne yapılan yatırımlar sayesinde kolaylaşmıştır (Epundu ve ark., 2017; Lunt ve ark., 2011).

Sağlık turizminin büyümesinde, gelişmiş ülkelerde tıbbi operasyonların nispeten yüksek maliyetleri, makul fiyatlı uluslararası seyahat seçeneklerinin artması, gelişmekte olan ülkelerde artan kalite standartları, kozmetik ve diş operasyonlarına olan talebin artması, tıbbi turizm operasyonlarının giderek daha karmaşık hale gelmesi, devlet desteği ve bilgi ve iletişim teknolojilerinin yükselişi gibi çeşitli faktörler etkili olmaktadır. Sağlık turistleri, basit sağlık prosedürlerinin yanı sıra kalp ameliyatı, diş hekimliği ve kozmetik gibi karmaşık özel ameliyat hizmetlerini de almaktadırlar (Halkiopoulos ve ark., 2021).

Sağlık turizmi sektöründe uzun süredir en temel öncelik, hastaların tedavi amacıyla seyahat etmesini sağlayacak nitelikli sağlık hizmetlerinin sunulması olmuştur. Sağlık turizmi, rutin kontrollerden ileri düzey cerrahi operasyonlara kadar geniş bir tedavi yelpazesini kapsamaktadır. Bu alan,

birçok ülkeye dikkate değer ekonomik avantajlar sağlamakta olup günümüzde küresel ölçekte en hızlı büyüyen turizm kollarından biri haline gelmiştir (Fengmin ve ark., 2022).

Sağlık turizmi, hastaneler, klinikler, sağlık merkezleri, sağlıklı yaşam, SPA merkezleri ve uluslararası tatillerle ilişkili diğer sağlık hizmetlerinden gelen farklı ürün ve hizmetleri kapsamaktadır (Seow ve ark., 2022). Genel olarak sağlık turizmi kapsamında aşağıdaki sağlık hizmetleri sunulmaktadır (Lunt ve Carrera, 2010):

- *"Estetik cerrahi (meme, yüz, liposuction)*
- *Diş hekimliği (estetik, rekonstrüksiyon)*
- *Kardiyoloji/kalp cerrahisi (bypass, kapak replasmanı)*
- *Ortopedi cerrahisi (kalça protezi, yüzey yenileme, diz protezi, eklem cerrahisi)*
- *Bariatrik cerrahi (mide baypası, mide bandı)*
- *Tüp bebek/üreme sistemi (tüp bebek, cinsiyet değiştirme)*
- *Organ ve doku nakli (organ nakli; kök hücre)*
- *Göz cerrahisi*
- *Teşhis ve kontroller."*

Sağlık turizmi temel olarak 3 ana başlıkta değerlendirilmektedir (Türkiye Sağlık Turizmi Derneği, 2025).:

- "*Tıp Turizmi: Hastanelerde teşhis, tedavi, ameliyat vb. işlemler,*
- *Termal Turizm: Termal tesislerde rehabilitasyon, dinlenme vb. hizmetler.*
- *Yaşlı ve Engelli Turizmi: Geriatrik tedavi merkezi veya yaylalar da sosyal aktivitelerle birlikte uzun süreli konaklamalar*"

Günümüzde turizm sektöründe sağlık turizminin payı giderek artmaktadır. Sağlık turizmi, bireylerin tedavi, rehabilitasyon veya sağlıklı yaşam amacıyla gerçekleştirdikleri ulusal ve uluslararası seyahatleri kapsar. Medikal turizm, termal turizm ve yaşlı/engelli turizmi bu alanın en önemli türleri arasındadır. Ülkemizde de özellikle son yıllarda devlet tarafından verilen teşvikler ile kamu ve özel sektör tarafından yapılan yatırımlar sağlık turizminin gelişmesinde önemli katkı sağlamıştır. Sağlık turizmine verilen önem ve bu alanda yapılan yatırımlar ülkemizi sağlık turizmi açısından bölgesinde cazibe merkezi haline getirmiştir.

Sağlık Turizmi Geliştirilmesi için Toplumsal Temelde Yapılması Gerekenler

DSÖ, hükümetlere ve topluluklara sağlık için sürdürülebilir bir temel olarak yeni stratejiler ve eylemler geliştirmede yardımcı olmak amacıyla sağlık turizmi için "sağlıkta yeni ufuklar" sloganıyla bölgesel bir politika çerçevesi geliştirmiştir. Bu politikanın temel hedefi tedavi yerine hastalığın önlenmesine odaklanmak ve topluluğun katılımını ve sektörler arası iş birliğini teşvik etmektir. Bunun için sağlıklı okullar, sağlıklı işyerleri, sağlıklı pazarlar, sağlıklı hastaneler ve sağlıklı şehirler gibi 'sağlıklı ortamların' kullanılması önerilmiştir (Bushell, 2016; Powis, 1999).

Sağlık turizminin taahhüt, iş birliği, toplumun katılımı, iletişim ve kapasite geliştirme kavramları üzerine inşa edilmesi gerekmektedir.

- **Taahhüt**: Turizm planlaması ve operasyonlarının hedefleri ve hedefleri içinde yer alan bireyler ve topluluklar için sağlığın koruması ve geliştirilmesini tanımlayan bir sağlık ahlakı oluşturulması.
- **İş birliği:** Kilit paydaşlar arasında çalışma ilişkilerinin kurulması gerekmektedir. İş birliği fırsatları, ağ oluşturma, bilgi paylaşımından aktif koordinasyona, ortak faaliyetlere ve paylaşılan kaynaklara kadar değişmektedir.
- **Toplumun katılımı:** Sağlık turizmine ortak bir vizyon ve hedef belirleme sürecinde topluma aktif katılma fırsatı sunmak gerekmektedir. Toplumsal refah ve toplum sağlığı ile yakın ilgisi nedeniyle sağlık turizmi faaliyetlerinde toplumun, karar verme, uygulama ve değerlendirmede aktif katılımının sağlanması ve öncü bir rol verilerek toplum katılımının güçlendirilmesi gerekmektedir.
- **İletişim:** Toplumun ve turistlerin sağlığını ve refahını teşvik etmek için bir dizi stratejinin geliştirilmesi gerekmektedir. Toplumsal güven ve şeffaflık esas alınarak sağlığı koruma ve geliştirme temelinde tüm paydaşları bilgilendirmek önemlidir.
- **Kapasite geliştirme:** 'Sağlık Turizmi' kapsamında, bireysel ve kurumsal finansman kaynaklarının sağlanması ihtiyacının göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Sağlık turizmi alanında ihtiyaç duyulan kaynakların planlanması, finansmanı ve bu alanı düzenleyen mevzuat hükümlerinin toplumun sağlığını da geliştirme hedefine uygun olarak düzenlenmelidir.

"Sağlıklı turizm" yaklaşımının tüm bu konuları sağlık turizmi uygulayan ülke bağlamında ele alınması gerekmektedir (Bushell, 2016).

Bir ülkede sağlık hizmetlerini ve bireylerin sağlığını sadece sunulan sağlık hizmetleri seviyesi belirlemez. Sunulan sağlık hizmetleri yanında ülkenin coğrafi, tarihi ve kültürel kombinasyonları, gıda üretimi ve dağıtımı, gelir, eğitim, su temini ve atıkların imhası, konut vb. birçok etmenin bireyin ve toplumun sağlığını belirleyici etkileri vardır (Bushell, 2016; Taylor, 1994).

Sağlık turizmi, hizmetin verildiği ülkedeki toplumun yaşam kalitesini iyileştirmek yönünde önemli bir etkisi de beklenmektedir. Bu nedenle turizm planlamasının, insan sağlığı, çevre yönetimi, doğal ve kültürel miras ve sürdürülebilir kalkınma süreçleri arasında, işbirlikçi bir yaklaşım ile ele alınması gerekmektedir (Bushell, 2016).

Sağlık turizmine sadece sağlık politika yapıcıları, hastaneler, sağlık hizmeti sunan kurumlar gibi sağlıkla ilgili kurum ve kuruluşlar katkı sağlamaz. Sağlık turizmi için sağlıkla ilgili kurum ve kuruluşlar yanında turizm işletmeleri ve sivil toplum kuruluşları gibi toplumun değişik kesimlerinin de katılımının sağlanması gerekmektedir.

Örneğin sağlık turizmi çerçevesinde işletmelerin sağlıklı yaşam koşullarına, sağlıklı iş yerlerine ve sağlıklı ailelere olumlu katkıları olabilir. Bu çeşitli şekillerde gerçekleşebilir: yoksulluğun azaltılması, çevreye özen gösterilmesi, yeterli su ve sanitasyon sağlanması, doğal ve kültürel mirasın korunması, aile ve topluluk değerlerine saygı duyulması, topluluk destek sistemleri kurulması, insan haklarını desteklemek, istihdam fırsatı, tarımın desteklenmesi, iyi çalışma koşulları sağlamak spor tesislerine erişim vb. gibi (Bushell, 2016; Bushell ve Staiff, 2001).

Sağlık Turizminin Olumsuz Etkileri

Sağlık turizminin çevresel, toplumsal ve sağlık boyutlarıyla çok yönlü etkileri bulunmaktadır. Turizm faaliyetlerinin plansız biçimde gelişmesi, ekolojik dengeden halk sağlığına, yerel ekonomilerden toplumsal yapıya kadar geniş bir alanda çeşitli riskler ve sorunlar doğurabilmektedir.

Turizm, sağlık, çevre, kültürel miras ve sürdürülebilir kalkınma ile doğrudan bağlantılıdır. Turizmin plansız gelişmesi ciddi ekolojik ve toplumsal sorunlara yol açabilir. Örneğin turizm, küçük ada ülkelerinde deniz biyoçeşitliliğini bozmakta; balıkçılığı, beslenmeyi ve halk sağlığını olumsuz etkimekte, aynı zamanda yerel ekonomiyi de zayıflatmaktadır. Ayrıca su kaynaklarının tükenmesi, çevre tahribatı, alkol, sigara, hızlı tüketim alışkanlıkları, fuhuş ve toplumsal yapının bozulması gibi sağlık ve sosyal sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Turizm yatırımları ülke ekonomisine katkı sağlasa da gelir sızıntısı (turizmde, elde edilen gelirlerin yerel ekonomi yerine ülke dışına veya yerel halktan farklı aktörlere gitmesi), yabancı yatırımcı hâkimiyeti ve altyapı maliyetleri nedeniyle yerel halka çoğu zaman sınırlı fayda sağlayabilmektedir. Bu nedenle turizmin sürdürülebilirlik, sağlık ve toplum yararı gözetilerek planlanması kritik önemdedir. Turizm ve özelde sağlık turizmi ile birlikte dünya çapında seyahat eden çok sayıda hasta nedeniyle şiddetli akut solunum sendromu (SARS), HIV/AIDS gibi hızla yayılan hastalıklar yanında gıda güvenliği, su kalitesinin bozulması önemli sonuçlar doğuran olumsuz etkilerdir (Bushell, 2016).

Ayrıca, sağlık turizminin büyümesinin, toplumun güvenlik, sosyal ve ekonomik açılardan şüphe duymasına neden olduğunu belirtmekte fayda vardır (Wong ve Sa'aid Hazley, 2021).

Bu bağlamda, sağlık turizmin sürdürülebilirlik ilkeleri çerçevesinde ele alınmasının ve toplum yararı ile güvenlik boyutlarının bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmesinin büyük bir önemi vardır.

HASTANELERDE SAĞLIK TURİZMİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Coğrafi konumu, nitelikli sağlık çalışanları ve modern hastane altyapısıyla Türkiye, sağlık turizminde yükselen bir merkezdir. Bu nedenle hastane yönetimlerinin de faaliyetlerini sağlık turizmine yönelik olarak yeniden düzenlemesi ve güçlendirmesi gerekmektedir.

Türkiye, sağlık turizmini destekleyen hükümet politikaları sayesinde uluslararası rekabet gücünü artırmıştır. Sağlık Bakanlığı tarafından özel hastanelere sağlanan teşvikler, tanıtım destekleri ve olanaklar, sektörü büyütmektedir. Ancak, yüksek kalite standartlarının korunması, yabancı hasta haklarının korunması ve fiyat şeffaflığı gibi alanlarda iyileştirmelere ihtiyaç duyulmaktadır.

Hastaneler, sürekli sağlık hizmeti sunan, tanı ve tedavi faaliyetlerinin yanı sıra araştırma, eğitim ve yönetim işlevlerini de yerine getiren kurumlardır. Günümüzde hastaneler, yalnızca bireysel hasta bakımına odaklanmakla kalmayıp, sağlık sektörünün diğer bileşenleri ve toplumla iş birliği içinde kaynakların etkin kullanımını ve toplumsal sağlığın geliştirilmesini de hedeflemektedir (Kunwar, 2019).

Sağlık turizmi ise temelinde tıbbi tedavi hizmeti bulunmakla birlikte, konaklama ve ulaşım gibi turizm unsurlarını da içeren çok boyutlu bir faaliyettir. Bu alanda sürdürülebilirlik için hastanelerin, turizm işletmeleri ve aracı kuruluşlar ile birlikte stratejik planlama ve güçlü bir koordinasyon oluşturulması gerektirmektedir.

Sağlık turizmi pazarında yer alabilmek için hastaneler ve diğer sağlık kuruluşlarının yeni bir iş ve yönetim anlayışını benimsemeleri gerekmektedir. Bu yaklaşım, müşteri odaklılığın kurumsal düzeyde uygulanmasını ve hizmet kalitesi ile müşteri memnuniyetine verilen önemin artırılmasını zorunlu kılmaktadır. Pazarlama literatüründe hizmet kalitesi ve müşteri memnuniyeti kavramları uzun süredir ele alınmakta olup, son on yılda bu kavramlara sağlık sektörü bağlamında da artan bir ilgi gösterildiği görülmektedir (Markovic, Loncariç ve Loncariç, 2014).

Sağlık turizmi, basit sağlık kontrollerinden ileri düzey cerrahi müdahalelere kadar uzanan kapsamlı hizmetleriyle pek çok ülke için önemli bir ekonomik değer oluşturmaktadır. Günümüzde hızla büyüyen turizm türlerinden biri olan bu alan, yoğunlaşan rekabet nedeniyle sağlık kuruluşlarını hizmet kalitesi ve fiziki altyapılarını daha yüksek standartlara taşımaya zorlamıştır (Fengmin ve ark., 2022).

Bu nedenle sağlık turizminin geliştirilmesi için sağlık kurumlarında çağdaş hizmet ve ekipman sağlanması, hem hastanelerin hem de oteller gibi konaklama merkezlerinin yabancı hastaların iyileşme dönemi için donatılması, sağlık turizminde önde gelen ülke deneyimlerinden yararlanılması, uluslararası çalışma deneyimi olan hemşirelerden yararlanılması, sağlık turizmi alanında çalışan personellerin farklı ülkelerin

kültür ve dilleriyle tanışması ve yerleşik olmayan doktorların konaklaması için altyapı oluşturulması gerekmektedir (Ayat & Sharifi, 2024).

Hastanelerin temel rolü tıbbi hizmet sunmak olduğundan, hastanelerin sunduğu hizmetlerin hastaların sağlık durumlarının iyileştirilmesine ve buna bağlı olarak yaşam kalitelerinin artırılmasına katkı sağladığı söylenebilir. Hastaların uzmanlaşmış bir hastanede aldıkları tedavi sonrasında sağlıklarında iyileşme olması ve hastaların bunu algılaması, yüksek düzeyde hasta memnuniyeti ve hasta sadakatinin oluşmasına yol açmaktadır. Bu durum ise hastanelerin kurumsal itibarı ve işletme performansı üzerinde olumlu etkiler yaratmaktadır (Loncaric, Loncaric, ve Markovic, 2015).

Artan rekabet koşullarında sağlık hizmeti sunan birçok kurum, ülke dışından gelecek hastaların beklentilerini karşılayabilmek için tesis ve hizmet standartlarını üst düzey otellerle kıyaslanabilecek seviyelere çıkarmakta, yabancı hastalar ile iletişim, düşük hizmet kalitesi veya olumsuz hasta deneyimleri gibi sorunlar yaşamamak için çeşitli tedbirler almaktadırlar (Fengmin ve ark., 2022).

Araştırmalar, sağlık turistlerinin satın alma sonrası davranışlarında hizmet kalitesi, hasta memnuniyeti ve sadakatin belirleyici olduğunu göstermektedir. Bu nedenle sağlık turizmi alanında faaliyet gösteren kuruluşların, hizmet kalitesini yükseltmeye, güveni artırmaya ve hasta deneyimini iyileştirmeye odaklanması gerekmektedir. Günümüzde pazarlamacılar esas olarak sağlık hizmeti sunumlarında yüksek kalite standartlarını garanti ederek tüketicilerin güvenini ve memnuniyetini artırmayı hedeflemektedirler (Sun ve ark., 2020).

Sağlık kurumları sağlık turizmi kapsamında temel amaç olarak etkili pazarlama faaliyetleriyle yeni hastaları cezbetmek ve kaliteli hizmet stratejileriyle tekrar tercih edilmelerini sağlamaya çalışmaktadırlar. Gerçekten de araştırmalar günümüzde işletmeler için mevcut müşterilerin elde tutulmasının, yeni müşteri kazanmaktan beş kat daha kârlı olduğu ortaya koymuştur. Bu nedenle hedef ülkeler ve ilgili sağlık kuruluşları açısından, sağlık turizmi kapsamında hizmet alan bireylerin yeniden tercih etme kararlarını şekillendiren kritik unsurların belirlenmesi stratejik bir öneme sahiptir (Fengmin ve ark., 2022).

Sağlık turizminin gelişiminde ve başarısında ülke ve bölgelerdeki sağlık altyapısı ve sağlık hizmetleri organizasyonunun büyük ölçüde etkisi vardır (Semenova, Chistobaev ve Grudtcyn, 2020) ve devlet desteği de oldukça önemlidir. Devlet desteğinin sağlık turizmi için iç ve dış altyapıyı olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Devlet desteğinden etkilenen iç altyapının en önemli unsurları sırasıyla sağlık hizmeti kalitesi, sağlık hizmetlerinin maliyeti ve ileri tıbbi teknolojilerin uygulanması, dış altyapının unsurları ise ekonomi, altyapı ve kültürel faktörlerdir (Shabankareh ve ark., 2025).

Küresel rekabet ortamında hastaneler, uluslararası düzeyde kaliteli hizmet sunarken maliyetleri makul tutma konusunda zorluklarla

karşılaşmaktadır. Ancak sağlık turizmi açısından maliyet tek başına temel bir motivasyon kaynağı değildir. Maliyet, seyahat kararını tetikleyen bir "itici faktör" olabilir, ancak tatil ile alınacak sağlık hizmetini birleştirme imkânı, yurt dışında mevcut olan tedavilere erişim, belirli bir destinasyonun cazibesi gibi çekici faktörlerin de önemli olduğu belirtilmektedir (Cormany ve Baloğlu, 2011).

Hastaneler, sağlık turizmi bağlamında farklı iş modelleri geliştirmektedir. Kamu hastaneleri genellikle sosyal bir misyonla hizmet verirken, özel hastaneler rekabetçi fiyatları ve yüksek teknoloji yatırımlarıyla öne çıkmaktadır. Kamu-özel sektör ortaklığı hastane modelleri, uluslararası hastaları çekmek için giderek daha popüler hale gelmektedir. Ayrıca, sağlık turizmi sektöründe güvenilirlik ve tercih edilirlik için uluslararası akreditasyonlar da (JCI, ISO) kritik öneme sahiptir.

Araştırma bulguları, sağlık tesislerinin büyük bölümünün henüz sistematik bir sürdürülebilir kalkınma programı uygulamadığını, buna karşın çevresel ve toplumsal sorumluluk alanlarında önemli adımlar attığını göstermektedir. Bunlar içerisinde sağlık, hijyen güvenliği ve iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltmaya yönelik sağlık hizmetinin sunulduğu ülke toplumunu destekleyici uygulamalar ile kültürel mirasın tanıtılması ve doğal kaynakların korunmasına yönelik tasarruf önlemleri öne çıkmaktadır. Buna göre sağlık turizmi yapan kurumlar açısından sürdürülebilirlik odaklı uygulamaların, uluslararası pazarda rekabet gücünü artırdığı, kurumsal itibarı güçlendirdiği ve hasta memnuniyeti ile uzun vadeli başarı için kritik bir unsur olduğu söylenebilir (Szromek ve ark., 2023).

Sağlık turistleri, sağlık turizmi pazarının merkezinde yer aldığından, sağlık turizmi kapsamında faaliyet gösteren hastanelerin uluslararası hastaları çekmeleri bir zorunlu hedef olarak görülmektedir (Halkiopoulos ve ark., 2021; Katsoni, 2011).

Sağlık turizminin gelişmesiyle birlikte hastanelerin, oteller ve diğer konaklama işletmeleriyle iş birliği yapması giderek daha büyük bir önem kazanmıştır. Bu alan hem sağlık kuruluşları hem de konaklama sektörü açısından önemli fırsatlar sunmaktadır. Hastaneler, sağlık turizmi kapsamında hizmet verdikleri hastalara nitelikli otel konaklaması sağlayarak rekabet avantajı elde ederken, sektöründe öne çıkan oteller de sundukları konaklama hizmetlerini sağlık turizmi uygulamalarıyla destekleyerek katma değer yaratabilmektedir. Örneğin bir hasta, cerrahi bir müdahale sonrasında lüks bir otelde, özel ihtiyaçlarına göre düzenlenmiş bir odada iyileşme sürecini geçirebilir ve otelin anlaşmalı olduğu bir sağlık uzmanından düzenli takip hizmeti alabilir. Sağlık ve tıbbi hizmetlerde güvenliğin ön planda olması nedeniyle, tıbbi turistlerin ihtiyaçlarının eksiksiz karşılanabilmesi için sağlık kurumları ile oteller arasında güçlü ve koordineli bir iş birliği büyük önem taşımaktadır (Heung et al., 2010).

Sağlık/Hastane Yöneticileri

Sağlık turizminin gelişiminde, politika üreten sağlık yöneticileri ile sağlık kurumlarını etkin ve verimli biçimde yönetmeye çalışan hastane yöneticilerine önemli sorumluluklar düşmektedir. Bu aktörlerin; stratejik planlama, kalite standartlarının yükseltilmesi, uluslararası hasta beklentilerine uygun hizmet modellerinin geliştirilmesi ve paydaşlar arası koordinasyonun sağlanması yoluyla sağlık turizminin sürdürülebilir ve rekabetçi bir yapıya kavuşmasına katkı sağlamaları gerekmektedir.

Sağlık turizmi endüstrisinin mevcut durumu değerlendirildiğinde aşağıdaki temel sorunlar tespit edilmiştir (Ramanauskas ve Banevicius, 2021):

- *"Sağlık turizmi politika yapıcıları ve sağlık turizmi kuruluşları arasındaki iletişim ve destek eksikliği,*
- *Kamu ve özel sektör arasında işbirliği ve örgütsel ortaklık kültürünün olmaması,*
- *Stratejik planlama eksikliği,*
- *Sağlık turizmi ağındaki aktörler arasında hedeflenen sorumluluk dağılımındaki boşluklar,*
- *Kamu ve özel sektörün değişime karşı direnci."*

Sağlık turizmi kapsamında verilen sağlık hizmetlerinin en önemli kısmı hastanelerde gerçekleştirildiği için hastane yöneticilerine de önemli görevler düşmektedir. Sağlık kurumlarının sürekli gelişen, belirsiz bir ortamla mücadele etmeleri için hem iç hem de dış becerilerini geliştirmeleri, olmayan hizmetlerini sunmaya başlamaları ya da mevcut hizmetlerini yeniden yapılandırabilmeleri gerekmektedir (Arief, Hamsal ve Abdinagoro, 2023).

Hastane yöneticilerinin daha fazla sağlık turisti çekebilmek ve bu turistleri ellerinde tutabilmek için daha fazla yenilikçi olmaları gerekmektedir. Ayrıca sağlık turizmi kapsamında hizmet almış olan bireylerin memnuniyetini ve aldıkları hizmeti değerlendirmeleri için bir ölçme sistemi oluşturması oldukça yararlı olacaktır. Sunulan sağlık hizmetini değerlendirmek, hizmetten yararlananların aldıkları hizmetten memnuniyetini ölçmek açısından önemli bir göstergedir ve sağlık kuruluşları için yararlı ve temel faaliyettir (Ghasemi ve ark., 2023).

Sağlık kurumları yöneticilerinin sağlık turizminde başarı elde etmesi için gelecekteki tüketicilerin ihtiyaçlarını iyi anlamaları, temel pazarlama stratejilerini bilmeleri ve doğru bir şekilde uygulamaları gerekmektedir (Halkiopoulos ve ark., 2021; Hjalager, 2010).

Sağlık turizmi kapsamında bölge veya ülke dışından gelen bireylere sunulan tıbbi hizmetler ile dinlenme ve rekreasyon faaliyetlerinin bütüncül bir yönetimi gerekmektedir. Bu hem sağlık kuruluşlarının kaynak yönetimini hem de bölgesel sağlık sisteminin tüm bileşenlerinin planlanması, koordinasyonu ve denetimini kapsamaktadır. Bu nedenle sağlık yöneticilerinin önemli fonksiyonları vardır. Burada yönetimin temel amacı,

bireylerin sağlık durumunu iyileştirmek ve güçlendirmek yoluyla yaşam kalitesini artırmak olup bu amaç doğal, tarihsel ve kültürel mirasın tanıtımıyla desteklenmektedir. Bu hedefe ulaşmak; kurumsal sorumlulukların tanımlanması, hizmet süreçlerinin koordinasyonu, stratejik planlama, performansın izlenmesi ve gerektiğinde düzeltici önlemlerin alınması gibi yönetsel görevlerin etkin biçimde yerine getirilmesini gerektirmektedir.

Kamu, özel ve yerel yönetim düzeylerinde farklılık gösterebilen bu görevlerin başarısı, sunulan hizmetlerin kalitesi ve sürdürülebilir kârlılık ile ölçülmekte, yöneticilerin ise insan yaşamı ve sağlığına ilişkin yüksek sorumluluk bilinciyle hem yönetsel hem de tıbbi hizmet süreçlerine hâkim olmalarını zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda yöneticilerin aşağıdaki hususları açıkça belirlemesi gerekmektedir (Semenova, Chistobaev ve Grudtcyn, 2020):

- "*Tıp ve sağlık kuruluşlarının başkanlarının görev ve görev tanımlarını, görev ve sorumluluklarını tanımlamak,*
- *Belirlenen sorumluluklar dahilinde gelen turistlerin hizmetlerinin yönetimine ilişkin hedeflenen işlevlerin geliştirilmesi ve koordinasyonu,*
- *Bölgesel sağlık hizmetleri, tedavi ve sağlık hizmetleri konularında bir strateji oluşturmak ve gerçek kalkınma planları hazırlamak,*
- *Performans izleme, ölçme ve değerlendirmeyi sağlamak,*
- *Gerekirse projelerin uygulanması için öngörülen önlemlerin düzenlemesini yapmak.*"

Bu görevler kurum ya da birimlere göre değişebilir ancak sonuçta hedefe ulaşmak için sağlık hizmeti almaya gelen bireylere yüksek kaliteli hizmet sağlanması ve aynı zamanda da kâr elde edilmesi ana hedeftir.

Hasta Deneyimi ve Uluslararası Rekabet

Sağlık turizmi pazarında, hasta deneyimi yalnızca tıbbi kaliteyle değil, aynı zamanda iletişim, kültürel duyarlılık ve konfor hizmetleriyle de şekillenmektedir. Uluslararası hastaların memnuniyeti, tekrar ziyaretleri artırır ve hastanenin uluslararası marka değerine katkıda bulunur. Bu nedenle, hastane yöneticileri hizmet kalitesini yalnızca klinik bir bakış açısıyla değil, aynı zamanda bütünsel bir hasta deneyimi yaklaşımıyla da ele almalıdır.

Hasta deneyimi, klinik kaliteyi artırmak için gerekli olan önemli etkenlerden birisidir (Senapati ve Panda, 2023). Hastanelerde sağlık hizmeti alan bireylerin kendilerini evindeymiş gibi hissetmeleri için personelin güler yüzlü olması, kabul prosedürlerinin hasta dostu olması, günlük rutinle ilgili bilgilerin verilmesi, yemeklerin çeşidi ve lezzeti, gizlilik, mobilyaların rahat olması, dinlenme tesisleri ve dekorun çekici olması yer almaktadır (Kunwar, 2019). Hastane yöneticilerinin bu hususlara da dikkat etmesi oldukça önemlidir.

Ayrıca hastane yöneticilerinin, etkili bir pazarlama yaklaşımı gösterebilmeleri açısından da hasta deneyimlerini iyi bilmeleri gerekmektedir. Bu, hastaların gereksinimlerinin ayrıntılı biçimde analiz edilmesini, açıkça ifade edilmeyen ihtiyaçların ortaya çıkarılmasını ve hastaların doğrudan talep etmediği yenilikçi sağlık hizmetlerinin geliştirilmesini kapsar (Torkzadeh ve ark., 2024; Purcarea, 2019). Hastaların demografik, sosyo-ekonomik ve sağlıkla ilgili özelliklerinin farklılık göstermesi, bu rekabetçi sektörde sürdürülebilir başarı elde edebilmek için hasta deneyimlerinin iyi tanınmasını zorunlu kılmaktadır.

Dijitalleşme ve Sağlık Turizmi Yönetimi

Dijital teknolojiler, sağlık turizmi yönetiminde devrim niteliğinde dönüşümler yaratmaktadır. Tele-sağlık uygulamaları hastaların uzaktan konsültasyon almasını sağlarken, yapay zeka destekli sistemler teşhis ve tedavi süreçlerinin verimliliğini artırmaktadır. Ayrıca, dijital pazarlama, çevrimiçi hasta yorumları ve uluslararası ödeme sistemleri, hastanelerin küresel pazardaki görünürlüğünü artıran stratejik araçlardır.

Günümüzde internetin sağlık turizmi için bir seyahat bilgisi kaynağı olarak ortaya çıkması, sağlık turistleri için önemli bir tıbbi bilgi kaynağıdır ve bilgi arayışında merkezi bir rol oynamaktadır. Sağlık turizminden faydalanmak isteyen potansiyel turistler, sağlık turizmini anlamak için öncelikle kendileri için önemli gördükleri bilgi ve hizmetleri dijital ortamda inceleyerek araştırma yaparlar. Bu nedenle pazar oluşturmak isteyen işletmelerin, dijital ortamda sağlık turistleri için önemli olan bilgileri sunmaları gerekmektedir (Cormany ve Baloğlu, 2010).

Sanayi Devrimi 4.0 teknolojilerinin benimsenmesinin, yurtdışında tedavi aramayı daha uygun fiyatlı, erişilebilir ve sağlık kayıtlarına gerçek zamanlı ve güvenli bir şekilde kolayca erişilebilmesini sağlaması beklenmektedir (Wong ve Sa'aid Hazley, 2021).

Hastane yöneticilerinin, potansiyel sağlık turistlerine sağlanacak hizmetler hakkındaki önemli bilgileri sunmaları ve erişilebilir iletişimi sağlamaları için birçok dilde etkileşim kurabilecek şekilde modern pazarlama araçları kullanmaları gerekmektedir (Halkiopoulos ve ark., 2019; Halkiopoulos, 2021).

Hastane yöneticilerinin, hastalarını elde tutabilmeleri için yönetimde daha yenilikçi bir anlayışa sahip olmaları gerekmektedir. Tıp endüstrisinde daha fazla yenilik uygulayarak, tamamen yeni tıbbi teknoloji ve prosedürlerin hayata geçirilmesi ve değiştirilmiş bir ürün veya hizmetin piyasaya sunulması, sağlık kuruluşları için sağlık turizmi alanında diğer kuruluşlarla rekabet etmesindeki önemli hususlardır (Gerke, 2016; Teece, 2010).

Örneğin Yunanistan ve İtalya, ülkelerindeki sağlık turizmi yapan işletmeler (özel/kamu hastaneleri, doktorlar, SPA, sağlıklı yaşam merkezleri, oteller vb.) ile araştırma ve geliştirme kuruluşları (üniversiteler, teknoloji

enstitüleri vb.) arasında bilgi birikimi ve yenilik alışverişi yapmak için dijital bir proje geliştirmiştir (In-MedTouR-Yenilikçi Medikal Turizm Stratejisi). Proje, en iyi uygulamaların paylaşılması için sağlık turizmine dahil olanlar arasındaki işbirliği, ağ oluşturma ve etkileşimi geliştirecek bölgeler arası bir ağ oluşturmayı amaçlamıştır. In-MedTouR, hastalara/turistlere odaklanarak, sınır ötesi bölgedeki turistik ve sağlık sağlayıcıları hakkında bilgi içeren bir e-Tur Kolaylaştırıcısı geliştirilmiş, böylece sağlık hizmeti ve ağırlama birimi arayan hastalara, seçtikleri tedaviyi alabilmeleri için eşleştirme hizmetleri sunulmuştur (Halkiopoulos, 2021).

Başka bir örnekte de İsviçre Alp'lerinde, doğa tabanlı sağlık turizmini geliştirmek için doğal kaynaklarından nasıl daha fazla yararlanılacağı konusunda bilgi, görüş ve özel öneri almak için web tabanlı bir uygulama geliştirilmiştir (Spoladore, Pessot ve Sacco, 2023).

Günümüzde sağlık turizmi için modern pazarlama stratejileri uygulamak, bu kapsamda hastaya/turiste en iyi deneyimi sağlamak için modern özel dijital araçlar, otel rezervasyonları, eğlence hizmetleri, iyileşme sırasında turlar ve restoran hizmetleri gibi hizmetlerin sağlanması (doğrudan veya tıbbi seyahat acenteleri aracılığıyla) artık bir gereklilik haline gelmiştir (Cormany ve Baloğlu, 2010; Halkiopoulos, 2021).

Finansal Yönetim ve Sürdürülebilirlik

Sağlık turizmi, hastaneler için önemli bir döviz geliri kaynağıdır. Uluslararası hastaların ödediği ücretler genellikle hizmetin verildiği ülke hastaların ödediklerinden daha yüksektir ve bu da finansal sürdürülebilirliği destekler. Ancak, döviz dalgalanmaları, uluslararası rekabet ve sigorta anlaşmalarının belirsizliği finansal riskler yaratmaktadır. Bu nedenle, maliyet etkinlik analizi ve finansal risk yönetimi, hastane yöneticileri için kritik alanlar haline gelmiştir.

İnsan Kaynakları Yönetimi

Sağlık turizmine hizmet veren hastanelerin insan kaynakları stratejileri, yabancı dil bilen personele, kültürel duyarlılık eğitimine ve hasta odaklı bir hizmet anlayışına odaklanmaktadır. Uluslararası hastalarla etkili iletişim kurabilen ve kültürel farklılıklara duyarlı sağlık çalışanları hasta memnuniyetini doğrudan etkiler. Ayrıca, çalışan motivasyonu ve performans yönetimi, işletme başarısıyla yakından ilişkilidir.

Sağlık turizminin geliştirilmesi için hasta deneyimi, hasta güvenliği ve klinik etkinlik ile birlikte sağlık hizmeti kalitesinin, sağlık hizmetinden yararlananların bakış açısının yanında hastane çalışanlarının da nasıl algıladıklarının önemi vardır (Senapati ve Panda, 2023). Bu nedenle sağlık çalışanlarının da diğer faktörlerin yanında hasta deneyimi, güvenliği, klinik etkinlik ve hizmet kalitesini hastaları memnun edecek şekilde sunulabilmesi için farkındalığının gelişmiş olması gerekir.

SONUÇ

Dijital hastaneler, yapay zeka destekli tanı sistemleri ve kişiselleştirilmiş tedavi yaklaşımlarıyla sağlık turizmi gelecekte daha da önem kazanacaktır. Ayrıca, pandemi gibi küresel krizler sağlık turizmi akışlarını aksatabilir. Bu nedenle, hastanelerin esnek yönetim modelleri geliştirmeleri ve uluslararası iş birliklerine açık olmaları kritik öneme sahiptir.

Sağlık turizmi bağlamında hastane yönetimi çok yönlü bir yaklaşım gerektirir. Yönetimin, başarılı bir strateji, güçlü bir finansal yapı, kaliteli hizmet sunumu, dijitalleşme ve etkili insan kaynakları yönetimi üzerine inşa edilmesi gerekmektedir. Türkiye, güçlü altyapısı ve insan kaynaklarıyla küresel sağlık turizminde önemli bir oyuncudur. Ancak sürdürülebilir başarı için hasta memnuniyetine odaklanılması, uluslararası standartlara uyumun artırılması ve yenilikçi yönetim yaklaşımlarının benimsenmesi gerekmektedir.

Öte yandan sağlık turizmine çevresel, toplumsal ve sağlık perspektifinden bakıldığında çeşitli riskleri ve olası sorunları önlemek ve aynı zamanda sürdürülebilirliği sağlamak için insan sağlığı, toplum yararı ve güvenlik boyutlarının bütüncül bir yaklaşımla ele alınması gerekmektedir.

Sağlık hizmeti sunan kurumlar arasındaki rekabet göz önünde bulundurulduğunda, sağlık turizminde rekabet etmek isteyen sağlık kuruluşlarının hasta sadakati ve güvenliği merkezli kaliteli sağlık hizmeti sunumuyla, hasta memnuniyeti, yeni hastaları cezbetmek ve tekrar tercih edilmelerini sağlamaya odaklanmaları gerekmektedir.

Sonuç olarak sağlık turizminde hizmet kalitesinin artırılması, güven ve memnuniyetin sağlanması hususları, sağlık hizmetinden faydalananların sadakatini belirleyen temel faktörler olduğu için sağlık turizmi sektöründeki tüm tarafların bu alanlara odaklanmasının stratejik bir önemi vardır. Çünkü aldıkları sağlık hizmetinden memnun olmayan hastalar alternatif sağlık kuruluşlarını araştıracaklardır.

Sağlık turizmi kapsamında hastaneler, temel tıbbi hizmetlerinin yanı sıra otelcilik hizmetleri, güler yüzlü hizmet anlayışı ve hizmet alan bireylerin müşteri perspektifiyle değerlendirilmesi gibi unsurlara önem vermektedir. Bununla birlikte, tanı, tedavi ve rehabilitasyon gibi tıbbi hizmetler hastanelerin asli ve vazgeçilmez işlevlerini oluşturmaktadır. Bu hizmetlerin tıbbi hatalardan arındırılmış, etkin ve başarılı bir biçimde sunulması, sağlık turistlerinin memnuniyeti ve kuruma olan bağlılıklarının sağlanması açısından kritik bir öneme sahiptir.

Sağlık turizmi kapsamında kurumların rekabet edebilmesi için yüksek kaliteli sağlık altyapısı ve hizmet sunumu gerekmektedir. Bu bağlamda sağlık yöneticilerinin temel sorumluluğu, uluslararası standartlarda hastane hizmetleri sunmak, nitelikli sağlık insan gücünü etkin biçimde yönetmek, bütüncül ve güvenilir sağlık paketleri tasarlamak ve bu süreçleri profesyonel

bir yönetim anlayışıyla koordine etmektir. Ayrıca sağlık yöneticilerinin, hastaneleri yalnızca tedavi sunan kurumlar değil, aynı zamanda misafirperverlik ilkelerine uygun şekilde hizmet veren "mükemmel hizmet merkezleri" haline getirmeleri, hasta deneyimini, memnuniyetini ve hizmet kalitesini sağlık turizminin temel başarı unsurları olarak ele almaları gerekmektedir.

REFERANSLAR

Arief, M., Hamsal, M. ve Abdinagoro, S. B. (2023). A decade of medical tourism research: Looking back to moving forward. *Journal of Hospitality and Tourism Insights*, *6*(5), 2158-2172.

Ayat, M. ve Sharifi, M. (2024). Identification and evaluation of strategic factors affecting the development of health tourism. *Journal of Strategic Management Studies*, *15*(59), 129-149.

Aydin, G. ve *Karamehmet*, B. (2017). Factors affecting health tourism and international health-care facility choice. *International Journal of Pharmaceutical and Healthcare Marketing*, *11*(1), 16-36.

Bushell, R. (2016). Healthy tourism. Smith, M. K. ve Puczkó, L. (Eds.). In *The Routledge handbook of health tourism*. (pp. 119-130). Routledge.

Bushell, R. ve Staiff, R. (2001) *Development of a Conceptual Framework for 'Healthy Tourism' in the Pacific Region*, Sydney: Western Pacific Regional Office of the World Health Organization and the UWS WHO Collaborating Centre for Environmental Health.

Connell, J. (2006). Medical tourism: Sea, sun, sand and… surgery. *Tourism management*, *27*(6), 1093-1100.

Cormany, D. ve Baloglu, S. (2011). Medical travel facilitator websites: An exploratory study of web page contents and services offered to the prospective medical tourist. *Tourism management*, *32*(4), 709-716.

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ). 1998. *Sağlık geliştirme sözlüğü*. Cenevre.

Epundu, U., Adinma, E., Ogbonna, B. ve Epundu, O. (2017). Medical tourism, public health and economic development in Nigeria: issues and prospects. *Asian Journal of Medicine and Health*, *7*(2), 1-10.

Fengmin, Z., Baijun, W., Jiangtao, B., Li, L. ve Patwary, A. K. (2022). Investigating revisit intention of medical tourists in China through nutritional knowledge, perceived medical quality, and trust in the physiologist: A recommendation on health tourism policy measures. *Frontiers in Public Health*, *10*, 893497.

Gerke, A. (2016). Towards a network model of innovation in sport – The case of product innovation in nautical sport clusters. *Innovation*, *18*(3), 270–288. https://doi.org/10.1080/ 14479338.2016.1237306

Ghasemi, M., Sahranavard, S. A., Alola, U. V. ve Hassanpoor, E. (2023). Can cost and quality management-oriented innovation enhance patient satisfaction in

medical tourist destination?. *Journal of Quality Assurance in Hospitality & Tourism*, *24*(6), 806-835.

Halkiopoulos, C., Antonopoulou, H., Papadopoulos, D., Giannoukou, I. ve Gkintoni, E. (2020). Online reservation systems in e-Business: Analyzing decision making in e-Tourism. *Journal of Tourism, Heritage & Services Marketing (JTHSM)*, *6*(1), 9-16.

Halkiopoulos, C., Dimou, E., Kompothrekas, A., Telonis, G. ve Boutsinas, B. (2021). The E-tour facilitator platform supporting an innovative health tourism marketing strategy. In *Culture and Tourism in a Smart, Globalized, and Sustainable World: 7th International Conference of IACuDiT, Hydra, Greece, 2020* (pp. 609-623). Cham: Springer International Publishing.

Heung, V. C., Kucukusta, D. ve Song, H. (2010). A conceptual model of medical tourism: Implications for future research. *Journal of Travel & Tourism Marketing*, *27*(3), 236-251.

Hjalager, A. M. (2010). A review of innovation research in tourism. *Tourism management*, *31*(1), 1-12.

Horowitz, M. D. ve Rosensweig J. A. (2007). Medical tourism-health care in the global economy. *Physician executive*, *33*(6), 24.

Katsoni, V. (2011). The Role of ICTs in regional tourist development. *Regional Science Inquiry Journal, iii*(2).

Kunwar, R. R. (2019). Medical tourism and hospitality in hospital. *The Gaze: Journal of Tourism and Hospitality*, *10*(1), 67-123.

Li, H. ve Cui, W. (2014). Patients without borders: The historical changes of medical tourism. *University of Western Ontario Medical Journal*, *83*(2), 20-22.

Loncaric, D., Loncaric, D. ve Markovic, S. (2015). Health tourism, customer satisfaction and quality of life: The role of specialty hospitals. In *3rd international scientific conference tourism in Southern and Eastern Europe*.

Lunt, N. ve Carrera, P. (2010). Medical tourism: assessing the evidence on treatment abroad. *Maturitas*, *66*(1), 27-32.

Lunt, N., Smith, R., Exworthy, M., Green, S. T., Horsfall, D. ve Mannion, R. (2011). *Medical tourism: treatments, markets and health system implications: a scoping review*.

Markovic, S., Loncariç, D. ve Loncariç, D. (2014). Service quality and customer satisfaction in the health care industry-towards health tourism market. *Tourism and hospitality management*, *20*(2), 155-170.

Powis, B. (1999) *Healthy Islands: Policy, Practice and Problem Solving. A Brief History*, Hawkesbury: WHO Collaborating Centre, University of Western Sydney.

Purcarea, V. L. (2019). The impact of marketing strategies in healthcare systems. *Journal of Medicine and Life*, *12*(2), 93–96. https://doi.org/10.25122/jml-2019-1003

Ramanauskas, J. ve Banevicius, S. (2021). Principles of organizational wisdom in the health tourism industry. *Baltic Journal of Economic Studies*, *7*(4), 1-7.

Semenova, Z. A., Chıstobaev, A. I. ve Grudtcyn, N. A. (2020). Management of the public-private partnership in health tourism. *Revista Espacios*, *41*(15).

Senapati, S. ve Panda, R. K. (2023). Enriching healthcare service quality by leveraging service experiences in Indian private hospitals: application of

fuzzy-AHP approach. *International Journal of Quality & Reliability Management*, *40*(10), 2301-2325.

Seow, A. N., Choong, Y. O., Choong, C. K. ve Moorthy, K. (2022). Health tourism: behavioural intention and protection motivation theory. *Tourism Review*, *77*(2), 376-393.

Shabankareh, M., Nazarian, A., Golestaneh, M. H. ve Dalouchi, F. (2025). Health tourism and government supports. *International Journal of Emerging Markets*, *20*(4), 1440-1464.

Spoladore, D., Pessot, E. ve Sacco, M. (2023). *Digital and Strategic Innovation for Alpine Health Tourism: Natural Resources, Digital Tools and Innovation Practices from HEALPS 2 Project* (p. 130). Springer Nature.

Sun, H., Rabbani, M. R., Ahmad, N., Sial, M. S., Cheng, G., Zia-Ud-Din, M. ve Fu, Q. (2020). CSR, co-creation and green consumer loyalty: Are green banking initiatives important? A moderated mediation approach from an emerging economy. *Sustainability*, *12*(24), 10688.

Szromek, A. R., Puciato, D., Markiewicz-Patkowska, J. I. ve Colmekcioglu, N. (2023). Health tourism enterprises and adaptation for sustainable development. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, *35*(1), 1-25.

Taylor, R. (1994) Pacific 2010: *The Future, a Matter of Choice. National Centre for Development Studies*, Canberra: Australian National University, p. 23.

Teece, D. J. (2010). Business models, business strategy and innovation. *Long Range Planning*, *43*(2–3), 172–194. https://doi.org/10.1016/j.lrp.2009.07.003

Torkzadeh, L., Jalilian, H., Zolfagharian, M., Torkzadeh, H., Bakhshi, M. ve Khodayari-Zarnaq, R. (2024). Market segmentation in the health tourism industry: A systematic review of approach and criteria. *Journal of Policy Research in Tourism, Leisure and Events*, *16*(1), 69-88.

Türkiye Sağlık Turizmi Derneği. (2025). *Sağlık turizmi*. http://www.saglikturizmi.org.tr/tr/saglik-turizmi/genel-bilgi (19.12.2025)

Wong, B. K. M. ve Sa'aid Hazley, S. A. (2021). The future of health tourism in the industrial revolution 4.0 era. *Journal of Tourism Futures*, *7*(2), 267-272.

Hücresel Senesansin Çift Yönlü Doğası: Moleküler Temellerden Patolojik Sonuçlara

Şevval YERGİN[1]
Eda AÇIKGÖZ[2*]

1- Yüksek Lisans Öğrencisi: Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Temel Tıp Bilimleri Bölümü. Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı, sevvalyergin@gmail.com ORCID No: 0009-0008-6297-0009
2- Doç. Dr.; Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Temel Tıp Bilimleri Bölümü. Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı, edaacikgoz@yyu.edu.tr ORCID No: 0000-0002-6772-3081
***Sorumlu Yazar:** Doç. Dr.; Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Temel Tıp Bilimleri Bölümü. Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı, edaacikgoz@yyu.edu.tr ORCID No: 0000-0002-6772-3081

ÖZET

Bu bölüm, hücresel senesansın biyolojik ve moleküler temellerini, senesansı indükleyen temel mekanizmaları ve fizyolojik ile patolojik süreçler üzerindeki çok yönl etkilerini kapsamlı biçimde ele almayı amaçlamaktadır. Hücresel senesans; telomer kısalması, DNA hasarı, oksidatif stres, onkojen aktivasyonu ve terapötik ajanlar gibi çeşitli stresörlere yanıt olarak gelişen, kalıcı ve geri dönüşümsüz bir proliferasyon duraklaması ile karakterize edilmektedir. Senesans programının düzenlenmesinde p53–p21 ve p16–RB eksenlerinin merkezi rolü vurgulanmakta; telomer kısalması, DNA hasar yanıtı (DDR) aktivasyonu, raktif oksijen türlerinin (ROS) birikimi ve epigenetik yeniden yapılanma süreçlerinin senesans fenotipinin oluşumuna katkıları ayrıntılı olarak tartışılmaktadır.

Senesans hücrelerinin senesans ile ilişkili salgısal fenotipi (SASP) aracılığıyla sitokin, kemokin, proteaz ve ekstraselüler veziküller salgılayarak doku mikroçevresini yeniden programladığı ve bu salgısal profilin hem yararlı (tümör baskılama, yara iyileşmesi, embriyogenez) hem de zararlı (kronik inflamasyon, fibrozis, tümör progresyonu) etkiler oluşturduğu vurgulanmaktadır. Ayrıca kemoterapi ve radyoterapi ile indüklenen tedaviye bağlı senesansın (TIS) tümör biyolojisi ve tedavi yanıtı üzerindeki çift yönlü etkileri tartışılmaktadır. Bunun yanı sıra, bağışıklık sistemi–senesans ilişkisi incelenerek senesan hücrelerin immün tanınması, eliminasyonu ve immünosenesans süreçleri değerlendirilmiştir. Son olarak, morfolojik, fonksiyonel ve moleküler biyobelirteçlere ilişkin güncel yaklaşımlar sunularak senesansın tanısal açıdan heterojenliği ortaya konmuştur. Genel olarak bu bölüm, senesansın çok boyutlu yapısını bütüncül bir persfektifle ele alarak yaşlanma biyolojisi, kronik hastalıklar ve kanser alanlarında yeni terapötik hedeflerin geliştirilmesine katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Senesans, DNA Hasar Yanıtı (DDR), Senesans ile İlişkili Salgısal Fenotip (SASP), İmmünosenesans, Onkojen Kaynaklı Senesans (OIS).

GİRİŞ

1. SENESANSIN ÖNEMİ ve HÜCRESEL DÜZEYDEKİ ROLÜ

Hücreler, yaşamları boyunca içsel ve dışsal stres etmenlerinin etkisiyle farklı düzeylerde moleküler ve yapısal hasar biriktirir. Bu hasarların büyük bir kısmı hücresel onarım mekanizmalar aracılığıyla giderilebilse de, bazı hücresel hasarlar geri döndürülemez nitelik kazanarak hücresel bütünlüğü etkileyebilir. Replikatif kapasiteye sahip hücreler, kalıcı hasarın doku dejenerasyonuna yol açmasını sınırlandırmak ve malign transformasyon riskini azaltmak amacıyla çeşitli savunma mekanizmalarına ihtiyaç duyar (Van Deursen vd., 2014). Bu mekanizmalardan biri olan hücresel senesans, hücrelerin proliferatif yeteneklerini kalıcı olarak kaybetmesine karşın

metabolik olarak aktif şekilde yaşamlarını sürdürdükleri özgün bir hücresel durum olarak tanımlanmaktadır (Wang vd., 2022).

Hücresel senesans, ilk olarak 1961 yılında Leonard Hayflick ve Paul Moorhead tarafından tanımlanmıştır. Gerçekleştirdikleri çalışmalarla kültür ortamında çoğaltılan fibroblastların belirli bir bölünme sayısına ulaştıktan sonra proliferatif kapasitelerini kaybettiklerini ortaya koymuş ve böylece memeli hücrelerinin kültürde ölümsüz olduğu yönündeki dogmayı geçersiz kılmışlardır. (Hayflick vd., 1961). Senesan hücrelerin daha kapsamlı karakterizasyonu bu hücrelerin i) telomer kısalması, ii) SA-β-galaktozidaz aktivitesi ile gösterilen artırılmış lizozomal hidrolaz aktivitesi (Dimri vd., 1995), iii) p16INK4a ve p21Cip1 gibi hücre döngüsü inhibitörlerinin artmış ifadesi ve iv) senesansla ilişkili salgı fenotipi (SASP) (Yan vd., 2024) gibi belirgin özelliklere sahip olduğunu ortaya koymuştur. Senesans, hücre döngüsünün G1 veya G2 fazında kalıcı duraklama ile karakterize edilir ve hasarlı hücrelerin kontrolsüz proliferasyonunu önleyerek tümör baskılayıcı bir mekanizma görevi görür.

Senesans ile karıştırılabilen ancak ondan farklı olan hücresel sessizlik, büyüme faktörleri ve besin eksikliğine bağlı olarak G0 fazında gerçekleşen, geri döndürülebilir bir proliferasyon duraklamasıdır. Uygun büyüme sinyallerinin sağlanmasıyla hücre yeniden bölünme döngüsüne katılabilir (Lee vd., 2020). Buna karşılık hücresel senesans, genellikle geri dönüşümsüzdür ve çeşitli stres ve hasar sinyalleri tarafından tetiklenebilir. DNA hasarı, telomer kısalması, onkojenik stres, oksidatif stres, lizozomal ve endoplazmik retikulum (ER) stresleri, kanser tedavilerinin oluşturduğu genotoksik stres, tümör baskılayıcı gen kayıpları, epigenetik değişiklikler ve organel disfonksiyonları senesans indüksiyonuna yol açabilir (Holliday vd., 2014). Senesansın en temel tetikleyicisi DNA hasarıdır ve bu durum p53–p21 yolunun aktivasyonuna da neden olur. p21, aşağı akım düzenleyici element antagonisti modülatörü (DREAM) kompleksi üzerinden hücre döngüsü genlerinin transkripsiyonunu baskılayarak proliferasyonun durdurulmasında rol oynar. DREAM kompleksi aynı zamanda siklin–CDK komplekslerini inhibe eder (Litovchick vd., 2011). DDR aracılı senesanstan farklı olarak epigenetik değişiklikler genellikle p16–RB yolu üzerinden senesansa yol açar. p16, siklin D–CDK4/6 komplekslerini inhibe ederek RB'nin fosforilasyonunu önler ve RB–E2F kompleksinin oluşumunu destekler. Böylece hücre döngüsü genlerinin transkripsiyonu baskılanır. Bu iki yol arasında işlevsel bir zamanlamada farklılık bulunur: p21 senesansın erken evrelerinde baskınken, p16 senesansın devamlılığını sağlayan temel düzenleyicilerdendir (Kandhaya-Pillai vd., 2023).

Hücresel senesans, embriyonik gelişim, yara iyileşmesi, fibrozisin gerilemesi ve tümör baskılama gibi yararlı biyolojik fonksiyonlara sahiptir. Bununla

birlikte, uzun süre devam eden veya fizyolojik sınırları aşan senesans, kronik inflamasyon, bağışıklık işlev bozukluğu, kök hücre tükenmesi ve tümör gelişimi gibi olumsuz sonuçlara da yol açabilir (Muñoz-Espín vd., 2014). Güncel çalışmalar, hücresel senesansın yaşlanma sürecini hızlandırmasının yanı sıra osteoporoz, metabolik sendrom, tip 2 diyabet, kanser, ateroskleroz, nörodejeneratif hastalıklar, glokom ve kronik böbrek hastalığı gibi birçok kronik hastalığın patogenezinde önemli bir rol oynadığını göstermektedir (Marin vd., 2023). Bundan dolayı, hücresel senesansın moleküler temellerinin ve bu süreci modüle edebilecek terapötik hedeflerin aydınlatılmasına yönelik yönelik bilimsel ilgi giderek artmaktadır.

2. SENESANSIN MEKANİZMALARI

2.1.*Senesansta SASP'ın Rolü*

Senesans, moleküler hasarın tetiklendiği bir hücresel stres yanıt olarak tanımlanmaktadır. Bu hasar; replikatif yetersizlik, anormal onkojen aktivasyona bağlı olarak gelişen onkojen kaynaklı senesans (OIS) veya kemoterapötik ajanların indüklediği genotoksik stres gibi çeşitli etkenler sonucunda ortaya çıkabilir. Senesans hücreleri; genetik, epigenetik, morfolojik ve metabolik düzeylerde belirgin değişiklikler sergiler; geri döndürülemez bir proliferasyon duraklamasına girerken metabolik aktivitelerini sürdürürler. Bu hücreler SASP olarak adlandırılan kompleks bir sekretom üretirler (Kumari vd., 2021).

DNA ve diğer makromoleküllerde meydana gelen hasar, p53/p21CIP1 ve p16INK4a/RB sinyal yolaklarını aktive ederek hücre döngüsünün durdurulmasına neden olur. Bu yolakların etkinleşmesi, CDK4 ve CDK6'nın yanı sıra p21CIP1 aracılığıyla CDK2'nin inhibisyonuna neden olur ve böylece hücre döngüsünün ilerlemesi engellenir (Salminen vd., 2012). Bu mekanizma sayesinde senesans, hücrenin proliferatif kapasitesini kalıcı olarak sınırlandırırken hücrelerin metabolik olarak aktif şekilde yaşamını sürdürmesine olanak tanır. Senesans hücrelerinin mikroçevreyi yeniden şekillendirme kapasitesi, yalnızca hücresel duraklama ile açıklanamayacak ek biyolojik sonuçlara yol açmaktadır (Young vd., 2009). Bu hücreler; sitoplazmik köprüler, hücre-hücre etkileşimleri, hücre füzyonu, SASP bileşenleri ve ekstraselüler vezikül (EV) aracılı sinyalleşme yoluyla çevre dokularla aktif bir iletişim kurabilmektedir. Özellikle SASP, senesans hücrelerinin otonom olmayan etkilerinin temel belirleyicisi olup, çevre dokularda inflamasyon, doku yeniden şekillenmesi ve fonksiyonel bozukluklar gibi biyolojik değişikliklerin ortaya çıkmasına aracılık etmektedir (Birch vd., 2020). Senesans hücrelerinin ayırt edici

özelliklerinden biri olan SASP, çok sayıdaki sitokin, kemokin, büyüme faktörü ve proteazın, kimi zaman mikroveziküller içerisinde, ekstrasellüler ortama salınmasını içerir. Birçok hücre tipi, protein, lipit ve nükleik asitler içeren EV'ler salgılar. Bu veziküller hücreler arası iletişimde kritik bir role sahiptir ve içeriklerinin değişmesi SASP'nin önemli bir bileşenini oluşturur. SASP faktörlerinin salınımı, otokrin ve parakrin mekanizmalarla senesansın yayılımını artırabilir; tümör hücreleri, tümör dışı hücreler ve bağışıklık sistemi üzerinde etkiler oluşturarak doku mikroçevresinin yeniden şekillenmesine katkıda bulunur (Birch vd., 2020). Senesans ve SASP, yaşlanma ve hastalık gelişimi ile anlamlı şekilde ilişkilidir. Olgun farelerde yapılan bir çalışmada, senesan pre-adipositlerin fiziksel fonksiyonlarda bozulmaya yol açtığı ve bu zararlı etkinin temel belirleyicisinin SASP olduğu gösterilmiştir (Parvizi vd., 2021). Yaşlanmayla ortaya çıkan düşük dereceli kronik inflamasyon, proinflamatuar sitokin düzeylerinin artmasına ve bağışıklık hücrelerinin aktivasyonuna neden olarak hastalık riskini artırır. Senesans hücrelerinin eliminasyonu, inflamatuar SASP faktörlerinin salınımını azaltarak bu olumsuz süreçlerin önüne geçebilir. Senesans hücrelerinden salınan bazı bileşenleri lokal doku hasarına da yol açabilir; örneğin SERPIN ailesi ve PAI-1 düzeyindeki artış, kemoterapiye bağlı tromboz riskini tetikleyebilir. Senesans hücrelerinin dokularda birikimi ayrıca ateroskleroz gibi yaşa bağlı dejeneratif hastalıkların gelişimine katkıda bulunur (Basisty vd., 2020).

Senesans hücreleri, maruz kaldıkları stres türlerine bağlı olarak farklı SASP bileşenleri sergiler ve bu çeşitlilik, çevre dokular üzerindeki etkilerini belirler. SASP, anjiyogenezi teşvik ederek tümör büyümesini destekleyebilir; ayrıca komşu tümör hücrelerinde migrasyon ve invazyon yeteneğini artırarak metastaza yol açabilen epitelyal mezenkimal geçişi (EMT) indükleyebilir (Wang vd., 2022).

2.2.*Fizyolojik ve Patolojik Açıdan Senesans*

Farklı uyarıcı türleri, senesansı tetikleyerek bu sürecin çeşitli koşullar altındaki rollerini ortaya koyar. Gelişimsel senesans ve replikatif senesans, sırasıyla embriyogenez ve yaşlanma sırasında fizyolojik koşullar altında gerçekleşen senesans türleridir. Fizyolojik senesans, normal yaşlanma sürecinin doğal bir bileşeni olup organizmaların yaşam süreleri boyunca ortaya çıkan biyolojik değişiklikleri kapsar (Tominaga vd., 2015). Bu süreçte hücreler, DNA hasarı, oksidatif stres ve hücresel yıpranma gibi çeşitli stres faktörlerine maruz kalır. Bunun sonucunda proliferasyonu durduran ve hücrelerin bölünmesini engelleyen bir senesans programı aktive olur (Burton vd., 2014). Hücresel senesans bu nedenle doku ve organlarda fizyolojik bir süreç olarak değerlendirilir. Buna karşın, diğer senesans türleri genellikle tümör oluşumu, diyabetes mellitus, kemoterapi veya radyasyon gibi

patolojik stresörler tarafından indüklenir. Patolojik senesans, hücrelerin hastalık süreçleri veya terapötik müdahalelerin bir sonucu olarak senesans durumuna geçmesiyle ortaya çıkar (Wei vd., 2018). Bu senesans türü özellikle kanser ve yaşa bağlı hastalıklarla ilişkilidir. Örneğin, kanser hücrelerinde OIS, TIS veya kronik inflamasyon sonucu gelişen senesans gözlenebilir. Patolojik senesans, genellikle doku hasarı, aşırı hücresel stres ve bazı durumlarda tümör progresyonuna katkı sağlayan mekanizmalardan kaynaklanır (Chandeck vd., 2010).

3. SENESANSI İNDÜKLEYEN FAKTÖRLER VE ÖZELLİKLERİ

Birçok stres faktörü senesansı indükleyebilir. Bu faktörler arasında senesansın altında yatan yaygın bir neden olan DDR senesansı, reaktif oksijen türlerine bağlı senesans (ROS), OIS, TIS sıklıkla meydana gelmektedir.

3.1.DNA Hasar Yanıtına Bağlı Senesans (DDR)

Senesansın temel tetikleyicisi olarak kabul edilen DNA hasarı çoğunlukla DNA çift sarmal kırıkları (DSB) şeklinde ortaya çıkar. DSB'lerin oluşumu, DDR mekanizmasını aktive eder. DDR, hücre döngüsünün ilerlemesini durduran bir kontrol noktası görevi görür ve hasarlı genetik materyalin yavru hücrelere aktarılmasını engeller (Olivieri vd., 2015). DDR bileşenlerinden bazıları, DNA hasarının meydana geldiği kromatin bölgelerinde birikerek karakteristik odaklar oluşturur. Histon H2AX'in fosforilasyonu (γ-H2AX) gibi kromatin modifikasyonları ve bunlarla ilişkili MDC1, 53BP1, aktive ATM kinazı gibi proteinler sitolojik olarak tespit edilebilir. Bu birikimler, DNA hasar bölgelerinde karakteristik odakların oluşmasına yol açar ve onarım süreci devam ettiği sürece hücre döngüsünün durdurulmasına katkıda bulunur (Menendez vd., 2011). DNA hasarının uzun süre devam etmesi ve onarımın tamamlanamaması durumunda hücre, proliferasyonu kalıcı olarak durdurarak senesans durumuna geçer. Bu aşama, hücrenin bölünme kapasitesinin geri dönüşümsüz bir şekilde sona erdiği durumu temsil eder. Laboratuvar ortamında incelenen senesan hücrelerde kalıcı DDR odaklarının varlığı gözlenmiştir. Bu odaklar, DSB'lerin onarılamadığını ve hasarın hücre içinde sürekli sinyal mekanizmalarını tetiklediğini, dolayısıyla senesansın uzun süreli bir kontrol noktası aktivasyonu gibi işlediğini göstermektedir.

DDR sürecinin ana düzenleyici kinazları ATM, ATR, CHK1 ve CHK2'dir. ATM ve ATR, DNA hasarını algılayarak hücreyi onarım sürecine hazırlar; CHK1 ve CHK2 ise hücre döngüsünü kontrol ederek hasara yanıt olarak hücre bölünmesini durdurur. Bu kinazlar, DNA hasarının kalıcı olduğunu algıladıklarında hücre döngüsünün durdurulması sinyalini sürdürür. İlginç

bir şekilde, bu kinazların inhibitörlerle baskılanması DDR sinyallemesini sonlandırmakta ve senesans hücrelerinin yeniden hücre döngüsüne girebilmesine yol açabilmektedir. Bu durumda hücreler, hasarlı DNA yapısına rağmen tekrar bölünebilir hâle gelir (Di Micco vd., 2021).

3.2.Telomer Kısalması ve Hasarı

Telomer kısalması, hücresel senesansı indükleyen ilk ve en iyi tanımlanmış mekanizmalardan biridir. Telomerler, kromozom uçlarını koruyan yapılar olarak görev yapar. DNA replikasyonu sırasında kromozomal uçlar tam olarak kopyalanamadığı için, telomerler arası rekombinasyon gibi telomer koruyucu mekanizmaların yokluğunda her replikasyon döngüsünde kısalır. Telomer uzunluğu kritik bir eşik değerinin altına düştüğünde koruyucu yapılar kaybolur ve telomerler DSB'ler gibi algılanır; bu durum DDR mekanizmasını tetikler ve onarım tepkisi başlar. Bir veya birkaç telomerin bu şekilde hasar sinyalleri göndermesi, hücresel senesansı başlatmak için yeterlidir. Telomeraz aktivitesinin artırılması, telomerlerin kısalmasını önler ve hücrelerin sınırsız bölünmesini destekler (Fumagalli vd., 2012).

DDR aktivasyonu yalnızca aşırı kısalmış telomerlerde sınırlı değildir. Bazı özel koşullarda, kritik derecede kısa olmayan telomerlerde de gözlemlenebilir. Örneğin, bölünmeyen hücreler genotoksik ajanlara maruz kaldığında telomerlerde hasar oluşabilir. Yaşlanma sürecindeki bölünmeyen hücrelerde ise DNA hasarı birikir ve telomerlerde onarılamayan DSB'ler meydana gelebilir. Telomerlerdeki DSB'lerin onarımı, kromozomun diğer bölgelerine kıyasla daha zor ve verimsizdir; bunun nedeni telomerik DNA'nın yapısal özelliklerinin onarım mekanizmalarını sınırlamasıdır. Bu nedenle, telomerlerde meydana gelen DSB'ler genellikle kalıcıdır ve hücresel senesansın başlatılmasına ve sürdürülmesine yol açar (Rossiello vd., 2017).

3.3.Reaktif Oksijen Türlerine (ROS) Bağlı Senesans

Hücresel senesans, antioksidan savunma mekanizmalarındaki yetersizlik veya ROS'un aşırı üretimi sonucunda ortaya çıkabilir. Radyasyon, yüksek glukoz seviyeleri ve onkojen ekspresyonu gibi faktörler, oksidatif dengeyi bozarak DNA hasarına yol açabilir. Bu durum, özellikle otofaji eksikliği olan keratinositler ve melanositler gibi hücrelerde senesansı tetikleyebilir. Ayrıca, laktoz ve fumarat gibi bileşikler de oksidatif stres oluşturarak fibroblastlar ve böbrek kanser hücrelerinde senesans gelişimine neden olabilir. Katepsin-D seviyelerinin azalması, ROS üretimini artırırken, aynı zamanda hücresel antioksidan savunmada kritik bir rol oynayan nükleer faktör eritroid 2 ile ilişkili faktör 2 (NRF2) aktivitesini inhibe eder. Bu süreç, hücresel savunmayı baskılayarak senesansı teşvik eder ve hücresel senesans

ile fonksiyon kaybının temel nedenlerinden biri hâline gelir (Davalli vd., 2016)

Kaveolin-1, hücresel sinyal iletimi, madde taşınması, lipid düzenlemesi ve damar fonksiyonlarının düzenlenmesinde rol oynayan bir proteindir. Hücre zarındaki kaveola yapılarını oluşturarak bu yapıları stabilize eder. Kaveolin-1, aynı zamanda antioksidan enzim tiyoredoksin redüktaz 1'in aktivitesini inhibe ederek hücresel senesansı başlatır ve ROS birikimini tetikler. Oksidatif stres, p38 MAPK sinyal yolaklarını aktive ederek kaveolin-1 üzerinde pozitif bir geri besleme oluşturur ve böylece bir kısır döngü oluşur. BCL-2 gibi anti-apoptotik proteinlerin kaybı, redoks dengesini bozarak senesans halindeki endotel hücrelerinde anjiyojenik fonksiyonların bozulmasına yol açar. Bağırsak bakterileri tarafından üretilen hidrojen gazı (H2), oksidatif stresi azaltabilir ve hücresel senesansı baskılayabilir. Hücresel senesans, redoks dengesinin modülasyonu yoluyla birçok faktörden etkilenir (Volonte vd., 2015).

ROS, DDR aracılığıyla senesans sinyalini doğrudan başlatmakla kalmaz, aynı zamanda Akt sinyal yolunu etkileyerek bazı mikroRNA'ların (miR-181a ve miR-182) ekspresyonunu değiştirir ve böylece senesans sürecinde önemli bir rol oynar. Telomer bütünlüğünün korunmasında redoks dengesinin önemi de büyüktür; redoks dengesindeki bozulmalar, telomer kısalması ve kaybına yol açarak DNA replikasyonunu engeller ve replikatif senesansı tetikleyebilir (Xu vd., 2018). Yüksek oksidatif stres, lamin B1'in yüksek seviyelerde ifade edilmesine yol açarak nükleer yapı değişiklikleri ve sonuç olarak DNA hasarı ile senesansı başlatabilir. Ayrıca SASP, IL-1α ve Ca2+ gibi düzenleyicilerin homeostazını kontrol ederek şekillendirilebilir. Oksidatif stres, sistemik sklerozlu bireylerde fibroblast senesansını tetikleyerek pro-fibrotik ve pro-inflamatuar özelliklerin gelişmesine katkıda bulunur. Öte yandan, senesanan fibroblastlar normal yara iyileşme süreçlerinde anti-fibrotik fenotip sergileyebilir. Bu çelişki, sistemik sklerozlu hastalardaki dermal fibroblastların sağlıklı fibroblastlara kıyasla daha yüksek ROS seviyelerine, düşük proliferasyon oranına, bozulan biyokimyasal işlevlere ve DDR yanıtına sahip olmasından kaynaklanır. Bu farklılıklar, fibroblast senesansının pro-fibrotik veya anti-fibrotik fenotip geliştirme eğilimini yansıtabilir. Hücresel senesansın oluşumu, artan oksidatif stres tarafından belirgin şekilde etkilenir. Bu bağlamda, fibroblastların işlevselliğini bozmadan belirli hücrelerde senesansı azaltabilecek eksojen antioksidan stratejilerin araştırılması önem taşımaktadır (Saxena vd., 2019).

3.4.Onkojen Kaynaklı Senesans (OIS)

Onkojen aktivasyonu, hücresel senesansı güçlü bir şekilde tetikleyen başlıca faktörlerden biridir. DNA replikasyonunda ortaya çıkan değişikliklerle

doğrudan ilişkili olan ilk hiperproliferatif aşama, onkojen ekspresyonunun başlamasıyla tetiklenir. Bu aşama sonunda DDR yolakları aktive olur ve hücresel senesans gelişir. Bu süreç, OIS olarak tanımlanır (Chandeck vd., 2010).Buna ek olarak, bazı tümör baskılayıcı genlerin ekspresyonunda azalma da senesansı indükleyebilir. Örneğin PTEN'in kaybı, özellikle PI3K/Akt sinyal yolunu negatif yönde düzenleyen bu enzimin fonksiyonunun ortadan kalkması nedeniyle, hücre büyümesi ve proliferasyonu üzerinde kontrolsüz bir etkinin oluşmasına yol açar. PTEN kaybına bağlı gelişen senesans, ilk olarak DDR'dan bağımsız bir süreç olarak değerlendirilmiş olsa da, sonraki çalışmalar PTEN kaybının hiperproliferasyon, DDR aktivasyonu ve *in vivo* senesansla ilişkili olduğunu göstermiştir (Zhu vd., 2020). Önemli olarak, onkojenik RAS veya BRAF aktivasyonunun aksine PI3K/Akt yolunun uyarılması, belirgin bir hiperproliferasyon ya da ciddi DNA hasar birikimi olmaksızın p53-bağımlı bir senesans yanıtı oluşturur. Bu durum, farklı onkojenlerin senesansı başlatırken özgün moleküler mekanizmaları devreye soktuğunu göstermektedir (Rufini vd., 2013).

Telomerler, onkojenlerin neden olduğu replikatif stres türlerine, özellikle de telomerik bölgelerde oluşan disfonksiyon ve replikasyon stresine karşı yüksek derecede duyarlıdır. İnsanlarda hiperplastik tümör öncülü lezyonlarda bu duruma bağlı DDR aktivasyonunun ortaya çıktığı gösterilmiştir. Ayrıca tümörlerde ROS'un biriktiği bilinmekte, bu moleküllerin yalnızca DNA hasarına yol açmakla kalmayıp aynı zamanda onkojenlerin hücre proliferasyonunu teşvik eden promitojenik sinyallerine aracılık ettiği de ortaya konulmaktadır (Mallette vd., 2007). Son yıllarda yapılan çalışmalar, NADPH oksidaz kaynaklı onkojen-indüklenmiş ROS üretiminin, hiperproliferatif erken fazı destekleyerek DNA replikasyonundaki bozulmalar ve DNA hasar birikimi üzerinden hücresel senesansı tetikleyebileceğini göstermiştir. Bu bulgular, ROS'un hem hücre proliferasyonunu artıran hem de senesansla ilişkili DNA hasarını teşvik eden çift yönlü ve görünüşte çelişkili rolünü açıklığa kavuşturmaktadır (Di Micco vd., 2021).

3.5.Tedaviye Bağlı Senesans (TIS)

Senesans, yalnızca tümör gelişiminde değil, aynı zamanda kanser tedavilerine verilen yanıtlarda da önemli sonuçlar doğurur. Kemoterapi ve radyasyon gibi DNA hasarı oluşturan tedavilere maruz kalma, senesans belirteçlerini taşıyan hücrelerin artmasına yol açmaktadır. Bu durum, kanser tedavisi gören hastalardan elde edilen doku örneklerinde doğrulanmış ve hem malign hem de malign olmayan dokularda TIS indüksiyonunun meydana geldiği gösterilmiştir (Ewald vd., 2010). Bu bulgular, yaygın kansere yönelik tedavi stratejilerinin, temel etkileri olan DNA hasarı

üzerinden senesansı tetikleyebileceği gerçeğiyle uyumludur. Bununla birlikte, senesans eşiklerinin malign ve malign olmayan hücreler arasında, tıpkı apoptozda olduğu gibi, farklılık gösterdiği bildirilmiştir (Saleh vd., 2023). Kemoterapötik ajanların çoğu sistemik olarak uygulandığından, farklı doku ve bölmelerde senesans indüksiyonu oluşturabilir. Çeşitli DNA hasarı oluşturan kemoterapi sınıfları, preklinik modellerde senesans indükleyici özellikleriyle tanımlanmıştır (Faheem vd., 2020). Klinik gözlemler de bu bulguları desteklemektedir. Prostat kanseri hastalarından alınan biyopsilerde p16INK4a, p21 ve SASP bileşenleri IL-6 ile IL-8 düzeylerinin arttığı; kemoterapi alan meme kanseri hastalarında ise malign lezyonlarda p16INK4a, p21, p53 ve SA-β-gal gibi senesans belirteçlerinin varlığının tespit edildiği bildirilmiştir (Fitsiou vd., 2022). Ayrıca sitotoksik kemoterapinin, hematopoetik bölmede p16INK4a ekspresyonunu artırdığı ve VEGFA ile CCL2 gibi SASP faktörlerinin uzun süreli yükselişine yol açabildiği gösterilmiştir. Kemoterapi aynı zamanda, daha sınırlı ve geçici olmakla birlikte, malign olmayan dokularda da senesansı uyarabilir ve bu durum tedavi sonrası doku iyileşmesi üzerinde kalıcı etkiler oluşturabilir. Bu bağlamda, kemoterapi sonrası T hücrelerinde p16INK4a aşırı ekspresyonunun gözlenmesi, tedavinin immunosenesansa katkıda bulunabileceğini düşündürmektedir. Radyasyon tedavisi de akut DNA hasarı oluşturarak malign hücrelerde olduğu kadar malign olmayan hücrelerde de senesans indükleyebilir. Radyasyona maruz kalan hastalardan elde edilen submandibüler bez örneklerinde p16INK4a ekspresyonunun arttığı; radyoterapi alan küçük hücreli dışı akciğer kanseri hastalarının normal akciğer dokusunda SA-β-gal pozitif hücrelerin bulunduğu; ayrıca tedavi sonrası periferik kan lökositlerinde p21 düzeylerinin sürekli yüksek kaldığı rapor edilmiştir (Liu vd., 2024).

Hedefe yönelik tedaviler de senesans yanıtı oluşturabilir. CDK4/6 inhibitörleri (palbociclib, ribociclib, abemaciclib), p16INK4a'nın fizyolojik etkisine benzer şekilde stabil proliferasyon durması yaratarak senesansla uyumlu bir durum oluşturur. Bu ajanların, malign olmayan hücrelerde dahi p53-bağımlı proliferasyon durması ve senesans özellikleri indükleyebildiği bildirilmiştir (Lee vd., 2024). Histon deasetilaz inhibitörü vorinostat ve DNA metiltransferaz inhibitörü decitabine gibi epigenetik düzenleyiciler de çeşitli kanser hücre hatlarında senesansı tetikleyebilir. Ayrıca bazı anti-anjiyojenik tedavilerin preklinik tümör modellerinde senesans indüklediği ve tedavi edilen hastalarda SASP benzeri sitokin artışlarına yol açabileceği gösterilmiştir. Doğrudan DNA hasarı oluşturmasa da rituksimab gibi terapötik antikorların belirli lenfoma hücrelerinde senesans fenotipini tetikleyebildiği belirtilmiştir (Zhang vd., 2024).

4. SENESANSIN BİYOLOJİK SÜREÇLERDEKİ ROLÜ

4.1.*Embriyogenez ve Gelişim Sürecinde Senesans*

Programlanmış hücresel senesans, omurgalı embriyonik gelişiminde kritik rol oynayan ve doku morfogenezine katkıda bulunan temel biyolojik süreçlerden biridir. Senesan hücreler; SA-β-gal pozitifliği ve proliferasyon belirteci Ki-67'nin negatifliği ile tanımlanır. Senesan hücreler aynı zamanda Wnt ve Hedgehog sinyal yolaklarının aktivasyonu ile karakterizedir ve gelişim sırasında mezonefroz ile endolimfatik kese gibi çeşitli embriyonik bölgelerde gözlenir. Bu bulgular hücresel senesansın evrimsel olarak erken gelişimsel mekanizmalardan biri olduğu düşünülmektedir (Calcinotto vd., 2019). Embriyonik gelişimde senesansın rolünü destekleyen bulgulardan biri, CDK inhibitörü INK4b transkriptinin nöral tüpün dorsal bölgesinde tespit edilmesidir. Bu durum, senesansın beyin gelişiminin düzenlenmesine katkıda bulunabileceğini göstermektedir (Da Silva-Álvarez vd., 2019). Hücresel stres yanıtlarında görev alan ve Shc protein ailesine ait olan p66Shc'nin, sığır embriyolarında erken bölünme duraklamasına yol açtığı rapor edilmiştir. Bu bulgu, senesansın embriyogenezi düzenleyebilecek bir mekanizma olarak işlev görebileceğini desteklemektedir (Storer vd., 2013).

Memeli embriyosunda senesans; uzuv tomurcukları, sinir sistemi ve bağırsak endodermi dahil olmak üzere birçok yapıda ortaya çıkar. Gelişmekte olan böbrekte senesan hücre birikimi, makrofaj aracılı fagositozu tetikleyerek mezonefrozun gerilemesini sağlar. Bu süreçte SA-β-gal, p21, p27 ve p15 gibi senesans belirteçleri, fare mezonefrozunda embriyonik gün 12.5–14.5 arasında saptanmıştır. Ayrıca fare embriyolarında p21'in yokluğu, belirgin gelişimsel anomalilere neden olur; benzer şekilde zebra balığı embriyolarında senesansın çeşitli dokuların gelişimini düzenlediği gösterilmiştir (Muñoz-Espín vd., 2013).

Memeli endometriyumunda senesans, implantasyonun başarılı gerçekleşmesi için de önemlidir. Senesan desidua hücreleri, embriyonun uterusa tutunmasını kolaylaştıran faktörler salgılayarak uygun bir mikroçevre oluşturur. Bu programlanmış senesans yanıtı, işlevsiz hücrelerin ortadan kaldırılmasına ve gelişmekte olan dokuların yeniden şekillendirilmesini sağlayarak sağlıklı bir gebelik sürecine katkıda bulunur (Gal vd., 2019).

4.2.Yara İyileşmesi – Doku Onarımında Senesans

Yara iyileşmesi, doku hasarının onarılabilmesi amacıyla yeni doku oluşumu ve doku yeniden şekillenmesi gibi süreçleri içeren, çok aşamalı ve dinamik fizyolojik bir yanıt olarak tanımlanır. Hücresel senesans bu sürecin her aşamasında önemli roller üstlenmektedir (Harding vd., 2005). Deri yara

iyileşmesinde görev yapan CCN1, hücre sinyalleşmesi, proliferasyon, göç, diferansiyasyon ve doku onarımı gibi biyolojik süreçleri düzenleyen, yapısal bağlayıcı bir protein ve dış hücre matrisi bileşenidir. CCN1'in fibroblast ve miyofibroblast senesansını indüklemesi, DDR ve ROS–p16 sinyal yollarının aktivasyonu yoluyla gerçekleşir ve bunun sonucunda fibrotik yanıt baskılanır. Kornea yara iyileşmesinde ise fibroblast senesansı, fibroblast büyüme faktörü-2 (FGF2) ve trombosit kaynaklı büyüme faktörü-BB'ye yanıtların azalmasıyla ilişkilidir. Bu süreç, MMP1, MMP3 ve MMP13 gibi matriks metalloproteinazların ekspresyonunun artmasıyla antifibrotik bir fenotipe yol açar; söz konusu enzimler dış hücre matrisi proteinlerinin parçalanması aracılığıyla doku remodelinginde kritik rol oynar (Wilkinson vd., 2020). Bununla birlikte hücresel senesans bazı koşullarda yara iyileşmesini olumsuz yönde etkileyebilir. İnflamasyon kaynaklı senesans, fibroblast proliferasyonu ve göçünü azaltarak yeni doku oluşumu için gerekli hücresel aktivitenin azalmasına neden olur. Kültür ortamındaki astrositlerde senesansın indüklenmesi, hücrelerin yara onarımıyla ilişkili aktivitelerini zayıflatmış ve iyileşmenin bozulduğunu göstermiştir. Benzer şekilde senesens akciğer fibroblastlarının alveolar epitel hücrelerinde G2/M duraklamasını tetiklemesi, hatalı yara onarımı ve bozulmuş yeniden epitelleşme ile sonuçlanmaktadır (Bang vd., 2018). Mezenkimal kök hücre kaynaklı hücre dışı veziküller de yara iyileşmesini olumsuz etkileyebilir; bu veziküllerin miR-146a düzeylerini düşürerek onarım süreçlerini bozan sinyaller oluşturduğu gösterilmiştir. Diyabetes mellitus gibi patolojik durumlarda artan oksidatif stres, kaveolin-1–PTRF yolunu aktive eder ve senesansı artırır. Diyabete bağlı senesansın özellikle CXCR2 açısından zengin SASP profiliyle birlikte yara iyileşmesini belirgin şekilde bozduğu bildirilmiştir (Yao vd., 2016). Bu bulgular, hücresel senesansın sınırlı ve geçici olduğunda doku onarımını destekleyebildiğini, ancak uzun süreli senesan hücre varlığının yara iyileşmesi üzerinde zararlı etkilere yol açtığını göstermektedir.

4.3.Kanserde Senesans

Hücresel senesans, kanserde hem tümör baskılayıcı hem de tümör destekleyici etkiler gösterebilen çift yönlü bir biyolojik süreçtir. Onkojen aktivasyonu, tümör baskılayıcı genlerin kaybı ve onarılamaz DNA hasarı gibi uyarılar, apoptozun yanı sıra hücresel senesansı tetikleyerek tümör gelişimini sınırlayabilir. Geçici hücresel zararlar sonucu oluşan proliferasyon duraklaması, karsinojenik mutasyonların hücre nesilleri arasında aktarılmasını engeller ve bağışıklık sistemi temizleme süreçlerini destekleyebilir. OIS'in temel mekanizması DDR sinyalleşmesidir. Onkojen aktivasyonu veya DNA hasarı, ATM ve CHK2'nin fosforilasyonunu tetikleyerek H2AX ve p53 aktivasyonuna, ardından p53–p21 yolunun devreye girmesine yol açar. Buna ek olarak NLRP6–NF-κB–p14ARF–

MDM2 ve miR-203–ITPKA–MDM2 yolları da p53–p21 sinyalleşmesini modüle edebilir. Örneğin, p14ARF'nin MDM2'yi inhibe etmesi p53 stabilitesini artırırken, miR-203'ün ITPKA ve MDM2 ile etkileşimi kanser progresyonunu etkiler (Ou vd., 2021). Meme karsinomu hücrelerinde onkojenik ERBB2'nin aşırı ekspresyonu, p53'ten bağımsız bir mekanizma ile p21 düzeylerini artırarak senesansı tetikleyebilmektedir. PTEN kaybı da Akt–mTOR–p53 ve p19ARF–MDM2–p53 yolları aracılığıyla senesans indükleyici bir yanıt oluşturur (Jung vd., 2019). HBP1 transkripsiyon faktörü, p53'ün yıkımını azaltarak veya p53'ten bağımsız olarak Wnt–β-katenin–EZH2 sinyalleşmesini baskılayarak p21'i aktive eder ve senesansı destekler. Benzer şekilde Wnt sinyal yolağı, tiroid kanseri hücrelerinde senesans yanıtının düzenlenmesinde rol oynar. Ras kaynaklı meme kanserinde büyüme durdurma proteini Gadd45a, p38 MAPK aktivasyonu aracılığıyla senesans ve apoptozu indükleyerek tümör gelişimini sınırlandırır (Mavrogonatou vd., 2020). Bununla birlikte, SASP, kronik inflamatuar bir mikroçevre oluşturarak tümör gelişimini teşvik edebilir. Örneğin fare modellerinde PTBP1'in baskılanması, SASP'nin azalmasına ve inflamasyon kaynaklı karaciğer tümörlerinin gerilemesine yol açmıştır. Ras onkojeni aktivasyonu da stromal fibroblastlarda senesansı indükleyerek tümör mikroçevresini yeniden programlar ve over tümör gelişimini destekler (Georgilis vd., 2018). SASP faktörlerinin pro-tümör etkileri kanser tiplerine göre değişmektedir. CXCL1 ve MMP14, sırasıyla p65 aktivasyonu ve invazyon artışı üzerinden over ve hepatosellüler karsinom progresyonunu destekler. IL-6, MMP3, MMP9 ve CXCL10'un kronik üretimi, skuamöz hücreli deri karsinomu gelişimine katkıda bulunur. Osteopontin gibi SASP bileşenleri ise bağışıklık yanıtının düzenlenmesi, adezyon ve hücre göçü gibi süreçlerde tümör progresyonunu kolaylaştırır.

Prostat kanserinde senesansın etkilerini belirleyen önemli düzenleyicilerden biri TIMP1'dir. TIMP1'in inaktivasyonu, tümör progresyonunu destekleyen faktörlerin artmasına ve metastatik potansiyelin yükselmesine yol açar (Guccini vd., 2021). Böbrek kanserlerinde de senesans hem tümör başlangıcında hem ilerlemede hem de tedavi yanıtında önemli rol oynar. PLA2R1'in HIF2α–MYC yolu tarafından baskılanması, senesansa direnç oluşturarak renal hücreli karsinom büyümesini hızlandırır. Buna karşılık PCBP4 ve P53BER2, p53 ekspresyonunu artırarak senesansı destekleyen tümör baskılayıcılardır. Bu mekanizmaların hücresel bağlama ve tümör tipine özgü olduğu, senesansın hangi aşamada tümör destekleyici hâle geldiğinin ise hâlen tam olarak anlaşılamadığı belirtilmektedir (Huang vd., 2022).

4.3.1.Senesans ve Kanser İlişkisinin Bağışıklık Sistemi ile Karşılıklı Etkileşimi

Kanser hücreleri; onkojenik sinyaller, replikatif stres, hipoksi, ROS, besin yetersizlikleri ve TGF-β gibi sitokinlere maruz kalarak senesansı tetikleyebilir. Ayrıca bağışıklık hücreleri tarafından üretilen IFN-γ gibi sitokinler de senesans indüksiyonuna katkı sağlar. Anti-kanser tedaviler, özellikle DNA hasarı oluşturan kemoterapötikler ve radyoterapi, TIS gelişimine yol açabilir. Bu nedenle tümörler, hem tedavi öncesi hem de tedavi sonrası dönemde belirli bir senesan hücre popülasyonunu içerir. Senesan hücreler doğrudan tümör büyümesini artırmasa da, SASP aracılığıyla tümör mikroçevresini yeniden şekillendirir. SASP; tümörün davranışı, heterojenliği ve tedavi yanıtı üzerinde belirleyici olabilir ve bazı koşullarda bağışıklık sistemini aktive ederek anti-tümör koruyuculuk sağlayabilir.

Senesan hücrelerin bağışıklık sistemi tarafından temizlenmesi, doğuştan gelen bağışıklığın çeşitli efektör bileşenleri tarafından gerçekleştirilir. Bu süreçte makrofajlar ve NK hücreler temel rol oynar. Makrofajlar, hasarlı ve yaşlanmış hücreleri fagosite ederek elimine ederken; NK hücreleri, anormal fenotipli hücreleri doğrudan sitotoksik mekanizmalarla yok eder. Doğuştan gelen bağışıklığın diğer komponentleri de senesans hücrelerinin temizlenmesine katkıda bulunur. Doğal öldürücü T hücreleri, nötrofiller ve doğal IgM antikorları gibi efektörler, senesans hücrelerini tanıyarak immün aracılı eliminasyonu destekler (Wang vd., 2024). Adaptif bağışıklık sisteminin senesans ile ilişkili rolleri daha sınırlı ölçüde ortaya konmuştur. Bazı deneysel modellerde, onkojenik mutant Nras taşıyan senesans hepatositlerin CD4+ T hücrelerini aktive ettiği ve bunun sonucunda makrofaj aracılı premalign hücre eliminasyonunun gerçekleştiği gösterilmiştir. Bu süreçte CD4+ T hücre aktivasyonu, antijen sunan hücreler (APC) ile birlikte MHC-II ekspresyonu gösteren senesans hepatositler aracılığıyla sağlanmıştır. MHC-II ekspresyonunun senesans melanositlerde gözlenmesine karşın senesans keratinosit ve fibroblastlarda saptanmaması, bu molekülün senesansa özgü bir belirteç olmadığını göstermektedir .Senesans hücreler ayrıca NK ve CD8+ T hücrelerini inhibe eden klasik olmayan MHC-I molekülü HLA-E'yi yukarı regüle eder. HLA-E'nin yokluğunda, senesans hücreleri hem NK hem de CD8+ T hücreleri tarafından daha etkin şekilde ortadan kaldırılmaktadır. Bununla birlikte bazı lenfoma türleri, immün kontrolden kaçabilmek için immünsüpresif ligandlar eksprese eder. Bu durum, yüksek derecede immünojenik olmalarına rağmen bağışıklıktan kaçmalarına ve tümör içinde geniş bir senesan hücre fraksiyonunun varlığını sürdürebilmesine olanak tanır (Mao vd., 2023).

4.5.İmmünosenesans

Sağlıklı bireylerde immünosenesans yaklaşık 50'li yaşlarda başlamaktadır ve bu süreç bağışıklık sisteminin işlevsel kapasitesinin kademeli olarak zayıflamasına yol açar. İmmünosenesans; aşı yanıtlarında azalma, enfeksiyonlara, otoimmün hastalıklara ve kansere yatkınlığın artması ile kronik inflamasyonun yükselmesi gibi sonuçlar doğurur. Bu süreç, hücresel atıkların ve hasarlı organellerin temizlenmesini sağlayan otofajinin azalmasıyla da ilişkilidir (Wang vd., 2024). Otofajinin bozulması, hasarlı mitokondrilerin uzaklaştırılamaması nedeniyle ROS birikimine ve DNA hasarının artmasına yol açar. Yaşlanmayla birlikte, özellikle 60 yaş ve üzeri bireylerde naif T hücrelerinin sayısı azalırken hafıza T hücreleri artar. Bu bireylerde CD28 kaybı ile CD57 ve KLRG1 gibi senesans belirteçlerinin artmış ekspresyonu gözlenir. Yaşa bağlı değişiklikler daha belirgin olarak CD8+ T hücrelerini etkiler; ancak yaşlı bireylerde NKG2D eksprese eden ileri düzeyde farklılaşmış CD4+ T hücrelerinin de arttığı rapor edilmiştir (Yousefzadeh vd., 2018). Senesansa uğramış T hücreleri pro-inflamatuar sitokinler salgılar, kısalmış telomerler taşır ve bu durumun insan yaşam süresi üzerinde olumsuz etkileri olduğu bildirilmiştir (Lunin vd., 2022). T hücre tükenmesi ve senesansı, IgM ve immünoreseptör tirozin-tabanlı inhibitör motif domaini (TIGIT) gibi inhibitör moleküllerin artmış ekspresyonuyla ilişkilidir. Yaşlı bireylerde senesans B hücrelerinin de yaygın olduğu bilinmektedir. Hafıza B hücrelerinin hakimiyet kazanmasıyla birlikte naif B hücre popülasyonu belirgin ölçüde azalır ve bu durum yeni patojenlere karşı yanıt verme kapasitesini kısıtlar. Senesans B hücreleri somatik hipermutasyon kapasitelerinde azalma gösterir ve buna bağlı olarak antikor yanıtları zayıflar. Naif B hücrelerindeki azalma; B hücre prekürsörlerinin artmış apoptozu, IL-7'ye yanıtın azalması ve hematopoietik kök hücre potansiyelindeki düşüşle ilişkilendirilir. Ayrıca CD23, CD21 ve CD35 ekspresyonunda azalma gösteren senesans B hücrelerinin kemik iliğinde biriktiği ve fare modellerinde B hücre lenfopoezini baskıladığı bildirilmiştir. NK hücrelerinin sayısı yaşlanmayla birlikte belirgin şekilde değişmese de sitokin ortamındaki değişikliklere bağlı olarak işlevsel kapasiteleri azalır ve enfekte ya da malign hücreleri tanıma yetenekleri zayıflar (Lee vd., 2022).

Senesans makrofajlar, genellikle yüksek düzeyde p16INK4a ve SA-β-gal gibi senesans belirteçleri eksprese eder. Bu makrofajlar yoğun pro-inflamatuar sitokin salgısı ve artmış ROS birikimi ile kronik inflamasyonun sürdürülmesine katkıda bulunur; aynı zamanda ölü hücrelerin uzaklaştırılmasını da olumsuz etkileyebilirler. Aktivasyon Transkripsiyon Faktörü 3 (ATF3) ve bromodomain içeren protein 4 gibi moleküllerin makrofaj senesansını desteklediği gösterilmiştir. İlginç olarak, olgun makrofajlar sinyal yolları, gen ekspresyonu, metabolizma ve organel düzeyi

bakımından senesans hücrelerle benzerlik gösterir. Ancak p16INK4a ve SA-β-gal'in makrofaj senesansını tanımlamak için uygun markörler olup olmadığı tartışmalıdır; çünkü bu belirteçler IL-4 ve IL-13 ile M2 fenotipine farklılaştırılan makrofajlarda da artmaktadır. Ayrıca aterosklerotik lezyonlarda bulunan aktive makrofajlar; lipit birikimi, SASP-benzeri sekresyon profili ve sürekli DDR aktivasyonu göstererek senesans hücrelerle örtüşen özellikler sergiler (Liu vd., 2024).

Dikkat çekici bir bulgu olarak, kemoterapiyle indüklenen senesans fenotipine sahip kanser hücrelerinin fagositozla ilişkili transkripsiyonel yeniden programlanma geçirdiği ve komşu hücreleri yutabildiği gösterilmiştir. Bu nedenle, gerçek senesans hücreleri ile senesans benzeri özellikler taşıyan makrofajların etkileşimlerinin daha ayrıntılı biçimde incelenmesi gerekmektedir (Marin vd., 2023).

5. SENESANS SÜRECİNDE MEYDANA GELEN HÜCRESEL DEĞİŞİKLİKLER

5.1. Morfolojik Değişiklikler

RB fosforilasyonunun inhibisyonu ve p53 düzeylerindeki artış gibi moleküler değişiklikler, hücresel senesansın morfolojik özelliklerinin ortaya çıkmasına yol açar. Sağlıklı hücrelerle karşılaştırıldığında, senesans hücreleri genellikle daha büyük, düz ve yayılmış bir görünüm sergiler. Hücre döngüsünün G1/G2 aşamalarında duraklaması ve sitoplazma ile nukleus içeriklerinin birikmesi, bu morfolojik özelliklerin temel nedenlerindendir (Roger vd., 2021). Koferlin 1'in artan ekspresyonuyla ilişkili olarak, bu hücrelerin büyümesi ve düzleşmesi, aktin stres liflerinin artışıyla bağlantılıdır. Senesans hücrelerinde büyük nukleuslar, çok nukleuslu yapılar ve kromatin yeniden organizasyonu gözlenir. Bu değişiklikler, heterokromatik odakların oluşumu ile kromozom yoğunlaşması ve yeniden dağılımı ile ilişkilidir. Ayrıca nukleus zarındaki lamin B1 kaybı, bu morfolojik değişikliklerle güçlü bir şekilde bağlantılıdır. Senesans hücrelerin sitoplazmasında vakuolizasyon, granüler yapılar ve hücresel kalıntılar gibi anormal özellikler görülebilir. ATF6α transkripsiyon faktörünün düzenlediği bazı organellerde, ER genişlemesi, mitokondri sayısında artış ve lizozom sayısının yükselmesi gibi morfolojik değişiklikler de gözlemlenebilir. Senesans hücrelerinin morfolojisi, artan aktin stres lifleri ve odak yapışma plaklarının yeniden düzenlenmesi ile ilişkilidir; bu yapı değişiklikleri, genişlemiş hücrelerin yapışmasına ve yayılmasına katkı sağlayabilir. Bununla birlikte, bazı senesans hücreleri farklı morfolojik özellikler gösterebilir. Örneğin, senesans kemik iliği kaynaklı mezenkimal kök hücreler (MSC'ler), daha uzun hücre gövdeleri ve dallanmış yapıları olan bir fenotip sergiler. Senesansın morfolojik özellikleri böbrek hücrelerinde de

gözlemlenmektedir. Böbreklerde senesans, p16INK4a ekspresyonu, SA-β-gal aktivasyonu ve telomer kısalması gibi senesans belirteçleri ile karakterizedir ve tübüler hücrelerde, glomerüler ve interstisyel hücrelere kıyasla azalmış proliferatif yanıtlar görülür. Senesans glomerüler endotelyal hücrelerde podosit hasarı, F-aktin iskelet yapısının yeniden düzenlenmesine ve odak yapışma noktalarının azalmasına yol açar. Bu bulgular, hücresel morfolojik değişikliklerin farklı organ sistemlerinde ve çeşitli hücresel hasar mekanizmalarında yaygın olduğunu göstermektedir (Roger vd., 2021; Takasugi vd., 2023).

5.2. Fonksiyonel Değişiklikler

Senesans hücreleri, G1/G2 fazında hücre döngüsünün duraklaması nedeniyle anormal davranış sergiler ve proliferasyonları engellenir. Bu durum, doku işlevlerini sürdürebilmek için gerekli hücre sayısının azalmasına yol açar. Stres faktörlerine artan maruziyet ve bağışıklık sisteminin işlevlerinin bozulması, senesans hücrelerinin üretim hızını artırırken, apoptoza karşı dirençleri, ortadan kaldırılma oranlarının düşmesine neden olur. Senesans hücrelerinin salgıladığı SASP faktörleri ve bu faktörlerin senesans olmayan hücrelere yayılması, dejenerasyon, senesans, kronik inflamasyon ve yaşa bağlı hastalıkların gelişimini teşvik eder. Yaşa bağlı dejeneratif veya preneoplastik hastalıklar, senesans hücrelerinin birikmesine yol açar. Kompleman sistemi, SASP ve makrofajları çekerek, ayrıca ROS, TNF ve IL-6 salınımını artırarak bağışıklık sisteminin etkinliğini zamanla azaltır; bu özellikler senesansın tetiklenmesinde kritik bir rol oynar (Roger vd., 2021).

SASP faktörleri hem koruyucu hem de zararlı etkilere sahip olabilir. Öne çıkan faydalı etkiler arasında CCL2'nin anti-tümör özellikleri, IL-6'nın hücresel reprogramlama üzerindeki rolü, MMP1 ve MMP3'ün fibrozisin çözümündeki etkisi ve CXCL5'in embriyonik gelişimdeki katkısı yer alır. SASP faktörleri, bağışıklık hücrelerini aktive ederek pre-malign senesans hücrelerinin ortadan kaldırılmasını sağlar. Buna karşın, SASP faktörlerinin zararlı etkileri arasında IL-8, IL-10 ve TNF'nin inflamasyonu artırması, PDGF-BB'nin fibrogenezi başlatması ve MMP1 ile MMP3'ün tümör oluşumuna katkısı bulunmaktadır. Ayrıca, damar düz kası hücreleri, IL-6, IL-8 ve CCL2 gibi SASP sitokinlerine maruz kaldığında kalsifikasyona uğrayabilir; bu durum insülin duyarlılığının azalmasına yol açabilir (Kumari vd., 2021). SASP genlerinin ekspresyonu, NF-κB ve CCAAT/enhancer-binding protein-B (C/EBP) gibi transkripsiyon faktörleri tarafından aktive edilir. Bununla birlikte, NF-κB dışında başka düzenleyici yollar da mevcuttur. Sitoplazmik DNA birikimi, SASP aktivasyonunu tetikleyerek interferon-β üretimini artırabilir. Heterokromatin organizasyonunu düzenleyen lamin B, sitoplazmik DNA üretimini etkileyerek SASP'nin modülasyonuna katkı sağlar. SASP faktörlerinin salınımı, inflamasyon,

fibrozis ve apoptoz gibi süreçleri etkileyen enfeksiyonlara da bağlı olarak ortaya çıkabilir; lipopolisakarit ve SARS-CoV-2 S antijeni bu süreçte rol oynayan faktörler arasında sayılmaktadır (Wu vd., 2023).

6. SENESANSIN SPESİFİK ÖZELLİKLERİ VE BİYOMARKÖRLERİ

Senesans hücrelerinin ortadan kaldırılmasını doğru bir şekilde değerlendirebilmek için yalnızca uygun bir markörün tespiti değil, aynı zamanda bu markörün analizine uygun yöntemlerin seçilmesi de kritik öneme sahiptir. Senesansın farklı türleri ve çeşitli dokulardaki heterojen yapısı nedeniyle, evrensel olarak tüm senesans hücrelerini seçici biçimde tanıyabilecek bir markör henüz tanımlanmamıştır. Mevcut veriler, bir hücrenin senesans durumunu belirlemede en önemli markörlerden birinin senesansla ilişkili beta-galaktosidaz (SA-β-gal) olduğunu göstermektedir. Bu enzim, hem *in vitro* hem de *in vivo* koşullarda senesans hücrelerini tanımlamak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Senesans hücrelerinde lizozom içi pH'ın yaklaşık 6 olması, SA-β-gal aktivitesinin gözlemlenmesini kolaylaştırırken, lizozom pH'ı yaklaşık 4 olan senesans olmayan hücrelerde yalnızca asidik galaktozidaz aktivitesi tespit edilebilir. Bununla birlikte, hücre yoğunluğu SA-β-gal boyamasını etkileyebildiği için, bu markörün senesansın tek başına yeterince doğru ve spesifik bir belirteci olmadığı düşünülmektedir (Dedic vd., 2024).

Senesansla ilişkili sinyal yolaklarının gen ve protein bileşenleri, özellikle p16INK4a ve p21, yaygın olarak kullanılan spesifik senesans markörlerindendir (Rayess vd., 2012). Met ekspresyonu da hücresel senesansla ilişkili bir belirteç olarak kabul edilmektedir ve nükleer globüler aktin birikimi ile karşılaştırıldığında SA-β-gal aktivitesine göre daha hassas bir markör olarak öne çıkmaktadır. Bunun yanı sıra, SASP aracılarının birikimi, hücre morfolojisi ve iskelet yapısındaki değişiklikler, artmış ROS seviyeleri, sitozolik çift sarmal DNA, telomer kısalması, DSB'lerin bir göstergesi olan H2AX ve miR-146a gibi faktörler de önemli senesans belirteçlerindendir. Bazı senesans hücrelerinde proliferasyon kapasitesindeki azalma BrdU veya EdU entegrasyon testleriyle, artmış apoptoz direnci ise BCL proteinlerinin yukarı regülasyonu ile ölçülmektedir. Bununla birlikte, DDR varlığı senesans için güvenilir bir markör olarak kabul edilmektedir (Kamal vd., 2020).

Düzenleyici bir protein olan ve hücresel stres ile hasar durumlarında aktifleşen Activin A, embriyonik gelişim sırasında normal seviyede ifade edilirken, hasar görmüş ve senesans halindeki böbreklerde yüksek düzeyde bulunur ve bu protein, böbrek hastalarının plazma ve idrarında tespit edilebilir. SASP'nin varlığı, *in vivo* hücresel senesansı incelemede etkili bir

yöntem sunmakla birlikte, inflamasyon gibi senesansla doğrudan ilişkili olmayan durumlarla karışabileceğinden, biyolojik bağlama göre değerlendirilmelidir. EV, periferik kan veya idrar örnekleri, anne hücrelerin senesans durumunu analiz etmek için kullanılabilir; örneğin, idrarda artmış URAT1+p16 EV'lerin bulunması, proksimal tübüler hücrelerde artmış senesansı işaret eder. Senesans hücrelerini veya dokularını tespit etmek için çeşitli markörler kullanılmaktadır. Örneğin, EPC1'in kaybı, insan dermal fibroblastlarındaki senesansı gösterebilir; T hücrelerinde CD57, CD28, NKG2D ve KLRG1 yüzey proteinlerinin ekspresyonu, eritrositlerde spektrin ve feomoglobin arasındaki çapraz bağlanma, endotelyal hücrelerde SRF1 ve oral premalign lezyonlarda maspin proteini, senesansın farklı hücre tiplerindeki belirteçlerindendir (Huang vd., 2022). Pozitron emisyon tomografisi (PET) kullanılarak senesans hücrelerini tespit etme yöntemleri hayvan modellerinde test edilmektedir; ancak klinik olarak duyarlı probların geliştirilmesi önceliklidir. Non-invaziv görüntüleme yöntemlerindeki ilerlemeler, senesansa eğilimli bölgelerin belirlenmesine ve uygun tedavi stratejilerinin planlanmasına katkı sağlayacaktır (Croce vd., 2017)

KAYNAKLAR

Bang, M., Ryu, O., Kim, D. G., Mabunga, D. F., Cho, K. S., Kim, Y., ... & Shin, C. Y. (2018). Tenovin-1 induces senescence and decreases wound-healing activity in cultured rat primary astrocytes. *Biomolecules & Therapeutics*, *27*(3), 283.

Basisty, N., Kale, A., Jeon, O. H., Kuehnemann, C., Payne, T., Rao, C., ... & Schilling, B. (2020). A proteomic atlas of senescence-associated secretomes for aging biomarker development. *PLoS biology*, *18*(1), e3000599.

Birch, J., & Gil, J. (2020). Senescence and the SASP: many therapeutic avenues. *Genes & development*, *34*(23-24), 1565-1576.

Burton, D. G., & Krizhanovsky, V. (2014). Physiological and pathological consequences of cellular senescence. *Cellular and Molecular Life Sciences*, *71*, 4373-4386.

Calcinotto, A., Kohli, J., Zagato, E., Pellegrini, L., Demaria, M., & Alimonti, A. (2019). Cellular senescence: aging, cancer, and injury. *Physiological reviews*, *99*(2), 1047-1078.

Chandeck, C., & Mooi, W. J. (2010). Oncogene-induced cellular senescence. *Advances in anatomic pathology*, *17*(1), 42-48.

Croce, A. C., & Bottiroli, G. (2017). Autofluorescence spectroscopy for monitoring metabolism in animal cells and tissues. *Histochemistry of Single Molecules: Methods and Protocols*, 15-43.

Da Silva-Álvarez, S., Picallos-Rabina, P., Antelo-Iglesias, L., Triana-Martínez, F., Barreiro-Iglesias, A., Sánchez, L., & Collado, M. (2019). The development of cell senescence. *Experimental gerontology*, *128*, 110742.
Davalli, P., Mitic, T., Caporali, A., Lauriola, A., & D'Arca, D. (2016). ROS, cell senescence, and novel molecular mechanisms in aging and age-related diseases. *Oxidative medicine and cellular longevity*, *2016*(1), 3565127.
Dedic, B., Westerberg, L., Mosqueda Solís, A., Dumont, K. D., Ruas, J. L., Thorell, A., ... & Spalding, K. L. (2024). Senescence detection using reflected light. *Aging Cell*, *23*(11), e14295.
Di Micco, R., Krizhanovsky, V., Baker, D., & d'Adda di Fagagna, F. (2021). Cellular senescence in ageing: from mechanisms to therapeutic opportunities. *Nature reviews Molecular cell biology*, *22*(2), 75-95.
Dimri, G. P., Lee, X., Basile, G., Acosta, M., Scott, G., Roskelley, C., ... & Pereira-Smith, O. (1995). A biomarker that identifies senescent human cells in culture and in aging skin in vivo. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *92*(20), 9363-9367.
Ewald, J. A., Desotelle, J. A., Wilding, G., & Jarrard, D. F. (2010). Therapy-induced senescence in cancer. *JNCI: Journal of the National Cancer Institute*, *102*(20), 1536-1546.
Faheem, M. M., Seligson, N. D., Ahmad, S. M., Rasool, R. U., Gandhi, S. G., Bhagat, M., & Goswami, A. (2020). Convergence of therapy-induced senescence (TIS) and EMT in multistep carcinogenesis: current opinions and emerging perspectives. *Cell death discovery*, *6*(1), 51.
Fitsiou, E., Soto-Gamez, A., & Demaria, M. (2022, June). Biological functions of therapy-induced senescence in cancer. In *Seminars in cancer biology* (Vol. 81, pp. 5-13). Academic Press.
Fumagalli, M., Rossiello, F., Clerici, M., Barozzi, S., Cittaro, D., Kaplunov, J. M., ... & d'Adda di Fagagna, F. (2012). Telomeric DNA damage is irreparable and causes persistent DNA-damage-response activation. *Nature cell biology*, *14*(4), 355-365.
Gal, H., Lysenko, M., Stroganov, S., Vadai, E., Youssef, S. A., Tzadikevitch-Geffen, K., ... & Krizhanovsky, V. (2019). Molecular pathways of senescence regulate placental structure and function. *The EMBO journal*, *38*(18), e100849.
Georgilis, A., Klotz, S., Hanley, C. J., Herranz, N., Weirich, B., Morancho, B., ... & Gil, J. (2018). PTBP1-mediated alternative splicing regulates the inflammatory secretome and the pro-tumorigenic effects of senescent cells. *Cancer cell*, *34*(1), 85-102.
Guccini, I., Revandkar, A., D'Ambrosio, M., Colucci, M., Pasquini, E., Mosole, S., ... & Alimonti, A. (2021). Senescence reprogramming by TIMP1 deficiency promotes prostate cancer metastasis. *Cancer cell*, *39*(1), 68-82.
Harding, K. G., Moore, K., & Phillips, T. J. (2005). Wound chronicity and fibroblast senescence–implications for treatment. *International wound journal*, *2*(4), 364-368.
Hayflick, L., & Moorhead, P. S. (1961). The serial cultivation of human diploid cell strains. *Experimental cell research*, *25*(3), 585-621.
Holliday, R. (2014). The commitment of human cells to senescence. *Aging: Facts Theor*, 1-7.
Huang, W., Hickson, L. J., Eirin, A., Kirkland, J. L., & Lerman, L. O. (2022). Cellular senescence: the good, the bad and the unknown. *Nature Reviews Nephrology*, *18*(10), 611-627.

Jung, S. H., Hwang, H. J., Kang, D., Park, H. A., Lee, H. C., Jeong, D., ... & Lee, J. S. (2019). mTOR kinase leads to PTEN-loss-induced cellular senescence by phosphorylating p53. *Oncogene*, *38*(10), 1639-1650.
Kamal, N. S. M., Safuan, S., Shamsuddin, S., & Foroozandeh, P. (2020). Aging of the cells: Insight into cellular senescence and detection Methods. *European journal of cell biology*, *99*(6), 151108.
Kandhaya-Pillai, R., Miro-Mur, F., Alijotas-Reig, J., Tchkonia, T., Schwartz, S., Kirkland, J. L., & Oshima, J. (2023). Key elements of cellular senescence involve transcriptional repression of mitotic and DNA repair genes through the p53-p16/RB-E2F-DREAM complex. *Aging (Albany NY)*, *15*(10), 4012.
Kumari, R., & Jat, P. (2021). Mechanisms of cellular senescence: cell cycle arrest and senescence associated secretory phenotype. *Frontiers in cell and developmental biology*, *9*, 645593.
Lee, D. H., Imran, M., Choi, J. H., Park, Y. J., Kim, Y. H., Min, S., ... & Choi, Y. W. (2024). CDK4/6 inhibitors induce breast cancer senescence with enhanced anti-tumor immunogenic properties compared with DNA-damaging agents. *Molecular Oncology*, *18*(1), 216-232.
Lee, K. A., Flores, R. R., Jang, I. H., Saathoff, A., & Robbins, P. D. (2022). Immune senescence, immunosenescence and aging. *Frontiers in Aging*, *3*, 900028.
Lee, S. H., Reed-Newman, T., Anant, S., & Ramasamy, T. S. (2020). Regulatory role of quiescence in the biological function of cancer stem cells. *Stem Cell Reviews and Reports*, *16*, 1185-1207.
Litovchick, L., Florens, L. A., Swanson, S. K., Washburn, M. P., & DeCaprio, J. A. (2011). DYRK1A protein kinase promotes quiescence and senescence through DREAM complex assembly. *Genes & development*, *25*(8), 801-813.
Liu, S., Li, Z., Lan, S., Hao, H., Baz, A. A., Yan, X., ... & Chu, Y. (2024). The dual roles of activating transcription factor 3 (ATF3) in inflammation, apoptosis, ferroptosis, and pathogen infection responses. International journal of molecular sciences, 25(2), 824.
Lunin, S. M., Novoselova, E. G., Glushkova, O. V., Parfenyuk, S. B., Novoselova, T. V., & Khrenov, M. O. (2022). Cell senescence and central regulators of immune response. *International Journal of Molecular Sciences*, *23*(8), 4109.
Mallette, F. A., & Ferbeyre, G. (2007). The DNA damage signaling pathway connects oncogenic stress to cellular senescence. *Cell cycle*, *6*(15), 1831-1836.
Mao, J., Feng, Y., Zhu, X., & Ma, F. (2023). The molecular mechanisms of HLA-G regulatory function on immune cells during early pregnancy. *Biomolecules*, *13*(8), 1213.
Marin, I., Boix, O., Garcia-Garijo, A., Sirois, I., Caballe, A., Zarzuela, E., ... & Serrano, M. (2023). Cellular senescence is immunogenic and promotes antitumor immunity. *Cancer discovery*, *13*(2), 410-431.
Mavrogonatou, E., Pratsinis, H., & Kletsas, D. (2020, May). The role of senescence in cancer development. In *Seminars in cancer biology* (Vol. 62, pp. 182-191). Academic Press.

Menendez, J. A., Cufí, S., Oliveras-Ferraros, C., Martin-Castillo, B., Joven, J., Vellon, L., & Vazquez-Martin, A. (2011). Metformin and the ATM DNA damage response (DDR): accelerating the onset of stress-induced senescence to boost protection against cancer. *Aging (Albany NY)*, *3*(11), 1063.

Muñoz-Espín, D., Cañamero, M., Maraver, A., Gómez-López, G., Contreras, J., Murillo-Cuesta, S., ... & Serrano, M. (2013). Programmed cell senescence during mammalian embryonic development. *Cell*, *155*(5), 1104-1118.
Muñoz-Espín, D., & Serrano, M. (2014). Cellular senescence: from physiology to pathology. *Nature reviews Molecular cell biology*, *15*(7), 482-496.
Olivieri, F., Albertini, M. C., Orciani, M., Ceka, A., Cricca, M., Procopio, A. D., & Bonafè, M. (2015). DNA damage response (DDR) and senescence: shuttled inflamma-miRNAs on the stage of inflamm-aging. *Oncotarget*, *6*(34), 35509.
Ou, H. L., Hoffmann, R., González-López, C., Doherty, G. J., Korkola, J. E., & Muñoz-Espín, D. (2021). Cellular senescence in cancer: from mechanisms to detection. *Molecular oncology*, *15*(10), 2634-2671.
Roger, L., Tomas, F., & Gire, V. (2021). Mechanisms and regulation of cellular senescence. *International journal of molecular sciences*, *22*(23), 13173.
Rufini, A., Tucci, P., Celardo, I., & Melino, G. (2013). Senescence and aging: the critical roles of p53. *Oncogene*, *32*(43), 5129-5143.
Saleh, T., Bloukh, S., Hasan, M., & Al Shboul, S. (2023). Therapy-induced senescence as a component of tumor biology: Evidence from clinical cancer. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Reviews on Cancer*, 188994.
Salminen, A., Kauppinen, A., & Kaarniranta, K. (2012). Emerging role of NF-κB signaling in the induction of senescence-associated secretory phenotype (SASP). *Cellular signalling*, *24*(4), 835-845.
Saxena, S., Vekaria, H., Sullivan, P. G., & Seifert, A. W. (2019). Connective tissue fibroblasts from highly regenerative mammals are refractory to ROS-induced cellular senescence. *Nature communications*, *10*(1), 4400.
Storer, M., Mas, A., Robert-Moreno, A., Pecoraro, M., Ortells, M. C., Di Giacomo, V., ... & Keyes, W. M. (2013). Senescence is a developmental mechanism that contributes to embryonic growth and patterning. *Cell*, *155*(5), 1119-1130.
Parvizi, M., Ryan, Z. C., Ebtehaj, S., Arendt, B. K., & Lanza, I. R. (2021). The secretome of senescent preadipocytes influences the phenotype and function of cells of the vascular wall. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Basis of Disease*, *1867*(1), 165983.
Rayess, H., Wang, M. B., & Srivatsan, E. S. (2012). Cellular senescence and tumor suppressor gene p16. *International journal of cancer*, *130*(8), 1715-1725.
Rossiello, F., Aguado, J., Sepe, S., Iannelli, F., Nguyen, Q., Pitchiaya, S., ... & d'Adda di Fagagna, F. (2017). DNA damage response inhibition at dysfunctional telomeres by modulation of telomeric DNA damage response RNAs. *Nature communications*, *8*(1), 13980.
Takasugi, M., Yoshida, Y., Hara, E., & Ohtani, N. (2023). The role of cellular senescence and SASP in tumour microenvironment. *The FEBS journal*, *290*(5), 1348-1361.
Tominaga, K. (2015). The emerging role of senescent cells in tissue homeostasis and pathophysiology. *Pathobiology of Aging & Age-Related Diseases*, *5*(1), 27743.
Van Deursen, J. M. (2014). The role of senescent cells in ageing. *Nature*, *509*(7501), 439-446.
Volonte, D., Zou, H., Bartholomew, J. N., Liu, Z., Morel, P. A., & Galbiati, F. (2015). Oxidative stress-induced inhibition of Sirt1 by caveolin-1 promotes p53-dependent premature senescence and stimulates the secretion of interleukin 6 (IL-6). *Journal of Biological Chemistry*, *290*(7), 4202-4214.

Wang, L., Lankhorst, L., & Bernards, R. (2022). Exploiting senescence for the treatment of cancer. *Nature Reviews Cancer*, *22*(6), 340-355.
Wang, Y., Dong, C., Han, Y., Gu, Z., & Sun, C. (2022). Immunosenescence, aging and successful aging. *Frontiers in immunology*, *13*, 942796.
Wang, Z., Chen, Y., Fang, H., Xiao, K., Wu, Z., Xie, X., ... & Shao, D. (2024). Reprogramming cellular senescence in the tumor microenvironment augments cancer immunotherapy through multifunctional nanocrystals. *Science Advances*, *10*(44), eadp7022.
Wei, W., & Ji, S. (2018). Cellular senescence: Molecular mechanisms and pathogenicity. *Journal of cellular physiology*, *233*(12), 9121-9135.
Wilkinson, H. N., & Hardman, M. J. (2020). Senescence in wound repair: emerging strategies to target chronic healing wounds. *Frontiers in cell and developmental biology*, *8*, 773.
Wu, X., Zhou, X., Wang, S., & Mao, G. (2023). DNA damage response (DDR): a link between cellular senescence and human cytomegalovirus. *Virology Journal*, *20*(1), 250.
Xu, X., Kim, J. J., Li, Y., Xie, J., Shao, C., & Wei, J. J. (2018). Oxidative stress-induced miRNAs modulate AKT signaling and promote cellular senescence in uterine leiomyoma. *Journal of Molecular Medicine*, *96*, 1095-1106.
Yan, J., Chen, S., Yi, Z., Zhao, R., Zhu, J., Ding, S., & Wu, J. (2024). The role of p21 in cellular senescence and aging-related diseases. Molecules and cells, 47(11), 100113.
Yao, B., Huang, S., Gao, D., Xie, J., Liu, N., & Fu, X. (2016). Age-associated changes in regenerative capabilities of mesenchymal stem cell: impact on chronic wounds repair. *International Wound Journal*, *13*(6), 1252-1259.
Young, A. R., & Narita, M. (2009). SASP reflects senescence. *EMBO reports*, *10*(3), 228-230.
Yousefzadeh, M. J., Zhu, Y. I., McGowan, S. J., Angelini, L., Fuhrmann-Stroissnigg, H., Xu, M., ... & Niedernhofer, L. J. (2018). Fisetin is a senotherapeutic that extends health and lifespan. *EBioMedicine*, *36*, 18-28.
Zhang, Y., Chu, J., Hou, Q., Qian, S., Wang, Z., Yang, Q., ... & Chen, Q. (2024). Ageing microenvironment mediates lymphocyte carcinogenesis and lymphoma drug resistance: From mechanisms to clinical therapy. International Journal of Oncology, 64(6), 65.
Zhu, H., Blake, S., Kusuma, F. K., Pearson, R. B., Kang, J., & Chan, K. T. (2020). Oncogene-induced senescence: From biology to therapy. *Mechanisms of ageing and development*, *187*, 111229.

Vegan ve Vejetaryen Sporcularda Bitkisel Bazlı Besin Destekleri

Ruveyde Sena DURNAL[1]
K. Esen KARACA ÇELİK[2]
Hatice KARAKOÇ[3]
Merve İNCE PALAMUTOĞLU[4]

1- Ruveyde Sena DURNAL: İzmir Demokrasi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü. ORCID No: 0009-0001-7767-4973
2- Doç. Dr. K. Esen KARACA ÇELİK; İzmir Demokrasi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü. esen.karaca@idu.edu.tr ORCID No: 0000-0002-3625-4761
3- Arş. Gör. Hatice KARAKOÇ; İzmir Demokrasi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü. hatice.karakoc@idu.edu.tr ORCID No: 0009-0002-5117-3852
4- Doç. Dr. Merve İNCE PALAMATOĞLU; Afyon Sağlık Bilimleri Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü. merve.palamutoglu@afsu.edu.tr ORCID No: 0000-0002-7953-742X

ÖZET

Günümüzde vegan ve vejetaryen beslenme modelleri, etik, çevresel ve sağlık temelli gerekçelerle sadece genel popülasyonda değil, aynı zamanda sporcu topluluklarında da giderek yaygınlaşmaktadır. Bu artan eğilim, bitkisel bazlı diyetlerin sporcuların performansı, toparlanma süreci, antrenman adaptasyonu ve genel sağlık durumu üzerindeki etkilerini değerlendiren bilimsel çalışmaların sayısında önemli bir artışa yol açmıştır. Geleneksel olarak potansiyel besin eksiklikleri nedeniyle sporcular için riskli kabul edilen bu diyet modelleri, günümüzde iyi planlandığında performansı olumsuz etkilemeden sürdürülebilir hale gelmiştir. Bazı çalışmalar, bitkisel bazlı diyetlerin özellikle aerobik kapasiteyi desteklediğini ve antiinflamatuar etkiler yoluyla toparlanmayı hızlandırabileceğini ileri sürmektedir. Bu bölümde, vegan ve vejetaryen sporcuların karşılaşabileceği başlıca beslenme zorluklarını ele alınmakta ve bu eksikliği gidermeye yönelik bilimsel temelli bitkisel bazlı besin desteklerini kapsamlı şekilde incelemektedir. Makro besin ögeleri açısından, bitkisel proteinlerin biyoyararlanımı, lösin içeriği, amino asit profili ve sindirilebilirliği üzerinde durulmuş; bitkisel protein tozlarının etkinliği ve formülasyonu analiz edilmiştir. Mikro besinler başlığında B12, demir, D vitamini, çinko ve kalsiyum gibi kritik ögelerin vegan sporcular açısından taşıdığı önem detaylandırılmıştır. Ayrıca, kreatin ve beta-alanin gibi ergojenik desteklerin vegan sporcular için taşıdığı özel fizyolojik avantajlar vurgulanmıştır. Sonuç olarak, vegan ve vejetaryen sporcuların yüksek düzeyde performans gösterebilmeleri, bilimsel veriler ışığında planlanmış kişisel beslenme stratejileri ve kanıta dayalı besin destekleriyle mümkündür.

Anahtar Kelimeler:

GİRİŞ

Sağlık bilincinin artması, etik kaygılar ve çevresel sürdürülebilirlik gibi faktörlerin etkisiyle son yıllarda bitki bazlı diyetler, genel popülasyonda olduğu gibi sporcu toplulukları arasında da giderek daha fazla popülerlik kazanmaktadır (Hernández-Lougedo et al., 2023). Geçmişte potansiyel besin eksiklikleri nedeniyle sporcular için uygun olmadığı düşünülen vejetaryen ve vegan beslenme modelleri, günümüzde birçok elit sporcu tarafından benimsenmekte ve hatta bazıları tarafından bir performans artırma stratejisi olarak görülmektedir. Bu durum, bilim dünyasını, bitki bazlı beslenmenin atletik performans, adaptasyon ve toparlanma üzerindeki etkilerini daha derinlemesine araştırmaya yöneltmiştir (Maier et al., 2023).

Mevcut bilimsel kanıtlar, iyi planlanmış bir vegan veya vejetaryen diyetin, omnivor bir diyete kıyasla performansı, adaptasyonu veya toparlanmayı doğrudan artırdığını kesin olarak desteklememektedir. Ancak aynı kanıtlar, bu diyetlerin bir sporcu tarafından performansta herhangi bir düşüş yaşanmadan da başarıyla takip edilebileceğini göstermektedir (Maier et

al., 2023). Sistematik derlemeler ve meta-analizler, bitki bazlı diyetlerin özellikle aerobik performans üzerinde orta düzeyde olumlu bir etki yaratabileceğini, güç ve kuvvet performansını ise olumsuz etkilemediğini ortaya koymaktadır (Maier et al., 2023; Presti et al., 2024; West et al., 2023) Bu bulgular, bitki bazlı beslenmenin sporcular için geçerli ve rekabetçi bir seçenek olabileceğini teyit etmektedir.

Bilimsel literatürdeki olumlu bulguların temelinde yatan en önemli koşul, diyetin iyi planlanmış olmasıdır. Spontane olarak uygulanan veya yetersiz bilgiyle oluşturulan vegan ve vejetaryen diyetler, sporcular için ciddi riskler barındırmaktadır. Bu tür plansız diyetler, özellikle enerji, protein (hem miktar hem de kalite açısından), demir, kalsiyum, B12 vitamini ve D vitamini gibi atletik performans için hayati önem taşıyan besin ögelerinin yetersiz veya suboptimal düzeyde alınmasına yol açabilir (Hernández-Lougedo et al., 2023) Bu durum, sporcuda yorgunluk, performans düşüklüğü, kas kütlesi kaybı, kemik sağlığının bozulması ve toparlanma süreçlerinin uzaması gibi olumsuz sonuçlar doğurabilir (Rogerson, 2017).

Optimal alım, belirli bir atletik hedefi (örneğin, kas kütlesini maksimize etmek, toparlanmayı hızlandırmak, dayanıklılığı artırmak) en üst düzeye çıkarmak için gereken besin miktarını tanımlar. Bu, genel popülasyon için belirlenen standart önerilerin ötesinde, sporcunun bireysel hedeflerine, antrenman döngüsüne, spor dalına ve kişisel özelliklerine göre ayarlanmış, çok daha hassas ve dinamik bir beslenme planlaması gerektirir (West et al., 2023). Bu bölümde, potansiyel eksiklikler ele alırken, vegan ve vejetaryen sporcuların beslenmelerini optimal seviyeye taşımak için kullanabilecekleri kanıta dayalı stratejiler ve besin destekleri değerlendirilmiştir.

ENERJİ VE MAKRO BESİN ÖGELERİ

Enerji

Enerji gereksinimleri, sporcu beslenmesinin hem teorik hem de pratik temelini oluşturur. Bu gereksinimler; spor türü, vücut büyüklüğü ve kompozisyonu, cinsiyet, antrenman tipi, sezonun evresi ve dönemi gibi birçok faktöre bağlı olarak büyük farklılıklar gösterebilir. Mutlak enerji gereksiniminden bağımsız olarak, enerji dengesinin sağlanamaması ya da uzun süreli düşük enerji mevcudiyeti durumları; yaralanma, hastalık, aşırı

antrenman sendromu ve kas kütlesi dahil olmak üzere istenmeyen kilo kaybı riskini artırarak antrenman adaptasyonlarını ve performansı olumsuz etkileyebilir (Rogerson, 2017; West et al., 2023).

Omnivor diyetlerde enerji alımının büyük bir kısmı hayvansal kaynaklı besinlerden sağlanır. Buna karşın, vegan diyetler daha fazla meyve ve sebze içermektedir; bu besinler genellikle düşük enerji yoğunluğuna sahiptir, yani birim kütlede daha az enerji içerir (Bradbury et al., 2017). Ayrıca bitkisel besinlerin yüksek lif içeriği tokluk hissini artırarak erken doymaya neden olabilir. Bu özellikler, kilo kaybını desteklemek isteyen sporcular için faydalı olabilirken, yüksek enerji alımının hedeflendiği durumlarda istenmeyen bir durum yaratabilir (West et al., 2023). Bu durumda; beslenme sıklığının artırılması, enerji yoğunluğu yüksek besinlerin (kuruyemişler, tohumlar, bitkisel yağlar) daha fazla tüketilmesi enerji ihtiyacının karşılanmasına yardımcı olabilir. Ayrıca, vücut ağırlığındaki istenmeyen değişimlerin takip edilmesi ve diyetin bireye özgü olarak ayarlanması, enerji ve besin öğesi hedeflerine ulaşmak açısından önemlidir (Rogerson, 2017).

Protein

Protein, kas onarımı, yeniden yapılanması ve adaptasyonu için temel bir makro besindir. Sporcuların protein ihtiyacı, sedanter bireylere göre anlamlı derecede daha yüksektir ve bu ihtiyaç, yapılan sporun türüne göre değişiklik gösterir (Thomas et al., 2016). Genel olarak, dayanıklılık sporcuları için günlük kilogram başına 1.2-1.6 g protein önerilirken, kuvvet ve güç sporlarında bu gereksinim kilogram başına 1.4-2.2 g aralığına çıkmaktadır (Rogerson, 2017).

Yeterli protein alımı (≈1.6 g/kg/gün) sağlandığında, proteinin bitkisel veya hayvansal kaynaklı olmasının kas kütlesi ve kuvvet artışı gibi direnç antrenmanı adaptasyonlarını etkilemediği görülmektedir. Nitekim Hevia-Larraín ve arkadaşlarının yürüttüğü 12 haftalık bir çalışmada, protein alımları soya ve whey takviyeleriyle eşitlenen vegan ve omnivor gruplar arasında kas gelişimi açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır (Hevia-Larraín et al., 2021). Benzer şekilde Monteyne ve arkadaşları, mikoprotein ağırlıklı yüksek proteinli bir vegan diyetinin, eşdeğer protein içeren bir omnivor diyetle karşılaştırılabilir kas gelişimi ve protein sentezi oranları sağladığını göstermiştir. Bu çalışmalar, proteinin kaynağından ziyade, antrenman adaptasyonları için birincil belirleyici faktörün yeterli toplam protein miktarı olduğu ilkesini güçlendirmiştir (Monteyne et al., 2023).

Kas protein sentezini (KPS) en üst düzeye çıkarmak için, günlük toplam protein alımının gün içine yayılmış öğünlere bölünmesi önemlidir. Özellikle iki zaman dilimi kritik önem taşır: antrenmandan sonraki ilk 30-60 dakika içinde protein tüketmek, kas onarım ve yapım süreçlerini başlatmak için ideal bir anabolik pencere sunar (Areta et al., 2013). Ayrıca, yatmadan

önce yavaş sindirilen bir protein kaynağı (örneğin, kazein veya bitkisel alternatifleri) tüketmek, uyku sırasında kas yıkımını azaltarak net protein dengesini pozitif yönde destekler (Snijders et al., 2019).

Bitkisel Proteinlerin Biyoyararlanımı

Vegan sporcular için protein alımında temel tartışma, sadece miktardan ziyade proteinin kalitesi ve biyoyararlanımı etrafında yoğunlaşmaktadır. Bu noktada iki temel zorluk öne çıkmaktadır: amino asit profili ve sindirilebilirlik (Conzuelo et al., 2022).

Hayvansal proteinler, vücudun ihtiyaç duyduğu dokuz esansiyel amino asidin (EAA) tamamını yeterli oranlarda içerdiği için tam protein olarak kabul edilir. Bitkisel protein kaynaklarının birçoğu ise bir veya daha fazla EAA, özellikle de lizin, metionin veya lösin açısından daha düşüktür (Goldman et al., 2024). Bu EAA'lar arasında lösin, kas protein sentezini başlatan bir tetikleyici olarak özel bir öneme sahiptir. KPS'yi optimal düzeyde uyarmak için bir öğünde yaklaşık 2.5-3 g lösin alınması gerekmektedir. Birçok bitkisel protein kaynağının lösin içeriğinin daha düşük olması, aynı miktarda protein tüketilse bile anabolik sinyalin daha zayıf olmasına neden olabilir (Jäger et al., 2017).

Bitkisel besinler, doğal olarak fitatlar ve tanenler gibi bileşikler içerir. Bu bileşikler, proteinlerin ve demir, çinko gibi minerallerin sindirim sistemindeki emilimini engelleyebilir (Opazo-Navarrete et al., 2025). Bu nedenle, vegan sporcuların sadece protein miktarını değil, aynı zamanda bu proteinin ne kadarının vücut tarafından etkin bir şekilde kullanılabileceğini de göz önünde bulundurması gerekir (Rogerson, 2017).

Bitkisel Protein Tozları

Günümüzde sporcu beslenmesi alanında, vegan sporcuların artan protein ihtiyaçlarını karşılamalarına yardımcı olmak için tasarlanmış çok çeşitli bitkisel protein tozları bulunmaktadır. Bu takviyeler, genellikle bezelye, pirinç, soya, kenevir veya bu kaynakların karışımlarından elde edilir (López-Moreno & Kraselnik, 2025).

Bitkisel protein takviyelerinin, hiç protein almamaya veya düşük proteinli bir diyete kıyasla, atletik performansı, kas gücünü ve kas kütlesini artırmada etkili olduğu görülmektedir (Zhao et al., 2024). Ancak, whey, süt veya sığır eti gibi yüksek kaliteli hayvansal proteinlerle doğrudan karşılaştırıldığında, bitkisel proteinlerin kas gücünü artırmada bir miktar daha az etkili olabileceğine dair bulgular mevcuttur (M. T. Lim et al., 2021).

Hayvansal proteinlerin, özellikle de whey proteinin, daha yüksek lösin içeriği ve hızlı sindirilebilirliği sayesinde KPS'yi daha güçlü bir şekilde uyardığı genel bir kabuldür (Pinckaers et al., 2022). Bu fark, uygun takviye

stratejileriyle azaltılabilir. Yapılan araştırmalar, bitkisel protein tozlarına, lösin eşiğini (öğün başına ~3 g) karşılayacak şekilde ek lösin takviyesi yapıldığında, KPS yanıtının whey proteinine benzer seviyelere ulaştığını kanıtlamıştır. Bu bulgu, herhangi bir bitkisel protein yerine doğru formüle edilmiş bitkisel protein tüketmenin önemini vurgulamaktadır (C. Lim et al., 2024). İyi bir protein tozu, %70'in üzerinde protein saflığına sahip olmalı ve porsiyon başına 3 gramdan fazla Lösin, 1 gramdan fazla İzolösin ve 1 gramdan fazla Valin içermelidir (Nieto et al., 2025). Bu optimizasyonu sağlamanın bir diğer etkili yolu da farklı bitkisel protein kaynaklarını karıştırmaktır. Örneğin, lizin amino asidi açısından zengin olan bezelye proteini ile metionin açısından zengin olan pirinç proteininin birleştirilmesi, birbirlerinin eksiklerini tamamlayarak daha dengeli ve tam bir amino asit profili oluşturur (Gorissen et al., 2018). Van Der Heijden ve ark. tarafından yapılan çalışmada, direnç antrenmanı sonrası alınan 32 gramlık bitkisel protein karışımının (yüzde 39,5 bezelye, yüzde 39,5 kahverengi pirinç, yüzde 21 kanola) KPS üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmaya katılan antrenmanlı bireylerde, bu bitkisel protein karışımının tüketimi sonrasında 4 saatlik toparlanma sürecinde oluşan KPS düzeyleri, eşdeğer miktarda whey proteini tüketimiyle karşılaştırıldığında istatistiksel olarak benzer bulunmuştur. Bu bulgular, doğru şekilde formüle edilmiş çok kaynaklı bitkisel protein karışımlarının, antrenman sonrası kas yapımını desteklemede whey proteine etkili bir alternatif olabileceğini ortaya koymaktadır (Van Der Heijden et al., 2024). Fermente edilmiş maya proteini gibi yeni nesil protein kaynakları da doğal olarak daha yüksek lösin içeriği sunarak gelecek vaat etmektedir. Bu gelişmeler, takviye endüstrisini, sadece protein miktarını değil, aynı zamanda amino asit kompozisyonunu ve lösin içeriğini de optimize eden sinerjik karışımlar üretmeye yönlendirmektedir (Maughan et al., 2018).

Soya ve whey proteinin karşılaştırıldığı iki farklı çalışmada iki proteinin de kas kütlesi ve kuvvet artışında benzer etkiler sağladığını, aralarında anlamlı fark bulunmadığını göstermiştir. Bu bulgular, soya proteininin uygun koşullarda whey'e etkili bir alternatif olabileceğini ortaya koymaktadır (Kritikos et al., 2021; Lynch et al., 2020). Soya proteiniyle ilgili en yaygın yanlış inanışlardan biri, içerdiği fitoöstrojenler nedeniyle erkeklerde testosteron seviyelerini düşürdüğü ve hormonal dengesizliklere yol açtığıdır. Ancak bu iddia, bilimsel verilerle desteklenmemektedir. Soya proteini veya izoflavon takviyelerinin erkeklerde toplam testosteron, serbest testosteron, östradiol ve diğer üreme hormonları üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığını gösteren çalışmalar mevcuttur. Bu nedenle, soya proteini, amino asit profili açısından zengin ve hormonal açıdan güvenli bir seçenek olarak, vegan sporcuların beslenme planlarında güvenle yer alabilir (Reed et al., 2021).

Karbonhidrat

Vegan diyetler, omnivor diyetlere kıyasla genellikle daha fazla karbonhidrat, lif, meyve, sebze, antioksidan ve fitokimyasal içerir. Mikro besin öğeleri ve fitokimyasal açısından zengin besinlerin tüketimi, her tür bitkisel bazlı diyetin önemli bir avantajıdır. Bu tür bir diyet, yüksek inflamasyonu azaltmaya ve egzersiz sonrası toparlanmayı desteklemeye yardımcı olabilir. Ancak yüksek lif alımı, mide ve bağırsaklarda hacim artışına neden olur, tokluk sinyalini artırır ve erken doygunluk sağlayarak bazı sporcuların enerji ihtiyacını karşılamasını zorlaştırabilir. Bu nedenle, özellikle yüksek hacimli antrenman dönemlerinde olan sporcular için bazı öğünlerde daha düşük lifli karbonhidrat kaynaklarını tercih etmek (örneğin beyaz pirinç, makarna, erişte, karabuğday, kabuğu soyulmuş patates vb.) uygun olabilir. Bu strateji, karbonhidrat gereksinimi karşılanırken lif yükünü azaltabilir (Mancin et al., 2025; Rogerson, 2017).

Sporcular için önerilen 4–12 g/kg/gün aralığındaki karbonhidrat ihtiyacını, tahıllar, baklagiller, kök sebzeler ve meyveler tüketerek düzenli şekilde karşılamak mümkündür. Bu yaklaşım, özellikle dayanıklılık sporcuları açısından yüksek glikojen depoları açısından avantaj sağlar (Baroni et al., 2023). Egzersiz öncesi ve sırasındaki glikoz-fruktoz (2:1 oran) alımı, dayanıklılık performansını arttırabilir (Naderi et al., 2023). Karbonhidrat takviyelerinin çoğu veganlara yöneliktir. Özellikle kalsiyum takviyeli meyve suları, karbonhidrat ve kalsiyum ihtiyacını eş zamanlı karşılayarak toparlanmayı destekler (Rogerson, 2017).

Yağ

Yağlar, uzun süreli egzersizler için önemli bir enerji kaynağıdır, yağda çözünen vitaminlerin emilimine yardımcı olur ve hormon üretimi için kritik öneme sahiptir. Sporcular için önerilen genel yağ alımı, toplam günlük enerjinin %20-35'i aralığındadır. Vegan sporcular, avokado, kuruyemişler, tohumlar ve zeytinyağı gibi sağlıklı yağ kaynaklarını tüketerek bu ihtiyacı kolayca karşılayabilirler (Baroni et al., 2023).

Vegan diyetler genellikle n-6 yağ asitleri açısından zengindir, ancak n-3 yağ asitlerinin esas kaynakları olan EPA ve DHA gibi uzun zincirli PUFA'lar, bitkisel kaynaklarda doğal olarak bulunmamaktadır. Bu nedenle vegan bireylerde, n-3 yağ asitlerine, özellikle EPA/DHA'ya, ait biyobelirteçler genellikle daha düşük düzeydedir. Bunun temel nedeni, alfa-linolenik asidin (ALA) EPA/DHA'ya dönüşüm oranının düşüklüğüdür (West et al., 2023). ALA'nın EPA'ya dönüşüm oranı %10'un, DHA'ya dönüşüm oranı ise %1'in altındadır (Neufingerl & Eilander, 2022). Bu nedenle, mikroalg bazlı DHA takviyeleri, vegan bireylerde balık kaynaklı omega-3 eksikliğini gidermek adına etkili ve sürdürülebilir bir alternatif sunmaktadır (Nieto et al., 2025).

Sporcularda EPA ve DHA'nın inflamasyonu azaltıcı etkileri öne çıkmaktadır. Günlük 3–5 g EPA + DHA takviyesinin, yoğun egzersiz sonrası kas ağrısını ve IL-6 seviyelerini azalttığına dair kanıtlar mevcuttur. Bu doz, özellikle vegan bireyler için faydalı olabilir (Fernández-Lázaro et al., 2024). Hem EPA hem DHA içeren yeni mikroalg kaynaklarının geliştirilmesi, vegan popülasyonda daha dengeli omega-3 profili elde etmek adına önemlidir (Nieto et al., 2025). Yapılan bir çalışmada, mikroenkapsüle alg yağı takviyesinin balık yağı ile karşılaştırıldığında omega-3 indeksini (O3I) artırma etkisi değerlendirilmiştir. Dayanıklılık antrenmanı yapan bireylerde 12 hafta boyunca günlük yaklaşık 600 mg DHA + EPA içeren çiğnenebilir tablet formunda verilen alg yağı, balık yağına benzer şekilde O3I düzeylerinde anlamlı artış sağlamıştır. Bu sonuç, alg kaynaklı omega-3 takviyelerinin, vegan ve vejetaryen sporcularda uzun zincirli omega-3 yağ asidi gereksinimini karşılamada etkili ve uygulanabilir bir alternatif olduğunu göstermektedir (Anthony et al., 2025).

MİKRO BESİN ÖGELERİ

Vegan ve vejetaryen diyetler lif, folat, C ve E vitaminleri gibi birçok besin ögesi açısından zengin olsa da hayvansal ürünlerin dışlanması nedeniyle bazı kritik mikro besinlerin alımında yetersizlik riski taşır. Bu durum özellikle B12 vitamini, demir, çinko, kalsiyum, iyot ve uzun zincirli omega-3 yağ asitleri (EPA/DHA) için geçerlidir. Sporcuların artan fizyolojik talepleri, bu riskleri daha da belirgin hale getirebilir. Bu nedenle, tek beden herkese uyar yaklaşımından kaçınarak, periyodik kan testleri ve bireysel ihtiyaçlara dayalı kişiselleştirilmiş takviye protokolleri oluşturmak esastır (Rogerson, 2017).

B12 Vitamini

B12 vitamini, sinir sistemi fonksiyonları ve hemoglobin sentezi için elzemdir. Uzun süreli B12 eksikliği, anemiye ve potansiyel olarak geri döndürülemez nörolojik hasara yol açabilir (Kanyal Butola et al., 2020). EPIC-Oxford çalışmasında, vegan katılımcıların yaklaşık %50'si B12 eksikliği görülmüş, %21'i ise çok düşük düzeylere sahip olarak sınıflandırılmıştır (Gilsing et al., 2010). Yetersiz B12 düzeyleri, oksijen taşıma kapasitesini azaltarak aerobik performansı düşürebilir ve egzersiz sonrası toparlanmayı geciktirebilir. Bu nedenle, özellikle dayanıklılık sporcularında B12 yeterliliği hem performansın korunması hem de etkin rejenerasyon için kritik bir faktördür (Nieto et al., 2025). Güvenilir bitkisel kaynakları

bulunmadığından, vegan sporcular için takviye veya zenginleştirilmiş gıda tüketimi bir seçenek değil, bir zorunluluktur (Rogerson, 2017).

Güçlendirilmiş bitkisel sütler, kahvaltılık gevrekler ve besin mayası gibi besinler, veganlar için başlıca B12 kaynaklarıdır. Ancak daha etkili bir yaklaşım, doğrudan takviye yoluyla B12 alımıdır. Bu amaçla en yaygın şekilde araştırılan ve en stabil form siyanokobalamin iken, metilkobalamin ise bazı metabolik bozukluklarda avantaj sağlayabilir (Marques de Brito et al., 2023).

Oral B12 emilimi sınırlıdır; çünkü intrinsik faktör aracılığıyla distal ileumda reseptör aracılı endositoz yoluyla gerçekleşir. Örneğin, 500 µg'lık bir oral takviyeden yalnızca yaklaşık 10 µg'lık bir kısmı emilebilir. Bu sınırlı biyoyararlanım nedeniyle, sublingual damlalar, pastiller veya transdermal formlar geliştirilmiş olsa da bu alternatif yolların emilim üstünlüğünü kanıtlayan bilimsel veri bulunmamaktadır. Bu nedenle, vegan bireylerin B12 gereksinimlerini karşılamak amacıyla günlük güvenli ve etkili dozlarda takviye kullanmaları önerilmektedir. Genel yetişkin popülasyon için önerilen miktar 2.4 µg/gün iken, veganlar için bu miktarın 6 µg/gün düzeyine çıkarılması önerilmektedir. Gıda ve oral takviyelerle yeterli düzeye ulaşılamayan durumlarda, kan düzeylerinin izlenmesi ve gerektiğinde enjeksiyon yoluyla B12 replasmanı önerilebilir (Rogerson, 2017).

Demir

Demir, hemoglobin ve miyoglobin gibi oksijen taşıyıcı proteinlerin yanı sıra, mitokondriyal enzimlerin yapısında yer alarak oksijen taşınması ve oksidatif enerji üretimi için hayati öneme sahiptir. Klinik olarak yorgunluk, halsizlik ve nefes darlığı gibi semptomlarla seyreden demir eksikliği, dayanıklılık performansında azalma ile ilişkilidir (West et al., 2023). Anemik olmayan demir eksikliği bile VO_2max ve genel atletik kapasiteyi düşürebilir. Bu nedenle, ferritin düzeyi 20 µg/L altına düştüğünde erken müdahale, aerobik performansta belirgin iyileşme sağlayabilir (Rubeor et al., 2018).

Vegan sporcular, demir eksikliği açısından daha yüksek risk altındadır; çünkü bitkisel gıdalardan alınan non-hem demir formu, hayvansal kaynaklı hem demire kıyasla daha düşük biyoyararlanıma sahiptir. Emilimi olumsuz etkileyen fitat ve polifenol gibi bileşikler bu riski artırırken, C vitamini ve organik asitler non-hem demir emilimini artırabilir. Her ne kadar vegan bireylerin ferritin düzeyleri daha düşük olsa da, hemoglobin düzeylerinin omnivor bireylerle benzer olduğu gözlenmiştir (Clénin et al., 2015).

Kadın sporcular, egzersize bağlı kayıplar ve menstrüasyon nedeniyle demir eksikliği açısından yüksek risk altındadır. Yapılan sistematik bir derlemede, serum ferritin düzeyi < 40 µg/L olan 669 kadın sporcuyu kapsayan 23 çalışma incelenmiş ve demir eksikliğinin dayanıklılık performansını %3–

4 oranında azalttığı gösterilmiştir. Ancak günlük 16–100 mg elementel demir takviyesiyle, maksimum aerobik kapasitenin arttığı, dayanıklılık performansında ise iyileşme sağlandığı bildirilmiştir. Bulgular, demir eksikliğinin sporcu kadınlarda özellikle dayanıklılık performansı üzerinde olumsuz etkiler yarattığını ve uygun dozda demir takviyesi ile bu etkilerin büyük ölçüde giderilebileceğini göstermektedir (Pengelly et al., 2024).

Düşük biyoyararlanım nedeniyle vegan bireylerin demir gereksinimlerinin omnivorlardan 1.8 kat daha fazla olduğunu belirtilmektedir. Bu doğrultuda, önerilen günlük alım erkekler için 14 mg/gün, kadınlar için 33 mg/gün'dür (Rogerson, 2017). Doz, bireyin ferritin düzeyi, antrenman yoğunluğu ve diyetle alınan emilim inhibitörlerine göre ayarlanmalıdır. Takviye, C vitamini ile birlikte alındığında emilim artar. Takipte serum ferritin ve hemoglobin düzeyleri, kişiye özgü takviye planlarının temelini oluşturmalıdır. Egzersiz sonrası artan hepsidin düzeyi, demir emilimini baskılar. Bu nedenle, demir takviyesi egzersiz öncesi veya uzun süre sonrasında verilmelidir (Nieto et al., 2025).

Vitamin D

D vitamini, kalsiyum emilimi ve kemik sağlığının yanı sıra, kas fonksiyonu, kuvvet üretimi ve kas protein sentezinde de önemli roller oynar. D vitamini eksikliği, coğrafi konum, mevsim ve kapalı alanlarda antrenman yapma gibi faktörlere bağlı olarak hem genel popülasyonda hem de sporcularda oldukça yaygındır (Maai et al., 2025). Geleneksel olarak yaygın kullanılan kolekalsiferol (D3), hayvansal kaynaklıdır. Ergokalsiferol (D2) ise bitkisel kaynaklıdır ancak biyoyararlanımı D3'e göre daha düşüktür. Bununla birlikte son yıllarda, likenden (alg ve mantar simbiyozu) elde edilen vegan dostu kolekalsiferol (D3) takviyeleri ticari olarak yaygınlaşmıştır (Rogerson, 2017).

Plazma 25(OH)D düzeyleri, D vitamini statüsünü belirlemede altın standarttır. 25(OH)D < 20 ng/ml eksiklik olarak kabul edilirken, optimal aralık 40–70 ng/ml olarak belirtilmiştir (Most et al., 2021). Günlük D vitamini ihtiyacı, bireyin yaşam tarzına, güneş maruziyetine ve mevcut serum düzeylerine göre değişmekle birlikte, son araştırmalar 2000–5000 IU/gün dozunda D3 takviyesinin plazma 25(OH)D düzeylerini 30 ng/mL üzerinde tutmak için güvenli ve etkili olduğunu göstermektedir. Bu düzey, kas fonksiyonlarının korunması ve bağışıklık sisteminin desteklenmesi açısından kritik bir eşiği temsil etmektedir (Nieto et al., 2025). Genç futbolcular üzerinde yapılan bir çalışmada kış aylarında D3 vitamini takviyesi kullanmak, serum 25(OH)D seviyelerini, kas gücünü ve fonksiyonel kapasiteyi anlamlı derecede iyileştirmiştir (Bezuglov et al., 2019). Yüksek doz D vitamini takviyesi, özellikle dayanıklılık sporcularında aerobik kapasite ve metabolik verimliliği önemli ölçüde artırabilir (Weiss et al., 2022).

Kalsiyum

Kalsiyum; kan pıhtılaşması, sinir iletimi, kas kasılması, D vitamini metabolizması ve kemik mineralizasyonu gibi birçok fizyolojik süreçte kritik rol oynar. Özellikle sporcularda, ağırlık taşıyan egzersizlerin kemik sağlığı üzerindeki etkisi ve terleme yoluyla artan mineral kaybı göz önüne alındığında, yeterli kalsiyum alımı daha da önemli hale gelmektedir (Rogerson, 2017).

Vegan diyetlerde, kalsiyum alımı genellikle sınırlıdır; bu durumun temel nedenleri arasında, bitkisel kaynakların azlığı ve fitat ile oksalat gibi bileşenlerin kalsiyum emilimini azaltması yer alır (Nieto et al., 2025). Ispanak gibi yüksek oksalat içeren yeşilliklerdeki kalsiyumun emilimi çok düşüktür. Buna karşılık, brokoli, karalahana, bok choy gibi düşük oksalatlı yeşillikler, kalsiyumla zenginleştirilmiş bitkisel sütler ve yoğurtlar ile kalsiyum sülfat ile set edilmiş tofu, biyoyararlanımı yüksek ve güvenilir kalsiyum kaynaklarıdır (Gracia-Marco, 2020).

Yetişkinler için önerilen günlük 1000–1200 mg kalsiyum hedeflenmeli; vegan sporcuların artmış kemik döngüsü nedeniyle daha yüksek dozlara ihtiyaç duyabileceği düşünülmektedir (Sims et al., 2023). Takviye için kalsiyum karbonat veya sitrat gibi emilimi yüksek takviye formları tercih edilmelidir. D vitamini ile birlikte alım, kalsiyum emilimini önemli ölçüde artırır (Gracia-Marco, 2020).

Çinko

Çinko, protein sentezi, bağışıklık düzeni ve enerji metabolizması için kritik bir eser elementtir. Demirde olduğu gibi, çinko da birçok bitkisel kaynakta bulunmasına rağmen biyoyararlanımı düşüktür (Rogerson, 2017). Vegan sporcularda çinko durumu, özellikle bitkisel kaynaklı diyetin düşük biyoyararlanım oluşturması ve çinkonun kas onarımı ile performans üzerindeki etkisi nedeniyle önem kazanır (Hernández-Camacho et al., 2020).

Çinko desteği, özellikle dayanıklılık antrenmanları sonrası kas onarımını hızlandırarak, inflamatuar yanıtı azaltarak ve uydu hücre aktivasyonunu artırarak toparlanmayı destekler. Aynı zamanda bağışıklık fonksiyonunun korunması ve gastrointestinal sağlık açısından da olumlu etkiler sunar (Kong & Ma, 2024). Institute of Medicine, vejetaryenlerin çinko gereksinimlerinin, emilimdeki engelleri telafi edebilmek adına, omnivor bireylere göre yaklaşık %50 daha yüksek olmasını önermektedir. Bu doğrultuda erkek veganlar için önerilen günlük çinko alımı 16.5 mg/gün, kadın veganlar için önerilen günlük çinko alımı 12 mg/gün olarak belirlenmiştir (Rogerson, 2017). 40 mg/gün'e çıkıldığında yan etkiler (bakır emilimi baskısı, HDL düşüşü) görülebilir, bu nedenle uzun süre sınır aşılmamalıdır (Nieto et al., 2025). Takviyede tercih edilen formlar genellikle organik çinko bileşikleri olup (örneğin: çinko laktat, çinko glukonat), bu

formlar inorganik tuzlara kıyasla daha yüksek emilim göstermektedir (Rogerson, 2017).

ERGOJENİK BİTKİSEL DESTEKLER

Bitkisel bazlı diyetler, sporculara nitrat ve polifenoller gibi bazı ergojenik bileşikleri daha yüksek miktarlarda doğal olarak sunsa da hayvansal ürünlerde bolca bulunan bazı anahtar performans artırıcı bileşiklerden yoksundur. Bu durum, belirli takviyelerin vegan ve vejetaryen sporcular için omnivor sporculara kıyasla çok daha önemli ve etkili hale gelmesine neden olmaktadır (Nieto et al., 2025).

Kreatin

Kreatin, vücudun kas ve beyin gibi yüksek enerji ihtiyacı duyan dokuları için temel bir acil enerji (ATP) kaynağıdır. Vücudumuz bu molekülü karaciğer, böbrek ve pankreasta, arjinin, glisin ve metiyonin amino asitlerinden günde yaklaşık 1 gram kadar doğal olarak üretirken, et tüketen bireyler diyet yoluyla da bir o kadar daha alırlar (Kaviani et al., 2020). Hızlı enerji sağlama rolü kritiktir, vücuttaki kreatinin %95'i, fosfokreatin adıyla bir enerji deposu olarak doğrudan iskelet kaslarında saklanır (Gutiérrez-Hellín et al., 2024). Bu durum, kreatin takviyesinin neden omnivor bir sporcu için isteğe bağlı bir performans artırıcı iken, vegan bir sporcu için temel bir beslenme stratejisi olarak görülmesi gerektiğini açıklar. Bunun temel nedeni, bitkisel bazlı beslenen sporcuların diyetle hiç kreatin almamaları ve buna bağlı olarak kaslarındaki kreatin ve fosfokreatin depolarının omnivorlara kıyasla %20-30 daha düşük olmasıdır. Dolayısıyla, vegan sporcuların zaten düşük olan bu depoları, onları kreatin takviyesine fizyolojik olarak daha duyarlı hale getirir. Sonuç olarak, vegan sporcularda kreatin takviyesi yalnızca performansı artırmakla kalmaz, aynı zamanda önemli bir besin açığını da kapatmış olur (Kaviani et al., 2020).

Araştırmalar, vejetaryenlerde kreatin takviyesinin; yağsız kas kütlesini, Tip II kas lifi alanını, kas gücünü (örneğin, bench press, leg press), kas dayanıklılığını ve Wingate testi gibi yüksek yoğunluklu anaerobik güç çıktısını anlamlı derecede artırdığını kanıtlamıştır (Gutiérrez-Hellín et al., 2024; Kaviani et al., 2020; Kreider et al., 2017; Wu et al., 2022). En yaygın ve etkili protokol, 5-7 gün boyunca günde 4 kez 5 gramlık bir yükleme fazı ve ardından kas depolarını dolu tutmak için günde 3-5 gramlık bir idame fazıdır.

Alternatif olarak, düzenli bir şekilde günde 3 g almak daha uzun bir sürede benzer sonuçları sağlar. Piyasada bulunan Kreatin takviyelerinin neredeyse tamamı sentetiktir ve bu nedenle veganların kullanımına uygundur. En çok araştırılan ve tavsiye edilen formu, kokusuz ve tatsız beyaz bir toz olan Kreatin Monohidrat'tır (Nieto et al., 2025).

Kreatin zamanlaması üzerine yapılan araştırmalar, egzersizden hemen sonra alımın, egzersiz öncesi alıma göre kas kütlesi kazanımında hafif bir avantaj sağlayabileceğini göstermektedir (Dinan et al., 2022; Forbes & Candow, 2018). Daha da önemlisi, kreatinin karbonhidrat ve protein içeren bir öğünle birlikte alınması, insülin salgısını uyararak kreatinin kas hücrelerine taşınmasını ve depolanmasını artırır. Bu strateji aynı zamanda kas glikojen depolarının yenilenmesini de hızlandırarak sinerjik bir fayda sağlar (Rogerson, 2017).

Beta-Alanin

Beta-alanin, yüksek yoğunluklu egzersiz sırasında kaslarda biriken ve yorgunluğa neden olan hidrojen iyonlarını tamponlayan karnozin molekülünün öncülüdür (Trexler et al., 2015). Karnozin, büyük ölçüde et ve kümes hayvanlarında bulunduğundan, vejetaryen ve veganların kas karnozin seviyeleri omnivorlara göre anlamlı derecede daha düşüktür (West et al., 2023).

Karnozin, güçlü bir oksidatif stres karşıtı ve antiglikasyon ajanıdır; bazı çalışmalarda biyolojik antioksidan etki ve potansiyel bilişsel destek gözlemlenmiştir (Aungst et al., 2023). Yapılan bir meta-analiz verilerine göre, günde 5.6–6.4 g beta-alanin takviyesiyle 4 hafta içinde kas karnozin konsantrasyonlarının %64, 10 hafta sonunda ise %80 oranında arttığı gösterilmiştir. Bu fizyolojik adaptasyon, özellikle 1-10 dakika arasında süren yüksek yoğunluklu, aralıklı veya sürekli efor gerektiren aktivitelerde (örneğin, orta mesafe koşu, kürek, takım sporlarındaki sprintler) yorgunluğun gecikmesine ve performansın artmasına olanak tanır (Georgiou et al., 2024).

Kanıta dayalı etkili dozaj, günde toplam 4-6 gramdır. Bu miktarın tek seferde alınması, parestezi olarak bilinen, ciltte zararsız bir karıncalanma veya iğnelenme hissine neden olabilir. Bu yan etkiyi en aza indirmek veya önlemek için en etkili strateji, günlük toplam dozun gün içine yayılmış 0.8-1.6 gramlık daha küçük porsiyonlara bölünmesidir. Kreatin gibi beta-alanin takviyeleri genellikle sentetiktir ve bu nedenle veganların kullanımına uygundur (Nieto et al., 2025).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Vegan ve vejetaryen diyetlerin, bilinçli bir planlama ve bilimsel destekle uygulandığında, sporcuların performans hedeflerini destekleyebileceği ve bazı fizyolojik avantajlar da sağlayabileceği görülmektedir. Özellikle enerji alımında, düşük enerji yoğunluğu ve yüksek lif içeriği nedeniyle karşılaşılabilecek yetersizlikler; beslenme sıklığının artırılması, enerji yoğunluğu yüksek bitkisel besinlerin tercih edilmesi ve bireysel enerji gereksinimlerinin sürekli takibi ile yönetilmelidir. Protein açısından, bitkisel kaynakların biyoyararlanımı ve esansiyel amino asit içeriği dikkate alınarak, farklı bitki proteinlerinin kombinasyonu ve lösin takviyesi ile kas protein sentezi optimize edilmelidir. Gelişmiş bitkisel protein tozları, bu konuda etkili bir destek sunmakta, özellikle direnç antrenmanları yapan sporcular için önemli avantajlar sağlamaktadır. Mikro besin ögeleri açısından, B12 vitamini, demir, D vitamini, çinko ve kalsiyum önemli ögeler olarak öne çıkmaktadır. Bu besin ögelerinin eksiklikleri hem performans hem de genel sağlık üzerinde ciddi olumsuz sonuçlar doğurabilir. Bu nedenle, düzenli biyokimyasal takip, bireye özel doz ayarlamaları ve güvenilir takviye formlarının kullanımı büyük önem taşır. Vegan sporcular için kreatin ve beta-alanin gibi ergojenik desteklerin önemi ayrıca vurgulanmalıdır. Bu destekler, hem kas içi rezervlerin optimal düzeye getirilmesi hem de yüksek yoğunluklu egzersiz performansının artırılması açısından önem taşımaktadır. Vegan bireylerde kas içi kreatin ve karnozin düzeylerinin düşük olması, bu takviyelere olan fizyolojik yanıtı artırmakta ve etkilerini daha belirgin hale getirmektedir.

Sonuç olarak, bitkisel bazlı beslenen sporcular, güncel bilimsel veriler ışığında oluşturulmuş, yeterli ve dengeli bir beslenme planı ile yüksek performans düzeyine ulaşabilirler. Fonksiyonel besin desteklerinin bilinçli ve bireye özgü şekilde kullanımı, bu bireylerin hem performanslarını maksimize etmelerine hem de sağlıklı ve sürdürülebilir bir atletik yaşam sürmelerine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Anthony, R., Macartney, M. J., & Peoples, G. E. (2025). Increasing the Omega-3 Index of Endurance Trained Adults: A Pilot Study Comparing Microencapsulated Algae to Fish Powders Provided as Chewable Tablets. *Recent Progress in Nutrition 2025, Vol. 5, 004*, *5*(1), 1–16. https://doi.org/10.21926/RPN.2501004

Areta, J. L., Burke, L. M., Ross, M. L., Camera, D. M., West, D. W. D., Broad, E. M., Jeacocke, N. A., Moore, D. R., Stellingwerff, T., Phillips, S. M., Hawley, J. A., & Coffey, V. G. (2013). Timing and distribution of protein ingestion during prolonged recovery from resistance exercise alters myofibrillar protein synthesis. *Journal of Physiology*, *591*(9), 2319–2331. https://doi.org/10.1113/JPHYSIOL.2012.244897,

Aungst, S. L., Kabadi, S. V, Thompson, S. M., Stoica, B. A., & Faden, A. I. (2023). The Effect of β-Alanine Supplementation on Performance, Cognitive Function and Resiliency in Soldiers. *Nutrients 2023, Vol. 15, Page 1039*, *15*(4), 1039. https://doi.org/10.3390/NU15041039

Baroni, L., Pelosi, E., Giampieri, F., & Battino, M. (2023). The VegPlate for Sports: A Plant-Based Food Guide for Athletes. *Nutrients*, *15*(7), 1746. https://doi.org/10.3390/NU15071746

Bezuglov, E., Tikhonova, A., Zueva, A., Khaitin, V., Waśkiewicz, Z., Gerasimuk, D., Żebrowska, A., Rosemann, T., Nikolaidis, P., & Knechtle, B. (2019). Prevalence and Treatment of Vitamin D Deficiency in Young Male Russian Soccer Players in Winter. *Nutrients 2019, Vol. 11, Page 2405*, *11*(10), 2405. https://doi.org/10.3390/NU11102405

Bradbury, K. E., Tong, T. Y. N., & Key, T. J. (2017). Dietary intake of high-protein foods and other major foods in meat-eaters, poultry-eaters, fish-eaters, vegetarians, and vegans in UK biobank. *Nutrients*, *9*(12). https://doi.org/10.3390/NU9121317,

Clénin, G. E., Cordes, M., Huber, A., Schumacher, Y., Noack, P., Scales, J., & Kriemler, S. (2015). Iron deficiency in sports - definition, influence on performance and therapy. *Clénin, German; Cordes, Mareike; Huber, Andreas; Schumacher, Yorck Olaf; Noack, Patrick; Scales, John; Kriemler, Susi (2015). Iron Deficiency in Sports - Definition, Influence on Performance and Therapy. Swiss Medical Weekly, 145:W14196.*, *145*(1), w14196. https://doi.org/10.4414/SMW.2015.14196

Conzuelo, Z. R., Bez, N. S., Theobald, S., & Kopf-Bolanz, K. A. (2022). Protein Quality Changes of Vegan Day Menus with Different Plant Protein Source Compositions. *Nutrients*, *14*(5), 1088. https://doi.org/10.3390/NU14051088/S1

Dinan, N. E., Hagele, A. M., Jagim, A. R., Miller, M. G., & Kerksick, C. M. (2022). Effects of creatine monohydrate timing on resistance training adaptations and body composition after 8 weeks in male and female collegiate athletes. *Frontiers in Sports and Active Living*, *4*. https://doi.org/10.3389/FSPOR.2022.1033842/FULL

Fernández-Lázaro, D., Arribalzaga, S., Gutiérrez-Abejón, E., Azarbayjani, M. A., Mielgo-Ayuso, J., & Roche, E. (2024). Omega-3 Fatty Acid Supplementation on Post-Exercise Inflammation, Muscle Damage, Oxidative Response, and Sports Performance in Physically Healthy Adults—A Systematic Review of

Randomized Controlled Trials. *Nutrients 2024, Vol. 16, Page 2044*, *16*(13), 2044. https://doi.org/10.3390/NU16132044

Forbes, S. C., & Candow, D. G. (2018). Timing of Creatine Supplementation and Resistance Training: A Brief Review. *Journal of Exercise and Nutrition*, *1*(5). https://www.journalofexerciseandnutrition.com/index.php/JEN/article/view/33

Georgiou, G. D., Antoniou, K., Antoniou, S., Michelekaki, E. A., Zare, R., Redha, A. A., Prokopidis, K., Christodoulides, E., & Clifford, T. (2024). Effect of Beta-Alanine Supplementation on Maximal Intensity Exercise in Trained Young Male Individuals: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, *34*(6), 397–412. https://doi.org/10.1123/IJSNEM.2024-0027

Gilsing, A. M. J., Crowe, F. L., Lloyd-Wright, Z., Sanders, T. A. B., Appleby, P. N., Allen, N. E., & Key, T. J. (2010). Serum concentrations of vitamin B12 and folate in British male omnivores, vegetarians and vegans: Results from a cross-sectional analysis of the EPIC-Oxford cohort study. *European Journal of Clinical Nutrition*, *64*(9), 933–939. https://doi.org/10.1038/EJCN.2010.142,

Goldman, D. M., Warbeck, C. B., & Karlsen, M. C. (2024). Completely Plant-Based Diets That Meet Energy Requirements for Resistance Training Can Supply Enough Protein and Leucine to Maximize Hypertrophy and Strength in Male Bodybuilders: A Modeling Study. *Nutrients*, *16*(8). https://doi.org/10.3390/NU16081122,

Gorissen, S. H. M., Crombag, J. J. R., Senden, J. M. G., Waterval, W. A. H., Bierau, J., Verdijk, L. B., & van Loon, L. J. C. (2018). Protein content and amino acid composition of commercially available plant-based protein isolates. *Amino Acids*, *50*(12), 1685–1695. https://doi.org/10.1007/S00726-018-2640-5

Gracia-Marco, L. (2020). Calcium, Vitamin D, and Health. *Nutrients 2020, Vol. 12, Page 416*, *12*(2), 416. https://doi.org/10.3390/NU12020416

Gutiérrez-Hellín, J., Del Coso, J., Franco-Andrés, A., Gamonales, J. M., Espada, M. C., González-García, J., López-Moreno, M., & Varillas-Delgado, D. (2024). Creatine Supplementation Beyond Athletics: Benefits of Different Types of Creatine for Women, Vegans, and Clinical Populations—A Narrative Review. *Nutrients 2025, Vol. 17, Page 95*, *17*(1), 95. https://doi.org/10.3390/NU17010095

Hernández-Camacho, J. D., Vicente-García, C., Parsons, D. S., & Navas-Enamorado, I. (2020). Zinc at the crossroads of exercise and proteostasis. *Redox Biology*, *35*, 101529. https://doi.org/10.1016/J.REDOX.2020.101529

Hernández-Lougedo, J., Maté-Muñoz, J. L., García-Fernández, P., Úbeda-D'Ocasar, E., Hervás-Pérez, J. P., & Pedauyé-Rueda, B. (2023). The Relationship between Vegetarian Diet and Sports Performance: A Systematic Review. *Nutrients*, *15*(21), 4703. https://doi.org/10.3390/NU15214703/S1

Hevia-Larraín, V., Gualano, B., Longobardi, I., Gil, S., Fernandes, A. L., Costa, L. A. R., Pereira, R. M. R., Artioli, G. G., Phillips, S. M., & Roschel, H. (2021). High-Protein Plant-Based Diet Versus a Protein-Matched Omnivorous Diet to Support Resistance Training Adaptations: A Comparison Between Habitual Vegans and Omnivores. *Sports Medicine*, *51*(6), 1317–1330. https://doi.org/10.1007/S40279-021-01434-9,

Jäger, R., Kerksick, C. M., Campbell, B. I., Cribb, P. J., Wells, S. D., Skwiat, T. M., Purpura, M., Ziegenfuss, T. N., Ferrando, A. A., Arent, S. M., Smith-Ryan, A. E., Stout, J. R., Arciero, P. J., Ormsbee, M. J., Taylor, L. W., Wilborn, C. D.,

Kalman, D. S., Kreider, R. B., Willoughby, D. S., … Antonio, J. (2017). International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition 2017 14:1*, *14*(1), 1–25. https://doi.org/10.1186/S12970-017-0177-8

Kanyal Butola, L., Keshaorao Kute, P., Anjankar, A., Dhok, A., Gusain, N., & Vagga, A. (2020). Vitamin B12-Do You Know Everything? *Jemds.Com Review Article J Evolution Med Dent Sci*, *9*. https://doi.org/10.14260/jemds/2020/688

Kaviani, M., Shaw, K., & Chilibeck, P. D. (2020). Benefits of Creatine Supplementation for Vegetarians Compared to Omnivorous Athletes: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health 2020, Vol. 17, Page 3041*, *17*(9), 3041. https://doi.org/10.3390/IJERPH17093041

Kong, F. S., & Ma, C. M. (2024). Dietary Zinc Intakes Are Associated With Skeletal Muscle Mass and Strength in Children and Adolescents: Zinc and Muscle in Children. *Clinical Pediatrics*, *63*(3), 313–317. https://doi.org/10.1177/00099228231171242

Kreider, R. B., Kalman, D. S., Antonio, J., Ziegenfuss, T. N., Wildman, R., Collins, R., Candow, D. G., Kleiner, S. M., Almada, A. L., & Lopez, H. L. (2017). International Society of Sports Nutrition position stand: safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *14*(1). https://doi.org/10.1186/S12970-017-0173-Z

Kritikos, S., Papanikolaou, K., Draganidis, D., Poulios, A., Georgakouli, K., Tsimeas, P., Tzatzakis, T., Batsilas, D., Batrakoulis, A., Deli, C. K., Chatzinikolaou, A., Mohr, M., Jamurtas, A. Z., & Fatouros, I. G. (2021). Effect of whey vs. soy protein supplementation on recovery kinetics following speed endurance training in competitive male soccer players: a randomized controlled trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *18*(1). https://doi.org/10.1186/S12970-021-00420-W

Lim, C., Janssen, T. A., Currier, B. S., Paramanantharajah, N., McKendry, J., Abou Sawan, S., & Phillips, S. M. (2024). Muscle Protein Synthesis in Response to Plant-Based Protein Isolates With and Without Added Leucine Versus Whey Protein in Young Men and Women. *Current Developments in Nutrition*, *8*(6), 103769. https://doi.org/10.1016/J.CDNUT.2024.103769

Lim, M. T., Pan, B. J., Toh, D. W. K., Sutanto, C. N., & Kim, J. E. (2021). Animal protein versus plant protein in supporting lean mass and muscle strength: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutrients*, *13*(2), 1–18. https://doi.org/10.3390/NU13020661,

López-Moreno, M., & Kraselnik, A. (2025). The Impact of Plant-Based Proteins on Muscle Mass and Strength Performance: A Comprehensive Review. *Current Nutrition Reports*, *14*(1). https://doi.org/10.1007/S13668-025-00628-1,

Lynch, H. M., Buman, M. P., Dickinson, J. M., Ransdell, L. B., Johnston, C. S., & Wharton, C. M. (2020). No Significant Differences in Muscle Growth and Strength Development When Consuming Soy and Whey Protein Supplements Matched for Leucine Following a 12 Week Resistance Training Program in Men and Women: A Randomized Trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health 2020, Vol. 17, Page 3871*, *17*(11), 3871. https://doi.org/10.3390/IJERPH17113871

Maai, N., Frank, F. A., Meuris, A., & Ferreira, N. (2025). Effect of Vitamin D on athletic performance: A systematic review. *Journal of Human Sport and Exercise* , *20*(3), 771–786. https://doi.org/10.55860/R03AYC39

Maier, S. P., Lightsey, H. M., Galetta, M. D., Usoro, A. O., & Oh, L. S. (2023). Plant-based diets and sports performance: a clinical review. *Sport Sciences for Health*, *19*(4), 1059–1081. https://doi.org/10.1007/S11332-023-01074-8

Mancin, L., Burke, L. M., & Rollo, I. (2025). Fibre: The Forgotten Carbohydrate in Sports Nutrition Recommendations. *Sports Medicine*. https://doi.org/10.1007/S40279-024-02167-1

Marques de Brito, B., Campos, V. de M., Neves, F. J., Ramos, L. R., & Tomita, L. Y. (2023). Vitamin B12 sources in non-animal foods: a systematic review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *63*(26), 7853–7867. https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2053057;PAGE:STRING:ARTICLE/CHAPTER

Maughan, R. J., Burke, L. M., Dvorak, J., Larson-Meyer, D. E., Peeling, P., Phillips, S. M., Rawson, E. S., Walsh, N. P., Garthe, I., Geyer, H., Meeusen, R., Van Loon, L., Shirreffs, S. M., Spriet, L. L., Stuart, M., Vernec, A., Currell, K., Ali, V. M., Budgett, R. G. M., … Engebretsen, L. (2018). IOC consensus statement: Dietary supplements and the high-performance athlete. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, *28*(2), 104–125. https://doi.org/10.1123/IJSNEM.2018-0020,

Monteyne, A. J., Coelho, M. O. C., Murton, A. J., Abdelrahman, D. R., Blackwell, J. R., Koscien, C. P., Knapp, K. M., Fulford, J., Finnigan, T. J. A., Dirks, M. L., Stephens, F. B., & Wall, B. T. (2023). Vegan and Omnivorous High Protein Diets Support Comparable Daily Myofibrillar Protein Synthesis Rates and Skeletal Muscle Hypertrophy in Young Adults. *The Journal of Nutrition*, *153*(6), 1680. https://doi.org/10.1016/J.TJNUT.2023.02.023

Most, A., Dörr, O., Nef, H., Hamm, C., Bauer, T., & Bauer, P. (2021). Influence of 25-Hydroxy-Vitamin D Insufficiency on Maximal Aerobic Power in Elite Indoor Athletes: A Cross-Sectional Study. *Sports Medicine - Open*, *7*(1), 1–9. https://doi.org/10.1186/S40798-021-00363-1/FIGURES/1

Naderi, A., Gobbi, N., Ali, A., Berjisian, E., Hamidvand, A., Forbes, S. C., Koozehchian, M. S., Karayigit, R., & Saunders, B. (2023). Carbohydrates and Endurance Exercise: A Narrative Review of a Food First Approach. *Nutrients*, *15*(6), 1367. https://doi.org/10.3390/NU15061367

Neufingerl, N., & Eilander, A. (2022). Nutrient intake and status in adults consuming plant-based diets compared to meat-eaters: A systematic review. *Nutrients*, *14*(1), 29. https://doi.org/10.3390/NU14010029/S1

Nieto, Á. V. A., Diaz, A. H., & Hernández, M. (2025). Are there Effective Vegan-Friendly Supplements for Optimizing Health and Sports Performance? a Narrative Review. *Current Nutrition Reports 2025 14:1*, *14*(1), 1–19. https://doi.org/10.1007/S13668-025-00633-4

Opazo-Navarrete, M., Burgos-Díaz, C., Bravo-Reyes, C., Gajardo-Poblete, I., Chacón-Fuentes, M., Reyes, J. E., & Mojica, L. (2025). Comprehensive Review of Plant Protein Digestibility: Challenges, Assessment Methods, and Improvement Strategies. *Applied Sciences 2025, Vol. 15, Page 3538*, *15*(7), 3538. https://doi.org/10.3390/APP15073538

Pengelly, M., Pumpa, K., Pyne, D. B., & Etxebarria, N. (2024). Iron deficiency, supplementation, and sports performance in female athletes: A systematic

review. *Journal of Sport and Health Science*, *14*, 101009. https://doi.org/10.1016/j.jshs.2024.101009

Pinckaers, P. J., Kouw, I. W., Gorissen, S. H., Houben, L. H., Senden, J. M., Wodzig, W. K., de Groot, L. C., Verdijk, L. B., Snijders, T., & van Loon, L. J. (2022). The Muscle Protein Synthetic Response to the Ingestion of a Plant-Derived Protein Blend Does Not Differ from an Equivalent Amount of Milk Protein in Healthy Young Males. *Journal of Nutrition*, *152*(12), 2734–2743. https://doi.org/10.1093/jn/nxac222

Presti, N., Mansouri, T., Maloney, M. K., & Hostler, D. (2024). The Impact Plant-Based Diets Have on Athletic Performance and Body Composition: A Systematic Review. *Journal of the American Nutrition Association*, *43*(7). https://doi.org/10.1080/27697061.2024.2365755,

Reed, K. E., Camargo, J., Hamilton-Reeves, J., Kurzer, M., & Messina, M. (2021). Neither soy nor isoflavone intake affects male reproductive hormones: An expanded and updated meta-analysis of clinical studies. *Reproductive Toxicology*, *100*, 60–67. https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2020.12.019

Rogerson, D. (2017). Vegan diets: Practical advice for athletes and exercisers. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *14*(1). https://doi.org/10.1186/S12970-017-0192-9,

Rubeor, A., Goojha, C., Manning, J., & White, J. (2018). Does Iron Supplementation Improve Performance in Iron-Deficient Nonanemic Athletes? *Sports Health*, *10*(5), 400–405. https://doi.org/10.1177/1941738118777488/SUPPL_FILE/DS_10.1177_1941738118777488.PDF

Sims, S. T., Kerksick, C. M., Smith-Ryan, A. E., Janse de Jonge, X. A. K., Hirsch, K. R., Arent, S. M., Hewlings, S. J., Kleiner, S. M., Bustillo, E., Tartar, J. L., Starratt, V. G., Kreider, R. B., Greenwalt, C., Rentería, L. I., Ormsbee, M. J., VanDusseldorp, T. A., Campbell, B. I., Kalman, D. S., & Antonio, J. (2023). International society of sports nutrition position stand: nutritional concerns of the female athlete. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *20*(1). https://doi.org/10.1080/15502783.2023.2204066

Snijders, T., Trommelen, J., Kouw, I. W. K., Holwerda, A. M., Verdijk, L. B., & van Loon, L. J. C. (2019). The impact of pre-sleep protein ingestion on the skeletal muscle adaptive response to exercise in humans: An update. *Frontiers in Nutrition*, *6*, 17. https://doi.org/10.3389/FNUT.2019.00017/FULL

Thomas, D. T., Erdman, K. A., & Burke, L. M. (2016). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, *116*(3), 501–528. https://doi.org/10.1016/j.jand.2015.12.006

Trexler, E. T., Smith-Ryan, A. E., Stout, J. R., Hoffman, J. R., Wilborn, C. D., Sale, C., Kreider, R. B., Jäger, R., Earnest, C. P., Bannock, L., Campbell, B., Kalman, D., Ziegenfuss, T. N., & Antonio, J. (2015). International society of sports nutrition position stand: Beta-Alanine. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *12*(1). https://doi.org/10.1186/S12970-015-0090-Y;JOURNAL:JOURNAL:RSSN20;WGROUP:STRING:PUBLICATION

Van Der Heijden, I. N. O., Monteyne, A. J., West, S. A. M., Morton, J. P., Langan-Evans, C., Hearris, M. A., Abdelrahman, D. R., Murton, A. J., Stephens, F. B., & Wall, B. T. (2024). Plant Protein Blend Ingestion Stimulates Postexercise

Myofibrillar Protein Synthesis Rates Equivalently to Whey in Resistance-Trained Adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *56*(8), 1467–1479. https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000003432

Weiss, K., Devrim-Lanpir, A., Jastrzębski, Z., Nikolaidis, P. T., Hill, L., & Knechtle, B. (2022). Performance improvement in sport through vitamin D – a narrative review. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, *26*(21), 7756–7770. https://doi.org/10.26355/EURREV_202211_30124

West, S., Monteyne, A. J., van der Heijden, I., Stephens, F. B., & Wall, B. T. (2023). Nutritional Considerations for the Vegan Athlete. *Advances in Nutrition*, *14*(4), 774–795. https://doi.org/10.1016/j.advnut.2023.04.012

Wu, S. H., Chen, K. L., Hsu, C., Chen, H. C., Chen, J. Y., Yu, S. Y., & Shiu, Y. J. (2022). Creatine Supplementation for Muscle Growth: A Scoping Review of Randomized Clinical Trials from 2012 to 2021. *Nutrients*, *14*(6), 1255. https://doi.org/10.3390/NU14061255/S1

Zhao, S., Xu, Y., Li, J., & Ning, Z. (2024). The Effect of Plant-Based Protein Ingestion on Athletic Ability in Healthy People—A Bayesian Meta-Analysis with Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Nutrients* , *16*(16). https://doi.org/10.3390/NU16162748,

Mikrobiyota ve Spor Performansı Arasındaki İlişki

Şevval GÜLCE[1]
K. Esen KARACA ÇELİK[2]
Hatice KARAKOÇ[3]
Merve İNCE PALAMUTOĞLU[4]

1- Şevval Gülce: İzmir Demokrasi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü. ORCID No: 0009-0008-5325-8511
2- Doç. Dr. K. Esen KARACA ÇELİK; İzmir Demokrasi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü. esen.karaca@idu.edu.tr ORCID No: 0000-0002-3625-4761
3- Arş. Gör. Hatice KARAKOÇ; İzmir Demokrasi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü. hatice.karakoc@idu.edu.tr ORCID No: 0009-0002-5117-3852
4- Doç. Dr. Merve İNCE PALAMATOĞLU; Afyon Sağlık Bilimleri Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü. merve.palamutoglu@afsu.edu.tr ORCID No: 0000-0002-7953-742X

ÖZET

İnsan vücudu, kendi hücrelerinden daha fazla sayıda mikroorganizmayı bünyesinde barındırmakta olup, bu mikroorganizmalarla simbiyotik bir ilişki içerisindedir. Bu mikroorganizmaların büyük çoğunluğu gastrointestinal sistemde yer almakta ve "bağırsak mikrobiyotası" olarak adlandırılmaktadır. Bağırsak mikrobiyotası; sindirim ve emilim süreçlerinden bağışıklık sisteminin modülasyonuna, vitamin sentezinden inflamasyon kontrolüne, merkezi sinir sistemi ile olan etkileşimlere kadar pek çok yaşamsal fonksiyonda rol oynamaktadır. Son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalar, mikrobiyotanın yalnızca sağlık üzerinde değil; aynı zamanda fiziksel performans, egzersize adaptasyon, toparlanma hızı ve sporcu bağışıklığı gibi alanlarda da belirleyici olabileceğini göstermektedir. Egzersiz ve mikrobiyota arasındaki etkileşim çift yönlü bir dinamiğe sahiptir. Egzersiz yapmak, özellikle düzenli ve orta düzeyde uygulandığında, mikrobiyal çeşitliliği artırmakta ve anti-inflamatuar özelliklere sahip türlerin (örneğin Faecalibacterium prausnitzii, Akkermansia muciniphila) çoğalmasını teşvik etmektedir. Egzersizin bağırsak motilitesini, pH dengesini ve laktat metabolizmasını değiştirmesi; bağırsak mikrobiyotasının bileşimini ve fonksiyonunu etkileyen önemli faktörler arasında yer almaktadır. Mikrobiyotadaki bu olumlu değişimler ise sporcular için birçok avantaj sağlamaktadır. Artan kısa zincirli yağ asidi üretimi, bağırsak bariyer bütünlüğünün korunması, bağışıklık sisteminin dengelenmesi ve sistemik inflamasyonun azaltılması gibi etkiler, doğrudan ya da dolaylı olarak spor performansını destekleyebilmektedir. Bu bağlamda, sporcularda görülen gastrointestinal rahatsızlıklar, antrenman sonrası toparlanma süreçleri, enfeksiyonlara karşı direnç düzeyleri ve genel dayanıklılık kapasiteleri, mikrobiyota kompozisyonuyla yakından ilişkili olabilir. Ayrıca, probiyotik ve prebiyotik desteği gibi mikrobiyota odaklı beslenme stratejileri; sporcu sağlığını korumada ve performansı optimize etmede yeni fırsatlar sunmaktadır. Bu derleme makalede, egzersizin mikrobiyota üzerindeki etkileri, mikrobiyotanın spor performansını nasıl etkileyebileceği ve bu etkileşimlerin potansiyel mekanizmaları güncel literatür doğrultusunda kapsamlı bir şekilde ele alınmaktadır. Aynı zamanda, probiyotik ve prebiyotiklerin uygulama potansiyeli ile mikrobiyota temelli kişiselleştirilmiş performans yaklaşımlarının gelecekteki yeri de tartışılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bağırsak Mikrobiyotası, Sporcu Sağlığı, Egzersiz, Spor Performansı, İnflamasyon, Kısa Zincirli Yağ Asitleri.

GİRİŞ

İnsan vücudu, yalnızca insan hücrelerinden ibaret olmayıp, onunla birlikte yaşayan ve onu etkileyen çok sayıda mikroorganizmayı da içermektedir. Bu mikroorganizmalar doğumdan itibaren insan vücudunun

çeşitli bölgelerine yerleşir ve ağırlıklı olarak ağız ve burun boşlukları, cilt, ürogenital sistem ve gastrointestinal sistemde yoğunlaşır. Büyük çoğunluğu ise gastrointestinal sistemde, özellikle de kalın bağırsakta yoğunlaşmakta ve bu topluluk "bağırsak mikrobiyotası" olarak adlandırılmaktadır (Altveş, Yildiz ve Vural, 2020; da Silva ve Domingues, 2017). Mikrobiyota, bakteriler başta olmak üzere, virüsler, mantarlar ve arkea türlerini de kapsayan geniş bir çeşitliliğe sahiptir. Her bireyin mikrobiyal kompozisyonu yaş, genetik, doğum şekli, beslenme alışkanlıkları, çevresel faktörler ve ilaç kullanımı gibi birçok etkenle şekillenmektedir (Farré-Maduell ve Casals-Pascual, 2019). Bağırsak mikrobiyotası yaklaşık 70 kilogram (kg) ağırlığındaki bir bireyde 1,5 kg'a kadar ulaşabilir. Bağırsak mikrobiyotası da kalite ve miktar açısından her bir birey için benzersiz oduğu için parmak izlerine benzetilebilir. Sağlıklı bir bireyin ortalama mikrobiyotasına karşılık gelen 160 bakteri türü arasında, yalnızca yarısı farklı bireylerde yaygın olarak bulunur ve yalnızca 15-20 tür tüm insanlarda bulunur. Bu türler mikrobiyotanın temel işlevlerinden sorumludur (Sender, Fuchs ve Milo, 2016).

Bağırsak mikrobiyotası, vücutta çok sayıda yaşamsal süreçte doğrudan ya da dolaylı olarak görev almaktadır. Bunlar arasında kısa zincirli yağ asitlerinin (özellikle bütirat, asetat ve propiyonat) üretimi, immün sistemin düzenlenmesi, patojen mikroorganizmaların baskılanması, vitamin sentezi (örneğin K ve B grubu vitaminleri), bağırsak mukozasının bütünlüğünün korunması ve merkezi sinir sistemi ile etkileşim (mikrobiyota–bağırsak–beyin ekseni) yer almaktadır. Bu nedenle, mikrobiyotadaki dengenin bozulması (disbiyozis), inflamatuar bağırsak hastalıkları, obezite, diyabet, depresyon gibi birçok hastalıkla ilişkilendirilmektedir (Silva, Bernardi ve Frozza, 2020; Jang ve ark., 2019).

Son yıllarda mikrobiyota ile fiziksel aktivite arasındaki ilişkiye dair ilgi artmıştır. Egzersiz, vücutta fizyolojik ve metabolik birçok değişikliğe yol açarken; bu değişikliklerin bağırsak mikrobiyotası üzerinde de anlamlı etkiler oluşturabileceği gösterilmiştir. Örneğin; egzersiz sırasında artan bağırsak peristaltizmi, bağırsak pH'ının değişmesi, laktat metabolizması ve stres yanıtı gibi faktörler mikrobiyota kompozisyonunu şekillendirebilir. Aynı şekilde, düzenli fiziksel aktivite ile mikrobiyal çeşitlilik artmakta, faydalı türlerin (örneğin Faecalibacterium prausnitzii, Akkermansia muciniphila) oranı yükselmekte ve metabolik ürün profili olumlu yönde değişmektedir (Rojas-Valverde vd., 2023; Costa, 2017). Bu bağlamda, egzersiz ve mikrobiyota arasındaki etkileşimin sadece tek yönlü değil, karşılıklı olduğu düşünülmektedir. Yani, egzersiz mikrobiyotayı etkilerken, mikrobiyota da bireyin enerji üretim kapasitesi, bağışıklık yanıtı, inflamasyon düzeyi ve nöromüsküler sistem aracılığıyla fiziksel performansını etkileyebilir (Gubert ve ark., 2020).

Bu bölümde; mikrobiyota ve egzersiz arasındaki ilişki çok yönlü olarak ele alınacak, sporculara özgü mikrobiyal özellikler ve bu özelliklerin performansa katkısı detaylı bir şekilde değerlendirilecektir. Ayrıca, probiyotik

ve prebiyotik desteklerin sporcular üzerindeki etkileri, mikrobiyotayı destekleyici yaşam tarzı faktörleri ve gelecekte bu alandaki potansiyel uygulamalar da tartışılacaktır.

BESLENME VE BAĞIRSAK MİKROBİYOTASI

Beslenme, bağırsak mikrobiyotasının şekillenmesinde temel bir etkendir. Anne sütü, içerdiği oligosakkaritler sayesinde Lactobacillus ve Bifidobacterium gibi faydalı bakterilerin gelişimini desteklerken, patojen türlerin çoğalmasını engeller. Ancak, formül mama ile beslenen bebeklerde Bifidobacteria'ya kıyasla Clostridioides difficile ve Escherichia coli gibi bakterilerin oranı artış gösterebilir (Wegierska ve ark., 2022). Örneğin; yüksek yağlı diyetlerin (HFD), düşük yağlı diyetlere kıyasla dışkıdaki bütirat ve Bifidobakteriler gibi kısa zincirli yağ asitleri (SCFA) konsantrasyonunu önemli ölçüde azalttığı bildirilmiştir. Ayrıca bazı insan çalışmaları, HFD'nin toplam anaerobik mikroflora ve Bacteroides seviyelerini artırdığını göstermiştir. Ancak, tanımı gereği HFD'ler toplam enerji alımında karbonhidrat oranını düşürür. Bu durum, bağırsak mikrobiyotasındaki değişimlerin esas olarak yüksek yağ alımından mı yoksa düşük karbonhidrat içeriğinden mi kaynaklandığını belirsiz kılmaktadır (Zhuang ve ark., 2018; Zhuang vd., 2020). Diyetteki karbonhidrat miktarı ve türü 4 haftadan uzun süre değiştirildiğinde, bağırsak mikrobiyotasında ve metabolik ürünlerinde değişiklikler meydana gelebilir (Singh ve ark., 2017). Kısacası karbonhidrat türü ve miktarı, bağırsak mikrobiyotasının dengesini ve sağlığını doğrudan etkiler. Özellikle lif ve dirençli nişasta gibi sindirilemeyen karbonhidratlar, yararlı bakteriler için hayati önem taşımaktadır (Daïen ve ark., 2017). Çok sayıda çalışma, protein tüketiminin genel mikrobiyal çeşitlilikle pozitif korelasyon gösterdiğini kanıtlamıştır. Örneğin, birkaç gün boyunca peynir altı suyu ve glikozlanmış bezelye proteini takviyesi, insan bağırsağında Bifidobacterium ve Lactobacillus'u artırır ve patojenik B. fragilis ve Clostridium perfringens'i azaltır (Christudas, Devi Devaraj ve Xu, 2020; Boisseau, Barnich ve Koechlin-Ramonatxo, 2022). A vitamini, bağırsakta bulunan Bifidobacterium, Lactobacillus ve Akkermansia gibi faydalı bakterilerin dengesini düzenleyebilir. Bazı B vitamini türleri, bağırsaktaki bakteriler tarafından üretilir. Ancak bu vitaminler, bazı zararlı bakterilerin (patojenlerin) bağırsakta çoğalmasını da teşvik edebilir. C, D ve E vitamini takviyesi, Bifidobacterium ve Lactobacillus gibi yararlı türlerin

konsantrasyonunu artırarak mikrobiyota bileşimini değiştirebilir (Yang ve ark., 2020; Huda ve ark., 2019)

MİKROBİYOTA VE EGZERSİZ ARASINDAKİ ETKİLEŞİM

Egzersiz, insan vücudunda sadece kas-iskelet sistemi ve kardiyovasküler yapı üzerinde değil, aynı zamanda metabolik, hormonal, bağışıklık ve gastrointestinal sistem üzerinde de çok yönlü etkiler yaratan fizyolojik bir stres faktörüdür. Bu bağlamda, son yıllarda egzersizin bağırsak mikrobiyotası üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar önemli bir artış göstermiştir (Munukka ve ark., 2018). Sağlıklı bireylerde ve sporcularda egzersizin mikrobiyotayı düzenleme potansiyeli bulunmaktadır. Örneğin, farelerde yapılan araştırmalar, fiziksel aktivitenin bağırsak mikrobiyotasının çeşitliliğini artırdığını ve kısa zincirli yağ asidi (SCFA) üretimini destekleyen türlerin çoğaldığını göstermiştir. Bu türlerden özellikle Butyrivibrio, Roseburia ve Faecalibacterium gibi türler, anti-inflamatuar etkilere sahip bütirat üretiminde rol oynamaktadır. Bu durum, egzersizin sadece bağırsak sağlığı değil, sistemik inflamasyon ve metabolik denge üzerinde de olumlu etkiler sağlayabileceğini göstermektedir (Carbajo-Pescador ve ark., 2019; Yuan ve ark., 2018). İnsan çalışmaları da benzer yönde bulgular ortaya koymuştur. Clarke ve arkadaşlarının (2014) yaptığı bir çalışmada, profesyonel rugby oyuncularının mikrobiyotasının, aynı yaş grubundaki sağlıklı fakat fiziksel olarak aktif olmayan bireylere kıyasla daha fazla çeşitlilik gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca sporcuların mikrobiyotasında SCFA üreten bakterilerin oranının anlamlı şekilde yüksek olduğu bildirilmiştir. Bu çeşitlilik, özellikle egzersiz sıklığı ve süresi ile doğrudan ilişkili bulunmuştur. Mikrobiyal çeşitliliğin artması, bağırsak bariyer fonksiyonlarının iyileşmesi, patojenlere karşı direnç gelişimi ve bağışıklık sisteminin daha dengeli çalışması gibi birçok yarar sağlamaktadır (Clarke ve ark., 2014).

Egzersiz aynı zamanda mikrobiyota üzerinde dolaylı etkiler de yaratmaktadır. Fiziksel aktiviteyle birlikte artan bağırsak peristaltizmi, intestinal transit süresini kısaltmakta ve mikrobiyal kompozisyonu etkilemektedir. Bununla birlikte egzersiz sırasında bağırsakta meydana gelen termal stres, mukus üretiminde artışa neden olmakta ve bu durum mukozaya bağlı bakterilerin (örneğin Akkermansia muciniphila) çoğalmasını desteklemektedir. Bu türler, bağırsak bariyer bütünlüğünü koruyan ve inflamasyonu azaltan önemli mikrobiyal ajanlar arasında yer almaktadır (Procházková ve ark., 2023; Peng ve ark., 2023). Bir diğer dikkat çekici

mekanizma ise laktat metabolizmasıdır. Egzersiz sırasında kaslar tarafından üretilen laktat, bazı bakteriler tarafından enerji kaynağı olarak kullanılabilir. Örneğin, Scheiman ve arkadaşlarının (2019) yaptığı bir çalışmada, maraton koşucularında egzersiz sonrasında Veillonella atypica bakterisinin oranının arttığı ve bu bakterinin laktatı propiyonata dönüştürerek performansa katkıda bulunabileceği gösterilmiştir. Bu durum, mikrobiyotanın yalnızca pasif bir sistem değil, egzersiz sırasında aktif rol alabileceğini göstermektedir (Scheiman ve ark., 2019).

Egzersizin yoğunluğu ve süresi, mikrobiyota üzerinde farklı etkiler yaratabilir. Hafif-orta düzeyde düzenli egzersiz, mikrobiyotayı olumlu yönde etkilerken; çok yoğun ve uzun süreli egzersizler özellikle profesyonel atletlerde geçici disbiyozis, gastrointestinal şikayetler ve artmış bağırsak geçirgenliği ile ilişkilendirilmiştir. Bu nedenle egzersizin mikrobiyota üzerindeki etkileri, doz-yanıt ilişkisi içerisinde değerlendirilmelidir (Wegierska ve ark., 2022; Humińska-Lisowska ve ark., 2025).

Özetle, egzersiz mikrobiyota ile doğrudan ve dolaylı yollarla etkileşime girerek bağırsak mikrobiyal dengesini şekillendirebilir. Egzersiz sıklığı, tipi, süresi ve bireyin mevcut mikrobiyal kompozisyonu bu etkileşimde belirleyici olmaktadır. Mikrobiyal çeşitliliğin artırılması, faydalı türlerin desteklenmesi ve inflamasyon kontrolü gibi mekanizmalar, sporcular için yalnızca bağırsak sağlığını değil, genel performansı da doğrudan etkileyebilecek potansiyele sahiptir.

MİKROBİYOTANIN SPOR PERFORMANSI ÜZERİNDEKİ OLASI ETKİLERİ

Bağırsak mikrobiyotası, enerji metabolizması, inflamasyonun düzenlenmesi, bağışıklık sistemi modülasyonu, oksidatif stres kontrolü ve nörotransmitter üretimi gibi birçok dolaylı yolla fiziksel performansı etkileme potansiyeline sahiptir. Mikrobiyota ile spor performansı arasındaki bu ilişki, son yıllarda özellikle dayanıklılık sporcuları üzerinde yapılan çalışmalara konu oluşmuştur (Mach ve Fuster-Botella, 2017; Mohr ve ark., 2020).

Mikrobiyotanın performansa katkısı öncelikle enerji metabolizması üzerinden açıklanabilir. Bağırsak mikrobiyotası tarafından fermente edilen kompleks karbonhidratlardan elde edilen SCFA'lar – özellikle bütirat, propiyonat ve asetat – sporcular için önemli enerji kaynaklarıdır. Bu metabolitler, kolonositlerin temel enerji kaynağı olmanın ötesinde; kas hücrelerinde mitokondriyal biyogenez, insülin duyarlılığı ve yağ asidi

oksidasyonu üzerinde de olumlu etkiler gösterir. Özellikle bütiratın, kas hücrelerinde AMP-aktif protein kinaz (AMPK) aktivasyonunu artırarak egzersiz sırasında enerji verimliliğini iyileştirdiği bildirilmiştir. (Clark ve Mach, 2017). İkinci olarak, mikrobiyotanın bağışıklık sistemi üzerindeki etkisi performans için kritik öneme sahiptir. Sporcular, özellikle yoğun antrenman dönemlerinde immünsüpresyona ve enfeksiyonlara daha açık hale gelebilmektedir. Mikrobiyota, T hücre dengesi, immünoglobulin A (IgA) üretimi ve anti-inflamatuar sitokin düzeyleri üzerinde belirleyici rol oynayarak, sporcu bağışıklığını destekleyebilir. Örneğin, Bifidobacterium ve Lactobacillus türleriyle zenginleştirilmiş mikrobiyotaya sahip bireylerde, üst solunum yolu enfeksiyonlarının görülme sıklığı anlamlı şekilde azalmıştır (Aparicio-Pascual ve ark., 2025; Batatinha ve ark., 2020). Mikrobiyotanın inflamasyon kontrolü üzerindeki rolü de performansla doğrudan ilişkilidir. Egzersiz, özellikle yüksek yoğunlukta uygulandığında vücutta geçici inflamatuar yanıtlar oluşturur. Eğer bu inflamasyon iyi yönetilmezse toparlanma süreci uzar ve kas onarımı yavaşlar. SCFA'ların anti-inflamatuar etkileri sayesinde, mikrobiyota bu süreçte dengeleyici bir rol oynar. Özellikle bütirat, nükleer faktör-κB (NF-κB) sinyal yolaklarını baskılayarak proinflamatuar sitokinlerin üretimini azaltır. Bu durum, kas hasarının daha hızlı onarılmasını ve antrenman sonrası toparlanmanın hızlanmasını destekler (Bongiovanni, Ong ve Heaney, 2021).

Mikrobiyotanın sporculardaki etkisi yalnızca dayanıklılık değil; kas gücü, esneklik ve koordinasyon gibi diğer fiziksel parametreler açısından da değerlendirilmektedir. Yakın zamanda yapılan çalışmalarda, mikrobiyotası zengin ve çeşitliliği yüksek olan bireylerde kas kuvvetinin daha yüksek, egzersiz sonrası kas yorgunluğunun ise daha az olduğu raporlanmıştır. Bu durum, mitokondriyal fonksiyonların desteklenmesi ve oksidatif stresin azaltılması ile açıklanabilmektedir (Khan, 2023; Rojas-Valverde ve ark., 2023). Ek olarak, mikrobiyotanın performansa etkisi bireyden bireye farklılık gösterebilir. Mikrobiyal profildeki kişisel farklılıklar, genetik yapı, beslenme alışkanlıkları ve çevresel faktörler doğrultusunda şekillendiği için, bazı bireylerde performans artışı daha belirgin olabilir. Bu bağlamda, kişiye özel mikrobiyota analizleri yapılarak bireysel performans optimizasyonuna yönelik stratejiler geliştirmek, sporcu sağlığı ve başarısı açısından önem taşımaktadır (Hughes, 2020; Nolte ve ark., 2023).

PROBİYOTİK VE PREBİYOTİKLERİN SPOR PERFORMANSINA KATKISI

Bağırsak mikrobiyotasının spor performansı üzerindeki potansiyel etkileri göz önüne alındığında, bu mikrobiyal dengeyi modüle etmek amacıyla probiyotik ve prebiyotik takviyeler kullanılmaktadır. Bu takviyelerin kullanımıyla hem sporcuların sağlığını desteklemek hem de fiziksel performansı artırmak amaçlanmaktadır (McDermott ve ark., 2022; Jarrett, Medlin ve Morehen, 2025).

Probiyotikler, yeterli miktarda alındığında konakçıya sağlık yararı sağlayan canlı mikroorganizmalardır. Genellikle Lactobacillus, Bifidobacterium, Saccharomyces gibi türleri içerir. Bu mikroorganizmalar, bağırsak mikrobiyotasının dengesini koruyarak disbiyozisi önlemeye, bağışıklık sistemini güçlendirmeye ve inflamatuar süreçleri düzenlemeye yardımcı olur. Sporcularda, özellikle yoğun antrenman dönemlerinde ve yarış sezonlarında bağışıklık baskılanmasına bağlı olarak sık görülen enfeksiyonların azaltılmasında probiyotiklerin önemli katkılar sağladığı gösterilmiştir (Jäger ve ark., 2019; Łagowska ve Bajerska, 2021). Örneğin, Lactobacillus casei Shirota suşu ile yapılan bir çalışmada, profesyonel sporcularda 16 hafta boyunca kullanılan probiyotik desteğinin üst solunum yolu enfeksiyonu görülme sıklığını ve süresini azalttığı bildirilmiştir. Bu durum, probiyotiklerin immün modülatör etkileriyle ilişkilendirilmiştir. Ayrıca, Bifidobacterium breve ve Lactobacillus rhamnosus gibi türlerin inflamatuar yanıtları baskılayarak kas onarımını hızlandırdığı ve toparlanmayı kolaylaştırdığına dair bulgular da mevcuttur (Jäger ve ark., 2019; Haywood ve ark., 2014; Gleeson ve ark., 2011). Probiyotiklerin sporcular için bir diğer önemli katkısı, gastrointestinal sistem sağlığı üzerindeki olumlu etkileridir. Yoğun egzersiz, özellikle dayanıklılık sporlarında, bağırsak geçirgenliğinde ("leaky gut") ve gastrointestinal şikayetlerde artışa neden olabilir. Bu durum, performans kaybının yanı sıra sistemik inflamasyonu da beraberinde getirebilir. Probiyotikler, mukozal bariyer fonksiyonlarını güçlendirerek bu riski azaltabilir. Lactobacillus plantarum ve Saccharomyces boulardii gibi türlerin bu yöndeki koruyucu etkileri literatürde sıklıkla rapor edilmiştir (Santibañez-Gutierrez ve ark., 2025; Wosinska ve ark., 2019).

Prebiyotikler insan vücudu tarafından sindirilemeyen, ancak bağırsak mikroorganizmaları tarafından fermente edilebilen ve faydalı mikrobiyal türlerin çoğalmasını destekleyen bileşiklerdir. Fruktooligosakkaritler (FOS), galaktooligosakkaritler (GOS), inülin ve dirençli nişasta gibi prebiyotik bileşikler, özellikle Bifidobacterium ve Faecalibacterium gibi yararlı türlerin sayısını artırarak kısa zincirli yağ asitleri üretimini destekler. Bu etkiler, sporcularda enerji metabolizmasının desteklenmesi, inflamasyonun azaltılması ve bağışıklığın güçlendirilmesi açısından önemli avantajlar sağlayabilir (Wosinska ve ark., 2019; Yang ve ark., 2024). Ancak burada dikkat edilmesi gereken nokta, probiyotik ve prebiyotiklerin etkilerinin tür,

doz, kullanım süresi ve bireysel mikrobiyal yanıt gibi birçok faktöre bağlı olarak değişkenlik gösterebilmesidir. Her bireyin mikrobiyal profili farklı olduğundan, "herkese uyan tek bir probiyotik formülü"ndan ziyade, kişiselleştirilmiş mikrobiyota modülasyon stratejilerinin geliştirilmesi önem arz etmektedir. Ayrıca, piyasadaki ürünlerin çoğu yeterli bilimsel geçerliliğe sahip olmayabilir; bu nedenle güvenilir klinik verilerle desteklenen suşların kullanımı önerilmektedir (Nami ve ark., 2025; Santibañez-Gutierrez ve ark., 2022).

Sonuç olarak, probiyotik ve prebiyotik takviyeler, mikrobiyotayı hedef alarak spor performansını artırmada potansiyel bir destekleyici yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Bu ürünlerin düzenli, kontrollü ve bireyselleştirilmiş şekilde kullanımı sayesinde sporcuların hem fiziksel kapasiteleri hem de genel sağlık durumları olumlu yönde etkilenebilir.

SPORCULARIN MİKROBİYOTASINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Egzersiz tipi ve şiddeti, antrenman sıklığı, beslenme düzeni, psikolojik stres düzeyi, uyku kalitesi ve takviye kullanımı, sporcu mikrobiyotasının çeşitliliği ve dengesinde doğrudan belirleyici olabilir (Khan, 2023). İlk ve en önemli faktörlerden biri beslenmedir. Mikrobiyotanın substrat kaynağını oluşturan diyet bileşenleri, hangi bakteri türlerinin çoğalacağını veya azalacağını belirlemede temel etkendir. Lif bakımından zengin, bitkisel kaynaklı gıdalar, fermente ürünler ve polifenoller, bağırsak mikrobiyal çeşitliliğini artıran; Bifidobacterium ve Faecalibacterium gibi yararlı türleri destekleyen başlıca öğelerdir. Buna karşılık, yüksek proteinli ancak düşük lifli diyetler (bazı dayanıklılık veya vücut geliştirme sporcuları tarafından tercih edilen) bağırsak pH'ını düşürerek disbiyozis riskini artırabilir. Özellikle aşırı hayvansal protein tüketiminin, potansiyel patojenlerin büyümesini teşvik ettiği ve bütirat üretimini azaltabildiği bildirilmiştir. Bu nedenle, sporcuların performansa yönelik makro besin optimizasyonu yaparken mikrobiyotayı göz ardı etmemesi büyük önem taşır (Marco ve ark., 2021; Dziewiecka ve ark., 2022). Egzersiz tipi, süresi ve yoğunluğu da mikrobiyotada farklı değişikliklere yol açabilir. Hafif ve orta şiddetteki düzenli egzersiz, mikrobiyal çeşitliliği artırma, anti-inflamatuar türlerin çoğalması ve kısa zincirli yağ asidi üretimini destekleme gibi olumlu etkilere sahiptir. Ancak, özellikle maraton, triatlon, bisiklet gibi yüksek dayanıklılık gerektiren sporlarda uzun süreli yoğun egzersiz, gastrointestinal stresin artmasına, bağırsağın geçirgenliğinin bozulmasına ve bazı yararlı bakterilerin

baskılanmasına neden olabilir. Bu durum, bağırsak-beyin ekseni üzerinden performans, odaklanma ve motivasyon düzeylerini olumsuz etkileyebilir (Al-Beltagi ve ark., 2025; Ribeiro ve ark., 2021; Yoon ve ark., 2024).

Psikolojik stres de sporcuların mikrobiyotasını etkilemektedir. Yoğun rekabet ortamı, antrenman baskısı, performans kaygısı gibi unsurlar, hipotalamus-hipofiz-adrenal (HHA) aksı üzerinden kortizol düzeyini artırarak mikrobiyal dengeyi bozabilir. Stres hormonlarının aşırı salınımı, özellikle laktobasillus gibi faydalı türlerin baskılanmasına, bağırsak bariyer fonksiyonunun zayıflamasına ve bağırsak motilitesinde değişikliklere yol açabilir (Dalton, Mermier ve Zuhl, 2019; Rusch, Layden ve Dugas, 2023). Takviye ürün kullanımı, özellikle protein tozları, kreatin, BCAA ve enerji içecekleri gibi ürünler, mikrobiyotaya dolaylı yoldan etki edebilir. Bazı çalışmalar, bu ürünlerin bağırsak pH'ını değiştirebileceğini, su tutulumunu etkileyebileceğini ve bazı yararlı türlerin çoğalmasını engelleyebileceğini öne sürmektedir. Öte yandan, bilinçli şekilde kullanılan probiyotik ve prebiyotik takviyeler ise mikrobiyotaya doğrudan olumlu katkı sağlayabilir (Hua ve ark., 2023; Moreno-Pérez ve ark., 2018). Son olarak, uyku kalitesi ve sirkadiyen ritim, sporcu mikrobiyotasını etkileyen bir diğer önemli yaşam tarzı faktörüdür. Yetersiz ve düzensiz uyku, mikrobiyotadaki yararlı türlerin baskılanmasına ve disbiyotik yapıların artmasına neden olabilir. Bu da hem bağışıklık sisteminde zayıflamaya hem de enerji metabolizmasında bozulmaya yol açarak performansı olumsuz etkileyebilir (Matenchuk, Mandhane ve Kozyrskyj, 2020; Bongiovanni ve ark., 2025).

Tüm bu faktörler göz önüne alındığında, sporcularda mikrobiyal dengeyi korumak; performans artışının sürdürülebilirliği, bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi ve antrenman sonrası toparlanmanın hızlandırılması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, sporcu beslenmesi ve antrenman planlamalarında mikrobiyota sağlığı dikkate alınmalıdır.

SONUÇ

Son yıllarda mikrobiyota ile spor performansı arasındaki etkileşim, beslenme biliminden egzersiz fizyolojisine kadar pek çok disiplini ilgilendiren çok yönlü bir araştırma alanı haline gelmiştir. Mevcut literatür, bağırsak mikrobiyotasının sadece sindirim sağlığı değil; enerji metabolizması, bağışıklık sistemi, inflamasyon kontrolü, nörolojik işlevler ve psikolojik dayanıklılık gibi spor performansını doğrudan veya dolaylı etkileyen birçok

mekanizma üzerinde önemli rol oynadığını ortaya koymaktadır. Düzenli fiziksel aktivitenin mikrobiyal çeşitliliği artırdığı, kısa zincirli yağ asidi üretimini desteklediği ve anti-inflamatuar türlerin oranını yükselttiği çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir. Buna karşılık, mikrobiyotada oluşan olumlu değişimler de egzersize adaptasyonu kolaylaştırmakta, toparlanma süreçlerini hızlandırmakta ve bağışıklık fonksiyonlarını güçlendirerek sporcuların hastalık yükünü azaltmaktadır. Bu çift yönlü etkileşim, performansın optimizasyonu açısından mikrobiyotanın hedeflenmesini anlamlı ve değerli kılmaktadır.

Probiyotik ve prebiyotik takviyeler, bu alanda potansiyel uygulamalar arasında öne çıkmakta; özellikle bağışıklık, gastrointestinal sağlık ve toparlanma süreçlerine katkıları sayesinde sporcu sağlığına destek sağlamaktadır. Ancak bu müdahalelerin etkisi bireyden bireye değişebildiğinden, gelecekte kişiselleştirilmiş mikrobiyota temelli beslenme stratejilerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Spor branşına özgü mikrobiyal profillerin tanımlanması, çocuk ve genç sporcularda mikrobiyota gelişiminin izlenmesi ve stres–uyku–beslenme–antrenman dörtlüsünün mikrobiyota üzerindeki toplam etkisinin değerlendirilmesi bu alandaki bilgi birikimini derinleştirecektir. Sonuç olarak, mikrobiyotayı performansa entegre eden yaklaşımlar, geleneksel sporcu beslenmesi anlayışının ötesine geçerek daha bütüncül ve bilimsel temelli bir yol sunmaktadır. Bu doğrultuda yapılacak çok disiplinli ve uzun süreli araştırmalar, mikrobiyota merkezli uygulamaların hem sağlık hem de performans açısından sürdürülebilir ve etkili hale gelmesini sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Altveş, S., Yildiz, H. K. & Vural, H. C. Interaction of the microbiota with the human body in health and diseases. *Biosci Microbiota Food Health* 39, 23–32 (2020).

da Silva, G. J. & Domingues, S. We Are Never Alone: Living with the Human Microbiota. *Front Young Minds* 5, (2017).

Farré-Maduell, E. & Casals-Pascual, C. The origins of gut microbiome research in Europe: From Escherich to Nissle. *Hum Microb J* 14, 100065 (2019).

Sender, R., Fuchs, S. & Milo, R. Revised Estimates for the Number of Human and Bacteria Cells in the Body. *PLoS Biol* 14, e1002533 (2016).

Silva, Y. P., Bernardi, A. & Frozza, R. L. The Role of Short-Chain Fatty Acids From Gut Microbiota in Gut-Brain Communication. *Front Endocrinol (Lausanne)* 11, 508738 (2020).

Jang, L. G. *et al.* The combination of sport and sport-specific diet is associated with characteristics of gut microbiota: an observational study. *J Int Soc Sports Nutr* 16, (2019).

Rojas-Valverde, D. *et al.* Examining the Interaction between Exercise, Gut Microbiota, and Neurodegeneration: Future Research Directions. *Biomedicines 2023, Vol. 11, Page 2267* 11, 2267 (2023).
Costa, A. Exercise, Nutrition and Gut Microbiota: Possible Links and Consequences. *Int J Sports Exerc Med* 3, (2017).
Gubert, C., Kong, G., Renoir, T. & Hannan, A. J. Exercise, diet and stress as modulators of gut microbiota: Implications for neurodegenerative diseases. *Neurobiol Dis* 134, 104621 (2020).
Wegierska, A. E. *et al.* The Connection Between Physical Exercise and Gut Microbiota: Implications for Competitive Sports Athletes. *Sports Medicine 2022 52:10* 52, 2355–2369 (2022).
Zhuang, P. *et al.* Essential Fatty Acids Linoleic Acid and α-Linolenic Acid Sex-Dependently Regulate Glucose Homeostasis in Obesity. *Mol Nutr Food Res* 62, 1800448 (2018).
Zhuang, P. *et al.* Eicosapentaenoic and Docosahexaenoic Acids Differentially Alter Gut Microbiome and Reverse High-Fat Diet–Induced Insulin Resistance. *Mol Nutr Food Res* 64, 1900946 (2020).
Singh, R. K. *et al.* Influence of diet on the gut microbiome and implications for human health. *Journal of Translational Medicine 2017 15:1* 15, 1–17 (2017).
Daïen, C. I., Pinget, G. V., Tan, J. K. & Macia, L. Detrimental impact of microbiota-accessible carbohydrate-deprived diet on gut and immune homeostasis: An overview. *Front Immunol* 8, 253739 (2017).
Christudas, S., Devi Devaraj, R., Xu, B. & Program, P. D. Different impacts of plant proteins and animal proteins on human health through altering gut microbiota. *Functional Foods in Health and Disease* 5, 228–243 (2020).
Boisseau, N., Barnich, N. & Koechlin-Ramonatxo, C. The Nutrition-Microbiota-Physical Activity Triad: An Inspiring New Concept for Health and Sports Performance. *Nutrients 2022, Vol. 14, Page 924* 14, 924 (2022).
Yang, Q. *et al.* Role of Dietary Nutrients in the Modulation of Gut Microbiota: A Narrative Review. *Nutrients 2020, Vol. 12, Page 381* 12, 381 (2020).
Huda, M. N. *et al.* Neonatal Vitamin A Supplementation and Vitamin A Status Are Associated with Gut Microbiome Composition in Bangladeshi Infants in Early Infancy and at 2 Years of Age. *J Nutr* 149, 1075–1088 (2019).
Munukka, E. *et al.* Six-week endurance exercise alters gut metagenome that is not reflected in systemic metabolism in over-weight women. *Front Microbiol* 9, 378898 (2018).
Carbajo-Pescador, S. *et al.* Beneficial effects of exercise on gut microbiota functionality and barrier integrity, and gut-liver crosstalk in an in vivo model of early obesity and non-alcoholic fatty liver disease. *DMM Disease Models and Mechanisms* 12, (2019).
Yuan, X. *et al.* Influence of excessive exercise on immunity, metabolism, and gut microbial diversity in an overtraining mice model. *Scand J Med Sci Sports* 28, 1541–1551 (2018).
Clarke, S. F. *et al.* Exercise and associated dietary extremes impact on gut microbial diversity. *Gut* 63, 1913–1920 (2014).
Procházková, N. *et al.* Advancing human gut microbiota research by considering gut transit time. *Gut* 72, 180–191 (2023).

Peng, M. *et al.* Akkermansia muciniphila improves heat stress-impaired intestinal barrier function by modulating HSP27 in Caco-2 cells. *Microb Pathog* 177, 106028 (2023).
Scheiman, J. *et al.* Meta-omics analysis of elite athletes identifies a performance-enhancing microbe that functions via lactate metabolism. *Nature Medicine 2019 25:7* 25, 1104–1109 (2019).
Humińska-Lisowska, K. *et al.* Gut microbiome and blood biomarkers reveal differential responses to aerobic and anaerobic exercise in collegiate men of diverse training backgrounds. *Sci Rep* 15, 1–15 (2025).
Mach, N. & Fuster-Botella, D. Endurance exercise and gut microbiota: A review. *J Sport Health Sci* 6, 179–197 (2017).
Mohr, A. E. *et al.* The athletic gut microbiota. *Journal of the International Society of Sports Nutrition 2020 17:1* 17, 1–33 (2020).
Clark, A. & Mach, N. The crosstalk between the gut microbiota and mitochondria during exercise. *Front Physiol* 8, 271566 (2017).
Aparicio-Pascual, D., Clemente-Suárez, V. J., Tornero-Aguilera, J. F. & Rubio-Zarapuz, A. The Effect of Probiotic Supplementation Over Cytokine Modulation in Athletes After a Bout of Exercise: A Systematic Review and Meta-Analysis. (2025) doi:10.21203/RS.3.RS-5566765/V1.
Batatinha, H. *et al.* Probiotic supplementation in marathonists and its impact on lymphocyte population and function after a marathon: a randomized placebo-controlled double-blind study. *Sci Rep* 10, 1–13 (2020).
Bongiovanni, T., Ong, M. L. Y. & Heaney, L. The Athlete and Gut Microbiome: Short-chain Fatty Acids as Potential Ergogenic Aids for Exercise and Training. *Int J Sports Med* 42, 1143–1158 (2021).
Khan, I. Editorial: Nutrition to support gut health and the microbiome in athletes. *Front Nutr* 10, 1207543 (2023).
Hughes, R. L. A Review of the Role of the Gut Microbiome in Personalized Sports Nutrition. *Front Nutr* 6, 504337 (2020).
Nolte, S., Krüger, K., Lenz, C. & Zentgraf, K. Optimizing the Gut Microbiota for Individualized Performance Development in Elite Athletes. *Biology 2023, Vol. 12, Page 1491* 12, 1491 (2023).
McDermott, C. E. *et al.* Impact of probiotic supplementation on exercise endurance among non-elite athletes: study protocol for a randomized, placebo-controlled, double-blind, clinical trial. *Trials* 23, 1–12 (2022).
Jarrett, H., Medlin, S. & Morehen, J. C. The Role of the Gut Microbiome and Probiotics in Sports Performance: A Narrative Review Update. *Nutrients 2025, Vol. 17, Page 690* 17, 690 (2025).
Jäger, R. *et al.* International Society of Sports Nutrition Position Stand: Probiotics. *Journal of the International Society of Sports Nutrition 2019 16:1* 16, 1–44 (2019).
Łagowska, K. & Bajerska, J. Probiotic supplementation and respiratory infection and immune function in athletes: Systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Athl Train* 56, 1213–1223 (2021).
Haywood, B. A. *et al.* Probiotic supplementation reduces the duration and incidence of infections but not severity in elite rugby union players. *J Sci Med Sport* 17, 356–360 (2014).
Gleeson, M., Bishop, N. C., Oliveira, M. & Tauler, P. Daily Probiotic's (Lactobacillus casei Shirota) Reduction of Infection Incidence in Athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 21, 55–64 (2011).

Santibañez-Gutierrez, A. *et al.* Lactobacillus plantarum Supplementation on Sport Performance, Biomarkers of Intestinal Damage, and Oxidative Stress in Recreational Athletes. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology 2025, Vol. 10, Page 131* 10, 131 (2025).
Wosinska, L., Cotter, P. D., O'Sullivan, O. & Guinane, C. The Potential Impact of Probiotics on the Gut Microbiome of Athletes. *Nutrients 2019, Vol. 11, Page 2270* 11, 2270 (2019).
Deehan, E. C. *et al.* Revisiting the Concepts of Prebiotic and Prebiotic Effect in Light of Scientific and Regulatory Progress—A Consensus Paper From the Global Prebiotic Association. *Advances in Nutrition* 15, 100329 (2024).
Yang, K. ; *et al.* The Improvement and Related Mechanism of Microecologics on the Sports Performance and Post-Exercise Recovery of Athletes: A Narrative Review. *Nutrients 2024, Vol. 16, Page 1602* 16, 1602 (2024).
Nami, Y., Barghi, A., Shahgolzari, M., Salehian, M. & Haghshenas, B. Mechanism of Action and Beneficial Effects of Probiotics in Amateur and Professional Athletes. *Food Sci Nutr* 13, e4658 (2025).
Santibañez-Gutierrez, A., Fernández-Landa, J., Calleja-González, J., Delextrat, A. & Mielgo-Ayuso, J. Effects of Probiotic Supplementation on Exercise with Predominance of Aerobic Metabolism in Trained Population: A Systematic Review, Meta-Analysis and Meta-Regression. *Nutrients* 14, 622 (2022).
Marco, M. L. *et al.* The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on fermented foods. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol* 18, 196–208 (2021).
Dziewiecka, H. *et al.* Physical activity induced alterations of gut microbiota in humans: a systematic review. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation 2022 14:1* 14, 1–22 (2022).
Al-Beltagi, M. *et al.* Exploring the gut-exercise link: A systematic review of gastrointestinal disorders in physical activity. *World J Gastroenterol* 31, 106835 (2025).
Ribeiro, F. M., Petriz, B., Marques, G., Kamilla, L. H. & Franco, O. L. Is There an Exercise-Intensity Threshold Capable of Avoiding the Leaky Gut? *Front Nutr* 8, 627289 (2021).
Yoon, E. J. *et al.* Effect of Endurance Exercise Training on Gut Microbiota and ER Stress. *Int J Mol Sci* 25, 10742 (2024).
Dalton, A., Mermier, C. & Zuhl, M. Exercise influence on the microbiome–gut–brain axis. *Gut Microbes* 10, 555–568 (2019).
Rusch, J. A., Layden, B. T. & Dugas, L. R. Signalling cognition: the gut microbiota and hypothalamic-pituitary-adrenal axis. *Front Endocrinol (Lausanne)* 14, 1130689 (2023).
Hua, Y. *et al.* Metabolites, gene expression, and gut microbiota profiles suggest the putative mechanisms via which dietary creatine increases the serum taurine and g-ABA contents in Megalobrama amblycephala. *Fish Physiology and Biochemistry 2023 49:2* 49, 253–274 (2023).
Moreno-Pérez, D. *et al.* Effect of a Protein Supplement on the Gut Microbiota of Endurance Athletes: A Randomized, Controlled, Double-Blind Pilot Study. *Nutrients 2018, Vol. 10, Page 337* 10, 337 (2018).
Matenchuk, B. A., Mandhane, P. J. & Kozyrskyj, A. L. Sleep, circadian rhythm, and gut microbiota. *Sleep Med Rev* 53, 101340 (2020). 58. Bongiovanni, T. *et al.* A Lactobacillus consortium provides insights into the sleep-exercise-microbiome

nexus in proof of concept studies of elite athletes and in the general population. *Microbiome* 13, 1–17 (2025).

Serbest Radikaller

Zehra TEKİN[1]

1- Dr. Öğr Üyesi.; Adıyaman Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Eczacılık Temel Bilimleri Bölümü. ztekin@adiyaman.edu.tr ORCID No: 0000-0003-3682-3044

ÖZET

Serbest radikal, değerlik kabuğunda veya dış yörüngesinde bir veya daha fazla eşleşmemiş elektron içeren ve bağımsız olarak var olabilen bir atom veya molekül olarak tanımlanabilir. Hem toksik hem de faydalı bileşikler olarak insan fizyolojisi ve patolojisinde iki önemli rol oynar. Düşük konsantrasyonlarda, redoks regülasyonu, mitojenik tepkiler ve apoptozu düzenleyen hücresel sinyal yollarında rol alarak farklı fizyolojik süreçlere katılırlar; daha yüksek bir seviyede ise bu reaktif türler lipitler ve membranlar, proteinler ve nükleik asitler dahil olmak üzere hücresel hasara neden olan nitrozatif ve oksidatif stres üreterek çeşitli kronik ve dejeneratif hastalıklara neden olurlar. Bu çalışma, serbest radikal türleri hakkında genel bir bakış açısı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler – Serbest radikaller, Reaktif Oksijen Türleri, Reaktif Azot Türleri, Hidrojen Peroksit, Peroksinitrit.

SERBEST RADİKALLERİN TARİHİ

"Radikal" terimi ilk olarak 1786'da Guyton de Morveau tarafından ortaya atılmış ve daha sonra Gay-Lussac, Liebig ve Berzelius tarafından birçok maddede değişmeden bulunan atom gruplarını ifade etmek için kullanılmıştır (Di Meo ve Venditti, 2020). Organik bileşiklerin homolog seriler halinde sınıflandırılmasından sonra radikaller, bileşiklerin fonksiyonel grubunu içeren, reaksiyonlarda değişmeden kalan ve bu reaksiyonları önemli ölçüde değiştirmeden diğer radikallerle değiştirilebilen organik bileşik moleküllerine ait atom grupları olarak kabul edilmiştir (Di Meo ve Venditti, 2020).

Serbest radikal ve oksidatif stres teorisinin kökeni, 19. yüzyılın sonlarına dayanmaktadır. Fenton'un 1894 yılında, hidrojen peroksit ile Fe^{2+} iyonlarının varlığında tartarik asidin oksidasyonunu keşfi bu yolda atılan ilk adımdır (Çakatay ve Kayalı, 2014; Fenton, 1894; Phaniendra vd., 2015). 1900 yılında, Michigan Üniversitesi'nde Kimya Profesörü olan Moses Gomberg (Gomberg, 1900), canlı organizmada organik bir serbest radikal olan trifenil metil radikalini keşfederek serbest radikaller ile ilgili araştırmaların başlamasını sağlamıştır (Çakatay ve Kayalı, 2014; Phaniendra vd., 2015). 1934 yılında Haber-Wiss, biyolojik sistemde süperoksit ($O_2^{\bullet-}$) ve hidrojen peroksit (H_2O_2) arasındaki etkileşimden son derece aktif hidroksil radikalinin üretildiğini (HO•) öne sürmüştür (Haber ve Weiss, 1934; Kehrer, 2000).

1954'te Gershman tarafından, oksijenin toksisitesinin serbest radikaller oluşturma kabiliyetinden kaynaklandığını gösteren "oksijen toksisitesinin serbest radikal teorisi" (Gerschman vd., 1954) yayınlanmıştır. (Phaniendra vd., 2015). Aynı yıl elektron paramanyetik rezonans (EPR) ve

elektron spin rezonans (ESR) gibi hassas yöntemler kullanılarak biyolojik sistemde serbest radikallerin varlığı doğrulanmıştır (Çakatay ve Kayalı, 2014; Commoner vd., 1954; Phaniendra vd., 2015). Önerilen teoriler arasında "yaşlanmanın serbest radikal teorisi" (Harman, 1956) evrensel olarak kabul görmüş olup, serbest radikallerin üretimi ve serbest radikal hasarının yaşla birlikte arttığı gerçeğiyle desteklenmiştir. Bu teori, vücuttaki serbest radikallerin hücresel bileşenlerde oksidatif hasara neden olduğunu ve bunun da hücresel fonksiyonda değişikliğe, doku ve organ fonksiyonlarında bozulmaya ve nihayetinde ölüme yol açtığını varsaymaktadır (Rahman, 2007).

Serbest radikaller konusunda çığır açan bir diğer çalışma ise süperoksit anyonlarına karşı ilk enzimatik savunma sistemi olan süperoksit dismutazın keşfidir (McCord ve Fridovich, 1969; Phaniendra vd., 2015). Serbest radikallerin canlı organizmadaki rolünün anlaşılması, radikallerin kararsız ve dayanıksız olmaları nedeni ile 1980'li yıllarda elektron paramanyetik rezonans (ESR) ve floresans problarının kullanımı ile mümkün olmuştur (Çakatay ve Kayalı, 2014; Commoner vd., 1954). Serbest radikallerin canlı organizmadaki etkisinin anlaşılmasına katkı sağlayan araştırmalar Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1. Serbest radikaller hakkında bilgi edinmek için yapılan çalışmalar (Di Meo ve Venditti, 2020)

Oksijenin merkezi sinir sistemi üzerindeki toksik etkileri (Paul Bert etkisi)	(Bert, 1878)
Hidrojen peroksit ile Fe^{2+} iyonlarının varlığında tartarik asidin oksidasyonunu keşfi	(Fenton, 1894)
Oksijenin akciğer toksisitesi (Lorrain Smith etkisi)	(Smith, 1899)
Trifenilmetil radikalinin hazırlanması, $(C6H5)3C\bullet$	(Gomberg, 1900)
Ksantin oksidoredüktazın (XOR) özellikleri	(Schardinger, 1902)
Oksijenin radyosensitivite üzerindeki etkisi	(Schwartz, 1909)
Atomik hidrojenin izolasyonu	(Wood, 1922)
Metil ($\bullet CH_3$) serbest radikalinin hazırlanması	(Paneth ve Hofeditz, 1929)
İyonlaştırıcı radyasyonun dolaylı etkisi için "Aktifleştirilmiş çözücü" hipotezi	(Risse, 1930)

Tablo.1'in devamı

Biyolojik sistemlerde biyokimyasal ara ürünler olarak serbest radikallerin keşfi	(Michaelis, 1931)
Kanser tedavisinde X-ışınlarının ilk kullanımı	(Grubbé, 1933)
"Peroksit etkisinin" keşfi	(Kharasch ve Mayo, 1933)
Hidroksil radikalinin oluşumu	(Haber ve Weiss, 1934)
Retinopati ile oksijen fazlalığı arasında bir bağlantı	(Campbell, 1951)
Serbest radikallerin oksijen toksisitesine katılımı	(Gerschman vd., 1954)
ESR ile biyolojik sistemlerde serbest radikallerin gözlenmesi	(Commoner vd., 1954)
Serbest radikallerin biyolojik yaşlanmaya etkisi	(Harman, 1956)
Mikrozomal NADPH oksidaz tarafından H_2O_2 oluşumu	(Gillette vd., 1957)
Oksijen reaktivitesinde spin kısıtlaması	(Taube, 1965)
Süperoksit dismutazın (SOD) keşfi	(McCord ve Fridovich, 1969)
Oksijen toksisitesinin "süperoksit teorisi"	(McCord vd., 1971)
Güvercin kalbi mitokondrileri tarafından H_2O_2üretimi	(Loschen vd., 1971)
Hiperbarik koşullar altında H_2O_2'nin mitokondriyal oluşumu	(Boveris ve Chance, 1973)
Solunum patlamasının ilk ürünü olarak süperoksit	(Babior vd., 1973)
İnsülin tarafından NADPH oksidazın uyarılması	(Mukherjee ve Lynn, 1977)
Guanilat siklazın HO• radikali tarafından aktivasyonu	(Mittal ve Murad, 1977)
Reperfüzyon hasarında oksijen radikal tutulumu	(Granger vd., 1981)
Egzersiz sırasında ROS üretiminin ESR ile gözlemlenmesi	(Davies vd., 1982)
Nitrik oksit ve süperoksitten peroksinitrit oluşumu	(Blough ve Zafiriou, 1985)
Oksidatif stres'in tanımı	(Sies, 1985)
Hipertiroid sıçan karaciğerinde lipid peroksidasyonun artış	(Fernández vd., 1985)

Tablo.1'in devamı

Nitrik oksit sentazın (NOS) saflaştırılması	(Bredt ve Snyder, 1990)
Nrf2'nin keşfi	(Itoh vd., 1997)
Serbest radikal aktivitesini azaltan eğitim	(Venditti vd., 1999)
ROS'un hücresel sinyalleşmeyi başlattığı mekanizmalar	(Thannickal ve Fanburg, 2000)
Antioksidan takviyesi, kas hücreleri için antrenman kaynaklı yararlı adaptasyonları önler	(Gomez-Cabrera vd., 2008)
ROS üretimi ve yaşlanma	(Ristow ve Schmeisser, 2011)

GİRİŞ

Serbest radikal, değerlik kabuğunda veya dış yörüngesinde bir veya daha fazla eşleşmemiş elektron içeren ve bağımsız olarak var olabilen bir atom veya molekül olarak tanımlanabilir. Serbest radikalin tek sayıdaki elektronu onu kararsız, kısa ömürlü ve oldukça reaktif hale getirir. Yüksek reaktiviteleri nedeniyle, stabiliteye ulaşmak için diğer bileşiklerden elektron koparabilir veya kendi elektronunu kaybedebilir. Böylece saldırıya uğrayan molekül elektronunu kaybeder ve kendisi de bir serbest radikal haline gelir. Bunun sonucunda önemli hücresel hasara yol açabilen bir zincirleme reaksiyon başlar (Phaniendra vd., 2015). Ayrıca serbest radikaller stabiliteye ulaşmak için kendi elektronlarını da kaybedebilir. Bu nedenle hem oksidan hem de indirgeyici olarak hareket ederler (Chaudhary vd., 2023).

Serbest radikaller, mitokondriyal solunum ve bağışıklık hücresi aktivasyonu gibi süreçler yoluyla endojen olarak ve UV radyasyon, sigara, pestisitler ve hava kirliliği gibi çevresel faktörler yoluyla da eksojen olarak üretilebilirler (Chandimali vd., 2025). Hücresel metabolizmanın yan ürünleri olarak endojen yollardan serbest radikal üretimi homolitik bölünme, heterolitik bölünme ve bir moleküle tek bir elektronun eklenmesi şeklinde gerçekleşebilir.

Reaktif azot ve reaktif oksijen türleri (RNS/ROS), hem toksik hem de sağlığa yararlı bileşikler olarak insan fizyolojisi ve patolojisinde iki önemli rol oynarlar. Düşük konsantrasyonlarda, redoks regülasyonu, mitojenik tepkiler ve apoptozu düzenleyen hücresel sinyal yollarında rol alarak farklı fizyolojik süreçlere katılırlar; daha yüksek seviyelerde ise bu

reaktif türler nitrozatif ve oksidatif stres üreterek hücresel hasara neden olurlar (Chandimali vd., 2025; Chaudhary vd., 2023).

Birçok hücresel organel, ROS ve RNS'yi temizleme yeteneğine sahiptir. Katalaz, süperoksit dismutaz, glutatyon peroksidaz ve glutatyon redüktaz enzimlerine dayanan bir antioksidan savunma sistemi, vücudu ve dokuları ROS/RNS kaynaklı hücresel hasardan korur. Ancak, reaktif türler hücreler içinde kritik konsantrasyonlara ulaştığında antioksidan savunma sistemi yetersiz kalır ve redoks homeostazının sürdürülememesi oksidatif strese yol açar (Olufunmilayo vd., 2023). ROS ve RNS türlerinin aşırı hücre içi birikiminden kaynaklanan oksidatif stres, diyabet, obezite, diyabetik nefropati, diyabetik nöropati ve Alzheimer hastalığı, amiyotrofik lateral skleroz ve Parkinson hastalığı gibi nörolojik bozukluklar dahil olmak üzere çeşitli hastalıkların başlangıcına ve ilerlemesine katkıda bulunur. Oksidatif stres ayrıca kardiyovasküler hastalıklar ve kanser gibi çeşitli patolojik durumlarla da ilişkilendirilir (Ionescu-Tucker ve Cotman, 2021; Kochman vd., 2021; Olufunmilayo vd., 2023; Reddy, 2023).

Reaktif Oksijen Türleri ve Reaktif Azot Türleri

Atmosferdeki oksijen, insanlarda yaşamı sürdüren aerobik solunum için önemli bir bileşendir. Oksijenin yaklaşık %95'i yağları, proteinleri ve karbonhidratları metabolize ederek enerji üretmek için kullanır ve sonunda suya dönüşür; ancak kalan %5'i son derece reaktif olan aktif oksijen veya ROS adı verilen metabolitler üretir (Nakai ve Tsuruta, 2021; Zaric vd., 2023).

Serbest radikal, değerlik kabuğunda veya dış yörüngesinde bir veya daha fazla eşleşmemiş elektron içeren ve bağımsız olarak var olabilen bir atom veya molekül olarak tanımlanabilir. Elektronların negatif elektrik yükü, pozitronların pozitif nükleer yükü ile dengelenir ve bu da nötr bir parçacıkla sonuçlanır (Martemucci vd., 2022).

Serbest radikal reaksiyonları şu üç ana aşamadan oluşur: başlatma, yayılma ve sonlandırma. Başlatma aşamasında moleküller, bir zincirleme reaksiyon başlatır ve serbest radikal molekülleri oluşturmak için homolize uğrar. Yayılma aşamasında, serbest radikal molekülleri diğer nötr moleküllerle reaksiyona girerek yeni serbest radikal molekülleri oluşturur. Serbest radikal reaksiyonu, iki serbest radikalin nötr bir molekül oluşturmak üzere birleştiği bir sonlandırma aşamasıyla sona erer (Tumilaar vd., 2024).

Serbest radikaller veya pro-oksidanlar, ROS ve RNS olmak üzere iki türe ayrılır. Reaktif oksijen ve azot türleri radikal veya radikal olmayan bileşikler olabilir. Radikallere örnek olarak süperoksit ($O_2^{\bullet -}$), oksijen radikali ($O_2^{\bullet\bullet}$), hidroksil radikali ($OH^{\bullet}$), alkoksi radikali ($RO^{\bullet}$), peroksil radikali ($ROO^{\bullet}$), nitrik oksit ($NO^{\bullet}$) ve azot dioksit ($NO_2^{\bullet}$) verilebilir. Radikal olmayan türlere ise hidrojen peroksit (H_2O_2), hipokloröz asit (HOCl), hipobromöz asit (HOBr), ozon (O_3), singlet oksijen ($^1O_2$), nitröz asit (HNO_2), nitrozil katyonu

(NO^+), nitroksil anyon (NO^-), dinitrojen trioksit (N_2O_3), dinitrojen tetraoksit (N_2O_4), nitronyum katyonu (NO_2^+), organik peroksitler (ROOH), aldehitler (HCOR) ve peroksinitrit (ONOOH) örnek olarak verilebilir. Bu radikal olmayan türler serbest radikal değildir ancak canlı organizmalarda kolayca serbest radikal reaksiyonlara yol açabilirler (Martemucci vd., 2022; Phaniendra vd., 2015).

Serbest Radikallerin Özellikleri
Süperoksit Anyon Radikali($O_2^{\bullet-}$)

Süperoksit anyon radikali, enzimatik süreç, otooksidasyon reaksiyonu ve bir elektronun moleküler oksijene aktarıldığı enzimatik olmayan elektron transfer reaksiyonları ile meydana gelen önemli bir ROS türüdür (Phaniendra vd., 2015). $O_2^{\bullet-}$, 17 elektron ve negatif elektrik yüküne sahip olup iki oksijen atomundan oluşur (Andrés vd., 2023a). $O_2^{\bullet-}$,bir sinyal ajanı, toksik bir tür veya kendiliğinden parçalanan zararsız bir ara madde olarak işlev görebilir (Andrés vd., 2023a).

Kimyasal olarak $O_2^{\bullet-}$, iyonlaştırıcı radyasyon veya UV radyasyonu içeren reaksiyonlar ve geçiş metalleri veya indirgeyici radikaller tarafından O_2'nin indirgenmesi ile üretilir (Andrés vd., 2023a). Biyolojik olarak ise mitokondriyal solunum zinciri ve fagositik nikotinamid adenin dinükleotid fosfat oksidaz olmak üzere iki kaynaktan üretilebilir. Dolayısıyla, solunumun bir yan ürünüdür ve bağışıklık savunma sisteminin önemli bir bileşenidir (Hayyan vd., 2016).

Hidroksil Radikali (HO•)

Canlı organizmalarda, oksijenin suya indirgenmesi sürecinde sürekli olarak oluşan iki ana reaktif oksijen türü vardır: süperoksit radikali ve hidroksil radikali (Lipinski, 2011). Hidroksil radikali (HO•), kimyasal olarak canlı organizmada oluşan en reaktif ve en toksik serbest radikaldir (Das ve Roychoudhury, 2014; Martemucci vd., 2022). Hidroksil radikali, oksidatif metabolizma, fagositoz, inflamasyon ve patolojik koşullar yoluyla endojen olarak oluşabilir (Cadet ve Wagner, 2014). Bununla birlikte, Fenton kimyasından yararlanan demir katalizli Haber-Weiss reaksiyonu biyolojik sistemlerde yüksek oranda reaktif hidroksil radikalinin üretildiği başlıca mekanizma olarak kabul edilmektedir (Kehrer, 2000). HO• radikali, pürin ve pirimidin bazları ve deoksiriboz şeker omurgası gibi tüm DNA bileşenleriyle doğrudan reaksiyona girerek tek ve çift zincirli kırıklar da dahil olmak üzere değişikliklere neden olur. Hidrojen atomlarını soyutlayarak pürinleri değiştirir ve pirimidin türevlerine ve DNA-protein çapraz bağlanmasına yol açar. HO•, en reaktif ve elektrofilik ROS olduğu için kanser, nörodejeneratif bozukluklar ve diyabet gibi çeşitli hastalıkların patogenezinde rol alan (Ransdell-Green vd., 2025) DNA hasarından sorumludur (Andrés vd.,

2023b). Hidroksil radikalleri en yüksek tek elektron indirgeme potansiyeline (2310 mV) sahip olduğundan, canlı organizmalardaki her şeyle reaksiyona girebilirler ve üretildikleri yerden birkaç nanometreden daha az uzaklıktaki herhangi bir moleküle saldırdıkları için en zararlı serbest türler olarak kabul edilirler (Martemucci vd., 2022).

Singlet Oksijen ($^1O_2$)

Singlet oksijen, kimyasal, fotokimyasal ve elektron transfer reaksiyonları ile enzimatik olmayan yollarla veya inflamasyon ve fagositoz sırasında endojen enzimatik reaksiyonların bir yan ürünü olarak oluşabilir (Murotomi vd., 2023). $^1O_2$, yüksek enerjili ve elektrofilik özelliklere sahip uyarılmış bir moleküler oksijendir. Hücrelerdeki lipitler, proteinler ve nükleik asitler gibi biyolojik makromolekülleri oksitleyerek hücre hasarına ve oksidatif yaşlanmaya neden olabilir. $^1O_2$'nin oksitleyici özelliği hidroksil radikallerinin oksitleyici özelliğine denk olmasa da, uzun ömrü ve seçiciliği onu belirli biyokimyasal reaksiyonlarda çok önemli hale getirir (Xiao vd., 2025).

Canlı organizma, $O_2^{\bullet-}$ ve H_2O_2 gibi reaktif türleri temizleyebilen süperoksit dismutaz ve katalaz gibi enzimler içerir, ancak $^1O_2$'ni temizleyebilen enzimlere sahip değildir. $^1O_2$'nin etkili bir şekilde temizlenebilmesi, diyetle alınan karotenoidler ve E vitamini gibi doğal antioksidan bileşiklere bağlıdır (Murotomi vd., 2023).

Peroksil Radikali (ROO•)

Peroksil radikali (ROO•), karbon merkezli bir radikalin moleküler oksijenle birleşmesiyle oluşur (Goldman vd., 2021). ROO• radikali, membran lipidlerinin peroksidasyonu sırasında üretilir ve karbonhidratlar, nükleik asitler, enzimler ve proteinler dahil olmak üzere çeşitli biyolojik moleküller ile reaksiyona girerek biyolojik fonksiyonlarını bozabilir (Goldman vd., 2021; Spiteller ve Afzal, 2014). Yüksek reaktiviteleri nedeniyle ROO• radikalleri, epoksidasyon yoluyla bulundukları ortamdaki en yakın hidrojeni çeker veya herhangi bir çift bağla reaksiyona girer. Sonuç olarak, çok çeşitli ikincil ürünler ve radikaller oluşur. Bu durum, radikal temizleyici görevi gören antioksidanlar tarafından zincirleme reaksiyon durdurulmadığı takdirde, biyomoleküllerin ciddi şekilde parçalanmasına yol açar (Spiteller, 2006).

Hidroperoksil Radikali (HOO•)

HOO•, genellikle hidroperoksil radikali veya perhidroksil radikali olarak adlandırılır. Süperoksit anyon radikalinin protonlanması veya hidroperoksitin ayrışmasıyla üretilen en basit peroksil radikali biçimidir.

Hücre sitozolünde bulunan süperoksitin yaklaşık %0,3'ü protonlanmış formda bulunur (Martemucci vd., 2022). HOO• radikali, aminlerden, alkollerden ve sübstitüe alkenlerden türetilen ROO• radikallerinin parçalanmasıyla oluşabilir ve birçok oksitleyici sistemde düşük konsantrasyonlarda bulunabilir. Doğal uçucu yağ bileşeni γ-terpinen gibi proaromatik bileşikler, HOO• 'nin en etkili kaynaklarıdır ve nitroksitler veya kinonların varlığında ko-antioksidan görevi görürler (Baschieri vd., 2023).

Hidrojen Peroksit (H_2O_2)

H_2O_2 serbest radikal değildir, ancak bozulmuş redoks homeostazı koşulları altında Fenton reaksiyonu ile demir gibi serbest metal iyonları, hidrojen peroksitin heterolitik parçalanmasını katalize ederek HO• oluşturabildiği için büyük önem taşıyan reaktif bir formdur (Andrés vd., 2022a; Jomova vd., 2023). H_2O_2, süperoksitin tek değerlikli indirgenmesi veya oksijenin iki değerlikli indirgenmesinin bir ürünü olarak oluşur. Hidrojen peroksitin ana kaynağı enzim katalizli süperoksit dismutasyonudur, ancak ksantin oksidaz, glikoz oksidaz, amino asit oksidaz, ürat oksidaz gibi oksidazlar tarafından katalize edilen reaksiyonlarda oksijenin iki elektronlu indirgenmesinden de kaynaklanabilir (Andrés vd., 2022a).

H_2O_2, oksijen ve suya ayrışarak büyük miktarda ısı açığa çıkaran, yanıcı olmamasına rağmen, organik maddeler veya bakır, gümüş veya bronz gibi metallerle temas ettiğinde yanmaya neden olabilen güçlü bir oksitleyicidir. H_2O_2 fizyolojik koşullar altında, hücre farklılaşması ve çoğalması, iltihaplanma, doku onarımı, sirkadiyen ritim ve hatta yaşlanma dahil olmak üzere çeşitli biyolojik süreçlerde önemli bir redoks sinyal molekülü olarak ön plana çıkmıştır (Andrés vd., 2022a; Jomova vd., 2023). Yüksek konsantrasyonlarda ise çok sayıda reaktif oksijen türün oluşmasına ve oksidatif strese neden olarak hücre apoptozuna, hücre proliferasyonuna, anjiyogeneze ve metastaza yol açar. Dahası, yüksek metabolik reaktivitesi nedeniyle düşük konsantrasyonda bile DNA hasarına ve genetik materyalde mutasyona neden olabilmektedir (Naqvi vd., 2023).

Ozon (O_3)

Ozon (O_3), güçlü bir oksidandır ve antikor katalizli su oksidasyonu yoluyla oluşur (Krishnamurthy vd., 2024). Tüm antikorlarda meydana gelir ve iltihaplanma sürecinde önemli bir rol oynar. Biyolojik molekülleri oksitleyerek serbest radikaller oluşturabilir ve lipitlere, proteinlere ve nükleik asitlere oksidatif hasar verebilir (Krishnamurthy vd., 2024; Martemucci vd., 2022).

Hipokloröz Asit (HOCl)

Hipokloröz asit (HOCl), aktive olmuş nötrofillerin oksidatif patlaması sırasında miyeloperoksidaz katalizörlüğünde hidrojen peroksit ve klorür anyonu tarafından üretilen oldukça reaktif bir üründür ve birçok bakterisidal ve sitotoksik tepkimede rol oynar (Mütze vd., 2003). HOCl, DNA, lipidler ve lipoproteinleri modifiye edebilen, tiyoller ve tiyoeterlerde (sistein ve metiyonin) bulunan kükürt atomu gibi nükleofillerle hızla reaksiyona girebilen güçlü bir antimikrobiyal oksidandır (Andrés vd., 2022b). Ek olarak, HOCl doğuştan gelen bağışıklık sisteminde miyeloperoksidaz türevi bir mikrobisidal faktör olarak hareket eder (Snell vd., 2022). Ancak aynı zamanda, ateroskleroz dahil kronik inflamatuar patolojilerde konak doku hasarına da neden olur (Flouda vd., 2021).

Peroksinitrit ($ONOO^-$)

Peroksinitrit, nitrik oksit ve süperoksit radikalleri arasındaki reaksiyon sonucunda oluşan ve biyolojik zarları geçebilen oksitleyici ve nitratlayıcı bir maddedir. Peroksinitrit, kısa biyolojik yarı ömre (<10 ms) sahip, metal merkezleri, tiyoller ve karbondioksit (CO_2) gibi çeşitli biyolojik hedeflerle doğrudan reaksiyona girebilen güçlü bir oksidandır. Peroksinitrit hem bir oksidan hem de bir nükleofildir ve bu iki kimyasal özellik, *in vivo* biyokimyasal etkilerinin çoğunu belirler (Piacenza vd., 2022). Hücresel kaynağa ve patofizyolojik ortama bağlı olarak, konak dokularına karşı endojen bir sitotoksin veya istilacı patojenlere karşı sitotoksik bir efektör molekül olarak davranabilir (Ferrer-Sueta ve Radi, 2009). Tek elektronlu oksidasyon ve nitrasyon reaksiyonlarına katılan azot dioksit ve karbonat radikallerinin oluşumuna yol açar. Peroksinitrit ve türevi oksidanlar, inflamatuar bozukluklar, ateroskleroz, hipertansiyon, diyabet, pulmoner ve nörodejeneratif hastalıklar, kanser ve yaşlanma süreci dahil olmak üzere farklı patolojilere neden olur (Piacenza vd., 2022).

Nitrik Oksit (NO•)

Renksiz bir diatomik gaz molekülü olan nitrik oksit (NO•), plazma zarından kolayca yayılabilen, çeşitli biyolojik işlevlere sahip küçük bir sinyal molekülü olup lipofilik özellik gösteren bir serbest radikaldir (Farahani vd., 2025; Khan vd., 2023).

NO•, nitrik oksit sentaz (NOS) tarafından L -argininden sentezlenen önemli bir sinyal molekülüdür. Her biri spesifik lokalizasyon, düzenleme, katalitik özellikler ve inhibitör duyarlılık bakımından farklılık gösteren nöronal NOS (nNOS; NOS1), indüklenebilir NOS (iNOS; NOS2) ve endotelyal NOS (eNOS; NOS3) olmak üzere üç izorformu vardır (Farahani vd., 2025; Piacenza vd., 2022). İnsan vücudunda NO, düz kasları gevşeterek

ve vazodilatasyona neden olarak vasküler düzenlemede önemli bir rol oynar. Ek olarak, hem merkezi hem de periferik sinir sistemlerinde bir nörotransmitter olarak işlev görür (Farahani vd., 2025) Kan basıncı düzenlemesi, düz kas gevşemesi, nörotransmisyon, savunma mekanizmaları ve bağışıklık düzenlemesi gibi birçok biyolojik aktivitede yer aldığı için bu molekül 1992 yılının molekülü olarak kabul edilmiştir (Phaniendra vd., 2015).

Azot Dioksit (NO_2•)

Azot dioksit (NO_2•) radikali, biyomoleküllere karşı seçici bir reaktivite sergiler ve nitrik oksitin otoksidasyonu ve peroksidaz katalizli reaksiyonlar da dahil olmak üzere çeşitli fizyolojik yollarla üretilebilir. Azot dioksit, diğer radikal türlerle rekombinasyon, çift bağlara ekleme, elektron transferi ve doymamış bileşiklerin, fenollerin ve tiyollerin karbon-hidrojen bağlarından hidrojen atomu transferi dahil olmak üzere çeşitli reaksiyonlara giren reaktif bir azot türüdür. Hücrelerin, hayvanların ve insanların azot dioksite maruz kalması, akciğer hasarı, α1-antitripsinin inaktivasyonu, lipitlerin peroksidasyonu, bakteriyel test sistemlerinde mutajenite ve sekonder aminlerle reaksiyona girerek kanserojen nitrozaminlerin oluşumu gibi toksik etkilere neden olur (Augusto vd., 2002).

SONUÇ

Serbest radikaller, eşleşmemiş elektronlara sahip oldukça reaktif moleküllerdir. Bazı fizyolojik süreçler için gerekli olmakla birlikte, serbest radikallerin aşırı üretimi hücresel redoks dengesinin bozulmasına yol açar. Bu durum ise lipitlere, proteinlere ve DNA'ya zarar vererek hücresel işlevin bozulmasına neden olur.

REFERANSLAR

Andrés, C. M. C., Lastra, J. M. P, Juan, C. A, Plou, F. J., ve Pérez-Lebeña, E. (2023a). Superoxide Anion Chemistry—Its Role at the Core of the Innate Immunity. *International Journal of Molecular Sciences*, *24*(3), 1841.

Andrés, C. M. C., Lastra, J. M. P. de la, Juan, C. A., Plou, F. J., ve Pérez-Lebeña, E. (2023b). Chemical Insights into Oxidative and Nitrative Modifications of DNA. International Journal of Molecular Sciences, 24(20), 15240.

Andrés, C. M. C., Pérez de la Lastra, J. M., Juan, C. A., Plou, F. J., ve Pérez-Lebeña, E. (2022a). Chemistry of Hydrogen Peroxide Formation and Elimination in Mammalian Cells, and Its Role in Various Pathologies. *Stresses*, *2*(3), 256–274.

Andrés, C. M. C., Pérez de la Lastra, J. M., Juan, C. A., Plou, F. J., ve Pérez-Lebeña, E. (2022b). Hypochlorous Acid Chemistry in Mammalian Cells-Influence on Infection and Role in Various Pathologies. *International Journal of Molecular Sciences*, *23*(18), 10735.

Augusto, O., Bonini, M. G., Amanso, A. M., Linares, E., Santos, C. C. X., ve De Menezes, S. L. (2002). Nitrogen dioxide and carbonate radical anion: two emerging radicals in biology. *Free Radical Biology and Medicine*, *32*(9), 841–859.

Babior, B. M., Kipnes, R. S., ve Curnutte, J. T. (1973). Biological defense mechanisms. The production by leukocytes of superoxide, a potential bactericidal agent. *The Journal of Clinical Investigation*, *52*(3), 741–744.

Baschieri, A., Jin, Z., ve Amorati, R. (2023). Hydroperoxyl radical (HOO•) as a reducing agent: unexpected synergy with antioxidants. A review. *Free Radical Research*, *57*(2), 115–129.

Bert P. (1878). *Evolution of the Knowledge of Free Radicals and Other Oxidants*. Paris: Masson.

Blough, N. V., ve Zafiriou, O. C. (1985). Reaction of superoxide with nitric oxide to form peroxonitrite in alkaline aqueous solution. *Inorganic Chemistry*, *24*(22), 3502–3504.

Boveris, A., ve Chance, B. (1973). The mitochondrial generation of hydrogen peroxide. General properties and effect of hyperbaric oxygen. *The Biochemical Journal*, *134*(3), 707–716.

Bredt, D. S., ve Snyder, S. H. (1990). Isolation of nitric oxide synthetase, a calmodulin-requiring enzyme. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *87*(2), 682–685.

Cadet, J., ve Wagner, J. R. (2014). Oxidatively generated base damage to cellular DNA by hydroxyl radical and one-electron oxidants: Similarities and differences. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, *557*, 47–54.

Çakatay, U., ve Kayalı, R. (2014). Serbest Radikal Biyokimyasının Tarihsel Süreçteki Gelişimi. *Cerrahpaşa Tıp Dergisi*, *37*(4), 162–167.

Campbell, K. (1951). Intensive oxygen therapy as a possible cause of retrolental fibroplasia; a clinical approach. *The Medical Journal of Australia*, *2*(2), 48–50.

Chandimali, N., Bak, S. G., Park, E. H., Lim, H. J., Won, Y. S., Kim, E. K., Park, S. I., ve Lee, S. J. (2025). Free radicals and their impact on health and antioxidant defenses: a review. *Cell Death Discovery*, *11*(1), 1–17.

Chaudhary, P., Janmeda, P., Docea, A. O., Yeskaliyeva, B., Abdull Razis, A. F., Modu, B., Calina, D., ve Sharifi-Rad, J. (2023). Oxidative stress, free radicals and antioxidants: potential crosstalk in the pathophysiology of human diseases. *Frontiers in Chemistry*, *11*, 1158198.

Commoner, B., Townsend, J., ve Pake, G. E. (1954). Free radicals in biological materials. *Nature*, *174*(4432), 689–691.

Das, K., ve Roychoudhury, A. (2014). Reactive oxygen species (ROS) and response of antioxidants as ROS-scavengers during environmental stress in plants. *Frontiers in Environmental Science*, *2*(53), 1–13.

Davies, K. J. A., Quintanilha, A. T., Brooks, G. A., ve Packer, L. (1982). Free radicals and tissue damage produced by exercise. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, *107*(4), 1198–1205.

Di Meo, S., ve Venditti, P. (2020). Evolution of the Knowledge of Free Radicals and Other Oxidants. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, *2020*, 9829176.

Farahani, A., Farahani, A., Kashfi, K., ve Ghasemi, A. (2025). Inducible nitric oxide synthase (iNOS): More than an inducible enzyme? Rethinking the classification of NOS isoforms. *Pharmacological Research*, *216*, 107781.

Fenton, H. J. H. (1894). LXXIII.—Oxidation of tartaric acid in presence of iron. *Journal of the Chemical Society, Transactions*, *65*(0), 899–910.

Fernández, V., Barrientos, X., Kipreos, K., Valenzuela, A., ve Videla, L. A. (1985). Superoxide radical generation, NADPH oxidase activity, and cytochrome P-450 content of rat liver microsomal fractions in an experimental hyperthyroid state: relation to lipid peroxidation. *Endocrinology*, *117*(2), 496–501.

Ferrer-Sueta, G., ve Radi, R. (2009). Chemical Biology of Peroxynitrite: Kinetics, Diffusion, and Radicals. *ACS Chemical Biology*, *4*(3), 161–177.

Flouda, K., Gammelgaard, B., Davies, M. J., ve Hawkins, C. L. (2021). Modulation of hypochlorous acid (HOCl) induced damage to vascular smooth muscle cells by thiocyanate and selenium analogues. *Redox Biology*, *41*, 101873.

Gerschman, R., Gilbert, D. L., Nye, S. W., Dwyer, P., ve Fenn, W. O. (1954). Oxygen poisoning and x-irradiation: a mechanism in common. *Science (New York, N.Y.)*, *119*(3097), 623–626.

Gillette, J. R., Brodie, B. B., ve La Du, B. N. (1957). The oxidation of drugs by liver microsomes: on the role of TPNH and oxygen. *The Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, *119*(4), 532–540.

Goldman, M. J., Green, W. H., ve Kroll, J. H. (2021). Chemistry of Simple Organic Peroxy Radicals under Atmospheric through Combustion Conditions: Role of Temperature, Pressure, and NOx Level. *The Journal of Physical Chemistry A*, *125*(48), 10303–10314.

Gomberg, M. (1900). AN INSTANCE OF TRIVALENT CARBON: TRIPHENYLMETHYL. *Journal of the American Chemical Society*, *22*(11), 757–771.

Gomez-Cabrera, M. C., Domenech, E., ve Viña, J. (2008). Moderate exercise is an antioxidant: Upregulation of antioxidant genes by training. *Free Radical Biology and Medicine*, *44*(2), 126–131.

Granger, D. N., Rutili, G., ve McCord, J. M. (1981). Superoxide radicals in feline intestinal ischemia. *Gastroenterology*, *81*(1), 22–29.

Grubbé, E. H. (1933). Priority in the Therapeutic Use of X-rays. *Radiology*, *21*(2), 156–162.

Haber, F., ve Weiss, J. (1934). The Catalytic Decomposition of Hydrogen Peroxide by Iron Salts. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A: Mathematical and Physical Sciences*, *147*(861), 332–351.

Harman, D. (1956). Aging: a theory based on free radical and radiation chemistry. *Journal of Gerontology*, *11*(3), 298–300.

Hayyan, M., Hashim, M. A., ve Alnashef, I. M. (2016). Superoxide Ion: Generation and Chemical Implications. *Chemical Reviews*, *116*(5), 3029–3085.

Ionescu-Tucker, A., ve Cotman, C. W. (2021). Emerging roles of oxidative stress in brain aging and Alzheimer's disease. *Neurobiology of Aging*, *107*, 86–95.

Itoh, K., Chiba, T., Takahashi, S., Ishii, T., Igarashi, K., Katoh, Y., Oyake, T., Hayashi, N., Satoh, K., Hatayama, I., Yamamoto, M., ve Nabeshima, Y. ichi. (1997). An Nrf2/small Maf heterodimer mediates the induction of phase II detoxifying enzyme genes through antioxidant response elements. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, *236*(2), 313–322.

Jomova, K., Raptova, R., Alomar, S. Y., Alwasel, S. H., Nepovimova, E., Kuca, K., ve Valko, M. (2023). Reactive oxygen species, toxicity, oxidative stress, and antioxidants: chronic diseases and aging. *Archives of Toxicology*, *97*(10), 2499–2574.

Kehrer, J. P. (2000). The Haber–Weiss reaction and mechanisms of toxicity. *Toxicology*, *149*(1), 43–50.

Khan, M., Ali, S., Al Azzawi, T. N. I., ve Yun, B.-W. (2023). Nitric Oxide Acts as a Key Signaling Molecule in Plant Development under Stressful Conditions. *International Journal of Molecular Sciences*, *24*(5), 4782.

Kharasch, M. S., ve Mayo, F. R. (1933). The Peroxide Effect in the Addition of Reagents to Unsaturated Compounds. I. The Addition of Hydrogen Bromide to Allyl Bromide. *Journal of the American Chemical Society*, *55*(6), 2468–2496.

Kochman, J., Jakubczyk, K., Bargiel, P., ve Janda-Milczarek, K. (2021). The Influence of Oxidative Stress on Thyroid Diseases. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, *10*(9), 1442.

Krishnamurthy, H. K., Pereira, M., Rajavelu, I., Jayaraman, V., Krishna, K., Wang, T., Bei, K., ve Rajasekaran, J. J. (2024). Oxidative stress: fundamentals and advances in quantification techniques. *Frontiers in Chemistry*, *12*, 1470458.

Lipinski, B. (2011). Hydroxyl Radical and Its Scavengers in Health and Disease. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, *2011*(1), 809696.

Loschen, G., Flohé, L., ve Chance, B. (1971). Respiratory chain linked H(2)O(2) production in pigeon heart mitochondria. *FEBS Letters*, *18*(2), 261–264.

Martemucci, G., Costagliola, C., Mariano, M., D'andrea, L., Napolitano, P., ve D'Alessandro, A. G. (2022). Free Radical Properties, Source and Targets, Antioxidant Consumption and Health. *Oxygen*, *2*(2), 48–78.

McCord, J. M., ve Fridovich, I. (1969). Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). *The Journal of Biological Chemistry*, *244*(22), 6049–6055.

McCord, J. M., Keele, B. B., ve Fridovich, I. (1971). An Enzyme-Based Theory of Obligate Anaerobiosis: The Physiological Function of Superoxide Dismutase. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *68*(5), 1024.

Michaelis, L. (1931). THE FORMATION OF SEMIQUINONES AS

INTERMEDIARY REDUCTION PRODUCTS FROM PYOCYANINE AND SOME OTHER DYESTUFFS. *Journal of Biological Chemistry*, *92*(2), 211–232. https://doi.org/10.1016/S0021-9258(18)76511-3

Mittal, C. K., ve Murad, F. (1977). Activation of guanylate cyclase by superoxide dismutase and hydroxyl radical: a physiological regulator of guanosine 3',5'-monophosphate formation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *74*(10), 4360–4364.

Mukherjee, S. P., ve Lynn, W. S. (1977). Reduced nicotinamide adenine dinucleotide phosphate oxidase in adipocyte plasma membrane and its activation by insulin. Possible role in the hormone's effects on adenylate cyclase and the hexose monophosphate shunt. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, *184*(1), 69–76.

Murotomi, K., Umeno, A., Shichiri, M., Tanito, M., ve Yoshida, Y. (2023). Significance of Singlet Oxygen Molecule in Pathologies. *International Journal of Molecular Sciences*, *24*(3), 2739.

Mütze, S., Hebling, U., Stremmel, W., Wang, J., Arnhold, J., Pantopoulos, K., ve Mueller, S. (2003). Myeloperoxidase-derived Hypochlorous Acid Antagonizes the Oxidative Stress-mediated Activation of Iron Regulatory Protein 1. *Journal of Biological Chemistry*, *278*(42), 40542–40549.

Nakai, K., ve Tsuruta, D. (2021). What Are Reactive Oxygen Species, Free Radicals, and Oxidative Stress in Skin Diseases? *International Journal of Molecular Sciences*, *22*(19), 10799.

Naqvi, S. T. R., Ahmad, J., Haq, M. N. ul, Hina, M., Fatima, B., Majeed, S., ve Naqvi, S. M. A. (2023). Quantitative evaluation of oxidative stress in terms of H2O2 in smokers and nonsmokers serum samples. *Microchemical Journal*, *190*, 108699.

Olufunmilayo, E. O., Gerke-Duncan, M. B., ve Holsinger, R. M. D. (2023). Oxidative Stress and Antioxidants in Neurodegenerative Disorders. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, *12*(2), 517.

Paneth F., ve Hofeditz W. (1929). Über die darstellung von freiem methyl. *European Journal of Inorganic Chemistry*. 32, 1335–1347

Phaniendra, A., Jestadi, D. B., ve Periyasamy, L. (2015). Free Radicals: Properties, Sources, Targets, and Their Implication in Various Diseases. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*, *30*(1), 11–26.

Piacenza, L., Zeida, A., Trujillo, M., ve Radi, R. (2022). The superoxide radical switch in the biology of nitric oxide and peroxynitrite. *Physiological Reviews*, *102*(4), 1881–1906.

Rahman, K. (2007). Studies on free radicals, antioxidants, and co-factors. *Clinical Interventions in Aging*, *2*(2), 219.

Ransdell-Green, E. C., Baranowska-Kortylewicz, J., ve Wang, D. (2025). Advances in Fluorescence Techniques for the Detection of Hydroxyl Radicals near DNA and Within Organelles and Membranes. *Antioxidants*, *14*(1), 79.

Reddy, V. P. (2023). Oxidative Stress in Health and Disease. *Biomedicines*, *11*(11), 2925.

Risse, O. (1930). Die physikalischen Grundlagen der chemischen Wirkungen des Lichts und der Röntgenstrahlen. *Ergebnisse Der Physiologie*, *30*(1), 242–293.

Ristow, M., ve Schmeisser, S. (2011). Extending life span by increasing oxidative stress. *Free Radical Biology and Medicine*, *51*(2), 327–336.

Schardinger, F. (1902). Ueber das Verhalten der Kuhmilch gegen Methylenblau und seine Verwendung zur Unterscheidung von ungekochter und gekochter Milch. *Zeitschrift Für Untersuchung Der Nahrungs- Und Genussmittel*, *5*(22), 1113–1121.

Sies H. (1985). Oxidative stress: introductory remarks. Editor H. Sies. *Oxidative Stress*. (pp 1-7). San Diego: Academic Press.

Snell, J. A., Jandova, J., ve Wondrak, G. T. (2022). Hypochlorous Acid: From Innate Immune Factor and Environmental Toxicant to Chemopreventive Agent Targeting Solar UV-Induced Skin Cancer. *Frontiers in Oncology*, *12*, 887220.

Spiteller, G. (2006). Peroxyl radicals: Inductors of neurodegenerative and other inflammatory diseases. Their origin and how they transform cholesterol, phospholipids, plasmalogens, polyunsaturated fatty acids, sugars, and proteins into deleterious products. *Free Radical Biology and Medicine*, *41*(3), 362–387.

Spiteller, G., ve Afzal, M. (2014). The action of peroxyl radicals, powerful deleterious reagents, explains why neither cholesterol nor saturated fatty acids cause atherogenesis and age-related diseases. *Chemistry - A European Journal*, *20*(46), 14928–14945.

Taube, H. (1965). Mechanisms of Oxidation with Oxygen. *Journal of General Physiology*, *49*(1), 29–50.

Thannickal, V. J., ve Fanburg, B. L. (2000). Reactive oxygen species in cell signaling. *American Journal of Physiology-Lung Cellular and Molecular Physiology.*, *279*(6 23-6), 1005–1028.

Tumilaar, S. G., Hardianto, A., Dohi, H., ve Kurnia, D. (2024). A Comprehensive Review of Free Radicals, Oxidative Stress, and Antioxidants: Overview, Clinical Applications, Global Perspectives, Future Directions, and Mechanisms of Antioxidant Activity of Flavonoid Compounds. *Journal of Chemistry*, *2024*(1), 5594386.

Venditti, P., Masullo, P., ve Di Meo, S. (1999). Effect of Training on H2O2 Release by Mitochondria from Rat Skeletal Muscle. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, *372*(2), 315–320.

Wood, R. W. (1922). XLIX. Atomic hydrogen and the balmer series spectrum. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, *44*(261), 538–546.

Xiao, L., Zheng, S., Lin, Z., Zhang, C., Zhang, H., Chen, J., ve Wang, L. (2025). Singlet Oxygen in Food: A Review on Its Formation, Oxidative Damages, Quenchers, and Applications in Preservation. *Antioxidants*, *14*(7), 865.

Zaric, B. L., Macvanin, M. T., ve Isenovic, E. R. (2023). Free radicals: Relationship to Human Diseases and Potential Therapeutic applications. *The International Journal of Biochemistry ve Cell Biology*, *154*, 106346.

Kedi ve Köpeklerde Oküler Terapötik Ajanlar

Aynur DEMİR ZENCİRKIRAN[1]

1- Doç.Dr.; İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Veteriner Fakültesi, Cerrahi Anabilim Dalı, Avcılar, İstanbul, Türkiye. aynur.demir@iuc.edu.tr ORCID No: 0000-0002-5471-1655

ÖZET

Kedi ve köpeklerde oküler hastalıkların tedavisi, ilacın doğru dokuya uygun konsantrasyonda ulaşmasına bağlıdır. Oküler bariyerler, seçilen molekülün yapısı ve uygulama yolu tedavi etkinliğini belirler. Topikal ilaçlar ön segment hastalıklarında temel tedaviyi oluştururken, posterior segment ve orbital patolojilerde sistemik veya intraoküler uygulamalar gerekebilir.Antibiyotik, antiviral, antifungal ve antiinflamatuvar ilaçların seçimi; klinik bulgular, tür farklılıkları ve olası yan etkiler dikkate alınarak yapılmalıdır. Oküler farmakoloji çok yönlü bir değerlendirme gerektirir ve her hastada tedavi planı bireyselleştirilmelidir.

Anahtar Kelimeler – İlaç, Kedi, Köpek, Oküler Farmakoloji, Tedavi.

GİRİŞ

Kedi ve köpeklerde göz ve oküler adneks hastalıklarının yönetiminde farmakolojik ajanlar merkezi bir rol oynar. İlaçların hedef dokuya etkin ve güvenli biçimde ulaştırılabilmesi için:

- Hedeflenen oküler bölge (oküler yüzey, anterior segment, posterior segment, orbita),
- Gözün fizyolojik ve anatomik bariyerleri,
- İlacın fizikokimyasal özellikleri (lipofilik/hidrofilik yapı),
- Uygulama yolu ve sıklığı,
- Oluşabilecek lokal ve sistemik advers etkiler,
- Özellikle kedilerde belirgin olan hasta uyumu dikkate alınmalıdır.

Bu bölümde, kedi ve köpeklerde oküler farmakolojinin temel ilkeleri, kullanılan başlıca ilaç sınıfları ve klinik uygulama prensipleri sistematik olarak ele alınmaktadır.

GÖZ İLAÇLARININ UYGULAMA YOLLARI

1. Topikal uygulama

Topikal yol, oküler yüzey hastalıklarında birinci tercih olup, anterior segment patolojilerinde sıklıkla sistemik tedavi ile kombine edilir. Topikal ilaçların etkinliği:

- Oküler yüzeyle temas süresine,
- İlacın konsantrasyonuna,
- Formülasyona (solüsyon, süspansiyon, jel, pomat),
- Viskozite ve koruyucu içeriklerine bağlıdır.

Sağlam korneayı penetre edecek bir molekülün hem lipofilik hem hidrofilik karakter taşıması gerekir. Oküler penetrasyon, ilaç konsantrasyonunun arttırılması, temas süresinin uzatılması (jel/pomat, viskoz ajanlar) ve Pro ilaç/ester formların kullanımı ile arttırılabilir.

- Solüsyonlar: Hızlı etki başlar, kısa temas süresi; sık uygulama gerekir.
- Süspansiyonlar: Korneal temas süresi solüsyonlardan biraz daha uzundur, çalkalanarak kullanılmalıdır.
- Jel ve pomatlar: Temas süresi uzundur, uygulama sıklığını azaltır; ancak geçici görme bulanıklığı ve bazı hastalarda intoleransa neden olabilir.

Topikal ilaçlar genellikle gözün posterior segmentinde terapötik düzeye ulaşamaz. Bu nedenle retina, koroid, optik sinir, orbita ve posterior segment patolojilerinde çoğunlukla sistemik veya intraoküler yollar tercih edilir.

2. Sistemik uygulama

Sistemik ilaçlar:

- Göz kapakları, perioküler dokular, orbita enfeksiyon ve inflamasyonlarında,
- Posterior segment hastalıklarında,
- İntraoküler inflamasyon ve enfeksiyonlarında,
- Sistemik enfeksiyonlara eşlik eden oküler tutulumda temel tedavi yoludur.

Kan–aköz ve kan–retina bariyerleri, birçok ilacın göze geçişini sınırlar. İnflamasyon varlığında bu bariyerler geçirgenliğini kaybederek ilaç penetrasyonunu arttırır. Lipofilik ilaçlar, hidrofilik moleküllere göre kan göz bariyerlerini daha etkin aşar.

3. Subkonjunktival enjeksiyon

Subkonjunktival yol:

- Topikal uygulamanın hasta uyumsuzluğu yüzünden mümkün olmadığı,
- Anterior segmentte yüksek doku konsantrasyonu gerektiği,
- Daha seyrek uygulama ile uzun süreli etki istendiği durumlarda

yararlıdır. Uygulama genellikle sedasyon ve topikal anestezi altında yapılır; 25–27 G iğne ile dorsal bulbar konjunktiva altına 0,2–0,5 ml solüsyon veya süspansiyon enjekte edilir. İlaç, doğrudan sklera-kornea üzerinden, konjonktival damarlar yoluyla veya depo alanından yavaş salınımla göz dokularına ulaşır.

4. İntrakameral enjeksiyon

İntrakameral yol, en sık intraoküler cerrahi sırasında; ayrıca anterior üveit olgularında ön kamara fibrin birikiminin tedavisi amacıyla kullanılır. Doku plazminojen aktivatörü (tPA) 25 µg'ye kadar dozlarda, korneoskleral limbus

üzerinden ön kamaraya enjekte edilerek fibrin çözündürmede etkilidir. Yüksek dozlarda intraoküler toksisite riski mevcuttur.
Son 48 saat içinde göz içi hemoraji mevcutsa tPA kullanımı ek kanama riskini artırabileceğinden önerilmez.

5. İntravitreal enjeksiyon
İntravitreal enjeksiyonlar, retina ve vitreusu hedefleyen ilaçların uygulanması için kullanılır ve genellikle genel anestezi altında, ileri düzey deneyim gerektirir. Bazı ajanların (ör. gentamisin) intravitreal kullanımı, kedi ve köpeklerde:
- Öngörülemeyen klinik sonuçlar,
- Ciddi toksisite,
- İleri dönemde intraoküler neoplazi (ör. intraoküler sarkom) riski nedeniyle artık önerilmemektedir.

6. Uzun etkili göz implantları
Son yıllarda, steroid veya antiglokom ilaçlarını uzun süreli ve sabit hızda salan intraoküler veya subkonjunktival implantlar geliştirilmiştir. Bu implantlar, kronik hastalıkların (ör. kronik üveit, bazı glokom tipleri) daha stabil kontrolünde yararlı olabilir; ancak maliyet, cerrahi gereklilik ve tür farkları klinik kullanımı sınırlar.

OKÜLER ANTIBAKTERIYEL İLAÇLAR

1. Genel prensipler
Oküler enfeksiyonlarda antibiyotik seçimi ideal olarak:
- Sitolojik inceleme,
- Kültür ve antibiyogram,
- Klinik bulgular ve hastanın öyküsü temel alınarak yapılmalıdır. Göz ve adnekslerdeki bakteriyel enfeksiyonlar çoğunlukla altta yatan bir primer patolojiye (entropion, kuru göz, yabancı cisim, travma, sistemik hastalık vb.) ikincil gelişir; bu nedenle yalnızca antibiyotik kullanımı çoğu zaman yeterli değildir.
- Topikal antibiyotikler: Oküler yüzey enfeksiyonları, ülseratif keratit, cerrahi profilaksi.
- Sistemik antibiyotikler: Göz kapakları, perioküler dokular, orbita, posterior segment enfeksiyonları, ağır panoftalmi.

Kornea ülserasyonu bulunan olgularda, her zaman topikal antibiyotik endikedir.

2. Antibiyotik sınıfları ve klinik kullanımları

2.1. Hücre duvarı sentezini etkileyenler

Penisilinler ve sefalosporinler

- Bakterisidal; esas olarak Gram pozitiflere, bazı preparatlar geniş spektruma sahiptir.
- Ampisilin ve amoksisilin, β laktamazlar tarafından kolayca inaktive edilir; bu nedenle klavulanik asit veya sulbaktam ile kombine preparatlar tercih edilir (amoksisilin/klavulanat).

Amoksisilin/klavulanat:

- Köpek ve kedilerde blefarit, deri/perioküler enfeksiyonlar, orbital sellülit veya sistemik enfeksiyonlarda yaygın kullanılır. Sağlam kan göz bariyerlerinde intraoküler penetrasyonu sınırlıdır. Kedilerde Chlamydophila felis için, doksisiklinin kontrendike olduğu durumlarda alternatif olabilir.

Sefalosporinler (sefazolin, sefaleksin):

- Birinci kuşak ajanlar, Gram pozitif bakterilere daha güçlü etkilidir.
- Sefazolin topikal solüsyon olarak hazırlanıp komplikasyonlu kornea ülserlerinde, subkonjonktival veya sistemik yolla kapak/orbita enfeksiyonlarında kullanılabilir.

Polipeptidler (Basitrasin, Polimiksin B)

- Bakterisidal, hücre duvarı bütünlüğünü bozar.
- Basitrasin: Gram pozitiflere güçlü etki; kornea penetrasyonu zayıf.
- Polimiksin B: Gram negatiflere (özellikle Pseudomonas) etkilidir. Sıklıkla neomisin ile kombinasyon halinde (neomisin/polimiksin B/basitrasin) topikal oküler yüzey enfeksiyonlarında kullanılır. Kedilerde polimiksin B içeren preparatlarla nadir anafilaktik reaksiyonlar bildirilmiştir; nedensellik kesin olmamakla birlikte dikkatli kullanılmalıdır.

3.2.2. Protein sentez inhibitörleri

Aminoglikozidler (Gentamisin, Tobramisin, Neomisin, Amikasin)

- Bakterisidal; Gram negatif ağırlıklı etki, bazı Gram pozitiflere de etkilidir.

Topikal gentamisin/tobramisin:

- Pseudomonas aeruginosa ve diğer Gram negatiflerin neden olduğu eriyici (melting) ülserlerde tercih edilir.

Neomisin:

- Gram negatif ve stafilokoklara etkilidir. Ancak topikal kullanımda kontakt aşırı duyarlılık ve dermatit riski yüksektir.

Amikasin:

- Gentamisin/tobramisine dirençli Pseudomonas türlerinde faydalı; çoğunlukla subkonjonktival veya sistemik kullanılır.

Tetrasiklinler (Doksisiklin, tetrasiklin türevleri)

- Bakteriyostatik; Gram pozitif, Gram negatif, mikoplazma, riketsiya ve Chlamydophila spp.'ye etkilidir.

Oral doksisiklin:

• Kedilerde klamidyal ve mikoplazmal konjonktivit için ilk tercihtir (10 mg/kg PO, günde 1, 21 gün). Yan etkiler: Büyüyen hayvanlarda diş minesi renk değişiklikleri; uygunsuz tablet uygulamasına bağlı özofajit/özofagus darlığı (özellikle kedilerde).

Topikal tetrasiklinler:

• Klamidyal konjonktivit ve eriyici ülserlerde. Matriks metalloproteinaz (MMP) inhibisyonu sayesinde antikollajenaz etkilidir.

Makrolidler ve linkozamidler (Eritromisin, Azitromisin, Klaritromisin, Klindamisin)

• Bakteriyostatik; Gram pozitif, bazı Gram negatif, mikoplazma, riketsiya, Chlamydophila ve Bartonella spp.'ye etkilidir.

Azitromisin:

• Kedilerde Chlamydophila felis için kullanılabilir (ör. 5–10 mg/kg PO, günde 1, 7–21 gün); doksisikline kıyasla daha az etkili kabul edilir.

Eritromisin:

• Bazı ülkelerde topikal pomad olarak mevcuttur; stafilokokal blefarit ve yüzeysel enfeksiyonlarda kullanılır.

Klindamisin:

• Özellikle toksoplazmoz tedavisinde (12,5 mg/kg PO, günde 2, 21–28 gün) etkilidir. Gastrointestinal yan etkiler ve nadiren ciddi kolit riskine dikkat edilmelidir.

Kloramfenikol:

• Geniş spektrumlu, bakteriyostatik. %0,5 solüsyon ve %1 pomad formunda topikal olarak mevcuttur. Korneayı iyi penetre ederek ön kamarada terapötik düzeye ulaşır. Komplike olmayan kornea ülserleri ve bakteriyel konjonktivit için mükemmel ilk basamak ajan; intraoküler cerrahi sonrası profilakside de yaygın kullanılır. Sistemik kullanımda insanlarda aplastik anemi riski nedeniyle dikkatli olunmalı; veteriner klinikte çoğunlukla topikal tercih edilir.

2.3. Ara metabolizmayı etkileyenler

Sülfonamidler ve trimetoprim:

• Folat sentezi basamaklarını inhibe eder. Trimetoprim-sülfonamid kombinasyonları geniş spektrumlu etkiye sahiptir. Sistemik kullanımda köpeklerde keratokonjunktivitis sicca gelişimiyle ilişkili olabilir; uzun süreli tedavilerde özellikle dikkat edilmelidir.

2.4. DNA sentez inhibitörleri (Florokinolonlar)

• Bakterisidal; Gram negatifler ve bazı Gram pozitiflere güçlü etkilidir.

• Topikal ofloksasin ve siprofloksasin:

• Eriyici ülserler, derin kornea enfeksiyonları ve cerrahi profilakside kullanılır. Ofloksasinin kornea penetrasyonunun daha iyi ve daha iyi tolere edildiği bildirilmiştir.
• Sistemik enrofloksasin, marbofloksasin:
• Orbita, posterior segment ve ağır sistemik enfeksiyonlarda kullanılabilir.
• Enrofloksasin, kedilerde üretici dozlarının üzerindeki sistemik uygulamalarda akut, genellikle geri dönüşümsüz retinal dejenerasyon ile ilişkilendirilmiştir; IV uygulamalarda risk artar. Florokinolonlar profilaktik "her ihtimale karşı" topikal kullanım için uygun değildir; direnç gelişimini hızlandırabilir.

ANTIVIRAL AJANLAR

1. Genel bilgiler

Küçük hayvan oftalmolojisinde antiviral ilaçlar en çok feline herpesvirus 1 (FHV 1) enfeksiyonlarının yönetiminde kullanılır. Antiviral ajanlar genellikle virostatiktir; yani virüsü öldürmez, replikasyonunu baskılar. Bu nedenle:
• Uygulama sıklığının yüksek tutulması,
• Tedavi süresinin yeterince uzun olması,
• Destekleyici bakım (lubrikan, antibiyotik profilaksisi, ağrı kontrolü) esastır. Özellikle kedilerde sık tekrarlayan, kronik keratokonjunktivit ve ülseratif keratitlerde büyük önem taşır.

2. Topikal antiviral ajanlar

Pirimidin nükleozid analogları

Trifluridin (TFT, %1 solüsyon):

• FHV 1'e karşı in vitro son derece etkilidir.4–6 saatte bir topikal uygulama gerekir. İlaç genellikle eczanelerde hazırlatılır; ülkemizde ticari preparat sınırlı olabilir. Sık uygulama ve potansiyel irritasyon hasta uyumunu zorlaştırabilir.

İdoksuridin:

• Benzer etki spektrumuna sahip; bazı ülkelerde oftalmik solüsyon/pomat olarak hazırlanır. FHV 1'e karşı etkili olmakla birlikte günümüzde trifluridin ve diğer ajanlar daha sık tercih edilmektedir.

Pürin nükleozid analogları

Gansiklovir (%0,15 jel):

• FHV 1'e karşı iyi in vitro ve klinik aktivite gösterir. Genellikle 4–6 saatte bir topikal uygulanır.Ticari oftalmik jel formu (örn. insan preparatları) veteriner hastalarda off label kullanılır.

Penciklovir / Famsiklovir:

• Penciklovir, famsiklovirin aktif metabolitidir.Topikal penciklovir bazı ülkelerde mevcuttur; FHV 1'e iyi in vitro aktivite gösterir. Oral famsiklovir (kedilerde 15–90 mg/kg PO, 8–24 saatte bir) sistemik veya şiddetli oküler herpetik hastalıkta kullanılır.

Sidofovir (%0,5 solüsyon):

• Deoksisitidin analoğudur. FHV 1'e karşı mükemmel in vitro ve klinik etkilidir. Uzun hücresel yarı ömrü sayesinde günde 2 kez (8–12 saatte bir) uygulanması yeterlidir. Ticari formların olmaması nedeniyle eczanelerde hazırlanması gerekir; maliyeti yüksektir.

Asiklovir (%3 pomad):

• FHV 1'e karşı in vitro etkinliği sınırlıdır; HSV 1 kadar etkin değildir. Klinik olarak günde 5 kez gibi sık uygulandığında belirli ölçüde fayda sağlayabilir. Uygulanma sıklığı yüksek olduğu için pratikte zorlayıcıdır; diğer ajanlar tercih edilir.

3. Sistemik antiviral ajanlar

Famsiklovir

• Oral formda mevcut olup, FHV 1 enfeksiyonlarının sistemik veya oküler şiddetli formlarında tercih edilen sistemik ajandır. Kedilerde deneysel enfeksiyon çalışmalarında 90 mg/kg PO, 8 saatte bir dozuyla klinik belirtileri anlamlı azaltmıştır. Maliyet görece yüksektir; ancak hasta uyumu (günlük uygulama sayısı) ve etkinliği yüksektir.

4. L lizin ve destekleyici tedaviler

L lizin, arginin ile rekabet ederek herpes virüs replikasyonunu azaltabileceği fikrine dayanarak kullanılmıştır. Ancak, geniş örneklemli çalışmalar, kedilerde ya fayda göstermemiş,ya da klinik belirtilerde ve viral saçılımda artış rapor etmiştir. Bu nedenle, güncel kanıtlar L lizin kullanımını rutin olarak desteklememektedir.

FHV-1 ilişkili göz hastalıklarında:

• Topikal antiviral + lubrikan + antibiyotik profilaksisi,

• Gerekirse ağrı kontrolü ve destekleyici bakım,

• Kortikosteroidlerden (özellikle topikal) mümkün olduğunca kaçınma genel yaklaşım olarak kabul edilir.

ANTIFUNGAL AJANLAR

1. Genel bilgiler

Mantar kaynaklı oküler hastalıklar, kedi ve köpeklerde bakteriyel ve viral enfeksiyonlara göre daha nadirdir. Klinik tablolar:

- Dermatofitik blefarit (Microsporum, Trichophyton spp.),
- Keratomikoz (korneal fungal enfeksiyon),
- Sistemik mikozlara ikincil keratit, üveit, korioretinit, optik nörit, perioküler sellülit/apse şeklinde ortaya çıkabilir. Sistemik mikozlarda (kriptokokkoz, blastomikoz, histoplazmoz, koksidioidomikoz, aspergilloz) oküler tutulum sık görülür.

2. Topikal antifungaller

Azol grubu antifungaller (fungistatik):

Mikonazol (%1 solüsyon):

- Topikal solüsyon olarak eczanelerde hazırlanıp keratomikoz tedavisinde kullanılabilir.

İtrakonazol + DMSO kombinasyonları:

- DMSO, kornea penetrasyonunu artırır. Bazı formülasyonlar özellikle atlarda, sınırlı olarak da köpek/kedilerde kullanılmaktadır.

Vorikonazol (%1 solüsyon):

- Geniş spektrumlu, kornea penetrasyonu yüksektir. Keratomikoz tedavisinde etkili; ancak maliyetlidir.

Flukonazol:

- Topikal formdan çok sistemik kullanımda ön plandadır; intraoküler doku penetrasyonu iyidir.

Polien antifungal:

Natamisin (%5 süspansiyon):

- Fungisidal; özellikle filamentöz mantarlara (Fusarium, Aspergillus) etkilidir. Ticari oftalmik süspansiyon formu mevcuttur; keratomikozda ilk seçeneklerden biridir.

3. Sistemik antifungaller

Amfoterisin B:

- Polien antibiyotik; ciddi sistemik mikozlarda ve intraoküler mikotik enfeksiyonlarda kullanılır. Nefrotoksisite önemli bir sınırlayıcı faktördür.
- Azoller (Ketokonazol, İtrakonazol, Flukonazol, Vorikonazol):
- Sistemik mikozlarda (kriptokokkoz, blastomikoz, histoplazmoz, aspergilloz vb.) kullanılır.
- Flukonazol, kan retina ve kan aköz bariyerlerini iyi geçtiğinden intraoküler kriptokokkoz ve benzeri enfeksiyonlarda avantajlıdır.
- Ketokonazol'ün uzun süreli kullanımında hepatotoksisite ve köpeklerde katarakt ile ilişki bildirilmiştir. Uzun süreli, çoğu zaman aylar süren tedavi ve sağlam bir konak bağışıklık yanıtı fungal enfeksiyonların eradikasyonunda gereklidir.

Kedi uyuzu (Notoedres cati):

- Selamektin spot on, lisans dışı (off label) olarak etkili bulunmuştur.

Generalize demodikoz:

- Amitraz banyoları veya %2 kireç sülfür (lime sulphur) banyoları kullanılabilir. Uygulama sırasında göz yüzeyi korunmalı; korneal temas önlenmelidir.

Leishmaniosis (oküler ve sistemik):

- Pentavalan antimon bileşikleri (sodyum stiboglukonat) ve/veya allopurinol sistemik olarak kullanılır. İlgili üveit, keratit ve sekonder glokomların eşzamanlı tedavisi gereklidir.

Encephalitozoon cuniculi:

- Kedilerde fokal anterior kortikal katarakt ve üveite neden olabilir. Oral fenbendazol kombinasyon tedavileri ve gerekirse fakoemülsifikasyon cerrahisi ile başarı bildirilmiştir.

Thelaziasis (Thelazia spp.):

- %10 imidakloprid + %2,5 moksidectin içeren topikal dermatolojik preparatlarla başarılı tedavi bildirilmiştir. Alternatif olarak oral milbemycin oksim (2 mg/kg) kullanılabilir. Mekanik olarak erişilebilen parazitlerin cımbızla uzaklaştırılması da tedavinin parçasıdır.

ANTIINFLAMATUVAR VE İMMÜNMODÜLATÖR İLAÇLAR

1. Nonsteroidal antienflamatuvar ilaçlar (NSAİİ'ler)

1.1. Mekanizma ve sınıflandırma

NSAİİ'ler, siklooksijenaz 1 (COX 1) ve siklooksijenaz 2 (COX 2) enzimlerini inhibe ederek prostaglandin sentezini azaltırlar. COX 1 çoğunlukla fizyolojik fonksiyonlarla, COX 2 ise inflamatuvar yanıtla ilişkilidir.

Kimyasal sınıflar:

- Salisilatlar: Aspirin
- Propiyonik asit türevleri: Ketoprofen, ibuprofen, flurbiprofen, naproksen, karprofen
- Asetik asit türevleri: Diklofenak, ketorolak, nepafenak, indometasin, etodolak
- Enolik asitler: Meloksikam, piroksikam
- Selektif COX 2 inhibitörleri: Celekoksib, etorikoksib

- EP4 reseptör antagonisti: Grapiprant (COX'ları inhibe etmez)

1.2. Topikal NSAİİ'ler

Topikal olarak yaygın kullanılan ajanlar:

- Flurbiprofen,
- Diklofenak,
- Ketorolak,
- Bromfenak,
- Nepafenak.

Kedi ve köpeklerde:

- Pre-operatif ve post-operatif dönemde intraoperatif miyoziyi azaltmak,
- Post operatif inflamasyon ve ağrıyı kontrol etmek,
- Steroidlerin kontrendike olduğu (örn. ülserli kornea, diyabetik hasta) durumlarda anterior segment inflamasyonunu baskılamak amacıyla kullanılır.

Deneysel çalışmalarda:

- %0,1 diklofenak, kedilerde %1 prednizolon kadar etkili, %0,03 flurbiprofenden ve %0,1 deksametazondan daha etkili bulunmuştur. Bazı ajanların intraoküler basıncı arttırabileceği, kornea epitelizasyonunu geciktirebileceği ve nadiren keratomalasi riskini artırabileceği bildirilmiştir; glokomlu veya oküler hipertansiyonu olan hastalarda dikkatle kullanılmalıdır.

1.3. Sistemik NSAİİ'ler

Veteriner hekimlikte sık kullanılan sistemik NSAİİ'ler:

- Karprofen, meloksikam, robenakoksib, derakoksib, firokoksib, piroksikam, etodolak, grapiprant vb.Yan etkiler:
- Gastrointestinal iritasyon, ülserasyon (steroidlerle birlikte kullanıldığında risk dramatik artar),
- Böbrek perfüzyon bozukluğu, azotemi,
- Hepatotoksisite,
- Kanama eğiliminde artış (trombosit fonksiyon bozukluğu),
- Köpeklerde etodolak ile KCS ilişkisi.

Uzun süreli kullanımlarda:

- Tam kan sayımı, biyokimya (özellikle karaciğer ve böbrek parametreleri),
- İdrar analizi ile izlem önerilir.

Oküler açıdan:

- NSAİİ'ler kan aköz bariyer bozulmasını azaltır, vazodilatasyon ve neovaskülarizasyonu baskılar,
- Blefarit, konjonktivit, keratit, üveit, sklerit ve nöro retinit olgularında uygun vakalarda sistemik antiinflamatuvar desteğin parçası olabilir.

2. Steroidler

2.1. Mekanizma ve sistemik kullanım

Kortikosteroidler, fosfolipaz A2 inhibisyonu yoluyla araşidonik asit metabolizmasını baskılar; böylece prostaglandin ve lökotrien oluşumunu azaltır.

Sistemik steroidler:

- Şiddetli blefarit, sklerit/episklerit,
- Orta–şiddetli üveit, korioretinit,
- Optik nörit,
- Orbita inflamasyonları ve bazı neoplazilerde tedavinin temel bileşenlerindendir.

Yan etkileri:

- Poliüri/polidipsi/polifaji,
- Kas atrofisi, kilo artışı,
- Hepatopati,
- İmmünsupresyon, enfeksiyon eğiliminde artış,
- Uzun süreli kullanımda adrenal baskılanma,
- Özellikle köpeklerde diyabet, kedilerde glisemik kontrol güçleşmesidir. Bundan dolayı uzun süreli tedavilerde CBC ve biyokimya ile takip zorunludur.

2.2. Topikal kortikosteroidler

Topikal etkinlik, büyük ölçüde kornea penetrasyonuna bağlıdır:

- Asetatlar (prednizolon asetat): En iyi penetrasyon; anterior üveitte birinci seçenektir.
- Alkoller (örn. daha lipofilik formlar): Fosfatlara göre daha iyidir.
- Fosfatlar (deksametazon sodyum fosfat): Korneayı nispeten daha az penetre eder, daha yüzeysel inflamasyon için uygundur.
- Hidrokortizon: En zayıf kornea penetrasyonu; daha çok yüzeysel hafif konjonktivitlerde tercih edilmektedir.

Endikasyonları:

- Non ülseratif keratit, stromal keratit,
- Eozinofilik keratokonjunktivit (kedi),
- İmmün aracılı oküler yüzey hastalıkları,
- Anterior üveit (prednizolon asetat)tir.

Kontrendikasyonları:

- Her türlü kornea ülseri (özellikle kedi ve köpekte),
- Şüpheli veya doğrulanmış oküler fungal enfeksiyon,
- Viral keratitin aktif ülseratif fazı (özellikle FHV 1)dır.

Yan etkileri:

- Lokal iritasyon,
- Yara iyileşmesinde gecikme, kornea incelmesi,

• Oküler yüzey savunmasının baskılanması, ikincil enfeksiyon riskinde artış,
• Nadiren subkapsüler katarakt (özellikle kedilerde uzun süreli kullanımda),
• Sistemik emilime bağlı PU/PD, diyabet stabilizasyonunda güçlüktür.

3. Kalsinörin inhibitörleri: Siklosporin ve takrolimus

Siklosporin ve takrolimus:

• T lenfositlerde kalsinörin yolu üzerinden IL 2 ve diğer lenfokin üretimini baskılar. Topikal kullanıldığında göz yüzeyindeki immün aracılı hastalıklarda etkilidir.

Kullanım alanları:

• Kedi ve köpeklerde keratokonjunktivitis sicca (özellikle köpek),
• Kedi stromal keratiti,
• Eozinofilik keratokonjunktivit,
• Bazı kronik immün aracılı blefarit ve keratit formlarıdır.

Yan etkileri:

• Perioküler dermatit/alopesi,
• Lokal irritasyon/yanma hissi,
• Nadir sistemik emilim etkileri (özellikle yüksek doz, geniş yüzeye uygulama) mevcuttur.

4. Diğer immünmodülatörler ve kemoterapötikler

Ciddi, kronik, sistemik immün aracılı oftalmik hastalıklarda veya glukokortikoid azaltılması amacıyla:

• Azatioprin,
• Mykofenolat mofetil,
• Leflunomid,
• Siklofosfamid,
• Metotreksat gibi ajanlar kullanılabilir.

Bu ilaçların: Miyelosupresyon, şiddetli gastrointestinal bozukluklar, hepatotoksisite gibi yaşamı tehdit eden yan etkileri olduğundan, yalnızca yakın laboratuvar izlemi altında ve bilgilendirilmiş sahip onamıyla kullanılmalıdır.

ANTIGLAUKOM İLAÇLAR

1. Karbonik anhidraz inhibitörleri (CAİ'ler)

• Aköz hümör üretimini azaltarak göz içi basıncını (GİB) düşürür. Sistemik formlar (asetazolamid, metazolamid) küçük hayvanlarda belirgin metabolik yan etkilere (metabolik asidoz, elektrolit bozuklukları) neden olabileceğinden uzun süreli kullanımda sınırlıdır.

Topikal dorzolamid ve brinzolamid:

• Köpek ve kedilerde sık kullanılır. Genellikle 8–12 saatte bir uygulanır.

• Dorzolamid, normal ve primer konjenital glokomlu kedilerde GİB'yi anlamlı azaltır.

• Brinzolamidin kedilerde GİB üzerine etkisi daha zayıf bildirilmiştir.

2. Beta blokerler

Topikal β adrenerjik blokerler:

• Siliyer cisimdeki β reseptörleri bloke ederek aköz üretimini azaltır. Timolol, en sık kullanılan ajandır (0,25 % veya 0,5 % solüsyon; 8–12 saatte bir).

• Diğer ajanlar: Betaksolol, karteolol, levobunolol, metripranolol.

Etkinlik:

• Glokomlu kedilerde etkinliği tam olarak değerlendirilmemiştir; normotansif kedilerde GİB'de yaklaşık %20 düşüş bildirilmiştir. Köpek glokomunda timolol genellikle kombine tedavinin parçası olarak kullanılır.

Yan etkileri:

• Lokal: İrritasyon, konjonktival hiperemi, miyozis.

• Sistemik: Bradikardi, hipotansiyon, bronkospazm (özellikle küçük ve kalp/solunum hastalığı olan hastalarda).

• Bu nedenle kedilerde daha düşük konsantrasyon (0,25 %) tercih edilir.

3. Prostaglandin analogları

• Latanoprost vb. ajanlar, köpek glokomunda GİB düşürmede oldukça etkilidir (özellikle primer açı kapanması glokomu). Kedilerde iris ve siliyer cisim prostanoid reseptör dağılım farklılıkları nedeniyle genellikle yeterince etkili değildir. Ayrıca iris pigment hücrelerini aktive ederek pupil renginde koyulaşmaya neden olabilirler (klinik açıdan genelde önemli değildir).

4. Osmotik ajanlar

• Mannitol (IV), gliserin (oral) gibi ozmotik diüretikler, akut glokom krizlerinin hızlı stabilizasyonunda kullanılır.

• Mannitol: Vitreus dehidratasyonu ve hacim azalması ile GİB'yi düşürür. Böbrek yetmezliği, ciddi kardiyak yetmezlik ve dehidratasyon varlığında kontrendikedir.

• Gliserin: Diyabetik hastalarda glukoza metabolize olması nedeniyle kullanılmamalıdır.

5. Diğer ajanlar ve nöroprotektif yaklaşımlar

• Parasempatomimetikler (ör. demekaryum bromid) aköz dışa akımını artırabilir; ancak ön lens luksasyonu şüphesi veya posterior sineşi durumlarında miyozis istenmediğinden dikkatle kullanılmalıdır. Glokom nörodejeneratif bir süreçtir; GİB kontrol altına alınsa bile optik sinir hasarı sürebilir. Nöroprotektif ajanlar (memantin, brimonidin, kalsiyum kanal blokerleri, statinler, TNF α ve ET 1 antagonistleri vb.) deneysel veya sınırlı klinik kullanım aşamasındadır.

Primer glokomlu hastalarda, hastalığın sıklıkla bilateral olduğunu akılda tutarak, karşı gözde proflaktik tedavi (CAİ + antiinflamatuvar) düşünülmelidir.

MIDRIYATIKLER, SIKLOPLEJIKLER VE TANISAL FARMAKOLOJI

1. Pupilla dilatasyonu ve siklopleji

Farmakolojik midriyazis ve siklopleji:

• Sempatomimetik (adrenerjik) ajanlarla iris dilatatör kasının uyarılması,

• Parasempatikolitik (antikolinergik) ajanlarla iris sfinkter kasının inhibisyonu ile sağlanır.

Sempatomimetikler

Fenilefrin (topikal): Kedilerde zayıf midriyatik etki sağlar.Horner sendromu gibi sempatik denervasyonun tanı ve lokalizasyonunda kullanılabilir.

Adrenalin:Topikal kullanımı sınırlı; kardiyovasküler yan etkileri potansiyel olarak ciddi olabilir. İntrakameral 1:10.000 sulandırma ile cerrahi sırasında midriyazis ve hemostaz amacıyla kullanılabilir; irrigasyon sıvılarına 1:1.000.000 oranında eklenebilir.

Parasempatikolitikler

Tropikamid (%0,5–1): Hızlı etki başlangıcı (20–40 dk), kısa–orta etki süresi (8–9 saat) mevcuttur. Tanısal fundus muayenesi ve hafif siklopleji gerektiren durumlarda kullanılır. Atropine göre daha iyi tolere edilir.

• Yan etkileri: GİB artışı (özellikle predispoze gözlerde), STT değerlerinde geçici azalma mevcuttur.

Atropin (%1): Kedi ve köpeklerde üveitis tedavisinde pupilla dilatasyonu sağlamak ve siliyer spazmı azaltmak amacıyla kullanılan güçlü bir

midriyatik–sikloplejik ajandır. Köpeklerde genellikle iyi tolere edilirken, kedilerde ilacın acı tadı nazolakrimal drenaj yoluyla ağıza ulaşarak belirgin salivasyona neden olabilir. Bu nedenle kedilerde %1'lik pomad formu daha rahat kullanılabilmekte ve daha uzun etki süresi sunmaktadır. Her iki türde de uzun etkisi nedeniyle uygulama sıklığı düşüktür.

SONUÇ

Veteriner oftalmolojide kullanılan farmakolojik ajanlar, oküler dokuların kendine özgü anatomik ve fizyolojik bariyerleri nedeniyle dikkatli seçim ve doğru uygulama stratejileri gerektirir. İlaçların etki süreleri, tolerabiliteleri ve doku penetrasyonları türler arasında anlamlı farklılık gösterebildiğinden, her tedavi protokolü hastaya özgü olarak planlanmalıdır. Özellikle kedilerde uygulama zorlukları, köpeklerde ise yan etki profilleri göz önünde bulundurulduğunda, uygun formülasyonun ve uygulama zamanlamasının seçilmesi tedavi başarısının temel belirleyicisidir. Bu nedenle oküler ilaç kullanımı, yalnızca farmakolojik bilginin değil, aynı zamanda klinik deneyimin de rehberliğinde değerlendirilmeli ve süreç boyunca hastanın yanıtı yakından izlenmelidir.

REFERANSLAR

Binder D ve Herring I (2006). Duration of corneal anaesthesia following topical administration of 0.5 % proparacaine hydrochloride solution in clinically normal cats. American Journal of Veterinary Research; 67:1780-1782.

BianCiardi P ve Otranto D (2005). Treatment of dog thelaziosis caused by Thelazia callipaeda (Spirurida, Thelaziidae) using a topical formulation of imidacloprid 10 % and moxidectin 2.5 %. Veterinary Parasitology; 129:89-93.

Gomes F, Bentley E, Lin ve ark. (2011). Effects of unilateral topical administration of 0.5 % tropicamide on anterior segment morphology and intraocular pressure in normal cats and cats with primary congenital glaucoma. Veterinary Ophthalmology; 14(Suppl 1):75-83.Gould D (2011). Feline herpesvirus 1. Ocular manifestations, diagnosis, and treatment options. Journal of Feline Medicine and Surgery; 13:333-346.

Gray H, Wills A ve Morgan R (2003). Effects of topical administration of 1 % brinzolamide on normal cat eyes. Veterinary Ophthalmology; 6:285-290.

Hume-Smith K, Groth A, Rishniw M ve ark. (2011). Anaphylactic events observed within 4h of ocular application of an antibiotic-containing ophthalmic preparation: 61 cats (1993-2010). Journal of Feline Medicine and Surgery; 13:744-751.

Rankin A, Khrone S, Stiles J (2011). Evaluation of four drugs for inhibition of paracentesis-induced blood-aqueous humor barrier breakdown in cats. American Journal of Veterinary Research; 72:826- 832.

Rees T ve Lubinski J (2008). Oral supplementation with L-lysine did not prevent upper respiratory infection in a shelter population of cats. Journal of Feline Medicine and Surgery; 10:510-513.

Wilkie D ve Latimer C (1991). Effects of topical administration of timolol maleate on intraocular pressure and pupil size in cats. American Journal of Veterinary Research; 52:436-440.

ZHan G, Miranda O ve Bito L (1992). Steroid glaucoma: corticosteroid-induced ocular hypertension in cats. Experimental Eye Research; 54:211-218.

Grup Müdahaleleri ve Dinamikler

Abdulkadir ILGAZ

1- Öğr. Gör.; Karabük Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Yaşlı Bakım Programı. abdulkadirilgaz@karabuk.edu.tr ORCID No: 0000-0003-0031-7203

GİRİŞ

Grup çalışması, psikoloji ve sosyal hizmet disiplinlerinin kesişiminde yer alan ve bireyin değişimini yalnızca bireysel özellikler üzerinden değil, içinde bulunduğu sosyal ilişkiler ağı içinde ele alan temel bir müdahale biçimidir. Grup, üyelerin fiziksel olarak bir araya gelmesinden ibaret olmayıp; karşılıklı etkileşimlerin, paylaşılan anlamların, gelişen aidiyet duygusunun ve zaman içinde oluşan rol ile normların etkisiyle şekillenen canlı bir sistemdir. Bu sistem içerisinde her üyenin davranışı, yalnızca kendisini değil, grubun bütününü etkileyen bir dinamik yaratır.

Grup dinamikleri, grubun nasıl işlediğini, üyeler arasındaki ilişkilerin hangi yönde geliştiğini ve müdahale sürecinin ne ölçüde etkili olduğunu belirleyen temel unsurlardır. Grup sürecinin başlangıcında belirsizlik, kaygı ve temkinli etkileşimler ön plandayken; ilerleyen aşamalarda çatışmalar, güç dengeleri ve rol müzakereleri ortaya çıkabilir. Bu durumlar, doğru şekilde ele alındığında grubun olgunlaşmasını, üyelerin kendilerini ve başkalarını daha iyi tanımalarını sağlayan önemli öğrenme alanları sunar. Normlaşma süreciyle birlikte grup içinde güven, iş birliği ve açık iletişim gelişir; bu da müdahalenin hedeflerine ulaşmasını kolaylaştırır.

Sonuç olarak, psikoloji grup içi davranışları bilişsel ve duygusal süreçler ile sosyal öğrenme üzerinden açıklarken; sosyal hizmet bu bilgiyi güçlendirme ve hak temelli yaklaşımla bireyin sosyal işlevselliğini artırmak için kullanır. Bu bütünleşme, grup çalışmalarının etkililiğini güçlendirir.,Grup müdahalelerinde liderlik, süreci kolaylaştıran, iletişimi ve çatışmaları yapıcı biçimde yöneten etik temelli bir rol üstlenir. Bu yaklaşım, grup çalışmalarını bireylerin güçlenmesini ve kalıcı değişimi destekleyen dönüştürücü bir psikososyal müdahaleye dönüştürür.

Grup çalışması, insanın sosyal bir varlık oluşundan hareketle şekillenen ve bireysel müdahalelerin sınırlarını aşan önemli bir psikososyal müdahale alanıdır. Psikoloji ve sosyal hizmet disiplinleri açısından grup, yalnızca bireylerin bir araya gelmesiyle oluşan bir yapı değil; etkileşim, ilişki, aidiyet ve karşılıklı öğrenme süreçleriyle kendine özgü bir sistemdir. Bu sistem içerisinde bireyler yalnızca kendi yaşantılarını paylaşmakla kalmaz, aynı zamanda başkalarının deneyimleri aracılığıyla kendilerini yeniden konumlandırma ve anlamlandırma fırsatı bulurlar. Bu yönüyle grup çalışması, bireysel değişimi sosyal bağlam içinde ele alan güçlü bir müdahale aracıdır.

Grup dinamikleri, grubun nasıl işlediğini, üyeler arasındaki ilişkilerin nasıl şekillendiğini ve grubun hedeflerine ne ölçüde ulaşabildiğini belirleyen temel süreçleri ifade eder. Bu dinamikler; rollerin oluşumu, normların gelişimi, iletişim örüntüleri, güç ilişkileri ve duygusal etkileşimler gibi çok sayıda bileşeni içerir. Psikoloji disiplini, grup davranışlarını anlamada sosyal öğrenme, sosyal kimlik, bilişsel ve duygusal süreçler gibi kuramsal çerçeveler

sunarken; sosyal hizmet disiplini bu bilgileri hak temelli, güçlendirme odaklı ve bağlamsal bir müdahale anlayışıyla pratiğe dönüştürür. Bu nedenle grup dinamiklerinin etkili biçimde ele alınması, disiplinlerarası bir bakış açısını zorunlu kılar.

Gruplar, gelişimsel bir süreç içerisinde ilerler ve bu süreçte üyelerin duygusal tepkileri, beklentileri ve etkileşim biçimleri zamanla değişir. Grubun ilk aşamalarında belirsizlik ve kaygı ön plandayken, ilerleyen süreçlerde çatışmalar, rol pazarlıkları ve güç mücadeleleri ortaya çıkabilir. Bu durum, grup çalışmasını yürüten profesyonelin yalnızca içerik aktarımıyla değil, sürecin kendisiyle de aktif biçimde çalışmasını gerektirir. Özellikle çatışma dönemleri, çoğu zaman sorunlu olarak algılansa da uygun şekilde yönetildiğinde grubun olgunlaşması ve işlevselliğinin artması için önemli fırsatlar sunar. Sosyal hizmet perspektifinden bakıldığında bu süreçler, bireylerin ilişki kurma biçimlerini fark etmeleri ve daha işlevsel etkileşimler geliştirmeleri açısından güçlendirici bir deneyim alanı yaratır.

Grup içerisinde zamanla ortaya çıkan roller ve normlar, çoğu zaman açıkça ifade edilmese de grubun işleyişini yönlendiren en etkili düzenleyici unsurlar arasında yer alır. Grup süreci ilerledikçe üyeler, farkında olarak ya da olmadan belirli davranış kalıplarını tekrar eder ve bu kalıplar grup içinde tanınan rollere dönüşür. Bazı üyeler iletişimi başlatan, yönlendiren ya da karar alma süreçlerinde öne çıkan doğal liderlik rolleri üstlenirken; bazıları daha çok dinleyen, destek veren veya geride kalmayı tercih eden konumlarda yer alabilir. Bu roller, grubun ihtiyaçlarına yanıt verdiği ölçüde işlevsel olabilir ve sürecin ilerlemesine katkı sağlayabilir. Bununla birlikte grup içinde yalnızca olumlu ya da destekleyici roller değil, aynı zamanda çatışmayı üstlenen, karşıt görüşleri dile getiren ya da grubun bastırılmış öfke, kaygı ve huzursuzluk gibi olumsuz duygularını taşıyan üyeler de ortaya çıkabilir. Bu tür roller, çoğu zaman sorunlu olarak algılansa da grup dinamikleri açısından önemli işlevler üstlenebilir. Özellikle çatışmayı ifade eden üyeler, grubun görmezden gelmeye çalıştığı gerilimleri görünür kılarak yüzleşme ve değişim için bir fırsat yaratır. Bu durum, uygun biçimde ele alındığında grup içi farkındalığı ve olgunlaşmayı destekleyen bir sürece dönüşebilir. Grup içinde gelişen rollerin önemli bir özelliği, bireylerin grup dışındaki ilişkisel örüntülerinin yansımalarını taşımasıdır. Bireyler, aile, iş ya da sosyal çevrelerinde benimsedikleri davranış biçimlerini çoğu zaman farkında olmadan grup ortamına taşır. Bu yönüyle grup, bireysel davranış kalıplarının güvenli ve yapılandırılmış bir ortamda gözlemlenmesine ve çalışılmasına olanak tanır. Üyeler hem kendi rollerini hem de başkalarının kendilerine nasıl tepki verdiğini deneyimleyerek ilişkisel farkındalık geliştirir. Sosyal hizmet uzmanı ya da psikolog, grup sürecinde ortaya çıkan bu rolleri etiketlemek ya da sabitlemek yerine, rollerin grup işleyişi üzerindeki etkilerini görünür kılmaya odaklanır. Amaç, bir üyenin “lider”, “sessiz” ya da “çatışmacı” olarak tanımlanmasından çok, bu davranışların grup içinde nasıl bir işlev

gördüğünün anlaşılmasıdır. Bu yaklaşım, üyelerin kendilerini savunmaya geçmeden süreç üzerine düşünmelerini ve alternatif davranış biçimlerini denemelerini kolaylaştırır. Böylece grup, yalnızca sorunların paylaşıldığı bir alan olmaktan çıkarak, bireylerin kendilerini ve ilişkilerini yeniden değerlendirebildikleri güçlü bir öğrenme ve dönüşüm alanına dönüşür.

Grup dinamiklerini belirleyen temel unsurlardan biri sosyal kimlik ve aidiyet duygusudur. Grup üyeleri zaman içinde ortak deneyimler, paylaşılan hedefler ve karşılıklı etkileşimler aracılığıyla bir "biz" algısı geliştirir. Bu algı, bireylerin gruba bağlanmasını, kendilerini güvende hissetmelerini ve süreçlere daha aktif katılım göstermelerini destekleyen önemli bir psikososyal işlev görür. Aidiyet duygusu güçlendikçe grup içi dayanışma artar, üyeler birbirlerinin yaşantılarını daha kolay anlayabilir ve benzer deneyimlerin paylaşılması yoluyla normalleştirme süreci ortaya çıkar. Bu durum özellikle travma, kronik hastalık, bağımlılık ya da bakım verme gibi ortak zorlukları yaşayan gruplarda destekleyici ve iyileştirici bir etki yaratır. Bununla birlikte sosyal kimliğin güçlenmesi her zaman olumlu sonuçlar doğurmayabilir. Grup içi aidiyetin aşırı vurgulandığı ya da farklılıkların yeterince tanınmadığı durumlarda, grup içi–grup dışı ayrımları belirginleşebilir. Bu ayrım, bazı üyelerin kendilerini dışlanmış, görünmez ya da değersiz hissetmelerine yol açarak damgalanma ve ayrımcılık riskini artırabilir. Özellikle yaş, cinsiyet, sosyoekonomik durum, kültürel arka plan veya psikososyal ihtiyaçlar açısından heterojen yapıya sahip gruplarda bu risk daha belirgin hale gelir. Bu tür durumlar, grubun güvenli yapısını zedeleyerek müdahale sürecinin etkililiğini azaltabilir. Bu noktada sosyal hizmetin kapsayıcı, eşitlikçi ve adalet odaklı yaklaşımı grup çalışmalarında kritik bir rol üstlenir. Sosyal hizmet bakış açısı, farklılıkları bir tehdit değil, zenginleştirici bir unsur olarak ele almayı ve her üyenin grup içinde kendini ifade edebileceği güvenli bir alan oluşturmayı hedefler. Grup liderinin, güç ilişkilerini fark etmesi, sessiz kalan ya da marjinalleşme riski taşıyan üyeleri sürece dahil etmesi ve etik ilkelere duyarlı bir denge kurması, aidiyet duygusunun destekleyici bir işleve dönüşmesini sağlar. Böylece grup çalışmaları hem bireysel güçlenmeyi hem de sosyal bütünleşmeyi destekleyen kapsayıcı bir müdahale alanı haline gelir. Grup ortamında iletişim yalnızca sözel ifadelerle sınırlı değildir; sessizlik, beden dili ve duygusal tepkiler de sürecin önemli parçalarıdır. Bazı üyeler yaşadıkları güçlükleri açıkça ifade ederken, bazıları sessizlik ya da direnç yoluyla kendilerini korumaya çalışabilir. Psikolojik açıdan bu durumlar savunma mekanizmalarıyla ilişkilendirilirken, sosyal hizmet perspektifi bu davranışları bireyin yaşam bağlamı ve deneyimleri içerisinde anlamlandırmayı hedefler. Grup liderinin bu sinyalleri doğru okuyabilmesi, müdahalenin etkililiği açısından belirleyici bir rol oynar.

Grup çalışmaları, amaçları, hedef kitleleri ve müdahale düzeylerine bağlı olarak farklı biçimlerde yapılandırılabilen esnek ve çok yönlü uygulama alanlarıdır. Her grup türü, belirli ihtiyaçlara yanıt vermek üzere tasarlanmakla

birlikte, uygulamada bu sınırlar çoğu zaman kesin çizgilerle ayrılmaz. Psikoeğitim grupları, bireylere belirli bir konuya ilişkin bilgi kazandırmayı, farkındalık oluşturmayı ve yeni beceriler geliştirmeyi hedefler. Bu gruplarda yapı daha belirgindir; oturumlar genellikle önceden planlanmış içerikler etrafında ilerler ve katılımcıların aktif katılımı teşvik edilir. Özellikle kronik hastalıklar, bağımlılık, ebeveynlik ya da stresle baş etme gibi alanlarda psikoeğitim grupları, bireylerin yaşadıkları güçlükleri anlamlandırmalarına ve günlük yaşamda kullanabilecekleri somut stratejiler geliştirmelerine katkı sağlar.

Destek grupları ise bilgi aktarımından çok, duygusal paylaşım ve karşılıklı dayanışmayı merkeze alır. Benzer yaşam deneyimlerine sahip bireylerin bir araya gelmesi, yalnızlık duygusunun azalmasını, yaşanan sorunların normalleşmesini ve karşılıklı empati gelişimini destekler. Bu gruplarda yapı daha esnektir ve katılımcıların ihtiyaçları doğrultusunda şekillenir. Paylaşımın gönüllülük esasına dayanması ve güvenli bir ortamın oluşturulması, destek gruplarının etkililiği açısından kritik öneme sahiptir.

Terapötik gruplar, daha derin psikolojik süreçlerle çalışmayı amaçlayan ve profesyonel yönlendirme gerektiren müdahale biçimleridir. Bu gruplarda bireylerin duygu, düşünce ve davranış örüntüleri grup etkileşimi içinde ele alınır; içgörü kazanımı ve davranış değişimi hedeflenir. Terapötik gruplar, yapılandırılmış kuramsal yaklaşımlara dayansa da, grup sürecinde ortaya çıkan dinamiklere duyarlı olmayı gerektirir. Bu yönüyle hem bireysel hem de ilişkisel düzeyde dönüşüm potansiyeli taşır.

Güçlendirme odaklı gruplar ise bireylerin öz yeterliliklerini artırmayı, karar alma süreçlerine katılımlarını desteklemeyi ve toplumsal yaşamda daha aktif rol almalarını amaçlar. Sosyal hizmet perspektifinde bu gruplar, bireylerin yalnızca destek alan değil, aynı zamanda kendi yaşamlarının öznesi olmalarını hedefler. Hak temelli yaklaşım, kaynaklara erişim ve kolektif farkındalık bu grup türünün temel bileşenleri arasında yer alır. Sosyal hizmet uygulamalarında bu grup türleri çoğu zaman birbirinden kesin sınırlarla ayrılmaz; aksine, grubun ihtiyaçlarına göre iç içe geçerek esnek biçimde yapılandırılır. Bir psikoeğitim grubu zamanla destekleyici bir işlev kazanabilir ya da bir destek grubu, katılımcıların ihtiyaçları doğrultusunda terapötik öğeler içerebilir. Bu durum, grup çalışmalarında standart bir programın katı biçimde uygulanmasından ziyade, sürece duyarlı ve katılımcı odaklı bir müdahale anlayışını gerekli kılar. Standartlık, içeriğin bire bir tekrar edilmesinden çok, etik ilkeler, mesleki çerçeve ve amaçların korunması anlamına gelir. Böylece grup çalışmaları, değişen ihtiyaçlara yanıt verebilen, esnek ve etkili bir psikososyal müdahale alanı olarak işlev görür.

Grup sürecinde liderlik, yönlendirmekten çok kolaylaştırmayı içeren bir rol olarak ele alınmalıdır. Lider, grubun sınırlarını ve güvenliğini sağlarken aynı zamanda üyelerin birbirleriyle etkileşimini destekler. Otoriter bir tutum

grubun pasifleşmesine yol açabileceği gibi, aşırı geri planda kalmak da sürecin dağılmasına neden olabilir. Bu denge, mesleki deneyim, etik duyarlılık ve öz farkındalıkla yakından ilişkilidir. Özellikle sosyal hizmet uygulamalarında liderin güç paylaşımına açık olması, grubun güçlendirici potansiyelini artırır. Çatışma ve direnç, grup çalışmalarının kaçınılmaz bileşenleridir. Bu durumlar çoğu zaman başarısızlık göstergesi olarak algılansa da aslında grubun canlılığını ve üyelerin sürece duygusal yatırımını gösterir. Etkili bir müdahale, çatışmayı bastırmak yerine anlamlandırmayı ve yapıcı biçimde ele almayı hedefler. Bu süreçte etik ilkeler, özellikle gizlilik, gönüllülük ve sınırların korunması açısından yol gösterici bir işlev görür. Grup dinamikleriyle çalışmanın en güçlü yönlerinden biri, bireylerin kendi davranışlarının başkaları üzerindeki etkisini doğrudan deneyimleyebilmesidir. Bu deneyim, bireysel görüşmelerde elde edilmesi zor olan bir farkındalık düzeyi sunar. Psikoloji bu süreci içgörü ve davranış değişimi açısından değerlendirirken, sosyal hizmet bu kazanımları bireyin sosyal işlevselliği ve yaşam kalitesiyle ilişkilendirir. Bu bütüncül yaklaşım, grup çalışmalarını yalnızca bir teknik değil, aynı zamanda dönüştürücü bir sosyal müdahale alanı haline getirir.

Sonuç olarak grup dinamikleri ve müdahaleler, psikoloji ve sosyal hizmet disiplinlerinin kesişim noktasında yer alan, bireyler arası etkileşimi merkeze alan ve çok katmanlı bir yapıya sahip olan kapsamlı bir çalışma alanını temsil etmektedir. Bu alan, yalnızca bireysel sorunların ele alındığı bir müdahale biçimi olmanın ötesinde, bireyin içinde bulunduğu sosyal ilişkiler ağıyla birlikte değerlendirildiği bütüncül bir yaklaşımı gerekli kılar. Grup ortamı, bireylerin kendilerini başkalarıyla karşılaştırarak tanımalarına, yaşantılarını anlamlandırmalarına ve yeni baş etme yolları geliştirmelerine olanak tanıyan güçlü bir öğrenme ve değişim alanı sunar. Grup çalışmalarında etkili sonuçlar elde edebilmek, yalnızca kuramsal bilgiye hâkim olmakla sınırlı değildir; aynı zamanda grup sürecine duyarlılık, üyeler arasındaki görünür ve örtük etkileşimleri fark edebilme becerisi, etik ilkelere bağlılık ve disiplinlerarası iş birliği gerektirir. Psikoloji, grup içi bilişsel ve duygusal süreçlerin anlaşılmasına katkı sağlarken; sosyal hizmet, bu bilgiyi güçlendirme, kapsayıcılık ve sosyal adalet ilkeleri doğrultusunda uygulamaya aktarır. Bu iki disiplinin bütünleşik yaklaşımı, grup çalışmalarının hem bireysel farkındalık hem de sosyal uyum açısından daha derin ve sürdürülebilir etkiler üretmesini mümkün kılar. Grup dinamiklerinin bilinçli ve bütüncül bir bakış açısıyla ele alınması, çatışmaların yapıcı biçimde yönetilmesini, güvenli bir grup ikliminin oluşturulmasını ve üyelerin sürece aktif katılımını destekler. Bu koşullar altında grup çalışmaları, yalnızca geçici destek sunan bir yöntem olmaktan çıkarak, bireylerin güçlenmesini, sosyal işlevselliğinin artmasını ve toplumsal düzeyde olumlu değişimlerin ortaya çıkmasını sağlayan dönüştürücü bir psikososyal müdahale alanına dönüşür.

KAYNAKÇA

Ak, B. U. (2022). Sosyal Hizmet Araştırma ve Uygulamalarında Odak Grup Tekniğinden Yararlanma. *Current Perspectives in Social Sciences*, *26*(1), 9-14.

Daşçı, E., & Yalçın, İ. (2018). Grupla psikolojik danışma ve grup liderlerine yönelik süpervizyon modelleri üzerine bir inceleme. *Turkish Psychological Counseling and Guidance Journal*, *8*(49), 19-43.

Dereli, B., & Cengiz, D. (2011). İNSAN KAYNAKLARI YÖNETİMİNDE GRUP, GRUP DİNAMİĞİ KAVRAMLARI VE GRUP DİNAMİĞİNİN ÖLÇÜLMESİ ÜZERİNE UYGULAMA ÖRNEĞİ. *Öneri Dergisi*, *9*(35), 35-43.

Güre, M. D. P., & Erdoğan, S. GRUPLARLA SOSYAL HİZMET MÜDAHALELERİNE İLİŞKİN TÜRKİYE'DEKİ LİSANSÜSTÜ TEZLER: SİSTEMATİK BİR İNCELEME. *Türkiye Sosyal Hizmet Araştırmaları Dergisi*, *8*(2), 156-176.

Kağnıcı, D. Y., Çankaya, Z. C., & Pamukçu, B. (2018). Grupla psikolojik danışma sürecinde grubun gelişim evrelerine kültürel bir bakış. *Turkish Psychological Counseling and Guidance Journal*, *8*(49), 1-18.

Öncü, H. (2006). PSİKOLOJİK DANIŞMA MÜDAHALESİ OLARAK BÜYÜK GRUP REHBERLİĞİ. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, *4*(3), 219-240.

Özdoğan, A. Ç. (2022). Grupla Psikolojik Danışmada Çatışma, Çatışma Kaynakları ve Lider Müdahaleleri. *Muş Alparslan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *2*(2), 195-206.

Yaycı, L. (2017). Grupla psikolojik danışmada direnç: Önleme ve müdahale yolları. *OPUS–Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, *7*(13), 991-1016.

Sağlık Psikolojisi Çerçevesinde Sosyal Hizmet Müdahaleleri

Abdulkadir ILGAZ

1- Öğr. Gör.; Karabük Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Yaşlı Bakım Programı. abdulkadirilgaz@karabuk.edu.tr ORCID No: 0000-0003-0031-7203

ÖZET

Sağlık, biyolojik göstergelerin ötesinde psikolojik ve sosyal boyutları içeren çok yönlü bir olgudur. Bu anlayış doğrultusunda sağlık psikolojisi ve sosyal hizmet disiplinleri, bireyin sağlık ve hastalık deneyimini bütüncül bir perspektifle ele almaktadır. Sağlık psikolojisi, bireyin hastalığı nasıl algıladığı, sağlıkla ilişkili davranışları nasıl sürdürdüğü, stresle hangi baş etme mekanizmalarını kullandığı ve bu süreçlere psikolojik olarak nasıl uyum sağladığına odaklanmaktadır. Sosyal hizmet ise bu psikolojik süreçlerin bireyin yaşadığı sosyal çevre, aile ilişkileri, ekonomik koşullar ve mevcut destek sistemleriyle olan etkileşimini dikkate alarak, bireyin sosyal işlevselliğini güçlendirmeyi amaçlayan müdahaleler geliştirmektedir. Bu kitap bölümünde, sağlık psikolojisinin temel varsayımları çerçevesinde sosyal hizmet müdahalelerinin kuramsal temelleri ve uygulama alanları ele alınmıştır.

Hastalık algısının psikososyal uyum üzerindeki etkisi, stres ve baş etme süreçleri ile sosyal desteğin iyilik hâli üzerindeki rolü tartışılmıştır. Sosyal hizmet müdahalelerinin, bireyin hastalık sürecine uyumunu desteklemede, güçlendirme temelli yaklaşımlar yoluyla aktif katılımı teşvik ettiği vurgulanmıştır. Ayrıca disiplinler arası iş birliğinin, sağlık hizmetlerinde bütüncül ve sürdürülebilir müdahalelerin geliştirilmesindeki önemi ortaya konulmuştur.

Sonuç olarak güçlendirmeyi sağlık psikolojisi çerçevesinde yapılandırılan sosyal hizmet müdahaleleri; bireyin yaşam kalitesini artırmayı, psikososyal dayanıklılığını güçlendirmeyi ve sağlık süreçlerine uyumunu desteklemeyi amaçlayan etkili bir yaklaşım sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler:

SAĞLIK PSİKOLOJİSİNİN TEMEL ÇERÇEVESİ

Sağlık, yalnızca fizyolojik işlevlerin düzenli işlemesiyle sınırlı olmayan; bireyin duygusal durumu, düşünce örüntüleri, sosyal ilişkileri ve yaşadığı çevreyle kurduğu etkileşimler tarafından şekillenen çok katmanlı bir olgudur. Bu çerçevede çağdaş sağlık anlayışı, hastalığı sadece biyomedikal göstergeler üzerinden açıklamak yerine, bireyin öznel deneyimini ve içinde bulunduğu sosyal bağlamı da dikkate alan bütüncül bir yaklaşımı benimsemektedir. Bu yaklaşım, sağlığın korunması, hastalıkların önlenmesi ve tedavi süreçlerinin etkinliğinin artırılması açısından psikolojik ve sosyal değişkenlerin belirleyici rolünü vurgulamaktadır.

Bu doğrultuda sağlık psikolojisi disiplini, bireyin sağlık ve hastalık sürecine yüklediği anlamları, hastalığı algılama biçimini ve bu algının duygu, düşünce ve davranışlar üzerindeki etkilerini incelemektedir. Sağlıkla ilişkili

davranışların kazanılması ve sürdürülmesi, tedaviye uyum, yaşam tarzı değişiklikleri ve riskli davranışların azaltılması gibi alanlar sağlık psikolojisinin temel çalışma konuları arasında yer almaktadır. Ayrıca stres, kaygı, depresyon ve belirsizlik gibi psikolojik tepkilerin hastalık sürecinde nasıl ortaya çıktığı ve bireyin bu durumlarla hangi baş etme stratejilerini geliştirdiği de bu disiplinin odağındadır.

SOSYAL HİZMETİN SAĞLIK ALANINDAKİ BÜTÜNCÜL YAKLAŞIMI

Sosyal hizmet disiplini ise bireyin sağlık deneyimini, içinde bulunduğu aile yapısı, sosyal destek ağları, ekonomik koşullar ve toplumsal kaynaklara erişim olanakları çerçevesinde ele almaktadır. Sosyal hizmet yaklaşımı, bireyin yalnızca hasta kimliğiyle değil, sosyal rolleri ve yaşam koşullarıyla birlikte değerlendirilmesini esas alır. Bu bağlamda sosyal hizmet uzmanları, sağlık hizmetlerine erişimde yaşanan eşitsizliklerin azaltılması, bireyin güçlendirilmesi, sosyal destek sistemlerinin harekete geçirilmesi ve psikososyal uyumun desteklenmesi yönünde müdahaleler geliştirmektedir. Sağlık psikolojisi ve sosyal hizmet disiplinlerinin ortak paydası, bireyin sağlık ve hastalık deneyimini tek boyutlu bir süreç olarak değil, biyolojik, psikolojik ve sosyal etmenlerin karşılıklı etkileşimi sonucu ortaya çıkan dinamik bir süreç olarak değerlendirmeleridir. Bu disiplinler arası bakış açısı, özellikle kronik hastalıklar, ruhsal sorunlar ve uzun süreli bakım gerektiren durumlarda, bireyin yaşam kalitesini artırmayı ve sürdürülebilir iyilik halini desteklemeyi amaçlayan bütüncül müdahalelerin geliştirilmesine önemli katkılar sunmaktadır. Sosyal hizmet disiplini, bireyin yaşadığı psikolojik süreçleri yalnızca içsel dinamikler üzerinden değil; bireyin içinde bulunduğu sosyal çevre, aile yapısı ve ilişkileri, sosyoekonomik koşulları, kültürel değerleri ve yaşam döngüsü özellikleriyle birlikte ele alan bütüncül bir değerlendirme anlayışına sahiptir. Bu yaklaşım, sağlık ve hastalık deneyiminin bireysel bir olgu olmanın ötesinde, toplumsal yapı, sosyal eşitsizlikler ve çevresel koşullar tarafından şekillendiği kabulüne dayanmaktadır. Dolayısıyla sosyal hizmet, bireyin yaşadığı psikolojik güçlüklerin, sosyal bağlamdan bağımsız düşünülemeyeceğini ve bu bağlamın müdahale sürecinin temel bileşenlerinden biri olduğunu vurgulamaktadır.

Bu çerçevede sosyal hizmet uygulamaları, bireyin aile içi ilişkilerini, bakım verenlerle kurduğu etkileşimleri ve sosyal destek ağlarının niteliğini ayrıntılı biçimde analiz ederek müdahale planlarını oluşturmaktadır. Aile üyelerinin

hastalık sürecine verdikleri tepkiler, rollerin yeniden dağılımı, bakım yükü ve iletişim örüntüleri, bireyin psikolojik uyumunu doğrudan etkileyen unsurlar arasında yer almaktadır. Sosyal hizmet uzmanları, bu süreçte aileyi bir destek kaynağı haline getirmeyi, ilişkisel çatışmaları azaltmayı ve işlevsel iletişimi güçlendirmeyi amaçlayan danışmanlık ve yönlendirme faaliyetleri yürütmektedir.

Ekonomik koşullar ve maddi kaynaklara erişim de sosyal hizmetin temel müdahale alanlarından birini oluşturmaktadır. Sağlık sorunları, bireyin çalışma yaşamını, gelir düzeyini ve sosyal güvencelerini olumsuz yönde etkileyebilmekte; bu durum psikolojik stresin artmasına ve hastalıkla baş etme kapasitesinin zayıflamasına yol açabilmektedir. Sosyal hizmet bu noktada, bireyin sosyal haklar, sosyal yardımlar ve sağlık hizmetlerine erişimini kolaylaştırarak ekonomik temelli riskleri azaltmayı ve bireyin yaşam kalitesini korumayı hedeflemektedir. Sosyal hizmet, formel ve informel destek sistemlerinin etkin biçimde kullanılmasını teşvik eden bir rol üstlenmektedir. Sağlık kurumları, yerel yönetimler, sivil toplum kuruluşları ve topluluk temelli hizmetler, bireyin psikososyal uyumunu destekleyen önemli kaynaklar arasında yer almaktadır. Sosyal hizmet uzmanları, bireyin bu destek sistemleriyle bağlantı kurmasını sağlamakta, hizmetler arası koordinasyonu güçlendirmekte ve bakım sürecinin sürekliliğini desteklemektedir. Sosyal hizmet disiplini, bireyin psikolojik süreçlerini sosyal işlevsellik, toplumsal katılım ve güçlenme perspektifiyle ele alarak, bireyin sağlık ve hastalık sürecine daha etkin biçimde uyum sağlamasını amaçlayan çok boyutlu müdahaleler geliştirmektedir. Bu yaklaşım, bireyin yalnızca mevcut sorunlarıyla değil, sahip olduğu kaynaklar ve potansiyellerle birlikte değerlendirilmesini sağlayarak sürdürülebilir iyilik halinin desteklenmesine katkıda bulunmaktadır.

Sağlık psikolojisinin temel varsayımları çerçevesinde ele alındığında sosyal hizmet müdahaleleri, bireyin sağlık ve hastalık deneyimini biyolojik, psikolojik ve sosyal etmenlerin karşılıklı etkileşimi içinde değerlendiren bütüncül bir kuramsal zemine dayanmaktadır. Bu varsayımlar, bireyin pasif bir hasta konumunda değil; hastalığı algılayan, anlamlandıran ve bu sürece aktif biçimde uyum sağlamaya çalışan bir özne olduğunu kabul etmektedir. Bu bakış açısı, sosyal hizmetin güçlendirme, insan–çevre etkileşimi ve sosyal işlevsellik ilkeleriyle doğrudan örtüşmekte ve müdahalelerin yalnızca semptomlara değil, bireyin yaşam bağlamına yönelmesini gerekli kılmaktadır.

Bu çerçevede hastalık algısı, bireyin sağlık sürecine verdiği duygusal ve davranışsal tepkilerin temel belirleyicilerinden biri olarak öne çıkmaktadır. Bireyin hastalığı geçici ya da kronik, kontrol edilebilir ya da tehdit edici, anlaşılabilir ya da belirsiz bir durum olarak algılaması; tedaviye uyum, öz bakım davranışları ve psikososyal uyum düzeyi üzerinde doğrudan etkili olmaktadır. Sağlık psikolojisi literatürü, olumsuz ve tehdit edici hastalık

algılarının kaygı, umutsuzluk ve çaresizlik duygularını artırabildiğini; buna karşılık daha gerçekçi ve kontrol algısını güçlendiren değerlendirmelerin uyumu kolaylaştırdığını ortaya koymaktadır. Sosyal hizmet müdahaleleri bu noktada, bireyin hastalığa ilişkin bilişsel çerçevesini anlamayı, yanlış ya da işlevsiz inançları ele almayı ve bireyin baş etme kapasitesini destekleyen anlamlandırma süreçlerini güçlendirmeyi hedeflemektedir. Stres ve baş etme süreçleri de sağlık psikolojisinin temel odak alanlarından biri olarak sosyal hizmet uygulamalarına önemli bir kuramsal temel sunmaktadır. Hastalık tanısı, tedavi süreci, rol kayıpları ve belirsizlikler birey için yoğun stres kaynakları oluşturabilmektedir. Bu stresin nasıl algılandığı ve hangi baş etme stratejilerinin kullanıldığı, psikolojik uyumun yanı sıra fiziksel sağlık çıktıları üzerinde de belirleyici olmaktadır. Sosyal hizmet, bu süreçte bireyin kullandığı baş etme mekanizmalarını değerlendirerek, işlevsel olmayan kaçınma ya da inkâr gibi stratejiler yerine problem odaklı ve duygu düzenleyici baş etme yollarının geliştirilmesini desteklemektedir. Psikoeğitim, danışmanlık ve grup çalışmaları, sosyal hizmetin bu alanda sıklıkla başvurduğu uygulama biçimleri arasında yer almaktadır. Sosyal desteğin iyilik hâli üzerindeki rolü ise sağlık psikolojisi ve sosyal hizmetin kesişim noktasında yer alan temel bir konudur. Algılanan ve alınan sosyal destek, bireyin stres düzeyini azaltmakta, hastalıkla baş etme gücünü artırmakta ve psikolojik dayanıklılığı desteklemektedir. Aile üyeleri, arkadaşlar, bakım verenler ve topluluk temelli destek ağları, bireyin yalnızlık ve çaresizlik duygularını azaltarak hastalık sürecine uyumunu kolaylaştırmaktadır. Sosyal hizmet müdahaleleri, bireyin mevcut sosyal destek kaynaklarını görünür kılmayı, zayıflayan ilişkileri güçlendirmeyi ve gerektiğinde yeni destek mekanizmalarıyla bağlantı kurmayı amaçlamaktadır. Bu süreçte aile odaklı müdahaleler, bakım veren desteği ve toplum temelli hizmetlerin etkin kullanımı ön plana çıkmaktadır.

Uygulama alanları açısından bakıldığında sosyal hizmet, sağlık psikolojisinin kuramsal varsayımlarını hastaneler, toplum ruh sağlığı merkezleri, kronik hastalık klinikleri, palyatif bakım hizmetleri ve birinci basamak sağlık kuruluşları gibi çok çeşitli ortamlarda hayata geçirmektedir. Bu alanlarda yürütülen sosyal hizmet uygulamaları, bireyin psikososyal değerlendirmesinin yapılması, risk ve ihtiyaçların belirlenmesi, uygun müdahale planlarının geliştirilmesi ve hizmetler arası koordinasyonun sağlanmasını kapsamaktadır. Böylece sosyal hizmet, sağlık psikolojisinin sunduğu kuramsal çerçeveyi uygulamaya dönüştürerek, bireyin iyilik hâlini destekleyen sürdürülebilir ve bütüncül sağlık hizmetlerinin geliştirilmesine katkı sunmaktadır.

GÜÇLENDİRME TEMELLİ YAKLAŞIMLAR

Sosyal hizmet müdahalelerinin temel hedeflerinden biri, bireyin hastalık sürecine pasif bir alıcı olarak değil, aktif bir özne olarak katılımını teşvik etmektir. Güçlendirme temelli yaklaşımlar, bireyin kendi yaşamı üzerindeki kontrol duygusunu artırmayı, karar verme süreçlerine katılımını desteklemeyi ve sahip olduğu kaynakları fark etmesini sağlamayı amaçlamaktadır. Bu yaklaşım, bireyin yalnızca sorunlarına odaklanmak yerine güçlü yönlerini, baş etme kapasitesini ve potansiyelini merkeze alan bir müdahale anlayışını yansıtmaktadır. Sosyal hizmet, bireyin kendi ihtiyaçlarını ifade edebilmesini, haklarına erişimini ve sağlık hizmetleriyle etkili iletişim kurabilmesini destekleyerek uyum sürecini güçlendirmektedir.

Ayrıca disiplinler arası iş birliği, sağlık hizmetlerinde bütüncül ve sürdürülebilir müdahalelerin geliştirilmesinde temel bir unsur olarak değerlendirilmektedir. Sağlık psikologları, hekimler, hemşireler ve sosyal hizmet uzmanları arasında kurulan etkili iş birliği; biyolojik, psikolojik ve sosyal boyutların eş zamanlı olarak ele alınmasını mümkün kılmaktadır. Bu iş birliği, hizmetlerin parçalı ve kopuk biçimde sunulmasının önüne geçerek, bireyin gereksinimlerine daha kapsamlı ve süreklilik içeren çözümler üretilmesini sağlamaktadır. Sosyal hizmet, bu ekip içinde bireyin sosyal bağlamını temsil eden ve savunan bir rol üstlenerek, sağlık hizmetlerinin insan odaklı, erişilebilir ve sürdürülebilir bir yapıya kavuşmasına önemli katkılar sunmaktadır.

SONUÇ

Sağlık psikolojisinin kuramsal çerçevesi doğrultusunda yapılandırılan sosyal hizmet müdahaleleri, bireyin sağlık ve hastalık deneyimini çok boyutlu bir süreç olarak ele alarak, yalnızca semptomların azaltılmasına değil, bireyin yaşam kalitesinin bütüncül biçimde artırılmasına odaklanan kapsamlı bir yaklaşım sunmaktadır. Bu müdahaleler, bireyin fiziksel sağlık durumunun yanı sıra duygusal tepkilerini, bilişsel değerlendirmelerini, sosyal ilişkilerini ve çevresel koşullarını birlikte ele alarak, sağlık sürecinin birey üzerindeki toplam etkisini anlamayı ve bu etkiyi yönetilebilir kılmayı amaçlamaktadır.

Bu bağlamda sosyal hizmet uygulamaları, bireyin psikososyal dayanıklılığını güçlendirmeye yönelik destekleyici ve güçlendirici stratejiler geliştirmektedir. Psikososyal dayanıklılık, bireyin stresli yaşam olayları ve hastalık gibi

zorlayıcı durumlar karşısında uyum sağlayabilme, işlevselliğini sürdürebilme ve yeniden denge kurabilme kapasitesini ifade etmektedir. Sosyal hizmet, bireyin mevcut güçlü yönlerini, baş etme becerilerini ve sosyal kaynaklarını görünür kılarak bu kapasitenin artırılmasına katkı sunmaktadır. Böylece birey, hastalık sürecini yalnızca kayıp ve sınırlılıklarla tanımlamak yerine, baş edilebilir ve anlamlandırılabilir bir yaşam deneyimi olarak yeniden yapılandırabilmektedir.

Sağlık süreçlerine uyumun desteklenmesi de sosyal hizmet müdahalelerinin temel hedefleri arasında yer almaktadır. Hastalığa uyum; tedaviye katılım, öz bakım davranışlarının sürdürülmesi, sağlıkla ilişkili kararların alınması ve yaşam rollerinin yeniden düzenlenmesi gibi çok boyutlu bir süreci kapsamaktadır. Sosyal hizmet, bireyin bu süreçlerde karşılaştığı psikolojik, sosyal ve yapısal engelleri belirleyerek, uyumu kolaylaştıran bireyselleştirilmiş müdahaleler geliştirmektedir. Bu müdahaleler, bireyin sağlık sistemine etkin biçimde erişimini sağlamayı, sağlık profesyonelleriyle iletişimini güçlendirmeyi ve hizmetler arasında sürekliliği desteklemeyi içermektedir. Ayrıca sağlık psikolojisi temelli sosyal hizmet yaklaşımı, bireyin sağlık sürecine aktif katılımını teşvik eden bir anlayışı benimsemektedir. Bireyin kendi sağlığıyla ilgili kararlara katılması, ihtiyaç ve beklentilerini ifade edebilmesi ve bakım sürecinde söz sahibi olması, uyumun ve yaşam kalitesinin artırılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Sosyal hizmet bu noktada, bireyin öz yeterlik algısını güçlendiren, hak temelli ve katılımcı uygulamaları ön plana çıkarmaktadır. Bu yaklaşım, bireyin pasif bir hizmet alıcısı olmaktan çıkarak, kendi yaşamının öznesi haline gelmesini desteklemektedir. Son olarak, sağlık psikolojisi çerçevesinde yapılandırılan sosyal hizmet müdahaleleri, bireysel düzeyde sağlanan kazanımların yanı sıra, sağlık hizmetlerinin daha bütüncül, insan odaklı ve sürdürülebilir bir yapıya kavuşmasına da katkı sunmaktadır. Disiplinler arası iş birliği içinde yürütülen bu müdahaleler, sağlık sisteminde biyolojik, psikolojik ve sosyal boyutların dengeli biçimde ele alınmasını mümkün kılmakta; böylece bireyin uzun vadeli iyilik hâlini ve toplumsal sağlık düzeyini destekleyen etkili bir uygulama alanı oluşturmaktadır.

KAYNAKÇA

Akgül, İ. (2024). RUH SAĞLIĞI HİZMET SUNUMUNDA SOSYAL HİZMETLERİN YERİ VE ÖNEMİ. *Hakkâri Review*, *8*(1), 16-31.

Bag, B. (2020). Güçlendirme (Empowerment): Toplum Ruh Sağlığı Hemşireliği Uygulamaları için Güncel Bir Yaklaşım. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar*, *12*(3), 368-381.

Doğan, A. N. SOSYAL HİZMET MESLEĞİ AÇISINDAN SAĞLIKLI İLETİŞİM BİR ZORUNLULUKTUR. *SOSYAL HİZMETLER NEREYE? II. CİLT*, 84.

Lotfi, S. (2019). Tıbbi Sosyal Hizmet. *Sağlık Düşüncesi ve Tıp Kültürü Dergisi*, *52*, 24-27.

Nişancı, A. (2019). Ruh sağlığı alanında iyileşme yaklaşımı ve psikiyatrik sosyal hizmet. *Toplum ve Sosyal Hizmet*, *30*(1), 231-259.

Oral, M., & Tuncay, T. (2012). RUH SAĞLIĞI ALANINDA SOSYAL HİZMET UZMANLARININ ROL VE SORUMLULUKLARI. *Toplum ve Sosyal Hizmet*, *23*(2), 93-114.

ŞİMŞEK, R., & KILIÇ, F. SOSYAL HIZMET PERSPEKTIFINDEN SOSYAL SAĞLIK: IYILIK HALI VE MÜDAHALE STRATEJILERI1. *SOSYAL HİZMET*, 45.

Yanardağ, M. Z., & Özmete, E. (2017). Bir Mesleki Uygulama Alani Olarak Geçmişten Geleceğe Klinik Sosyal Hizmet. *Toplum ve Sosyal Hizmet*, *28*(1), 203-226.

Yıldırım, Ş. (2016). Sosyal hizmette krize müdahale yaklaşımının kullanımı krize müdahale. *Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, *3*(4).

Engelli Kadınlarda Gebelik ve Ebelik Bakımı

Ayşegül DURMAZ[1]
Çiğdem GÜN KAKAŞÇI[2]

1- Doç. Dr.; Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Ebelik bölümü. aysegul.durmaz@ksbu.edu.tr Orchid No: 0000-0002-3092-8841.
2- Doç. Dr.; Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimler Fakültesi Ebelik Bölümü. cigdemkakasci@sdu.edu.tr ORCID No: 0000-0003-1951-563X.

ÖZET

Fiziksel, duyusal ve zihinsel/gelişimsel engelli kadınlar, sağlık hizmetlerine erişimde birçok zorlukla karşılaşmaktadırlar. Eşit, saygılı ve güvenli sağlık hizmetleri ile ebelik bakım girişimlerine erişimleri özellikle de gebelik döneminde oldukça önemlidir. Bu çalışmada fiziksel, duyusal ve zihinsel/gelişimsel engelli kadınlara gebelik süresince verilen doğum öncesi bakım hizmetlerinin yeterliliği ile ebelik bakım yaklaşımlarının literatür kapsamında incelenmesi amaçlanmaktadır. Engelli kadınların, engelli olmayanlara göre birinci trimesterden sonra doğum öncesi bakıma başlama veya yetersiz doğum öncesi bakım alma olasılıkları bulunmaktadır. Ayrıca bu kadınların preterm eylem ve düşük doğum ağırlıklı bebek doğurma olasılıkları daha yüksektir. Ebeler, kadınların fiziksel ve psikososyal yönleri ile birlikte engellilik durumlarını değerlendirmelidirler ve bakım sürecini yönetmelidirler. Ebeler, kadın ve ailesine gebelik, doğum ve doğum sonrası süreçlerdeki yaşam tarzı değişiklikleri konusunda danışmanlık yapar ve onlara ihtiyaçları olan alanlarda eğitim verir ve gerekli yardımı sağlar. Ayrıca damgalanmayı azaltmada ve engelli bireylerin genel yaşam kalitesini artırmada gerekli önlemleri alırlar ve savunuculuk yaparlar. Disiplinlerarası sağlık ekibi ile işbirliği içinde bakımın yürütülmesi kapsayıcı ve güvenli bir bakım sağlar.

Anahtar Kelimeler – Engellilik, Kadın, Gebelik, Ebelik, Bakım, Sağlık Hizmetleri.

GİRİŞ

Engellilik kavramı bireyin fiziksel, zihinsel, duyusal veya bilişsel kapasiteni etkileyen durumlar ya da bozukluklar olarak kabul edilmektedir. Doğumsal ya da sonradan engellilik durumu gelişmektedir. Tarih boyunca engelli bireyler her zaman bulunmasına rağmen engelilik kavram yenidir. Engellilik genellikle bireysel sağlık sorunu gibi değerlendirilmiştir. Anak çok boyutlu, dinamik ve bağlamsal bir olgu olarak yakın tarihte yeniden gözden geçirilmiştir (Dineshan and Geetha 2023). Sağlık problemi yaşayan bireylerin çevresi ile olan olumsuz etkileşimleri engellilik olarak açıklanabilmektedir (Jaiswal et al. 2024).

Dünya Sağlık Örgütü tarafından geliştirilen uluslararası işlevsellik, yeti yitimi ve sağlığı Sınıflandırması (ICF) modeli 65 ülkeden katılım sağlayan multidisipliner ekiplerin katkısı ile sağlık ve sağlıkla ilgili durumları sınıflandırmak için oluşturulmuştur. ICF engellik ile sağlığa ilişkin durumları açıklamaktadır (Jaiswal et al. 2024; Pomeranz and Shaw 2025; WHO 2025b). ICF 1400'den fazla kategori ve üç bileşen tanımlamaktadır. ICF kategorileri en genelden özele doğru sınıflandırmıştır. ICF'nin üç ana bileşeni; vücut fonksiyonları ve yapıları, aktiviteler ve

katılım (çevresel ve kişisel etkenler) ile bağlamsal faktörlerdir. Bu faktörler sağlık ve engellilik durumunu göstermektedir (Rojas et al. 2025).

Tıbbi gelişmeler, engellilik biçimlerinin biyolojik ve fiziksel anormalliklerle açıklanmasına ve tıbbi modelin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Tıbbi modelde engelilik, bedensel özellikleri nedeniyle önemli günlük yaşam aktivitelerinde yeterli performansı gösteremeyen ve sosyal yaşamda da dez avantaş oluşturan durum olarak görülmektedir. Modelde engellilik, doğumsal bir eksiklik, şanssızlık veya kişisel bir trajedi olarak değerlendirilmektedir.

Engelliliği açıklayan bir diğer model ise sosyal modeldir. Bu modelin gelişimine engelli bireylerin siyasi olarak seslerini duyurmaya çalışması temel oluşturmuş ve tıbbi anlayışa yönelik ciddi sorular sorulmasıyla ortaya çıkmıştır. Sosyal modelde, engelliliğin baskı sistemi olduğu ve bedensel farklılıklara sahip bireylere dayatıldığı ifade edilmektedir. Engellilik adaletsiz ve dışlayıcı sosyal yapıların bir dayatmasıdır. Sosyal reform mücadelesi gerektiren ve hakların güvence altına alınması gereken bir süreçtir (Vaz et al. 2025).

Dünyada 1,3 milyar insan, yaklaşık nüfusun %16'sı önemli bir engellilik durumu yaşamaktadır. Nüfusun yaşlanması ve bulaşıcı olmayan hastalıkların yaygınlaşmasıyla birlikte engelliliğin insan olmanın bir parçası olduğu ve gittikçe oranının arttığı kabul edilmektedir. Engelli bireylerin de erişilebilir kaliteli sağlık hizmetlerinden yararlanma hakkı bulunmaktadır (WHO 2025a). Engellilik kavramı, biyolojik, psikolojik ve sosyal boyutları içeren biyopsikososyal bir durumdur. Engelli bireylerin de erişilebilir kaliteli sağlık hizmetlerinden yararlanma hakkı bulunmaktadır (WHO 2025a). Özellikle kadın sağlığı ve üreme sağlığı alanında yapısal eşitsizliklerin önüne geçilmesi oldukça önemlidir.

Ebeler, kadınların fiziksel ve psikososyal yönleri ile birlikte engellilik durumlarını değerlendirmelidirler ve bakım sürecini yönetmelidirler. Ebeler, kadın ve ailesine gebelik, doğum ve doğum sonrası süreçlerdeki yaşam tarzı değişiklikleri konusunda danışmanlık yapar ve onlara ihtiyaçları olan alanlarda eğitim verir ve gerekli yardımı sağlar. Ayrıca damgalanmayı azaltmada ve engelli bireylerin genel yaşam kalitesini artırmada gerekli önlemleri alırlar ve savunuculuk yaparlar.

Disiplinlerarası sağlık ekibi, engelli birey için bakım planlarını kapsayıcı bir şekilde etkili iletişim ve işbirliği ile gerçekleştirmelidir. Böylece kapsayıcı, güvenli ve eşitlikçi bir bakım sağlanabilir (Alyafei and Chauhan 2025).

ENGELLİLİK VE GEBELİK

Bireyin özelliklerinin çevresi ile etkileşimi sonucu fırsat ve ihtiyaç duyulan hizmetlere katılımında erişimin kısıtlanması kavramı engellilik olarak değerlendirilir. Görme, işitme, bilişsel ve hareket gibi işlevlerinde genellikle zorluk yaşayan bireylerin öz bildirimi ile engellik değerlendirilir.
Günümüzde gebe ve doğum yapan engelli bireylerin sayıları artmaktadır. Engelli kadınlarla engeli olmayan kadınların perinatal sağlık çıktılarında gözle görülür derecede büyük farklılıklar vardır (Newby-Kew et al. 2024). Dünya genelinde 1,3 milyar insan, yani toplam nüfusun %16'sı engellidir (WHO 2025a). Dünyada kadın nüfusunun yaklaşık %20'si engellidir ve bunların %8,9'u doğurganlık çağındadır (18-49 yaş). ABD'de doğurganlık çağındaki kadınların %15 ila 18'i yani her beş kadından biri fiziksel, duyusal veya bilişsel açıdan engellidir (Horner-Johnson et al. 2024; Newby-Kew et al. 2024; Scime et al. 2025).

Gelişmişlik düzeyi fark etmeksizin tüm ülkelerde engelli kadınlar ve kız çocukları ayrımcılığa, sınırlı sağlık hizmeti erişimine ve şiddete maruz kalmaktadır. Engellilik nedeniyle ayrımcılığa maruz kalan kadınlarda refah düzeyinin düştüğü, psikolojik sorunların arttığı, damgalanmanın içselleştirildiği ve sağlık eşitsizliklerinin arttığı belirlenmiştir. Üreme özgürlüğü hakkı, özellikle gebe kalmak, engelli kadınların geleneksel kalıplarla yüzleşmesine neden olmaktadır. Geleneksel kalıpların dışında engelli kadınların kendi kalıpları da bulunmaktadır. Engelli olmayan akranları gibi gebe kalmayı isteseler de çocuk sahibi olma konusunda şüphe duyma, kararsızlık ve belirsizlik hissi gibi durumlar engelli kadınlarda daha fazla oranda karşılaşılmaktadır (Kalpakjian et al. 2025). Engelli kadınların çocuk sahibi olma planlarını inceleyen bir çalışmada, engelli olmayanlara göre gebelik planlamada kararsız kalma olasılığının 1.7 kat daha yüksek olduğu bulunmuştur (Shandra, Hogan, and Short 2014).

Gebe engelli kadınların, engelli olmayanlara göre birinci trimesterden sonra doğum öncesi bakıma başlama veya yetersiz doğum öncesi bakım alma olasılıklarının iki kat fazla olduğu bulunmuştur. Ayrıca rutin verilen doğum öncesi bakım hizmetine, muayene masası ve tartı aletlerine erişimde çevresel engeller de engelli kadınları sınırlamaktadır. Tüm bunlarla birlikte engelli annelerin doğum sonrası bakım desteği ile doğum sonrası kontrol hizmetlerinden yararlanma olasılıklarının da daha düşük olduğu saptanmıştır.

Sağlık hizmetlerine erişimde karşılaşılan sınırlılıklar hem engelli kadınları hem de sağlık personelini olumsuz etkilemektedir. Engelli kadınlara bakım vericilerin kendilerinin kararsızlıkları ve engellilik hakkında bilgi düzeylerinin yetersiz kalması kadınların alması gereken bakımı da kısıtlamaktadır. Bilgi düzeyi yetersiz olduğundan tüm bu süreçlere rehberlik edecek sağlık personelinin eksiklikleri engelli gebeler için başka bir mücadele alanı daha oluşturmaktadır. Çünkü yetersiz bilgilendirilme, riskli

durumlar ve gelişebilecek komplikasyonlar hakkında gebenin yanlış bilgilendirilmesine veya uygunsuz yönlendirme nedeniyle gelecekte gebelik hakkında kötü karar verme ile sonuçlanabilmektedir. Tüm bu zorluklara rağmen, engelli kadınlarda gebelik oranları son 20 yılda üç katına çıkmıştır (Kalpakjian et al. 2025). Fiziksel engelli kadınlarda gebelik sayısı her geçen yıl artmasıyla birlikte engelli olmayan kadınlara göre gebelik oranları daha düşüktür. Ayrıca fiziksel engelli kadınlarda engeli olmayanlara göre gebelik kaybı oranları daha yüksek bulunmuştur. Dünya genelinde kadın nüfusunda karşılaşılan tek gebelik kaybı yaklaşık %10,8 oranındadır. Kapsamlı bir inceleme çalışmasında engelli gruplar arasında kendi içinde başka değişkenler olmasına rağmen genellikle gebelik kaybı oranının dünya geneli tahmininden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca engelli kadınlarda isteğe bağlı gebelik sonlandırma oranlarının 1000 gebelik başına 3,9 daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Fiziksel engelli kadınlarda, engeli olmayanlara göre erken doğum oranı da daha yüksek bulunmuştur (Kalpakjian et al. 2025).

Engelli kadınlarla engelli olmayanlar arasında perinatal sağlık ve sonuçlarında önemli farklılıklar olduğu bilinmektedir. Engelli kadınlarda gestasyonel diyabet, hipertansiyon ve preeklampsi gibi gebelik komplikasyonları ile ciddi maternal morbidite ve mortalite gelişme olasılığı daha yüksek bulunmuştur (Newby-Kew et al. 2024). Crane ve arkadaşları (2019) yaptıkları çalışmada, engelli kadınların (zihinsel engelliler de dahil) engelli olmayanlara göre gebelik sırasında sigara içme olasılıklarının yaklaşık iki kat daha fazla olduğunu bildirmiştirler. Aynı çalışmada engelli gebelerin hipertansiyon ve diyabet hastalıklarına gebelik öncesi sahip olma riskleri daha yüksek bulunmuştur (Crane et al. 2019). Başka bir çalışmada engelli kadınların engelli olmayanlara göre gebelik sırasında daha sık stresli yaşam olayları ve tıbbi komplikasyonlar bildirdiği tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada ilk trimesterde doğum öncesi bakım alma olasılıkları daha düşük, preterm eylem ile düşük doğum ağırlıklı bebek doğurma olasılıkları daha yüksek bulunmuştur (Mitra et al. 2015).

Fiziksel, bilişsel, duyusal ve kronik sağlık sorunları olan engelli kadınlar, üreme sağlığı ihtiyaçları, günlük yaşam aktivitelerindeki yetenekleri ve sağlık hizmetlerine erişimdeki zorlukları bakımından farklılık göstermektedir. Her engellilik grubu birbirinden farklı olsa da, bu kadınlar doğurganlık ve anneliğe erişimde sosyal damgalanma, uzmanlaşmış cinsel eğitim eksikliği, bilgisiz sağlık çalışanları ve velayet hakkına ilişkin yasal zorluklar gibi birçok ortak engelle de karşılaşmaktadırlar (Shandra et al. 2014). Kalpakjian ve arkadaşlarının (2025) yaptığı bir literatür inceleme çalışmasında, sağlık profesyonellerinin engelli kadınları göz ardı ettiği bildirilmiştir. Engelli gebeler, gebe kalmaları ile ilgili sağlık profesyonellerinin, ailelerinin ve diğer insanların olumsuz tutumları ile yüzleşmiş ve bu durum kötü muameleye maruziyeti artırmıştır.

Engelli kadınlar, gebeliklerini sürdürmeye yönelik yeterli bilgi ve danışmanlık hizmeti olmadan, belirsizlik ortamında karar vermektedirler. Çoğunlukla sağlık çalışanları ve aileleri tarafından açık bir şekilde reddedilirler. Engelli olmayan kadınların gebeliği genellikle başkaları tarafından kutlanırken, engelli kadınlar sorular, şüphecilik ve tereddütle karşılaşmaktadırlar (Kalpakjian et al. 2025).

Engelli kadınlar, sağlık profesyonellerinin gebelik isteklerini dikkate almaksızın gebeliklerini sonlandırmaları yönünde tavsiyede bulunduklarını iletmiştirler. Engelli kadınlar, üreme hakları konusunda birçok koruma kazanmış olsalar da hala bakım vericiler doğum kontrolü için kısırlaştırmayı desteklemektedir. Shandra ve arkadaşlarının (2014) yaptığı çalışmada engelli kadınların, histerektomi geçirme oranının engelli olmayanlara kıyasla oldukça yüksek olduğunu ve bu histerektomi vakalarının çoğunda tıbbi açıdan herhangi bir gereklilik olmadan yapıldığı belirlenmiştir. Aynı çalışmada birden fazla engeli olan kadınların, tek veya hiç engeli olmayanlara göre doğurganlık çağında (25-41 yaş arası) daha yüksek oranda histerektomi riski yaşadığı tespit edilmiştir (Shandra et al. 2014).

Engelli kadınların hamilelik, doğum ve annelik deneyimlerini inceleyen bir niteliksel çalışmada, engelli kadınların gebelikleri ile ilgili partnerlerinden ve ailelerinden karışık tepkiler aldıkları, sağlık profesyonellerinin de onları yüksek riskli olarak değerlendirdiği ve yük olarak görüldüklerini hissettiklerini belirlemiştir. Bu tepkiler engelli kadınların korkularını artırmıştır. Ayrıca engelli gebeler sağlıklı kadınlara sunulan sağlık hizmetlerinin kendi bireysel ihtiyaçlarına uygun şekilde sunulmadığını belirtmiştir. Kadınlar bu durumun onların kendi doğum deneyimleri üzerinde seçim yapma ve kontrol sahibi olma yeteneklerinin sınırlandırılmasına ve özerkliklerinin ellerinden alınmasına neden olduğunu bildirmişlerdir. Tüm bunlarla birlikte engelli gebelere gebeliklerini sonlandırmaları teklif edildiği ve tüm kadınların reddetmesine rağmen, doğum sonrası yenidoğanlarını sosyal hizmetlere teslim etmeleri konusunda da baskıya maruz kaldıklarını hissettiklerini belirtmişlerdir (Walsh-Gallagher, Sinclair, and Mc Conkey 2012). Uygun bakıma erişimdeki engeller, özellikle engelli birçok kadının anne olmayı arzuladığı göz önüne alındığında, oldukça ağırdır (Shandra et al. 2014).

Engelli kadınların postpartum dönemde perinatal süreçlerden bağımsız olarak hastanede daha uzun süre kaldıkları ve taburculuklarının geciktiği belirlenmiştir. Sağlık profesyonelleri, engelli annelerin özerklik ile öz bakım yeteneklerini değerlendirmek ve yenidoğana bakım verebilecek fiziksel yeterlilik durumlarını tespit etmek için taburculuklarını geciktirebilmektedir. Ayrıca engelli annelerde postpartum depresyon riskinin altı ila dokuz kat daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Ebeler bu annelerin ihtiyaç duydukları destek ve tedaviyi almalarını sağlamak için postpartum depresyon belirtilerini değerlendirmelidirler (Crane et al. 2019).

ENGELLİ GEBELERE EBELİK YAKLAŞIMI

Gebelik, doğum ve lohusalık süreçlerinde kadınlar, özellikle ebeler olmak üzere çeşitli sağlık profesyonelleriyle etkileşimde bulunurlar. Ebeler, bu süreçleri yaşayan engelli kadınların ihtiyaçlarını belirlemeli, gereksinimlerini karşılamak için bireyselleştirilmiş ve kadın merkezli bakım vermelidir. Bu yönüyle ebelik bakım yaklaşımı kritik öneme sahiptir (König-Bachmann, Zenzmaier, and Schildberger 2019). Engelli kadınların yaşam dünyasını anlamak, onlara bireyselleştirilmiş ve duyarlı gebelik bakımı sağlamanın anahtarıdır. Olumlu bir doğum deneyimi için engelli anneye yönelik bireyselleştirilmiş bakım sunulması, özel destek sağlanması önemlidir. Ebelerin bu süreçte engelli anneye doğru bilgi ile yargılamadan, ön yargısız ve destekleyici bakım ve danışmanlığı sunması gerekir (Walsh-Gallagher et al. 2012).

Ebe ile bakım alan kadın arasında tüm perinatal süreçlerde kişisel bir bağ kurulur. Bu süreç başarılı iletişim ve saygı ile karakterize özel bir deneyimdir. Bununla birlikte ebeler, engelli kadınlara bakım vermede bazı zorluklar yaşamaktadır. Gebelik, doğum ve lohusalık dönemlerinde engelli kadınlara yönelik bakım protokollerinin eksik ya da yetersiz olması bakım süreçlerinde zorluklar yaşanmasına neden olmaktadır. Bu nedenle ebelerin, engelli kadınlara bakım sunarken doğaçlama ve uyum gereksinimi vardır. Bunu sağlamak için ebeler yapılandırılmış eğitimlerle desteklenmelidir. Bu kapsamda, engellilik türleri, güvenli transfer teknikleri (yatağa, sandalyeye, doğum masasına geçiş), alternatif doğum pozisyonları, enerji koruma ve beden mekaniği teknikleri gibi konuları içeren hizmet içi eğitimlerin planlanması gerekir.

Ebelerin duygusal dayanıklılığını güçlendirilmeli ve tükenmişlik riskleri azaltılmalıdır. Sağlık hizmeti için ekipman kaynaklı engellerin ortadan kaldırılması gereklidir. Daha erişilebilir, güvenli, kaliteli ve hasta memnuniyeti yüksek bakım sağlamak için; ebeler gebelikten itibaren engelli gebesi için bireyselleştirilmiş bakım planı hazırlamalıdır. Bu kadınların doğum sırasında ihtiyaç duyabileceği destekleri önceden belirlemesi gereklidir. Yine bireye özgü postpartum süreçte mobilizasyon ve bakım planlarının yapılandırılması önemlidir. Ayrıca engelli kadınlara bakım planlanması sırasında iyi yapılandırılmış bir ekip çalışması sağlanmalıdır. Ebe bu sürecin koordinatörlüğünü yürütmelidir.

Tüm bu yaklaşımlarla birlikte engelli gebelere bakımda sağlık profesyonelinin bireysel çabasına ve kararına bırakmak yerine, engelli gebelere doğumda bakım rehberleri, klinik akış şemaları, risk değerlendirme ve yönlendirme protokolleri geliştirilmelidir. Bu standartların oluşturulması, bakımda tutarlılığı sağlar ve eşitliği destekler.

Ebe bakım sürecinde aile merkezli yaklaşımı da benimsemelidir. Engelli kadınların tercih ettikleri eş, partner veya yakınının "destekleyici bakım ortağı" olarak tanımlanması önemlidir. Böylece destekleyici bakım

ortağının rolü netleştirilir, bakım sürecinin aktif bir destek unsuru olarak konumlandırılır ve destekleyici bakım ortağının kadının özerkliğine engel olmadan sürece katılmasını sağlar. Bu yaklaşımlar ebelerin hem bakım yükünü azaltır hem de engelli kadının güven duygusunu artırır. Kadına bakım verilirken mahremiyetin korunması da önemlidir. Bu kapsamda kadının destekleyici bakım ortağını da kapsayacak şekilde mahremiyet tercihlerini içeren bireysel bakım planları oluşturulmalıdır.

Bazı hastanelerde uygulanan katı ziyaretçi politikaları, kadınların desteksiz kalmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle ebeler engelli kadınların destekten mahrum kalmasını önlemek için standart ziyaret saatleri yerine bakım temelli istisnaların uygulanmasını sağlayabilir, destekçinin "ziyaretçi" değil, bakım sürecini kolaylaştıran bir unsur olduğunu yönetime iletebilir. Bu yaklaşımlarla savunuculuk rolünü yerine getirmiş olur. Tüm bu ebelik yaklaşımları, engelli kadınların doğum sürecinde yalnız bırakılmamasını sağlarken, bakımın insani ve saygılı niteliğini güçlendirir (Temane, Magagula, and Nolte 2024).

SONUÇ

Engelli kadınların çocuk sahibi olma sayısı her geçen gün artmaktadır. Engelli kadınların ihtiyaçları ve kadınların düşündükleri destek türlerine ilişkin veriler yetersizdir. Bu desteğin merkezinde ebe-kadın ilişkisi yer almaktadır (Walsh-Gallagher et al. 2012). Engelli kadınlara sağlanan perinatal bakımı iyileştirmek ve sağlık bakım hizmetlerinde ortaya çıkan engelleri elimine etmek için çok yönlü yaklaşımlar gerekmektedir. Öncelikle sağlık hizmetlerinin erişilebilir olması, sağlık profesyonellerinin eğitim ve öğretimlerine perinatal süreçlerde engellilikle ilgili klinik bakımın entegre edilmesi, engelliliklerin gebelik üzerindeki etkilerine ilişkin araştırmaların yürütülmesi, kanıt ve veri tabanının geliştirilmesi, yaygınlaştırılması ve engelli kadınlara özgü perinatal uygulama kılavuzlarının geliştirilmesine gereksinim vardır. Tüm bu çalışmalar engelli kadınların yüksek kaliteli, duyarlı ve erişilebilir perinatal bakımı almasını sağlamak için oldukça önem taşımaktadır (Mitra et al. 2017).

REFERANSLAR

Alyafei, Anees, and Pradip R. Chauhan. 2025. 'Common Measures of Disability'. in *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.

Crane, Deborah A., David R. Doody, Melissa A. Schiff, and Beth A. Mueller. 2019. 'Pregnancy Outcomes in Women with Spinal Cord Injuries: A Population-Based Study'. *PM&R* 11(8):795–806. doi:10.1002/pmrj.12122.

Dineshan, Asish, and Balasubramanian Geetha. 2023. *Concept of 'Disability'–From the Historical Trajectory*. In Proceedings of International Conference on Social Sciences,: Languages and Culture.

Horner-Johnson, Willi, Ilhom Akobirshoev, Anne Valentine, Robyn Powell, and Monika Mitra. 2024. 'Preconception Health Risks by Presence and Type of Disability among U.S. Women'. *Disability and Health Journal* 17(3):101588. doi:10.1016/j.dhjo.2024.101588.

Jaiswal, Atul, Abinethaa Paramasivam, Shreya Budhiraja, Praveena Santhakumaran, Carolin Gravel, Jana Martin, Tosin O. Ogedengbe, Tyler G. James, Beth Kennedy, Diana Tang, Yvvone TRAN, Heather Colson-Osborne, Renu Minhas, Sarah Granberg, and Walter Wittich. 2024. 'The International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) Core Sets for Deafblindness, Part II of the Systematic Review: Linking Data to the ICF Categories'. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine* 60(5):893–902. doi:10.23736/S1973-9087.24.07984-X.

Kalpakjian, Claire Z., Lukonde Mulenga, Shannen M. McIntosh, Jodi M. Kreschmer, Rebecca Parten, Heidi Haapala, Elizabeth S. Langen, Sara A. S. Rosenblum, Svati Pazhyanur, Susan Carlson, Maryam Berri, and Susan D. Ernst. 2025. 'Pregnancy and Physical Disability: A Scoping Review'. *Women's Health* 21:17455057251338424. doi:10.1177/17455057251338424.

König-Bachmann, Martina, Christoph Zenzmaier, and Barbara Schildberger. 2019. 'Health Professionals' Views on Maternity Care for Women with Physical Disabilities: A Qualitative Study'. *BMC Health Services Research* 19(1):551. doi:10.1186/s12913-019-4380-y.

Mitra, Monika, Karen M. Clements, Jianying Zhang, Lisa I. Iezzoni, Suzanne C. Smeltzer, and Linda M. Long-Bellil. 2015. 'Maternal Characteristics, Pregnancy Complications, and Adverse Birth Outcomes Among Women With Disabilities'. *Medical Care* 53(12):1027. doi:10.1097/MLR.0000000000000427.

Mitra, Monika, Lauren D. Smith, Suzanne C. Smeltzer, Linda M. Long-Bellil, Nechama Sammet Moring, and Lisa I. Iezzoni. 2017. 'Barriers to Providing Maternity Care to Women with Physical Disabilities: Perspectives from Health Care Practitioners'. *Disability and Health Journal* 10(3):445–50. doi:10.1016/j.dhjo.2016.12.021.

Newby-Kew, Abigail, Jonathan M. Snowden, Ilhom Akobirshoev, Anne Valentine, Monika Mitra, and Willi Horner-Johnson. 2024. 'Pre-Pregnancy Health Risks by Presence and Extent of Disability, 2019–2020'. *American Journal of Preventive Medicine* 66(4):655–63. doi:10.1016/j.amepre.2023.11.022.

Pomeranz, Jamie L., and Linda R. Shaw. 2025. 'International Classification of Functioning, Disability and Health: A Model for Life Care Planners'. *Journal of Life Care Planning* 6(1 & 2). doi:10.70385/001c.151412.

Rojas, M., G. Guilera, E. Arias-Patiño, M. Barrios, and J. Gómez-Benito. 2025. 'Methodological Considerations in Cross-Sectional Studies Validating the International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) Core-Sets: A Systematic Review'. *Disability and Rehabilitation* 47(8):1912–31. doi:10.1080/09638288.2024.2390047.

Scime, Natalie V., Beili Huang, Hilary K. Brown, and Erin A. Brennand. 2025. 'Incidence and Outcomes of Surgically Managed Ectopic Pregnancy in Women With Disabilities: A Population-Based Cross-Sectional Study'. *Paediatric and Perinatal Epidemiology* n/a(n/a). doi:10.1111/ppe.70089.

Shandra, Carrie L., Dennis P. Hogan, and Susan E. Short. 2014. 'Planning for Motherhood: Fertility Attitudes, Desires And Intentions Among Women with Disabilities'. *Perspectives on Sexual and Reproductive Health* 46(4):203–10. doi:10.1363/46e2514.

Temane, Annie M., Fortunate N. Magagula, and Anna G. W. Nolte. 2024. 'Midwives' Lived Experiences of Caring for Women with Mobility Disabilities during Pregnancy, Labour and Puerperium in Eswatini: A Qualitative Study'. *BMC Women's Health* 24:207. doi:10.1186/s12905-024-03032-z.

Vaz, Daniela Virgínia, Regiane Lucas Garcêz, Hiane Aparecida Silva, and Luciana Alves Drumond Almeida. 2025. 'Conceptions of Disability among Health Professionals in Training and in Practice: A Qualitative Study'. *Ciência & Saúde Coletiva* 30:e09662023. doi:https://doi.org/10.1590/1413-81232025302.09662023EN.

Walsh-Gallagher, Dympna, Marlene Sinclair, and Roy Mc Conkey. 2012. 'The Ambiguity of Disabled Women's Experiences of Pregnancy, Childbirth and Motherhood: A Phenomenological Understanding'. *Midwifery* 28(2):156–62. doi:10.1016/j.midw.2011.01.003.

WHO. 2025a. 'Global Report on Health Equity for Persons with Disabilities'. https://www.who.int/teams/noncommunicable-diseases/sensory-functions-disability-and-rehabilitation/global-report-on-health-equity-for-persons-with-disabilities.

WHO. 2025b. 'ICF Beginner's Guide: Towards a Common Language for Functioning, Disability and Health'. https://www.who.int/publications/m/item/icf-beginner-s-guide-towards-a-common-language-for-functioning-disability-and-health.

Travmatik Doğum Deneyimi ve Emzirme Süreci

Çiğdem GÜN KAKAŞÇI[1]
Ayşegül DURMAZ[2]

1-Doç. Dr..; Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Ebelik Bölümü.
cigdemkakasci@sdu.edu.tr ORCID No: 0000-0003-1951-563X
2-Doç. Dr. Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Ebelik bölümü.
aysegul.durmaz@ksbu.edu.tr Orchid No: 0000-0002-3092-8841

ÖZET

Doğum travması genelde rahatsız edici deneyimlerle karakterize edilen ve anne üzerinde negatif ruhsal çıktılara neden olan bir süreç olarak tanımlanabilmektedir. Bazı araştırmalar kadınların takriben üçte birinin doğum sürecini travmatik bir deneyim olarak algıladığını belirtirken, dünya genelindeki kadınların %20 ile %48'inin doğum deneyimlerini travmatik olarak bildirdiğini vurgulayan çalışma sonuçlarıda bulunmaktadır. Doğum deneyiminin birden çok bileşenden oluştuğu unutulmamalıdır. Doğum deneyimi tıbbi müdahale ihtimali, kişisel performans algısı, korku, doğum şekli, kontrol odağı, öncelikli doğum beklentilerine ulaşma yeteneği, doğum beklentileri karşılanmadığında uyum sağlama, çevresel faktörler ve kültürel beklentiler gibi sayısız değişkenden etkilenebilmektedir. Doğum travması deneyimleyen kadınlar, bir yandan yeni bebeklerine bakarken diğer yandan deneyimlerini işlemek zorunda kalmaktadır. Anneler emzirmek istediğinde ve emzirme süreci iyi gittiğinde, bu durum anne ruh sağlığını destekleyici olabilmektedir. Artan özgüven, olumlu annelik kimliği ve memnuniyet duyguları ile sonuçlanabilir. Ancak, emzirme zorlukları ortaya çıktığı zaman ya da anne kendini hazır hissetmediği halde emzirmeyi bırakmak zorunda kaldığında bu durum başarısızlık hissi, keder, kayıp ve öfkeye yol açabilmektedir. Emzirme deneyimi, doğum travması ve zorlukların yakından ilişkili olabileceği bildirilmiştir. Zor bir doğum deneyimi, fizyolojik ve psikolojik nedenlerle daha düşük emzirme başlatma ve sürdürme oranları ile ilişkili bulunmuştur. Bu nedenle, doğumla ilişkili travmayı ve bu faktörün emzirme üzerindeki negatif etkilerini önlemek amacıyla annelere yönelik destek mekanizmalarının oluşturulması ve geliştirilmesi önem taşımaktadır. Doğum travması için erken tarama yöntemlerinin geliştirilmesi, iyileştirilmesi ve rutin kullanım süreçlerine geçilebilmesi anne-bebek sağlığı açısından önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Doğum, Travma, Emzirme, Anne, Bebek.

GİRİŞ

Doğum travması genelde rahatsız edici deneyimlerle karakterize edilen ve anne üzerinde negatif ruhsal çıktılara neden olan bir süreç olarak tanımlanabilmektedir (Greenfield vd., 2016). Doğum travması öznel düzeyde görenin gözünde olarak tanımlanan subjektif bir tecrübe olduğu için açıklaması zorlayıcı olabilmektedir (Simpson ve Catling, 2016). Aynı zamanda anal sfinkter travması, postpartum hemoraji ve enfeksiyonlar gibi komplikasyonlarda travmatik doğum sürecine katkıda bulunmaktadır. Epidural anestezi nedenli komplikasyonlar, normalden uzun süren doğum eylemi gibi faktörlerde travma sonrası semptomlara yol açabilmekte ve acil tedavi gerektirmektedir (Annborn ve Finnbogadóttir, 2022).

Annelerin %15,7'sinin doğum sonrası travma ile ilişkili bazı semptomlar yaşayacağı, %4-6'sının ise Travma Sonrası Stres Bozukluğu (TSSB) geliştireceği düşünülmektedir (Dekel vd., 2017). Royal College of Midwives (RCM) ve Maternal Mental Health Alliance, perinatal psikolojik süreçlerin gebelik ve postpartum ilk yılda kadınların yaklaşık %20'sini etkileyebileceğini bildirmiştir. Bazen kadınların bu yıpratıcı emosyonel duyguları gizlemeleri nedeniyle bu sayının hafife alınmış olabileceğide vurgulanmaktadır (Royal College of Midwives, Maternal Mental Health Alliance, 2023). Bazı araştırmalar kadınların takriben üçte birinin doğum sürecini travmatik bir deneyim olarak yaşadığını belirtirken (Delicate, Ayers & McMullen, 2022), dünya genelindeki kadınların %20 ile %48'inin doğum deneyimlerini travmatik olarak bildirdiğini vurgulayan çalışma sonuçlarıda bulunmaktadır (Beck, 2004; Ford ve Ayes, 2011). Doğum travmasının etkileri ömür boyu sürebilmektedir. Psikiyatrik modele atıfta bulunan Tanısal ve İstatistiksel El Kitabı – 5. Sürüm (DSM-5)'e (American Psychiatric Association, 2013) göre, travmatik bir doğum, durumun kendisinden fazla kişinin duruma verdiği tepkiler ve öz değerlendirmesi ile ilişkili bulunmaktadır. Doğum travması uzun süreli etki gösterebilir. Kadınlar panik bozukluklar, ilişki sorunları, stres gibi duygular deneyimleyebilmektedir. Ayrıca aşırı yeme, alkol içme gibi davranışsal sorunlarda görülebilmektedir (Brunson vd., 2021).

Doğrudan genetik kanıt olmasa bile, deneyimlenmiş travmaların fotoğraflar, mektuplar, hatıralar aracılığı ile anlatılmasıda rol oynayabilmektedir. Bu durumun aile üyeleri ile travma geçirmiş anne arasında uyumsuz bağlanma stilleri gibi işlevsiz dinamikler oluşturabileceği unutulmamalıdır (Yehuda ve Lehrner, 2018). Travmatik doğum temasını anlamak için ilk olarak bütüncül bağlamda doğum deneyimi algısını etkileyen ve oluşturan değişkenleri tanılamak gerekir. Sorenson ve Tschetter (2010) doğum algısını, kadının doğum süreci ve sonucundan duyduğu bireysel memnuniyeti gösteren, evrensel doğum deneyimine ilişkin subjektif bir değerlendirme olarak tanımlamaktadır. Doğum deneyiminin birden çok bileşenden oluştuğu unutulmamalıdır. Doğum deneyimi tıbbi müdahale ihtimali, kişisel performans algısı, korku, doğum şekli, kontrol odağı, öncelikli doğum beklentilerine ulaşma yeteneği, doğum beklentileri karşılanmadığında uyum sağlama, çevresel faktörler ve kültürel beklentiler gibi sayısız değişkenden etkilenebilmektedir. Doğum deneyimi ayrıca, bakım sağlayıcının hastanın algıladığı şekliyle ifade edilen ve ima edilen ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik sözlü ve sözlü olmayan davranışları olarak tanımlanan sağlayıcı etkileşimlerinin kalitesindende büyük ölçüde etkilenmektedir (Sorenson ve Tschetter, 2010).

Özellikle doğum sürecinde bakım sağlayıcılar için algılanan düşük etkileşim kalitesinin kadınların olumsuz ve travmatik doğum deneyimlerine dair uzun süreli hatıralarını etkilediği saptanmıştır (O'Donovan, vd., 2014). Kadınlar bakım sağlayıcı etkileşimlerini olumsuz veya destekten yoksun bir

şekilde algıladıkları zaman, bu durum sağlayıcı etkileşim kalitesi düzeyinin düşük olduğunu göstermektedir. Bu kişilerarası etkileşim kalitesinde azalma durumunun, kadınların perinatal travma semptomları ve depresyon deneyimleriyle ilişkili olduğu bildirilmiştir (Sorenson ve Tschetter, 2010). Doktorlar ve ebeler gibi bakım sağlayıcılar açısından yaşanan doğum deneyimi komplikasyonsuz gibi görünmesine rağmen, kadın düşmanca veya saygısız kişilerarası etkileşimlerden kaynaklanabilecek bir kontrol veya onur kaybı hissederse, olayı yine de travmatik bir deneyim olarak algılayabilmektedir (Ford vd., 2010; Borg vd., 2014).

Doğum travmasına neden olan faktörlerden biride tartışmalı obstetrik şiddet terminolojisiyle açıklanabilmektedir. Bu alanda kadınların doğum planına personelin uymaması, membran sıyırma, epizyotomiler, fundal bası, kadına açıklama yapılmadan forseps kullanımı, personelin doğum sancısına kayıtsızlığı gibi nedenler karşımıza çıkmaktadır (Rodríguez-Almagro vd.,2019; Annborn ve Finnbogadóttir, 2022). Yine postpartum kanama, anal sfinkter yaralanması, enfeksiyonlar, epidural anestezi komplikasyonları gibi postpartum komplikasyonlar (Annborn ve Finnbogadóttir, 2022), anestezi henüz etkisini göstermeden sezaryen kesisi yapılması, etkisiz dikiş atılması, kadına yanlış talimat verilmesi nedeniyle vajinal doğumda perine traktusu gibi sağlık personeli kaynaklı komplikasyonlar (Rodríguez-Almagro vd.,2019; Rusavy vd.,2019), acil sezaryen, doğum indüksiyonu, forsepsle doğum gibi doğum tiplerine ait faktörler (Healthdirect Australia, 2022; Birth Trauma Association, n.d.; El Founti Khsim vd., 2022), yenidoğan yoğun bakım ünitesi ihtiyacı gibi yenidoğanın sağlığına yönenik nedenler (Rodríguez-Almagro vd.,2019; Zhang vd., 2020, Birth Trauma Association, n.d.), kadınların beklentileri veya tercihleri ile gerçek doğum deneyimi arasındaki uyuşmazlıklar (Garthus vd., 2014), istismar öyküsü, aile içi şiddet gibi yaşam olayları (Smarandache vd., 2016; Birth Trauma Association, n.d), anksiyete, depresyon gibi psikolojik faktörlerde (Smarandache vd., 2016; Birth Trauma Association, n.d; El Founti Khsim vd., 2022) doğum travması nedenleri için özetlenebilir.

Doğum travması deneyimleyen kadınlar, bir yandan yeni bebeklerine bakarken diğer yandan deneyimlerini işlemek zorunda kalmaktadır. Anneliğe geçiş süreci ve bağımlı bir bebeğe bakım vermek, özellikle birçok yeni ebeveynin izole olduğu ve aile yardımından yoksun yaşadığı durumlarda zorlu bir süreç olarak tanımlanmaktadır. Doğum travmasına ait duygular bebeğe bakım vermeyi daha da zorlaştırabilmektedir, ancak bebek bakım deneyimlerinin doğum travmasını daha da şiddetlendirmeside muhtemel bir faktör olarak karşımıza çıkabilmektedir (Molloy vd., 2021). Önemli bir potansiyel faktörde bebek besleme deneyimidir. Emzirme ve psikolojik sağlık birbiriyle bağlantılıdır. Anneler emzirmek istediğinde ve emzirme süreci iyi gittiğinde, bu durum anne ruh sağlığını destekleyici olabilmektedir. Artan özgüven, olumlu annelik kimliği ve memnuniyet duyguları ile sonuçlanabilir. Ancak, emzirme zorlukları ortaya çıktığı zaman ya da anne kendini hazır

hissetmediği halde emzirmeyi bırakmak zorunda kaldığında bu durum başarısızlık hissi, keder, kayıp ve öfkeye yol açabilir (Brown, 2018). Emzirme deneyimi, doğum travması ve zorlukların yakından ilişkili olabileceği bildirilmiştir. Zor bir doğum deneyimi, fizyolojik ve psikolojik nedenlerle daha düşük emzirme başlatma ve sürdürme oranları ile ilişkili bulunmuştur. Gerçekleştirilen doğum müdahaleleri süt üretimi için gereken hormonları olumsuz yönde etkileyebilirken, ağrı ve tükenmişlik faktörleride emzirmeyi daha zor hale getirebilmektedir. Ayrıca kadının annelik güveni ve bebek besleme yeteneğine olan inancını azaltabilir (Cohen vd., 2018).

Beck ve Watson (2008), travmatik doğum deneyimi algısı olan kadınlarla bir çalışma yürütmüştür. Kadınlar postpartum dönemde emzirmenin bazı durumlarda anne açısından yararlı olabileceğini belirtmiş ve bunun nedenlerini açıklamışlardır:

1) Doğum deneyimi sırasındaki yaşanan başarısızlık duygusundan sonra kadınların kendilerini bir anne olarak kanıtlamalarına izin vermesi;

2) Güvenli bir bağlanma ilişkisi kurulması sayesinde kadınların travmatik doğumun üstesinden gelmelerini sağlaması;

3) Anneye olumlu bir odak noktası vererek travmatik doğumdan sonra zihinsel olarak iyileşmesine yardımcı olması.

Araştırmadaki kadınlar ayrıca emzirmenin önceki travma semptomlarını şiddetlendirebileceği durumları da tanımlamışlardır.

Bu durum şunlarla ilişkilendirilmiştir:

1) Kadının vücuduna yönelik daha fazla bir ihlal gibi hissettirmesi;

2) Doğum sırasında daha önce yaşanan acıyı şiddetlendirmesi;

3) Travmatik doğumların ardından yetersiz süt arzı nedeniyle tehlikeye girmesi;

4) Travmatik doğumun flashbacklerini (geriye dönüşlerini) tetiklemesi ve

5) Travmatik doğumun neden olduğu bebeğe zayıf bağlanma sebebiyle emzirmenin yerleşmesinin engellenmesi. Bu bulgular daha geniş kapsamlı bir çalışmada da yankı bulmuştur (Norman vd., 2022).

Emzirme, bebek ve anne sağlığı açısından birçok önemli kısa ve uzun vadeli fayda sağlamaktadır. Emzirme, annenin tip 2 diyabet, hipertansiyon ve meme, over kanseri gibi çeşitli kanser türlerine yakalanma riskinide düşürebilmektedir. Anne sütü alan bebeklerin astım, obezite ve ani bebek ölümü sendromu riskinin daha az olduğu artık bilinmektedir. Bu bebeklerde enfeksiyon ve mide sorunları görülme riski daha azdır. (CDC, 2021). Daha spesifik olarak, emziren annelerin uyku konusunda iyileşme gösterebildiğide bildirilmektedir. Bu annelerde depresyon ve yorgunluğun daha az olabileceği (Kendall-Tackett, Cong, & Hale; 2011) ve öz güvenin artabileceği belirtilmiştir (Hoyt-Austin vd., 2021). Dünya Sağlık Örgütü (WHO), doğumdan sonraki ilk saat içinde emzirmeye başlanmasını ve ilk altı ay boyunca sadece anne sütü ile beslenmeyi önermektedir. Katı gıdalara geçişten sonra WHO, annelerin iki yaş ve üzerine kadar emzirmeye devam etmesini

önermektedir. Ancak, emzirmenin sayısız faydasına rağmen küresel düzeydeki oranları düşük kalmaktadır (WHO, 2024). Bu olgunun olası açıklamalarından biri, emzirmenin başlatılması ve yerleştirilmesinde doğum travmasının etkisidir. Travmatik doğumu önlemek ve anne ruh sağlığını iyileştirmek; kötü anne ruh sağlığını şizofreni, otizm spektrum bozuklukları ve dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu gibi çocukluk çağı etkileriyle ilişkilendiren araştırma sonuçları göz önüne alındığında, temel halk sağlığı öncelikleridir (Chan vd., 2018).

Çeşitli çalışmalar hormonların kadınların doğum travmasına verdiği tepki üzerindeki etkisini desteklemiştir. Bir çalışmada, emzirmeden sonra anne tükürük örneklerinde daha düşük kortizol seviyelerinin, doğumdan sonraki ilk ayda meme ile ilgili komplikasyonların olmamasının ve daha yüksek emzirme öz-yeterliliğinin, sadece anne sütü ile beslemenin potansiyel yordayıcıları olduğunu göstermiştir (Shiraishi vd., 2020).

Chen ve ark. (1998), eylem ve doğum, stres hormonları ve laktasyon sonuçları arasındaki ilişkileri araştırmıştır. Doğumda, daha uzun eylem yaşayan kadınların kanlarında stres hormonu seviyeleri yükselmiş ve doğum sonrası ilk gün emzirme sıklığı daha düşük bulunmuştur. Postpartum 5. günde, uzun süreli eylem yaşayan primipar kadınların süt hacmi daha düşük saptanmıştır. Grajeda ve Perez-Escamilla (2002), Guatemala'daki 136 anneden oluşan bir örneklemde, kortizol seviyeleri ile yansıtılan eylem ve doğum sırasındaki stresin, laktasyonun gecikmeli başlaması için önemli bir risk faktörü olduğunu belirtmiştir.

Erken postpartum dönemde vajinal doğum yapmış primipar annelerde sosyodemografik ve obstetrik faktörlerin travmatik doğum algısı ve emzirme tutumları üzerindeki etkilerinin incelendiği bir başka çalışmada travmatik doğum algısının emzirme tutumunu olumsuz etkilediği bulunmuştur (Çuvadar vd., 2025).

Nissen ve ark. (1996) İsveç'te, vajinal doğum yapan kadınlarla karşılaştırıldığında, sezaryen doğum yapan kadınların daha az pulsatil oksitosin salınım modeline ve daha düşük prolaktin seviyelerine sahip olduğunu bulmuşlardır. Bu hormonlar başarılı laktasyon için gerekli olan kritik hormonlardır. Doğum sonrası 7 ila 10 gün içinde emzirmenin erken bırakılmasını araştıran Hall ve ark. (2002), 1.108 kadından 113'ünün emzirmeyi bıraktığını saptamıştır. Bu örneklemde vakum ekstraksiyonu ile vajinal doğumun, emzirmenin erken bırakılmasının önemli bir yordayıcısı olduğu bildirilmiştir.

Dewey (2001), 280 anneden oluşan bir örneklemde laktogenezdeki gecikmenin uzun süreli eylem ve acil sezaryen doğum ile ilişkili olduğunu bildirmiştir. Yeni Zelanda'da 153 annenin, emzirme deneyimlerine ilişkin yarı yapılandırılmış görüşmelere katıldığı araştırma sonucunda sezaryen doğumların emzirme üzerinde olumsuz bir fiziksel etkiye sahip olduğu, ancak annelerin azminin ve kararlılığının emzirme çabalarını sürdürmeye yardımcı olduğu belirtilmiştir (Manhire vd., 2007).

Norman ve ark. (2025) ise travma ve emzirme arasındaki duygusal ve toplumsal ilişkileri değerlendirirken, diğer araştırmalar doğum travması sonrası postnatal TSSB'yi ve emzirme deneyimleri üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Bulgular, postnatal TSSB yaşayan annelerin, yaşamayanlara kıyasla emzirmeye başlama olasılığının az olduğunu göstermiştir (Garthus-Niegel vd., 2017). Bu çalışmalar beraber değerlendirildiği zaman psikolojik sıkıntılar ve fiziksel komplikasyonlar arasında emzirme oranlarını azaltan bir etkileşim örüntüsü olabileceği görülmeltedir ancak kültürler arası farklılıklarında sonuçların karşılaştırılabilirliğini sınırlandırabileceğide göz önünde bulundurulmaktadır (Wheeler vd., 2025)

Mevcut literatürde TSSB ve emzirme arasında çift taraflı bir etkileşim olduğu öne sürülmektedir. Chen ve ark. (2022) kadınları doğumdan 3 gün sonra çalışmaya dahil etmiş ve doğumdan 42 gün sonra Travma Sonrası Stres Bozukluğu Kontrol Listesi (PCL-C) kullanarak değerlendirmelerini gerçekleştirmiştir. PCL-C başlangıçta askerler veya gaziler için geliştirilen, stresli geçmiş olaylarla ilgili 17 soru içeren PCL kontrol listesinin sivil versiyonudur (Norris ve Hamblen, 2004). PCL-C, yüksek iç tutarlılık ve test-tekrar test güvenilirliği ile istatistiksel olarak güçlü bir araçtır. Ancak, 42 günlük bir takip, daha uzun vadeli travma semptomlarını yakalayamayabilir. Katılımcıların %12,1'inde postpartum 42 gün içinde TSSB gelişmiştir ve bebeklerini sadece anne sütü ile besleyen annelerin postpartum TSSB risk oranı daha düşük saptanmıştır. Ters nedensellik potansiyeli olsa da, anneleri sadece anne sütü ile beslemeye teşvik etmek postpartum TSSB riskini düşürebilmektedir. Bu fikri daha fazla desteklemek adına, son çalışmalar emzirme başarısının bir amaç ve başarı duygusu uyandırarak esenliği desteklediğini göstermekte ve gelecekteki potansiyel travmalar için bilgili emzirme desteğine yönelik önerilerde bulunmaktadır (Wheeler vd., 2025).

Ebelerden alınan emosyonel destek, hem doğum öncesi dönem için hem de postpartum dönem için paha biçilmez olabilir. Doğum travmasını yönetmek ve tedavi etmek amacı ile araştırılan bir müdahale stratejisi doğum sonrası gözden geçirme/konuşma olarak tanımlanabilecek "debriefing"dir. Doğum sonrası debriefing'in bazı olumlu sonuçları tanımlanmış olsa da, yararlı yönleri konusunda kesin bir yeterlilik mevcut değildir (Baxter vd.,2014). Baxter ve ark. (2014) meta-etnografik bir literatür taraması aracılığı ile kadınların doğum deneyimlerini tartışma ve duygularını doğrulama fırsatına değer vermeleri sayesinde debriefing'e karşı kadınlardan genel olarak olumlu bir yanıt geldiğini bildirmişlerdir.

Fenwick ve ark. (2013) tarafından yapılan Avustralya araştırması, annelerin duygularında dayanıklılığı teşvik etme olarak bilinen ebe liderliğindeki bir danışmanlık müdahalesini tanıtarak doğumdan sonra duygusal sıkıntı yaşayan kadınlar için belirli bir danışmanlık müdahalesinin etkinliğini incelemiştir (Fenwick vd., 2013). Kadınlar üç gruptan birine randomize edilmiştir: Annelerin Duygularında Dayanıklılığı Teşvik Etme danışmanlık müdahalesi, Ebeveynlik Desteği programı adı verilen aktif

kontrol grubu veya eşleştirilmiş kontrol grubu. Çalışma Annelerin Duygularında Dayanıklılığı Teşvik Etme grubundakilerin olumlu sonuçlar bildirdiğini, ancak kişiselleştirilmiş doğum sonrası bakımın genel olarak en çok arzu edilen şey olduğunu göstermiştir (Fenwick vd., 2013). Doğum sonrası debriefing ve doğumdan sonra ebe liderliğindeki danışmanlık, doğumu travmatik olarak deneyimleyen kadınları yönetmek ve tedavi etmek için potansiyel olarak önemli müdahaleler olsa da, daha erken müdahale edebilmek önem arz etmektedir (Simpson ve Catling, 2016).

Bu kapsamda emzirme ile birlikte partner desteği travmatik bir doğum tecrübesine karşı önemli bir koruyucu etken olarak kabul edilebilmektedir (Durmazoğlu vd., 2021). Örneğin, kadın partnerinin emzirmeye yönelik tutumunun pozitif ve destekleyici olduğunu algılarsa emzirmeyi sürdürme potansiyeli daha yüksektir (Mannion vd., 2013). Partner desteği, emzirmenin başlatılması ve devamında annenin öz güvenini artırmada kritik bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır. Kadınların memeyi kavrama zorlukları, meme engorjmanı, yetersiz süt algısı ve yorgunluk açısından karşılaştıkları sıkıntılar yanlarında bir destek mekanizması olmadan emzirmeyi bırakmaları ile sonuçlanabilmektedir (Mannion vd., 2013). Ancak, partnerin ev işlerine yardım ve eşine sözlü teşvik gibi basit müdahalelerin bile sadece anne sütü ile besleme ve uzun süreli emzirme ile ilişkili olduğunu gösteren literatür verileri bulunmaktadır (Srisopa ve Lucas, 2021).

Travmatik bir doğum bildiren kadınların emzirme süreçlerini ve bunun perinatal ruhsal refahları üzerindeki etkisini araştıran bir araştırma sonucuda doğum travması ile perinatal ruh sağlığı sorunları arasında bir bağlantı olduğunu göstermiştir. Çalışmada en çok etki yaratan bulgu, olumlu emzirme deneyimleri ile bunun perinatal ruh sağlığını nasıl iyileştirdiği arasındaki güçlü etkileşimdir. Emzirme başarısını psikolojik sağlıkları üzerinde olumlu bir etkiye bağlayan, hatta bazı durumlarda bunu 'hayat kurtarıcı' olarak etiketleyen kadınların raporları çok güçlü bulunmuştur. Doğum travması sonrasındaki pozitif emzirme yaşantılarının refah üzerinde nasıl olumlu etkiye yol açtığına dair bir döngü ortaya çıkarmışlardır. ‘Annelerin emzirme konusunda başarılı olabilmesi için desteklenmesi, özellikle doğum travmasını takiben kötü perinatal ruh sağlığı için etkili bir acil tedavi olarak kullanılabilir’ hipotezi öne sürülmektedir (Wheeler vd., 2025).

Bu bilgiler ışığında, travmatik bir doğumun emzirme çıktıları ve annelerin ruh sağlığı üzerinde uzun vadeli etkileri olabileceği görülmektedir. Bu nedenle, doğumla ilişkili travmayı ve bu faktörün emzirme üzerindeki negatif etkilerini önlemek amacıyla annelere yönelik destek mekanizmalarının oluşturulması ve geliştirilmesi önem taşımaktadır. Sağlık profesyonelleri, özellikle bu kadınların bebekleriyle olan ilişkilerini değerlendirmelidir. Bu kadınların bir emzirme danışmanından yoğun bir bireyselleştirilmiş desteğe gereksinim duyabileceği ihtimali göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca, sanal emzirme destek grupları gibi emzirme destek hizmetleri yönetim ve kar amacı gütmeyen kuruluşlar için öncelikli geliştirilmesi gereken alanlardan biri

olabilmelidir. Hemşireler, ebeler, jinekologlar ve perinatal ruh sağlığı uzmanları gibi anne ve bebek sağlığı ile ilgilenen alanlarda çalışan personeller için etkin emzirme desteğini sağlayabilmek amacı ile belirli zamanlarda güncellenmiş hizmet içi eğitimler faydalı olabilir. Doğum travması için erken tarama yöntemlerinin geliştirilmesi, iyileştirilmesi ve rutin kullanım süreçlerine geçilebilmesi anne-bebek sağlığı açısından önemlidir. Ayrıca doğum süreci ve emzirmenin kadınların gereksinimlerine daha saygılı olmasını sağlayabilmek açısından gerekli tedbirleri alabilmek için politika ve eylem planlarının oluşturularak hayata geçirilmesi önerilebilir.

KAYNAKÇA

American Psychiatric Association (2013). American Psychiatric Association, editors. Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5. 5th ed. Washington, D.C: Ameri can Psychiatric Association;. 947 p.

Annborn, A., ve Finnbogadóttir, H. R. (2022). Obstetric violence a qualitative interview study. *Midwifery,* 105, 103212.

Australia H. Birth trauma emotional Internet. Health direct Australia; Available from: https://www.pregnancybirthbaby.org.au/birth-trauma emotional

Ayers, S., Bond, R., Bertullies, S., ve Wijma, K. (2016). The aetiology of post-traumatic stress following childbirth: a meta-analysis and theoretical framework. *Psychol Med*., 46(6):1121 34.

Baxter, J.D., McCourt, C., ve Jarrett, P.M. (2014). What is current practice in offering debriefing services to post partum women and what are the perceptions of women in accessing these services: a critical review of the literature. *Midwifery*, 30(2):194–219.

Beck, C. T.& Watson, S. (2008). Impact of Birth Trauma on Breastfeeding: A Tale of Two pathways. *Nursing Research*, 57, 228-236.

Beck, C.T. (2004). Birth trauma in the eye of the beholder. Nurs Res, 53(1):28–35.

Borg Cunen, N., McNeill, J., ve Murray, K. (2014). A systematic review of midwife-led interventions to address postpartum post-traumatic stress. *Midwifery*, 30(2):170–84.

Brown, A. (2018). What DoWomenLoseifTheyArePrevented From Meeting Their Breastfeeding Goals? *Clin. Lact*., 9, 200–207.

Brunson, E., Thierry, A., Ligier, F., Vulliez-Coady, L., Novo, A., Rolland, A. C., & Eutrope, J. (2021). Prevalences and predictive factors of maternal trauma through 18 months after premature birth: A longitudinal, observational and descriptive study. *PLoS One,* 16(2), e0246758.

Centers for Disease Control and Prevention (CDC) 2022 cited 204 april 10 . Five Great Benefits of Breastfeeding. Available from:

https://www.cdc.gov/nccdphp/dnpao/ features/breastfeeding-benefits/index.html
Chan, J.C., Nugent, B.M., ve Bale, T.L. (2018). Parental advisory: maternal and paternal stress can impact offspring neurodevelop ment. *Biol* Psychiatry, 83(10): 886–894.
Chen, D.C., Nommsen-Rivers, L., Dewey, K. G., ve Lonnerdal, B. (1998). Stress during labor and delivery and early lactation performance. *American Journal of Clinical Nutrition*, 68(2), 335Y344.
Chen, J., Lai, X., Zhou, L., Retnakaran, R., Wen, S. W., Krewski, D., Taljaard, M., Walker, M. C., & Xie, R. H. (2022). Association between exclusive breastfeeding and postpartum post-traumatic stress disorder. *International Breastfeeding Journal*, 17(1), 78.
Cohen, S.S., Alexander, D.D., Krebs, N.F., Young, B.E., Cabana, M.D., ve Erdmann, P. (2018). Factors Associated with Breastfeeding Initiation and Continuation: A Meta-Analysis. *J. Pediatr*., 203, 190–196.e21.
Çuvadar, A., Karamelikli, E., & Baş, Y.Ç. (2025). The ımpact of demographic and obstetric factors on perception of traumatic birth and breastfeeding attitudes. *Revista Brasileira de Ginecologia e Obstet*rícia, 47, e-rbgo15.
Dekel, S., Stuebe, C., ve Dishy, G. (2017). Childbirth Induced Posttraumatic Stress Syndrome: A Systematic Review of Prevalence and Risk Factors. *Front. Psyc*hol., 8, 560.
Delicate, A., Ayers, S., ve McMullen, S. (2022). Health care practitioners' assessment and observations of birth trauma in mothers and partners. *J Reprod Infant Psychol,* 40(1), 34-46.
Dewey, K.G. (2001). Maternal and fetal stress are associated with impaired lactogenesis in humans. *Journal of Nutrition*, 131(11), 3012sY3015s.
Durmazoğlu, G., Çiçek, Ö., ve Okumuş, H. (2021). The effect of spousal support perceived by mothers on breastfeeding in the postpartum period. *Turk Arch Pediatr*, 56(1): 57–61.
El Founti Khsim, I., Martínez Rodríguez, M., Riquelme Gallego, B., Caparros-Gonzalez, R. A., & Amezcua-Prieto, C. (2022). Risk factors for post-traumatic stress disorder after childbirth: A systematic review. *Diagnostics,* 12(11), 2598.
Fenwick, J., Gamble, J., Creedy, D., Barclay, L., Buist, A., ve Ryding, E.L. (2013). Women's percep tions of emotional support following childbirth: a qualitative investigation. *Midwifery,* 29(3):217–24.
Ford, E., ve Ayers, S. (2011). Support during birth interacts with prior trauma and birth intervention to predict postnatal post-traumatic stress symptoms. *Psychol Health*, 26(12):1553–70
Ford, E., Ayers, S., ve Bradley, R. (2010). Exploration of a cognitive model to predict post traumatic stress symptoms following childbirth. *J Anxiety Disord*, 24(3): 353–9.
Garthus-Niegel, S., Horsch, A., Ayers, S., Junge-Hoffmeister, J., Weidner, K., ve Eberhard- Gran, M., (2017). The influence of postpartum PTSD on breastfeeding: a longitudinal population-based study. B*irth* 45, 193–201.
Garthus-Niegel, S., von Soest, T., Knoph, C., Simonsen, T.B., Torgersen, L., ve Eberhard-Gran, M. (2014). The influence of women's preferences and actual mode of delivery on post-traumatic stress symptoms following childbirth: a

population-based, longitudinal study. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 14(1): 191.

Grajeda, R., ve Perez-Escamilla, R. (2002). Stress during labor and delivery is associated with delayed onset of lactation among urban Guatemalan women. *Journal of Nutrition*, 132(10), 3055Y3060

Greenfield, M., Jomeen, J., ve Glover, L. (2016). What is traumatic birth? A concept analysis and literature review. *British Journal of Midwifery*, 24(4), 254-267.

Hall, R. T., Mercer, A. M., Teasley, S. L., McPherson, D. M., Simon, S. D., Santos, S. R., ... & Hipsh, N. E. (2002). A breast-feeding assessment score to evaluate the risk for cessation of breast-feeding by 7 to 10 days of age. *The Journal of ped*iatrics, 141(5), 659-664.

Hoyt-Austin, A., Hazrati, S., Berlin, S., Hourigan, S., & Bodnar, K. (2021). Association of Maternal Confidence and Breastfeeding Practices in Hispanic Women Compared to Non-Hispanic White Women. *Global Pediatric Health*, 8, 2333794X211062439.

Kendall-Tackett, K., Cong, Z., & Hale, T. W. (2011). The effect of feeding method on sleep duration, maternal well-being, and postpartum depression. *Clinical Lactation*, 2(2), 22-26.

Manhire, K.M., Hagan, A.E., ve Floyd, S.A. (2007). A descriptive account of New Zealand mothers' responses to open-ended questions on their breast feeding experiences. *Midwifery*, 23(4), 372Y381.

Mannion, C.A., Hobbs, A.J., McDonald, S.W., ve Tough, S.C. (2013). Mater nal perceptions of partner support during breastfeeding. *Int Breastfeed J,* 8:4.

Molloy, E., Biggerstaff, D.L., ve Sidebotham, P. (2021). A phenomenological exploration of parenting after birth trauma: Mothers perceptions of the first year. *Women Bir*th, 34, 278–287.

Nissen, E., Uvnäs-Moberg, K., Svensson, K., Stock, S., Widström, A. M., & Winberg, J. (1996). Different patterns of oxytocin, prolactin but not cortisol release during breastfeeding in women delivered by caesarean section or by the vaginal route. *Early human development*, 45(1-2), 103-118.

Norman, A., Allen, B., Fraser, M., ve Baptie, G. (2025). Just one more feed": the impact of traumatic birth on breastfeeding. Br. J. *Midwifery*. 33, 84–91.

Norman, A., Mortimer, S., Baptie, G., Percuklievska, N., & Ferrario, H. (2022). Breastfeeding experiences and support: Identifying factors influencing breastfeeding behaviour. *British Journal of Midwifery*, 30(4), 190-201.

Norris, F.H., ve Hamblen, J.L. (2004). Standardized self-report measures of civilian trauma and PTSD. Assess. Psychol. Trauma PTSD Pract. Handb.

O'Donovan, A., Alcorn, K.L., Patrick, J.C., Creedy, D.K., Dawe, S., ve Devilly, G.J. (2014). Predicting posttraumatic stress disorder after childbirth. *Midwifery*, 30(8):935–41.

Rodríguez-Almagro, J., Hernández-Martínez, A., Rodríguez-Almagro, D., Quirós-García, J. M., Martínez-Galiano, J. M., & Gómez-Salgado, J. (2019). Women's perceptions of living a traumatic childbirth experience and factors related to a birth experience. *International journal of environmental research and public health*, 16(9), 1654.

Royal College of Midwives, Maternal Mental Health Alliance. Perinatal Mental Health in the UK: Challenges and Service Gaps for Mothers Affected by Mental Health Issues During Pregnancy and Postpartum. 2023. Available online: https://www.rcm.org.uk (accessed on 20 December 2025).

Rusavy, Z., Francova, E., Paymova, L., Ismail, K.M., ve Kalis, V. (2019). Timing of cesarean and its impact on labor duration and genital tract trauma at the first subsequent vaginal birth: a retrospective cohort study. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 19(1): 207.

Shiraishi, M., Matsuzaki, M., Kurihara, S., Iwamoto, M., & Shimada, M. (2020). Post-breastfeeding stress response and breastfeeding self-efficacy as modifiable predictors of exclusive breastfeeding at 3 months postpartum: a prospective cohort study. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 20(1), 730.

Simpson, M., ve Catling, C. (2016). Understanding psychological traumatic birth experiences: A literature review. *Women and Birth*, 29(3), 203-07.

Smarandache, A., Kim, T. H., Bohr, Y., & Tamim, H. (2016). Predictors of a negative labour and birth experience based on a national survey of Canadian women. *BMC pregnancy and childbirth*, 16(1), 114.

Sorenson, D.S., ve Tschetter, L. (2010). Prevalence of negative birth perception: disaffirma tion, perinatal trauma symptoms, and depression among postpartum women. *Perspect Psychiatr Care*, 46(1):14–25.

Srisopa, P., & Lucas, R. (2021). Maternal perception of paternal breastfeeding support: A secondary qualitative analysis. *Midwifery*, 102, 103067.

What is Birth Trauma?–Birth Trauma Association Internet, cited 2024 Aug 7. Available from: https://www.birthtrau maassociation.org.uk/for-parents/what-is-birth-trauma#

Wheeler, A., Sweeting, F., Mayers, A., Brown, A., & Farrington, S. (2025). Improving Perinatal Mental Health Outcomes: The Role of Support in Assisting Breastfeeding Experiences Following Birth Trauma. *Midwifery*, 104668.

Wheeler, A., Sweeting, F., Mayers, A., Brown, A., & Farrington, S. (2025). The positive cycle of breastfeeding—Mental health outcomes of breastfeeding mothers following birth trauma. *Healthcare,* 13(6), 672.

World Health Organization. (2024, 27 May). Infant and young child feeding. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/infant-and-young-child-feeding

Yehuda, R., & Lehrner, A. (2018). Intergenerational transmission of trauma effects: putative role of epigenetic mechanisms. *World psychiatry*, 17(3), 243-257.

Zhang, K., Dai, L., Wu, M., Zeng, T., Yuan, M., & Chen, Y. (2020). Women's experience of psychological birth trauma in China: a qualitative study. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 20(1), 651.

Klinik Veteriner Hekimlikte Yapay Zekâ Tabanlı Karar Destek Yaklaşımları

Mehmet GÜLTEKİN[1]

1- Prof. Dr.; Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Veteriner İç Hastalıkları AD. mgultekin@adu.edu.tr ORCID No: 0000-0002-5197-2403

ÖZET

Yapay zekâ (YZ), veteriner klinik hekimlikte tanı, prognoz ve izlem süreçlerini; klinik muayene ve anamnez, laboratuvar parametreleri, görüntüleme çıktıları, elektronik sağlık kayıtları ve sensör tabanlı ölçümler gibi farklı veri katmanlarını birlikte değerlendirerek dönüştürmeye başlamıştır. Derin öğrenme, makine öğrenmesi, bilgisayarlı görü ve doğal dil işleme gibi yöntemler; "otomatik tanı koyma" iddiasından çok, klinisyene ikinci görüş sunan, olasılıkları önceliklendiren, erken uyarı üreten ve raporlama standardizasyonunu destekleyen karar destek çıktıları üretir. Bununla birlikte veteriner alanda tür/ırk/yaş ve çevresel koşullara bağlı biyolojik heterojenlik, verinin kurumlar arasında parçalı ve standart dışı tutulması, etiket kalitesi sorunları, yorumlanabilirlik ve etik–yönetişim gereksinimleri klinik yaygınlaşmanın ana sınırlayıcılarıdır. Bu bölümde YZ'nin kavramsal çerçevesi, klinik karar destek mantığı ve çok katmanlı veri yaklaşımı temel ilkeleriyle ele alınarak tanısal destek, prognoz modelleme ve klinik entegrasyon başlıklarına zemin hazırlanmıştır.

Anahtar Kelimeler – Veteriner Hekimlik, Yapay Zekâ, Tanı, Prognoz, Karar Destek.

GİRİŞ

Yapay zekâ (YZ), veriden örüntü öğrenerek sınıflama, öngörü, çıkarım ve dil işleme gibi işlevleri yerine getiren yöntemlerin bütünüdür. Bu çerçevede makine öğrenmesi, yapılandırılmış verilerden (ör. laboratuvar panelleri, demografik değişkenler, klinik skorlar) genelleme yapan algoritmaları kapsarken; derin öğrenme, çok katmanlı sinir ağlarıyla özellikle büyük ve karmaşık veri yapılarında (görüntü, ses, zaman serisi) temsil öğrenme kapasitesi nedeniyle öne çıkar (Hossein-Zadeh, 2025). Derin öğrenmenin sağlık alanındaki görünür ivmesinin önemli bir kısmı, görüntü tanıma ve otomasyonda güçlü performans göstermesine bağlanmaktadır (LeCun, vd., 2015).

Veteriner klinik pratikte YZ'yi tartışırken kritik nokta, problemin çoğu zaman "veri yokluğu"ndan çok verinin klinik bağlamdan kopuk, dağınık ve heterojen olmasıdır. Aynı klinik sendrom; tür, ırk, yaş, fizyolojik dönem, bakım-besleme, çevresel stresörler ve eşlik eden hastalıklar nedeniyle farklı fenotiplerle izlenebilir. Bu heterojenlik, hem tanısal eşiklerin hem de prognostik kalıpların tek bir "genel model" ile güvenle yakalanmasını zorlaştırır. Dolayısıyla veteriner hekimlikte klinik açıdan en tutarlı YZ yaklaşımı, sistemi "otomatik karar verici" gibi değil; klinisyenin karar kalitesini artıran, belirsizliği azaltan ve çoklu veri katmanını birlikte değerlendirmeyi kolaylaştıran karar destek katmanı olarak konumlandırmaktır (Hossein-Zadeh, 2025). Bu konumlandırma, YZ'nin klinik değerini üç temel eksende görünür kılar. Birincisi, yoğun iş akışında

klinisyenin dikkatini belirli olasılıklara yönlendirerek önceliklendirme/triyaj desteği sunmasıdır. İkincisi, insan gözünün veya tekil eşiklerin yakalayamadığı çok değişkenli örüntüler üzerinden erken uyarı ve risk sınıflaması üretebilmesidir. Üçüncüsü ise klinik kayıtların standardizasyonunu ve raporlamayı destekleyerek "kurum içi kalite ve izlem" süreçlerinde ölçülebilirlik sağlamasıdır. Ancak bu faydalar, yalnızca algoritmanın doğruluğu ile değil; veri kalitesi, temsil gücü, hatanın görünür kılınması ve klinik doğrulama süreçlerinin niteliğiyle sürdürülebilir hâle gelir. Bu nedenle yorumlanabilirlik ve hata analizi, karar destek sistemlerinin klinik kabulünde merkezî bir gereksinim olarak ele alınır (Hassija vd., 2024).

Klinik karar destek sistemleri, tek bir veri türünün üstünlüğüne dayanmaz; aksine farklı veri katmanlarının aynı klinik soruya hizmet edecek biçimde uyumlu biçimde birleştirilmesi üzerine kurulur. Veteriner klinikte bu katmanlar pratikte beş ana grupta toplanabilir: (i) anamnez ve klinik muayene bulguları, (ii) laboratuvar verileri, (iii) görüntüleme verileri, (iv) elektronik klinik kayıtlar ve (v) izlem/sensör verileri. Bu katmanların tek başına kullanımı çoğu durumda tanısal veya prognostik belirsizliği tamamen ortadan kaldırmaz; fakat birlikte ele alındığında klinik kararın gerekçesi daha izlenebilir hâle gelebilir (Hossein-Zadeh, 2025).

Çok katmanlı yaklaşımın klinikte belirgin değer ürettiği tipik senaryolar vardır. Erken uyarı senaryosunda (ör. sürü sağlığında subklinik süreçler veya kronik hastalıkların erken evresi), tekil bir ölçüm yerine zaman içindeki değişimi yakalayan izlem verisi (aktivite, sıcaklık, ruminasyon vb.) klinik bulgularla birleştiğinde müdahale penceresi öne çekilebilir. Akıllı sensör teknolojileri ve karar destek araçlarının bu "izlem–müdahale" döngüsünü kısaltma potansiyeli, özellikle sürü yönetiminde sürdürülebilirliğe katkı sunan bir durum olarak değerlendirilmiştir (Tedeschi vd., 2021). Benzer biçimde tanısal doğrulama senaryosunda görüntüleme bulgularının laboratuvar örüntüleriyle birlikte yorumlanması, ayırıcı tanıyı daraltarak gereksiz testleri azaltabilir ve klinik kararın tutarlılığını artırabilir. Tedavi yanıtının izlenmesi senaryosunda ise klinik kayıtlar ve takip verileri, tedaviye dair "etki–yan etki–uyum" ilişkisini daha ölçülebilir hâle getirebilir (Hossein-Zadeh, 2025). Bu bağlamda karar destek sistemleri, veteriner hekimlikte "tek bir doğru" üretmeye değil; klinik muhakemeyi destekleyen olasılık temelli bir çerçeveye hizmet eder. Olasılık temelli çerçeve, klinisyenin sorumluluğunu devralmaz; fakat klinisyenin hangi veri katmanına ne zaman ağırlık vereceğini daha sistematik hâle getirir. Bu yaklaşımın kabul edilebilirliği, sistemin çıktısını "neden"leriyle birlikte sunabilmesine ve hatayı yönetilebilir kılmasına bağlıdır (Hassija vd., 2024). Ayrıca klinik kullanımda veri seti belirli tür/ırk/yaş gruplarını eksik temsil ediyorsa, modelin risk sınıflaması klinik eşitsizlik üretebilir (Ferrara, 2024).

Tanısal Karar Destek Sistemleri

Tanısal karar destek sistemleri, yapay zekâyı (YZ) "otomatik tanı koyucu" bir otorite gibi değil; klinisyenin tanısal akıl yürütmesini hızlandıran, seçenekleri önceliklendiren ve çok katmanlı veriyi aynı klinik soru etrafında birleştiren bir "ikinci katman" olarak konumlandırır. Veteriner klinik pratikte tanı; tür/ırk farklılıkları, komorbiditeler, çevresel koşullar ve sahip kısıtları nedeniyle çoğu zaman belirsizlik içerir. Bu nedenle karar destek yaklaşımının gerçek katkısı, tek bir etiket üretmekten çok, olasılıkları kalibre etmek, riskli olguyu erken işaretlemek ve "hangi ek test/izlem adımı daha rasyonel?" sorusuna sistematik bir çerçeve sunmaktır (Appleby ve Basran, 2022). Bu sistemlerin tanısal değeri, doğrudan "tanı" görevinden önceki iki basamakta daha belirgindir: (i) triyaj/ön okuma ile normal olguyu hızlı ayırma ve klinisyen zamanını kritik olgulara kaydırma, (ii) ayırıcı tanı uzayını daraltarak test seçimini daha verimli hâle getirme. Bu iki basamak, özellikle yoğun hasta akışı olan birimlerde, uzman erişiminin sınırlı olduğu zamanlarda ve standart raporlama dilinin oturtulmaya çalışıldığı kurumlarda klinik kazanımı büyütebilir (Appleby vd., 2025; Hossein-Zadeh, 2025).

Görüntüleme tabanlı karar destek

Tanısal karar destek denildiğinde en görünür alan görüntülemedir; çünkü radyografi, ultrasonografi ve bilgisayarlı tomografi gibi yöntemler hem klinikte sık kullanılır hem de YZ'nin güçlü olduğu örüntü tanıma problemine doğrudan karşılık gelir. Derin öğrenme, ham görüntü verisinden temsil öğrenerek lezyon saptama, sınıflama ve bazı nicel ölçüm görevlerinde klinisyene destek üretebilir (LeCun vd., 2015; Hossein-Zadeh, 2025). Bu noktada hedef "radyoloğu ikame etmek" değildir; daha çok, belirli anormallik sınıflarında şüpheli alanları işaretlemek, raporlamayı standardize etmek ve ölçümleri tekrarlanabilir hâle getirmektir.

Veteriner alanda görüntüleme YZ'sinin temel zorluğu, yüksek kaliteli ve doğru etiketli veri setlerinin görece sınırlı oluşudur. Bu nedenle transfer öğrenmesi ve öz-denetimli ön eğitim yaklaşımları, "küçük veri" koşullarında performans ve genellenebilirliği artırmak için kritik stratejilere dönüşmüştür. Örneğin köpek karaciğer ultrason görüntülerinde transfer öğrenmesi kullanımı, metodolojik olarak veteriner görüntü verisinde temsil öğrenmenin uygulanabilirliğini ve belirli tanısal görevlerde performansı destekleyebileceğini göstermiştir (Banzato vd., 2018). Benzer şekilde veteriner toraks radyografilerinde türler arası ve patolojiler arası öz-denetimli ön eğitimle sınıflandırmanın iyileştirilebildiğini bildiren çalışmalar, sahada cihaz/pozisyon/olgu çeşitliliği arttıkça "sağlamlık" ve dış doğrulamanın zorunlu hâle geldiğini de hatırlatır (Celniak vd., 2023).

Klinik kayıt ve laboratuvar verisiyle tanısal destek

Tanısal karar destek yalnızca görüntüden ibaret değildir. Yapılandırılmış klinik veriler (anamnez/muayene bulguları, hemogram-

biyokimya profilleri, temel vital bulgular, önceki tanılar ve tedaviler) üzerinde çalışan makine öğrenmesi modelleri, özellikle "tanı gecikmesi" riski taşıyan hastalıklarda erken şüphe üretmek ve test seçimini daha akılcı hâle getirmek için kullanılabilir (Appleby ve Basran, 2022).

Köpeklerde Cushing sendromu gibi doğrulaması zor ve süreç içinde olgunlaşan tanılarda, birinci basamak klinik kayıtlarından geliştirilen modellerin iyi düzeyde ayırt edicilik gösterebilmesi, karar desteğinin "erken şüphe" katmanında değer üretebildiğine iyi bir örnektir (Schofield vd., 2021). Kedilerde rutin laboratuvar verileri üzerinden kronik böbrek hastalığı riskini erken dönemde öngörmeyi hedefleyen yaklaşımlar da benzer biçimde, laboratuvar parametrelerinin tek tek eşiklerinden ziyade "çoklu örüntü" mantığıyla risk sinyali üretmenin klinik olarak uygulanabilir olduğunu göstermektedir (Bradley vd., 2019).

Bu sınıf modellerin klinik güvenilirliği üç koşula sıkı biçimde bağlıdır: (i) veri kalitesi ve kayıt standardı (eksik veri, heterojen kodlama, farklı cihaz/kit etkileri), (ii) dış doğrulama ve yerel popülasyonda kalibrasyon (aynı modelin farklı kliniklerde farklı "risk" üretmesi), (iii) karar eşiğinin klinik hedefe göre belirlenmesi (tarama için duyarlılık, doğrulama için özgüllük gibi). Bu nedenle tanısal karar destek sistemleri, kurum içinde "veri sözlüğü–kayıt standardı–geri bildirim döngüsü" olmadan ölçeklenebilir bir klinik faydaya zor ulaşır (Hossein-Zadeh, 2025).

Tanısal karar destek sistemlerinin benimsenmesinde en kritik eşik, klinisyenin modele güvenmesinden önce, modelin hatasını yönetebilmesidir. Derin öğrenme modellerinin "siyah kutu" algısı; özellikle yaşamı tehdit eden kararların söz konusu olduğu acil olgular, onkoloji veya girişimsel süreçler gibi alanlarda kabul edilebilirliği düşürür. Açıklanabilir yapay zekâ (XAI) yaklaşımları, modelin hangi özelliklere dayanarak çıktıyı ürettiğini görünür kılmayı amaçlar; ancak bu açıklamanın klinik olarak anlamlı ve denetlenebilir olması, yalnızca bir görselleştirme meselesi değil, sistematik doğrulama ve hata analizi meselesidir (Hassija vd., 2024).

Bu çerçevede tanısal karar destek, kurumsal risk yönetimi ve mesleki sorumlulukla birlikte ele alınmalıdır. Veteriner görüntüleme ve onkoloji bağlamında etik–hukuki tartışmalar, hatalı veya erken piyasaya sürülen sistemlerin hasta güvenliği ve mesleki sorumluluk açısından risk oluşturduğunu; bu nedenle doğrulama, kullanım sınırları ve kullanıcı eğitimine dayalı bir entegrasyonun zorunlu olduğunu vurgular (Cohen ve Gordon, 2022). Pratikte bu, "model söyledi" yerine "model şu sinyali verdi; klinisyen şu bağlamla şu kararı aldı" şeklinde izlenebilir bir karar kaydını gerektirir. Böyle bir kayıt kültürü, hem kalite yönetimini güçlendirir hem de model performansı zaman içinde değiştiğinde (veri kayması, yeni cihaz, yeni protokol) sistemin kontrollü biçimde yeniden kalibre edilmesini mümkün kılar (Hossein-Zadeh, 2025).

Doğal dil işleme ile anamnez ve klinik notların yapılandırılması

Veteriner kliniklerinde tanısal kararın önemli bir bölümü, yapılandırılmış sayısal veriden çok serbest metin üzerinden taşınır; anamnez ayrıntıları, muayene notları, epikrizler, sevk yazıları ve laboratuvar yorumları tanısal bağlamı belirleyen temel katmandır. Doğal dil işleme (natural language processing, NLP) yaklaşımları; bu metinleri makine tarafından işlenebilir temsillere dönüştürerek semptom–bulgu–tanı ilişkilerinin daha tutarlı kodlanmasına ve karar destek modelleri için veri akışının standardize edilmesine imkân verir (Russell ve Norvig, 2020; Hossein-Zadeh, 2025).

Klinik notların yapılandırılmasında temel hedef, metin içindeki klinik varlıkların (bulgu, süre, şiddet, anatomik bölge, tedavi/yanıt, komorbidite) çıkarılması ve bunların ortak bir terminoloji altında kodlanmasıdır. Bu süreçte, derin öğrenme temelli temsil öğrenme yaklaşımları; değişken dil kullanımı ve bağlama bağlı anlam kaymalarını daha iyi yakalayabilen yöntemler sunmakla birlikte, modelin eğitim verisine aşırı uyumu ve kurumlar arası dil farklılıkları genellenebilirliği sınırlayabilir (LeCun, vd., 2015; Hossein-Zadeh, 2025).

NLP tabanlı dokümantasyon otomasyonunun klinik katkısı, yalnızca metin üretimini hızlandırmak değil; tanısal karar destek sistemlerinin güvenilirliği için gerekli olan kayıt tutarlılığını artırmaktır. Tutarlı kayıt, hem daha sonra geliştirilecek risk/öngörü modellerinin veri kalitesini yükseltir hem de kalite yönetimi ve klinik denetim süreçlerinde geriye dönük izlenebilirliği güçlendirir (Cohen ve Gordon, 2022; Russell ve Norvig, 2020). Bununla birlikte NLP ile otomatik çıkarım ve özetleme süreçlerinde anlam kaybı, yanlış bağlam ataması ve hatalı kodlama riski, tanısal süreçte ikincil hatalara yol açabilecek bir güvenlik başlığıdır. Bu nedenle serbest metinden yapılandırılmış veri üretimi, "otomatik çıktı" değil; klinisyen denetimi, hata analizi ve kurum içi yönetişim ilkeleriyle birlikte tasarlanması gereken bir ara katman olarak ele alınmalıdır (Cohen ve Gordon, 2022; Hassija vd., 2024).

Çok katmanlı tanısal destek

Tanısal karar, tek bir modalitenin üstünlüğüyle değil; klinik muayene bağlamının laboratuvar ve görüntüleme ile birleştirilmesiyle güçlenir. Bu nedenle çok katmanlı (multimodal) tanısal destek, görüntü + tablo verisi + metin verisini aynı klinik hedefe göre bir araya getiren "füzyon" yaklaşımları üzerinden ilerler ve özellikle belirsizliğin yüksek olduğu olgularda ayırıcı tanıyı daraltma potansiyeli taşır (Aggarwal, 2023; Hossein-Zadeh, 2025). Çok katmanlı sistemlerin klinik değeri, "daha fazla veri" toplamaktan çok; veri kaynakları arasında çelişkiyi yönetebilmesine ve hangi veri katmanının kararı hangi yönde etkilediğini görünür kılmasına bağlıdır (Hassija vd., 2024; Appleby vd., 2025).

Veteriner alanda çok katmanlı yaklaşımların sahaya taşınmasında, tür–ırk heterojenliği nedeniyle "temsil" sorunu daha belirgindir; belirli ırkların, yaş gruplarının veya bakım koşullarının eğitim verisinde yetersiz temsil edilmesi, birleştirilmiş modelin bazı alt gruplarda sistematik hata üretmesine neden olabilir. Bu nedenle multimodal tanısal destek, performansı tek bir ortalama metrikle değil; alt grup analizi ve yanlılık değerlendirmesiyle birlikte raporlandığında klinik açıdan daha güvenilir bir çerçeve sunar (Ferrara, 2024; Appleby vd., 2025).

Prognoz öngörü ve erken uyarı sistemleri

Prognoz öngörü sistemleri, tanısal karar destekten farklı olarak "hastalığın gidişatını" nicel bir çerçeveye taşır; klinisyenin sevk, yoğun bakım, cerrahiye yönlendirme, izlem sıklığı, tedavi yoğunluğu ve sahip iletişimi gibi eyleme dönük adımlarını daha tutarlı hâle getirmeyi hedefler. Bu nedenle çıktı, çoğunlukla bir "risk skoru" veya "yüksek–orta–düşük risk" sınıflaması biçimindedir; klinik değeri, tek başına karar vermesinden değil, karar eşiklerini görünür kılarak değişkenliği azaltmasından doğar (Russell ve Norvig, 2020; Appleby ve Basran, 2022).

Veteriner pratikte prognozun güçlüğü, aynı tanı etiketinin farklı tür ve popülasyonlarda farklı seyir göstermesi ve klinik sonlanımların (sağkalım, komplikasyon, nüks, yatış süresi) çok sayıda bileşenin bileşkesi olmasıdır. Bu nedenle prognoz modellerinin başarısı; algoritmadan önce, "sonlanımın tanımı", veri kalitesi, sınıf dengesizliği ve kurumlar arası standardizasyon gibi veri bilimi basamaklarına dayanır; sahaya taşınmadan önce dış doğrulama ve yerel kalibrasyon gereksinimi bu nedenle daha da kritik hâle gelir (Aggarwal, 2023; Hassija vd., 2024).

At koliği, prognoz modellemenin klinik açıdan en anlamlı göründüğü senaryolardan biridir; çünkü hızlı karar gereksinimi, çok değişkenli klinik tablo ve karar gecikmesinin maliyeti yüksektir. Makine öğrenmesi tabanlı karşılaştırmalı bir çalışmada, cerrahi gereksinim ve sağkalım gibi iki temel sonlanımın farklı veri ön işleme stratejilerine (eksik veri tamamlama, dengeleme, özellik seçimi) duyarlılığı gösterilmiş; bu da prognoz modelinin yalnızca "model seçimi" değil, veri hazırlama adımlarıyla birlikte değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymuştur (Cihan, 2024; Aggarwal, 2023).

Küçük hayvan pratiğinde prognoz öngörünün en pratik karşılığı, kronik hastalıklarda "yakın izlem gerektiren alt grubu" erken seçebilmektir. Elektronik sağlık kaydı verileriyle köpeklerde myxomatöz mitral kapak hastalığında (MMVD) kalp yetmezliğine ilerleme riskinin modellenmesi; ekokardiyografik ölçümler ve toraks radyografisi gibi değişkenlerin risk ayrımında belirleyici olabildiğini ve test verisinde güçlü ayırt edicilik elde edilebildiğini göstermiştir. Klinik karşılığı, asemptomatik/erken evre olguların izlem sıklığını ve sahip bilgilendirmesini risk temelli kurgulayabilmektir (Kim vd., 2023; Russell ve Norvig, 2020).

Prognoz öngörünün ikinci güçlü hattı, tek seferlik ölçümler yerine zaman içindeki değişimi yakalayan sensör verisiyle "erken uyarı" üretmektir. Süt sığırcılığında verim, ruminasyon süresi ve süt elektriksel iletkenliği gibi ölçümlerin makine öğrenmesiyle klinik mastitis riskine dönüştürülmesi; sahada izlem verisinin klinik karar penceresini öne çekebildiğini göstermektedir. Bu yaklaşımın değeri, klinik tablo belirginleşmeden önce "yüksek riskli" grubu işaretleyerek müdahale zamanlamasını iyileştirmesidir (Tian vd., 2024; Tedeschi vd., 2021). Benzer biçimde davranış ve hareket verisinin erken uyarı amacıyla kullanımı, prognozu sürü düzeyine taşıyan bir karar destek katmanı üretir. Örneğin ineklerde yüz ifadesi ve hareket verisini birlikte işleyen bimodal yaklaşımın topallığı erken yakalayabilmesi, çoklu veri akışının prognoz/erken uyarı bağlamında klinik değere dönüşebileceğini destekler. Bu sınıf sistemlerde klinik güvenilirlik, sensör kalibrasyonu, etiket doğruluğu ve farklı işletme koşullarında sağlamlık testleriyle doğrudan ilişkilidir (Dhaliwal vd., 2025; Džermeikaitė vd., 2023).

Prognoz modellerinde açıklanabilirlik, yalnızca "kullanıcı güveni" başlığı değildir; aynı zamanda hata analizi, model kayması izleme ve klinik risk yönetimi için teknik bir zorunluluktur. SHAP gibi yöntemler, tablo verisi modellerinde değişken katkılarını hasta bazında görünür kılarken; açıklanabilirlik literatürü, açıklamanın klinik anlamının yöntem seçimi ve bağlamla birlikte ele alınması gerektiğini vurgular. Bu nedenle prognoz modeli, açıklama katmanı ve klinik kullanım protokolü birlikte tasarlanmadığında, yüksek performans iddiası sahada güvenli faydaya dönüşmeyebilir (Hassija vd., 2024; Cetintav ve Yalçın, 2025).

Yanlılık (bias) ve adalet boyutu prognozda daha da kritiktir; çünkü risk skorları klinik kaynakların dağıtımı, sevk kararı ve izlem yoğunluğu gibi doğrudan sonuçlar üretir. Veri setinde belirli ırkların, yaş gruplarının veya işletme tiplerinin eksik temsil edilmesi; bazı alt gruplarda sistematik yanlış sınıflamaya yol açabilir ve klinik eşitsizlik yaratabilir. Bu nedenle prognoz modellerinin raporlanması, alt grup performans analizi ve yanlılık azaltma stratejilerini içeren bir etik-teknik çerçeveyle birlikte yürütüldüğünde klinik açıdan daha güvenilir hâle gelir (Ferrara, 2024; Appleby ve Basran, 2022).

Tedavi planlama ve klinik karar verme

Tedavi planlama odağındaki YZ uygulamaları, klinikte "hangi seçenek, hangi sırayla, hangi yoğunlukta ve hangi izlem aralığıyla?" sorularını yapılandırarak karar değişkenliğini azaltmayı hedefler. Bu çerçevede YZ'nin en uygulanabilir katkısı, klinisyenin sorumluluğunu devralmadan; çok değişkenli karar alanını daha izlenebilir hâle getiren, seçenekleri karşılaştırmalı biçimde sunan ve karar eşiklerini görünür kılan bir destek katmanı üretmesidir (Russell ve Norvig, 2020; Aggarwal, 2023).

Veteriner pratikte tedavi kararları, yalnızca hastalık biyolojisine değil; tür/ırk farklılıklarına, komorbiditelere, hasta sahibinin uyum ve maliyet kısıtlarına ve kurumun olanaklarına aynı anda bağlıdır. Bu nedenle "tek

adımda doğru tedavi" iddiası yerine, karar sürecini parçalayan ve her adımı ölçülebilir hedeflere bağlayan tasarımlar daha güvenlidir; aksi hâlde siyah kutu niteliği ve hata yönetiminin belirsizliği, klinik kabulü ve hasta güvenliğini sınırlayan bir risk alanı oluşturur (Hassija vd., 2024; Cohen ve Gordon, 2022).

Tedavi planlama bağlamında dikkat çeken teknik hat, sıralı karar problemlerini modelleyebilen takviyeli öğrenmedir. Bu yaklaşım, zaman içinde değişen klinik duruma göre müdahale yoğunluğunun ve izlem stratejisinin adaptif biçimde güncellenmesini amaçlar; klinik gerçeklikte ise daha çok "otomatik karar" yerine, belirli koşullarda hangi stratejinin daha iyi sonuç üretmiş olabileceğini gösteren bir karar desteği olarak anlam kazanır (Hossein-Zadeh, 2025).

Tedavi planlama çıktılarının klinik değere dönüşebilmesi, açıklanabilirliğin yalnızca arayüz düzeyinde değil, doğrulama ve hata analiziyle birlikte ele alınmasına bağlıdır. Açıklanabilir YZ (XAI) yaklaşımları, modelin önerisini hangi değişkenlerin sürüklediğini görünür kılmayı hedeflerken; bu açıklamanın klinik anlamlılığı, kullanılan yöntemin bağlama uygun seçilmesini ve sistematik performans izlemini gerektirir (Hassija vd., 2024; Linardatos vd., 2021).

Tedavi planlamada etik ve düzenleyici boyut, tanı ve prognoza kıyasla daha yüksek risk taşır; çünkü öneriler doğrudan müdahale seçimiyle ilişkilidir ve yanlılık veya hatalı genelleme, klinik sonuçlara daha hızlı yansıyabilir. Bu nedenle algoritmik adalet, popülasyon temsili ve yanlılık azaltma stratejileri; tedavi önerisi üreten sistemlerde yalnızca "iyi uygulama" değil, klinik güvenliğin teknik karşılığı olarak ele alınmalıdır (Ferrara, 2024; Coghlan ve Parker, 2024).

Klinik entegrasyon ve sürdürülebilirlik

Klinik yapay zekâ uygulamalarının sahada güvenilir biçimde çalışması, model mimarisinden önce veri ekosisteminin olgunluğu ile belirlenir. Tür–ırk heterojenliği, farklı cihaz/kit ve protokol kullanımı, kayıt dilindeki değişkenlik ve eksik veri; aynı klinik senaryonun farklı kurumlarda farklı "görünen" veriler üretmesine yol açar ve genellenebilirliği doğrudan sınırlar (Džermeikaitė vd., 2023; Vlaicu vd., 2024). Bu nedenle klinik entegrasyon, yalnızca bir yazılım kurulumu değil; veri sözlüğü, ölçüm standardı, kayıt disiplini ve performans izlemi içeren bir paket olarak ele alınmalıdır (Tedeschi vd., 2021; Gill vd., 2024).

Klinik iş akışına yerleşen YZ sistemleri, karar süreçlerinde "tek seferlik çıktı"dan çok, zaman içinde gelişen klinik tabloyu izleyen bir sinyal üretir. Bu sinyalin klinik değere dönüşmesi, model çıktısının hangi eylemi tetikleyeceğinin net tanımlanmasına ve yalancı pozitif/negatif dengesinin sahaya göre yönetilmesine bağlıdır; aksi hâlde alarm yorgunluğu ve gereksiz müdahale riski artar (Tian vd., 2024; Tedeschi vd., 2021). Bu noktada pratik hedef, klinisyenin karar sorumluluğunu devralmak değil; izlem–müdahale

döngüsünü kısaltan, önceliklendirmeyi rasyonelleştiren ve kararın gerekçesini daha izlenebilir kılan bir destek katmanı kurmaktır (Knudsen vd., 2024; Sankar vd., 2024).

Yorumlanabilirlik, klinikte güvenli yaygınlaşmanın merkezi bileşenidir; çünkü pek çok derin öğrenme modeli, kararın "nedenini" açıklamakta sınırlı kalır ve bu durum yüksek riskli klinik senaryolarda kabul edilebilirliği azaltır. Açıklanabilir YZ yaklaşımları, kararın hangi özelliklerle taşındığını görünür kılmayı hedefler; ancak klinik anlamlılık, açıklamanın yöntemsel doğruluğu kadar, hata analizi ve sürekli performans izlemiyle birlikte ele alınmasına bağlıdır (Hassija vd., 2024; Sankar vd., 2024). Bu yaklaşım, klinik risk yönetiminde "modelin nerede daha çok hata yaptığını" sistematik biçimde izlemeyi mümkün kılar (Hassija vd., 2024; Ferrara, 2024).

Etik boyut, veteriner sahada yalnızca mahremiyet ve veri güvenliği ile sınırlı değildir; aynı zamanda refahın "ölçülebilen parametreler"e indirgenmesi, bakım ilişkisinin aşırı otomasyonla zayıflaması ve algoritmik yanlılığın bazı tür/ırk alt gruplarında sistematik hataya dönüşmesi gibi başlıkları içerir. Yanlılık ve adalet literatürü, veri temsilindeki dengesizliklerin model çıktısında eşitsizlik üretebileceğini ve bunun klinik kaynakların dağıtımı ile müdahale yoğunluğunu etkileyebileceğini vurgular (Ferrara, 2024; Rosati, 2025). Bu nedenle klinik entegrasyon, alt grup performans analizi, yanlılık azaltma stratejileri ve şeffaf raporlama ilkeleriyle birlikte kurgulandığında daha sürdürülebilir bir güvenlik zemini oluşturur (Ferrara, 2024; Sankar vd., 2024).

Uç yapay zekâ (edge AI) yaklaşımı, veriyi buluta taşımadan yerel cihaz üzerinde işleyerek gecikmeyi düşürür ve veri gizliliğini güçlendirebilir; bu özellik, bakım noktasında hızlı karar gerektiren durumlarda klinik değeri artırır. Ancak düşük güç tüketimli cihazlarda işlem kapasitesi, enerji kısıtları ve siber güvenlik gereksinimleri, uç sistemlerin ölçeklenebilirliği açısından temel darboğazlardır (Gill vd., 2024; Pandey, 2024). Bu nedenle pratik uygulamalar, yerelde erken uyarı/ön işleme ve merkezi sistemde daha kapsamlı analiz mantığını birleştiren hibrit mimarilere yönelmekte; bulut–uç ayrımının klinik gereksinime göre tasarlanması öne çıkmaktadır (Prangon ve Wu, 2024; Gill vd., 2024).

Uç zekânın sahadaki tipik değer üretim hattı, sensör ağları ve akıllı izlem sistemleri üzerinden görülür. Ahır içi hava kalitesi ve havalandırmanın YZ ile optimize edilmesi, çevresel riskleri klinik olgu ortaya çıkmadan yönetmeye katkı sağlayabilir; benzer biçimde gerçek zamanlı izlem, mastitis gibi sorunlarda erken uyarı penceresini öne çekebilir (Cho vd., 2025; Tian vd., 2024). Bu tür sistemlerin klinik güvenilirliği, sensör kalibrasyonu, işletme koşullarında sağlamlık testleri ve etiketli klinik sonlanımlarla eşleştirilmiş izlem verisinin sürekliliği ile belirlenir (Jebari vd., 2023; Džermeikaitė vd., 2023).

Robotik ve otonom sistemler, veteriner ekosistemde iki ana hat üzerinden değer üretir: birincisi işletme düzeyinde standardizasyon ve gözetim (sağım, yemleme, çevresel izlem, biyogüvenlik), ikincisi klinik düzeyde hassasiyet ve ergonomi (özellikle cerrahi uygulamalar). Üretim sistemlerinde robotik otomasyon, gerçek zamanlı veri akışıyla erken uyarı ve süreç kontrolünü güçlendirirken; klinik tarafta robotik cerrahinin potansiyeli, stabil hareket kontrolü ve prosedürel hassasiyet üzerinden tartışılmaktadır (Bhoj vd., 2024; Buote, 2024). Ancak maliyet, bakım/kalibrasyon gereksinimleri ve teknik destek ihtiyacı, benimsemeyi özellikle kaynak kısıtlı birimler için sınırlayan faktörlerdir (Buote, 2024).

Robotik cerrahinin klinik entegrasyonunda, YZ'nin rolü çoğunlukla doğrudan "karar verme" değil; görüntüleme, navigasyon ve prosedür güvenliğini destekleyen yardımcı katmanlar biçimindedir. Klinik uygulamalara ilişkin güncel değerlendirmeler, robotik cerrahide YZ destekli bileşenlerin güvenilirliğinin doğrulama, kullanıcı eğitimi ve sorumluluk sınırlarının netliğiyle doğrudan ilişkili olduğunu vurgular (Knudsen vd., 2024; Sankar vd., 2024). Bu yaklaşım, sistemin klinik faydasını ölçülebilir hedeflere bağlayarak hem kalite yönetimini hem de hasta/refah güvenliğini daha yönetilebilir hâle getirir (Knudsen vd., 2024; Rosati, 2025).

SONUÇ

Yapay zekâ tabanlı yaklaşımlar, veteriner klinik hekimlikte tanısal karar destekten prognoz öngörüsüne ve tedavi planlamaya uzanan geniş bir hat üzerinde, klinisyenin klinik akıl yürütmesini güçlendiren "ikinci katman" çözümler olarak konumlanmaktadır. Bu sistemler; görüntüleme, laboratuvar, klinik kayıtlar ve sensör temelli ölçümler gibi farklı veri katmanlarını birlikte değerlendirerek erken uyarı, risk sınıflaması ve raporlama standardizasyonu sağlayabilir; ancak klinik değer, çoğu senaryoda "otomatik karar" üretmekten çok, karar sürecini daha tutarlı ve izlenebilir hâle getirmek üzerinden ortaya çıkar (LeCun vd., 2015; Hossein-Zadeh, 2025).

Tanısal karar destek alanında en olgun uygulama hattı, radyografi ve benzeri görüntüleme modalitelerinde "ön okuma–triyaj" benzeri iyi tanımlı görevlerde görülmektedir. Bu alanda mesleki pozisyon metinleri, YZ çıktılarını klinisyenin sorumluluğunu devralan bir otorite olarak değil; doğrulama, hata yönetimi ve şeffaf raporlama ilkeleriyle birlikte kullanılan yardımcı bir katman olarak tanımlamaktadır (Appleby vd., 2025; Cohen ve Gordon, 2022). Aynı mantık, serbest metin notların doğal dil işleme ile

yapılandırılmasında da geçerlidir; dokümantasyonun standardizasyonu ve veri akışının temizlenmesi, daha sonra geliştirilecek tanısal ve prognostik modellerin güvenilirliği için temel bir altyapı işlevi görür (Russell ve Norvig, 2020).

Prognoz ve erken uyarı sistemleri, klinik kararın eyleme dönük eşiklerle ilişkili olduğu senaryolarda belirgin değer üretir. At koliği gibi hızlı karar gerektiren olgularda cerrahi gereksinim ve sağkalım öngörüsü; küçük hayvanda kronik hastalık yönetiminde risk temelli izlem; sürü sağlığında ise sensör ve zaman serisi verisi üzerinden erken sapma yakalama, bu hattın klinik karşılığını temsil etmektedir (Cihan, 2024; Kim vd., 2023; Tian vd., 2024). Bu uygulamaların sahada güvenilir kalması, dış doğrulama, yerel kalibrasyon ve performansın zaman içinde izlenmesiyle mümkündür; aksi hâlde heterojen popülasyon ve ölçüm farkları, modelin "yüksek performans" iddiasını klinik ortamda zayıflatabilir (Hassija vd., 2024; Sankar vd., 2024).

Tedavi planlama düzeyindeki YZ uygulamalarında en güvenli yönelim, klinisyenin sorumluluğunu devralan otomasyon yerine; seçeneklerin karşılaştırılmasını kolaylaştıran ve karar gerekçesini daha görünür kılan bir destek katmanı üretmektir. Bu bağlamda açıklanabilirlik, hata analizi ve yanlılık değerlendirmesi; tedavi önerisi gibi doğrudan müdahaleyle ilişkili çıktılarda klinik güvenliğin teknik bileşenleri hâline gelmektedir (Hassija vd., 2024; Ferrara, 2024). Temel model ekosisteminin klinik entegrasyonuna ilişkin güncel yaklaşım da, güvenilirlik ve etik ilkelerin doğrulama süreçleriyle birlikte tasarlanmadığı durumda ölçeklenebilir klinik faydanın sürdürülebilir olmayacağını vurgulamaktadır (Sankar vd., 2024; Coghlan ve Parker, 2024).

Klinik entegrasyonun belirleyici unsuru, algoritmadan önce veri ekosistemidir. Standardize kayıt dili, veri sözlüğü, ölçüm protokollerinin uyumu, sensör kalibrasyonu ve kurumsal yönetişim; tür–ırk–çevre heterojenliği nedeniyle veteriner alanda daha da kritik hâle gelmektedir. Uç yapay zekâ, gecikmeyi azaltma ve gizliliği güçlendirme potansiyeliyle bakım noktasında değer üretirken; işlem kapasitesi ve siber güvenlik kısıtları nedeniyle çoğu sahada hibrit mimariler daha uygulanabilir görünmektedir (Gill vd., 2024; Pandey, 2024).

Sonuç olarak yapay zekâ, veteriner klinik hekimlikte hekimin yerini alan bir karar mercii değil; klinik muhakemeyi güçlendiren ve çok katmanlı veriyi daha izlenebilir hâle getirerek karar kalitesini destekleyen bir yardımcı katmandır (Akinsulie vd., 2024; Hossein-Zadeh, 2025; Rosati, 2025; van Hilten vd., 2025). Yakın gelecekte klinik değeri belirleyecek başlıklar; daha standart kayıt ve veri paylaşımı, farklı popülasyonlarda dış doğrulama ve yerel kalibrasyon, performansın zaman içinde izlenmesi ve şeffaf hata yönetimidir (Hossein-Zadeh, 2025). Bu koşullar sağlandığında YZ; erken uyarı, risk sınıflaması ve raporlama standardizasyonu gibi alanlarda daha güvenilir ve yaygın biçimde klinik pratiğe entegre edilebilecektir.

REFERANSLAR

Aggarwal, C. C. (2023). *Neural networks and deep learning: A textbook*. Springer Cham. doi:10.1007/978-3-031-29642-0

Akinsulie, O. C., Idris, I., Aliyu, V. A., Shahzad, S., Banwo, O. G., Ogunleye, S. C., Soetan, K. O. (2024). The potential application of artificial intelligence in veterinary clinical practice and biomedical research. *Frontiers in Veterinary Science, 11*, 1347550. doi:10.3389/fvets.2024.1347550.

Appleby, R. B., ve Basran, P. S. (2022). Artificial intelligence in veterinary medicine. *Journal of the American Veterinary Medical Association, 260*(8), 819–824.

Appleby, R. B., Difazio, M., Cassel, N., Hennessey, R., ve Basran, P. S. (2025). American College of Veterinary Radiology and European College of Veterinary Diagnostic Imaging position statement on artificial intelligence. *Journal of the American Veterinary Medical Association, 263*(6), 773–776.

Banzato, T., Bonsembiante, F., Aresu, L., Gelain, M. E., Burti, S., ve Zotti, A. (2018). Use of transfer learning to detect diffuse degenerative hepatic diseases from ultrasound images in dogs: A methodological study. *The Veterinary Journal, 233*, 35–40.

Bhoj, S., Dhattarwal, P., Harini, K. R., Thakur, R., Bhardwaj, S., Tarafdar, A., ... ve Singh, M. (2024). Mechanization of livestock farms. In *Engineering applications in livestock production* (pp. 207-242). Academic Press.

Bradley, R., Tagkopoulos, I., Kim, M., Kokkinos, Y., Panagiotakos, T., Kennedy, J., … Elliott, J. (2019). Predicting early risk of chronic kidney disease in cats using routine clinical laboratory tests and machine learning. *Journal of Veterinary Internal Medicine, 33*(6), 2644–2656.

Buote, N. J. (2024). Looking to the future; veterinary robotic surgery. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, 54*(4), 735–751.

Celniak, W., Wodziński, M., Jurgas, A., Burti, S., Zotti, A., Atzori, M., … Banzato, T. (2023). Improving the classification of veterinary thoracic radiographs through inter-species and inter-pathology self-supervised pre-training of deep learning models. *Scientific Reports, 13*(1), 19518.

Cetintav, B., ve Yalcin, A. (2025). From prediction to precision: Explainable AI-driven insights for targeted treatment in equine colic. *Animals, 15*(2), 126.

Cho, W. Y., Kim, S. H., Na, H. C., Lee, W., ve Kang, H. W. (2025). Optimal ventilation strategies by artificial intelligence for gaseous materials reduction in livestock building. *Computers and Electronics in Agriculture, 231*, 110035.

Cihan, P. (2024). Horse surgery and survival prediction with artificial intelligence models: Performance comparison of original, imputed, balanced, and feature-selected datasets. *Kafkas University Veterinary Faculty Journal, 30*, 233–241.

Cohen, E. B., ve Gordon, I. K. (2022). First, do no harm. Ethical and legal issues of artificial intelligence and machine learning in veterinary radiology and radiation oncology. *Veterinary Radiology ve Ultrasound, 63*, 840–850.

Coghlan, S., ve Parker, C. (2024). Helping and not harming animals with artificial intelligence. *Journal of Applied Animal Ethics Research, 6*(1), 35–60. doi:10.1163/25889567-06010002.

Dhaliwal, Y., Bi, H., ve Neethirajan, S. (2025). Bimodal data analysis for early detection of lameness in dairy cows using artificial intelligence. *Journal of Agriculture and Food Research, 21*, 101837.

Džermeikaitė, K., Bačeninaitė, D., ve Antanaitis, R. (2023). Innovations in cattle farming: Application of innovative technologies and sensors in the diagnosis of diseases. *Animals, 13*(5), 780. doi:10.3390/ani13050780

Ferrara, E. (2024). Fairness and bias in artificial intelligence: A brief survey of sources, impacts, and mitigation strategies. *Sci, 6*(1), 3.

Gill, S. S., Golec, M., Hu, J., Xu, M., Du, J., Wu, H., … Uhlig, S. (2024). Edge AI: A taxonomy, systematic review and future directions. *Cluster Computing, 28*, 18. doi:10.1007/s10586-024-04686-y

Hassija, V., Chamola, V., Mahapatra, A., Singal, A., Goel, D., Huang, K., … Hussain, A. (2024). Interpreting black-box models: A review on explainable artificial intelligence. *Cognitive Computation, 16*, 45–74.

Hossein-Zadeh, N. G. (2025). Artificial intelligence in veterinary and animal science: Applications, challenges, and future prospects. *Computers and Electronics in Agriculture, 235*, 110395. doi:10.1016/j.compag.2025.110395.

Jebari, H., Mechkouri, M. H., Rekiek, S., ve Reklaoui, K. (2023). Poultry-edge-AI-IoT system for real-time monitoring and predicting by using artificial intelligence. *International Journal of Interactive Mobile Technologies, 17*(12), 149–170.

Kim, Y., Kim, J., Kim, S., Youn, H., Choi, J., ve Seo, K. (2023). Machine learning-based risk prediction model for canine myxomatous mitral valve disease using electronic health record data. *Frontiers in Veterinary Science, 10*, 1189157.

Knudsen, J. E., Ghaffar, U., Ma, R., ve Hung, A. J. (2024). Clinical applications of artificial intelligence in robotic surgery. *Journal of Robotic Surgery, 18*(1), 102.

LeCun, Y., Bengio, Y., ve Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature, 521*(7553), 436–444.

Linardatos, S., Papastefanopoulos, V., ve Kotsiantis, S. (2021). Explainable AI: A review of machine learning interpretability methods. *Entropy, 23*(1), 18. doi:10.3390/e23010018

Pandey, D. (2024). Edge AI: Revolutionizing real-time intelligence at the network periphery. *International Journal for Science Technology and Engineering, 12*(8), 203–212. doi:10.22214/ijraset.2024.63875

Prangon, N. F., ve Wu, J. (2024). AI and computing horizons: Cloud and edge in the modern era. *Journal of Sensor and Actuator Networks, 13*(4), 44.

Rosati, A. (2025). Guiding principles of AI: Application in animal husbandry and other considerations. *Animal Frontiers, 14*(6), 3–10.

Russell, S. J., ve Norvig, P. (2021). *Artificial intelligence: A modern approach* (4th ed.). Pearson.

Sankar, B. S., Gilliland, D., Rincon, J., Hermjakob, H., Yan, Y., Adam, I., … Ping, P. (2024). Building an ethical and trustworthy biomedical AI ecosystem for the translational and clinical integration of foundation models. *Bioengineering, 11*(10), 984.

Schofield, I., Brodbelt, D. C., Kennedy, N., Niessen, S. J., Church, D. B., Geddes, R. F., ve O'Neill, D. G. (2021). Machine-learning based prediction of Cushing's

syndrome in dogs attending UK primary-care veterinary practice. *Scientific Reports, 11*(1), 9035.

Tedeschi, L. O., Greenwood, P. L., ve Halachmi, I. (2021). Advancements in sensor technology and decision support intelligent tools to assist smart livestock farming. *Journal of Animal Science, 99*(2), skab038. doi:10.1093/jas/skab038

Tian, H., Zhou, X., Wang, H., Xu, C., Zhao, Z., Xu, W., ve Deng, Z. (2024). The prediction of clinical mastitis in dairy cows based on milk yield, rumination time, and milk electrical conductivity using machine learning algorithms. *Animals, 14*(3), 427. doi:10.3390/ani14030427

Vlaicu, P. A., Gras, M. A., Untea, A. E., Lefter, N. A., ve Rotar, M. C. (2024). Advancing livestock technology: Intelligent systemization for enhanced productivity, welfare, and sustainability. *AgriEngineering, 6*(2), 1479–1496.

Evcil Memeli Hayvanlarda Meme ve Tırnağın Anatomisi

Meryem KARAN[1]

1- Prof. Dr; Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi A.D. mkaran@firat.edu.tr
ORCID No: 0000-0002-1857-2256

ÖZET

Evcil memeli hayvanlarda meme ve tırnak anatomisi, hayvanın yaşamını sürdürmesi ve verimliliği açısından büyük önem taşır. Meme (glandula mammaria), yavrunun beslenmesini sağlamak amacıyla gelişmiş özelleşmiş bir deri bezidir ve süt üreten alveoller, süt kanalları ve meme başından oluşur. Meme yapısı ve sayısı türlere göre farklılık göstermekte olup hormonal düzenleme altında işlev görmektedir. Tırnak yapıları ise memeli hayvanlarda hareket, destek ve korunma görevlerini üstlenen keratinize oluşumlardır. Toynaklı hayvanlarda bu yapı ungula olarak adlandırılırken, etçil evcil türlerde pençe ve tırnak şeklinde görülür. Tırnak kapsülü, canlı bağ dokusu (corium) ve keratinize tabakalardan oluşur. Meme ve tırnak dokularının anatomik özellikleri, hayvan sağlığı, refahı ve yetiştiricilik uygulamaları açısından temel öneme sahiptir.

Anahtar Kelimeler – Anatomi, Evcil Memeliler, Meme, Tırnak.

GİRİŞ

Meme, deri bezlerinin farklılaşması ile oluşan ve menşeini epidermis'ten alan bezsel bir organdır. Yerleşim yeri ve sayısı türler arasında farklılık gösterir. Kedilerde thoraco-abdominal, köpek ve domuzlarda thoraco-inguinal, equide ve ruminantlarda ise inguinal bölgede bulunur. Büyük ruminantlarda median düzlemin iki yanında ikişer adet olmak üzere toplam 4, küçük ruminant ve equidelerde median hattın her bir yanında birer adet olmak üzere toplam 2, köpeklerde her bir yarımda dört ya da beş olmak üzere toplam 8-10, domuzlarda ise her bir yarım için altı yada yedi olmak üzere toplam 12-14 meme kompleksi bulunur. Toplayıcı kanal sistemleri birbirinden bağımsız olup, her bir meme lobu ayrı bir kanalla dışarı açılmaktadır. Vaskülarizasyon ve süt verimi açısından meme lopları birbirinden bağımsızdır. Büyük ruminantlarda memenin büyük kısmını arka meme lopları oluşturur ve süt veriminin %60'ı arka meme lopları tarafından üretilir (Budras ve Habel, 2003; Dursun, 2000).

Büyük ruminantlarda bazen meme uçlarının caudalinde, bazen de meme başlarının arasında veya önünde rudimenter bir glandula accessoria görülebilir. Boğalarda ise scrotum'un hemen önünde rudimenter meme uçları bulunur (Baştan, 2009).

Tırnak, derinin epidermis tabakasının boynuzlaşması ile oluşan oldukça sert bir yapıdır. Phalanx distalis ve bunun üzerini örten deri örtüsünden oluşur. Hayvanların yaşadıkları değişik çevre şartları ve beslenme alışkanlıklarına adapte olabilmek için türe özgü farklılıklar gösterir. Carnivorlarda unguicula (pençe), primatlarda unguis (tırnak) ve

diğer büyük hayvanlarda ise (equide, ruminant ve sus) ungulae (toynak) ismini alır (König ve Liebich,2022).
Tırnağın temel görevi, tutundukları dokuyu korumaktır. Bunun yanında; Kaşıma tırmalama. kazma, tutma, Dokunma, Kendini koruma gibi fonksiyonları vardır. Tırnağın hareket halindeki işlevi de türler arasında farklılık gösterir. Örneğin kediler hareket esnasında tırnaklarını deri kıvrımı içine çekerek, pençelerini gereksiz yere kullanmazlar (König ve Liebich,2022).

1.Meme

Meme, sulcus intermammarius ile ayrılan meme kompleklerinden oluşmuştur. Meme sayısı ve yeri hayvan türlerine göre değişiklik gösterir. Meme bezi, gövdenin ventralinde orta çizginin her bir tarafında bilateral simetrik olarak sıralanmış türe özgü sayıda meme kompleksinden oluşmuştur. Carnivor ve domuzlarda thoracal bölgeden inguinal bölgeye kadar uzanır. Ruminant ve equidede ise inguinal bölgede bulunurken genellikle uber olarak tanımlanır (Baştan, 2009).

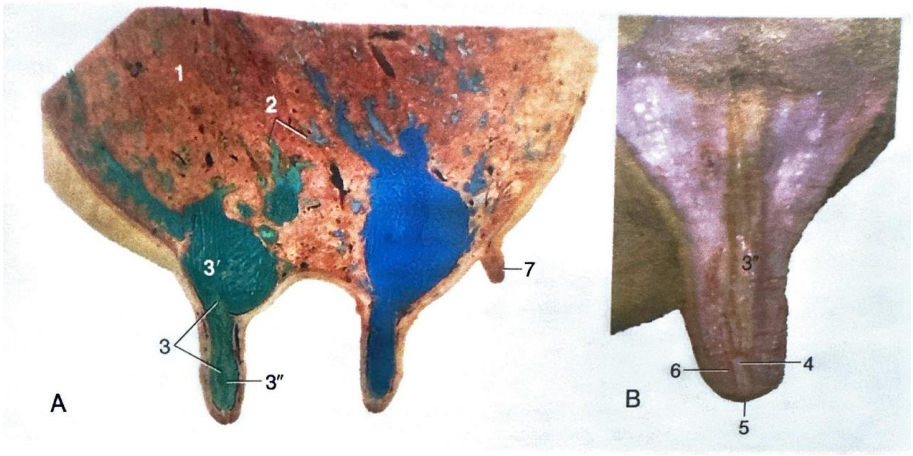
Doğumdan önce meme bölgesinin deri altında ilk olarak sert epidermal oluşumlar oluşur. Daha sonra, her bir papilla mamma'nın ucu belirginleşir. Erkeklerde bu dönemde belirgin bir farklılık şekillenmez. Cinsiyete özgü farklılıklar ilk östrus ve cinsel olgunluk döneminde belirgin hale gelir. Östrojen salgılanması ile birlikte epitel tomurcuklar bölünür, parçalı bir lumen gelişir ve meme dokusu içinde yağ birikir. Bu geçici bir durumdur. İlerleyen dönemlerde, iyi gelişmiş bezlerdeki yağ dokusu epitel tomurcukları ile yer değiştirir (Smith, 1959).

Ergenliğe girinceye kadar meme gelişimi çok yavaştır. Ovaryumlar tarafından östrojen salgılanmaya başladıktan sonra memelerdeki büyüme hızlanır. Gebelik oluşumu ile birlikte tomurcuklanma, dallanma ve lumen oluşumu artar. Bu durum, kanda yükselen östrojen seviyesi ile sağlanır. Gebeliğin ikinci yarısından itibaren progesteron düzeyi artar ve bunun etkisiyle meme bezi kanallarının sonlarında alveoller gelişir. Böylece; memedeki büyüme tamamlanır ve meme süt salgılayabilecek düzeye gelir König ve Liebich,2022).

Laktasyon sürecinde olan bir hayvanda süt sekresyonu, bez alveolleri tarafından yapılır. Laktasyon süreci bittikten sonra, süt salgılanması durur ve kanal sisteminin büyük bölümü ve alveoller gerileyerek küçülür. Örneğin; laktasyon döneminde olmayan bir dişi köpekte bez dokusu o kadar küçülmüştür ki gövde kısımları birbirinden çok zor ayırt edilebilir (Smith, 1959).

Bir meme kompleksi 3 kısımdan oluşur.

1. Corpus mammae
2. Papilla mammae
3. Boşluk sistemi (sinüs lactiferi) (Şekil 1).



Şekil 1: A, İnek meme bezinin sagittal kesiti (cranial meme bezi yeşil, caudal olan mavi). B, Papilla mamma'nın kesiti. 7, Bez parankiması; 2, tarklı genişliklerdeki ductus lactiferi'ler; 3, sinus lactifer, 3", pars glandularis, 3", pars papillaris, 4, ductus papillaris, 5, ostium papillare, 6, meme başı sfinkteri; 7, aksesuar meme başı (Dyce ve ark. 2009).

1.1.Corpus Mammae

Memenin esasını oluşturan kısımdır. Bez doku, yağ doku ve bağdokudan oluşur.

Meme kitlesinin büyüklük ve uzunluğu; hayvan türleri (hatta aynı tür içindeki bireyler arasında) ve meme içerisindeki bezin hangi işlevsel düzeyde (genç, süt verimi esnasında veya süt veriminden sonra) olduğuna göre farklılık gösterir. Normal bir süt ırkı inekte boş meme ağırlığı 12-30kg kadardır. Arka meme lopları (%60), ön meme loplarından (%40) daha ağırdır. Meme üzerinde türe bağlı olarak az miktarda kıl olduğu halde meme başı üzerini örten deri tamamen kılsızdır. Genellikle meme derisi, altında bulunan bez dokusu üzerinde kolayca hareket ettirilirken, meme hastalıkları sürecinde deri, altında bulunan bez dokuya sıkıca tutunur ve hareket ettirilemez. Mastitis'in başka bir tanı işareti de ağrı, yükselen sıcaklık ve etkilenen bezin şişmesidir (Kul ve ark.).

1.1.1. Bez dokusu (Gl. mammaria): Meme bezleri, farklılaşmış tubuloalveoler tip ekzokrin bezler olup, meme parenkimini oluştururlar. Meme bezlerinin varlığı ve süt verme (laktasyon) süreci memeli türüne özgü farklılıklar gösterir.

Bez dokusu, lobuli glandulae mammariae adı verilen süt üretimi ve salgılamasını yapan çok sayıda alveollerden oluşmuş lopçuklar içerir. Üzüm salkımına benzeyen lobuli glandulae mammariae 1.5X1.0X0.5mm ölçülerdedir. Alveoller tek sıralı kübik epitel hücreleri ile döşenmiştir. Bu lopçuklar, daha kalın bir ara bölmeyle kuşatılarak lobi glandula mammariae

adı verilen meme loplarını oluştururlar. Loplar, özellikle laktasyon döneminde oldukça büyürler. Süt, lobul içinde bulunan ductus intralobularis adı verilen bir kanala akıtılır. Bu kanal aynı isimli diğer kanallarla birleşerek ductus interlobaris'i oluşturur. Burdan geçen süt ductus lactiferi'ye iletilir. Her bir ductus intralobularis tek bir lopçuğun, her bir ductus lactiferus ise bir meme lobunun sütünü toplar (Budras ve Habel, 2003).

Süt, meme bezlerinin kendine özgü salgısıdır. Yavrunun beslenmesine hizmet eder. Doğum sonrası ilk süt salgısı (colostrum), yeni doğan yavruya pasif bağışıklık sağlayan yüksek antikor içerir. Ruminantların özellikle de ineklerin sütleri içerikleri nedeniyle insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir (Budras ve Habel, 2003).

Meme bezlerini etkileyen hastalıklar klinik öneme sahiptir. Meme bezlerinin yangısı (mastitis) süt ineklerinde yaygın bir durum olup, önemli ekonomik kayıplara neden olur. Yaşlı dişi köpeklerde meme bezi tümörlerine sıklıkla rastlanılır. Bunların genellikle cerrahi olarak uzaklaştırılması gerekir. Büyük ruminantlarda da dört meme bezi'nin ayrı birimler halinde olması klinik olarak önemlidir. Böylece yangı süreci tek çeyrek ile sınırlandırılabilir. Bu yüzden her bir meme başına lokal antibiyotikler ayrı uygulanmalıdır (Kul ve ark., 2006).

Bu durum meme bezlerinin anatomisinin özellikle asıcı bağları, kan ve lenf dolaşımı ve sinirsel uyarımı yönlerinden ayrıntılı bilinmesini gerektirir.

1.1.2.Yağ dokusu: Memenin en büyük bölümünü yağlar oluşturur. Hem bez dokusunu oluşturan loplar arasında hem de memenin çevresinde bol miktarda yer alırlar. Görevleri memeyi korumaktır (Dursun, 2001).

***1.1.3.Bağ dokusu*:** Corpus mammae'nın hem yağ hem de bez dokusunu dıştan bir kapsül gibi sarar. Aynı zamanda bez dokusunu oluşturan lopçuklar arasına bölmeler gönderir. Böylece meme dokusunun interstitium'unu, aynı zamanda da memeyi asan asıcı bağları oluşturur (Dursun, 2001).

1.1.4. Memenin asıcı yapıları*:* Meme bezleri, fascia trunci superficialis ve fascia trunci profunda aracılığı ile gövdenin ventral duvarına asılmıştır. Bu yapıya apparatus suspensorius mammarius adı verilir. Bu asıcı bağ laminae laterales ve laminae mediales adı verilen yapraklardan oluşur. Lamellae mediales, iki memenin birbirine bakan iç yüzlerini, lamellae laterales ise memenin dış yüzünü örter. İç yaprak büyük oranda elastik dokudan, dış yaprak ise sıkı bağ dokudan oluşmuştur. Bu yapraklar symphisis pelvina'ya bağlanmış kuvvetli bir ligamentten köken alır. Yüzeysel bağ, memenin caudal kısmından orta çizgi boyunca öne ve aşağıya doğru memeyi çaprazlayarak ilerler. Daha kuvvetli olan derin olan ise memeyi çevreleyerek kenarlara doğru seyreder. Bu ligamentler dışında karın duvarı ile memenin dorsal ön tarafı arasında bağ doku lifleri bulunmaktadır. Deri altı bağ dokusu

çok sağlam olmamasına rağmen, asıcı yapının bir bölümü olarak düşünülebilir. Sağ ve sol meme kompleksleri sulcus intermammarius adı verilen bir oluk tarafından ayrılmıştır.

Bağ dokunun lamel, ligament ve liflerinin zayıflaması veya kopması durumunda meme aşağı doğru sarkar (Dursun, 2001; König ve Liebich, 2022).

1.2. Papillae Mammae

Meme kitlesinden belirgin biçimde ayrılmış ve ventrale doğru uzamış silindir biçiminde bir oluşumdur. Şekli (kısa ya da sivri) ve sayısı hayvan türüne göre değişir. Hayvanın sahip olduğu corpus mammae sayısı kadar papillae mammae bulunur. Yani her bir corpus mammae için bir papille mammae vardır. Papillae mammae içinde ductus papillaris adı verilen bir kanal bulunur. Bu kanalın ucundaki deliğe ostium papillare denir (Dursun, 2001).

Ductus papillaris ve ostium papillare sayısı türler arasında farklılık gösterir. Büyük ruminantlarda bir papillae mammae içinde 1 ductus papillaris ve 1 ostium papillare, equidede 2, domuzda üç, köpekte ise 8-18 arasında ductus papillaris ve ostium papillare bulunur. Ductus papillaris, düz kaslardan oluşmuş bir sfinkter tarafından kuşatılmıştır ve meme başının ucunda bulunan açıklığa ulaşarak sonlanır. Papilla mammae, bunun dışında sirkuler seyirli kıvrımlara da sahiptir. Bunlar gerçek bir sphincter değildir, fakat sütün dışarı çıkmasını önleyen bölmeler oluştururlar. Furstenberg rozeti, ductus papillaris'in üstünde bulunur ve sphincterin daimi gerginliğinden doğacak zor süt vermenin önüne geçer. Meme başı kanalının bu özel yapısı, sphincter ve Furstenberg rozeti bakterilerin ve yabancı maddelerin beze girmesini önler (Aştı ve ark., 2011; Smith, 1959).

1.3.Boşluk Sistemi-Sinus Lactiferi

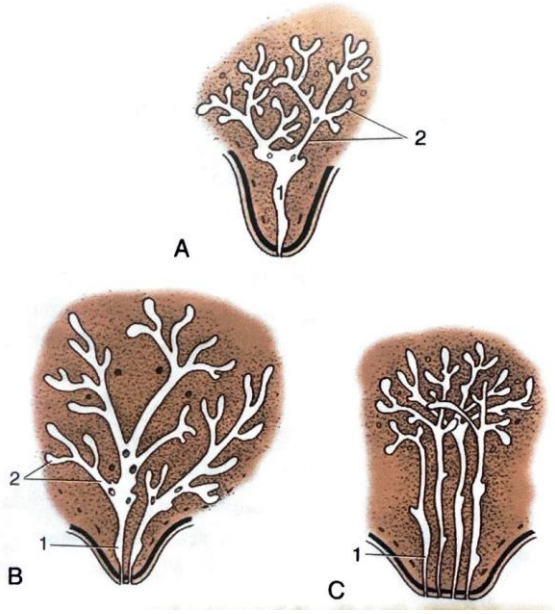
Sinus lactiferi, corpus mammae içinde bulunan ve sütün depo edildiği boşluktur. Bez içinde bulunan pars glandularis sinus lactiferi ve meme başında bulunan pars papillaris sinus lactiferi diye iki bölümden oluşmuştur. Bez içinde bulunan sinüs lactiferi daha geniş çapta çok sayıda bölme şeklindedir (Şekil 2). En büyük olarak sırasıyla keçi, büyük ruminant ve koyunda bulunur. Meme bezleri tarafından üretilen süt, ductus lactiferi adı verilen kanallarla bu boşluğa getirilerek burada depo edilir. Pars glandularis ve pars papillaris arasındaki geçiş bölgesi venöz pleksus içeren bir mucosa kıvrımı ile ayrılmıştır. Meme başı amputasyonunda şiddetli kan kaybına neden olabilmesi açısından bu bölgeye dikkat edilmelidir. Sinus lactiferi, ductus papillaris ya da meme başı kanalı ile devam eder (Kul ve ark. 2006).

Özet olarak meme;

Bez alveolleri; sütün üretildiği yer

Ductus lactiferi: sütün taşıyan kanallar ve

Sinus lactiferi: sütün depo edildiği yerden oluşur.



Şekil 2: Fötal meme ucundan proksimal yönde gelişen kanal sistemleri. A, İnek, koyun ve keçi. B, Kısrak ve dişi domuz. C, Dişi köpek ve kedi (yalnızca dört pri- mer filiz görülmekte). 1, Sinus lactifer'i meydana getiren primer filiz (processus primarius); 2, ductus lactiferi'yi meydana getiren sekonder ve tersiyer filizler (processus secundarius) (Dyce ve ark. 2009).

1.4.Memenin Kan Dolaşımı

1.4.1.Arterler

Meme bezleri gövdenin ventral duvarında bulunan yüzeysel kan damarları aracılığıyla beslenir.

Süt ineklerinin yüksek verimliliği memenin çok yoğun bir kan akımına sahip olmasına bağlıdır. Salgılanan her bir litre süt için memeden 600 litre kadar kan akımı olması gerektiği tahmin edilmektedir. Ana kan damarları çapça çok geniştir.

Göğüs ve karnın ön bölümündeki meme kompleksleri arteriel kanı a. thoracica interna'nın bir dalı olan a. epigastrica superficialis cranialis'in meme için verdiği dallardan (rami mammarii) alır. A. thoracica interna'nın segmental olarak verdiği a. intercostalis ventralis'ler göğüs bölgesindeki bezlerin vaskülarizasyonuna katkıda bulunabilir (Şekil 3).

Karın boşluğunun arka bölümündeki ve inguinal bölgedeki meme komplekslerine, a. pudenda externa'dan çıkan a. epigastrica superficialis caudalis'in meme için verdiği dallar (rami mammarii) tarafından arteriel kan getirilir (Budras ve Habel, 2003; Dursun, 2001; König ve Liebich, 2022).

1.4.2. Venalar

Göğüs bölgesi meme komplekslerinin venöz kanı, v. epigastrica cranialis'e açılan v. epigastrica superficialis cranialis'e buradan da v. thoracica interna'ya gider. Karın ve kasıktaki meme kompleksleri v. pudenda externa'ya açılan v. epigastrica superficialis caudalis'e gider. Ven'alar arasında da arterler arasındaki işlevsel anastomozların benzeri anastomozlar vardır (Budras ve Habel, 2003; Dursun, 2001; König ve Liebich, 2022).

1.4.3. Lenf Sistemi

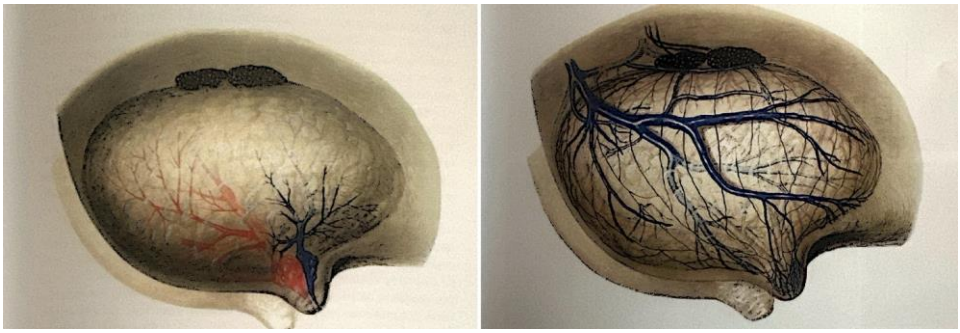
Göğüs ve karnın ön bölümündeki meme komplekslerinin lenfi, lymphonodus axillaris'e gider. Karnın arka bölümü ve kasıktaki meme komplekslerinin lenfi lymphonodus mammarius da denilen lymphonodus inguinalis superficialis'e gider. Bu lenf nodu kasık bölgesindeki meme bezinin tabanında yerleşmiştir ve genellikle deri altında elle muayene edilebilir. Meme tümörleri, o meme lobunun lenfini toplayan lenf nodlarına metastaz yapabileceğinden, meme tümörlerinin uzaklaştırılması (mastektomi) esnasında ilgili lenf nodunun da uzaklaştırılması rutin olarak uygulanan bir işlemdir (Budras ve Habel, 2003; Dursun, 2001; König ve Liebich, 2022).

1.5. Memenin Sinirsel Uyarımı

Meme bezlerinde, duyusal, sempatik ve parasempatik uyarım bulunur. Göğüs bölgesi meme bezleri rami ventrales nervi thoracici de denilen n. intercostalis'lerin ramus cutaneus'unun rami mammarii laterales ve mediales'leri tarafından innerve edilir. Karın ve kasık bölgelerindeki memeler, n. iliohypogastricus, nervus ilioinguinalis ve n. genitofemoralis'in ramus cutaneus'ları tarafından innerve edilir. Kasık bölgesindeki meme kompleksleri, n. pudendalis ve n. genitofemoralis'in ramus cutaneus distalis'inin ramus mammarius'undan da ek dallar alır. Sinirsel kontrole ek olarak meme bezlerinin çalışması hipofiz ve başka iç salgı organları tarafından salgılanan hormonlar tarafından sağlanır (Budras ve Habel, 2003; Dursun, 2001; König ve Liebich, 2022).

1.5.1. Nöro-Hormonal Refleks Kemeri

Meme başlarının ve meme bezleri derisinin duyusal sinir uyarımı nörohormonal refleks kemerinin afferent bölümünü oluşturur. Bu sinirler, süt salgılanmasının başlatılması ve devam ettirilmesinden sorumludur. Meme bezlerinin duyusal sinir lifleri, meme başının sağımı ya da derisine masaj yapılarak uyarıldığında, uyarımlar merkezi sinir sistemine iletilir. Bu uyarımlar hipothalamus içindeki belli çekirdeklerde oksitosin üretimini ve nörohipofiz aracılığıyla kan dolaşımına salıverilmesini tetikler. Oksitosin, meme bezleri içindeki kanal sisteminin duvarlarındaki myoepitelyal hücrelerin kasılmasına neden olur. Böylece süt akıtılır. Oksitosin'in etkisi, stres altında salgılanan adrenalin tarafından zıt yönde değiştirilir.



Şekil 3: Memenin kan dolaşımı (Klaus, 2007).

2.Tırnak

Phalanx distalis'in farklılaşmış deri örtüsü ile kaplanmasıyla oluşur. Tırnakların birincil görevi, tutundukları dokuyu korumaktır. İkincil olarak da kaşıma, tırmalama, kazma ve tutma işlevlerini yerine getirirken gereç olarak; dokunma ve hissetmek için duyu organı ve kendini korumak için silah olarak fonksiyon gösterir.

Tırnağın hareket sırasındaki işlevi türler arasında farklılık gösterir. Kediler pençelerini hareket sırasında bir deri kıvrımı içerisine çekerek gereksiz olarak kullanmaktan kaçınma özelliğine sahiptirler (König ve Lİebich,2022).

2.1.Bölümlendirme

Tırnağın boynuzlaşmış dış kısmına capsula ungulae, bunun altında bulunan ve bu tabakaya uyan kısmına ise corium ungulae denir (Şekil 4).

Şekil 4: Atın tırnağının canlı ve cansız katmanları ve phalanks distalisin yapısı ((Klaus ve ark., 2007).

2.1.1. Capsula Ungulae (Phalanx Distalis'in Boynuzlaşmış Kılıfı)

Evcil memelilerin phalanx distalis'i; carnivorlarda pençeyi, toynaklılarda toynağı oluşturan boynuzsu bir kapsül tarafından kaplanmıştır. Carnivorlarda ayak yastıkları pençenin bir parçası değildir.

Tırnağın cansız kısmını oluşturan ve en dışta yer alan bu tabaka 3 kısımdan oluşur.

Paries ungulae
Solea ungulae
Pulvinus ungulae

2.1.1.1.Paries ungulae

Hayvan yere bastığında tırnağın görünen bölümüdür. İki kenarı bulunur. Margo coronalis adı verilen üst kenar, margo solearis ise alt kenarıdır. Margo coronalis'in iç yüzünde corium coronae'yı içine alan sulcus coronarius isimli bir oluk bulunur.

Paries ungulae'nın facies externa ve facies interna adında iki yüzü vardır. Facies externa dış yüz olup, düz ve pürüzsüzdür. Glasur adı verilen ince bir tabaka bu yüzü örter. Yetersiz beslenen hayvanlarda bu yüz üzerinde margo coronalis'e paralel oluklar oluşur. Facies interna ise iç yüz olup, içbükeydir. Bu yüz üzerinde lamella corneae adı verilen yapraklar bbbulunur. Bu yapraklar, corium parietale üzerindeki lamellae coriales ile kenetlenir (Dursun,2001).

2.1.1.2.Solea ungulae

Tırnağın yere basan kısmıdır. Ortada ve önde yer alan geniş bölüme corpus soleae, iki yanda bulunan ve arkaya doğru uzayan dar kısımlara crus soleae lateralis ve medialis adı verilir. Solea ungulae, margo parietalis denilen bir kenarla sınırlanır. Bu kenar ile paries ungulae'nın margo solearis'i arasında linea alba adı verilen yumuşak dokudan oluşmuş beyaz çizgi şeklinde bir bölge bulunur. Margo centralis ise üçgen şeklinde olup, solea ungulae'nın pulvinus ungulae'yı sınırlandıran kenarıdır. Üçgenin tepe açısına angulus soleae adı verilir.

Linea alba, tırnakta zayıf bir noktadır. Boynuzsu bileşenlerin bir örnek olmaması ve tubul medulla'sının genişliği linea alba'yı enfeksiyonların yayılmasına yatkın kılar (linea alba hastalıkları gibi) (Dursun, 2001; König ve Liebich, 2022).

***2.1.1.3.Pulvinus ungulae*:** Cuneus corneus (çatal) ve torus corneus (ökçe) olmak üzere 2 kısımdan oluşur.

***2.1.1.3.1.Cuneus corneus soleae*:** Soleae ungulae'nın arka ve orta kısmında yer alan üçgen şeklinde bir oluşumdur. Crus cunei lateralis ve crus cunei medialis adı verilen iki çıkıntıya sahiptir. Bu iki çıkıntı önde birleşerek apex cunei'yi, arkada ise basis cunei'yi oluşturur. Sulcus paracunealis lateralis ve

sulcus paracunealis lateralis adındaki oluklar crus cunei'leri dıştan sınırlandırır. Tam ortada ise sulcus cunealis centralis bulunur (Dursun, 2001).

2.1.1.3.2.Torus corneus: Cuneus corneus'un arkasında yer alan yumru şeklindeki iki oluşumdur.

2.1.2.Capsula ungulae'nın Fonksiyonları

Capsula ungulae, phalanx distalis'e tutunur ve çok sayıda işlevi vardır. Boynuzsu dokunun mekanik sağlamlığı hareket sırasında bacağın taşınabilmesine izin verir ve phalanx distalis'in incinmesini önler. Capsula ungulae, suyun kaybını ve emilimini de kontrol altında tutar. Boynuzsu dokunun kalitesi, büyük ölçüde su içeriği tarafından belirlenir. Çok fazla ya da çok az su kalitenin kötüleşmesine ve esnekliğin kaybolmasına neden olur. Nemli zeminde duran hayvanlarda, boynuzsu dokunun bütünlüğü bozulur ve mikroorganizmalar daha derin yapılara ulaşabilir. Boynuzsu dokunun kalitesi bireyler arasında önemli ölçüde farklıdır. Bu kalite genetik olarak belirlenmesine rağmen diyetin çinko ve biotin içeriği de önemli rol oynar. Çalışmayan ya da aşırı çalışan hayvanlarda olduğu gibi dermis'e gelen kan miktarının bozulması da boynuzsu dokunun düşük kalitede olmasına neden olabilir (König ve Liebich, 2022, Wensing D.S., 2010).

2.1.2.Corium Ungulae: Capsula ungulae'nın içinde bulunan tırnağın canlı kısmıdır. Şekil bakımından üstteki tabakayla aynıdır. Kan damarları ve sinir bakımından zengindir.5 bölümü vardır.

1. Corium limitans (limbi)
2. Corium coronarium (coronae)
3. Corium parietale (parietis)
4. Corium soleare (soleae)
5. Corim pulvinale (tori)

2.1.2.1.Corium limitans: Corium limbi, deri ile corium coronarium arasında bulunur. Palmar ve plantar'da genişleyen, dorsal'de yaklaşık 1 cm olan dar bir bant oluşturur. Corium limbi'nin dermis'i corona kısmından, abaxial'e doğru belirsizleşen bir crista ile ayrılırken, abaxial'de kıllı deriden sığ bir oluk ile ayrılır. Bu crista, sığır tırnağı için karakteristiktir. Limbi'nin yüzeyi, distal yönlü 1–2 mm uzunlukta dar papilla'lara sahiptir (König ve Liebich, 2022, Wensing D.S., 2010, Budras ve ark. 2009a, 2009b, 2009c).

2.1.2.2.Corium coronarium: Corium coronarium, corium limbi'den distal'e, tırnak duvarının yaklaşık ortasına kadar uzanır. Dorsal'de yaklaşık 2,5 cm genişliktedir. Axial'e doğru 1–1,5 cm, abaxial'e doğru ise 0,5 cm'ye kadar daralır. Bu tabakanın subcutis'i hafif çıkıntılı pulvinus coronae'yi şekillendirmek üzere farklılaşır. Korona'nın dermis'i (dermis coronae) koni

şeklinde sonlanan hassas papilla'lara sahiptir. Epidermis'i ise sığır tırnağının en sert boynuzsu tabakasını oluşturur. Bu tabaka at tırnağının koroner boynuzsu tabakasından iki kat daha serttir. Corium coronarium; ırka, yaşa ve beslenmeye bağlı olarak ayda 4–8 mm uzar (Wensing D.S., 2010, Budras ve ark. 2009a, 2009b, 2009c).

2.1.2.3.Corium parietale: Paries ungulae tabakası ile örtülüdür. Corium parietale, corium solea'nın solea'nın duvarı ile birleşir. Bu birleşme yeri solea'da beyaz çizgi (linea alba) olarak görülebilir. Corium parietale'de subcutis yoktur. Bu bölgede dermis doğrudan altında bulunan kemiğin periost'una yapışmıştır. Corium parietis, lamina coriales adı verilen damardan zengin yapraklar içerir. Atın tırnağından farklı olarak sığırlarda ikincil lamellalar bulunmaz. Bunun yerine distal 1/3'ünde bulunan crista üzerinde çok hassas, kısa, çengel şeklinde papillar vardır. Epidermal laminalar'ın yalnızca ortası boynuzlaşmıştır. Dermis ve epidermis'in birbirine geçmiş yapısı ve subcutis'in bulunmayışı phalanx distalis ile tırnağın kapsülü arasında çok dayanıklı bir birleşme olmasına neden olur. Sığır tırnağının maruz kaldığı kuvvetler, at tırnağının maruz kaldığı kuvvetlere oranla belirgin derecede az olduğundan ikincil lameller bulunmaz (König ve Liebich, 2022, Wensing D.S., 2010).

2.1.2.3.Corium soleare*:* Corium soleae, tırnağın tabanında linea alba içinde kalan kısım olarak tanımlanır. Bir gövde (corpus soleae) ve corpus'tan palmar/plantar'a uzanan iki dar ayak (crura soleae) kısımlarına ayrılır. Tırnağın ağırlık taşıyan yüzeyine katılır. Ortada corium solea, torus'un apex'i ile belli belirsiz birleşir. Göz ve el ile muayenede solea'nın boynuzlaşmış kısmı ile torus arasında fark olmadığı görülür. Mikroskobik olarak solea'da subcutis'in olmayışı ile kolayca ayırt edilebilir (Budras ve ark. 2009a, 2009b, 2009c).

2.1.2.4.Corium pulvinale (tori): Torus ayağın arka kısmını destekler. Corium soleae'nın crura'ları içerisine giren uç kısmı ile, tırnağın tabana bakan yüzünü şekillendirmek için solea'yı tamamlar. Torus asıl ağırlık taşıyıcı kısımdır. Palmar/plantar'da kıllı deri ile sınırlandırılır. İşlev ve yapı yönünden torus, üst (pars proximalis) ve alt (pars distalis) olarak ikiye ayrılır. Pars proximalis torus'un tabanı (basis tori), pars distalis ise torus'un ucu (apex tori) nu oluşturur (Dursun, 2001, König ve Liebich, 2022).

At tırnağı (ungula)

Atların parmak iskeleti tek bir kemikten (3) oluşur. Tüm tırnaklar aynı şekle sahip olup simetrik olarak bulunurlar. Bununla birlikte yaş ilerledikçe tırnağa uygulanan basıncın etkisiyle şekil bakımından farklılıklar olabilir (Budras ve ark. 2009b).

Köpek Tırnağı (unguicula)

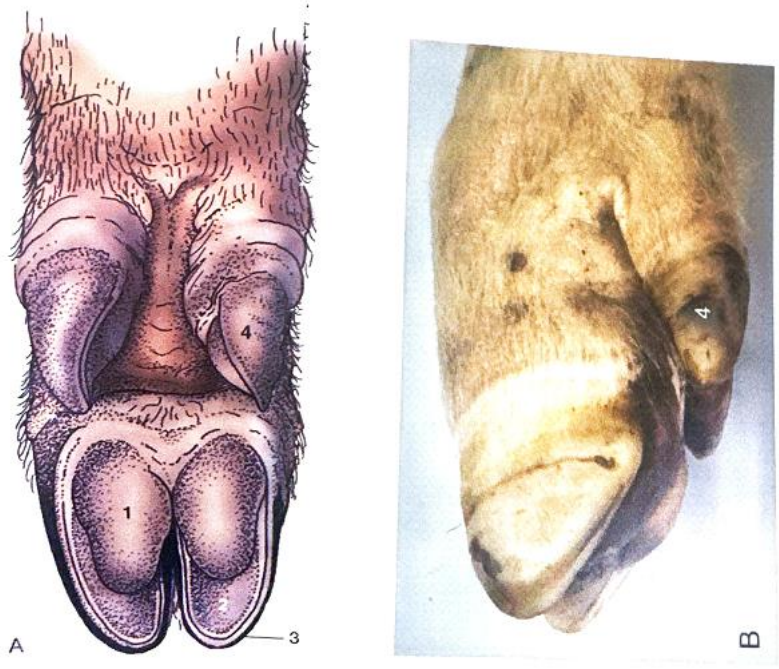
Köpekler ön bacakta 5, arka bacakta 4 tırnağa sahiptir. Ön bacakta ilk parmak tam gelişmemiştir, zemine temas etmez. Bu parmağın tırnağı kıvrımlı tarzda uzamaya devam ederek tırnağın ucu tırnak ile ayak yastığı arasındaki volar kıvrım arasına ya da ayak yastığının kendisine batabilir. Arka bacakta tam gelişmemiş birinci parmak ya da mahmuz iskelet bileşenleri olmaksızın tarsus bölgesinin altında patinin medial tarafında bulunabilir. Mahmuz genç köpeklerde genellikle rutin olarak uzaklaştırılır, ancak St. Bernard gibi belli ırkların yavrularında, eğer daha sonra şov için kullanılacaksa, alınmadan bırakılmalıdır (Budras ve ark. 2009a).

Ruminant ve Domuz Toynakları (Ungula)

Ruminant ve domuzlar her bir ayaklarında ağırlık taşıyan iki parmağa sahip oluşları nedeni ile çift tırnaklılar olarak sınıflandırılırlar (Şekil 5). Carnivorların tırnaklarına ve atların toynaklarına benzer şekilde phalanx distalis, derinin boynuzlaşmış bir farklılaşması olan toynak ile kuşatılmıştır.

Laminitis gibi toynak hastalıkları sığırlarda yaygındır ve sürü sağlığı açısından önemlidir.

Sığırda her bacak iki asıl tırnağa (3. ve 4.) ve iki mahmuza sahiptir. Asıl parmaklar birbirinden spatium interdigitale ile ayrılır. Mahmuzlar tam gelişmemiş ikinci ve beşinci (tali) parmakların ucunda bulunur. Tali parmaklar asıl parmaklardan belirgin derecede küçüktürler ve çoğunlukla sadece phalanx media ve phalanx distalis'leri bulunur. Mahmuzlar komşu asıl parmağın phalanx proximalis'ine yumuşak doku aracılığıyla tutunurlar. Zemine temas etmedikleri için kullanılmazlar ve düzenli olarak tırnak kesimi gerekmez (Budras ve ark. 2009c).



Şekil 5: A, Domuz ayağının palmar yüzeyi. 1, Torus ungulae 4, aksesuar parmakların toynağı. B, Bir domuz ayağının lateral yüzeyi (Dyce ve ark. 2009).

2.2.Kan Dolaşımı

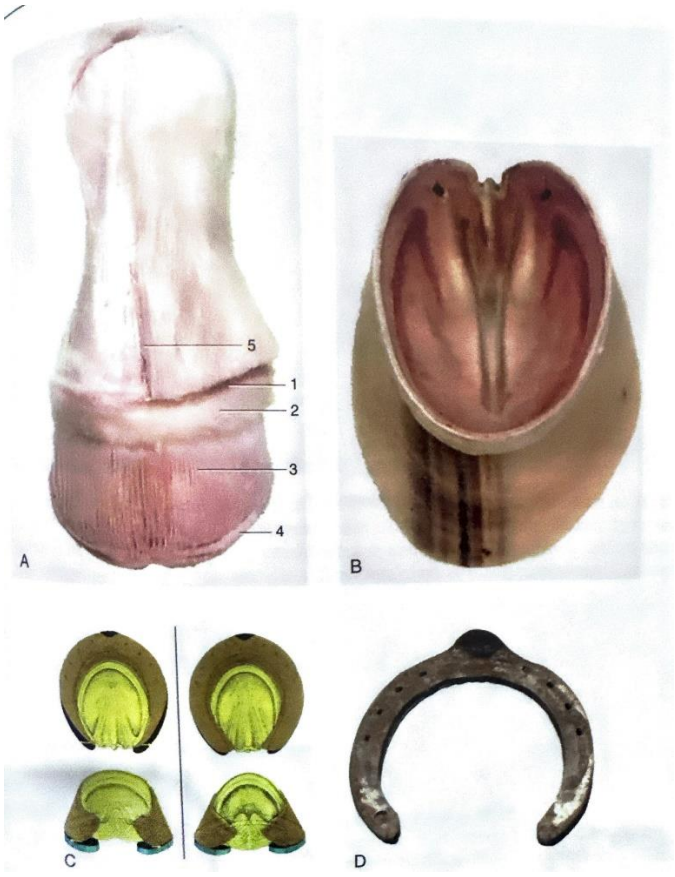
2.2.1.Arterler

Tırnağa iki asıl parmağın palmar/plantar atardamarları tarafından kan getirilir, (aa. digitales palmares/plantarres propriae axiales et abaxiales III et IV). Dorsal parmak arterleri (aa. digitales dorsales propriae axiales et abaxiales III ve IV), arteriel kan dolaşımını tamamlar. Ön bacağın a. digitalis palmaris'leri, a. mediana'nın devamı olan a. digitalis palmaris communis III'ten çıkarlar. Arka bacakta a. metatarsea dorsalis III'ün ramus perforans distalis III isimli dalından çıkana a. plantaris digitales communis III'ten çıkan aa. digitales plantares'ler tırnağa arteriyel kan getirir (Dursun N, 2001; König ve Liebich,2022).

2.2.2.Venalar

Kan, kılcal yataklardan paries ve solea'nın dermis'inin venöz ağına ya da ayrı bir yüzeysel damar ağına gider. Bu damar ağlarına, vena digitalis dorsalis propria axialis'e ya da vena digitalis palmaris/plantaris propria III et IV axiales et abaxiales'e açılan çok sayıda küçük ven'den kan gelir. Paries ve solea dermis içindeki venöz damar ağları, v. axialis ve v. abaxialis'e dökülür.

Tırnağın karmaşık toplardamar sistemi tüm tırnağa iyi dengelenmiş bir kan akımının devamlı sağlanması için işlevsel bir öneme sahiptir. Venöz kapaklar ve basıncın değişimi kanın geri akımını destekler. Başka bir önemli etken kan akımının arteriyel ve venöz taraflarından çok sayıda anastomozların olmasıdır (Dursun N, 2001; König ve Liebich,2022).



.

Şekil 6: A, Capsula ungulae'nın kaldırılmasıyla görülen tırnağın dermis'i. B, A.'daki tırnaktan çıkartılmış capsula ungulae. C, Hareket sırasında tırnakta ortaya çıkan şekil değişiklikleri D, Nal. 1, Dermis limbi; 2, dermis coronae; 3, lamellae dermales, 4, lamellae dermales in distal uçlanında bulunan papillae dermales (coriales); 5, deri (Dyce ve ark. 2009).

SONUÇ

Evcil memeli hayvanlarda meme ve tırnak anatomisinin yapısal ve işlevsel özelliklerinin anlaşılması, hayvan sağlığının korunması ve verimliliğin artırılması açısından büyük önem taşımaktadır. Meme dokusunun anatomik bütünlüğü süt üretimi ve yavru beslenmesi için temel bir rol oynarken, tırnak yapılarının sağlıklı olması hareket kabiliyeti ve hayvan refahı üzerinde doğrudan etkilidir. Bu yapıların türlere özgü anatomik farklılıklarının bilinmesi, klinik uygulamalar, hastalıkların önlenmesi ve yetiştiricilikte doğru bakım yöntemlerinin uygulanmasına katkı sağlamaktadır.

REFERANSLAR

Aştı R.N. Kurtdede N., Altunay H., Alabay B., Özen A., Bayraktaroğlu A.G. (2011). Histological and immunohistochemical studies on the Furstenberg's Rossette in cows. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 17(2): 223-228.

Baştan A. (2009). İneklerde Meme Hastalıkları. 3. Baskı. Hatipoğlu Basım ve Yayınevi, ANKARA.

Budras K.D., Fricke W., Richter R. (2009a). Kürtül İ. Çeviri Editörü. Veteriner Anatomi Atlası. Köpek. Medipres, MALATYA.

Budras K.D., Fricke W., Richter R. (2009b). Kürtül İ. Çeviri Editörü. Veteriner Anatomi Atlası. At. Medipres, MALATYA.

Budras K.D., Fricke W., Richter R. (2009c). Kürtül İ. Çeviri Editörü. Veteriner Anatomi Atlası. Sığır. Medipres, MALATYA.

Budras K.D., Habel R.E. (2003). Bovine Anatomy and Illustrated Text. First Ed. Schlütersche. Hannover, Germany.

Cunningham J.G. (1992). Textbook of Veterinary Physiology. W:B. Saunders Company, Philadelphia.

Dursun N. (2001). Veteriner Anatomi III. 2. Baskı. Medisan Yayınevi, ANKARA.

Dyce, K. M., Sack, W. O., & Wensing, C. J. G. (2009). *Textbook of veterinary anatomy-E-Book*. Elsevier Health Sciences.

König H.E., Liebich H.G. Türkmenoğlu İ. (Çeviri Editörü) Evcil Hayvanlar Veteriner Anatomi, Konu Anlatım ve Renkli Atlas. 3. Baskı. Medipres Yayınevi, MALATYA.

Klaus-Dieter Budras · W.O. Sack · Sabine Röck. (2007). V. Anatomy of the Horse

Kul E., Erdem H., Atasever S. (2006). Süt sığırlarında farklı meme özelliklerinin mastitis ve süt somatik hücre sayısı üzerine etkileri. OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 21(3):350-356.

Smith V.R. (1959). Physiology of Lactation. Iowa State University Press, Ames, IOWA.
Wensing D.S. Hazıroğlu, M., Çakır, A. Çeviri Editörü. (2010). Veteriner Anatomi Konu Anlatımı ve Atlas. Güneş Tıp Kitabevleri 1. Baskı ANKARA:

Sağlık Hizmetlerinin Dijital Dönüşümünde Hemşire Refahı ve Yapay Zekâ

Nihal TAŞKIRAN[1]

1- Doç. Dr.: Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi, Hemşirelik Esasları ABD, Türkiye. nihaltaskiran@adu.edu.tr, ORCID No: 0000-0003-4342-3321

ÖZET

Sağlık hizmetlerinin dijital dönüşümü, hemşirelik pratiğini yalnızca teknik ve operasyonel düzeyde değil, aynı zamanda mesleki refah, otonomi ve bakımın insani boyutları açısından da köklü biçimde dönüştürmektedir. Hemşireler; artan kronik hastalık yükü, hasta profillerinin giderek daha karmaşık hale gelmesi ve sağlık insan gücündeki yapısal yetersizlikler gibi çok katmanlı zorlukların etkisi altında şekillenmektedir. Bu yapısal baskılar, hemşirelerin yalnızca artan iş yüküyle sınırlı kalmayıp, aynı zamanda fiziksel, duygusal ve psikososyal refahlarını da derinlemesine etkilemektedir. Hemşire refahı; fiziksel, bilişsel ve psikososyal boyutları içeren, insan–teknoloji etkileşimi içinde şekillenen dinamik bir süreç olarak kavramsallaştırılmıştır. Yapay zekâ destekli uygulamalar; dokümantasyon, dinamik iş yükü dengeleme, vardiya optimizasyonu, klinik karar destek sistemleri ve psikososyal destek uygulamalarının, hemşirelerin iş taleplerini azaltma ve temel iş kaynaklarını güçlendirme potansiyeli taşımaktadır. Bununla birlikte, algoritmik gözetim, veri gizliliği, açıklanabilirlik eksikliği ve önyargı üretimi gibi etik risklerin, hemşire refahını tehdit edebilecek yeni baskı biçimleri yaratabileceği vurgulanmaktadır. Bu bağlamda, yapay zekâ hemşire refahı krizine yönelik tek başına bir çözüm değil; uygun sosyoteknik ve etik çerçeveler içinde ele alındığında, insan merkezli bakımın ve mesleki sürdürülebilirliğin güçlendirilmesine katkı sunabilecek stratejik bir araç olarak konumlandırılmaktadır.

Bu derlemenin amacı, sağlık hizmetlerinin dijital dönüşümü bağlamında yapay zekâ temelli teknolojilerin hemşirelik pratiğine entegrasyonunu; hemşire refahı, mesleki otonomi ve bakım kalitesi eksenlerinde çok boyutlu ve eleştirel bir perspektifle inceleyerek, verimlilik odaklı teknolojik kazanımlar ile insan merkezli bakım ve mesleki refah arasındaki yapısal gerilimleri ortaya koymaktır.

Anahtar Kelimeler: Yapay Zekâ, Hemşire Refahı, Etik Yönetişim.

GİRİŞ

Hemşirelik, sağlık ekosisteminin işleyişinde yapısal ve işlevsel açıdan merkezi bir konuma sahip olup, hemşireler hasta güvenliğinin sağlanması, bakımın sürekliliğinin korunması ve klinik sonuçların şekillenmesinde temel belirleyiciler arasında yer almaktadır. Hemşireliğin sağlık ekosistemindeki bu merkezi ve belirleyici konumuna karşın, son yıllarda hemşirelik pratiği; küresel ölçekte artan kronik hastalık yükü, hasta profillerinin giderek daha karmaşık hale gelmesi ve sağlık insan gücündeki yapısal yetersizlikler gibi çok katmanlı zorlukların etkisi altında şekillenmektedir (Aiken vd., 2014; Squires vd., 2017). Bu yapısal baskılar, hemşirelerin yalnızca artan iş yüküyle sınırlı kalmayıp, aynı zamanda fiziksel, duygusal ve psikososyal refahlarını da

derinlemesine etkilemektedir. Bu çok katmanlı yapısal baskıların bir sonucu olarak, artan talepler ve sınırlı kaynaklar çerçevesinde biçimlenen çalışma koşulları, hemşireler arasında tükenmişlik sendromu, ikincil travmatik stres ve mesleki yabancılaşma gibi olguların giderek yaygınlaşmasına yol açmakta; söz konusu durum literatürde artan bir biçimde "hemşire refahı krizi" kavramı ile ifade edilmektedir (Kimball ve O'Neil, 2001). Hemşire refahında gözlenen bu bozulma, yalnızca bireysel düzeyde sağlık ve yaşam kalitesinde azalma ile sınırlı kalmamakta; artan personel devir hızı, bakım süreçlerinde sürekliliğin zayıflaması ve bakım kalitesindeki düşüş aracılığıyla sağlık sistemlerinin kurumsal sürdürülebilirliğini tehdit eden yapısal bir sorun alanına dönüşmektedir.

Dördüncü Sanayi Devrimi'nin sağlık alanındaki yapısal dönüşümlerinden biri olarak öne çıkan yapay zekâ temelli teknolojiler, hemşirelik alanında derinleşen bu çok boyutlu krizin yönetiminde potansiyel bir dönüştürücü unsur olarak değerlendirilmektedir. Derin öğrenme algoritmaları, doğal dil işleme uygulamaları ve robotik süreç otomasyonu gibi yapay zekâ bileşenleri, hemşirelik uygulamalarının örgütlenme biçimini yeniden yapılandırma ve mesleki rollerin kapsamını yeniden tanımlama kapasitesine sahiptir. Mevcut literatürde yapay zekâ, klinik karar destek sistemlerini güçlendiren, hasta güvenliğini destekleyen ve özellikle dokümantasyon gibi zaman alıcı idari yükleri azaltarak hemşirelerin doğrudan hasta bakımına odaklanmasını kolaylaştıran bir araç olarak konumlandırılmaktadır (Yadav ve Taneja., 2024). Bununla birlikte, yapay zekâ uygulamalarının hemşirelik pratiğine entegrasyonu, yalnızca iş süreçlerinin rasyonelleştirilmesi ve verimliliğin artırılması ekseninde değerlendirilemeyecek ölçüde karmaşık bir etkileşim alanı yaratmaktadır. Yapay zekâ temelli sistemlerin bakım süreçlerini standartlaştırma ve performansı ölçülebilir kılma potansiyeli, bir yandan iş yükünün azaltılması ve klinik hataların önlenmesi yoluyla hemşire refahını destekleyici bir araç olarak görülürken; diğer yandan mesleki otonominin daralması, duygusal emeğin görünmezleşmesi ve algoritmik denetimin artması gibi riskler üzerinden yeni psikososyal baskı biçimlerini de beraberinde getirebilmektedir (Handayani ve Choo, 2024). Bu durum, yapay zekânın hemşirelikte verimlilik artışı ile insan merkezli bakım ve mesleki refah arasındaki yapısal gerilimi yeniden üreten bir paradigma olarak ele alınmasını gerekli kılmaktadır.

Bu derlemenin amacı, sağlık hizmetlerinin dijital dönüşümü bağlamında yapay zekâ temelli teknolojilerin hemşirelik pratiğine entegrasyonunu; hemşire refahı, mesleki otonomi ve bakım kalitesi eksenlerinde çok boyutlu ve eleştirel bir perspektifle inceleyerek, verimlilik odaklı teknolojik kazanımlar ile insan merkezli bakım ve mesleki refah arasındaki yapısal gerilimleri ortaya koymaktır.

YAPAY ZEKÂ VE HEMŞİRE REFAHI İLİŞKİSİNİN KAVRAMSAL TEMELLERİ

Geleneksel hemşirelik yönetimi literatüründe iş yükü ile refah arasındaki ilişki, ağırlıklı olarak personel–hasta oranları, çalışma saatleri ve fiziksel çalışma koşulları gibi görece statik ve reaktif göstergeler üzerinden ele alınmıştır (Aiken vd., 2014). Ancak yapay zekâ temelli teknolojilerin sağlık ekosistemine entegrasyonu, bu ilişkinin yalnızca doğrusal ve sonuç odaklı bir çerçevede değerlendirilmesinin yetersiz olduğunu, iş yükü–refah dinamiğinin daha bütüncül, öngörüye dayalı ve proaktif bir boyutta ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, hemşire refahı yalnızca bireysel bir sağlık durumu ya da öznel iyi oluş göstergesi olarak değil, insan–teknoloji etkileşimi içinde şekillenen ve sistem düzeyinde yönetilebilen dinamik bir optimizasyon süreci olarak ele alınmalıdır. Bu yaklaşımın temelinde, yapay zekânın yüksek hacimli ve yüksek çözünürlüklü verileri sürekli olarak işleyebilme kapasitesine dayanan döngüsel bir müdahale mantığı yer almaktadır. Yapay zekâ bu çerçevede, yalnızca geriye dönük verileri analiz eden pasif bir raporlama aracı olmaktan ziyade, erken uyarı ve sürekli izleme işlevleri aracılığıyla hemşirelik ekosisteminde ortaya çıkabilecek riskleri henüz klinik veya örgütsel sonuçlara dönüşmeden tespit edebilen aktif bir düzenleyici mekanizma olarak konumlanmaktadır (Khani vd., 2024). Böylelikle refah, geriye dönük olarak ölçülen bir çıktı olmaktan çıkarak, gerçek zamanlı olarak izlenen ve yönetilen bir süreç niteliği kazanmaktadır.

Çok boyutlu hemşirelik çıktıları temel alındığında, refah; fiziksel, bilişsel ve psikososyal yüklerin yanı sıra mesleki gelişim boyutlarını da kapsayan bütünleşik bir yapı içerisinde kavramsallaştırılmaktadır (Sibuea vd., 2024). Yapay zekâ destekli sistemler, ergonomik risklerin azaltılması ve lojistik görevlerin otomasyonu yoluyla fiziksel yükü optimize etme; klinik karar destek ve doğal dil işleme tabanlı dokümantasyon araçları aracılığıyla bilişsel yükü dengeleme; giyilebilir teknolojiler ve duygu analizi algoritmaları sayesinde stres ve tükenmişlik göstergelerini erken aşamada saptama potansiyeline sahiptir. Buna ek olarak, veriye dayalı yetkinlik analizleri yoluyla hemşirelerin bireysel gereksinimlerine duyarlı, zamanında ve hedeflenmiş mesleki gelişim olanaklarının sunulması, refahın yalnızca korunmasını değil, sürdürülebilir biçimde güçlendirilmesini de mümkün kılmaktadır.

Bununla birlikte, yapay zekâ temelli teknolojilerin hemşire refahı üzerindeki etkileri doğası gereği çift yönlü bir nitelik taşımaktadır. İş Talepleri–Kaynakları (JD-R) modeli çerçevesinde değerlendirildiğinde, yapay zekâ sistemleri bir yandan iş yükünü dengeleyen, klinik karar verme süreçlerini destekleyen ve hata riskini azaltan önemli bir iş kaynağı olarak işlev görmektedir. Öte yandan, sürekli izleme, artan performans ölçümü ve algoritmik denetim mekanizmaları nedeniyle yeni bir teknostres kaynağı olabilmektedir (Eswaran vd., 2025). Bu nedenle yapay zekânın hemşire

refahını destekleyici bir unsur olarak konumlandırılabilmesi, teknolojik sistemlerin hemşirelerin mesleki otonomisini güçlendirecek ve psikososyal riskleri en aza indirecek biçimde tasarlanmasına bağlıdır. Bu bağlamda, yapay zekânın potansiyel olumsuz etkileri gerçek zamanlı olarak belirleyebilmesi ve belirlenen eşiklerin aşılması durumunda bireysel ya da kurumsal düzeyde koruyucu müdahaleleri tetikleyerek refahı sistematik biçimde izleyip desteklemesi öngörülmektedir.

HEMŞİRE REFAHINDA YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ ÖNLEYİCİ VE DÜZENLEYİCİ MÜDAHALELER

Hemşirelikte tükenmişlik ve refah düzeyindeki bozulmanın başlıca belirleyicilerinden biri, öngörülemez, dengesiz ve süreklilik gösteren iş yüküdür. Geleneksel yönetim yaklaşımları bu sorunsalı çoğunlukla sabit hasta–hemşire oranları ve geriye dönük performans göstergeleri üzerinden ele alırken, yapay zekâ temelli sistemler zengin ve sürekli güncellenen çok kaynaklı bir veri analizi ile iş yükü–refah ilişkisini dinamik, bireyselleştirilmiş ve öngörüye dayalı bir analitik çerçeve içerisinde yeniden yapılandırmaktadır. Bu kapsamda elektronik sağlık kayıtları, personel çizelgeleme sistemleri, kalite ve performans göstergeleri ile davranışsal dijital izler, hemşirelerin iş yükü, bilişsel yorgunluk ve stres düzeylerine ilişkin bütüncül bir görünüm sunmaktadır. Bu verilerin entegrasyonu, yapay zekâ sistemlerine yalnızca "ne olduğunu" değil, aynı zamanda "neden olduğunu" anlama kapasitesi kazandırmaktadır. Bu bağlamda yapay zekâ, hemşire refahını yalnızca izleyen pasif bir izleme aracı olmaktan çıkarak, riskleri erken aşamada tanımlayan ve düzenleyici müdahaleleri proaktif biçimde devreye sokan bütüncül bir yönetsel mekanizma olarak konumlanmaktadır.

1. Fiziksel ve Bilişsel Yükün Azaltılması Yoluyla Operasyonel Optimizasyon

Hemşire tükenmişliğinin en güçlü tetikleyicilerinden biri, bakım dışı görevlerin ve yoğun dokümantasyon süreçlerinin yarattığı bilişsel ve zamansal yüktür. Elektronik sağlık kayıtları ile ilişkili manuel veri girişleri, klinik dikkatin bölünmesine ve bakım görevlerinden sapmaya yol açarak hem hata riskini hem de tükenmişlik olasılığını artırmaktadır. Yapay zekâ destekli doğal dil işleme ve konuşma tanıma tabanlı otomatik transkripsiyon teknolojileri, söz konusu yükün azaltılmasında önemli bir potansiyel sunmakta ve manuel dokümantasyon süresinin yaklaşık %30–45 oranında azaltılabilmesine olanak tanımaktadır (Wang vd., 2024). Bununla birlikte,

kullanıcı merkezli olmayan sistem tasarımlarının teknostres yaratarak refah üzerinde ters etki oluşturabileceği de göz ardı edilmemelidir.

1.1. Dinamik İş Yükü Dengeleme ve Personel Dağıtımı

Geleneksel personel tahsis modelleri, çoğunlukla sabit hasta–hemşire oranlarına dayanmakta; bu yaklaşım hastaların gerçek zamanlı bakım karmaşıklığını ve saatlik bakım gereksinimi dalgalanmalarını yeterince yansıtamamaktadır. Yapay zekâ, tahmine dayalı iş yükü analitiği yoluyla bu statik modelin ötesine geçerek dinamik dengeleme olanağı sunmaktadır. Yapay zekâ temelli sistemler, elektronik sağlık kayıtlarından elde edilen tanılar, laboratuvar bulguları ve ilaç tedavi rejimleri gibi veriler doğrultusunda her bir hasta için çok boyutlu bir bakım yoğunluğu indeksi oluşturmaktadır. Bu indeks, yalnızca bireysel hastaya atfedilen bakım gereksinimini değil, aynı zamanda hemşirenin eş zamanlı olarak sorumluluğunu üstlendiği tüm hastaların kümülatif bilişsel ve fiziksel iş yükünü yansıtacak biçimde dinamik olarak kalibre edilmektedir (Lee ve Kim., 2021). Buna ek olarak, kuyruk teorisi ve ileri optimizasyon yaklaşımlarına dayalı analitik modeller aracılığıyla hastane içi personel akışı ve bekleme süreleri sistematik biçimde değerlendirilmektedir. Bu değerlendirmeler sonucunda, belirli bir zaman ufku içinde kritik iş yükü eşiklerinin aşılmasının öngörüldüğü durumlarda, gerekli uzmanlık düzeyine sahip ve yeterli dinlenme süresini tamamlamış hemşirelerin diğer birimlerden proaktif olarak görevlendirilmesi mümkün hale gelmektedir (Ahmed, 2025). Bu kapsamda geliştirilen mikro-çizelgeleme yaklaşımları, yöneticilere olası riskli zaman dilimleri başlamadan yaklaşık 2–4 saat önce geçici personel kaydırmaları ya da destek hemşiresi görevlendirilmesi yönünde karar destek önerileri sunmaktadır. Bu proaktif planlama, kriz anlarında ortaya çıkan ani ve yoğun iş yükü algısını azaltarak hemşirelerin duygusal tükenmişlik yaşama riskinin düşürülmesine katkı sağlamaktadır (King vd., 2023).

1.2. Ardışık Vardiya Optimizasyonu ve Bireyselleştirilmiş Çizelgeleme

Hemşirelikte vardiya planlaması, yalnızca operasyonel verimliliğin sağlanmasına yönelik bir araç olmanın ötesinde, algılanan yönetsel adaletin tesis edilmesi ve biyolojik ritimlerin korunması yoluyla hemşire refahını belirleyen temel yapısal bileşenlerden biri olarak değerlendirilmektedir (Torabi vd., 2022). Yapay zekâ temelli çizelgeleme sistemleri, bu iki boyutu eş zamanlı biçimde gözeterek vardiya düzenlemelerinin bütüncül ve sürdürülebilir bir yaklaşımla optimize edilmesine olanak sağlamaktadır. Bu kapsamda, uyku kalitesi ve yorgunluk riskini modelleyen algoritmalar aracılığıyla, özellikle uzun vardiyalar arasındaki asgari dinlenme süreleri ile ardışık gece vardiyalarının sıklığı sistematik olarak sınırlandırılmakta; böylece hemşirelerin bilişsel ve fiziksel toparlanma süreçleri desteklenmektedir. Yapay zekâ destekli yorgunluk modelleri aracılığıyla, hemşirelerin bir sonraki vardiyaya bilişsel açıdan ne ölçüde hazır oldukları

öngörülebilmekte ve yüksek hata riski taşıyan zaman dilimleri önceden tanımlanabilmektedir (Nandini, 2025). Buna ek olarak, yapay zekâ destekli çizelgeleme sistemleri, istenmeyen vardiyaların dağılımında adilliği nicel göstergelerle izleyerek yönetsel öznelliği ve potansiyel önyargıları azaltmakta; bu yaklaşım örgütsel adalet algısını güçlendirerek hemşirelerin kurumsal bağlılığını olumlu yönde etkilemektedir (Gerlack vd., 2024).

Vardiya planlamasının etkinliğini tamamlayan bir diğer kritik bileşen, dinlenme aralarının sistematik biçimde optimize edilmesidir. Yapay zekâ destekli izleme ve planlama mekanizmaları, yüksek stres düzeyinde olduğu saptanan hemşireler için öngörülen molaların kesintisiz olarak kullanılabilmesini sağlamak amacıyla otomatik kaynak yedekleme stratejileri devreye almakta; böylece refah üzerindeki en belirgin olumsuz etkenlerden biri olan mola ihlallerinin azaltılmasına katkıda bulunmaktadır (King vd., 2023).

1.3. Yapay Zekâ Destekli Otomasyon ile Bilişsel Yükün Hafifletilmesi

Hemşireler zamanlarının önemli bir bölümünü, hasta başı bakım dışındaki bürokratik ve idari görevlere ayırmak zorunda kalmaktadır (Al-Akash vd., 2024). Bu durum bilişsel yükü artırmakta ve bakım görevlerinden sapma riskini yükseltmektedir. Yapay zekâ destekli otomasyon sistemleri, bu soruna yönelik en etkili önleyici müdahale alanlarından biri olarak öne çıkmaktadır. Akıllı dokümantasyon sistemleri, doğal dil işleme ve otomatik konuşma tanıma teknolojileri aracılığıyla hemşire gözlemlerini eş zamanlı olarak yapılandırılmış elektronik sağlık kaydı verisine dönüştürmekte; aynı zamanda eksik veya zorunlu alanların otomatik biçimde tamamlanmasına olanak sağlamaktadır. Buna ek olarak, robotik süreç otomasyonu, stok izleme, sipariş yönetimi ve rutin idari işlevleri devralarak hemşirelerin malzeme temini ve takibine ayırdığı zamanı azaltmakta; bu durum, doğrudan hasta bakımına ayrılan sürenin anlamlı ölçüde artmasına katkı sunmaktadır (Yadav ve Taneja., 2024). Buna ek olarak, yapay zekâ destekli klinik karar destek sistemleri; ilaç etkileşimleri, dozaj hataları ve kritik laboratuvar değerlerindeki sapmaları erken aşamada belirleyerek proaktif uyarılar üretmekte, böylece hemşirelerin sürekli yüksek düzeyde dikkat gerektiren bilişsel yükünü anlamlı ölçüde azaltmaktadır (Igwama vd., 2024). Bu durum, hemşirelerin hata yapma kaygısının azalmasına katkı sağlamakta ve psikolojik güvenlik algısını güçlendirmektedir.

Tablo 1. Yapay zekâ Müdahaleleri ve Hemşire Refahı Çıktıları Eşleştirmesi

Yapay zekâ Müdahalesi	Temel Mekanizma	Etkilenen Refah Boyutu	Beklenen Refah Çıktıları	Literatür Dayanağı
Akıllı Dokümantasyon	Manuel veri girişinin otomasyonu, yapılandırılmış elektronik sağlık kayıtları üretimi	Bilişsel yük, zaman baskısı	Dokümantasyon süresinde azalma; hasta bakımına ayrılan sürede artış; ahlaki yaralanma riskinde düşüş	Lee ve Kim, 2021
Robotik Süreç Otomasyonu	Rutin idari işlemlerin ve stok takibinin otomatikleştirilmesi	Fiziksel ve bilişsel yorgunluk	Bakım dışı görevlerin azalması; görev bölünmelerinde azalma; iş doyumunda artış	Yadav ve Taneja., 2024
Dinamik İş Yükü Dengeleme	Hasta akut durumunun ve bakım karmaşıklığının gerçek zamanlı analizi	Duygusal tükenmişlik, stres	Aşırı yüklenme hissinde azalma; kriz anlarının öngörülmesi; duygusal tükenmişlikte düşüş	Pendyala, 2024
Proaktif Personel Yeniden Dağıtımı	Kuyruk teorisi ve optimizasyon modelleri ile mikro-çizelgeleme	İş-yaşam dengesi, stres	Kritik saatlerde destek sağlanması; iş yükü adaletinin artması	Ahmed, 2025

Tablo 1. Yapay zekâ Müdahaleleri ve Hemşire Refahı Çıktıları Eşleştirmesi (devam)

Yapay zekâ Müdahalesi	Temel Mekanizma	Etkilenen Refah Boyutu	Beklenen Refah Çıktıları	Literatür Dayanağı
Ardışık Vardiya Optimizasyonu	Yorgunluk ve uyku modellerine dayalı çizelgeleme	Fiziksel yorgunluk, uyku kalitesi	Uyku süresinde iyileşme; hata riskinde azalma; refah algısında artış	Nandini, 2025
Bireyselleştirilmiş Çizelgeleme	Tercih, kronotip ve stres düzeylerinin entegrasyonu	Örgütsel adalet, bağlılık	Adil vardiya dağılımı; kurumsal bağlılık ve motivasyonda artış	Gerlack vd., 2024
Klinik Karar Destek Sistemleri	Proaktif uyarılar ve kanıta dayalı protokol önerileri	Psikolojik güvenlik, kaygı	Karar verme baskısında azalma; hasta güvenliğinde artış	Igwama vd., 2024
Yapay Zekâ Destekli Mola Optimizasyonu	Yüksek stresli günlerde kesintisiz mola planlaması	Psikososyal toparlanma	Duygusal yenilenme; ikincil travmatik stres riskinde azalma	King vd., 2023
Yapay Zekâ Tabanlı Psikososyal Destek (Chatbotlar)	NLP ile stres analizi ve anlık müdahale protokolleri	Psikolojik dayanıklılık	Anksiyete ve stres düzeylerinde düşüş; destek arama davranışında artış	Singh vd., 2024

Tablo 1'de sunulan yapay zekâ müdahaleleri–refah çıktıları eşleştirmesi, "İş Talepleri–Kaynakları modeli" çerçevesinde ele alındığında, yapay zekânın hemşirelik iş gücü yönetiminde iş taleplerini düzenleyen ve iş kaynaklarını güçlendiren çift yönlü bir mekanizma olarak işlev gördüğü görülmektedir. Dinamik iş yükü dengeleme, otomasyon ve klinik karar destek sistemleri ise, hemşirelerin bilişsel, fiziksel ve duygusal taleplerini azaltarak tükenmişlik riskinin sınırlandırılmasına katkı sağlamaktadır. Ayrıca adil çizelgeleme uygulamaları, psikolojik güvenliğin desteklenmesi ve kişiselleştirilmiş mesleki gelişim olanakları, hemşireliğin özerklik, yeterlik ve algılanan örgütsel destek gibi temel iş kaynaklarını güçlendirmektedir. Sosyoteknik sistem yaklaşımı açısından ele alındığında ise, yapay zekânın yalnızca teknik bir araç olarak değil aynı zamanda insan-iş süreçleri ve örgütsel yapı ile etkileşim halinde çalışan bütüncül bir sistem bileşeni olduğu görülmektedir. İnsan-merkezli yapay zekâ perspektifi ise, refah üzerindeki olumlu etkilerin sürdürülebilirliğinin, algoritmik karar süreçlerinin şeffaflık, etik duyarlılık ve mesleki otonomiyi güçlendirecek biçimde tasarlanmasına bağlı olduğuna işaret etmektedir.

2. Yapay Zekâ Destekli Psikososyal Destek ve Stres Yönetimi

Klinik ortamlarda maruz kalınan yoğun duygusal yük, hasta kayıpları ve travmatik deneyimler, hemşirelerde ikincil travmatik stres ve şefkat yorgunluğu gelişimi açısından önemli bir risk oluşturmaktadır. Bu psikososyal yük, yalnızca bireysel refahı değil, aynı zamanda bakım kalitesini ve mesleki sürdürülebilirliği de olumsuz etkilemektedir. Yapay zekâ temelli uygulamalar, geleneksel kurumsal destek mekanizmalarına (örneğin çalışan destek programları) tamamlayıcı nitelikte, ölçeklenebilir ve sürekli erişilebilir psikososyal destek olanakları sunarak bu risk alanına yönelik yenilikçi bir müdahale çerçevesi ortaya koymaktadır (Pendyala, 2024; Singh vd., 2024).

2.1. Yapay Zekâ Destekli Sohbet Robotları ile Anlık Psikososyal Müdahale

Yapay zekâ destekli psikososyal sohbet robotları (chatboat), hemşirelere 7/24 erişilebilir ve anonim bir destek alanı sunarak, özellikle paylaşılması güç duygusal deneyimlerin ifade edilmesini kolaylaştırmaktadır. Bu sistemler, bilişsel yeniden yapılandırma, stres azaltma teknikleri, nefes egzersizleri ve duygu düzenleme stratejileri gibi kanıta dayalı psikolojik müdahaleleri gerçek zamanlı olarak sunabilmektedir. Anonimlik ilkesine dayalı bu etkileşim biçimi, hemşirelerin damgalanma ya da mesleki zayıflık algısı kaygısı yaşamaksızın destek arayabilmesine olanak tanımaktadır. Ayrıca doğal dil işleme temelli analizler aracılığıyla sohbet içeriklerini değerlendiren sistemler, yaşanan stresin kaynağını (örneğin kayıp deneyimi, etik çatışma ya da tükenmişlik belirtileri) ayırt edebilmekte; önceden tanımlanmış risk eşiklerinin aşılması durumunda ise gizlilik ilkeleri korunarak uygun profesyonel destek kanallarına yönlendirme yapılması mümkün olmaktadır. Bu yönüyle yapay zekâ destekli sohbet robotları, erken uyarı ve önleyici müdahale işlevi gören dijital bir "ilk temas noktası" olarak konumlanmaktadır (Pendyala, 2024; Singh vd., 2024).

2.2. Yapay Zekâ Güdümlü Akran Desteği ve Mentörlük Ağları

Psikososyal dayanıklılığın güçlendirilmesinde yalnızca bireysel müdahaleler değil, mesleki dayanışmayı destekleyen sosyal bağlar da kritik öneme sahiptir. Yapay zekâ güdümlü akran desteği ve mentörlük ağları, benzer stresörleri veya travmatik deneyimleri yaşamış hemşireleri akıllı eşleştirme algoritmaları aracılığıyla bir araya getirerek deneyim paylaşımına teşvik etmektedir. Bu hedefli eşleştirme yaklaşımı, hemşirelerin yalnızlık algısını azaltmakta ve duygusal yükle başa çıkmada karşılıklı öğrenme süreçlerini desteklemektedir. Buna ek olarak, travmatik olaylara maruz kalan hemşireler için yapay zekâ tabanlı izleme ve öneri sistemleri, çizelgeleme ve görev dağılımında geçici düzenlemeler yapılmasını önerebilmektedir. Yüksek stresli görevlerden geçici olarak uzaklaştırma, mola sürelerinin artırılması veya destekleyici görevlerle dengeleme gibi müdahaleler, ikincil travmatik stresin kronikleşmesini önlemeye yönelik proaktif ve koruyucu bir yaklaşım sunmaktadır (Bieri vd., 2024). Bu bağlamda, yalnızca yapay zekâ sadece bireysel stres tepkilerini

izleyen değil, aynı zamanda örgütsel düzeyde koruyucu düzenlemeleri tetikleyen bir sosyoteknik araç olarak işlev görmektedir.

HEMŞİRE REFAHI PERSPEKTİFİ İLE KİŞİSELLEŞTİRİLMİŞ MESLEKİ GELİŞİM VE KARİYER YÖNLENDİRME

Yapay zekâ destekli kişiselleştirilmiş mesleki gelişim ve kariyer yönlendirme sistemleri, hemşire refahını yalnızca kısa vadeli stres azaltma müdahaleleriyle sınırlı görmeyen; aksine refahı mesleki süreklilik, anlam duygusu ve uzun vadeli psikososyal dayanıklılık ile ilişkilendiren yapısal bir yaklaşım sunmaktadır. Bu sistemler, hemşirelerin kendilerini örgüt içinde "tüketilen bir kaynak" yerine "değer verilen ve desteklenen bir özne" olarak algılamalarını sağlayarak, insan odaklı ve sürdürülebilir iş tasarımının kurumsal düzeyde yeniden inşasına katkı sunan stratejik bir kaldıraç niteliği taşımaktadır.

Hemşirelikte yaşam boyu öğrenme, yalnızca mesleki yetkinliğin sürdürülmesi açısından değil, aynı zamanda hemşire refahının korunması ve güçlendirilmesi bakımından da temel bir belirleyici olarak değerlendirilmektedir. Bununla birlikte, bireysel gereksinimleri dikkate almayan, standartlaştırılmış ve yoğun iş yüküyle uyumsuz eğitim yaklaşımları, hemşirelerde öğrenmeye yönelik motivasyon kaybına, yetersizlik algısına ve dolaylı olarak tükenmişlik riskinin artmasına yol açabilmektedir. Yapay zekâ temelli kişiselleştirilmiş mesleki gelişim sistemleri, bu olumsuz döngüyü kırarak öğrenme süreçlerini hemşirenin bilişsel kapasitesi, deneyim düzeyi ve duygusal gereksinimleriyle uyumlu hâle getirmekte; böylece mesleki gelişimi yalnızca bir performans beklentisi olmaktan çıkarıp psikolojik iyi oluşu destekleyen bir refah kaynağına dönüştürmektedir (Sathiya, 2025).

İş Talepleri–Kaynakları modeli çerçevesinde ele alındığında, yapay zekâ destekli öğrenme ve kariyer yönlendirme uygulamaları, hemşirelerin maruz kaldığı yüksek bilişsel ve duygusal talepleri dengeleyen; özerklik, yeterlik ve gelişim olanakları gibi temel iş kaynaklarını sistematik biçimde güçlendiren bir mekanizma olarak işlev görmektedir (Annak ve Düzgün, 2025). Standart eğitim modellerinin aksine yapay zekâ tarafından oluşturulan dinamik gelişim profilleri, hemşirelerin güçlü yönlerini ve geliştirilmesi gereken alanlarını nesnel veriler aracılığıyla görünür kılmaktadır. Bu durum belirsizlik ve yetersizlik algısını azaltarak psikolojik güvenliği desteklemektedir. Ayrıca klinik performans verileri ile kurumsal yeterlilik beklentilerinin şeffaf biçimde eşleştirilmesi, hemşirelerin kendilerinden ne

beklendiğini net biçimde kavramalarını sağlamakta ve algılanan kontrol duygusunu güçlendirmektedir. Ayrıca öğrenme stillerine duyarlı içerik tasarımları ve yapay zekâ destekli mikro öğrenme yaklaşımları, yoğun klinik iş temposu içinde bilişsel aşırı yüklenmenin önlenmesine katkı sunmaktadır. Özellikle "tam zamanında öğrenme" uygulamaları, bilginin klinik uygulamada en çok ihtiyaç duyulduğu anda sunulmasını sağlayarak hata kaygısını azaltmakta; hemşirelerin kendilerini daha yeterli ve hazırlıklı hissetmelerini desteklemektedir (McCarthy vd., 2025). Bu süreç, "Öz Belirleme Kuramı" kapsamında ele alındığında, hemşirelerin yeterlik ve özerklik ihtiyaçlarını eş zamanlı olarak karşılayarak stres düzeyinin düşmesine ve duygusal tükenmişliğin sınırlandırılmasına katkı sağlamaktadır.

Yapay zekâ destekli simülasyon ve sanal gerçeklik uygulamaları ise hemşire refahı açısından önemli bir koruyucu işlev üstlenmektedir. Klinik risk içermeyen ve yargılayıcı olmayan öğrenme ortamlarında, bireyin deneyim düzeyine uyarlanmış senaryolarla pratik yapabilmesi, hata yapma korkusunu azaltmakta ve öğrenmeyi tehdit edici bir süreç olmaktan çıkararak destekleyici bir deneyime dönüştürmektedir. Gerçek zamanlı ve veri temelli geri bildirim mekanizmaları, performans değerlendirmesinin kişisel yargılardan arındırılmasını sağlayarak algılanan adalet duygusunu güçlendirmektedir. Bu durum hem bireysel psikolojik güvenliği hem de örgütsel güven iklimini desteklemektedir.

Kariyer planlama ve yapay zekâ destekli mentörlük eşleştirme süreçleri, hemşire refahının uzun vadeli ve sürdürülebilir boyutlarını doğrudan etkilemektedir. Kişisel ilgi alanları, yetkinlik profilleri ve kurumsal fırsatlar doğrultusunda oluşturulan şeffaf kariyer yol haritaları, mesleki belirsizlik ve durağanlık algısını azaltmakta; geleceğe yönelik anlam, amaç ve umut duygusunu pekiştirmektedir. Benzer mesleki zorlukları deneyimlemiş mentörlerle yapılan akıllı eşleştirmeler ise yalnızlık algısını azaltarak sosyal destek ve ilişkisellik duygusunu güçlendirmekte ve mesleki dayanıklılığın gelişimine katkı sunmaktadır (Nashwan, 2023).

Buna ek olarak, yapay zekâ destekli geri bildirim mekanizmaları ve gelişim sürecinin görünür kılınması, hemşirelerin başarı duygusunu pekiştirerek öz yeterlilik ve mesleki değer algısını artırmaktadır. Küçük ancak somut gelişim adımlarının sistematik biçimde fark edilmesi ve olumlu geri bildirimlerle desteklenmesi, hemşirelerin işlerine anlam yüklemelerini kolaylaştırmaktadır. Bu durum iş doyumu ve meslekte kalma niyeti açısından kritik bir refah belirleyicisi olarak öne çıkmaktadır.

HEMŞİRE REFAHINI DESTEKLEYEN YAPAY ZEKÂ SİSTEMLERİNDE ETİK YÖNETİŞİM VE İNSAN-MERKEZLİ DENETİM

Yapay zekânın hemşire refahı üzerindeki potansiyel olumlu etkileri giderek daha görünür hâle gelse de, bu teknolojilerin etik ilkelere dayalı, insan-merkezli bir çerçeve içinde tasarlanması ve uygulanması, hem sistemlerin sürdürülebilirliği hem de mesleki kabulü açısından vazgeçilmez bir ön koşuldur (Mohanasundari vd., 2023). Bu bağlamda etik yönetişim, yapay zekânın teknik bir yenilik olmanın ötesinde, hemşirelik pratiğiyle uyumlu bir sosyoteknik sistem olarak konumlanmasının temelini oluşturmaktadır.

1. İnsan Denetimi, Özerklik ve Açıklanabilirlik

Yapay zekâ destekli sistemlerin hemşire refahını güçlendiren bir araç olarak işlev görebilmesi, bu sistemlerin karar verici değil, karar destekleyici bir rol üstlenmesine bağlıdır. Algoritmalar tarafından üretilen öneriler—örneğin zorunlu mola planlaması, vardiya düzenlemesi ya da belirli bir eğitim modülüne yönlendirme—nihai kararlar olarak değil; hemşire yöneticilerin ve hemşirelerin klinik, etik ve bağlamsal yargılarını destekleyen girdiler olarak sunulmalıdır. Bu yaklaşım, insanın karar süreçlerindeki son söz hakkını koruyarak teknolojinin araçsallaştırılmasını önlemektedir. Bu noktada "bağlamsal bilgelik" kavramı kritik önem taşımaktadır. Yapay zekâ büyük veri setlerini işleyebilse de, hasta-ailesi dinamikleri, kültürel değerler, birim içi ani krizler ya da ekip içi ilişkiler gibi bağlama özgü unsurları tam olarak değerlendiremez. Nihai karar verici konumundaki hemşire yöneticiler ve hemşireler, algoritmik çıktıları bu bağlamsal bilgiler ışığında yorumlayarak uygulamalıdır (Kwon vd., 2019). Böylece yapay zekâ operasyonel bir asistan olarak konumlanırken, insan aktörler stratejik ve etik liderlik rolünü sürdürebilir.

İnsan denetiminin etkin biçimde sağlanabilmesi ise, sistemlerin açıklanabilirlik ve şeffaflık ilkeleriyle tasarlanmasına bağlıdır. Hemşirelerin yapay zekâ sistemlerine güven duyması, bu sistemlerin neden belirli bir öneri veya risk değerlendirmesi sunduğunu anlayabilmelerini gerektirir (Higgins vd., 2024). Açıklanabilir yapay zekâ yaklaşımı, yalnızca güven inşasını değil, aynı zamanda hata ayıklama ve sürekli iyileştirme süreçlerini de mümkün kılmaktadır. Hemşirelerin ve yöneticilerin sistem çıktıları hakkında geri bildirim sunabilmesi, algoritmanın bağlamsal hatalardan öğrenmesini ve zaman içinde daha duyarlı hâle gelmesini sağlar.

2. Yapay Zekânın Sınırlamaları ve Etik Riskler

Yapay zekâ temelli refah modellerinin yaygınlaşması, önemli etik riskleri de beraberinde getirmektedir. Bu risklerin başında veri gizliliği ve hemşirelerin gözetim altında olduğu algısı gelmektedir. Çok kaynaklı veri ekosistemleri—davranışsal dijital izler, stres göstergeleri, performans metrikleri—hemşirelerin profesyonel yaşamlarının ayrıntılı biçimde izlenmesine olanak

tanımaktadır. Bu durum, verilerin cezalandırıcı veya denetleyici amaçlarla kullanılacağına dair endişeleri artırarak, yapay zekânın bir refah aracı olmaktan çıkıp bir gözetim mekanizmasına dönüşme riskini doğurmaktadır (Kutsenko vd., 2024). Bu nedenle sağlık kuruluşlarının, verilerin yalnızca refahın korunması ve desteklenmesi amacıyla kullanılacağını açıkça tanımlayan etik protokoller geliştirmesi ve bu protokolleri şeffaf biçimde uygulaması zorunludur. Buna ek olarak, kullanılan hassas psikososyal ve performans verilerinin güvenliği ve anonimleştirilmesi, etik yönetişimin ayrılmaz bir parçasıdır. Veri ihlalleri, yalnızca bireysel mahremiyeti değil, kurumsal güveni ve yapay zekâ sistemlerinin meşrutiyetini de zedeleyebilmektedir.

Bir diğer kritik etik sorun, algoritmik önyargı ve eşitsizliklerin yeniden üretilmesi riskidir. Yapay zekâ sistemleri, eğitildikleri verilerde yer alan tarihsel eşitsizlikleri—örneğin cinsiyet, deneyim yılı veya belirli birimlere özgü yapısal dezavantajları—öğrenerek gelecekteki önerilere yansıtabilir. Bu durum, zaten kırılgan koşullarda çalışan hemşire gruplarının refahının daha da zedelenmesine yol açabilir (Chung ve Freedman, 2024). Bu nedenle yapay zekâ modellerinin, etki analizi ve bağımsız etik denetim mekanizmaları aracılığıyla düzenli olarak değerlendirilmesi; tüm profesyonel ve demografik gruplara adil refah müdahaleleri sunduğunun güvence altına alınması gerekmektedir.

3. Teknolojik Determinizmin Reddedilmesi ve İnsan Değerinin Korunması

Yapay zekâ, personel yetersizliği, düşük ücretlendirme, yönetsel adaletsizlikler veya olumsuz örgüt kültürü gibi derin yapısal sorunları tek başına çözemez. Aksine, bu tür sorunların üzerini örten bir optimizasyon aracı hâline gelmesi, refah sorunlarının görünmezleşmesine yol açma riskini taşımaktadır. Hemşirelik, özünde insan ilişkisine, empatiye ve şefkate dayalı bir meslektir. Bu nedenle yapay zekânın temel işlevi, hemşireleri ikame etmek değil; idari ve bilişsel yükü azaltarak onların insani bakım rollerine daha fazla zaman ve enerji ayırabilmelerini sağlamaktır (Mohanasundari vd, 2023). Bu perspektiften bakıldığında, etik yönetişim ve insan-merkezli denetim, hemşire refahını destekleyen yapay zekâ sistemlerinin vazgeçilmez yapı taşları olarak öne çıkmaktadır.

SONUÇ

Yapay zekâ temelli teknolojiler, hemşirelik uygulamalarında iş yükünü azaltma, bilişsel ve duygusal talepleri dengeleme ve mesleki gelişimi destekleme yoluyla hemşire refahının geliştirilmesine anlamlı katkılar sunmaktadır. Bu bağlamda, dinamik iş yükü yönetimi, otomasyon ve klinik karar destek sistemleri tükenmişlik riskini sınırlayan temel iş kaynakları olarak öne çıkarken; kişiselleştirilmiş mesleki gelişim ve kariyer yönlendirme uygulamaları, hemşirelerin mesleki özerklik, yeterlik ve anlam duygusunu güçlendiren yapısal destek mekanizmaları işlevi görmektedir. Bununla birlikte, yapay zekâ uygulamalarının etik yönetişimden ve insan denetiminden yoksun biçimde uygulanması durumunda, refahı desteklemek yerine algoritmik baskı, teknostres ve mesleki yabancılaşmayı derinleştirme riski taşıdığı açıktır. Bu nedenle yapay zekânın hemşirelikteki rolü, teknolojik determinizmden uzak, sosyoteknik bir anlayışla yeniden tanımlanmalıdır. Yapay zekâ, hemşirelerin yerini alan değil; onların insani bakım rollerini güçlendiren, görünmez emeği görünür kılan ve mesleki sürdürülebilirliği destekleyen bir araç olarak konumlandırılmalıdır.

KAYNAKLAR

Ahmed, H. H. (2025). Using mathematical programming to analyze and ımprove robust queue management in healthcare systems. *International Journal of Applied Mathematics and Computing, 2(3)*. https://doi.org/10.62951/ijamc.v2i3.229

Aiken, L. H., Sloane, D., Bruyneel, L., Van den Heede, K., & Griffiths, P. (2014). Nurse staffing and education and hospital mortality in nine European countries: A retrospective observational study. *The Lancet*, *383*(9931), 1824–1834. http://dx.doi.org/10.1016/

Al-Akash, H. Y., Aldarawsheh, A. A., Elshatarat, R. A., Sawalha, M., Saifan, A. R., Al-Nsair, N., Saleh, Z. T., Almagharbeh, W., Sobeh, D. E., & Eltayeb, M. M. (2024). "We do others' Jobs": A qualitative study of non-nursing task challenges and proposed solutions. *BMC Nursing, 23*(1), 478. https://doi.org/10.1186/s12912-024-02059-9

Annak, İ. M., & Düzgün, N. (2025). The use of artificial intelligence in nursing education: Opportunities, challenges and solutions. *Journal of Nursing Care Research, 2(3),* 85–91. https://doi.org/10.51271/jncr-0035

Bakker, A. B., & Demerouti, E. (2017). Job Demands-Resources Theory: Taking stock and looking forward. *Journal of Occupational Health Psychology*, *22*(3), 273–285.

Bieri, J. S., Ikae, C., Souissi, S. B., Müller, T. J., Schlunegger, M. C., & Golz, C. (2024). Natural language processing for work-related stress detection among health professionals: Protocol for a scoping review. *JMIR Research Protocols*, *13*(1), e56267. https://doi.org/10.2196/56267

Chung, R. Y. N., & Freedman, B. (2024). Health inequalities in AI machine learning. In Artificial Intelligence in Medicine (pp. 119-130). Academic Press. https://doi.org/10.1016/b978-0-323-95068-8.00009-1

Eswaran, U., Eswaran, V., Eswaran, V., & Murali, K. (2025). AI-Driven operational ımprovements in healthcare. *In Next-Generation Therapeutics Using Internet of Things and Machine Learning,* 143-164. https://doi.org/10.4018/979-8-3373-1022-0.ch008

Gerlach, M., Renggli Fabienne, J., Bieri Jannic, S., Sariyar, M., & Golz, C. (2024). Exploring nurse perspectives on aı-based shift scheduling for fairness, transparency, and work-life balance. *BMC Nursing, 24(1)*, 1161. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-5248710/v1

Handayani, E., & Choo, J. (2024). Artificial intelligence versus nurses: A new challenge in caring human being. *Journal of Holistic Nursing Science*, *11(1),* 1-2. https://doi.org/10.31603/nursing.v11i1.10831

Higgins, O., Chalup, S. K., & Wilson, R. L. (2024). Artificial intelligence in nursing: Trustworthy or reliable?. *Journal of Research in Nursing, 29(2),* 143-153. https://doi.org/10.1177/17449871231215696

Igwama, G. T., Nwankwo, E. I., Emeihe, E. V., & Ajegbile, M. D. (2024). The role of AI in optimizing drug dosage and reducing medication errors. *International Journal of Biology and Pharmacy Research Updates*, *4(1),* 18-34. https://doi.org/10.53430/ijbpru.2024.4.1.0027

Khani, A., Sadeghi Velni, E., Hosseini, S. S., Bagherieh, D., Abshat, M. A., & Masoumi, S. J. (2024). Artificial intelligence: A valuable and effective tool to improve nursing care of patients admitted to the intensive care unit. *Journal of Nursing Reports in Clinical Practice, 3(4),* 415-417. https://doi.org/10.32598/jnrcp.2410.1184

Kimball, B., & O'Neil, E. (2001). The evolution of a crisis: Nursing in America. *Policy, Politics, & Nursing Practice, 2(3),* 180–186. https://doi.org/10.1177/152715440100200302

King, S., Finke, M., & Darling, T. (2023). Using real-time data to mitigate nurse burnout. *Nurse Leader, 21(6),* 698-701. https://doi.org/10.1016/j.mnl.2023.08.011

Kutsenko, V. P., Nurmyradov, Y. N., & Akhmedov, S. R. (2024). Ethical norms for the application of artificial intelligence in medicine and the role of nurses. *Meditsinskaya Sestra*, *26(8),* 20-24. https://doi.org/10.29296/25879979-2024-08-03

Kwon, J.-Y., Karim, M. E., Topaz, M., & Currie, L. M. (2019). Nurses "Seeing Forest for the Trees" in the age of machine learning: using nursing knowledge to improve relevance and performance. *Cin-Computers Informatics Nursing, 37(4),* 203–212. https://doi.org/10.1097/CIN.0000000000000508

Lee, S., & Kim, H.-S. (2021). Prospect of artificial intelligence based on electronic medical record. *J Lipid Atheroscler, 10*(3), 282–290. https://doi.org/10.12997/JLA.2021.10.3.282

McCarthy, A., Agnew, J. D., Price, J., Strang, K., & McLaughlin, A. (2025). Transforming healthcare AI education through micro-learning: A novel partnership model for nursing workforce development. *medRxiv, 2025-07*. https://doi.org/10.1101/2025.07.30.25332439

Mohanasundari, S. K., Kalpana, M., Madhusudhan, U., Vasanthkumar, K., B, R., Singh, R., Vashishtha, N., & Bhatia, V. (2023). Can artificial ıntelligence replace the unique nursing role? *Cureus, 15(12),* e51150.. https://doi.org/10.7759/cureus.51150

Nandini, A. (2025). AI-Powered RPM data platform for nurse time optimization: Reducing alert fatigue and enhancing efficiency. *Journal of Computer Science and Technology Studies, 7(2),* 228–239. https://doi.org/10.32996/jcsts.2025.7.2.22

Nashwan, A. J. (2023). The vital role of career pathways in nursing: A key to growth and retention. *Cureus*, *15(5).* https://doi.org/10.7759/cureus.38834

Sathiya, A. (2025). AI in nursing education: Transforming pedagogy for the future nursing. *IOSR Journal of Nursing and Health Science,* 14(3), 13–15. https://doi.org/10.9790/1959-1403041315

Sibuea, Z., Sulastiana, M., & Fitriana, E. (2024). Factor affecting the quality of work life among nurses: A systematic review. *Journal of Multidisciplinary Healthcare, 17*, 491–503. https://doi.org/10.2147/jmdh.s446459

Singh, A., Agarwal, A., Kumar, A., Rastogi, U., & Kumar, S. (2024). A comprehensive approach to stress detection and management using machine learning, deep learning, and chatbot ıntegration. *In 2024 15th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies,* 1–5. https://doi.org/10.1109/icccnt61001.2024.10725990

Squires, A., Jylhä, V., Jun, J., Ensio, A., & Kinnunen, J. (2017). A scoping review of nursing workforce planning and forecasting research. *Journal of Nursing Management, 25*(8), 587-596. https://doi.org/10.1111/jonm.12510

Torabi, M., Goodarzi, M., Ahmadi, M., Hamidi, H., Elmi, S., Golmah, F., Mortezaie, S., & Nezari, P. (2022). Intelligent model of nursing shift in Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. *Iranian Journal of Public Health, 51*, 1125–1133. https://doi.org/10.18502/ijph.v51i5.9427

Wang, G., Zhao, Q., & Zhou, Z. (2024). Research on real-time multilingual transcription and minutes generation for video conferences based on large language models. *International Journal of Innovative Research in Engineering and Management,* 11(6), 8–20. https://doi.org/10.55524/ijirem.2024.11.6.2

Yadav, N., & Taneja, R. (2024). Unleashing operational mastery and patient-centric ınnovation through robotic process automation in healthcare. *Advances in Human Services and Public Health (AHSPH) Book Series,* 491–508. https://doi.org/10.4018/979-8-3373-0240-9.ch021

Hemşirelik Bakımında Yetkinlik Kavramı

Gülengün TÜRK[1]
Nihal TAŞKIRAN[2]

1- Prof. Dr.: Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi, Hemşirelik Esasları ABD, Türkiye. gturk@adu.edu.tr, ORCID No: 0000-0001-8649-0204
2- Doç. Dr.: Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi, Hemşirelik Esasları ABD, Türkiye. nihaltaskiran@adu.edu.tr, ORCID No: 0000-0003-4342-3321

ÖZET

Hemşirelik bakım standartları; bilimsel araştırmalardaki yeni bulgular, teknolojik gelişmeler ve yenilikçi uygulamaların klinik ortama entegrasyonu doğrultusunda sürekli olarak değişim göstermektedir. Bu dinamik yapı, klinik uygulamada yüksek düzeyde yetkinlik sergileyebilen hemşirelere olan gereksinimi artırmaktadır. Yetkinliğin kazanılması ve sürdürülmesinin hemşirelik uygulamalarındaki merkezi rolü göz önünde bulundurulduğunda, kavramın kuramsal ve uygulamaya dönük boyutlarıyla daha açık ve tutarlı bir biçimde ele alınması gerekmektedir. Literatür, yetkinliğin hemşirelik mesleği açısından temel bir kavram olduğunu açıkça ortaya koymakta; ancak yetkinliğe ilişkin net bir teorik tanım yapılmasının sürecin yalnızca başlangıç aşamasını oluşturduğunu göstermektedir. Güvenli ve kaliteli bakımın sağlanması, toplumun korunması ve mesleki güvenilirliğin sürdürülmesi açısından hemşirelerin ve sağlık hizmeti sunumunda yer alan profesyonellerin yetkinliklerinin sistematik olarak değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Bu doğrultuda, hem klinik uygulamada hem de yetkinliğin değerlendirilmesine yönelik süreçlerde açık, ölçülebilir ve sürdürülebilir standartların belirlenmesi ve uygulanması gereklidir.

Anahtar Kelimeler: Yetkinlik, Yeterlilik, Hemşirelik, Hemşire, Bakım.

GENEL BAKIŞ

Hemşirelik mesleğinin odak noktasını oluşturan insan; biyolojik, psikolojik, spritüel, sosyal ve kültürel boyutları ile bir bütündür ve bu bütünün sağlıklı kalabilmesi için karşılanması gereken benzer gereksinimler bulunmaktadır. Tarihsel süreçte bu gereksinimleri karşılama ve insana yardım etme amacına yönelik işlevler çerçevesinde biçimlenen hemşirelik, sağlık kavramındaki paradigmaların değişmesiyle birlikte hastalığın iyileştirilmesinden daha çok sağlığın korumasına ve geliştirilmesine odaklanmıştır. Bu süreçle birlikte hemşirelik; hasta ile iş birliğini esas alan, bireyin kararlarına saygı gösteren ve insanı çok boyutlu bir yaklaşımla değerlendiren bilimsel bir disiplin niteliği kazanmıştır (Saldıroğlu ve Türk 2019; Taşkıran ve Türk, 2023). Bu dönüşüm, günümüz hemşirelik bakımının sadece fiziksel gereksinimlere odaklanmakla sınırlı kalmayıp bireyi fiziksel, psikolojik, sosyal ve çevresel boyutlarıyla ele alan holistik bir yaklaşımla gerçekleştirilmesini gerekli kılmaktadır. Holistik bakım anlayışının benimsenmesi ise bakımın etkinliği ve kalitesinin artırılmasında temel bir unsur olarak kabul edilmektedir. Bireyi bir bütün olarak değerlendirme yaklaşımı, hemşirelerin mesleki rollerini etkili biçimde yerine getirebilmeleri için kanıt temelli güncel bilgi, klinik beceri ve profesyonel yetkinlik düzeylerinin güçlendirilmesini zorunlu kılmaktadır. Hemşirelik yeterliliği, bir hemşirenin mesleki sorumluluklarını yerine getirmek için tutum, bilgi ve beceriler gibi bir dizi özelliği etkin bir şekilde

bakıma yansıtmasıdır ve güvenli bir hemşirelik bakımının sunulmasında kritik öneme sahiptir (Saldıroğlu ve Türk 2019; WHO, 2020; Church, 2016).

Bakım kavramı, bireylerin gereksinimlerine yanıt verme ve beklenen hasta sonuçlarına ulaşmayı sağlayan hemşirelik mesleğinin özgün kimliğidir. Hemşirelik bakımı, bireylerin yaşamlarının herhangi bir döneminde gereksinim duyabilecekleri temel bir sağlık hizmeti olup, mesleğin bilimsel ve profesyonel kimliğini ortaya koyması açısından önemli bir role sahiptir (Dinç, 2010; Erol ve Türk, 2020). Bakım verme; hemşirenin mesleki bilgi, beceri ve yeteneklerini kullandığı, özerk olarak karar verdiği temel fonksiyonu olmakla birlikte aynı zamanda bakım kalitesi sağlık hizmetlerinin kalitesini de yansıtan göstergelerden biridir. Bu nedenle hemşirelerin mesleki yetkinlik düzeyleri, sundukları bakımın etkinliği ve güvenliği üzerinde doğrudan belirleyici bir etkiye sahiptir. Aynı zamanda bu yetkinlik, bireysel ve kurumsal düzeyde bakım sonuçlarının iyileştirilmesi, hasta güvenliğinin güçlendirilmesi ve hemşirelik bakımının nitelikli olarak sürdürülebilirliğinin desteklenmesi açısından da belirleyici bir rol üstlenmektedir. (Erol ve Türk, 2020).

Bakım, hemşirenin kritik düşünme becerilerine sahip olmasını ve kompleks süreçleri yöneterek karar vermesini gerektiren bir süreçtir. Hemşirelik bakımın sunumu sırasında hemşire ile sağlıklı/hasta birey arasında ahlaki değerlere ilişkin bir süreç ortaya çıkmakta ve hemşire bu süreçte hasta adına en doğru kararı verme, dahası bu kararın sorumluluğunu üstlenmekle yükümlüdür. Bakım sürecinde, doğru ve etkili karar verebilmek için, hemşirelerin güvenli ve etik açıdan uygun bakımı verebilecek etik bilgiye sahip olmaları ve kendi etik karar verme mekanizmalarını geliştirebilecek yeterlilik ve yetkinlikte olmaları beklenmektedir (Rızalar et al., 2020).

Bir mesleğin profesyonel gelişim sürecinde yeterlilik, bireyin belli mesleki görevleri standartlara uygun şekilde yerine getirebilme kapasitesini temsil eder. Mesleki yetkinlik ise bu yeterliliklerin karmaşık klinik durumlarda bütüncül ve özerk bir biçimde uygulanmasını sağlayan daha üst bir aşamadır. Yeterlilik, bireyin mesleki gelişiminde öğrencilik döneminde temellenen ve profesyonel yaşam süresince devam eden bir gelişim alanı olarak ele alınmaktadır. Hemşirelerden, mesleki rollerine ilişkin temel sorumluluklarını yerine getirirken bu gelişim sürecini etkin biçimde sürdürmeleri beklenmektedir. Sağlık hizmetlerinde teknolojinin hızla ilerlemesi, disiplinler arası ekip çalışmasını zorunlu kılan karmaşık çalışma ortamları, maliyet etkinliği odağıyla şekillenen sağlık politikaları ve hastaların hemşirelik bakımına yönelik beklentilerinin artması, hemşirelik uygulamalarının yürütülmesini giderek daha güç hale getirmektedir. Bu kapsamda hemşirelerin profesyonel rollerini güçlendirebilmeleri ve bakım hizmetlerini güvenli, etkili ve nitelikli biçimde sunabilmeleri için yeterlilik düzeylerini düzenli olarak gözden geçirmeleri ve mesleki yetkinliklerini sürekli olarak geliştirmeleri önem taşımaktadır. (Alligood, 2014; Nilsson ve ark, 2014; Takase et al., 2018; Taşkıran ve Türk, 2023).

YETKİNLİK TANIMI

Yetkinlik kavramı, çeşitli mesleki alanlarda olduğu gibi hemşirelikte de, bir bireyin görevlerini etkili bir şekilde yerine getirme yeteneğini tanımlamak için kullanılmaktadır. Hemşirelikte yetkinlik, hasta bakımının kalitesini, güvenliğini ve etkinliğini belirleyen temel unsur ve birey merkezli bakımı gerçekleştirmek için bir gerekliliktir. Yetkinlik, hemşirenin kaliteli bakım sunma yeteneğini değerlendirmede hayati bir rol oynar. Kritik bir öneme sahip olmasına rağmen, bu kavramın hemşireliğin eğitim, uygulama ve yönetim alanlarında net bir şekilde tanımlanmasına ihtiyaç vardır. Literatürde, yetkinliğin açık ve kapsamlı bir tanımı konusunda tam bir fikir birliği yoktur. Hemşirelik alanında, bilişsel yetenek ve klinik yeterlilikteki yetkinliği tanımlamak için pek çok çalışma yapılmış ancak ortak anlayışta net bir tanıma ulaşılamamıştır. Hemşirelikte yetkinliğin net bir tanımının olmaması, yöneticiler, eğitimciler ve klinisyen hemşirelerin yerleşik bir teorik tanıma ihtiyaç duymasına neden olmuştur (Mc Mullan ve ark, 2003; Axley, 2008; Tilley, 2008; Smith, 2012)

Hemşirelikte yetkinlik, teorik bilgi, eğitim ve klinik uygulama arasındaki boşluğu dolduran karmaşık bir kavramdır. Yetkinlik ve yeterlilik terimleri sıklıkla birbirinin yerine kullanılmakla birlikte, araştırmacılar tarafından iki kavram arasındaki farklara da dikkat çekilmektedir. Yetkinlik, becerilerin edinilmesinden çok daha fazlasıdır, çünkü tutumlar, motivasyonlar, kişisel içgörü, yorumlama yeteneği, algılama gücü, olgunluk ve öz değerlendirme gibi diğer nitelikleri de içerir (Axley, 2008). Epstein ve Hundert, yeterliliğin bir bireyin iş beklentilerini yerine getirme performansını ifade ettiğini, yetkinliğin ise gerçek bakım ortamlarımdaki holistik performansı ifade ettiğini ve genellikle karar verme, bilgi ve davranışların entegrasyonunu yansıttığını belirtmiştir. Bu bakış açısına göre, yetkinlik davranışsal bir kavram olarak anlaşılmakta, yeterlilik ise daha çok görev odaklı ve kapsamı sınırlı bir kavram olarak algılanmaktadır (Epstein ve Hundert 2002; Watson ve ark., 2002).

Yetkin profesyoneller, kendi bilgi ve beceri sınırlarının farkında olarak tanımlanmış sorumluluklar, mesleki standartlar, eğitim ve nitelikler doğrultusunda özerk bir biçimde güvenli bakım sunabilmektedir. Yetkinlik, hemşire ile diğer sağlık ekibi üyeleri arasındaki iş birliğini destekleyerek yeni bilgi ve becerilerin geliştirilmesini ve bu kazanımların klinik uygulamaya entegre edilmesini kolaylaştırır. Mesleki rolünde güçlü bir yetkinlik algısına sahip olan hemşirenin, ekip çalışmasına daha yatkın olduğu, meslektaşlarının rollerini ve bakış açılarını daha iyi anladığı ve takdir ettiği bildirilmektedir. Ayrıca yetkin hemşirelerin, öngörü becerileri gelişmiş olup hem planlı hem de beklenmedik klinik durumlara uygun ve zamanında yanıt verebilme kapasiteleri yüksektir. Benner ise hemşirelik uygulamasının, öğrenilen bilgi ve becerilerin sürekli eğitim ve deneyim yoluyla gelişen mesleki yargı, karakter ve uzmanlıkla bütünleştirilmesini gerektirdiğini vurgulamaktadır (Benner, 2005; Axley, 2008).

Hemşirelik alanında yetkinlik kavramı ilk kez 1980'li yıllarda sistematik biçimde ele alınmaya başlanmış; bu döneme kadar yetkinlik daha çok klinik gözlemler ve yazılı değerlendirmeler yoluyla ölçülmüştür. Ancak 1980'li yıllardan itibaren hemşirelik alanındaki kuramsal gelişmelerle birlikte mesleki otoriteler hemşireler için yeterlilik ve yetkinlik çerçevelerini tanımlamaya yönelmiştir. 1990'ların ortalarında ve sonlarında, hemşirelik öğrencileri, klinik hemşireleri ve sağlık hizmeti sağlayıcılarını değerlendirmek için bir strateji olarak yetkinlik kavramı standartlaştırılmaya ve kullanılmaya başlanmıştır. Zaman içerisinde hemşirelik pratiğini açıklamaya yönelik çok sayıda yetkinlik tanımı geliştirilmiştir. Bu kapsamda Benner, While ve Nagelsmith yetkinliği, istenen sonuçlara ulaşmayı sağlayacak biçimde etkili performans sergileme olarak tanımlamaktadır (Benner, 1982; While, 1994; Nagelsmith, 1995; Axley 2008; Smith, 2012). Güncel yaklaşımlar yetkinliğin yalnızca teknik becerilerle sınırlı olmadığını; eleştirel düşünme, kişilerarası iletişim ve teknik becerilerin bütünleşik etkileşimiyle ortaya çıktığını ve hemşirelik pratiğinin bilişsel, duyuşsal ve psikomotor alanlarını kapsayan çok boyutlu bir yapı oluşturduğunu, yetkinlik için bilgi ve becerilerin klinik uygulamada etkili biçimde kullanılmasının esas olduğunu vurgulamaktadır (Mrayyan et al, 2025). Bu yaklaşım doğrultusunda yetkinlik, güvenli, etkili ve kaliteli bakım sağlamak için gerekli bilgi ve becerilerle verilen görevleri yerine getirme becerisi olarak tanımlamaktadır.

HEMŞİRELİKTE YETKİNLİK ALANLARI

Yetkinlik, hemşirelerin doğru klinik kararlar alabilme ve hasta güvenliğini sağlayabilme becerilerini geliştirmek açısından günümüzde önemi giderek artan bir kavramdır. Sağlık bakım hizmetini alan bireyler, mesleki rollerine ilişkin sorumlulukları yerine getirme konusunda hemşirelerin yetkin olmalarını beklemektedir. Hemşirenin hastaya zarar vermeden, güvenli hasta bakımını sağlaması ve etik kurallara uyarak mesleğini yapabilme kapasitesi, alanı ile ilgili bilgi, beceri ve sorumlulukları eksiksiz yerine getirdiğini somut olarak kanıtlamasına bağlıdır. Sağlığı korumak ve hemşirelik mesleğinin güvenilirliğini sürdürmek için mesleki sınırlar ve yetkinlik çerçevelerinin tanımının yapılması önemlidir. Bu amaçla, Uluslararası hemşireler konseyi (International Council of Nurses, ICN) tarafından hemşirelik uygulamalarının kapsamı için dört adet yetkinlik alanı tanımlanmıştır.

1. Mesleki Sorumluluk: Bu alanda; mesleki, yasal ve etik sorumluluklar ile kültürel güvenliğe ilişkin yetkinlikler yer alır. Mesleki sorumluluk alanı; bilgi

ve karar verme becerisini gösterebilme, bakımda gerçekleştirdiği uygulamaların ve kararların sorumluluğunu alma ve hastanın özerkliğini, güvenliğini, yaşam kalitesini ve iyilik halini geliştirmeye yönelik girişimleri içerir.

2. Hemşirelik Bakımının Yönetimi: Bakımın yönetimi alanı, sağlıklı/hasta bireyin gereksinimlerini dikkate alan, hemşirelik alanına özgü bilimsel bilgi ve kanıta dayalı araştırma sonuçlarının bakımda kullanımını değerlendirme ve bu süreci yönetme ile ilgili yetkinlikleri içerir.

3. Kişilerarası İlişkiler: Bu alan; bakım hizmeti alan bireyler ve hemşireler arasındaki kişilerarası ve terapötik iletişim ile interdisipliner iletişime yönelik yetkinlikleri içerir.

4. İnterdisipliner Sağlık Hizmetleri ve Kalite Geliştirme: Bu alan; hemşirenin, sağlık ekibinin bir üyesi olarak bakımın etkinliğini değerlendirdiğini ve ekibin mesleklerarası faaliyetleri içinde hemşirelik bakış açısını desteklediğini kanıtlayan yetkinlikleri içerir (ICN, 2022).

HEMŞİRELİKTE YETKİNLİĞİN GELİŞİM SÜRECİ

Hemşirelikte yetkinlik, doğrusal bir ilerleme göstermeyen; klinik deneyim, bağlamsal öğrenme ve profesyonel farkındalıkla birlikte zaman içinde derinleşen çok boyutlu bir gelişim süreci olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle yetkinliğin değerlendirilmesi, yalnızca mezuniyet öncesi eğitimle sınırlandırılamayacak; mesleğe girişten itibaren profesyonel yaşam boyunca süreklilik gösteren bir gelişim alanı olarak ele alınmalıdır. Günümüzde sağlık hizmetlerinde bakım sürelerinin kısalması, teknolojik uygulamaların karmaşıklaşması, disiplinler arası iş birliğinin artması ve hemşirelerin klinik karar alma süreçlerindeki rollerinin genişlemesi, ileri düzey bilgi ve beceriye sahip hemşirelere olan gereksinimi daha görünür hâle getirmiştir. Bu çerçevede etkili hemşirelik uygulaması, kanıta dayalı bilginin klinik bağlamda yorumlanmasını ve teknolojik olanaklarla bütünleştirilmesini gerektirmektedir. Klinik bilgelik ve etkili karar verme ise, büyük ölçüde bireyin gerçek bakım deneyimlerinden edindiği örtük bilgiyle şekillenmektedir (Benner, 1982; Benner, 2005; Koç ve ark., 2018).

Hemşirelikte yetkinliğin nasıl geliştiğini açıklamaya yönelik en etkili kuramsal yaklaşımlardan biri Benner tarafından geliştirilen *Acemilikten Uzmanlığa* modelidir. Benner, bu modeli oluştururken Dreyfus ve Dreyfus'un beceri edinimine ilişkin kuramsal çerçevesinden yararlanmış; ancak bu yaklaşımı klinik hemşirelik uygulamalarının özgül dinamiklerine

uyarlamıştır. Model, hemşirelerin bilgi ve becerilerinin yalnızca kurallara dayalı öğrenme ile değil, klinik durumların anlamlandırılması ve deneyimlerin yorumlanması yoluyla geliştiğini savunmaktadır. Benner'in farklı deneyim düzeylerindeki hemşireler ve hemşirelik öğrencileriyle yürüttüğü çalışmalar sonucunda, hemşireliğe özgü yetkinlik alanları tanımlanmış ve profesyonel gelişim beş aşamalı bir yapı içerisinde ele alınmıştır (Benner, 1982).

Modelin başlangıç düzeyi olan acemilik, bireyin belirli bir klinik duruma ilişkin önceki deneyiminin bulunmadığı evreyi ifade etmektedir. Bu düzeyde hemşireler, uygulamalarını önceden belirlenmiş kurallar ve yazılı yönergeler doğrultusunda yürütmekte; klinik ipuçlarını yorumlama ve duruma özgü esneklik gösterme konusunda sınırlılıklar yaşamaktadır. Performansları genellikle parçalı ve bağlamdan bağımsızdır. Bu aşama çoğunlukla hemşirelik öğrencilerini kapsamakla birlikte, daha önce deneyim sahibi olan hemşirelerin yeni bir uzmanlık alanına geçişlerinde de gözlenebilmektedir (Brykczynski, 2014; Karadağ ve ark., 2017).

İleri acemilik (kalfa) olarak tanımlanan yeterlilik aşamasında birey, klinik durumların tekrar eden örüntülerini tanıyabilecek ölçüde deneyim kazanmıştır. Bu düzey, çoğunlukla yeni mezun hemşirelerin profesyonel uygulamalarının erken dönemini temsil etmektedir. Hemşireler belirli girişimleri etkili biçimde yerine getirebilmekle birlikte, klinik karar alma sürecinde rehberlik ve geri bildirime gereksinim duymaktadırlar. Bilgi birikimi hızla artarken, görev odaklı yaklaşım ve zaman yönetimindeki güçlükler stres ve duygusal yük oluşturabilmektedir. Bu dönemde anksiyete ve tükenmişlik belirtilerinin daha sık görülebildiği bildirilmektedir (Brykczynski, 2014; Karadağ ve ark., 2017).

Benner'e göre profesyonel öğrenme, bireyin kendi deneyimlerini değerlendirmesi ve deneyimli meslektaşlarının uygulamalarını gözlemlemesi yoluyla gerçekleşmektedir. Yeterlilik düzeyini aşan hemşireler, yetkinlik aşamasına geçiş yapmaktadır (Benner ve ark., 1992). Yetkin hemşireler, klinik durumlarda hangi unsurların öncelikli olduğunu ayırt edebilmekte; bakım sürecini amaçlar doğrultusunda yapılandırabilmektedir. Bu aşamada performans, tutarlı uygulamalar, öngörülebilirlik, etkili zaman yönetimi ve önceliklendirme becerileriyle tanımlanmaktadır. Yetkinlik düzeyinin genellikle aynı klinik alanda birkaç yıllık deneyim sonrasında geliştiği belirtilmektedir. Bu düzeydeki hemşireler, olası riskleri öngörebilmekte, sorumluluk almaktan kaçınmamakta ve öz değerlendirme yapabilme kapasitesi sergilemektedirler (Benner ve ark., 1992; Brykczynski, 2014).

Yetkinlik aşaması, yalnızca teknik becerilerin değil; aynı zamanda profesyonel etik anlayışın, klinik muhakemenin ve sorumluluk bilincinin derinleştiği kritik bir geçiş dönemini temsil etmektedir. Benner (2005), erken gelişim aşamalarında hemşirelerin hata yapmadan yüksek performans gösterme beklentisinin anksiyeteyi artırabileceğini vurgulamaktadır. Bu nedenle yetkinliğin sürdürülebilir biçimde gelişebilmesi için hemşirelerin uygun rehberlik ile desteklenmesi, klinik belirsizliklerle baş etme

becerilerinin güçlendirilmesi ve sezgisel bilgilerini karar verme süreçlerine güvenle entegre edebilmelerinin teşvik edilmesi önem taşımaktadır. Bu yaklaşım, güvenli bakım sunumunun desteklenmesi ve bakım kalitesinin artırılması açısından temel bir yapı oluşturmaktadır.

HEMŞİRELİKTE YETKİNLİĞİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Hemşirelik mesleğinin günümüzde karşı karşıya olduğu en önemli güçlükler arasında hemşire yetkinliğinin geliştirilmesi, sürdürülmesi ve sistematik olarak değerlendirilmesi yer almaktadır. Hemşireler, her yıl hastalık ya da yaralanma nedeniyle hastaneye yatırılan milyonlarca bireye temel bakım hizmeti sunmakta ve bu bakım sürecinde hasta güvenliği ile bakım kalitesinde belirleyici bir rol üstlenmektedir. Hemşirelerin mesleki eğitim almış olmaları ve diplomaya sahip bulunmaları, hemşirelik bakımının teorik olarak güvenli ve yetkin bir şekilde sunulduğu varsayımını desteklese de, bu yeterliliğin klinik uygulamadaki karşılığının objektif, geçerli ve süreklilik gösteren değerlendirme yaklaşımlarıyla ortaya konması gerekmektedir. Hemşirelik mesleğinin temel çıktılarından birinin hemşirelerin yetkinliğini ölçebilme ve hastalar ile ailelerinin güvenli, etkili ve belirlenen mesleki standartlara uygun bakım aldığından emin olabilme becerisi olduğu da bilinen bir gerçektir. Bu nedenle yetkinlik standartları geliştirilirken paydaşların değerlendirme ve ölçüm süreçlerinin nasıl uygulanacağı, bu süreçlerin geçerlilik ve güvenirliğinin nasıl sağlanacağı konularını bütüncül bir yaklaşımla ele almaları önem taşımaktadır (Smith, 2012; Axley,2008).

Hemşirelerde yetkinliğin değerlendirilmesi mesleki gelişim ihtiyaçlarının belirlenmesi ve kalite iyileştirme alanlarının saptanması açısından kritik öneme sahiptir. Hemşirelik uygulamalarında sunulan bakım hizmetinin etkisi mesleki davranışlar değerlendirilerek ölçülebilir hale getirilebilir. Dolayısıyla, hemşirelikte yetkinliğin doğru ve tutarlı biçimde değerlendirilebilmesi için geçerli, güvenilir ve ölçülebilir değerlendirme araçlarına duyulan gereksinim giderek artmaktadır. Yetkinlik değerlendirmesinde kullanılan araçların, bilimsel araştırmalar sonucunda geliştirilmiş ve kanıta dayalı bilgiye dayanan ölçme araçları olması gerekmektedir. Bu nedenle tercih edilecek değerlendirme yöntemlerinin, kapsamlı bilimsel bilgiye dayanan, metodolojik açıdan güçlü ve ölçülebilir nitelikler taşıyan sistematik çalışmalar olması önemlidir (Mokkink ve ark., 2010). Hemşirelerin yetkinlik düzeylerinin değerlendirilmesi; mesleki gelişimin desteklenmesi, eğitim gereksinimlerinin belirlenmesi ve bakım

hizmetlerinin en üst düzeyde sunulabilmesi açısından kritik bir gereklilik oluşturmaktadır. Ayrıca yeterlilik değerlendirmeleri, kalite güvence süreçlerinin yapılandırılmasında, iş gücü planlamasında ve insan kaynakları yönetiminde temel bir bileşen olarak ele alınmalıdır. (Meretoja ve ark, 2004). Yetkinliğin sistematik olarak değerlendirilmesi; hemşirelerin istihdam süreçlerinde, nitelikli hemşirelik bakımının gerçekleştirilmesinde ve sağlık kurumlarının akreditasyon süreçlerinde kritik bir öneme sahiptir**.** Hemşirelikte mesleki yeterliliğin kanıtlanması, yalnızca yönetimsel bir gereklilik değil; aynı zamanda uluslararası akreditasyon kuruluşlarının (The Joint Commission vb.) zorunlu kıldığı bir kriter ve Amerikan Hemşireler Birliği'nin (ANA) temel uygulama standartlarından biridir. Bu nedenle hemşirenin yeterliliği ve yetkinliğini değerlendirmede kullanılan araçlar, hemşirelerin kendi kendilerini değerlendirebilmesi için ve yöneticilerin kullanımı açısından uygulanabilir ve anlaşılır olmalıdır (Salonen ve ark, 2007; Meretoja ve Koponen, 2012).

SONUÇ

Günümüzde hemşirelik mesleği; yaşam boyu öğrenmenin desteklenmesini, kanıta dayalı bilginin klinik uygulamaya sistematik biçimde entegre edilmesini ve hasta merkezli bakım anlayışının benimsenmesini zorunlu kılmaktadır. Bu dönüşüm, hemşirelik uygulamalarında daha yüksek düzeyde kabul edilebilirlik ve tutarlılık gereksinimini beraberinde getirmektedir. Bu bağlamda, hemşirelikte yetkinlik kavramının kuramsal temellerinin açık biçimde tanımlanması ve yetkinliğin bakım kalitesiyle olan ilişkisinin bütüncül bir yaklaşımla ele alınması büyük önem taşımaktadır.

Hemşire eğitimciler, klinik liderler ve yöneticiler, hemşirelerin mesleki gelişim süreçlerinde yetkinliğin geliştirilmesi, yönlendirilmesi ve değerlendirilmesine rehberlik edecek bütüncül bir model kullanarak kavrama ilişkin belirsizliklerin azaltılmasına katkı sağlayabilirler. Yetkinliğin ortak bir çerçeve içinde ele alınması, hemşirelik uygulamalarında kalite, güvenlik ve profesyonel standartların sürdürülebilirliğini destekleyerek bakım sonuçlarının iyileştirilmesine olanak sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Alligood, M.R., (2014). Nursing theorists and their work ,8.edition, Mosby.

Axley, L. (2008). Competency: A concept analysis. *Nursing Forum. 43(4),* 214-222. Malden, USA: Blackwell Publishing.

Benner, P. (1982). From novice to expert. *American Journal of Nursing, 82(3),* 402-407.

Benner, P. (2005). Using the Dreyfus model of skill acquisition to describe and interpret skill acquisition and clinical judgment in nursing practice and education. *The Bulletin of Science, Technology and Society Special Issue: Human Expertise in the Age of the Computer, 24 (3),* 188-199.

Benner, P., Tanner, C., & Chesla, C. (1992). From beginner to expert: Gaining a differentiated clinical world in critical care nursing. *Advances in Nursing Science, 14(3),* 13-28.

Brykczynski, K.A. (2014). Nursing theorists and their work. In *Clinical Wisdom and Ethics in Nursing Practice* (Eds Tomey, A.M., Alligood, M.R.), 7th edition, Mosby Elsevier, 120-146.

Church, C.D. (2016). Defining competence in nursing and ıts relevance to quality care. *Journal for Nurses in Professional Development, 32,(5),* 9-14.

Dinç, L. (2010). Bakım kavramı ve ahlaki boyutu. *Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Dergis*i, *17(2),* 74-82.

Erol, F., Türk, G. (2019). Assessing the caring behaviours and occupational professional attitudes of nurses. *J Pak Med Assoc., 69(6),* 783-787.

Epstein, R. M., & Hundert, E. M. (2002). Defining and assessing professional competence. *JAMA, 287(2)*, 226–235. https://doi.org/10.1001/jama.287.2.226

Mrayyan, M. T., Abunab, H. Y., Abu Khait, A., Rababa, M. J., Al-Rawashdeh, S., Algunmeeyn, A., & Abu Saraya, A. (2023). Competency in nursing practice: A concept analysis. *BMJ Open, 13(6),* e067352.

Taşkıran, N., Turk ,G. (2023). The relationship between the ethical attitudes and holistic competence levels of intensive care nurses: A cross-sectional study. *PLoS One 18(7),* e0287648. https://doi.org/10.1371/journal. pone.0287648.

Saldiroğlu, E., & Turk, G. (2021). Validity and reliability of the holistic nursing competence scale. *Journal of Hacettepe University Faculty of Nursing, 8(1),* 43–50. https://doi.org/10.31125/hunhemsire.906944 36.

Takase, M., & Teraoka, S. (2011) Development of the holistic nursing competence scale. *Nursing & Health Sciences. 13(4),* 396–403. https://doi.org/10.1111/j.1442-2018.2011.00631.x

Rızalar, S., Baltacı, N., Topcu, S.Y., & Sanioğlu, G. (2020). Ethical decision-making among intensive care unit and operating room nurses. *Arch Health Sci Res*., *7(2),* 129–36.

World Health Organization (WHO) (2020). Competencies for nurses working in primary health care. Accessed: https://ccoms.esenfc.pt/pub/Competencies-nurses-primary-health-care-eng.pdf. Accessed date: 20.12.2025.

Tilley, D.D.S. (2008). Competency in nursing: A concept analysis. *The Journal of Continuing Education in Nursing, 39*(2), 58–64.

Nilsson, J., Johansson, E., Egmar, A.C., Florin, J., Leksell, J., Lepp, M., Lindholm, C., Nordström, G., Theander, K., Wild-Larsson, B., Carlsson, M., & Gardulf, A. (2014). Development and validation of a new tool measuring nurses self-

reported professional competence—The nurse professional competence (NPC) Scale. *Nurse Education Today, 34(4),* 574-580.

McMullan, M., Endacott, R., Gray, M., Miller, C., Scholes, J., & Webb, C. (2003). Portfolios and assessment of competence: A review of the literature. *Journal of Advanced Nursing, 41 (3),* 283–294.

International Council of Nurses. (2022). Competencies for registered nurses. Accessed:https://www.nursingcouncil.org.nz/common/Uploaded%20files/Public/Competencies%20for%20EN%20and%20RN/NCNZ006-Competencies-Registered-Nurses-FA.pdf. Accessed date: 22.12.2025

Meretoja, R., Isoaho, H., & Leino-Kilpi, H. (2004). Nurse competence scale: Development and psychometric testing. *Journal of Advanced Nursing, 47 (2),* 124–133.

Salonen, A.H., Kaunonen, M., Meretoja, R., Tarkka, M.T. (2007). Competence profiles of recently registered nurses working in intensive and emergency settings. *Journal of Nursing Management, 15(8),* 792–800.

Mokkink, L.B., Terwee, C.B., Knoll, D.L., Stratford, P.W., Alonso, J., Patrick, D.L., Bouter, L.M. & de Vet, H.C.W (2010). The COSMIN checklist for evaluating the methodological quality of studies on measurement properties: A clarification of its content. *BMC Medical Research Methodology, 10 (22).* https://doi.org/10.1186/1471-2288-10-22.

Karadağ, A., Çalışkan, N., Baykara, Z.G. (2017). Hemşirelik teorileri ve modelleri. Akademi Basın ve Yayıncılık, İstanbul, 678-697.

Koç, Z., Çınarlı, T., Şener, A., & Kızıltepe, S.K. (2018). Patricia Benner: Hemşirelik uygulamalarında klinik bilgelik ve beceri edinimi. *Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 9(1),* 1-12.

Nagelsmith, L. (1995). Competence: An evolving concept. *The Journal of Continuing Education in Nursing, 26(6),* 245–248.

While, A.E. (1994). Competence versus performance: which is more important? *Journal of Advanced Nursing, 20,* 525–531.

Smith, S.A. (2012). Nurse competence: A concept analysis. *International Journal of Nursing Knowledge, 23(3),* 172-182.

Watson, R., Stimpson, A., Topping, A., & Porock, D. (2002). *Clinical competence assessment in nursing: A systematic review of the literature*. *Journal of Advanced Nursing, 39(5),* 421–431.

Plexus Brachialis'in Anatomisi ve Varyasyonları

Muhammet Bora UZUNER[1]
Muammer Hayri BEKTAŞ[2]

1- Doç.Dr..; Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi Tıp FakültesiAnatomi AD. muzuner@bandirma.edu.tr ORCID No: 0000-0001-6557-3086
2- Dr. Öğr. Üyesi.; Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi Tıp FakültesiAnestezi ve Reanimasyon AD.. mbektas@bandirma.edu.tr 0009-0009-7577-9171

ÖZET

Brakiyal pleksus, çoğunlukla C5–T1 spinal sinirlerinin ventral (anterior) dallarından oluşan ve omuz kuşağı dâhil tüm üst ekstremitenin motor-duyusal innervasyonunu sağlayan hiyerarşik bir periferik sinir ağıdır. Boynun kök bölgesinde başlar, m. scalenus anterior–medius arasındaki interskalen aralıktan geçerek supraklaviküler alana uzanır ve aksillada özellikle a. axillaris ile yakın komşuluk içinde ilerleyip terminal dallarıyla kola ve ele dağılır. Klasik inceleme basamakları kökler → trunkuslar → divizyonlar → kordlar → terminal dallar şeklindedir; bu sınıflama liflerin yeniden gruplanmasını ve topografiyi sistematize eder. Kök düzeyinde (C5–T1) önemli erken dallar: n. dorsalis scapulae (C5) ve n. thoracicus longus (C5–C7) olup özellikle serratus anterior zedelenmesi skapula alata ile sonuçlanabilir. Köklerin a. subclavia ile, ayrıca n. phrenicus (skalen ön yüzünde) ve sempatik trunk/vagus ile komşuluğu cerrahi ve blok anestezide risk yaratır. Varyasyon olarak prefixed (C4 katkısı artmış, T1 azalmış) ve postfixed (T2 artmış, C5 azalmış) paternler travma bulgularını ve blok/EMG yorumunu değiştirebilir.Trunkuslar: superior (C5–6), medius (C7), inferior (C8–T1). Supraklaviküler bölgede özellikle truncus inferior, 1. kosta ve plevra kubbesine yakınlığı nedeniyle hassastır. Klasik trunkus dalları: n. suprascapularis ve n. subclavius (bazı olgularda accessory phrenic bağlantı).Divizyonlar (anterior/posterior) fleksör–ekstansör kompartman ayrışmasını yansıtır; klavikula arkasında olduklarından kırıklarda yaralanabilir ve torasik outlet basılarında rol alabilir. Kordlar a. axillaris'e göre lateral–posterior–medial adlandırılır ve musculocutaneus, median, ulnar, radial, axillary gibi terminal sinirlerin kaynaklarıdır. Kord/terminal varyasyonlar (musculocutaneus–median bağlantıları, ansa pectoralis, torakodorsalın farklı kökeni vb.) cerrahi, sinir bloğu ve EMG'de tanısal belirsizlik yaratır.Terminal düzeyde median–ulnar anastomozlar (Martin–Gruber, Marinacci, Riche–Cannieu) klinik tabloları maskeleyebilir ve atipik iletim paternlerine yol açabilir.Yenidoğanda pleksus düzeni korunur; ancak kısa boyun, kraniyal omuz kuşağı ve daha yüzeyel yerleşim pleksusu traksiyona duyarlı kılar. İnce yumuşak doku "yastığı" ve dar kemik koridor, doğumla ilişkili pleksus yaralanması riskini artırır; devam eden miyelinizasyon ise klinik seyrin erişkinden farklı gelişmesine katkıda bulunur.

Anahtar Kelimeler: Plexus Bracialis Topografisi, Segmental Kompozisyon, Komşuluklar, Anatomik Varyasyonlar.

GİRİŞ

Brakiyal pleksus (plexus brachialis), C5–T1 spinal sinirlerinin rami anteriores'inden (ventral/ön dallar) köken alan ve üst ekstremitenin—omuz

kuşağının büyük bölümü dâhil—motor ve duyusal innervasyonundan sorumlu, hiyerarşik olarak örgütlenmiş bir periferik sinir ağıdır. Pleksus, regio cervicalis'te (boynun kök bölgesi) başlar; spatium interscalenum üzerinden ilerleyerek regio supraclavicularis'ten geçer, ardından axilla içerisinde özellikle a. axillaris ile yakın topografik komşuluk kuracak şekilde seyreder ve terminal dalları aracılığıyla tüm üst ekstremite boyunca dağılım gösterir (Stephens,2025).

Klasik anatomik yaklaşımda plexus brachialis, açıklayıcı ve topografik amaçlarla beş ardışık düzeyde incelenir: radices (kökler) → trunci (trunkuslar) → divisiones (divizyonlar) → fasciculi/cords (kordlar/fasiküller) → rami terminales (terminal dallar). Bu sınıflama, basamaklar arasında özünde bir "fonksiyon farkı" tanımlamaktan ziyade, liflerin yeniden gruplanma biçimini ve anatomik ilişkilerini sistematik biçimde ortaya koymayı hedefler. İzleyen bölümde her düzey, ilgili anatomik seyir ve komşuluklar ile sık karşılaşılan varyasyon paternleri ve bu varyasyonların klinik yansımaları ile birlikte ele alınacaktır (Stephens,2025).

1) Roots (Radices): C5–T1

Plexusun başlangıcını, spinal sinirlerin foramen intervertebraleden çıktıktan sonra ramus dorsalis ve ramus ventralis olarak ayrılması izler; brachial plexusu oluşturan yapı, C5–T1 ventral ramuslarının birbiriyle kurduğu bağlantılardır. Dorsal ramuslar ise esas olarak sırtın derin kaslarını ve vertebral kolon çevresini innerve eder ve plexus oluşumuna katılmaz. Boyun bölgesinde kökler, prevertebral planla uyumlu biçimde ilerler; özellikle m. scalenus anterior ile m. scalenus medius arasında yer alan interskalen aralık, köklerin ve hemen ardından trunkusların geçtiği kritik bir geçittir. Bu düzeyde yüzeyel örtüde m. sternocleidomastoideus'un alt bölümleri yer alır; derinde fascia prevertebralis ve columna vertebralis komşuluğu, cerrahi disseksiyon ve bölgesel anestezi girişimlerinde anatomik referans niteliği taşır (Gilcrease-Garcia,2020).

Köklerin komşuluk ilişkileri, klinik risklerin anlaşılması açısından özellikle değerlidir. Anterior komşulukta m. scalenus anterior ve kısmen m. sternocleidomastoideus, posterior komşulukta m. scalenus medius bulunurken medialde vertebral kolon ve prevertebral fasya, lateralde ise omuz kuşağına ve klavikulaya yönelen bir seyir dikkati çeker. Vasküler açıdan kökler ve trunkuslar çoğunlukla a. subclavia'nın üst ve lateralinde konumlanır; v. subclavia daha anterior-inferior yerleşim göstererek plexusun önünde seyreder. Üst seviyelerde a. vertebralis ve truncus thyrocervicalis ile yakın komşuluklar görülebilir. Nöral komşulukta n. phrenicus, m. scalenus anterior'un ön yüzünde aşağı doğru ilerler ve plexus köklerine göre daha medial-anterior bir hatta yer alır; daha mediale doğru n. vagus ve sempatik trunk ile yakın topografik ilişki söz konusudur (Paulsen,2016; Arifoğlu,2022).

Kök düzeyindeki erken dallanmalar, plexusun "ana gövdesi" oluşmadan önce omuz kuşağı ve skapular stabiliteyle ilişkili önemli kas gruplarını hedefler. N. dorsalis scapulae genellikle C5'ten çıkar, çoğu olguda m. scalenus medius'u delerek posteriora geçer ve m. levator scapulae ile rhomboid kaslarını innerve eder. N. thoracicus longus ise tipik olarak C5–C7 köklerinden ince dallar halinde doğar; interskalen bölgeden aksiale doğru uzun bir yol izleyerek m. serratus anterior'u innerve eder. Bu sinirin zedelenmesi, skapulanın toraks duvarından ayrıldığı "scapula alata yada winged scapula" tablosuyla klinikte belirginleşebilir (Paulsen,2016).
Kök düzeyinde varyasyonlar, hem lezyonların klinik paternini hem de girişimsel işlemlerin güvenliğini doğrudan etkileyebilir. Prefixed plexus örüntüsünde C4 katkısı belirginleşip T1 katkısı azalabilir (C4–C8 eğilimi), postfixed örüntüde ise C5 katkısı azalırken T2 katkısı artabilir (C6–T2 eğilimi). Bu değişkenlik, örneğin üst trunk ağırlıklı yaralanmalarda beklenen motor-duysal kayıpların dağılımını modifiye edebilir. Ayrıca köklerin trunkuslara katılma biçimi, n. thoracicus longus'un kök katkıları ya da n. phrenicus'un plexusa yakın seyri gibi ayrıntılar, özellikle boyun cerrahisi ve skalen blok uygulamalarında komplikasyon riskini artıran anatomik zeminler oluşturur (Paulsen,2016; Standring,2005; Moore,2018).

2) Trunkus (Trunci): Superior, Medius, Inferior

Trunkuslar, köklerin interskalen aralıktan çıktıktan sonraki ilk büyük birleşme düzeyini temsil eder. Truncus superior C5 ve C6'nın birleşmesiyle, truncus medius çoğunlukla C7'nin devamı olarak, truncus inferior ise C8 ve T1'in birleşmesiyle oluşur. Bu yapılar boynun lateralinde, mm. scalenii arasındaki geçitten sonra claviculanın posterioruna ve birinci kosta düzeyine yönelir; supraclaviculer bölgede yerleşimleri nedeniyle klinikte supraclaviculer yaklaşımlı sinir bloklarında hedeflenen ana yapılardan biridir (Chilstrom,2025).

Trunkusların komşulukları, özellikle truncus inferior açısından kritik önemdedir. Klavikulaya yaklaşırken m. omohyoideus'un alt karnı ve çevre fasya planlarıyla ilişkilenirler; truncus inferior, birinci kosta ve cupula pleura ile daha yakın komşuluk gösterdiğinden travma, kompresyon ve girişimsel işlemlerde pulmoner komplikasyon riski açısından özel dikkat gerektirir. Vasküler olarak trunkuslar a. subclavia ile yakın seyir gösterir; v. subclavia ise daha anterior-inferior konumuyla dolaylı komşulukta kalır (Standring ark., 2005; Polcaro ark., 2023).

Trunkuslardan çıkan klasik dallar özellikle truncus superior'dan köken alır. N. suprascapularis, omuz eklemi çevresi fonksiyonel stabilite açısından anahtar olan m. supraspinatus ve m. infraspinatus'u innerve ederek incisura scapulae üzerinden skapulaya ulaşır; bu geçişteki anatomik varyasyonlar, sinir sıkışmalarına zemin hazırlayabilir. N. subclavius ise klavikula altına yönelerek m. subclavius'u innerve eder ve bazı olgularda n. phrenicus ile bağlantılar üzerinden "accessory phrenic" katkı gösterebilir. Truncus medius

ve inferior ise çoğunlukla belirgin bir direkt dal vermeden divisyon düzeyine ilerler (Standring ve ark., 2005; Moore & Dalley, 2018).

3) Divisions (Divisiones): Anterior ve Posterior

Divisyon düzeyi, plexusun fonksiyonel organizasyon mantığının görünür hâle geldiği aşamadır. Her trunkus klavikulanın posterioruna yaklaşırken anterior ve posterior olmak üzere ikiye ayrılır; böylece üç trunkustan toplam üç anterior ve üç posterior divisyon oluşur. Bu ayrım, üst ekstremitenin embriyolojik flexor (anterior) ve exstensor (posterior) kompartmanlarına giden liflerin ayrışmasını yansıtır. Divisyonlar, a.subclavia/a. axillaris'in proksimal uzantılarıyla benzer fasya planları içinde ilerleyerek daha distalde fasikülleri oluşturacak şekilde yeniden organize olur (Standring ve ark., 2005; Dawson ve ark., 2023).

Topografik olarak divisyonlar klavikulanın hemen arkasında yer aldığından, özellikle orta 1/3 klavikula kırıkları ve posterior fragman yer değiştirmeleri plexus yaralanmalarına zemin hazırlayabilir. Bu bölgede venöz yapılar genellikle daha anterior-inferior konumda seyrettiği için divisyonların en belirgin ilişkisi arterle kurulur. Divisyon düzeyi, büyük terminal dalların tipik olarak çıkmadığı bir "geçiş" alanı olsa da, dar anatomik aralıklar nedeniyle kompresif durumlarda klinik önem taşır; thoracic outlet sendromu spektrumunda nörojenik bulguların bir kısmı bu segmentteki bası dinamikleriyle ilişkilendirilebilir (Moore & Dalley, 2018; Dawson ark., 2023).

4) Cords (Fasciculi / Cords): Lateral, Posterior, Medial

Fasiküller, plexusun aksillada a. axillaris etrafındaki düzenlenişine göre adlandırılan ve terminal dallara en doğrudan kaynaklık eden düzeyidir. Fasciculus lateralis, truncus superior ve medius'un divisiones anterior ile birleşmesiyle arterin lateralinde; Fasciculus medialis, truncus inferior'un divisiones anterior'un devamı olarak arterin medialinde; Fasciculus posterioris ise üç trunkusun divisiones posteriorior'larının birleşmesiyle arterin posteriorunda yer alır. Bu "artere göre konum" ilkesi, aksiller disseksiyonlarda ve damar-sinir ilişkisini merkeze alan klinik yaklaşımlarda pratik bir harita sağlar (Bozhikova ve ark., 2025; Sharma ve ark, 2024).

Aksiller bölgede fasiküller, yalnızca arterle değil, çevredeki kaslar ve aksiller yağ dokusu/lenf nodlarıyla da yakın ilişki içindedir. Lateralde m. coracobrachialis ve m. biceps'in caput brevesi; posteriorda m. subscapularis, m. latissimus dorsi ve m. teres major; medialde göğüs duvarı ve ilişkili fasya planları dikkati çeker. Aksiller lenf nodu diseksiyonları gibi cerrahilerde fasiküllerin ve dallarının zedelenme riski, bu yoğun anatomik komşuluğun doğal sonucudur (Moore & Dalley, 2018).

Fasiküllerden çıkan dallar, klinikte en sık karşılaşılan periferik sinirlerin doğrudan kaynağıdır. fasciculus lateralis'ten n. musculocutaneus, kolun anterior kompartman kaslarını innerve ederek devamında n. cutaneus

antebrachii lateralis şeklinde önkola duyusal katkı verir; ayrıca radix lateralis n. mediani median sinirin lateral kökünü oluşturur ve n. pectoralis lateralis m. pectoralis'in innervasyonuna katılır. Fasciculus medialis'ten n. ulnaris, radix medialis n. mediani, n. cutaneus brachii medialis, n. cutaneus antebrachii medialis ve n. pectoralis medialis çıkar. Fasciculus posterioris'ten ise n. axillaris ve n. radialis gibi majör terminal sinirlerin yanı sıra nn. subscapulares ve n. thoracodorsalis gibi skapular-kuşak kaslarını hedefleyen dalları verir; bu dallar özellikle omuz cerrahisi ve flep cerrahisinde "korunması gereken yapı" listesinde üst sıralardadır (Moore & Dalley, 2018; Benes ve ark, 2022; Bozhikova ve ark, 2025). Fasikülus düzeyindeki varyasyonlar, beklenen anatomik ilişkilerin değişmesine bağlı olarak klinik tanı ve girişimleri etkileyebilir. N. musculocutaneus'un n.medianus ile anastomoz yapması, n. medianus'tan köken alması veya m. coracobrachialis'i delmeden seyretmesi; n. medianus'un köklerinin farklı sayıda bağlantıyla "ansa" oluşturması; n. pectoralis ile arasında ansa pectoralis gibi sık görülen bağlantılar; ya da n. axillaris– n. radialis ayrılmasının beklenenden daha proksimal/distal olması gibi varyantlar, hem cerrahi planlamada hem de elektromiyografi yorumlarında önemlidir (Standring ve ark., 2005).

5) Terminal dallar: Üst ekstremiteye dağılımın klinik omurgası

Terminal sinirler, plexusun fonksiyonel çıktısını temsil eder ve klinikte lezyon lokalizasyonu çoğu zaman bu sinirlerin motor-duysal haritaları üzerinden yapılır. N. musculocutaneus kolun ön kompartmanının ana motor siniri olup önkolun lateral duyusunu taşır; n. medianus önkolun fleksör-pronator grubunun büyük bölümünü ve elde thenar fonksiyonları ile radial palmar duyuyu üstlenir; n. ulnaris elin intrensek kaslarının çoğunu ve ulnar taraf duyusunu sağlar; n. radialis kol ve önkolun ekstansör kompartmanlarının ana motor siniridir ve el sırtı duyusuna geniş katkı verir; n. axillaris m. deltoideus ve m. teres minor'un motor fonksiyonları ile omuz lateral duyusunu taşır. Terminal düzeydeki anastomozlar (ör. median–ulnar bağlantılar) klinik muayene bulgularını ve EMG paternlerini değiştirebildiğinden, standart "kitap şeması" ile birlikte varyasyon olasılığını akılda tutmak tanısal doğruluğu artırır (Arifoğlu, 2022; Moore & Dalley, 2018). Brakiyal pleksus varyasyonları sık görülür ve klinik olarak önemlidir, genellikle standart "ders kitabı diyagramını" zorlar ve cerrahi, elektromiyografi (EMG) ve sinir bloklarında tanı doğruluğunu etkiler (Elzawawy, 2021).

ANATOMİK VARYASYONLAR

1) Kök düzeyi varyasyonları (Radices)

Prefixed ve postfixed plexus konfigürasyonları, brachial plexus'un kraniokaudal düzlemdeki konumunu ve segmental katkı dengesini belirgin biçimde etkileyen varyantlardır. Prefixed plexus'ta plexus, klasik C5–T1 düzenine kıyasla daha kraniale kayar; tipik olarak C4 spinal sinir ön dallarından ek lif katılımı söz konusudur ve alt segment katkısı, özellikle T1 kökenli lifler düzeyinde görece azalabilir. Buna karşılık postfixed plexus'ta plexus daha kaudale yer değiştirmiş olup, T2 spinal sinir ön dallarından gelen liflerin belirgin katkısının artması ve C5 katkısının nispi azalması ile karakterizedir. Bu segmental yeniden dağılım, klinik açıdan özellikle travma ve kök/trunkus düzeyindeki lezyonlarda beklenen dermatom ve myotom paternlerinde kaymalara yol açabilir; dolayısıyla örneğin üst truncus (C5–C6) yaralanmalarında veya üst trunkus hedefli blok anestezilerinde ortaya çıkan motor-duyusal etkilenim alanı bireyler arasında anlamlı farklılık gösterebilir (Vemuri & Upadhyaya, 2024).

Köklerin birleşme biçimlerine ilişkin varyasyonlar da truncus oluşumunu ve kollateral dalların segmental kompozisyonunu etkileyebilir. C5 ve C6 köklerinin kısa bir ortak segment oluşturmadan daha proksimalde birleşmesi, ya da truncus superior'a farklı kalınlık ve katkı oranlarıyla katılması hem truncusun kalibrasyonunu hem de ondan ayrılan dalların segmental innervasyon paternini değiştirebilir. Bu bağlamda özellikle n. dorsalis scapulae (çoğunlukla C5 kökenli) ve n. thoracicus longus'un (klasik olarak C5–C7) köken segmentlerinde kaymalar görülebilir; örneğin n. thoracicus longus'un daha belirgin C7 ağırlıklı oluşu veya üst segment (C5) katkısının sınırlı kalması, serratus anterior innervasyonunda segmental dengenin değişmesine ve buna bağlı klinik varyasyonlara zemin hazırlayabilir (Standring ve ark., 2005; Moore & Dalley, 2018).

2) Trunkus varyasyonları [Klasik düzen: superior (C5–6), middle (C7), inferior (C8–T1).]

Trunkusların sayısı ve segmental katkısına ilişkin varyasyonlar, brachial plexus'un supraklaviküler bölümünün morfolojisini ve klinik yorumunu önemli ölçüde etkileyebilir. Prefixed plexus örüntüsünde truncus superior'un, klasik C5–C6 kökenine ek olarak C4 spinal sinirden gelen liflerle güçlenmesi, trunkusun segmental bileşimini ve kalibrasyonunu kraniale doğru genişletir. Daha nadiren, C7 kökünün truncuslara katılım paternindeki değişiklikler de özellikle truncus superior ve medius'un çapını ve lif dağılımını modifiye ederek trunkuslar arası kalibrasyon dengesini değiştirebilir. Truncus dalları düzeyinde ise n. suprascapularis'in alışılmış truncus superior çıkışına ek olarak daha proksimalde (root/trunk düzeyi) ya da daha distalde (division/cord düzeyi) ortaya çıkabilmesi, sinirin seyri ve olası sıkışma yerleri açısından önemli varyasyonlar oluşturur (Elzawawy,

2021). Benzer şekilde, n. subclavius'un zaman zaman n. phrenicus ile bağlantı kurarak "accessory phrenic" bir katkıya eşlik etmesi, diafragma innervasyon paternini değiştirebilen dikkate değer bir varyanttır. Bu morfolojik farklılıklar, özellikle supraklaviküler brakiyal pleksus bloklarında hedeflenen trunkusların yerleşimini ve birbirinden ayrımını güçleştirebilir; ayrıca suprascapular sinir sıkışması ve omuz ağrısının ayırıcı tanısında, suprascapular sinirin çıkış düzeyi ve seyir varyasyonlarının göz önünde bulundurulması tanısal ve cerrahi planlama açısından klinik olarak anlamlıdır (Mendonsa ve ark., 2024).

3) Divizyon düzeyi varyasyonları (Divisiones)

Division'un varyasyonları yaygındır ve hem ön hem de arka bölüm liflerinin niceliksel katkısını ve buna bağlı olarak oluşan terminal dal modelini değiştirebilir. Kırk anatomik çalışmayı (toplam 3025 üst ekstremite) içeren geniş kapsamlı kanıta dayalı bir derlemede, klasik "tek arka kordon" düzeni olguların %96'sında gözlenmiştir; geri kalan %4'lük grupta ise bazı yazarların tek bir kordon yerine ayrı fasiküller olarak tanımladığı, iki ayrı arka demet gibi atipik konfigürasyonlar bildirilmiştir. Division ile fasiküller arasında ek iletişim dallarının varlığı örneklerin %5'inde rapor edilmiş olup, bu durum lateral, medial ve posterior kordonları oluşturan anterior ve posterior liflerin oranını daha da değiştirmiştir (Benes ve ark., 2021).

Bu tür varyasyonlar, kordların kalibresini ve segmental kompozisyonunu modifiye edebilir; bunun sonucunda terminal dalların (örneğin medial pektoral, torakodorsal veya musküloküten sinirler) beklenmedik kökenler göstermesine ve dermatomal/miyotomal haritalamada kaymalara yol açabilir (Patel & Smith, 2023).

Klinik açıdan supraklavikular ve infraklavikular bölge, künt veya penetran travmaya ve cerrahi maruziyete özellikle duyarlıdır. Olağandışı division–kordon ilişkileri, bu nedenle sinir hasarının öngörülen paternini belirsizleştirebilir ve intraoperatif tanımlamayı ya da ultrason eşliğinde kordon blokajını güçleştirebilir. Çift arka kordon varlığının veya atipik lif oranlarının nadir bir istisna değil, klinik pratikte anlamlı bir olasılık olarak kabul edilmesi; cerrahlar ve anestezi uzmanlarının varyant anatomiyi önceden öngörmesine ve diseksiyon ya da blok tekniklerini buna göre uyarlamasına katkı sağlayacaktır (Pellerin ve ark., 2010).

4) Kord düzeyi varyasyonları (Fasciculi / Cords) ve dallanma

Aksiller bölgede brachial plexusun kordları klasik olarak a. axillaris'e göre konumlanmalarına dayanarak lateral, posterior ve medial olarak adlandırılır. Bununla birlikte, arterin varyant seyri ve plexusu oluşturan lif demetlerinin bireyler arası yerleşim farklılıkları, bu topografik sınıflandırmanın pratikte her zaman "beklendiği gibi" seçilememesine yol açabilir; dolayısıyla cerrahi disseksiyon ve görüntüleme eşliğinde

girişimlerde, kordların arterle olan ilişkisinin dinamik olarak değerlendirilmesi önem taşır. Kord düzeyinde dallanma paternleri açısından en sık dikkati çeken varyant temalar arasında n. musculocutaneus'un median sinirle birleşik seyretmesi, median sinirden köken alması veya m. coracobrachialis'i delmeden kola ilerlemesi yer alır; bu tür varyasyonlar özellikle dirsek fleksiyonu zayıflığı gibi klinik tablolarda lezyon lokalizasyonunu güçleştirebilir. Benzer biçimde n. medianus'un lateral ve medial kökleri arasındaki bağlantıların sayısı ve birleşme düzeyi değişken olup, tek bir birleşme noktası yerine çoklu ansa formasyonlarının varlığı ya da birleşmenin daha proksimal/distal seviyede gerçekleşmesi olasıdır. Posterior korddan ayrılan aksiller ve radyal sinirler, bazı olgularda normalden daha erken ya da daha geç ayrılabilmekte ve bu durum omuz cerrahisi sırasında değişken hassasiyet/yaralanabilirlik noktaları oluşturabilmektedir (Bozhikova ve ark., 2025). Posterior bölünme duplikasyonu (iki ayrı posterior demet) vakaların yaklaşık %4'ünde bildirilmiş olup, bu yapıların ayrı "kordlar" mı yoksa tek bir kordonun "fasikülleri" mi olarak adlandırılması gerektiği konusunda yazarlar arasında görüş ayrılığı bulunmaktadır (Singh, 2017).

Lateral ve medial pektoral sinirler arasındaki bağlantılar ("ansa pectoralis") yaygın olarak rapor edilmiş (yaklaşık %30 örnek) ve pektoral kasların innervasyon paternini değiştirerek mastektomi veya aksiller diseksiyon sonrası klinik sonuçları etkileyebilmektedir. Benzer şekilde, aksiller sinirden köken alan torakodorsal sinir varyantı olguların yaklaşık %17'sinde tanımlanmış ve bu durum latissimus dorsi kasının beklenen motor dağılımını/haritalamasını değiştirebilmektedir (Benes ve ark., 2021).

Bu varyasyonlar segmental kompozisyonu, kordonların kalibresini ve terminal dalların kökenini modifiye ettiğinden; supraklavikular ve aksiller bölgelerde lezyonun doğru lokalizasyonu, güvenli sinir bloğu uygulaması ve cerrahi planlama açısından kordon–arter ilişkilerinin dinamik olarak değerlendirilmesi esastır.

5) Terminal dal ve anastomoz ile ilgili klinik varyasyonları

Median–ulnar lif değişimleri, üst ekstremitede klinik ve elektrofizyolojik değerlendirmeyi belirgin biçimde etkileyebilen önemli varyant bağlantılardır. Martin–Gruber anastomozu (MGA), motor liflerin median sinirden (çoğunlukla anterior interosseöz dal aracılığıyla) ayrılarak önkolda ulnar sinire katıldığı bir bağlantı olarak tanımlanır (Halla ve ark., 2025); 10.562 uzvu içeren bir meta-analizde birleştirilmiş prevalansı %19,5 (95% CI 16,2–23,1) bulunmuş (Roy ve ark., 2016), Kuzey Hindistan popülasyonunda yapılan bir kadavra çalışmasında ise %11,6 insidans bildirilmiştir (Kaur ve ark., 2016). Marinacci anastomozu (MA) bunun ters paternini temsil eder; ulnar liflerin median sinire geçtiği bu varyantın önkolda en nadir interkoneksiyon olduğu ve yaklaşık %0,7 prevalans gösterdiği belirtilmiştir (Roy ve ark., 2016). Riche–Cannieu anastomozu

(RCA) ise elde median sinirin rekürren dalı ile ulnar sinirin derin dalı arasındaki bağlantı olup tenar kasların ulnar innervasyonuna, bazı olgularda ise "all ulnar" el innervasyonu paternine katkı sağlayabilir; toplam prevalansı %55,5 (95% CI) olarak rapor edilmiştir. Klinik açıdan bu lif değişimleri klasik nöropati tablolarını maskeleyebilir veya taklit edebilir: Örneğin karpal tünel sendromunda median sinir kompresyonuna rağmen, tenar kaslar RCA üzerinden ulnar kaynaklı liflerle beslendiğinde thenar gücü görece korunabilir (Martin ve ark., 2019); tersine MGA'nın intrinsik el kaslarına katkı sağladığı durumlarda ulnar sinir sıkışmasına ait bulgular beklenenden daha silik izlenebilir (Wakode ve ark., 2020). Elektrofizyolojik değerlendirmede de sıklıkla "atipik" bileşik motor aksiyon potansiyeli paternleri ortaya çıkar; MGA varlığında proksimal ulnar lezyona rağmen ulnar innerve kas aktivitesinin korunması veya RCA mevcutken median sinir stimülasyonunda beklenmedik ulnar tip yanıtların kaydedilmesi bu duruma örnektir (Martin ve ark., 2019; Wakode ve ark., 2020). Bireylerin yaklaşık yarısına kadarında en az bir median–ulnar anastomoz bulunabildiği bildirildiğinden, EMG/NCS yorumlanması, sinir bloğu planlaması ve minor travma sonrası duyusal kaybın değerlendirilmesi sırasında bu varyantların göz önünde bulundurulması gerekir; zira klinik dağılım ders kitabı dermatom/miyotom beklentileriyle her zaman örtüşmeyebilir (Chilstrom ve ark., 2025;Smith ve ark., 2019).

6) Varyasyonların pratik yansımaları

Brachial pleksusun varyasyonları, salt bir anatomik "merak" olmaktan ziyade klinik belirsizliğin sık bir kaynağıdır. Sistematik derlemeler, interkostobrakiyal sinir (ICBN) varyantlarının prevalansını yaklaşık olarak bildirmekte; aksiller lenf nodu diseksiyonu veya mastektomi sırasında istemsiz transeksiyonun postoperatif uyuşukluk ve nöropatik ağrıya katkıda bulunduğu belirtilmektedir (Elzawawy, 2021). Kadavra diseksiyonunda tanımlanan tek taraflı çift ICBN olgusu, cerrahın klasik "tek sinir" seyrini varsayması hâlinde beklenmedik dallanmanın iyatrojenik riski nasıl artırabileceğini ayrıca göstermektedir (Cunha ve ark., 2020). İnfraklaviküler bölgede medial pektoral sinirler olguların yaklaşık 'unda lateral korddan ya da her iki korddan köken alır; bu durum pektoralis minor'un innervasyonuna katılan spinal seviyeleri değiştirerek sinir yaralanması sonrası pektoral kas güçsüzlüğü olasılığını artırır. Torakodorsal sinir olguların yaklaşık 'sinde aksiller sinirden köken aldığından, aksiller sinirdeki bir hasar latissimus dorsi fonksiyonunu da bozabilir (Benes ve ark., 2021). Prefiks (C4 katkısı) ve postfiks (T2 katkısı) pleksus paternleri bireylerin yaklaşık 'ında görülür; bu paternler motor ve duyu liflerinin segmental kökenlerini kaydırarak travma lokalizasyonunu veya EMG yorumunu yanıltabilir. Bu düzenlenişler ayrıca kordların aksiller arterle olan ilişkisini de değiştirebilir ve ultrason eşliğinde dahi supraklaviküler veya interskalen blokların eksik kalmasına yol açabilir (Dunbar ve ark., 2021). Median–ulnar iletişim dalları (örn. Martin–

Gruber, Riche–Cannieu) ekstremitelerin ’unda rapor edilmiştir; bu varyasyonlar paradoksal EMG bulgularına neden olarak, olası varyasyonlar dikkate alınmadığında karpal tünel veya ulnar sinir lezyonlarını maskeleyebilir (Bozhikova ve ark., 2025; Benes ve ark., 2021). Dolayısıyla bu anatomik varyantların tanınması; doğru tanı koyma, güvenli cerrahi planlama, etkili rejyonal anestezi uygulaması ve güvenilir elektrofizyolojik değerlendirme açısından kritik önemdedir.

Yenidoğanda belirgin anatomik/topografik farklar

Neonatal brakiyal pleksus, erişkindeki C5–T1 kök–trunkus–divizyon–kord düzenini korur; ancak kısa boyun ve kraniyal yerleşimli omuz kuşağı, pleksusun supraklaviküler bölgede daha yukarıda ve sıklıkla daha yüzeyel konumlanmasına neden olur (Cunha ve ark., 2020). Skalen kaslar, fasiyal katmanlar ve ciltaltı yağ dokusu ince olduğundan, interskalen aralık erişkinlere kıyasla çok daha az yumuşak doku “yastıklaması” sağlar (Sun ve ark., 2021). Bunun sonucu olarak pleksus, klavikula, birinci kosta ve skapulanın oluşturduğu daha dar bir kemik koridordan geçer ve doğum sırasında traksiyona daha duyarlı hâle gelir.Yenidoğanlarda başın görece büyük, servikal kasların ise zayıf olması, servikal spinal sinirler üzerinde büyük torkların oluşmasına yol açarak gerilme yaralanması riskini artırabilir. Devam eden postnatal miyelinizasyon makroskopik yerleşimi değiştirmez; ancak iletim hızını yavaşlatır ve travmaya biyolojik yanıtı modifiye eder; bu durum klinik tablonun erişkin yaralanmalarına kıyasla daha yavaş evrilmesine ve iyileşmenin farklı seyretmesine neden olabilir (Dunbar ve ark., 2021). Bu antropometrik ve gelişimsel etkenler birlikte, infantta erişkinden farklı bir topografik ortam oluşturur; bu da doğumla ilişkili pleksus felcinin hem mekanizmasını hem de klinik seyrini etkiler.

SONUÇ

Brakiyal pleksus, C5–T1 ventral rami liflerinin kök–trunkus–divizyon–kord düzeylerinde yeniden organize olarak terminal dallar aracılığıyla üst ekstremitenin motor ve duyusal innervasyonunu sağlayan kritik bir periferik sinir ağıdır. Sık görülen anatomik varyasyonlar (prefiks/postfiks paternler ve intersinir anastomozlar) klinik bulguların dağılımını değiştirebildiğinden, travma değerlendirmesi, rejyonal anestezi uygulamaları, cerrahi planlama ve EMG/NCS yorumunda topografik anatomiyle birlikte varyant olasılığının dikkate alınması tanısal doğruluk ve hasta güvenliği açısından esastır.

REFERANSLAR

Arifoğlu Y., Her Yönüyle Nöroanatomi, İstanbul Tıp Kitabevleri, İstanbul, 2022

Benes, M., Kachlik, D., Belbl, M., Havlikova, S., Kunc, V., Whitley, A., ... & Kunc, V. (2022). A meta-analysis on the anatomical variability of the brachial plexus: part III–branching of the infraclavicular part. Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger, 244, 151976.

Benes, M., Kachlik, D., Belbl, M., Kunc, V., Havlikova, S., Whitley, A., & Kunc, V. (2021). A meta-analysis on the anatomical variability of the brachial plexus: Part I–Roots, trunks, divisions and cords. Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger, 238, 151751.

Bozhikova, E., Davis, J. C., Moon, P. H., & Uzunov, N. (2025). A Cadaveric Study on the Variations in the Infraclavicular Part of Brachial Plexus in Axillary Region and Upper Arm. BioMed Research International, 2025(1), 6650184.

Bozhikova, E., Novakov, S., Petleshkova, T., Harizanova, Z., & Uzunov, N. (2025). Variations in the Terminal Branches of the Brachial Plexus in the Axillary Fossa. BioMed Research International, 2025(1), 5547451.

Chilstrom, M., Goldsmith, A., Stegeman, J., Mikell, C., & Nagdev, A. (2025). Ultrasound-Guided Nerve Blocks. In Advanced Point-of-Care Ultrasound: A Comprehensive Review (pp. 475-502). Cham: Springer Nature Switzerland.

Cirocchi, R., Matteucci, M., Randolph, J., Duro, F., Properzi, L., Avenia, S., ... & Sapienza, P. (2024). Anatomical variants of the intercostobrachial nerve and its preservation during surgery, a systematic review and meta-analysis. World Journal of Surgical Oncology, 22(1), 92.

Cunha, M. R. D., Dias, A. A. M., Brito, J. M. D., Cruz, C. D. S., & Silva, S. K. (2020). Anatomical study of the brachial plexus in human fetuses and its relation with neonatal upper limb paralysis. Einstein (Sao Paulo), 18, eAO5051.

Dawson, S. E., Gross, J. N., Berns, J. M., Weinzerl, T., Adkinson, J. M., & Borschel, G. H. (2023). Supraclavicular approach to the brachial plexus. Plastic and Reconstructive Surgery–Global Open, 11(1), e4771.

Dunbar, D. C., Vilensky, J. A., Suárez-Quian, C. A., Shen, P. Y., Metaizeau, J. P., & Supakul, N. (2021). Risk factors for neonatal brachial plexus palsy attributed to anatomy, physiology, and evolution. Clinical Anatomy, 34(6), 884-898.

Elzawawy, E. M. (2021). The brachial plexus: variations are the rule. Surgical Research, 3(1), 1-8.

Elzawawy, E. M. The Brachial Plexus: More and More Variations. Surg Res. 2021; 3 (1): 1-10. Correspondence: Ehab Mostafa Elzawawy, Professor, Department of Anatomy and Embryology, Faculty of Medicine, University of Alexandria, 21321.

Gilcrease-Garcia, B. M., Deshmukh, S. D., & Parsons, M. S. (2020). Anatomy, imaging, and pathologic conditions of the brachial plexus. Radiographics, 40(6), 1686-1714.

Halla, P. V. R., Seba, M. C. C., Santos, M. L. G. M., Savelkoul, A. A. G., & de Aguiar, P. H. P. (2025). Martin-Grüber anastomosis: a literature review. Latin Neurosurgery, 2(1), 0-0.

Kaur, N., Singla, R. K., & Kullar, J. S. (2016). Martin–Gruber Anastomosis-A cadaveric study in north indian population. Journal of Clinical and Diagnostic Research: JCDR, 10(2), AC09.

Martin, S. P., Schauer, K. T., Czyrny, J. J., & Ablove, R. H. (2019). Electrophysiological findings in common median-ulnar nerve interconnections and their clinical implications. The Journal of Hand Surgery, 44(10), 884-894.

Mendonsa, M., Busch, M., Faheem, H., Nawras, Y., Lassiter, E., & Maklad, A. (2024). A Prefixed Four-Trunk Brachial Plexus with Anomalous Anatomy of All Subsequent Divisions, Cords, and Terminal Branches: A Cadaveric Case Report. The American Journal of Case Reports, 25, e943866-1.
Moore, K. L., & Dalley, A. F. (2018). Clinically oriented anatomy. Wolters kluwer india Pvt Ltd.
Olivencia-Delgado, M. N., Jusino-Álamo, J. F., De Miranda-Sánchez, E., Quiñones-Rodríguez, J. I., Olivencia-Delgado, M., & Quinones-Rodriguez, J. I. (2023). From cadaveric dissection to the operating room: a unilateral double intercostobrachial nerve and the implications in axillary lymph node dissection. Cureus, 15(3).
Patel, N. T., & Smith, H. F. (2023). Clinically relevant anatomical variations in the brachial plexus. Diagnostics, 13(5), 830.
Paulsen, F., Waschke, J., & Böckers, T. M. (2016). Sobotta Anatomi Konu Kitabı. 1. Baskı. Sargon MF, editor. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri.
Pellerin, M., Kimball, Z., Tubbs, R. S., Nguyen, S., Matusz, P., Cohen-Gadol, A. A., & Loukas, M. (2010). The prefixed and postfixed brachial plexus: a review with surgical implications. Surgical and radiologic anatomy, 32(3), 251-260.
Polcaro, L., Charlick, M., & Daly, D. T. (2023). Anatomy, head and neck: brachial plexus. In StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing.
Roy, J., Henry, B. M., PĘkala, P. A., Vikse, J., Saganiak, K., Walocha, J. A., & Tomaszewski, K. A. (2016). Median and ulnar nerve anastomoses in the upper limb: a meta-analysis. Muscle & nerve, 54(1), 36-47
Sharma, V., Panchal, P., Sharma, V. S., Babu, C., & PANCHAL, P. (2024). Cords of the brachial plexus and their branches positioned laterally to the axillary artery. Cureus, 16(7).
Singh, R. (2017). Variations of cords of brachial plexus and branching pattern of nerves emanating from them. Journal of Craniofacial Surgery, 28(2), 543-547.
Smith, J. L., Siddiqui, S. A., & Ebraheim, N. A. (2019). Comprehensive summary of anastomoses between the median and ulnar nerves in the forearm and hand. Journal of Hand and Microsurgery, 11(01), 001-005.
Standring, S., Ellis, H., Healy, J., Johnson, D., Williams, A., Collins, P., & Wigley, C. (2005). Gray's anatomy: the anatomical basis of clinical practice. American journal of neuroradiology, 26(10), 2703.
Stephens, A., & Langley, C. (2025). Anatomy of the brachial plexus and upper limb peripheral neuropathies. Surgery (Oxford), 43(2), 69-73.
Sun, J., Chen, L., Hu, S., Song, J., Wu, J., & Gu, Y. (2021). Morphological basis of radial nerve dysfunction in newborns differs from that of no radial nerve dysfunction in adults in C5–C6–C7 injuries to the brachial plexus: a cadaveric study. British Journal of Neurosurgery, 35(5), 643-649.
Vemuri, N. V., & Upadhyaya, V. (2024). Magnetic Resonance Imaging of the Brachial Plexus. Journal of Radiological Science, 49(2), 102-110.
Wakode, S., Ravi, N., Dube, S., & Wakode, N. (2020). Nerve conduction study findings in ulnar-median nerve intercommunications in the upper limb: A short review. International Journal of Dental and Medical Specialty, 7(1), 32-37.

Brakial Pleksus Hasarlanması Klinik/Tanı/Tedavi

Döndü Ülker ÜSTEBAY[1]

1- Dr.Öğr.Üyesi.; Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı Çocuk Nöroloji Bilim Dalı. dustebay@bandirma.edu.tr ORCID: 0000-0003-3270-8305

ÖZET

Yenidoğan brakiyal pleksus hasarlanmasının klinik seyri çoğunlukla esneme tipi yaralanmalar nedeniyle konservatif yaklaşımla izlenir ve olguların büyük kısmında iyileşme beklenir. Doğum travmasına bağlı vakalarda yaklaşık %70–80 tam düzelme bildirilirken, farklı serilerde %66 tam iyileşme, %20–30 kalıcı sekel ve %10–15 belirgin fonksiyon kaybı raporlanmıştır. Prognoz, etkilenen sinir kökünün hasar tipine ve erken dönemde gözlenen klinik toparlanmaya bağlıdır; Horner sendromu varlığı ile alt trunkus/total pleksus felci kötü prognoz göstergeleridir. Değerlendirmede ayrıntılı doğum öyküsü ve kapsamlı fizik-nörolojik muayene esastır: üst ekstremite postürü ve aktif/pasif hareket açıklığı, motor-duyu muayenesi, Moro ve yakalama refleksleri incelenir; kırıklar ve psödoparalizi dışlanır. Göz asimetrisi (Horner) ve solunumda asimetri (frenik sinir) araştırılmalıdır. Görüntülemede MRI önerilebilir; kök avülsiyonunu saptamada BT miyelografi daha hassastır. EMG ve sinir iletim çalışmaları yenidoğanda sınırlıdır ve ilk 3 haftada yalancı düşük şiddet gösterebilir. Ayırıcı tanıda servikal radikülopatiler, omuz yaralanmaları, santral hipotoni ve enfeksiyöz/ortopedik durumlar yer alır. Tedavide temel hedef eklem hareket açıklığını ve kas gücünü korumaktır; erken yönlendirme ve multidisipliner izlem önemlidir. Cerrahi, özellikle 3 aya kadar deltoid-biseps fonksiyonu geri dönmeyen veya global felçli olgularda değerlendirilir; ikincil rekonstrüksiyon seçilmiş hastalara uygulanır. Erken iyileşme prognozu iyileştirir.

Anahtar Kelimeler – Yenidoğan, Brakiyal Pleksus, Felç,Tanı, Tedavi.

KLİNİK SEYİR

Brakiyal pleksus hasarlanması sonrası klinik seyrin nasıl olacağı konusunda net bir sonuç olmasada ortak görüş hakimiyeti mevcuttur. Brakiyal pleksus hasarlanmalarının büyük bir kısmı esneme tipi yaralanmadır ve tedavi genellikle konservatiftir.

Doğum anında oluşan brakiyal pleksus hasarlanması sonrası vakaların yaklaşık %70-80'ninde tamamen iyileşme görülmektedir (Alfonso, 2011). Farklı çalışmalarda ise brakiyal pleksus hasarlanması vakalarında %66 tam düzelme, %20-30 oranında kalıcı sekel ile sonuçlandığı ve %10-15'inde ise önemli düzeyde fonksiyon kaybıyla birlikte sekel kaldığı raporlanmıştır (Hoeksma et al., 2004). Klinik seyrin nasıl olacağı hasarlanmış sinir kökünün hangi tip hasarlanması ile direkt ilişkilidir. Hastanın iyileşem süreci de klinik gidişat için ipucu vermektedir. Brakiyal pleksus hasarlanmasında eşlik eden Horner sendromu varlığı, alt ve total brakiyal pleksus felci kötü prognoz göstergeleridir (Gilbert et al., 1991). Brachial pleksus doğum yaralanması kliniğine erken yönlendirme, fizik tedavi, mesleki terapi ve

gerekirse cerrahi müdahale yapılmasına olanak tanımak açısından önemlidir.

FİZİKİ MUAYENE-NÖROLOJİK MUAYENE

Bir yenidoğanda olası brakiyal pleksus hasarı açısından muayeneyi yapan hekimin hasta hakkında: doğum öyküsü, doğum şekli ve bebeğin doğum sonrası sağlığı dahil olmak üzere bir öykü alması önemlidir. Ayrıca, kapsamlı bir fiziksel muayene brakiyal pleksus yaralanmasının tanısını, tipini ve şiddetini belirleyebilir ve prognozu tahmin etmeye yardımcı olabilir (Dunham, 2003).

İnspeksiyon ile yenidoğanın her iki üst ekstremite aktif hareketleri ve postürü değerlendirilmelidir. Yenidoğan brakiyal pleksus hasarı açısından bebeğin etkilenen kolu aktif ve pasif hareket açısından incelenmeli ve hareket aralığı ileride karşılaştırma için değerlendirilmelidir. Motor ve duyusal fonksiyonun değerlendirilmesi, fiziksel muayenenin hayati bir parçasıdır. Hafif dokunuştan iğne batmaya kadar reaksiyon yenidoğanlarda ortaya çıkabilir. Bebekler vücudun bir tarafını görmezden gelebilir, bu da o kolda hissizlik olduğunu gösterir. Tüm uzuvlar kırık ve olası nörolojik eksiklik açısından incelenmeli ve tüm vücudun kapsamlı muayenesi doğum sırasında meydana gelen diğer yaralanmaları tespit etmelidir. Boyun ve omuz bölgesinde şişlik, brakial pleksus palsini taklit edebilen bir psödoparalize neden olabilir. Horner sendromunu (pitosis,myozis,enoftalmus ve anhidroz) değerlendirmek için yenidoğanın göz asimetrisine, frenik sinir yaralanmasını belirlemek için ise her iki göğüs kafesinin solunuma eşit oranda katılıp katılmadığına, karın asimetrisine bakılmalıdır. Soğuk ve kuru bir cilt sempatik etkilenimin bir habercisi olabilir (Dunham, 2003; Abid, 2016, Shen et al., 1998).

Yakalama refleksi ile parmak fleksör kasları, Moro ferleksi ile dış rotator kaslar değerlendirilmelidir. Ayrıca kas gücü değerlendirilmelidir. Yenidoğan bebeklerde duyu muayenesi iğne yardımıyla ağrı hissine verdiği yanıt ile değerlendirilebilmektedir. Fizik muayene ile olası brakiyal pleksus hasarlanmasının tipi hakkında öngörü oluşmaktadır (Abid, 2016;Dimitrios & Psychogiou, 2008).

C5-C7 Sinir hasarlanmalarında omuz adduksiyon ve internal rotasyon, dirsek ekstansiyon, ön kol pronasyon, el bileği fleksiyon pozisyonundadır. C5-C7 sinir hasarlanmalarında vakaların %4'ünde bilateral etkilenme görülmektedir. C8-T1 sinir hasarlanmalarında ön kol supinasyon, dirsek fleksiyon ve el

bileği ekstansiyon pozisyonundadır (Dunham, 2003;Marcus & Clarke, 2003).
Total/Komplet brakiyal pleksus hasarlanması (C5-T1) hastalarında etkilenen tarafta kol güçsüzlüğü, hipotonisite ve derin tendon refleks yokluğu görülmektedir. Moro refleksi olmadığı için asimetrik cevap görülmektedir. Total brakiyal pleksus hasarlanmasında Horner sendromu ve frenik sinir hasarlanmaları daha sık karşımıza çıkmaktadır (Dunham, 2003; Marcus & Clarke, 2003;Al-Qattan et al., 1998).

TANI YÖNTEMLERİ

Brakiyal pleksus hasarının belirlenmesinde tıbbi görüntüleme yöntemlerinin kulanılması konusunda Omurilik ve brakiyal pleksusun manyetik rezonans görüntülenmesi (MRI) için öneriler mevcuttur. Bunu dışında bilgisayarlı tomografi (BT) miyelografisi, omurilikten sinir kökü kopmasını tespit etmede daha hassastır ve bu durum brakiyal pleksus hasarlanmasının tedavisini ciddi düzeyde değiştirir (Dodds & Wolfe, 2000).
Elektromiyografi (EMG) ve sinir iletim çalışmaları, yenidoğanlarda brakiyal pleksus hasarının tanısında sınırlı bir etkiye sahiptir.EMG'ler, test edilen kasın tamamen gevşemesini gerektiren spontan aktivitenin varlığına veya yokluğuna büyük ölçüde bağlıdır. Yenidoğanlarda bu durumun tam olarak elde edilmesi zordur ve bu yüzden; EMG ve sinir iletim çalışmalarının spesifik kök hasarını önemli bir şekilde öngördükleri gösterilmemiştir (Pollack et al., 2000).
Sinir hasarlanması sonrası sinir yenilenmesi haftalar/aylar sürebilmektedir. Bu nedenle Elektrodiyagnostik testlerin uygulandığı zaman dilimi oldukça önemlidir. Sinir hasarlanmasından sonraki üç hafta içinde yapılan elektrodiyagnositk değerlendirmeler, sinir hasarının derecesini olduğundan düşük gösterebilir (Pollack et al., 2000).

AYIRICI TANI

Boyun veya aksilladaki brakial pleksus veya subklavian damarların sıkışması veya yaralanması:Torasik çıkış sendromu.
Omuz eklemindeki yaralanmalar. Herhangi bir nörolojik klinik sıklıkla geçici özelliktedir.
Servikal omurga patolojisi:

- C4 radikülopati: skapular kanat
- C5 radikülopati: deltoid, biseps zayıflığı
- C6 radikülopati: brachialis, bilek ekstansiyonu zayıflığı; başparmak, işaret parmakta uyuşma
- C7 radikülopati: triseps, bilek fleksiyonu zayıflığı; Orta parmakta uyuşma
- C8 radikülopati: elin ince motor fonksiyonunda zayıflık; Yüzük, küçük parmaklara karşı uyuşukluk (Luo & Levy, 2023).

Brakiyal prepleksus sinir köklerinin hasarlanmasına bağlı gelişen klinik semptomlar yenidoğan brakiyal pleksus felci ile benzerlik göstermektedir ve ayırıcı tanıda elektromyelografi (EMG) kullanılmaktadır. Santral hipotoni vakalrında der,n tendon refleksi muayenesi ve EMG ile ayırıcı tanı yapılmalıdır. Ayrıca psödoparezi, konjenital varicella sendromu ve yenidoğan humerus osteomyeliti için de gerektiğinde ayırıcı tanı yapılmalıdır (Alfonso et al., 2000;Van Heest, 1996; Sadleir & Connolly, 1998)

TEDAVİ

Konservatif Yaklaşım:
Brakiyal pleksus hasarlanmasında tedavide esas yaklaşım hasarlanmanın tipi ve derecesine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Hastanın erken teşhisi ve uygun bir merkezde ilk yaklaşım olumlu bir sonuç için en iyi seçenek olmaya devam etmektedir. Brakiyal pleksus hasarı tanılı bebeklerin %95 oranında büyük bir çoğunluğunda sadece fizik tedavi ile tam fonksiyonel iyileşme olduğu gösterilmiştir. Bu hastaların küçük bir kısmı daha iyi bir iyileşme düzeyi elde etmek için ek fizik tedaviye ihtiyaç duymuştur.
Diğer taraftan kalıcı klinik semptomları devam eden %5'lik orandaki bebek hastaların tedavilerinin erken başlatılmaması durumunda zamanla önemli engellikler oluşturduğu gösterilmiştir. Bu hastalarda erken ve doğru tedavisi

geciken hastalarda %50-70'lik bir iyileşme oranına karşılık, diğer taraftan erken ve uygun tedavi uygulanan bu hastaların %90'ında önemli bir iyileşme meydana gelmiştir. Bu sonuçlar erken ve uygun tedavi dışında sinir hasarlanmasının spesifik patolojisine de bağlıdır (Shen et al., 1998).
Brakiyal pleksus hasarlanmasının tipine bağlı olarak pediatrist, pediatrik nörolog ve fizik tedavi uzmanı başta olmak üzere gerektiğinde ayrıca nörocerrah, pediatrik ortopedi cerrahı, pediatrik plastik cerrah, elektrofizyolog, ergoterapist, fizyoterapist, sosyal hizmet uzmanı ve eğitim uzmanından oluşan çok disiplinli bir ekip bir ekip, tedavi yolunu en uygun şekilde belirler (Michelow et al., 1994).
Brakiyal pleksus hasarlanmasında tedavideki ilk hedef; pasif hareket açıklığını, esnek eklemleri ve kas gücünü korumaktır. Daha ileri ve spesifik tedavi, kontraktürü önlemek amaçlı kas gruplarını germeyi kapsamaktadır. Tüm egzersizler, dirsek eklemine binen stresi en aza indirgemek için dikkatlice yapılmalıdır. Ortopedik olarak, çocuğun omuz ve dirseği periyodik olarak subluksasyon veya çıkık açısından kontrol edilmeli ve kalıcı üst pleksus felci için yılda iki kez röntgen çekilmelidir (Dodds & Wolfe, 2000). Frenik sinir tutulumu varsa direk grafiler hemidiyafragmatik paralizi ve klavikula veya humerus kırıklarını göstermede kullanılabilir Ayrıca aksiller radyografiler dış rotasyon kaybı devam eden çocuklarda posterior omuz çıkığını tanımlamada kullanılabilir (Semel-Concepcion & Conway, 2001).

Cerrahi Tedavi

İlk Cerrahi Tedavi

Brakiyal pleksus felci için cerrahi tedavi ve zamanlaması konusu tartışmalı bir konu olmaya devam etmektedir. Hastada deltoid ve biseps kaslarının normal fonksiyonlarının 3 aylık yaşa kadar geri kazanımının olmaması iyi bir sonuç beklentisini azaltmaktadır. Rekonstrüktif cerrahinin gerekçesi, global felç için 3 aylıktan önce yapılan ameliyatlardan, kontraktürlerin, kol hipoplazisinin ve humerus başı çıkıklarının gelişimini önlemek için 12 ila 24 aylık yaş arasında yapılan cerrahi müdahalelere kadar değişmektedir. Çoğu cerrah, ameliyat kararı vermeden önce elektrodiyagnostik çalışmaların sonuçlarını ve fonksiyonun kendiliğinden geri dönüşünün belirtilerini dikkate almayı tercih eder (Terzis & Papakonstantinou, 1999).
Brakiyal pleksus hasarlanmasında ilk cerrahi yaklaşım; Brakiyal pleksus eksplorasyonunu, onarımı ve sonrasında fizik tedaviyi içermektedir. İlk cerrahi yaklaşım da sinir çevresindeki daraltıcı skar dokusunun çıkarılması, nöromanın çıkarılması, sinir grefti ve/veya sinir transferlerini içerir (Shen et al., 1998). Cerrahi tedavide sinir uçları arasındaki mesafe fazla olduğunda ve anastomoz üzerinde aşırı gerilim oluşacaksa sinir grefti kullanılmaktadır (Dagum, 1998). İlk cerrahi tedavi sonrası fizik tedavi uygulamalarına devam edilmekte ve daha sonraki tedaviyi belirlemek için hastanın periyodik devam edilmektedir (Shen et al., 1998; Terzis & Papakonstantinou, 1999).

İkinci Cerrahi Tedavi/ Rekonstriksüyon

Çocuk fizik tedaviyle artık ilerleme kaydedemediğinde, ikincil rekonstrüksiyonu düşünme zamanı gelmiştir. Bu işlemler çok çeşitlidir ve genellikle daha önce brakiyal paralizi rekonstrüksiyonu geçirmiş çocuklar için ayrılmıştır. Amaçları genel fonksiyonu iyileştirmektir (Shen et al., 1998; Terzis & Papakonstantinou, 1999). Genellikle kombinasyon şeklinde yapılan cerrahi müdahaleleri içermektedir. Yapılan her cerrahi işlem de belirli bir fonksiyonel eksikliğin iyileştirilmesi amaçlanır. İkincil cerrahi müdahale kategorileri arasında, bir fonksiyonun zayıflatarak diğer fonksiyonun güçlendirilmesinin değerlendirildiği kas veya tendon transferleri yer almaktadır (Dodds & Wolfe, 2000).

Nöromüsküler Elektriksel Stimülasyon (NMES) Tedavisi

NMES tedavisi ile hedef kan akımı- kas gücünde artış ve etkilenmiş kasta atrofiyi azaltmaktır. Çocuk Hastada ağrıya sebep vermemek için stimülasyon titre edilmelidir. Bu tedavi yaklaşımında kooperasyonu sağlamak için 3 yaş civarı hastalar tercih edilmektedir (Ramos & Zell, 2000; Degliute et al., 2004; Şahin et al., 2006).

Prognoz

Yenidoğan Brakiyal pleksus hasarlanması vakalarının büyük bir kısmında tam iyileşme görülmektedir. Erken dönem iyileşme gösteren hastalarda prognoz oldukça iyi olmaktadır. İlk hafta içinde iyileşme belirtileri göstermeyen vakalarda tam iyileşme görüme oranları azalmaktadır. Skapulada orta düzeyde kanatlanma olması, ön kolun tamamen supinasyon yapamaması, omuz abduksiyonunun kısıtlı olması ve öne doğru fleksiyon postürü iyileşme olmadığının göstergeleri olarak kabul edilmektedir. Ayrıca Horner sendromu ve total/tam brakiyal pleksus hasarlanmalarında prognoz kötü iken izole üst trunkus hasarlanmalarında prognozun iyi olması beklenir (Şahin et al., 2006).

SONUÇ

Yenidoğan brakiyal pleksus hasarlanmasında olguların büyük kısmı esneme tipi yaralanma olup uygun ve erken konservatif tedaviyle tam ya da belirgin fonksiyonel iyileşme gösterebilir. Klinik prognozu en çok hasarın tipi/düzeyi ve erken dönemdeki toparlanma belirler; Horner sendromu ile alt trunkus veya total pleksus tutulumu kötü prognoz göstergeleridir. Bu nedenle erken tanı, ayrıntılı fizik-nörolojik muayene ile ayırıcı tanının yapılması,

gerektiğinde uygun görüntüleme yöntemlerinin seçilmesi ve multidisipliner izlem temel yaklaşımdır. İlk aylarda yeterli motor geri dönüş olmayan seçilmiş olgularda cerrahi seçenekler düşünülmeli; uzun dönem fonksiyon kaybını azaltmak için rehabilitasyon ve düzenli ortopedik takip sürdürülmelidir.

REFERANSLAR

Abid A. Brachial plexus birth palsy: Management during the first year of life Orthopedics Traumatology: Surgery Resaurch Vol 102, issue 1, supplement, February 2016, Pages S125-S132.

Alfonso DT. Causes of neonatal brachial plexus palsy. Bull NYU Hosp Jt Dis. 2011;69(1):11-6.

Alfonso I, Alfonso DT, Papazian O. Focal upper extremity neuropathy in neonates. Semin Pediatr Neurol 2000;7:4-14.

Al-Qattan MM, Clarke HM, Curtis CG. The prognostic value of concurrent phrenic nerve palsy in newborn children with Erb's palsy. J Hand Surg 1998;23:225.

Dagum, A. B. (1998). Peripheral nerve regeneration, repair and grafting. Journal of Hand Therapy, 11, 111–117.

Degliute R, Pranckevicius S, Cekanauskas E, Buinauskiene J, Kalesinskas RJ. Treatment of early and late obstetric brachial plexus palsy. Medicina (Kaunas) 2004;40:358-62

Dimitrios IZ, Psychogiou K. Obstetrical Brachial Plexus Palsy. Pediatr Neurol 2008; 38:235-242.

Dodds, S. D., Wolfe, S. W. (2000). Perinatal brachial plexus palsy. Current Opinions in Pediatrics, 12, 40–47.

Dunham, Elaine A. Obstetrical Brachial Plexus Palsy. Orthopaedic Nursing 22(2):p 106-116, March 2003.

Gilbert A, Brockman R, Carlioz H. Surgical treatment of brachial plexus birth palsy. Clin Orthop Relat Res 1991; 264:39-47.

Hoeksma AF, Ter Steeg AM, Nelissen RG, van Ouwerkerk WJ, Lankhorst GJ, de Jong BA. Neurological recovery in obstetric brachial plexus injuries: an historical cohort study. Dev Med Child Neurol 2004; 46:76-83.

Marcus JR, Clarke HM. Management of obstetrical brachial plexus palsy evaluation, prognosis, and primary surgical treatment. Clin Plast Surg 2003;30:289-306.

Michelow, B. J., Howard, C. M., Curtis, C. G., Zucker, R. M., Seifu, Y., Andrews, D. F., et al. (1994). The natural history of obstetrical brachial plexus palsy. Plastic and Reconstructive Surgery, 93(4), 677.

Pollack, R. N., Buchman, A. S., Yaffe, H., Divon, M.Y. (2000). Obstetrical brachial plexus palsy: pathogenesis, risk factors, and prevention. Clinical Obstetrics and Gynecology, 43, 236–246.

Ramos LE, Zell JP. Rehabilitation program for children with brachial plexus and peripheral nerve injury. Semin Pediatr Neurol 2000;7:52-7.
Sadleir LG, Connolly MB. Acquired brachial-plexus neuropathy in the neonate: a rare presentation of late-onset group-B streptococcal osteomyelitis. Dev Med Child Neurol 1998;40:496-9.
Şahin N, Akı S, Müslümanoğlu L. Neonatal Brachial Plexus Palsy. Turk J Phys Med Rehab 2006;52:174-80systematic evaluation of preservice teachers' opinions on learning objects. International Journal of Human Sciences, 6(2), 723-736.
Semel-Concepcion, J., Conway, A. (2001). Neonatal brachial plexus palsies. eMedicine Journal, 2(8), 9.
Shen, S. M., Berzin, E., Lee, R., et al. (1998). Brachial plexus birth injuries and current management. Clinics in Plastic Surgery, 25, 527–536.
T David Luo, Michael L. Levy Editor: Zhongyu Li. Brachial Plexus Injuries. Updated: 2/6/2023
Terzis, J. K., Papakonstantinou, K. C. (1999). Management of obstetric brachial plexus palsy. Hand Clinics, 15, 717–736.
Van Heest AE. Congenital disorders of the hand and upper extremity. Pediatr Clin North Am 1996;43:1113-33.

Yenidoğan Brachial Pleksus Hasarı

Sefer ÜSTEBAY

1- Doç.Dr.; Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Bandırma,Türkiye, sustebay@bandirma.edu.tr ORCID: 0000-0003-1507-5921

ÖZET

Yenidoğan brakial pleksus hasarı, perinatal dönemde brakial pleksusu oluşturan sinir köklerinin (temel olarak C5–T1; bazen C4 ve T2 katkılı) traksiyon ve doğum travmasına bağlı zedelenmesi sonucu üst ekstremitede kısmi ya da tam flask paralizi ile seyreden klinik tablodur. En eski yazılı tasvirinin Homeros'a atfedildiği belirtilirken, bilimsel tanımlamalar 18. ve 19. yüzyılda şekillenmiştir: Smellie (1779) ilk tanımlamayı yapmış, Duchenne (1872) obstetrik felci brakial pleksus hasarıyla ilişkilendirmiş, Erb (1874) C5–C6 üst trunkus lezyonunu (Erb noktası) tanımlamış, Klumpke (1885) C8–T1 lezyonunu ve eşlik edebilen Horner sendromunu tarif etmiştir. Görülme sıklığı çalışmalara göre değişmekle birlikte yaklaşık 1000 canlı doğumda 0,4–2,6; ülkemizde 1000'de 0,9 civarında bildirilmiştir. Patofizyolojide lezyonun dorsal kök gangliyonuna göre preganglionik veya postganglionik olması prognoz ve tedaviyi belirler. C5–C6 köklerinin daha dik çıkış açısı nedeniyle traksiyona daha duyarlı olduğu, alt köklerde ligamentöz korumanın azlığı nedeniyle avülsiyon riskinin arttığı vurgulanır. Risk faktörleri arasında fetal makrozomi, omuz distosisi, anormal pozisyon, uzamış/çok hızlı doğum, yardımcı doğum aletleri, maternal obezite ve diyabet yer alır. Sınıflamada Seddon (nöropraksi–aksonotmezis–nörotmezis), Sunderland (Tip 1–5) ve anatomik lokalizasyona göre üst (Erb), orta, alt (Klumpke) ve total pleksus felci ile frenik sinir felci tanımlanır.

Anahtar Kelimeler – Brakial Pleksus, Insidans,Yeni Doğan Felci, Sınıflandıma.

TANIMLAMA-TARİHÇE

Brackial pleksus yaralanmasının en eski yazılı tanımlaması; Hektor'un Teucer'i bir kayayla köprücük kemiğine vurarak yayını kullanamayacak hale getiren bir savaşı tasvir eden Homeros'a (MÖ 800) atfedilir (T David Luo ve ark.,2023). Basit bir ifade ile brakial pleksus hasarı tanımlama ise; brakial pleksus boynun arka üçgeninden başlayıp aksillere uzanan ve beş sinirle biten 5 sinir kökü (C5'ten T1'e kadar)'nün hasarlanması olarak düşünülebilir. Pleksus, bazen C4 ve T2 sinir köklerinden de katkı almaktadır (T David Luo ve ark.2023).

Brakial pleksusu hasarı; brakial pleksusu meydana getiren sinir yapılarında oluşturan perinatal dönemde meydana gelen hasarlanma nedeniyle ortaya çıkan klinik durum olarak tanımlanabilir. Bu mevcut durumda üst ekstremiteyi innerve eden sinir hasarı nedeniyle üst ekstremitede kısmi veya tam flask paralizi görülmektedir (Foad SL ve ark.2008).

Yenidoğan barakial pleksus hasarının bilimsel tanımlaması ilk olarak 1978 yılında Smelıe tarafından yapılmıştır (Smellie W,1779). Yenidoğan obstetrik felç tanımlaması 1872 yılında Duchene tarafından kullanılmış ve yenidoğan üst ekstremite felcinin brakial pleksus hasarı kaynaklı olduğu belirtilmiştir

(Duchenne GBA ,1872). Çok kısa bir süre sonra Erb tarafından 1874 yılında üst trunkus lezyonu tanımlanmış ve brakial pleksusta servikal 5 ve servikal 6 sinir köklerinin birleşme noktası (C5-C6) Erb noktası olarak tanımlanmıştır. Halen günümüzde bu üst trunkus hasarı Erb Duchene hasarı olarak ifade edilmektedir (Erb W 1874). 1885 yılında Klumpke tarafından; Servikal 8 ve torakal 1 (C8-T1) sinir kökü hasarlanması ve Torakal 1 sinir kök avülsiyonu ve sempatik sinir etkilenimine bağlı aynı tarafta görülen miyozis, pitozis ve enoftalmi kliniği Klumpke paralizisi ve Horner Sendromu olarak tanımlanmıştır (Klumpke A.1885).

İnsidans

Yenidoğan brakial pleksus felci görülme sıklığı yapılan çalışmalarda farklı sonuçlar göstersede genel olarak canlı doğan bebeklerde görülme sıklığı %0,04 olduğu düşünülmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde 1997-2012 yılları arasında 16 yıllık brakial pleksus hasarı insidans çalışmasında bu oranın 1000 canlı doğumda 1,7'den 0,9 vakaya düştüğü gösterilmiştir (DeFrancesco ve ark.2019). Başka bir çalışmada ise brakial pleksus yaralanması perinatal dönemde 1000 canlı doğumda 0.4-2.6 oranında görüldüğü raporlanmıştır (Chang KW, 2013). Ülkemizde yapılan bir çalışmada ise görülme oranı 1000 canlı doğumda %0,9 olarak bildirilmiştir (Yücetürk A.2011).

BRAKİAL PLEKSUS HASARI PATOFİZYOLOJİ

Vücudumuzda omurilik sinirleri omurilikten gelen ventral ve dorsal kökçüklerin birleşmesiyle meydana gelmektedir. Servikal 5. Sinirden (C5) Torakal birinci sinire (T1) kadar olan omurilik sinirlerinin ventral dalları brakiyal pleksusun köklerini oluşturmaktadır. Dorsal kök gangliyonu, omurilik sinirlerinin birleşme noktasına yakın konumda bulunan nöronal hücre gövdeleri grubudur. Dorsal kök gangliyonuna yakın kısımda oluşan sinir hasarlanmaları meydana gelen "preganglionik", dorsal kök gangliyonuna uzak kısımda oluşan sinir yaralanmalar ise "postganglionik" olarak ifade edlmektedir. Preganglionik ve postganglionik brakiyal pleksus hasarlanmalarının tanımlanması ve patofizyolojisinin bilinmesi uygulanacak tedavi ve sinir hasarına bağlı beklenen prognoz açısından önemlidir (Shin AY ve ark.2005).

Brakiyal pleksusun intervertebral foramenden çıkış açılanma farklılığı nedeniyle traksiyonel hasarlanma farklılıkları olmaktadır. C5-C6 sinir

kökleri alt sinir köklerine göre daha dik bir açıyla distale doğru konumlanmaktayken alt sinir kökleri daha yatay bir açı ile distale konumlanmaktadır. Bu nedenle C5-C6 hasarlanmaları traksiyonel etkiye daha duyarlıdır (Ünsal S.Ş.2020). C5-6 sinir kökleri ile transvers proses arasında uzanım gösteren tranvers radiküler ligamentin kök avülsüyonuna bağlı sinir hasarından koruyucu etkisi bulunmaktadır. Alt köklerde tranvers radiküler ligamentin olmaması nedeniyle alt köklerde daha sık kök avülsiyonuna bağlı sinir hasarlanması görülmesini açıklamaktadır. Bağ dokusunun traksiyon kuvvetine karşı koruyucu olması nedeniyle bağ dokusunun az olduğu bölgelerde hasarlanma riski daha fazla görülmektedir. Perinörium turunkuslarda köklere göre daha yoğun bulunmaktadır. Bu yüzden traksiyona bağlı sinir hasarında daha sık kök hasarı görülmektedir (Ünsal S.Ş.2020).

Risk Faktörleri

Yenidoğan Brakial pleksus hasarı bir doğum travması tipi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle yenidoğan doğum travması tanımlaması ve risk faktörlerinin anlaşılması önemlidir. Doğum eylemi sürecinde mekanik güç nedeniyle bebekte ortaya çıkan yaralanma doğum travması olarak tanımlanmaktadır.

Doğum travmaları birçok sistemi etkileyebilmektedir. Doğum travmaları içinde en sık yumuşak doku travmaları görülse de kendi içinde en önemli doğum travmaları sınıflandırılabilir:

- Yumuşak doku hasarlanmaları
- Sinir Dokusu hasarlanmaları
- Kemik dokusu hasarlanmaları
- Batın içi organ hasarlanmaları
- İntrakranial Kanamalar

Yenidoğan fiziksel doğum travması için bilinen en önemli risk faktörleri (Gomella T.2012, Vitner D ve ark.2019):

1. **Fetal ve Gebelikle ilişkili Faktörler**

- Fetal Makrozomi
- Fetal Makrosefali
- Çok düşük doğum ağrılığı
- Prematürite
- Doğumsal fetal anomaliler
- Oligohidramniyos
- Anormal fetal pozisyon

2. **Maternal Faktörler**

- Doğum eyleminin uzaması
- Doğum eyleminin çok hızlı olması
- Distosisi
- Sefalo-Pelvik Uygunsuzluk
- Annede Pelvik Anormallik
- Yardımcı doğum ekipmanı kullanımı (Vakum/Forceps)
- Küçük anne yapısı
- Obezite
- Gebelik sırasında diyabet veya hipertansiyon dahil olmak üzere tanı konulan tıbbi durumlar
- Nulliparity

Brachial Pleksus Hasarı Sınıflandırma

Yenidoğan dönemi Brakial pleksus hasarlanmaları sıklıkla tek taraflı olarak görülmektedir. Yenidoğan Brakial Pleksus Felci için en önemli risk faktörleri feral makrozomi, omuz distosisi, prenatal dönemde uzun süreli fetal ekstraksiyon, baş pozisyonu ve multiparitiy bulunmaktadır (Borschel GH ve ark.2009).

1-Seddon Sınıflaması (Ünsal S.Ş ve ark.2020, Demiryürek Ş ve ark.2002):

Seddon periferik sinir hasarlanma sınıflanması; nöropraksi, aksonotmezis ve nörotmezis adı altında üçe başlıkta sınıflandırılmaktadır.

Nöropraksi; Sadece periferik sinirde lokal iletim bloğu şeklinde hafif hasarlanma görülmektedir. Sinir hasarlanma bölgesinin proksimalinde veya distalinde sinir iletimi normaldir ve distalde Wallerian dejenerasyonu görülmesi beklenmez. Aksonal hasar yoktur ve akson bütünlüğü tamdır. Nöropraksi tipi sinir hasarlanmalarında motor ve duyusal fonksiyon kayıpları görülse dahi bu kayıplar için cerrahi müdahaleye gerek yoktur.Nöropraksi tipi sinir hasarlarında görülebilen motor veya duyusal fonksiyon kayıpları haftalar/aylar içinde tam iyileşme göstermektedir.

Aksonotmezis; Nöropraksiye kıyasla daha ciddi bir sinir hasarlanma tipidir. Periferik sinirin aksonal bütünlüğünde bozulmanın gerçekleştiği hasarlanma şeklidir. Aksonal bütünlük bozulduğu için hasarlı bölgenin distalinde Wallerian dejenerasyonu geliştiği görülür. Aksonal bütünlüğü destekleyen bağ doku/ bazal membran hasarlanması yoktur. Genel anlamda prognoz iyidir.

Nörotmezis; Bu sınıflamada en ciddi sinir hasarlanma tipidir. Akson, epinöriyum ve çevre bağ doku ve kılıflarının bütünlüğü bozulmuştur.

Spontan iyileşme olmaz. Cerrahi onarım gereklidir. Prognoz cerrahiden sonra belirlenir.

2-Sunderland sınıflaması (Ünsal S.Ş ve ark.2020, Sunderland S. 1951):

Tip 1: Seddon sınıflamasındaki nöropraksiyle aynı özelliklere uymaktadır. Aksonun bir bölgesinde gerçekleşen ileti bloğunu tanımlar. Prognoz iyidir, spontan düzelme görülür.

Tip 2: Seddon sınıflamasındaki aksonotmezisle aynı özelliklere uymaktadır. Aksonal hasarlanmanın görüldüğü fakat sinir kılıfının hasarsız olduğu hasarlanma tipidir. Distalde Wallerian dejenerasyon görülür. Spontan iyileşmehasar derecesine göre değişken olmakla birlikte olasıdır.

Tip 3: Sinir liflerinde bütünlük bozulmuştur, Aksonal hasarlanmaya ek olarak endonöryumda da hasarlanma görülmektedir. Epinöryum ve perinöryumda hasarlanma yoktur. Kendiliğinden iyileşebilir. Sıkışma tipi yaralanmalar da görülmesi daha muhtemel hasarlanma tipidir. Kendiliğinden iyileşme görülebilse de prognoz genellikle kötüdür.

Tip 4: Aksonal hasarlanmaya ek olarak endonöryum ve perinöryumda da hasarlanma mevcuttur. Epinöryum sağlamdır. Cerrahi olarak onarım gerekir. Prognoz kötüdür.

Tip 5: Seddon sınıflamasındaki nörotmezis tipi sinir hasarlanması ile aynı özellikleri gösterir. Tüm sinir gövdesinin hasarlanması/kesisi olarak tanımlanır. Kendiliğinden iyileşme beklenmez. Cerrahi olarak tedavi edilmesi gerekir.

Seddon	Sunderland	Fonksiyon	Patoloji	Prognoz
Nörapraksi	**Tip 1**	**Fokal ileti bloğu**	Lokal Miyelin hasarı Aksonal Bütünlük Wallerian dej.yok	Haftalar/aylar içinde düzelme
Aksonotmezis	**Tip 2**	Hasar yeri/distal siniri iletim kaybı	Wallerian dejenerasyon Akson kaybı	Destek dokuların bütünlüğü/kasa olan mesafeye bağlı olarak iyiden kötüye değişebilen prognoz
	Tip 3	Hasar yeri/distal siniri iletim kaybı	Akson kaybı Endonöral tüpler hasarı Perinöryum sağlam Epinöryum sağlam	Kötü prognoz Aksonlar hatalı yöne gidebilir Cerrahi gerekebilir
	Tip 4	Hasar yeri/distal siniri iletim kaybı	Akson kaybı Endonöral tüp hasarı Perinöryum	Kötü prognoz Aksonlar hatalı yöne gidebilir Cerrahi sıklıkla

			hasarı Epinöryum sağlam	gerekir
Nörotmezis	**Tip 5**	Hasar yeri/distal siniri iletim kaybı	Akson kaybı Endonöral tüpler ağır hasarlı Perinöryum ağır hasarlı Epinöryum ağır hasarlı (Tüm sinirlerin kesilmesi)	Spontan iyileşme olmaz Cerrahi gereklidir Cerrahiden sonra prognoz belirlenir

Anatomik Lokalizasyon sınıflaması:

Brakial Pleksus Hasarlanması Sınıflandırması (Ünsal S.Ş ve ark.2020, Samuel Fugate 2025):

Anatomik lokalizasyonuna göre 4 alt tipe ayrılmaktadır. Sınıflama üst, orta, alt ve total brakial pleksus felcidir.

Üst brakial pleksus felci: Erb-Duchenne Felci olarak da tanımlanmaktadır. Beşinci servikal ve altıncı servikal sinir köklerinin (C5-C6) etkilendiği ve bazen yedinci servikal (C7) kökünün de etkilendiği sinir yaralanmasıdır. Brakial Pleksus Felcinin en sık görülen türüdür.

Orta brakial pleksus felci: Yedinci servikal sinir kökü (C7) tutulumu vardır; bazen buna sekizinci servikal ve birinci torakal sinir (C8-T1) hasarı da eklenebilmektedir. Nadir görülmektedir.

Alt brakial pleksus felci: Klumpke Felci olarak da tanımlanmaktadır. Sekizinci servikal ve birinci torasik sinir köklerinin (C8-T1) etkilendiği sinir yaralanmasıdır.

Total brakial pleksus felci/Tam Kol Felci: Tüm üst kolu innerve eden sinir köklerinin (C5-8) ve bazen torakal 1 (T1)'in de etkilendiği sinir hasarlanması tam kol felcidir.
Frenik Sinir Felci: Frenik sinirin hasarlanmasıdır. Brakial pleksus felcine eşlik eden bir belirti olabilir.

SONUÇ

Yenidoğan brakial pleksus hasarı, çoğunlukla doğum sırasında oluşan traksiyonel kuvvetlere bağlı gelişen ve üst ekstremitede değişen derecelerde güç kaybı ile seyreden önemli bir doğum travmasıdır. Lezyonun düzeyi (C5–C6, C8–T1 veya total tutulum) ve tipi (nöropraksi, aksonotmezis, nörotmezis; preganglionik/postganglionik) klinik bulguları, tedavi yaklaşımını ve prognozu doğrudan belirler. Bu nedenle risk faktörlerinin (makrozomi, omuz distosisi, uzamış doğum, yardımcı doğum araçları, maternal diyabet/obezite vb.) bilinmesi, doğum sürecinde önleyici stratejilerin uygulanması ve erken dönemde doğru sınıflandırma yapılması kritik önemdedir. Erken tanı, düzenli klinik takip ve uygun rehabilitasyon; gerekli olgularda zamanında cerrahi değerlendirme ile birlikte, fonksiyonel iyileşme şansını artırarak kalıcı sekellerin azaltılmasına katkı sağlar.

REFERANSLAR

Borschel GH, Clarke HM. Obstetrical brachial plexus palsy. Plast Reconstr Surg. 2009 Jul;124(1 Suppl):144e-155e

Chang KW, Justice D, Chung KC, Yang LJ. A systematic review of evaluation methods for neonatal brachial plexus palsy: a review. J Neurosurg Pediatr. 2013;12:395-405.

DeFrancesco, Christopher J. BS; Shah, Divya K. MD, MME; Rogers, Benjamin H. BA; Shah, Apurva S. MD, MBA. The Epidemiology of Brachial Plexus Birth Palsy in the United States: Declining Incidence and Evolving Risk Factors. Journal of Pediatric Orthopaedics 2019; 39(2),134-140.

Demiryürek Ş, Demiryürek A.T, Babül A. Periferik Sinir Hasarı ve Dejenerasyonu. FABAD J. Pharm. Sci., 27, 43-53, 2002

Duchenne GBA. De l'électrisation localisée et de son application a la pathologie et la therapeutique. Paris: J.B. Balleére et fils; 1872. p. 357–362.
Erb W. Ueber eine eigenthümliche Localisation von Lähumgen implexus brachialis. Verhandlungen des naturhistorischen Vereins von Heidelberg 1874; 2:130–137.
Foad SL, Mehlman CT, Ying J. The epidemiology of neonatal brachial plexus palsy in the United States. J Bone Joint Surg 2008; 90A:1258–1264.
Klumpke A. Contribution a l'étude des paralysies radiculaires du plexus branchial. Rev Med 1885; 5:591–616.
Samuel Fugate, Alissa Conklin, Jaimie Maines. Birth Trauma. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan.2025 Jul 7.
Shin AY, Spinner RJ, Steinmann SP, Bishop AT. Adult traumatic brachial plexus injuries. The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. 2005 Oct:13(6):382-96
Smellie W. A collection of cases and observation in midwifery to illustrate his former treatise or first volume on that subject. London: W Strahan, T Cadell, G Nico; 1779. p. 446–448.
Sunderland S. A classification of peripheral nerve injuries producing loss of function. Brain 1951; 74:491-516.
T David Luo, Michael L. Levy Editor: Zhongyu Li. Brachial Plexus Injuries. Updated: 2/6/2023
Travmatik Doğum, Lange Neonatoloji, Editör: Gomella T L (ed), İstanbul Medikal Sağlık Yayıncılık, İstanbul, 2012, s:379-386.
Ünsal S.Ş, Armangil M. Obstetrical brachial plexus palsy. Obstetrical brachial plexus palsy. Turk J Womens Health Neonatol 2020; 2(2): 47-52
Vitner D, Hiersch L, Ashwal E, Nassie D, Yogev Y, Aviram A. Outcomes of vacuum-assisted vaginal deliveries of mothers with gestational diabetes mellitus. J Matern Fetal Neonatal Med. 2019 Nov;32(21):3595-3599.
Yücetürk A. Obstetrik Brachial Pleksus Yaralanmaları. Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği Dergisi 2001; 24-35,27, 29-32.

Hemşirelik Kuram ve Modellerinin Kavramsal ve Tarihsel Gelişimi

Mehtap BUDAK[1]
Bahar TÜRKMENOĞLU[2]

1- Dr.,Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi. mehtapbudak58 @hotmail.com ORCID No: 0000-0003-3106-3701
2- Dr.Öğr.Üyesi; Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Hafik Kamer Örnek Meslek Yüksekokulu, Çocuk Gelişimi Bölümü. baharturkmenoglu@cumhuriyet.edu.tr ORCID No: 0000-0001-5631-3215

ÖZET

Hemşirelik, tarihsel gelişim süreci içerisinde bakım temelli bir uğraş olmaktan çıkarak, kuramsal temellere dayanan bilimsel ve profesyonel bir disiplin hâline gelmiştir. Bu dönüşüm sürecinde hemşirelik teori ve modelleri, mesleğin bilgi birikimini yapılandıran, uygulamalara yön veren ve profesyonel kimliğin gelişimini destekleyen temel unsurlar olarak öne çıkmaktadır. Bu kitap bölümünün amacı, hemşirelikte kavram, kuram/teori ve model kavramlarını açıklamak; hemşirelik teori ve modellerinin tarihsel gelişimini ele almak ve hemşirelik uygulamalarına olan katkılarını bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirmektir.

Bu kapsamda bölümde, öncelikle kavram, kuram ve model kavramları tanımlanmış; hemşirelik metaparadigmasını oluşturan insan, çevre, sağlık/hastalık ve hemşirelik kavramları ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Ardından hemşirelikte teori ve modellerin tarihsel gelişim süreci incelenmiş, Florence Nightingale ile başlayan bilimsel yaklaşımın günümüze kadar nasıl evrildiği ortaya konmuştur. Ayrıca hemşirelikte teori geliştirme süreci ve kuramsal yaklaşımların uygulama, eğitim ve araştırma alanlarına sağladığı katkılar tartışılmıştır.

Bölümde ele alınan kuramsal çerçeve, hemşirelik bakımının planlı, sistematik ve bireye özgü şekilde sunulmasında teori ve modellerin önemini vurgulamaktadır. Sonuç olarak, hemşirelik teori ve modellerinin etkin kullanımı, bakım kalitesinin artırılmasına, mesleki özerkliğin güçlendirilmesine ve hemşireliğin bilimsel gelişiminin sürdürülebilirliğine önemli katkılar sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler – Hemşirelik, Hemşirelik Teorileri, Hemşirelik Modelleri, Metaparadigma, Kuramsal Yaklaşım, Bakım Bilimi.

GİRİŞ

Hemşirelik, bireyin, ailenin ve toplumun sağlığını koruma, geliştirme ve hastalık durumlarında iyileştirme amacına yönelik bakım hizmetlerini kapsayan, bilim ve sanatı bütünleştiren bir sağlık disiplinidir (Karagözoğlu, 2005). Hemşirelik bakımının sistematik, tutarlı ve bilimsel bir temele dayanarak sunulabilmesi, hemşirelik teori ve modellerinin geliştirilmesi ve uygulamaya aktarılması ile mümkün olmaktadır (Fawcett, 2005).

Hemşirelikte teori ve model kavramları çoğu zaman birbirinin yerine kullanılmakla birlikte, bu kavramlar içerik ve işlev açısından farklılık göstermektedir. Teoriler; kavramlar arasındaki ilişkileri açıklayan, gözlem ve araştırma yoluyla test edilebilen sistematik bilgi yapılarıdır. Modeller ise teorilerin daha genel, esnek ve şematik biçimde sunulmasını sağlayan yapılardır (Cody, 2006; Fawcett, 2005). Bu yönüyle teori ve modeller, hemşirelik uygulamalarına yön veren, mesleğin bilgi birikimini yapılandıran

ve hemşireliğin profesyonel kimliğini güçlendiren temel unsurlar arasında yer almaktadır (Sitzman & Eichelberger, 2011).

Hemşirelik disiplininin tarihsel gelişimi incelendiğinde, başlangıçta bakım uygulamalarının daha çok deneyime ve geleneksel yaklaşımlara dayandığı görülmektedir. Ancak Florence Nightingale'in Kırım Savaşı sırasında yürüttüğü çalışmalarla birlikte hemşirelik, bilimsel gözleme, çevresel düzenlemelere ve istatistiksel verilere dayalı bir meslek kimliği kazanmıştır (Boz, 2017; Karagözoğlu, 2005). Nightingale'in çevre teorisi, hemşireliğin bilimsel temellerinin atılmasında önemli bir dönüm noktası olmuştur.

20.yüzyılın ortalarından itibaren hemşirelik, yalnızca uygulamaya dayalı bir meslek olmaktan çıkarak, kuramsal temellere dayanan akademik bir disiplin hâline gelmiştir. Bu süreçte hemşireliğin ne olduğu, hemşirelerin rol ve işlevlerinin neler olduğu ve hemşirelik bakımının nasıl sunulması gerektiği sorularına yanıt arayan çok sayıda teori ve model geliştirilmiştir (Alligood, 2014; Karadağ ve ark., 2017). Özellikle 1950'li yıllardan sonra hemşirelikte teori geliştirme çalışmaları hız kazanmış ve hemşirelik uygulamalarının bilimsel temellere dayandırılması hedeflenmiştir (Çam & Engin, 2016).

Hemşirelik teori ve modelleri, insan, çevre, sağlık/hastalık ve hemşirelik kavramlarını içeren metaparadigma çerçevesinde şekillenmektedir. Bu dört temel kavram, hemşirelik disiplininin odak noktasını oluşturmakta ve hemşirelerin hem kendi disiplinleri içinde hem de diğer sağlık disiplinleriyle ortak bir dil geliştirmelerine olanak sağlamaktadır (Schim ve ark., 2007; Ünsal, 2017). Metaparadigma, hemşireliğin neyi kapsadığını ve neyi kapsamadığını ortaya koyarak mesleğin sınırlarını belirlemektedir.

Günümüzde hemşirelik, yalnızca hastalıkların tedavisine odaklanan bir bakım anlayışının ötesine geçerek; koruyucu, geliştirici, eğitici ve rehabilite edici rolleri içeren bütüncül bir yaklaşımı benimsemektedir. Hemşirelik teori ve modelleri, hemşirelerin analitik düşünme becerilerini geliştirmekte, bakımın kalitesini artırmakta ve uygulama, eğitim ve araştırma süreçlerine rehberlik etmektedir (Çam & Engin, 2016).

Bu kitap bölümünde; kavram, kuram/teori ve model kavramları ele alınacak, hemşirelik teori ve modellerinin tarihsel gelişim süreci incelenecek ve hemşirelik uygulamalarına olan katkıları bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirilecektir. Ayrıca hemşirelikte teori geliştirme aşamaları tartışılarak, hemşirelik biliminin kuramsal temellerinin daha iyi anlaşılmasına katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

KAVRAM, KURAM/TEORİ VE MODEL KAVRAMLARI

Hemşirelik literatüründe kavram, kuram (teori) ve model kavramları zaman zaman birbirinin yerine kullanılmakta, ancak bu kavramlar arasında önemli yapısal ve işlevsel farklılıklar bulunmaktadır. Kavramlar, bilimsel bilginin temel yapı taşlarını oluştururken; kuramlar ve modeller bu kavramlar arasındaki ilişkileri açıklamaya ve sistematik hâle getirmeye hizmet etmektedir (Fawcett, 2005).

Kavram

Kavram, insan zihninde anlam bulan ve farklı nesne ya da olguların ortak özelliklerini temsil eden bilgi birimleridir. Toplumsal olay ve olguların anlaşılmasını kolaylaştıran kavramlar, bilimsel düşüncenin sınıflandırılmasını sağlar ve kuramların temelini oluşturur (Özsoy & Çetinkaya, 2019). Her bilim dalı, ulaştığı bilgileri ifade edebilmek için kendine özgü kavramlar geliştirir ve bu kavramlar aracılığıyla bilimsel iletişim kurar.

Kavramlar somut ya da soyut nitelikte olabilir. Örneğin "sedye", "tekerlekli sandalye" veya "hasta yatağı" somut kavramlar iken, "nakil" ya da "bakım" gibi kavramlar soyut nitelik taşımaktadır (Özsoy & Çetinkaya, 2019). Hemşirelikte kullanılan kavramlar, bakımın planlanması ve uygulanmasında ortak bir dil oluşturması açısından büyük önem taşımaktadır.

Kuram / Teori

Kuram (teori) kavramı, Yunanca "görüş" anlamına gelen *theoria* sözcüğünden türemiştir ve olayları açıklayan genel ilkeler bütünü olarak tanımlanmaktadır. Kuramlar, kavramlara anlam kazandıran, bu kavramlar arasındaki ilişkileri açıklayan ve sistematik bir yapı sunan bilgi örgütleridir (Cody, 2006).

Kuramlar; gözlem, araştırma ve bilimsel yöntemler aracılığıyla test edilen ve doğrulanan kavram kümelerinden oluşmaktadır. Bir başka ifadeyle kuramlar, olguların anlaşılmasına yönelik en üst düzey açıklama çabasıdır (Polit & Beck, 2014). Hemşirelik kuramları, hemşirelik uygulamalarını açıklamak, öngörmek ve yönlendirmek amacıyla geliştirilmiş olup, her biri kuramı geliştiren bireylerin bakış açısını yansıtan özgün yapılardır (Sitzman & Eichelberger, 2011).

Model

Model, bir mesleğin merkezinde yer alan temel kavramların ve bu kavramlar arasındaki ilişkilerin şematik ve bütüncül biçimde açıklanmasıdır. Modeller, doğrudan gözlenemeyen kavramların anlaşılmasına yardımcı olmakta ve kuramların daha somut hâle getirilmesini sağlamaktadır (Cody, 2006; Fawcett, 2005).

Kuramlara kıyasla daha genel ve esnek yapılar olan modeller, bilimsel yöntemle test edilebilir ve uygulamada yol gösterici bir çerçeve sunar. Hemşirelikte modeller, bakım sürecinin planlanması, uygulanması ve değerlendirilmesinde rehberlik ederek kuramsal bilginin uygulamaya aktarılmasına katkı sağlamaktadır (Çam & Engin, 2016).

Model ve Kuramların Temel Özellikleri

Model ve kuramların bilimsel geçerlilik taşıyabilmesi için belirli özelliklere sahip olması gerekmektedir. Buna göre, model ve kuramlar kavramlar arasında mantıklı ilişkiler kurmalı, tutarlı olmalı, genellenebilir nitelik taşımalı ve uygulamayı geliştirmeye yönelik katkı sunmalıdır. Ayrıca diğer geçerli kuram, ilke ve yasalarla uyumlu olması beklenmektedir (Çam & Engin, 2016).

HEMŞİRELİK TEORİLERİ / KURAMLARI

Hemşirelik teorileri, hemşireliğin ne olduğunu, hemşirelerin ne yaptığını ve bu uygulamaları hangi gerekçelerle gerçekleştirdiklerini açıklamak amacıyla oluşturulan sistematik bilgi yapılarıdır. Bu teoriler, hemşireliği tıp gibi diğer sağlık disiplinlerinden ayırarak, mesleğin kendine özgü bilgi alanını tanımlamaya olanak sağlamaktadır (Karadağ ve ark., 2017). Hemşirelik kuramları; uygulanabilir, değerlendirilebilir ve tüm hemşireler tarafından kullanılabilir nitelikte olup, mesleğe farklı bakış açıları kazandıran yaratıcı ürünlerdir.

Kuramlar, hemşirelik olgusunda yer alan kavramları ve bu kavramlar arasındaki ilişkileri incelemeye yönelik girişimlerdir. Her kuram, belirli bir kişi ya da kişiler tarafından geliştirildiği için özgün ve tektir. Bu bağlamda hemşirelik kuramları, hemşirelik uygulamalarının bilimsel temellere dayandırılmasını sağlayan ve araştırmayı teşvik eden yapılardır (Sitzman & Eichelberger, 2011).

Hemşirelik Uygulamalarında Kuram ve Modellerin Yararları

Hemşirelikte kuram ve modellerin kullanımı, bakımın sistematik ve bilimsel bir çerçevede sunulmasına önemli katkılar sağlamaktadır. Kuram ve modeller, hemşirelik uygulamalarını tanımlar, açıklar ve düzenlerken; uygulamalar arasındaki ilişkileri ve sonuçları görünür kılmaktadır. Ayrıca hemşirelik bakımına yapı ve disiplin kazandırarak, hemşireye ne yapacağı ve nasıl yapacağı konusunda yol gösterici bir çerçeve sunmaktadır.

Kuramlar, hemşirelere uygulama, araştırma, eğitim ve yönetim süreçlerinde rehberlik etmekte; profesyonelliği artırmakta ve analitik düşünme becerilerinin gelişmesini desteklemektedir. Bunun yanı sıra hemşirelerin rol ve işlevlerini daha iyi anlamalarını sağlamakta, amaç belirleme ve geliştirme yeteneklerini güçlendirmekte, organize ve etkili bir öğrenme ve uygulama ortamı oluşturmaktadır. Sonuç olarak kuram ve modeller, hemşirelik bakımının kalitesini artıran temel unsurlar arasında yer almaktadır (Çam & Engin, 2016).

Hemşirelikte Metaparadigma Kavramı

Hemşirelikte teori ve model geliştirmeye geçmeden önce, hemşirelikle ilgili genel konuları temsil eden temel kavramların ele alınması gerekmektedir. Her meslekte çok sayıda teori ve model bulunmakla birlikte, hemşirelik disiplininde tek bir metaparadigma yer almaktadır. Birçok yazar, hemşirelik metaparadigmasının dört temel bileşenden oluştuğu konusunda görüş birliği içindedir. Bu bileşenler; insan, çevre, sağlık/hastalık ve hemşireliktir (Schim ve ark., 2007).

Bu kavramlar, hemşirelik disiplininin genel ve küresel odağını belirlemekte, alana ilişkin temel parametreleri sunmaktadır. Metaparadigma, hemşirelik disiplininin diğer disiplinlerle iletişimini kolaylaştırırken, aynı zamanda hemşirelerin "biz kimiz" ve "ne iş yapıyoruz" sorularına yanıt bulmalarını sağlamaktadır. Bununla birlikte, disiplinin ne olmadığını da ortaya koyarak, hemşirelerin uygulamalarını gerekçelendirmelerine olanak tanımaktadır (Karadağ ve ark., 2017).

İnsan

Hemşirelik bakımının merkezinde insan yer almaktadır. İnsan; fiziksel, sosyal, duygusal, entelektüel ve spiritüel gereksinimleri olan bir bütün olarak ele alınmaktadır. Nightingale, bireyi fiziksel, entelektüel, emosyonel, sosyal ve spiritüel unsurların bir bileşimi olarak tanımlamıştır. Peplau'ya göre insan, gereksinimlerinin doğurduğu gerilimi kendine özgü yollarla azaltmaya çalışan bir organizmadır. Orem ise insanı biyolojik, sembolik ve toplumsal işlevleri bulunan bir birim olarak tanımlamaktadır (Ünsal, 2017).

Çevre

Çevre, organizmanın var olduğu tüm koşullar ve ortamlar olarak ifade edilmektedir. Fiziksel varlığın dışında kalan tüm canlı ve cansız unsurları kapsayan çevre, hemşirelik bakımında önemli bir yer tutmaktadır. Nightingale çevreyi, hastanın beslenmesinden hemşirenin hasta ile kurduğu sözel ve sözel olmayan iletişime kadar tüm dış koşulları içeren bir bütün olarak ele almıştır. Peplau çevreyi, organizma dışında var olan ve kültürel değerlerle şekillenen koşullar olarak tanımlarken; Roy, çevreyi bireylerin ve

grupların davranışlarını ve gelişimlerini etkileyen tüm şartlar olarak ifade etmektedir (Ünsal, 2017).

Sağlık ve Hastalık

Dünya Sağlık Örgütü sağlığı, yalnızca hastalık ve sakatlığın olmaması değil, fiziksel, ruhsal ve sosyal yönden tam bir iyilik hâli olarak tanımlamaktadır. Nightingale sağlığı, bireyin potansiyelini en üst düzeyde kullanabilmesi olarak görürken; Roy sağlığı, bir durumdan çok bir süreç ve bütünlük olarak ele almaktadır (Ünsal, 2017).

Hastalık kavramı ise toplumdan topluma ve zamandan zamana değişiklik göstermektedir. Hastalık yalnızca biyolojik bir süreç olmayıp, aynı zamanda sosyal ve kültürel bir olgudur. Doku ve hücrelerde meydana gelen yapısal ve fonksiyonel bozuklukların yanı sıra psikolojik ve sosyal sorunları da içeren bir durum olarak tanımlanmaktadır (Birol, 2000; Bulsoy & Sevil, 2006).

Hemşirelik

Hemşirelik; bireyin, ailenin ve toplumun sağlığını koruma, geliştirme ve hastalık durumunda iyileştirme amacıyla yürütülen hemşirelik hizmetlerinin planlanması, örgütlenmesi ve değerlendirilmesinden sorumlu bilim ve sanattır. Florence Nightingale hemşireliği, hastanın iyileşmesini sağlamak için çevresinin düzenlenmesi olarak tanımlamıştır. Virginia Henderson ise hemşireliği, bireyin sağlığına ve bağımsızlığına kavuşmasını destekleyen dinamik bir güç olarak ele almıştır (Ünsal, 2017).

Dünya Sağlık Örgütü'ne göre hemşirelerin işlevleri; bakım hizmetlerinin sunulması ve yönetimi, bireylerin ve sağlık personelinin eğitimi, sağlık ekibiyle iş birliği içinde çalışma ve araştırma yoluyla hemşirelik uygulamalarının geliştirilmesi olmak üzere dört ana başlık altında toplanmaktadır.

HEMŞİRELİKTE BİLİMSEL GELİŞMELERİN TARİHSEL SÜRECİ

Hemşirelik, kimliğini ve mesleki anlamını oluşturma sürecinde çok sayıda aşamadan geçmiş bir disiplindir. Başlangıçta hasta ya da güçsüz durumdaki bireylere bakım verme ve yardım etme amacıyla ortaya çıkan hemşirelik, uzun yıllar boyunca inanç temelli bakım anlayışı ve kutsal bir hizmet olarak görülmüştür. Özellikle 1800'lü yıllarda hemşirelik, dini ve geleneksel değerlerin etkisi altında bir uğraş olarak uygulanmıştır.

Hemşireliğin meslekleşme ve bilimselleşme süreci, Florence Nightingale'in Kırım Savaşı sırasında yaralı askerlerin bakım gereksinimlerini karşılamaya yönelik yürüttüğü çalışmalarla başlamıştır. Nightingale'in hasta yararına çevresel düzenlemeler yapması ve bakım uygulamalarını sistematik bir yaklaşımla ele alması, hemşireliğin bilimsel temellerinin atılmasında önemli bir dönüm noktası olmuştur. Nightingale, hemşireliği tıptan ayrı, formal eğitim gerektiren; gözlem, istatistik ve araştırmaya dayalı bir bilim ve sanat olarak tanımlayarak, çağının ilerisinde bir hemşirelik anlayışı ortaya koymuştur (Karagözoğlu, 2005).

1900'lü yılların ortalarına kadar hemşireliğin tanımı ve felsefesi üzerinde yoğunlaşılmış; hemşirelik, çoğunlukla başka disiplinlere yardımcı olan bir sanat olarak değerlendirilmiştir. Ancak 1950'li yıllardan itibaren hemşirelikte sanat anlayışı yerini giderek bilimsel yaklaşıma bırakmış; bu dönemde hemşireliğin ne olduğu, sınırlarının nasıl çizileceği ve uygulamalarının nasıl açıklanacağı sorularına yanıt aranmıştır. Bu sorgulama sürecinin doğal bir sonucu olarak hemşirelik model ve kuramları geliştirilmeye başlanmıştır (Çam & Engin, 2016).

1960'lı ve 1970'li yıllarda etkileşim, sistem ve holistik yönelimli çok sayıda hemşirelik kuramı geliştirilmiş; 1980'li yıllarda ise hemşirelik, hümanistik yaklaşımla bilim ve sanatı birleştiren bütüncül bir bakım bilimi olarak ele alınmıştır. 1980'ler sonrası kuram dönemi, hemşirelik uygulamalarının "bilgi yönlendirmeli eylem" ve "eylem rehberliğinde kuram" anlayışıyla ele alınmasını güçlendirmiş; düşünce ve eylemin koordinasyonuna dayalı bir mesleki yaklaşımın gelişmesine katkı sağlamıştır (Alligood, 2014).

2000'li yılların başlarından itibaren hemşireler, hemşireliği bir uzmanlık alanı olarak kabul etmeye başlamış; meslekten uzmanlığa geçiş süreci hız kazanmıştır. Sağlık alanındaki gelişmeler ve değişimler doğrultusunda daha nitelikli bakım ve eğitim hedeflenmiş; bu süreçte kanıta dayalı uygulamalar, kanıta dayalı bakım ve inovasyon kavramları hemşirelik gündeminde önemli bir yer edinmiştir (Alligood, 2014). Günümüzde ise hemşireliğin gündemini bu konular oluşturmakla birlikte, ülkemizde bazı alanlarda hâlen geleneksel yaklaşımların ve test edilmemiş kuramların etkisini sürdürdüğü görülmektedir. Bununla birlikte son otuz yılda hemşirelik teorisyenleri ve eğitimcileri, hemşireliğe akademik bir disiplin kimliği kazandırmak amacıyla önemli çabalar göstermiş; hemşirelik eğitimi yükseköğretim kurumlarına taşınarak akademik kültürün oluşması sağlanmıştır. Bu gelişmeler, hemşireliğin estetik ve beceriye dayalı sanatsal yönünün bilimsel yöntemlerle bütünleştirilmesine olanak tanımıştır (Karagözoğlu, 2005).

Hemşirelikte Teori Gelişiminde Önemli Dönüm Noktaları

Hemşirelikte teori gelişimi sürecinde birçok tarihsel olay ve bilimsel girişim önemli rol oynamıştır. Florence Nightingale'in 1859 yılında

Hemşirelik Üzerine Notlar adlı eserini yayımlaması, hemşirelikte kuramsal düşüncenin başlangıcı olarak kabul edilmektedir. Bunu izleyen yıllarda formal hemşirelik eğitiminin desteklenmesi, üniversitelerde lisansüstü ve doktora programlarının açılması, hemşirelik araştırmalarına yönelik dergilerin yayımlanmaya başlaması ve teori konferanslarının düzenlenmesi, hemşireliğin akademik gelişimini hızlandırmıştır.

Özellikle 1950'li yıllardan sonra hemşirelik kuramlarına yönelik kitapların yayımlanması, teori geliştirme ve eleştirme çalışmalarının artması, orta düzey kuramların önem kazanması ve hemşirelik felsefesinin tartışılması, hemşireliğin bilimsel kimliğini güçlendirmiştir. Bu süreçte hemşirelik teorileri, uygulama ile araştırma arasında köprü kuran temel araçlar hâline gelmiştir.

Hemşirelikte Teori ve Modellerin Tarihsel Gelişimi

Hemşirelikte teori ve modellerin tarihsel gelişimi incelendiğinde, Florence Nightingale'in 1860 yılında geliştirdiği Çevre Teorisi ile hemşireliğin "hastanın iyileşmesini sağlamak amacıyla çevrenin düzenlenmesi" olarak tanımlandığı görülmektedir (Boz, 2017). Bunu izleyen yıllarda Peplau'nun Kişilerarası İlişkiler Teorisi, Henderson'ın Hemşirelik İhtiyaç Teorisi, Abdellah'ın hasta merkezli yaklaşımı, Orlando'nun hemşire-hasta etkileşimine dayalı modeli ve Johnson'ın Davranışsal Sistem Modeli gibi birçok kuram geliştirilmiştir (Çam & Engin, 2016; Ünsal, 2017).

1970'li yıllardan itibaren Rogers, Orem, King, Neuman, Roy ve Watson gibi teorisyenler, hemşireliği bütüncül, sistem temelli ve insancıl bir perspektifle ele almış; bakımın yalnızca biyolojik değil, psikososyal ve kültürel boyutlarını da kapsadığını vurgulamışlardır. Benner ve Wrubel'in "acemilikten uzmanlığa" yaklaşımı, hemşirelikte deneyim ve sezginin önemini ortaya koyarken; Leininger kültürel bakım kuramıyla kültürel farklılıkların hemşirelik bakımındaki yerini vurgulamıştır. Parse ve Boykin–Schoenhofer gibi teorisyenler ise hemşireliği varlık, anlam ve bakım bilimi çerçevesinde ele alarak mesleğin felsefi temellerini güçlendirmiştir (Alligood, 2014; McFarland, 2014).

Hemşirelikte Teori Gelişim Süreci Aşamaları

Hemşirelikte teori gelişim süreci; uygulama, eğitim ve yönetim, araştırma, teori, disiplinlerarası, entegrasyon ve teknoloji–bilgi sistemleri aşamalarından oluşmaktadır. Bu aşamaların her birinde hemşireliğin ilgi alanı, misyonu ve kuramsal dayanakları yeniden tanımlanmıştır. Hemşirelik bilimi, teori, uygulama, araştırma ve eğitimin karşılıklı etkileşimi sonucunda gelişen bir disiplindir (Karagözoğlu, 2005).

Uygulama aşaması, hemşireliğin varlık nedeninin ve temel misyonunun belirlendiği ilk aşamadır. Bu aşamada hemşireliğin temel amacı; iyilik hâlini artırmak, acıyı azaltmak ve sağlıklı bir çevre oluşturmaktır (Karadağ ve ark., 2017). Eğitim ve yönetim aşamasında ise

"nasıl bakım verileceği" sorusu ön plana çıkmış; farklı eğitim düzeylerinde hemşirelik müfredatları geliştirilmiştir (Karagözoğlu, 2005).

Araştırma aşaması, hemşirelik uygulamalarının bilimsel yöntemlerle sorgulanmasını sağlamış; dergiler, bilimsel yayınlar ve hakemli süreçler hemşirelik araştırmalarının gelişimine katkı sunmuştur. Teori aşamasında ise hemşireliğin özü, hedefleri ve misyonu sistematik biçimde ele alınmış; hemşireliğin tıbbın bir alt alanı mı yoksa bağımsız bir disiplin mi olduğu tartışılmıştır. Bu süreçte hemşirelikte çoklu teorilerin kaçınılmaz olduğu kabul edilmiştir (Karadağ ve ark., 2017).

Disiplinlerarası aşama, farklı alanlardan uzmanların ortak kuram ve araştırmalar geliştirmesini kapsarken; entegrasyon aşaması, teori, araştırma ve uygulamanın bütünleştirilmesine odaklanmaktadır. Son olarak teknoloji ve bilgi sistemleri aşamasında, sağlık bakım kayıtları, uzaktan bakım, robotik uygulamalar ve dijital sistemler hemşirelik uygulamalarının ayrılmaz bir parçası hâline gelmiştir (Karadağ ve ark., 2017).

SONUÇ

Hemşirelik, tarihsel süreç içerisinde bakım temelli bir uğraş olmaktan çıkarak, kuramsal temellere dayanan bağımsız ve bilimsel bir disiplin hâline gelmiştir. Bu dönüşüm sürecinde geliştirilen hemşirelik teori ve modelleri, mesleğin bilgi birikimini yapılandırmış, uygulamaların sistematik ve bütüncül bir çerçevede yürütülmesine katkı sağlamıştır. Teori ve modeller, hemşireliğin sınırlarını belirlemiş ve mesleğin profesyonel kimliğinin güçlenmesinde önemli bir rol oynamıştır.

Bu bölümde ele alınan kavram, kuram ve model kavramları, hemşirelik disiplininin bilimsel yapısının anlaşılmasına temel oluşturmaktadır. Kavramlar, kuramsal yapıların temel taşlarını oluştururken; kuram ve modeller, hemşirelik bakımının planlanması, uygulanması ve değerlendirilmesinde yol gösterici bir çerçeve sunmaktadır. Özellikle insan, çevre, sağlık ve hemşirelik kavramlarını kapsayan bütüncül yaklaşım, hemşirelik bakımının yalnızca biyolojik değil, psikososyal ve çevresel boyutlarıyla ele alınmasını sağlamaktadır.

Hemşirelik teorilerinin ve modellerinin tarihsel gelişimi, hemşireliğin bilimsel bir disiplin olarak olgunlaşma sürecini yansıtmaktadır. Bu süreçte geliştirilen kuramsal yaklaşımlar, hemşireliğin yalnızca

uygulamaya dayalı bir meslek olmadığını; bilimsel düşünce, eleştirel analiz ve etik temeller üzerine inşa edilen bir meslek olduğunu ortaya koymuştur. Kuramsal gelişmeler, hemşirelik uygulamalarının standartlaşmasına ve bakım kalitesinin artırılmasına katkı sağlamıştır.

Hemşirelikte teori ve modellerin kullanımı, bakımın planlı, sistematik ve bireye özgü şekilde sunulmasını desteklemektedir. Kuramsal temelli yaklaşım, hemşirelerin karar verme süreçlerini güçlendirmekte, mesleki özerkliği artırmakta ve profesyonel sorumluluk bilincini geliştirmektedir. Ayrıca teori ve modeller, hemşirelik eğitimi ve araştırmalarına rehberlik ederek bilimsel bilgi üretimini ve uygulamaya aktarımını kolaylaştırmaktadır.

Sonuç olarak, hemşirelik teori ve modelleri, hemşirelik disiplininin bilimsel gelişiminin temel unsurları arasında yer almaktadır. Kuramsal bilginin uygulama ile bütünleştirilmesi, hemşirelik bakımının niteliğini artırmanın yanı sıra mesleğin akademik ve profesyonel kimliğini güçlendirmektedir. Bu bağlamda, hemşirelik teori ve modellerinin eğitim, araştırma ve klinik uygulamalarda etkin biçimde kullanılması, hemşireliğin sürdürülebilir gelişimi açısından büyük önem taşımaktadır.

REFERANSLAR

Alligood, M. R. (2014). *Nursing theory: Utilization & application* (5th ed., ss. 5–75). St. Louis, MO: Mosby–Elsevier.

Birol, L. (2000). *Hemşirelik süreci* (5. baskı). İzmir: Etki Matbaacılık Ltd. Şti.

Boz, İ. (2017). İyileştirici bakım çevresi. *Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi*, 7(1), 56–61.

Bulsoy, N., & Sevil, Ü. (2006). Sağlık, hastalık ve kültür etkileşimi. *Atatürk Üniversitesi Hemşirelik Yüksekokulu Dergisi*, 9(3), 72–87.

Çam, O., & Engin, E. (2014). Hemşirelik model ve kuramları. İçinde *Ruh sağlığı ve hastalıkları hemşireliği bakım sanatı* (ss. 57–85). İstanbul: İstanbul Tıp Kitabevi.

Cody, W. K. (2006). *Philosophical and theoretical perspectives for advanced nursing* (4th ed., ss. 43–44). Boston, MA: Jones & Bartlett Publishers.

Fawcett, J. (2005). *Contemporary nursing knowledge: Analysis and evaluation of nursing models and theories* (2nd ed., ss. 364–437). Philadelphia, PA: F. A. Davis Company.

Gül, Ş. (2019). Bakım kavramı ışığında hemşirelik bakımı ve etkileyen faktörler. *ACU Sağlık Bilimleri Dergisi*, 10(2), 129–134.

Karadağ, A., Çalışkan N., Baykara Z.G. (2017). Hemşirelik Teorileri ve Modelleri. İstanbul: Akademi Basın ve Yayıncılık.

Karagözoğlu, Ş. (2005). Bilimsel bir disiplin olarak hemşirelik. *Cumhuriyet Üniversitesi Hemşirelik Yüksekokulu Dergisi*, 9(1), 6–14.

Koç, Z., Kızıltepe, S. K., Çınarlı, T., & Şener, A. (2015). Hemşirelik uygulamalarında, araştırmalarında, yönetiminde ve eğitiminde kuramların kullanımı. *Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi*, 14(1), 62–72.

Köşgeroğlu, N., & Boğa, S. M. (2011). Yaşam aktivitelerine dayalı hemşirelik modeli (YADHM)'ne göre zihinsel engelli bireylerin sorunları ve hemşirelik. *Maltepe Üniversitesi Hemşirelik Bilim ve Sanatı Dergisi*, 4(1).

McFarland, M. R. (2014). Culture care theory of diversity and universality. İçinde M. R. Alligood & A. M. Tomey (Ed.), *Nursing theorists and their work* (8th ed., ss. 417–441). St. Louis, MO: Mosby Elsevier.

Melnechenko, K. L. (2003). To make a difference: Nursing presence. *Nursing Forum*, 38, 18–24.

Muslu, L., & Özsoy, S. A. (2017). Hemşirelik, estetik ve sanat. *Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi*, 14(4), 287–291.

Neuman, B. M., & Fawcett, J. (2002). *The Neuman systems model* (4th ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Oyedele, O. A., Wright, S. C. D., & Maja, T. M. M. (2013). Prevention of teenage pregnancies in Soshanguve, South Africa: Using the Johnson Behavioral System Model. *Africa Journal of Nursing and Midwifery*, 15(1), 95–108.

Özsoy, S. A., & Çetinkaya, A. (2019). Hemşirelikte kuram geliştirme. *Ege Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, 35(2), 77–83.

Polit, D. F., & Beck, C. T. (2014). *Essentials of nursing research: Appraising evidence for nursing practice* (8th ed.). Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.

Roy, C. (2009). *The Roy adaptation model* (3rd ed., ss. 35–50). Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.

Schim, S. M., Benkert, R., Bell, S. E., Walker, D. S., & Danford, C. A. (2007). Social justice: Added metaparadigm concept for urban health nursing. *Public health nursing*, *24*(1), 73-80.

Sitzman, K. L., & Eichelberger, L. W. (2011). *Understanding the work of nurse theorists: A creative beginning* (2nd ed., ss. 147–150). Burlington, MA: Jones & Bartlett Publishers.

Ünsal, A. (2017). Hemşireliğin dört temel kavramı: İnsan, çevre, sağlık ve hastalık, hemşirelik. *Ahi Evran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1(1), 11–25.

Watson, J. (2008). *Nursing: Human science and human care* (Rev. ed.). New York, NY: Jones & Bartlett Learning.

İndüklenmiş Hayvan Deneyi Modelleri

Ayşe BOZKURT[1]
Eda YILMAZ[2]

1- Dr.Öğr.Üyesi.; Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmakoloji Anabilim Dalı. aysebozkurt@yyu.edu.tr ORCID No: (https://orcid.org/0000-0003-1551-949X)
2- Dr.Öğr.Üyesi.; Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmakoloji Anabilim Dalı. eda.yilmaz@erzincan.edu.tr ORCID No: (https://orcid.org/0000-0002-1632-8348)

ÖZET

Bu çalışma, hayvan deney modellerinin etik ve bilimsel açıdan önemli ilkeleri çerçevesinde nasıl geliştirilip kullanıldığını detaylandırmaktadır. Özellikle William Russell ve Rex Burch'in 1959'da önerdiği "3 R" ilkesi (Değiştirme, Azaltma, İyileştirme) hayvan kullanımı boyunca temel rehber olarak ele alınmıştır. Bu ilkeler, hayvan kullanımını mümkün olduğunca azaltmak ve hayvanların refahını artırmak amacıyla yeni teknolojik ve bilimsel gelişmelerle desteklenmektedir. Çalışma ayrıca, hayvan modellerinin toksikolojik araştırmalarda, hastalıkların modellenmesinde ve travma tedavilerinde nasıl kullanıldığına değinmektedir. Özellikle, hesaplamalı modelleme ve simülasyon teknikleri gibi teknolojik gelişmeler sayesinde, hayvan kullanımını azaltan alternatiflerin geliştirilmesine büyük önem verilmiş ve hayvan deneylerinin bilimsel geçerliliği ile etik sorumluluklar arasındaki denge vurgulanmıştır. Sonuç olarak, çalışma hayvan modeline dayalı araştırmalarda etik ilkelerin gözetilmesi, bilimsel gelişmelerle birlikte yeni yöntemlerin geliştirilmesi ve hayvan refahının artırılması gerektiğine dikkat çekmektedir.

Anahtar Kelimeler – 3R İlkesi, Hayvan Deneyleri, Etik İlkeler, Hayvan Modelleri, Hayvan Refahı.

GİRİŞ

Deney hayvanları, birçok bilimsel disiplinin yürüttüğü araştırmalarda bilgi edinmenin temel kaynaklarından biri olarak önemini korumaktadır. Özellikle tıp alanında gerçekleştirilen çalışmaların büyük bir bölümü, deney hayvanlarının kullanımını zorunlu kılmaktadır. İnsanlardaki hastalıkları modelleyen hayvanlar, hastalıkların fizyopatolojik mekanizmalarının anlaşılması, tanı yöntemlerinin geliştirilmesi ve etkili tedavi stratejilerinin belirlenmesi açısından kritik katkılar sağlamaktadır. Bu bağlamda, "deney hayvanı" terimi, bilimsel ve etik ilkelere uygun biçimde araştırmalarda kullanılmak üzere özel olarak yetiştirilen hayvanları tanımlamaktadır. "Hayvan deneyleri" ise bu hayvanlar üzerinde gerçekleştirilen sistematik ve kontrollü bilimsel çalışmaları ifade eder. "Hayvan deneyleri etiği" ise deney hayvanlarının üretiminden yaşamlarının sonlanmasına kadar geçen süreçte, insan müdahalesiyle gerçekleştirilen tüm uygulamaların bilimsel geçerlilik ve etik sorumluluk temelinde hangi kurallar çerçevesinde yürütüleceğini belirleyen disiplindir (Ergün, 2010). Tarihsel süreçte hayvanların canlı olarak bilimsel deneylerde kullanılması, etik açıdan farklı yaklaşımların ve tartışmaların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu tartışmalar, Antik Çağ'dan itibaren varlık göstermiş ve yüzyıllar boyunca süregelmiştir. Literatürdeki ilk deneysel hayvan kullanımı örneklerinden biri, M.Ö. 460–370 yılları arasında yaşamış olan Hippokrates'e atfedilmektedir.

Hippokrates'in "Corpus Hippocraticum" (Hipokrat'ın Toplu Yapıtları) adlı eserinde, anatomik yapıların incelenmesine yönelik hayvanlar üzerinde gerçekleştirilen deneysel uygulamalardan söz edilmektedir (Altuğ, 2009). Antik Yunan döneminde hayvanlar üzerinde yapılan bilimsel çalışmalar, hem etik hem de metodolojik açıdan farklı yaklaşımları beraberinde getirmiştir. M.Ö. 384–322 yılları arasında yaşayan Aristoteles, bilinen ilk sistematik hayvan davranışı gözlemcilerinden biri olup, aynı zamanda bilimsel amaçla disseksiyon uygulayan öncülerdendir. Hippokrates gibi, memeliler arasındaki anatomik benzerliklerin farkına varmış ve çeşitli hayvan türleri üzerinde karşılaştırmalı incelemeler gerçekleştirmiştir. Ancak Aristoteles'in halefi ve Platon'un Akademisi'nden yetişen Theophrastos (M.Ö. 370–287), hayvanlar üzerinde yapılan çalışmaların insanlık dışı olduğunu savunarak etik açıdan farklı bir bakış açısı ortaya koymuştur. Canlı hayvanlar üzerinde gerçekleştirilen ilk fizyolojik deneyler ise MS 131–201 yılları arasında yaşamış olan Galenos tarafından yapılmıştır. Galenos, özellikle domuz, maymun ve köpekler üzerinde çalışarak bu hayvanların bazı organlarını çıkarıp fonksiyonlarını doğrudan gözlemlemeye çalışmıştır (Olsson, Robinson, Pritchett vd., 2003). Modern anlamda deney hayvanlarının bilimsel araştırmalarda sistematik olarak kullanımı, 17. yüzyılda İngiltere ve Fransa'da başlamıştır. Bu dönemin öncülerinden biri 1 olan William Harvey (1578–1657), gerçekleştirdiği deneylerle modern deneysel fizyolojinin temelini atmıştır. Özellikle, kalbin bir pompa görevi gördüğünü ortaya koyduğu çalışmaları, hayvan deneylerinin bilimsel yöntemle bütünleştiği ilk örneklerden biri olarak kabul edilmektedir. Harvey'in bu katkıları, günümüzdeki hayvan tem Reduction, refinement ve replacement" ilkeleri olarak bilinen 3R kuralı hakkında kapsamlı öneriler sunan ve günümüzde birçok yasal düzenleme ile yönetmeliğe temel teşkil eden The Principles of Humane Experimental Technique adlı eser, W.M.S. Russell ve R.L. Burch tarafından 1959 yılında yayımlanmıştır. Bu çalışma, hayvan deneylerinde etik standartların yükseltilmesi ve deneylerin insancıl biçimde yürütülmesi konusunda bilim dünyasında önemli bir dönüm noktası olmuştur (Russell ve Burch, 1959/1992).

Hayvan deneyleri, etik ilkeler doğrultusunda bilimsel çalışmalar için hayvanların kontrollü kullanımını ifade eder. Hayvan modelleri, antik çağlardan günümüze kadar insan vücudunun anlaşılmasına yönelik araştırmalarda etkili bir şekilde kullanılmıştır. Antik çağlarda Aristoteles tarafından hayvan modelleri kullanılarak insan vücudu hakkında birçok bilgi ortaya konulmuştur. Fakat hayvan modellerinin günümüz bilimsel yaklaşımı ile kullanımı, 18. ve 19. yüzyıllarda Jan Baptist van Helmont, Francesco Redi, John Needham, hayvan modelleri kullanarak yaşamın kökenini araştıran Lazzaro Spallanzani, Antoine Lavoisier ve Louis Pasteur gibi bilim insanlarının araştırmaları ile gerçekleşmiştir. Claude Bernard'ın pankreasın sindirimdeki rolünü anlatan çalışmasından, günümüzde Zika virüsünün

patojenitesinin anlaşılmasına kadar, hayvan modellerinden büyük ölçüde yararlanılmıştır. Hayvan modelleri biyomedikal araştırmalara katkı sağlayarak, hastalıkların teşhis ve tedavisinde büyük bir rol almaktadır. Bu modeller, fizyoloji, anatomi, patoloji, immünoloji, bulaşıcı hastalıklar, onkoloji ve davranış da içine alarak tıbbi cihaz geliştirme ve doku mühendisliği gibi biyomedikal araştırmaların tüm alanlarında yer almaktadır (Mukherjee ve ark., 2022; Ericsson, Crim ve Franklin, 2013; Andersen ve Winter, 2017; Rand, 2008). Hayvan modellerinden elde edilen verilerin kliniğe uyarlanması konusunda bazı endişeler olmasına rağmen, bu modellerin kullanımıyla biyomedikal araştırmalarda kaydedilen ilerleme oldukça önemlidir (Brubaker ve Lauffenburger, 2020). Kimyasal olarak oluşturulan lezyonlarda, MS'in patolojik bir özelliği olarak kabul edilen demiyelinizasyona dair bazı kanıtlar göstermek için viral ve otoimmün modeller geliştirilir. Merkezi sinir sistemine etidyumbromür veya lizolesitinin doğrudan enjeksiyonu demiyelinizasyona sebep olur. Bu oluşturulan modeller, makrofajlar miyelin artıklarını temizlediğinde genellikle etkili bir şekilde onarılır. Bu nedenle, bu modellerin kullanımı şu an için sınırlı. Ayrıca, glutamat veya nitrik oksit donörlerinin lokal olarak uygulanması farelerde aksonopatiye neden olur bununla beraber akson dejenerasyonu ve rejenerasyonunun mekanizmalarını anlamak amacıyla da kullanılmıştır (Luchtman ve ark., 2016).

1. Hayvan Modeli Türleri

Laboratuvar hayvan modelleri, doğal biyolojik süreçler veya davranışların incelenebileceği; ayrıca kendiliğinden gelişen ya da yapay olarak oluşturulan patolojik durumların araştırılmasında kullanılan, insan veya diğer hayvan türleriyle biyolojik işlev açısından benzerlik gösteren hayvanlar olarak tanımlanmaktadır. Deney hayvanları ise, bilimsel hipotezlerin test edildiği ve biyolojik deneylerin gerçekleştirildiği çalışmalarda kullanılan hayvanlardır. En yaygın deney hayvanları arasında sıçan, fare ve tavşan yer alırken; kobay, hamster, köpek, kedi, domuz ve maymun gibi türler daha sınırlı düzeyde kullanılmaktadır (Festing vd., 2002; Festing ve Altman, 2002; Maxwell ve Delaney, 1989; Utkan ve Cantürk, 2005). Deneysel hayvan modeli oluşturulurken, modelin insan klinik durumuna en uygun şekilde uyarlanabilmesi için hayvan seçimi kritik bir öneme sahiptir. Seçim sürecinde hayvanın ırkı, spontan hastalık durumu, transgenik özellikleri ve saf döl gibi faktörler göz önünde bulundurulmalı; deneyin gerektirdiği özelliklere sahip hayvanlar tercih edilmelidir. Ayrıca, kullanılacak türün anatomik, fizyolojik ve davranışsal özelliklerinin iyi bilinmesi, araştırmanın amacına uygun olarak yürütülmesi ve başarıyla tamamlanabilmesi açısından zorunludur. Bununla birlikte, deneysel hayvan modelleri, her zaman prototipin tam bir kopyası olmayıp, orijinal durumu birebir yansıtmayabilir (Utkan ve Cantürk, 2005)

1.1. Spontan Mutasyon Modelleri

Hayvanların doğal olarak ortaya çıkan veya kendiliğinden ortaya çıkan hastalıkları, insan hastalıkları ve translasyonel tıp hakkında önemli temel bilgiler edinmemizi sağlar. Spontan mutasyonlar, tesadüfen rastgele meydana gelen genetik olaylardır. Bu mutasyonlar, birçok araştırma kolonisinde farelerde yaygın olarak görülür ve anormal olan benzersiz fenotipler olarak keşfedilir. Bu gözlemsel yaklaşım, kürk rengi, boyutu, morfolojisi ve davranışı gibi görünür fenotipleri etkileyen spontanöz mutasyonları için yararlıdır. Bu spontan mutasyonların, bu tesadüfi gözlemleri rasyonel olarak keşfedebilen uyanık hayvan bakım teknisyenleri ve bilim adamları tarafından keşfedilmesi, araştırma için yeni fare modellerine yol açabilir. Moleküler biyolojideki birçok ilerlemeye ve bölge hedefli mutajenez kullanarak fare modellerinin oluşturulmasını sağlayan teknolojilere rağmen, spontan mutasyonlar değer taşır ve memeli biyolojisini anlamak için değerli modeller sağlamaya devam eder (Davisson, 2005). Spontan mutasyonlar, yeni genleri tanımlar ve mutasyona uğramış genin henüz tanımlanmadığı insan kalıtsal hastalıkları için potansiyel modeller sağlar. Ek olarak, insanların ve diğer memeli hayvanların çoğu spontan mutasyonunda tanımlanan tek baz çifti değişiklikleri, delesyonlar ve küçük eklemeler gibi genetik kusurlar tek bir genle sınırlıdır (Grompe ve ark., 1989). Ayrıca, bazı spontan mutasyonlar, aynı genin hedeflenen mutasyonları yoluyla oluşturulan modellerden daha fazla veya daha az insan düzenine benzeyen bir fenotip üretir. Bu senaryonun bir örneği, insandaki sinpolidaktili bozukluğuna çok benzeyen homeobox D13 (Hoxd13) geninin kendiliğinden bir mutasyonudur (Dolle ve ark., 1993; Bruneau ve ark., 2001). . Kalıtsal spontanöz mutasyon model sistemlerinin geliştirilmesinde gerekli olan temel adımlar, bu anormal fenotiplerin keşfi ve bu gözlemleri takip etmek için sistematik analiz ve yeteneklerdir. Spontan mutasyonlar, DNA replikasyonu döngüsü veya hasarlı DNA'nın onarımı sırasında meydana gelir. Ortalama mutasyon oranları, nesil başına gen başına yaklaşık 10(üzeri)5 ila 10 7 olaydır. (Schlager ve Dickie, 1971; Melvold, 1975; Melvold ve ark., 1997). Bu nedenle, bu tür olayları tanımlama olasılığı, üreme programının büyüklüğü arttıkça artar; Ayrıca, spesifik resesif mutasyonlar bulma olasılığı da artan akrabalı yetiştirme ile daha yüksektir. Spontan mutasyon oranları da bir genden diğerine değişir, çünkü bu şekilde bulunan mutant genlerin türü, fenotipik görünürlükleri ve farenin mutasyonla yaşayabilirliği ile önyargılıdır (Davisson, 2005).

1.2. Rastgele Mutasyon Modelleri

Farelerdeki mutasyonlar, iyonlaştırıcı radyasyon veya kimyasal ajanlar gibi teknikler de dahil olmak üzere çok sayıda teknikle üretilebilir. Mutajenez indüksiyonu, genin tek lokuslardaki işlevini aydınlatmak ve karmaşık hastalık fenotiplerine genetik katkıda bulunanları keşfetmek için güçlü bir araçtır. Dünya çapında genom çapında mutajenez projelerinden yaratılan

mutant fareler, biyomedikal araştırma topluluğunun mutasyonların moleküler ve fizyolojik sonuçlarını tüm organizma düzeyinde incelemesi için paha biçilmez bir kaynaktır (Noveroske ve ark., 2000). Radyasyona bağlı delesyonlar için, erkekler çeşitli süreler boyunca iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalırlar. Daha sonra tedavi edilmeyen dişilerle üremek için kurulurlar. Mutasyonları ebeveynlerinden miras alacak olan yavrular, ilgilenilen fenotipler için taranır. En yaygın olarak kullanılan kimyasal mutajen, yaygın olarak ENU olarak da bilinen N-etil-N-nitrosourea'dır (kimyasal formül C3H7N3O2). Bu bileşik, spermatogonide kalıtsal mutasyonlar üreten, tam veya kısmi fonksiyon kaybından abartılı fonksiyona kadar bir dizi mutant etkiye neden olan ve gen fonksiyonlarını tarafsız bir şekilde keşfeden oldukça güçlü bir kimyasal mutajendir (Justice ve ark., 1999).

1.3. Genetik Olarak Manipüle Edilmiş Modeller

Genetik mühendisliği teknolojisinin gelişimi, fare genomunun tam dizisinin mevcudiyeti ile birleştiğinde, araştırmacılara neredeyse istenen herhangi bir geni eklemek, silmek veya değiştirmek için araçlar sağlamıştır. Hastalık fenotipini düzenleyen yeni genleri aramak ve fare genomunu manipüle etmek için bir dizi farklı, çok karmaşık gen hedefleme stratejisi kullanılmıştır (Bradley ve Liu, 1996). Genel olarak, bu teknikler iki kategoriye ayrılabilir: Fonksiyonel bir eksojen genin fare genomuna rastgele sokulması tekniği kullanılarak üretilen transgenik fareler ve hedeflenen bir endojen genin değiştirildiği mutant fareler. Bir mutant fare hattı geliştirirken ve genişletirken, rastgele bir mutasyonun kökenine bakılmaksızın, fenotipin kalıtımsallığı ve kalıtım şekli, yeni mutant suşun genetik arka planı ve herhangi bir genetik sürüklenmeyi en aza indirmek için mutant hattı genişletmek ve sürdürmek için üreme şeması gibi çeşitli konuların açıklığa kavuşturulması gerekir (Hardouin ve Nagy, 2000).

1.4. Kimyasal Olarak Indüklenen Modeller

İnsan hastalıklarının kimyasal olarak indüklenen hayvan modelleri, biyomedikal araştırmacılar tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır (Blandini ve Armentero, 2012). Bu tür bir model, bu bölümde kısaca tartışacağımız iki geniş gruba ayrılabilir. İlk kategoride, hayvanlar, bu patolojiyi veya hastalığı incelemek için bir patoloji veya hastalık geliştirmeye teşvik edilir. Model geliştirme yapaydır, ancak sonuç, insan hastalığı durumunun kullanılabilir bir modelidir. Bunun bir örneği, pankreas beta hücrelerinin spesifik nekrozuna neden olan bir bileşik olan streptozotosin (STZ) uygulaması yoluyla diabetes mellitus çalışmasıdır. Sıçan en yaygın olarak STZ ile oluşturulan bir diyabet modeli olarak kullanılsa da domuzlar, insan olmayan primatlar ve tavuklar gibi diğer türler de kullanılmıştır. İnsanlarda hastalık süreci multifaktöriyel olup, insülin eksikliği veya insülin direncinden kaynaklanır ve öngörülemeyen bir

başlangıçla ilerler. Buna karşılık, STZ ile diyabeti indüklemek için protokoller, bileşiğin bir dozu kadar azını içerir. İnsan diyabet hastaları nadiren bu şekilde beta hücre yıkımına maruz kalırlar, ancak STZ uygulamasından sonra hayvanlarda sonuç, diyabet araştırması alanında anlamlı veriler sağlamak için insan durumunu yeterince iyi taklit eder. Bu modelin, insan diyabetini daha yakından taklit etmek için STZ'ye yüksek yağlı bir diyet eklemek gibi yeni varyasyonları geliştirilmiştir (Skovsø, 2014). Benzer şekilde, kimyasal olarak indüklenen osteoartrit (OA), hastalık durumunu ve olası tedavileri incelemek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Suokas ve ark., 2014). MIA, eklem kondrositlerini hedef aldığı eklem içine enjekte edilir ve nihai hücre ölümüne neden olur (Ferreira-Gomes ve ark., 2012). Bu ilerleyici kondrosit kaybı, eklemin tahrip olması ve bunun sonucunda ortaya çıkan ağrı, insanlarda OA'nın doğal ilerlemesini taklit eder (Guzman ve ark., 2003). OA'nın insan patogenezi kesin olarak tanımlanmamıştır, ancak yaşlanma, obezite ve genetik yatkınlık dahil olmak üzere çeşitli risk faktörleri tanımlanmıştır (Xia ve ark., 2014). Hayvan modeli aynı zamanda genel olarak ağrıyı ve ağrı için olası tedavileri incelemek için kullanılır, çünkü ortaya çıkan hasarlı eklem hareketle önemli ağrıya neden olur. Genel olarak toksikolojiyi kapsayan ikinci geniş kategoride, hayvan modeli, insanların bir kimyasala maruz kalmasını ve bunun sonucunda ortaya çıkan hastalığın ilerlemesini taklit edecek şekilde oluşturulur. İnsanlar üzerinde ön toksikoloji testi yapmak etik olmadığından, in vivo modeller kullanılmalı ve veriler insan fizyolojisine göre tahmin edilmelidir. Bir hayvan modeli kullanmak, bir canlının karmaşık ve birbirine bağlı biyolojisindeki bir kimyasalın etkilerini görmenin en iyi yollarından biridir. Toksikoloji çalışmaları, çalışma için seçilen hayvanın bir insanla aynı şekilde tepki vereceği varsayımıyla çalışır. Farklı türler bileşiklere karşı farklı reaksiyonlara sahip olduğundan, çoğu güvenlik testi, olası toksik etkiler hakkında mümkün olduğunca fazla bilgi yakalamak amacıyla birkaç tür üzerinde gerçekleştirilir. ABD Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından onaylanması için, tipik bileşik hem bir kemirgende (genellikle sıçan) hem de kemirgen olmayan bir kişide test edilir. Hayvan modelleriyle ilgili bazı sınırlamalar, transgenik ve/veya insanlaştırılmış hayvanlar kullanılarak aşılabilir. Bu hayvanlar, test bileşiklerine karşı bir insan tepkisini daha iyi taklit edebilir (Stanley, 2014) Genetiği değiştirilmiş insanlaştırılmış hayvanlar, insan bağışıklık sistemi tepkisini veya fizyolojisini daha iyi taklit etmek için yaratıldığından, "normal" hayvanlardan daha fazla (Boverhof ve ark., 2011). Hayvan modelleri, test kimyasallarının hem akut hem de kronik toksik etkilerini değerlendirmek için kullanılır. Kronik çalışmalarda, hayvanlar kimyasalın uygulanmasından haftalar ila aylar sonra nörolojik, çoğaltıcı ve kanserojen değişiklikler açısından değerlendirilir. Bir kimyasala verilen akut tepkiler, uygulamadan sonraki saatler ve günler arasında değerlendirilir. Toksikoloji çalışması hakkında daha fazla bilgi diğer referanslarda bulunabilir (Le Floc'h ve ark., 2012).

1.5. Fiziksel Olarak Uyarılan Modeller

Travmatik yaralanma tedavisi alanındaki tıbbi araştırmalar, insanları tedavi etmek için kullanılan becerilerin, tedavilerin ve ekipmanların geliştirilmesinden sorumlu olmuştur. Fiziksel travma genellikle hayvanlarla modellenir, çünkü başka hiçbir sistem travmatik yaralanmanın çoklu sistemlerini / tüm vücut doğasını taklit edemez. Travma nadiren bir organ veya patojenle sınırlı olduğundan, sorunun karmaşık doğasını taklit etmek için hayvan modellerinin kullanılması, tedaviler ve terapiler hakkında araştırma yapmak için çok önemlidir. Küçük ve büyük hayvan modeli geliştirme, travma bakımı alanını ilerletmek için kritik olarak tanımlanmıştır (Valparaiso ve ark., 2015). Travmatik beyin hasarı (TBH), dünya çapında uzun süreli sakatlığın önemli bir nedenidir (Humphreys ve ark., 2013; Malkesman ve ark., 2013; Angoa-Perez ve ark., 2014; Petraglia ve ark., 2014). TBH, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki en yaygın nörolojik hastalıklardan biridir ve tahmini 1,5 milyon insan yıllık olarak TBH'yi sürdürmektedir (Angoa-Perez ve ark., 2014). Hem fareler hem de sıçanlar, genetik olarak değiştirilmiş çok sayıda suşta mevcut oldukları için model olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Kemirgen modelinin dezavantajları, insan ve kemirgen beyni arasındaki büyük fizyolojik ve anatomik farklılıkları ve TBH'nin uzun vadeli sekellerinde insanlarda bazı bilişsel işlev ve duygusal değişikliklerin modellenememesini içerir. Elbette, CNS'deki fizyolojik ve anatomik değişiklikler hayvan modellerinde incelenebilir. Enflamatuar değişiklikler, bağışıklık sistemi reaksiyonu ve diğer nöropatolojik değişiklikler, başka hiçbir yöntemle mümkün olmayan bir hayvan model sistemi kullanılarak ölçülebilir ve incelenebilir. İnsanlarda oluşturulan aynı bilişsel değerlendirmeler mümkün olmasa da kemirgenler için tasarlanmış yerleşik davranış testlerinin çoğu, TBH'den sonra depresyon benzeri semptomları, anksiyete benzeri semptomları ve saldırganlığı değerlendirmek için kullanılabilir (Malkesman ve ark., 2013). İnsanlarda TBH'nin nedeni, süresi ve şiddeti önemli ölçüde değişir. Savaşla ilgili yaralanmalarla ilişkili TBH, kafaya tek ve ciddi bir darbenin sonucu olabilir. Hafif fakat tekrarlanan TBH, futbol veya boksta edinilen spor yaralanmalarından kaynaklanabilir (Malkesman ve ark., 2013). Bu farklı TBI derecelerini taklit etmek için hayvan modelleri oluşturulmuştur. TBI oluşturmak için literatürde belirli bir ağırlıkla kafatasına doğrudan etki, yanal sıvı perküsyonu yaralanması ve basınçlı bir gaz tarafından oluşturulan patlamaya bağlı yaralanma dahil olmak üzere çeşitli protokoller açıklanmaktadır (Petraglia ve ark., 2014). Çalışmadaki her hayvanda aynı derecede ve şiddette yaralanma oluşturmak için tüm çalışmalar kesin ve kontrollü bir yöntemle yapılmalıdır. Tedavi veya önleme deney gruplarında geçerli sonuçlar elde edilecekse, bir gruptaki tüm hayvanlar yaralanmaya aynı şekilde yanıt vermelidir. Yanıklara bağlı travmatik yaralanmalar önemli bir insan sağlığı sorunudur. Yanıklar, dünya çapında tahmini 265.000 ölüme neden oluyor (American Burn Association, 2015). Hayvan modelleri, yanık

yaralarında meydana gelen karmaşık patofizyolojinin çoğaltılması için bir yöntem sağlar. Yanık araştırmaları için yaygın olarak üç tür kullanılır: domuz, fare ve sıçan. Domuz modeli genellikle insan durumuyla en alakalı olarak kabul edilir. Domuz derisi anatomi ve fizyoloji açısından kemirgenlere göre daha benzerdir (Branski ve ark., 2008; 2014; Sheu ve ark., 2014).

SONUÇ

Bu çalışma, hayvan modelleri ve alternatif test yöntemleri çerçevesinde, etik ve bilimsel açıdan önemli prensipleri detaylandırmıştır. Özellikle, indirgeme ilkesi doğrultusunda, hayvan deneylerinin sayısını sınırlama ve bu sayıyı minimize etme çabalarının bilimsel sonuçlara zarar vermeden uygulanabilirliği vurgulanmıştır. Teknolojideki ilerlemeler sayesinde hesaplamalı modelleme ve simülasyon teknikleri, hayvan kullanımı ihtiyacını azaltan etkili araçlar olarak öne çıkmaktadır. Sonuç olarak, hayvan deneylerine ilişkin etik ve bilimsel ilkelerin uyumu, araştırmalarda yüksek doğruluk ve güvenilirlik sağlarken, hayvan refahını koruma yönünde de önemli adımlar atılmasını teşvik etmektedir. Gelecekte, teknolojik gelişmelerin ve etik ilkelerin etkin uygulamalarıyla, hayvan kullanımını azaltan yeni modeller ve yöntemler geliştirilmesi, biyomedikal araştırmaların sürdürülebilir ve etik temellerde ilerlemesini sağlayacaktır.

REFERANSLAR

Altuğ, T. (2009). *Sağlık bilimlerinde süreli yayıncılık* (ss. 53–68).

Andersen, M. L., & Winter, L. M. F. (2017). Animal models in biological and biomedical research: Experimental and ethical concerns. *Anais da Academia Brasileira de Ciências, 91*, e20170238.

Angoa-Perez, M., Kane, M. J., Briggs, D. I., Herrera-Mundo, N., Viano, D. C., & Kuhn, D. M. (2014). Animal models of sports-related head injury: Bridging the gap between preclinical research and clinical reality. *Journal of Neurochemistry, 129*, 916–931.

Blandini, F., & Armentero, M. T. (2012). Animal models of Parkinson's disease. *FEBS Journal, 279*, 1156–1166.

Boverhof, D. R., Chamberlain, M. P., Elcombe, C. R., Gonzalez, F. J., Heflich, R. H., Hernández, L. G., Jacobs, A. C., Jacobson-Kram, D., Luijten, M., Maggi, A., Manjanatha, M. G., Benthem, J. V., & Gollapudi, B. B. (2011). Transgenic animal models in toxicology: Historical perspectives and future outlook. *Toxicological Sciences, 121*, 207–233.

Bradley, A., & Liu, P. (1996). Target practice in transgenics. *Nature Genetics, 14*, 121–123.

Branski, L. K., Mittermayr, R., Herndon, D. N., Norbury, W. B., Masters, O. E., Hofmann, M., Traber, D. L., Redl, H., & Jeschke, M. G. (2008). A porcine model of full-thickness burn excision and skin autografting. *Burns, 34*, 1119–1127.

Brubaker, D. K., & Lauffenburger, D. A. (2020). Translating preclinical models to humans. *Science, 367*(6479), 742–743.

Ericsson, A. C., Crim, M. J., & Franklin, C. L. (2013). A brief history of animal modeling. *Missouri Medicine, 110*(3), 201–205.

Ergün, Y. (2010). Hayvan deneylerinde etik. *Aktüel Tıp Dergisi, 19*(4), 220–235.

Festing, M. F. W., & Altman, D. G. (2002). Guidelines for the design and statistical analysis of experiments using laboratory animals. *ILAR Journal, 43*, 244–258.

Festing, M. F. W., Gaines, P. O., Cortina, B. M., & Manuel, B. (2002). *The design of animal experiments*. The Royal Society of Medicine Press.

Guzman, R. E., Evans, M. G., Bove, S., Morenko, B., & Kilgore, K. (2003). Mono-iodoacetate-induced histologic changes in rat joints: An animal model of osteoarthritis. *Toxicologic Pathology, 31*, 619–624.

Hardouin, N., & Nagy, A. (2000). Gene-trap-based target site for Cre-mediated transgenic insertion. *Genesis, 26*, 245–252.

Humphreys, I., Wood, R. L., Phillips, C. J., & Macey, S. (2013). The costs of traumatic brain injury: A literature review. *ClinicoEconomics and Outcomes Research, 5*, 281–287.

Justice, M. J., Noveroske, J. K., Weber, J. S., Zheng, B., & Bradley, A. (1999). Mouse ENU mutagenesis. *Human Molecular Genetics, 8*, 1955–1963.

Le Floc'h, S., Cloutier, G., Saijo, Y., Finet, G., Yazdani, S. K., Deleaval, F., Rioufol, G., Pettigrew, R. I., & Ohayon, J. (2012). Selection procedure for atherosclerotic plaque elasticity reconstruction. *Ultrasound in Medicine & Biology, 38*, 2084–2097.

Luchtman, D., Gollan, R., Ellwardt, E., Birkenstock, J., Robohm, K., Siffrin, V., & Zipp, F. (2016). In vivo and in vitro effects of multiple sclerosis therapeutics on excitotoxicity. *Journal of Neurochemistry, 136*(5), 971–980. https://doi.org/10.1111/jnc.13456

Malkesman, O., Tucker, L. B., Ozl, J., & McCabe, J. T. (2013). Traumatic brain injury: Modeling neuropsychiatric symptoms in rodents. *Frontiers in Neurology, 4*, 157.
Maxwell, S. E., & Delaney, H. D. (1989). *Designing experiments and analyzing data*. Wadsworth.
Olsson, A. S., Robinson, P., Pritchett, K., et al. (2003). Animal research ethics. In J. Hau & G. L. Van Hoosier Jr. (Eds.), *Handbook of laboratory animal science* (Vol. 1, pp. 13–31). CRC Press.
Petraglia, A. L., Dashnaw, M. L., Turner, R. C., & Bailes, J. E. (2014). Models of mild traumatic brain injury. *Neurosurgery, 75*(Suppl. 4), S34–S49.
Rand, M. S. (2008). Selection of biomedical animal models. In M. Conn (Ed.), *Sourcebook of models for biomedical research* (pp. 9–15). Springer.
Russell, W. M. S., & Burch, R. L. (1959/1992). *The principles of humane experimental technique*. Methuen; Universities Federation for Animal Welfare.
Sheu, Y., Chen, L. H., & Hedegaard, H. (2011). *National Health Statistics Reports* (No. 2).
Skovsø, S. (2014). Modeling type 2 diabetes in rats using high fat diet and streptozotocin. *Journal of Diabetes Investigation, 5*, 349–358.
Stanley, L. (2014). *Molecular and cellular toxicology: An introduction*. Wiley.
Suokas, A. K., Sagar, D. R., Mapp, P. I., Chapman, V., & Walsh, D. A. (2014). Analgesic efficacy in osteoarthritis pain models. *Osteoarthritis and Cartilage, 22*, 1207–1223.
Utkan, Z. N., & Cantürk, N. Z. (2005). Deney hayvanlarının ve deney modellerinin seçimi. In N. Z. Cantürk & İ. Sayek (Eds.), *Cerrahi araştırma* (ss. 125–129). Nobel.
Valparaiso, A. P., Vicente, D. A., Bograd, B. A., Elster, E. A., & Davis, T. A. (2015). Modeling acute traumatic injury. *Journal of surgical research*, *194*(1), 220-232.
Xia, B., Di, C., Zhang, J., Hu, S., Jin, H., & Tong, P. (2014). Osteoarthritis pathogenesis: Molecular mechanisms. *Calcified Tissue International, 95*, 495–505.

Hasta Merkezli Radyoloji: Hastaların Görüntüleme Yolculuğu Haritası Üzerinden Bir Değerlendirme

Serpil EMİKÖNEL[1]
İbrahim TÜRKMEN[2]

1- Öğr. Gör. Dr.; Uşak Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü. serpil.emikonel@usak.edu.tr ORCID No: 0000-0002-4645-2454.
2- Öğr. Gör. Dr. Uşak Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Yönetim ve Organizasyon Bölümü, ibrahim.turkmen@usak.edu.tr, ORCID No: 0000-0002-1558-0736.

ÖZET

Bu çalışma, çağdaş sağlık hizmetleri anlayışının temel bileşenlerinden biri olan hasta merkezli bakım yaklaşımını radyoloji hizmetleri bağlamında ele almaktadır. Radyoloji hizmetleri yüksek teknolojiye dayalı, çok aşamalı ve karmaşık bir yapıya sahip olması nedeniyle hastalar açısından belirsizlik, kaygı ve stres yaratmaktadır. Bu bağlamda çalışmada hastaların görüntüleme süreci boyunca yaşadıkları deneyimleri hasta yolculuğu haritalaması çerçevesinde değerlendirilmiştir. Hasta yolculuğu haritalaması yöntemi, hastaların görüntüleme hizmetine erişiminden sonuçların iletilmesine kadar geçen süreçte karşılaştıkları temas noktalarını, ihtiyaçlarını ve sorun alanlarını incelemek için etkili bir araçtır. Hasta yolculuğu haritalaması ile görüntüleme öncesi, görüntüleme günü ve görüntüleme sonrası aşamalarında hasta deneyimini etkileyen faktörler incelenmiştir. Kapsamlı bir literatür incelemesi yapılarak her bir aşamaya yönelik iyileştirici uygulamalar bütüncül bir bakış açısıyla ele alınmıştır. Çalışmanın bulguları, hasta merkezli radyolojinin yalnızca görüntü kalitesi ve tanısal doğrulukla sınırlı olmadığını; randevu planlaması, bilgilendirme, iletişim, fiziksel konfor, mahremiyet, raporların anlaşılabilirliği ve sonuçlara erişim gibi unsurların hasta deneyimini doğrudan etkilediğini göstermektedir. Etkili ve empatik iletişim, şeffaf dijital sistemler, hasta dostu raporlama ve geri bildirim mekanizmaları, hasta memnuniyeti ve güvenliğini artıran temel faktörler olarak öne çıkmaktadır. Sonuç olarak hasta merkezli radyoloji, bireysel tutumların ötesinde organizasyonel, kültürel ve politik destek gerektiren; kalite, güven ve sürdürülebilirliği destekleyen dinamik bir hizmet sunum modeli olarak değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler – Görüntüleme Yolculuğu Haritası, Hasta Deneyimi, Hasta Merkezli Radyoloji, Radyoloji.

GİRİŞ

Son otuz yılda sağlık hizmetlerinde yaşanan dönüşümün odağında, bakımın örgütlenme biçiminden ziyade bireyin deneyimini esas alan yaklaşımlar yer almaktadır. Bu dönüşümün felsefi temelleri, Hipokrat'ın "*Bir kişinin hangi hastalığa sahip olduğunu bilmekten ziyade, hastalığa yakalanan kişinin ne tür bir insan olduğunu bilmek daha önemlidir*" ifadesinde açıkça görülmektedir. Uzun yıllar boyunca sağlık hizmetleri, hekim merkezli ve paternalistik bir anlayışla sunulmuş; hastalar, tanı ve tedavi süreçlerinde pasif alıcılar olarak konumlandırılmıştır. Ancak artan sağlık okuryazarlığı, dijital bilgi kaynaklarına erişimin kolaylaşması ve hasta hakları bilincinin güçlenmesiyle birlikte, bireyler sağlık hizmetlerinin aktif paydaşları hâline gelmiş ve bakım süreçlerinde söz sahibi olma beklentisi artmıştır (Coulter ve Oldham, 2016: 114). Bu bağlamda çağdaş sağlık hizmetlerinin temel ilkelerinden biri olarak hasta merkezli bakım yaklaşımı öne çıkmaktadır.

Hasta merkezli bakım; bireylerin değerlerine, tercih ve gereksinimlerine saygı gösterilmesini, sağlık hizmeti sunumunda ortak karar verme süreçlerinin benimsenmesini ve bakımın yalnızca klinik sonuçlar açısından değil, aynı zamanda hasta deneyimi ve memnuniyeti boyutlarıyla ele alınmasını öngörmektedir (Institute of Medicine, 2001: 6). Bu yaklaşım, yüksek teknolojiye dayalı, karmaşık ve çok aşamalı süreçler içeren radyoloji hizmetleri açısından ayrı bir önem taşımaktadır. Tanısal ve girişimsel radyoloji, klinik kararların yönlendirilmesinde kritik bir role sahip olmakla birlikte, bazı hastalar açısından belirsizlik, kaygı ve stres yaratan bir deneyim olarak da algılanmaktadır (Dauer vd., 2011: 757).

Hasta merkezli sağlık hizmetleri anlayışı, tanı ve tedavi süreçlerinde hastanın gereksinimlerini, beklentilerini ve deneyimlerini merkeze alan bütüncül bir yaklaşımı ifade etmektedir (Itri, 2015: 1835). Radyoloji, tanısal süreçlerin temel bileşenlerinden biri olması nedeniyle, hasta merkezli yaklaşımın en somut biçimde yansıtıldığı alanlardan biridir. Görüntüleme teknolojilerinde yaşanan hızlı gelişmeler, radyolojinin klinik karar verme süreçlerindeki belirleyici rolünü güçlendirmiştir. Günümüzde radyografi, floroskopi, bilgisayarlı tomografi (BT), ultrasonografi, manyetik rezonans görüntüleme (MR) ve pozitron emisyon tomografisi (PET) gibi yöntemler, doğru ve hızlı tanı koymada vazgeçilmez araçlar hâline gelmiştir (Wang ve Summers, 2012: 933). Özellikle kesitsel görüntüleme tekniklerinin yaygınlaşması, tanıya daha kısa sürede ve daha yüksek doğrulukla ulaşılmasını mümkün kılmıştır. Bu durum radyolojinin birçok klinik alanda birincil tanı aracı olarak kabul edilmesine yol açmıştır (Boland, 2006: 156).

Hasta merkezli radyoloji anlayışı, ileri teknoloji kullanımının ötesinde; hizmetin erişilebilir, zamanında, güvenli ve sürdürülebilir biçimde sunulmasını da zorunlu kılmaktadır (Abujudeh, Danielson ve Bruno, 2016: 941). Sağlık hizmetlerinde artan talep ve maliyet baskıları, hastaneleri kaynaklarını daha etkin kullanmaya yöneltmiştir. Bu bağlamda dış kaynak kullanımı, Görüntü Arşivleme ve İletişim Sistemleri (PACS), mobil sağlık teknolojileri, yapay zekâ uygulamaları ve teleradyoloji gibi çeşitli stratejik ve teknolojik çözümler geliştirilmiştir. Görüntüleme cihazlarının yüksek maliyetleri ve hızlı teknolojik yenilenme gereksinimleri, hastaneleri bu hizmetleri dış kaynak kullanımı yoluyla sunmaya yöneltmektedir (Tekin, Emikönel ve Türkmen, 2024: 460). Bu yaklaşım sayesinde hastaneler, temel yetkinliklerine odaklanabilmekte, hizmet sürekliliğini sağlayabilmekte, yüksek maliyetli yatırımları yönetilebilir hâle getirebilmekte ve uzman işgücü eksikliğini azaltabilmektedir (Türkmen, Emikönel ve Tekin, 2024a: 200).

Dijital radyoloji altyapısının temel bileşenlerinden biri olan PACS, hasta merkezli hizmet sunumunu destekleyen önemli bir araçtır. PACS, görüntülere hızlı ve güvenli erişim sağlayarak bekleme sürelerini azaltmakta, tekrar çekim gereksinimini en aza indirerek hastaların gereksiz radyasyona maruz kalmasını önlemekte ve tanı süreçlerinin daha etkin yönetilmesine katkı sunmaktadır. Bu yönüyle PACS, hasta güvenliği ve bakım kalitesinin

artırılmasında kritik bir rol üstlenmektedir (Emikönel, Türkmen ve Tekin, 2024a: 462).

Hasta merkezli radyoloji yaklaşımı, hastaların tanı sürecine aktif katılımını da teşvik etmektedir. Mobil sağlık uygulamaları, hastaların görüntüleme randevularına, raporlarına ve sağlık verilerine kolay erişimini sağlayarak şeffaflığı artırmakta, sağlık okuryazarlığını destekleyerek hasta-sağlık profesyoneli iletişimini güçlendirmektedir. Ayrıca bu uygulamalar, özellikle kronik hastalıkların izlenmesi ve bakım sürekliliğinin sağlanması açısından önemli katkılar sunmaktadır (Tekin ve Emikönel, 2023: 223).

Hasta merkezli radyolojinin gelişiminde yapay zekâ uygulamaları da giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Yapay zekâ, makine öğrenmesi ve derin öğrenme algoritmaları; hastalıkların erken teşhisi, kanserli dokuların tespiti ve sınıflandırılması, hastalık riskinin öngörülmesi ve kişiselleştirilmiş tedavi planlarının oluşturulması gibi alanlarda kullanılmaktadır. Bu teknolojiler, tanı doğruluğunu artırarak hatalı ya da gecikmiş tanı riskini azaltmaktadır. Böylece hasta güvenliği ve klinik sonuçlar üzerinde olumlu etkiler yaratmaktadır (Emikönel, Türkmen ve Tekin, 2024b: 153). Benzer şekilde teleradyoloji uygulamaları, özellikle coğrafi erişim sorunlarının azaltılması, hizmetin zamanında sunulması ve raporlama sürelerinin kısaltılması yoluyla hasta bakımına doğrudan katkı sağlamaktadır. Teleradyolojinin hizmete erişimi artırdığı, tanı süreçlerini hızlandırdığı ve hasta memnuniyetini olumlu yönde etkilediği literatürde vurgulanmaktadır (Türkmen, Emikönel ve Tekin, 2024b: 283).

Bu kitap bölümünün amacı, hasta merkezli bakım yaklaşımını radyoloji hizmetleri bağlamında ele almak, hasta merkezli radyolojinin kuramsal temellerini ortaya koymak ve görüntüleme öncesi, görüntüleme günü ve görüntüleme sonrası aşamalarda hasta deneyimini iyileştirmeye yönelik uygulamaları bütüncül bir çerçevede incelemektir. Bölümde, hasta merkezli radyolojinin iletişim, dijitalleşme, süreç yönetimi ve profesyonel roller bağlamındaki boyutları tartışılmakta, uygulamaya ve politika geliştirmeye yönelik öneriler sunulmaktadır.

HASTA MERKEZLİ BAKIM

Hasta merkezli bakım, çağdaş sağlık hizmetleri anlayışının temel yapı taşlarından biri olarak kabul edilmektedir. Bu yaklaşımın kavramsal ve kuramsal çerçevesi, özellikle Tıp Enstitüsü'nün (Institute of Medicine) 2001

yılında yayımladığı "Crossing the Quality Chasm (Kalite Uçurumunu Aşmak)" başlıklı raporla birlikte sistematik bir nitelik kazanmıştır. Söz konusu raporda sağlık hizmetlerinin kalitesini artırmaya yönelik altı temel hedef belirlemiş ve hasta merkezli bakımı bu hedeflerden biri olarak tanımlamıştır. Bu bağlamda hasta merkezli bakım, sağlık sistemlerinin yalnızca klinik etkinliğe değil, aynı zamanda hastaların deneyimlerine, beklentilerine ve değerlerine duyarlı olacak şekilde yeniden yapılandırılmasını öngören bir paradigma olarak ele alınmaktadır. Hasta merkezli bakımın önemi, sağlık hizmeti sunumunda hastaların sıklıkla yaşadığı memnuniyetsizliklere dayanmaktadır. Hastaların karar verme süreçlerine yeterince dâhil edilememesi, ihtiyaç duydukları bilgileri zamanında ve anlaşılır biçimde alamamaları, dinlenmediklerini hissetmeleri ve kendi gereksinimlerine duyarlı bakım sistemlerine erişememeleri bu hayal kırıklıklarının başlıca nedenleri arasında yer almaktadır. Hasta merkezli bakım, bireysel hasta tercihleri, ihtiyaçları ve değerlerine saygı gösterilmesini ve tüm klinik kararların bu değerler doğrultusunda şekillendirilmesini esas alan bir bakım anlayışıdır. Bu yaklaşımda hasta, pasif bir hizmet alıcısı ya da hastalığın nesnesi olarak değil, sağlık hizmeti sunumunun aktif bir paydaşı ve ortak karar verme sürecinin öznesi olarak kabul edilmektedir (Institute of Medicine, 2001: 6). Bardes'e (2012: 782) göre hasta merkezli tıp, hastaların bireysel değer ve isteklerinin tıbbi uygulamanın merkezine yerleştirilmesi anlamına gelmektedir.

Kişi merkezli yaklaşım, aynı zamanda hastanın ihtiyaç ve tercihlerine duyarlılıkla karakterize edilen, hastanın bilgilendirilmiş isteklerini faaliyet, etkileşim ve bilgi verme süreçlerinde rehber olarak kullanan ve ortak karar alma sürecini içeren bir doktor-hasta görüşme tarzını da ifade eder (Rogers vd., 2005: 226). Hasta merkezli bakım modeli, sağlık hizmetlerinin tasarım ve sunum süreçlerine hastanın bakış açısını dâhil ederek bakım kalitesinin artırılmasını amaçlamaktadır. Bu bağlamda sağlık profesyonellerinin; farklı sağlık okuryazarlığı düzeylerine, kültürel geçmişlere ve özgün ihtiyaçlara sahip hasta gruplarıyla etkili iletişim kurabilmesi büyük önem taşımaktadır. Günümüzde multimedya ve dijital kaynaklar, hastaların bilgilendirilmesi ve eğitilmesi açısından önemli bir potansiyel sunmaktadır. Aynı zamanda hastaların bakım süreçlerine daha aktif ve bağımsız bir biçimde katılımını teşvik etmektedir (Dutruel vd., 2024: 7).

Hasta merkezli bakım, hastanın etrafında organize edilmiş bütüncül bir bakım modeli olarak tanımlanmaktadır. Bu modelde sağlık hizmeti sunucuları, hastaların ihtiyaç ve tercihlerini belirlemek ve karşılamak amacıyla hastalar ve aileleriyle iş birliği içinde hareket etmektedir. Hizmet sunucuları, hastaların değerlerine ve tercihlerine saygı göstermekte, duygusal ve sosyal gereksinimleri dikkate almakta ve hasta ile aileyi karar alma süreçlerine aktif olarak dâhil etmektedir. Ayrıca sağlık hizmetlerinin koordinasyonu, klinik bakım ekibinin tüm üyeleri arasında kritik bilgilerin güvenilir ve zamanında paylaşılmasını sağlayacak şekilde

yapılandırılmaktadır. Klinik destek hizmetlerinin, hekim merkezli yaklaşımlar yerine hasta ihtiyaçları doğrultusunda tasarlanması ve hasta merkezli iletişim tercihlerini gözetmesi bu modelin temel unsurları arasında yer almaktadır (Itri, 2015: 1835).

Hasta merkezli bakımın somut ilkeleri, Picker Enstitüsü tarafından hastalar ve aileleriyle iş birliği içinde yürütülen çok yıllık bir araştırma sonucunda sistematik hâle getirilmiştir. Bu araştırmalar neticesinde, hastaların bakış açısından kalite ve güvenliğin en önemli göstergeleri olarak sekiz temel bakım özelliği belirlenmiştir. Bu özellikler (Gerteis vd., 2002: xxii; Barry ve Edgman-Levitan, 2012: 780; Abujudeh vd., 2016: 940):

- Hastanın değerlerine, tercihlerine ve ifade ettiği ihtiyaçlara saygı gösterilmesi,
- Koordineli ve entegre bakım sunumu,
- Hasta ve sağlık hizmeti sağlayıcısı arasında açık ve anlaşılır iletişim kurulması,
- Ağrı yönetimini de kapsayan fiziksel konforun sağlanması,
- Korku ve kaygıların azaltılmasına yönelik duygusal destek sunulması,
- Uygun durumlarda aile üyeleri ve arkadaşların bakım sürecine dâhil edilmesi,
- Bakımın sürekliliğinin sağlanması, bakım verilen birimler veya kurumlar arasındaki geçişlerin etkili biçimde koordine edilmesi,
- Sağlık hizmetlerine erişimin kolaylaştırılmasıdır.

HASTA MERKEZLİ RADYOLOJİ

Son yıllarda tanısal ve girişimsel radyoloji hizmetlerinin kullanımında belirgin bir artış görülmektedir. Hastaların radyoloji raporlarına anında erişim hakkı kazanması, artan kültürel çeşitlilik ve toplum genelinde dijital okuryazarlık düzeyinin yükselmesi, hasta merkezli ve etkili iletişimi radyoloji pratiğinin vazgeçilmez bir unsuru hâline getirmiştir. Bu durum radyoloji alanında hasta merkezli yaklaşımların önemini daha da görünür hâle getirmiştir (Dutruel vd., 2024: 7).

Görüntüleme hizmetinin ortamı oldukça karmaşıktır. İş akışı ve zaman kısıtlamaları çok fazladır. Rutin ayaktan hasta muayenelerinden, kritik hastalar için acil görüntüleme çalışmalarına kadar, çeşitli klinik uzmanlık

alanlarından sevk edilen geniş bir hasta yelpazesi bulunmaktadır. Yüksek iş hacimleri, hastaların çeşitliliği, hastalık türleri, klostrofobi gibi işlemle ilgili rahatsızlıklar ve rutin görüntüleme yöntemlerinden acil muayenelere kadar uzanan muayene türleri, benzersiz zorluklar ortaya koymaktadır. Görüntüleme işlemleri, birçok hasta için stres yaratan, rahatsız edici ve alışılmadık bir deneyim olabilmektedir. Özellikle belirsizlik, korku, kaygı ve klostrofobi gibi olumsuz duygular, hastaların görüntüleme süreçlerine yönelik algılarını ve memnuniyet düzeylerini olumsuz etkileyebilmektedir. Bu bağlamda hasta merkezli radyoloji, teknik olarak yüksek kaliteli görüntüleme hizmeti sunmanın ötesine geçerek, hastaların duygusal, bilişsel ve psikososyal ihtiyaçlarını da dikkate alan bir yaklaşımı ifade etmektedir (Loewenstein, 2005: 51; Lang vd., 2013: 1191). Günümüzde radyoloji birimlerinde hasta deneyimini iyileştirmeye yönelik adımlar atılmaktadır. Radyoloji birimleri hastanın görüntüleme hizmeti ihtiyacının ortaya çıkmasından görüntüleme sonuçlarının teslim edilmesine kadar genel hasta deneyimini iyileştirmeye giderek daha fazla çaba harcamaktadırlar (Koch, Hater ve Coley, 2020: 1499).

Hasta merkezli radyolojinin temel amacı, radyoloji hizmetlerinin hastaların ihtiyaç, beklenti ve tercihlerine duyarlı olacak şekilde yapılandırılmasını sağlamaktır (Recht vd., 2024: 4331). Ancak bu yaklaşım, yalnızca radyolog ile hasta arasındaki doğrudan iletişimle sınırlı değildir. Nitekim birçok durumda radyologların hastalarla birebir görüşme imkânı bulunmamaktadır. Bu nedenle hasta merkezli radyoloji, hasta deneyimini randevu planlamasından başlayarak görüntüleme işleminin gerçekleştirilmesine, raporlamaya, faturalandırmaya ve sonraki iletişim süreçlerine kadar uzanan bütüncül bir çerçevede ele almayı gerektirmektedir (Kemp vd., 2017: 2)

Hasta merkezli radyolojiyi yalnızca doktor-hasta görüşmesine indirgemek, bu yaklaşımın kapsamını daraltmak anlamına gelmektedir. Radyoloji hizmetlerinin algılanması ve deneyimlenmesi; randevu alma ve kayıt süreci (hastane bilgi sistemleri, çevrim içi hasta portalları veya telefon aracılığıyla), klinik konsültasyonlar, görüntüleme veya girişimsel işlemin uygulanması ve elde edilen bulguların daha sonra hastayla paylaşılması gibi çok aşamalı ve karmaşık bir süreç zincirine dayanmaktadır. Bu süreçlerin her biri, hasta merkezli bir bakış açısıyla tasarlandığında, genel hasta deneyiminin kalitesi anlamlı biçimde artırılabilmektedir (Schreyer vd., 2022: 874).

Hasta merkezli radyoloji yaklaşımı, muayene sırasında hastayla iletişim kurmanın ötesinde; randevu planlama ve kayıt işlemlerinin kolaylaştırılmasını, görüntüleme veya girişim sürecinde hastaya yeterli ve anlaşılır bilginin sunulmasını, raporların açık ve şeffaf bir biçimde hazırlanmasını, bulguların hastanın anlayabileceği bir dilde raporlanmasını ve faturalandırma süreçlerinin şeffaflığını da kapsamaktadır. Ayrıca takip muayenelerinin planlanması ve ileri iletişim süreçlerinin etkin yönetimi de bu yaklaşımın ayrılmaz bileşenleri arasında yer almaktadır (Schreyer vd., 2022: 876).

Hasta merkezli radyoloji, yalnızca radyolojik sonuçların hastaya iletilmesiyle sınırlı bir uygulama değildir. Radyoloji bölümünde yaşanan tüm deneyimin optimize edilmesini hedefleyen kapsamlı bir hizmet sunum modeli olarak değerlendirilmelidir. Bu yaklaşım, hasta memnuniyetini artırmanın yanı sıra, sağlık hizmetlerinde kalite, güven ve sürdürülebilirliği destekleyen stratejik bir unsur olarak ön plana çıkmaktadır.

HASTALARIN GÖRÜNTÜLEME YOLCULUĞU HARİTASI

Sağlık hizmetlerine ilişkin hasta deneyimleri, sistem iyileştirme sürecinde giderek daha hayati önem taşımakta ve sağlık hizmeti sunumunun evriminde dikkate alınması gerekmektedir. Hastaların sağlık hizmetleri ve sistemleri arasında yolculuklarını haritalamak, hastaların sağlık hizmeti sağlayıcıları, hizmetleri ve sistemleriyle olan deneyimlerini ve etkileşimlerini haritalamak ve raporlamak için çeşitli yöntemler kullanan, gelişmekte olan bir araştırma alanıdır (Bulto vd., 2024: 429). Hasta yolculuğu haritalaması, bireylerin ve/veya bakıcılarının ve aile üyelerinin bir sağlık sistemindeki bir veya daha fazla hizmete girerken, bu hizmetlerde ilerlerken, deneyimlerken ve ayrılırken karşılaştıkları engelleri, kolaylaştırıcıları, deneyimleri, hizmetlerle etkileşimlerini ve/veya sonuçlarını daha iyi anlamak amacıyla, yolculuğun unsurlarını belgeleyerek görsel veya tanımlayıcı bir harita oluşturmak için gerçekleştirilen hasta odaklı bir proje olarak ele alınmaktadır. Hasta yolculuğu haritalaması, karmaşık sağlık sistemlerinden geçerken hastaların ve aile üyelerinin kişisel deneyimlerine açıklık getirmektedir. Yolculuklar haritalanırken, hizmet sunumundaki engeller, kolaylaştırıcılar ve eksiklikler hasta merkezli bir bakış açısıyla belirlenmekte ve raporlanmaktadır (Davies vd., 2022: 84).

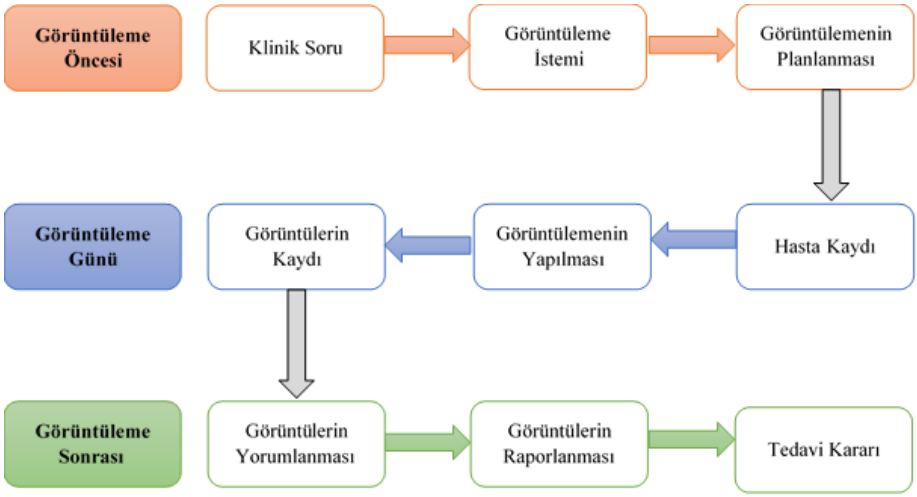
Hasta yolculuğu haritalama çalışmaları çok çeşitli nedenlerle yapılmaktadır. Davies ve arkadaşaları (2022: 87-90) tarafından yapılan literatür taramasında hasta yolculuğu haritalama çalışmalarının amaçları şu şekilde belirlenmiştir:

- Sağlık hizmetlerinin yeniden tasarlamak veya geliştirmek,
- Bakım kalitesini iyileştirmek,
- Hastaların sağlık sistemi içindeki tüm yolculuğunu daha derinlemesine anlamak,
- Hastaların sağlık sistemi içindeki deneyimlerini keşfetmek,

- Hastalar ve hizmet kuruluşları arasında dinamik olarak gelişen ilişkiyi daha iyi anlamak,
- Bakım sürekliliğini değerlendirmek,
- Bakımın kapsamlılığını anlamak ve değerlendirmek,
- Bakım eksikliklerini ve karşılanmayan ihtiyaçları belirlemek,
- Tanı/tedavideki gecikmeleri belirlemek,
- Sağlık hizmetlerine erişimdeki engeller ve zorlukları belirlemek.

Hasta merkezli radyoloji, radyoloji birimlerinin hastaların görüntüleme deneyimleriyle ilgili endişeleri ve ihtiyaçlarının farkında olmasını ve bunlara duyarlı olmasını gerektirmektedir. Son yıllarda hasta merkezli radyoloji yaklaşımı kapsamında hasta yolculuğu haritalama çalışmaları radyoloji birimleri için de yapılmaktadır. Hastaların görüntüleme hizmeti alma sürecindeki deneyimleri hasta yolculuğu haritalama çalışmaları ile belirlenmeye çalışılmaktadır. Hastaların görüntüleme yolculuğu "görüntüleme öncesi", "görüntüleme günü" ve "görüntüleme sonrası" olmak üzere üç aşamada incelenmektedir.

Hastaların görüntüleme hizmeti alma sürecindeki her bir aşamanın hasta kaygısına katkıda bulunabilecek yönleri vardır. Hastalar görüntüleme süreçleri boyunca sıklıkla kaygı yaşarlar ve bu kaygıyı azaltmak, hasta merkezli görüntülemenin önemli bir bileşenidir. Hastaların görüntüleme yolculuklarını anlamak ve görüntüleme muayenesine girme konusundaki kaygılarını azaltmak hasta merkezli bir görüntüleme deneyimi oluşturmada önemli adımlardır (Recht vd., 2024: 4331).



Şekil 1: Radyolojideki Hasta Yolculuğu (Larson vd., 2014: 958; Abujudeh vd., 2016: 941 yararlanılarak yazarlar tarafından oluşturulmuştur.)

Radyolojinin temel amacı, tıbbi görüntülemenin yapılması, görüntülerin yorumlanması ve görüntüleme raporlarının iletilmesi yoluyla klinik tanıya ve bakıma rehberlik etmektir. Görüntüleme hizmeti birçok

aşamadan oluşmaktadır. Görüntüleme ihtiyacı, bir hasta görüntüleme ile yanıtlanabilecek bir klinik soruyla başvurduğunda ortaya çıkar. Radyoloji birimleri, sevk eden hekimlerden hasta öyküsünü ve görüntüleme taleplerini alır. Görüntüleme hekimin talebine uygun bir şekilde yapılır, yorumlanır ve raporlanarak sevk eden hekime geri iletilir (Larson vd., 2014: 958). Bu bağlamda hastalar için görüntüleme hizmetlerine ilişkin süreçleri "görüntüleme öncesi", "görüntüleme günü" ve görüntüleme sonrası" olmak üzere üç farklı zaman diliminde incelemek mümkündür. Her bir aşamada radyoloji birimleri hasta merkezli bir yaklaşım benimseyerek hastaların ihtiyaç, istek ve beklentilerini karşılamaya çalışmalıdır (Recht vd., 2024: 4332).

Görüntüleme Öncesi

Radyolojide hasta yolculuğunun görüntüleme öncesinde hastaneye başvuran hastanın semptomları, şikâyetleri ve hastalık öyküsü hekim tarafından incelenerek tanıya yönelik bir öngörüde bulunur. Hekim hastanın rahatsızlığına yönelik kesin tanı koyabilmek için gerekli olması durumunda uygun görüntüleme isteminde bulunur. İstem üzerine hastaya görüntüleme randevusu verilir. Görüntüleme öncesinde hasta merkezli radyoloji yaklaşımına yönelik şunlar yapılabilir (Abujudeh vd., 2016: 941; Recht vd., 2024: 4332):

- *Hastaya özgü klinik bilgilerin ve hasta öyküsünün doğru şekilde alınması:* Hastanın tıbbi geçmişini toplama uygulaması, yüzyıllardır sağlık hizmetlerinin temel taşlarından biri olmuş ve doğru teşhisler ile etkili tedavi planlarının temelini oluşturmuştur. Sağlık hizmeti sağlayıcıları hastaların sağlık durumu, önceki tıbbi durumları, aile öyküsü, yaşam tarzı seçimleri ve ilaç geçmişi hakkında ayrıntılı ve doğru bir şekilde bilgi toplamalıdır. Ayrıca, hasta katılımı artırılarak hastalar ve sağlık çalışanları arasında iş birliği duygusu geliştirilmelidir (Zhakhina vd., 2023: 26).
- *Hastalar için gerekli ve uygun görüntüleme talebinin yapılması:* Radyolojik bir testin uygunluğu hâlâ anlaşılması zor bir kavramdır. Uygunluğun resmi bir tanımı, tıbbi bir prosedürün gerçekleştirilmesi için endikasyonun, beklenen sağlık yararı (yani, artan yaşam beklentisi, ağrının giderilmesi, kaygının azaltılması, fonksiyonel kapasitenin iyileştirilmesi) beklenen olumsuz sonuçları (yani, ölüm, hastalık, prosedürün beklentisinden kaynaklanan kaygı, prosedürün neden olduğu ağrı) yeterince geniş bir farkla aştığı zaman uygun olduğunu belirtir. Genel olarak ifade etmek gerekirse, bir radyolojik test, belirli bir klinik soruyu minimum maliyetle ve maksimum fayda-risk oranıyla yanıtlıyorsa ve hasta sonuçlarına önemli ölçüde katkıda bulunuyorsa ve net yaşam kalitesini iyileştiriyorsa uygun kabul edilir (Das ve Panda, 2015: 94).

- *Hasta bilgilendirmesi ve hasta ile ortak karar alma:* Hastaların görüntüleme hizmet çalışmaları veya prosedürleri ile ilgili ortak karar verme sürecine anlamlı bir şekilde katılabilmeleri için, bu prosedürlerin faydaları, riskleri ve sınırlamaları hakkında yeterince bilgilendirilmeleri gerekir (Abujudeh vd., 2016: 941). Görüntüleme öncesinde hastaya yapılacak işlemin amacı, süresi, aşamaları ve olası riskleri hakkında açık, sade ve anlaşılır bilgi verilmesi hasta merkezli yaklaşımın temelini oluşturur (Steele vd., 2015: 590). Bilgilendirme; yazılı broşürler, görsel materyaller veya dijital platformlar aracılığıyla desteklenmelidir. Ayrıca hastaların sık karşılaştığı sorunlardan biri de, hastane içerisinde radyoloji birimlerini bulmakta zorlanmalarıdır. Özellikle, radyoloji hasta deneyimini sıradan bir kişinin bakış açısından açık ve özlü bir şekilde açıklayan ve hastaları görüntüleme yolculukları hakkında bilgilendiren bilgilendirici videolar ve broşürler, hasta deneyimini iyileştirmede önemlidir. Yeterli bilgilendirmenin, hastanın kaygı düzeyini azalttığı ve iş birliğini artırdığı tespit edilmiştir (Recht vd., 2024: 4332). Potansiyel olarak, muayeneden önce web sitelerinde veya bekleme alanında videolar veya muayene odalarının sanal gezintileri gibi multimedya bilgiler, radyolojik muayenelerle ilgili belirsizliği ve kaygıyı azaltmanın bir yolu olabilir (Schreyer vd., 2022: 876).
- *Randevu sürelerinin hasta odaklı yönetimi:* Randevu planlama ve kayıt süreci, hastalar için radyoloji bakımına giriş kapısıdır. Hasta merkezli planlama, ideal olarak hasta erişimini en üst düzeye çıkarmalı ve muayeneler için bekleme sürelerini en aza indirmelidir. Randevu planlayıcıları, kayıt personeli ve diğer ön büro çalışanları genellikle hastalarla ilk etkileşime giren ve hizmet kalitesi konusunda hastada ilk izlenimi bırakan kişilerdir. Bu çalışanlar empatik, net ve olumlu iletişim becerilerine sahip olmalı ve hastalara hizmet etme eğilimi göstermelidir (Abujudeh vd., 2016: 941).
- *Bilgilendirilmiş onamın alınması:* Bilgilendirilmiş onam görüşmesi, radyolojide hasta merkezli bakımın temel bir bileşenidir. Aynı zamanda hasta güvenliği için de çok önemlidir. Bilgilendirilmiş onam görüşmeleri, mümkün olduğunca önerilen işlem gününden önce yapılmalıdır (Abujudeh vd., 2016: 941).

Görüntüleme Günü

Radyolojide görüntüleme günü, hasta merkezli bakım anlayışının doğrudan deneyimlendiği ve hasta algısının büyük ölçüde şekillendiği kritik bir aşamadır. Bu süreçte hasta merkezli uygulamalar; hastanın saygılı ve güven verici bir şekilde karşılanması, kimlik doğrulamanın hasta ile birlikte yapılması, işlem öncesi bilgilendirmenin kısa ve anlaşılır biçimde tekrarlanması ve hastaya soru sorma fırsatı tanınması gibi unsurları

kapsamaktadır. Görüntüleme sırasında hastanın fiziksel konforunun sağlanması, mahremiyetinin korunması ve personel-hasta iletişiminin kesintisiz sürdürülmesi, hem kaygı düzeyini azaltmakta hem de hastanın sürece aktif katılımını desteklemektedir. Bu bağlamda görüntüleme günü hasta merkezli uygulamalar, yalnızca hasta memnuniyetini artıran bir yaklaşım değil; aynı zamanda görüntüleme kalitesini, hasta güvenliğini ve hizmet etkinliğini güçlendiren temel bir kalite bileşeni olarak değerlendirilmektedir. Görüntüleme gününde hasta merkezli radyoloji yaklaşımına yönelik şunlar yapılabilir (Abujudeh vd., 2016: 941; Recht vd., 2024: 4332):

- *Karşılama, kimlik doğrulama ve güven oluşturma:* Görüntüleme günü hasta merkezli yaklaşımın ilk adımı, hastanın saygılı ve güven veren bir şekilde karşılanmasıdır. Temel ilkeler arasında karşılıklı saygı, destekleyici bir ortam, açıklık ve şeffaflık yer almaktadır. Personelin kendini tanıtması, hastaya ismiyle hitap etmesi ve süreci kısaca özetlemesi, hasta-sağlık çalışanı arasında güven ilişkisini güçlendirir. Hastalarla empati kurarak etkileşim kurmak için önerilen iletişim yaklaşımlarından biri, "AIDET" kısaltmasıyla açıklanmaktadır: AIDET, "Acknowledge: tanıma", "Introduce: tanıtma", "Duration: süre", "Explanation: açıklama" ve "Thank you: teşekkür" kelimelerinin baş harflerinden oluşmaktadır (Itri, 2015: 1836; Rockall vd., 2022: 2-3):
  - A: Tanıyın: Hastayı selamlayın ve hoş geldiniz deyin, göz teması kurun, gecikmeler için özür dileyin ve endişelerini dile getirin.
  - I: Tanıtın: Adınızı kullanarak kendinizi tanıtın ve hastanın bakımındaki rolünüzü açıklayın.
  - D: Süre: Hastanın bir test veya işlemin başlaması için ne kadar beklemesi gerektiğini açıklayın. Hastalar bilgilendirildiklerinde gecikmeleri tolere ederler.
  - E: Açıklama: Hastaya görüntülemenin nasıl yapılacağı ve görüntüleme esnasında neler olacağını açıklayın.
  - T: Teşekkür edin: Hastaya işbirliği ve katılımı için, aile üyelerine ise destekleri için teşekkür edin.
- *Görüntüleme öncesi bilgilendirmenin yapılması:* Görüntüleme günü, daha önce verilen bilgilerin kısa ve anlaşılır biçimde hastaya tekrar edilmesi gereklidir. Hastaların empatiyle dinlenmesi, soru sorabilmeleri ve neler olacağını anladıklarından emin olunmalıdır. Bu bilgilendirme sonucunda hastaların işbirliği yapmaları ve onam vermeleri sağlanır (Rockall vd., 2022: 2). Bekleme süreleriyle ilgili hayal kırıklığı, beklenen bekleme süresiyle ilgili yetersiz iletişimden ve bilgilendirmeden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle hastaları herhangi bir gecikme hakkında doğru bir şekilde bilgilendirmek önemlidir (Steele vd., 2015: 592).

- *Kaygı yönetimi ve duygusal destek:* Görüntüleme günü, özellikle MR ve girişimsel işlemlerde hastaların anksiyete düzeyi artabilmektedir. Görüntüleme işlemleri, birçok hasta için stres yaratan, rahatsız edici ve alışılmadık bir deneyim olabilmektedir. Özellikle belirsizlik, korku, kaygı ve klostrofobi gibi olumsuz duygular, hastaların görüntüleme süreçlerine yönelik algılarını ve memnuniyet düzeylerini olumsuz etkileyebilmektedir (Loewenstein, 2005: 51; Lang vd., 2013: 1191; Schreyer vd., 2022: 876). Hasta merkezli yaklaşım; empatik iletişim, sakin bir ses tonu ve gerekirse gevşeme tekniklerinin kullanılmasını önermektedir (Recht vd., 2024: 4338).
- *Fiziksel konforun sağlanması:* Görüntüleme aşamasında bekleme sürelerinin sınırlandırılması, hasta konforunu artırmak için fiziksel ortamın yeniden tasarlanması, hasta endişelerini gidermek ve hasta sorularını yanıtlamak için yüksek kaliteli iletişim ve müşteri hizmetlerine yönelik en iyi uygulamaların kullanılması yer almaktadır. İnvaziv işlemler sırasında, yeterli ağrı kontrolü ve hastaları olası rahatsızlıklar konusunda doğru bir şekilde bilgilendirmek son derece önemlidir. Teşhis ve tedavi alanlarında, hastaların görebileceği yerlerde, örneğin işlem masalarının üzerindeki tavanda, rahatlatıcı görüntüler, aydınlatma veya doğa manzaraları kullanılabilir. Hastaların tıbbi önlük giyeceği işlem odaları ve soyunma alanları özel olmalı, rahat bir sıcaklıkta tutulmalı ve temiz olmalıdır. Bekleme alanlarında, sunulan ilgili muayeneleri veya prosedürleri açıklayan okuma materyalleri bulunmalıdır. Hastaların görüntüleme veya girişimsel işlemler için geldiklerinde bekleme sürelerini en aza indirmek, hasta memnuniyetini artırmanın kolay ve etkili bir yoludur (Abujudeh vd., 2016: 943). Radyoloji biriminin fiziksel ortamı, sözsüz iletişimi sağlar. Görüntüleme bölümlerinde her zaman şefkatli ve huzurlu bir ortam sağlanmalıdır (Rockall vd., 2022: 2).
- *Mahremiyet ve saygının korunması:* Hastalar, özellikle görüntülemeye hazırlık esnasında, hastane önlükleri giydiklerinde, daha fazla mahremiyet istemektedirler. Hastanın soyunma, hazırlanma ve görüntüleme sırasında mahremiyetin korunması, perdeleme ve uygun giysi temini ile desteklenmelidir. Hasta mahremiyetini korumak, bireylere saygı göstermenin bir göstergesidir (Rawson vd., 2016: 1561).
- *Süreç boyunca iletişimin sürdürülmesi:* Görüntüleme sırasında hasta ile iletişimin kesilmemesi, hastaya işlem süresinin ne kadar kaldığının söylenmesi ve acil durumlarda iletişim kurabileceği mekanizmaların açıklanması önerilmektedir (Abujudeh vd., 2016: 943). Radyoloji teknikerleri bu süreçte hastaya rehberlik eder ve görüntülemeyi gerçekleştirir. Radyoloji teknikerleri hastayla en

fazla zamanı geçiren kişilerdir ve hastaların deneyimlerini büyük ölçüde şekillendirirler. Bu nedenle teknikerlerin uygun iletişim becerileri konusunda eğitilmesi çok önemlidir (Recht vd., 2024: 4334). Görüntüleme sırasında hastaların ihtiyaçlarını ve isteklerini dinlemek, daha yüksek memnuniyet ve daha iyi sonuçlar doğurabilir (Rawson vd., 2016: 1561).

Görüntüleme Sonrası

Görüntüleme sonrası yalnızca teknik bir raporlama süreci değildir. Hasta merkezli bakım anlayışı çerçevesinde hastanın bakım yolculuğunun devamlılığını sağlayan kritik bir aşama olarak ele alınmaktadır. Bu kapsamda görüntülerin zamanında ve doğru biçimde yorumlanması, sonuçların standartlara uygun şekilde raporlanması ve raporların gecikmeden sevk eden hekimlere iletilmesi, tanı ve tedavi sürecinin etkinliğini doğrudan etkilemektedir. Görüntü ve raporların güvenli biçimde kaydedilmesi ve gerektiğinde hastalar tarafından erişilebilir olması sağlanmalıdır. Bununla birlikte, görüntüleme hizmeti alan hastaların deneyimlerine ilişkin geri bildirimler sistematik olarak toplanmalı ve değerlendirilmelidir. Bu bağlamda görüntüleme sonrası adımlar, görüntülerin yorumlanmasını, sonuçların raporlanmasını, raporların sevk eden hekimlere iletilmesi, görüntü ve raporların kaydının yapılması ve görüntüleme hizmetleri ilgili hastaların deneyimlerine ilişkin geri bildirim alınmasını içermektedir (Abujudeh vd., 2016: 944). Görüntüleme sonrasında hasta merkezli radyoloji yaklaşımına yönelik şunlar yapılabilir (Abujudeh vd., 2016: 941; Rockall vd., 2022: 4; Recht vd., 2024: 4332):

- *Görüntüleme sonrası bilgilendirme:* Görüntüleme sonrası hasta merkezli yaklaşımın temel unsurlarından biri, hastaya işlemin tamamlandığının açıkça ifade edilmesi ve sonraki sürece ilişkin bilgilendirme yapılmasıdır. Hastaya, görüntülerin nasıl değerlendirileceği, sonuçların ne zaman ve hangi yolla iletileceği açıklanmalıdır. Bu bilgilendirme, belirsizliği azaltarak hasta memnuniyetini artırmaktadır (Recht vd., 2024: 4332). Genellikle radyoloji raporuna geleneksel yaklaşım, sonucun hastayı sevk eden doktora tek yönlü olarak iletilmesi ve doktorun da tedaviye karar vermesidir. Sonuçların hastaya doğrudan iletilmesi için neredeyse hiç zaman ayrılmamaktadır. Raporları beklerken geçen süre hastalar için çok zor olabilir. Radyoloji hastaları için muayeneden sonra bulguların tartışılmasına kadar geçen süre de duygusal açıdan yoğundur. Görüntüleme yoluyla konulan olası bir tanının beklenmesi, ilgili kişiler için büyük bir stres kaynağıdır. Sonuçların ve raporun ne zaman çıkacağı hakkında hastaya bilgi verilmelidir. Gecikmelerin nedeninin açıklanması, hastaların stresini azaltacaktır (Rockall vd., 2022: 4; Schreyer vd., 2022: 876).

- *Görüntüleme raporları:* Radyoloğun temel iletişim aracı radyoloji raporudur. Radyoloji raporunun birincil hedef kitlesi geleneksel olarak sevk eden hekim olmuştur. Tipik bir radyoloji raporu, hastaların görüntüleme bulgularına yönelik önemli tıbbi bilgi içeren ve tıbbi terminoloji kullanılan oldukça teknik bir rapordur (Recht vd., 2024: 4336). Geleneksel sağlık hizmeti sürecinde, radyoloji raporları, radyologların bilgi ve uzmanlıklarını diğer hekimlere profesyonelce aktardıkları belgelerdir. Raporlar, anormallikleri aramak için tanısal görüntüleri tanımlama amacına hizmet eder. Bu nedenle radyoloji raporları çok sayıda anatomik yapı ve patolojik kavram içerir. Bu durum, alanında bilgisi olmayan biri için bu tür metinleri anlamayı ve yorumlamayı zorlaştırmaktadır. Hastaların tıbbi okuryazarlık düzeylerini dikkate almadan, bu tür klinik odaklı raporları web portalları aracılığıyla hastalara sunmak sorunlara yol açabilir (Qenam vd., 2017: 2). Hastalar ve aile üyeleri radyoloji raporlarını giderek daha sık okumaktadır. Ancak mevcut radyoloji raporlarının sadece %4'ü hastaların anlayabileceği sadeliktedir. Bu nedenle, hastalar ve yakınları raporları anlamakta zorlanmaktadır. Radyoloji raporları hekimler ve diğer sağlık hizmeti sağlayıcıları için yazılmış olsa da, radyologlar hasta merkezli bakımın hedeflerini ele almak için daha basit, daha yapılandırılmış bir dil kullanmayı düşünmelidirler (Martin-Carreras vd., 2019: 117). Radyologlar, mümkün olduğunda yapılandırılmış veya yarı yapılandırılmış raporlamayı uygulamayı ve hastaların yanlış anlayabileceği jargon veya kısaltmalara aşırı derecede dayanmayan, hasta dostu raporlar oluşturma yöntemlerini araştırmayı düşünmelidir. (Abujudeh vd., 2016: 944). Yapay zeka ve bilişim teknolojileri kullanılarak hasta merkezli yaklaşım bağlamında sevk eden hekimler ve hastalar için iki farklı radyoloji raporu hazırlanabilir. Hastalar için ana bulguların kısa, hasta dostu, sade bir dille özetlendiği radyoloji raporları hazırlanmalıdır (Vijayasarathi vd., 2019: 212; Rockall vd., 2022: 4).
- *Görüntüleme raporlarına ve sonuçlara erişim:* Hastaların sağlık bilgilerine erişimini iyileştirmek, hasta merkezli bakımın temel bir unsurudur. Görüntüleme sonuçlarına erişimde çevrimiçi portalların kullanımı, erişim sağlamanın uygun ve etkili bir yoludur (Abujudeh vd., 2016: 944). Türkiye gibi bazı ülkeler, hastaların ülke genelindeki sağlık kurumlarından toplanan sağlık verilerine internet ve mobil cihazlar aracılığıyla erişmesine olanak tanıyan zorunlu bir kişisel sağlık kaydı sistemi (e-nabız) geliştirmiştir (Recht vd., 2024: 4336-4338).
- *Hastalardan geri bildirim alınması:* Son on yılda radyoloji hizmetlerinde hasta deneyimini iyileştirmeye yönelik belirgin bir odaklanma söz konusudur. Radyoloji disiplini, tarihsel olarak

kaliteli görüntü elde edilmesi ve doğru tanı ile raporlama sunulmasına öncelik vermiştir. Ancak günümüzde radyologlar, görüntüleme isteminin verildiği andan sonuçların hastaya iletildiği aşamaya kadar uzanan tüm süreç boyunca hasta deneyimini iyileştirmeye yönelik daha bütüncül ve sistematik bir yaklaşım benimsemektedir (Koch vd., 2020: 1499). Hasta merkezli yaklaşımın temel prensiplerinden biri, hastalardan gelen geri bildirimlere verilen önemdir. Geri bildirim, takip telefon görüşmeleri, hasta anketleri ve odak grup görüşmeleri aracılığıyla elde edilebilir. Hastaların beklentilerini ve bir kuruluş ile sağlayıcılarına ilişkin algılarını gerçek anlamda anlamak için gereklidir (Abujudeh vd., 2016: 944). Radyoloji birimlerinde iyi uygulamaları izlemek ve zayıf noktaları belirlemek için düzenli hasta geri bildirimi alınmalıdır (Rockall vd., 2022: 5).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Hasta merkezli radyoloji, radyoloji birimlerinin hastaların görüntüleme deneyimleriyle ilgili endişeleri ve ihtiyaçlarının farkında olmasını ve bunlara duyarlı olmasını gerektirir. Radyologlar ve radyoloji departmanları, hasta deneyimini iyileştirmek için birçok yöntem ve süreç benimseyebilir (Recht vd., 2024: 4338). Bu bölümde, radyolojide hasta merkezli yaklaşım kapsamında hastaların görüntüleme yolculuğu boyunca yaşadıkları deneyimler bütüncül olarak ele alınmıştır. Görüntüleme öncesi, günü ve sonrasında hasta merkezli bakım kapsamında yapılabilecek uygulamalar açıklanmaya çalışılmıştır.

Hasta deneyimi yalnızca teknik görüntü kalitesi ve doğru raporlama ile sınırlı değildir. Görüntüleme hizmetlerinde randevunun planlamasından sonuçların iletilmesine kadar uzanan süreçte gerçekleşen her temas noktası hastaların algısını belirlemektedir. Radyolojide, bir hasta tipik olarak görüntüleme talebinde bulunan hekim, randevu aldığı sekreter, hasta kaydını yapan görevli, görüntülemeyi yapan teknisyen veya tekniker ve radyolog dâhil olmak üzere çok sayıda kişiyle etkileşime girer. Bu etkileşimlerin her biri hastanın deneyimini geliştirmek ve kuruluşun mükemmel hizmet vaadini yerine getirebileceğini kanıtlamak için bir fırsat olarak değerlendirilmelidir.

Ancak bu etkileşimde ortaya çıkan tek bir problem olumsuz bir izlenim bırakma potansiyeline sahiptir. Bu nedenle, görüntüleme hizmetinin sunulmasında görevli tüm personel arasında işbirliği, etkili iletişim ve ekip çalışması gereklidir (Rosenkrantz ve Pysarenko, 2015: 259; Recht vd., 2024: 4338). Radyoloji değer akışı içerisinde yer alan tüm çalışanların hasta merkezli bakım anlayışına ortak sorumlulukla yaklaşması gerekmektedir (Vijayasarathi vd., 2019: 211).

Radyolojide hasta merkezli bakım kapsamında görüntüleme öncesi, günü ve sonrası aşamalarında etkili, açık, net, empatik ve bilgilendirme odaklı iletişim ön plana çıkmaktadır. Aktif dinleme, saygı ve empati gibi insani unsurlar, fiziksel olanaklar ve kolaylıktan daha belirleyicidir. Çünkü tüm hastalar dinlenmeyi, saygı ve empatiyle muamele görmeyi talep etmektedir (Steele vd., 2015: 593; Coulter ve Oldham, 2016: 115). Hasta merkezli iletişim, hastaların ihtiyaç duydukları bilgileri edinmelerini, dinlendiklerini hissetmelerini ve kendi bakımlarına aktif olarak katılmalarını sağlamaktadır. Etkili hasta merkezli iletişimin temelinde saygı, empati, doğru ve zamanında bilgi sunma, hastaların bireysel, sosyal, kültürel ve dilsel ihtiyaçlarına duyarlı olma ve hastanın güvenini kazanma gibi unsurlar yer almaktadır. Bu unsurlar, görüntüleme hizmeti boyunca tüm hasta etkileşimlerinde dikkatle uygulanmalıdır (Dutruel vd., 2024: 16).

Hastalar için açık önemine rağmen, günlük zorluklar, iş yükü ve zaman baskısı iletişim sorunları veya iletişim eksikliğine neden olmaktadır. Bunun sonucunda potansiyel bir güvenlik olayı, hasta şikayetleri, sürecin aksaması, güven kaybı gibi istenmeyen durumlar ortaya çıkabilir (Vijayasarathi vd., 2019: 211; Rockall vd., 2022: 1). Ayrıca artan görüntüleme sayıları, iş yükü ve yapısal kısıtlar; radyolog-hasta iletişimini ve hasta merkezli uygulamaların yaygınlaşmasını zorlaştırmaktadır (Kemp vd., 2017: 6; Schreyer vd., 2022: 879). Ayrıca hastane yöneticileri, doktorlar ve hastaların farklı beklentileri, tıp biliminin sürekli gelişmesinin getirdiği yeni uygulamalar ve çalışma koşulları radyoloji çalışanlarının mesleki, ekonomik ve sosyal sorunlar yaşamasına neden olmaktadır (Emikönel, Tekin ve Türkmen, 2023: 219). Hasta merkezli radyoloji yaklaşımının tam anlamıyla hayata geçirilebilmesi için bazı yapısal sorunların çözülmesi gerekmektedir. Medyada yer alan haberlerde, radyoloji alanındaki teknolojik ilerlemelere rağmen görüntüleme sayılarının fazlalığı, gereksiz radyasyon maruziyeti, uzun randevu süreleri ve insan kaynağı yetersizliği gibi sorunların hasta deneyimini olumsuz etkilediği belirtilmektedir. Ayrıca radyoloji personeline yönelik şiddet, yoğun iş yükü, uzun çalışma süreleri ve şua izni gibi konular, hizmet sunumunun sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir. Bu sorunların hasta merkezli bir perspektifle ele alınması, hem hasta güvenliğini hem de sağlık çalışanlarının refahını gözeten bütüncül politikaların geliştirilmesini gerekli kılmaktadır (Emikönel, Türkmen ve Tekin, 2024c: 437). Dolayısıyla hasta merkezli radyolojinin yalnızca bireysel olarak uygulanması mümkün değildir. Hasta merkezli radyoloji bireysel tutumlara ek olarak kültürel dönüşüm, eğitim,

politika ve organizasyonel destekle hayata geçirilebilecektir (Coulter ve Oldham, 2016: 116; Rockall vd., 2022: 5).

Sonuç olarak hasta merkezli radyoloji, ulaşılması gereken sabit bir hedef olmaktan ziyade; iletişim, empati, disiplinler arası koordinasyon ve hasta katılımı temelinde sürekli olarak gelişen dinamik bir süreçtir (Rawson vd., 2016: 1564). Hastaların görüntüleme sürecindeki deneyimlerine odaklanan bu yaklaşımın güçlendirilmesi, hasta güvenliği ve memnuniyetini artırmanın yanı sıra radyoloji hizmetlerinde daha yüksek değer üreten ve sürdürülebilir bir bakım anlayışının benimsenmesine katkı sağlamaktadır (Itri, 2015: 1845; Rockall vd., 2022: 5). Dolayısıyla görüntüleme hizmetleri de dâhil olmak üzere sağlık hizmetlerindeki tüm klinik uygulama çabaları nihai olarak insan merkezli olması gereklidir. Sağlık hizmetlerinde tesisin yeni ve modern fiziksel alanları, konumu, ileri teknoloji görüntüleme cihazlarına sahip olması önemlidir. Ancak yeterli değildir. Hasta merkezli bakımın temelinde fiziksel olanakların yanı sıra bakım sürecindeki engellerin azaltılması ve hastanın sağlık yolculuğu boyunca ortaya çıkan sorunların ortadan kaldırılarak mükemmel hasta deneyimleri yaratmak yer almaktadır (Vagal vd., 2020: 662).

REFERANSLAR

Abujudeh, H. H., Danielson, A., and Bruno, M. A. (2016). A patient-centered radiology quality process map: Opportunities and solutions. *American Journal of Roentgenology, 207*(5), 940-946. https://doi.org/10.2214/AJR.16.16803

Bardes, C. L. (2012). Defining "patient-centered medicine". *The New England Journal of Medicine, 366*(9), 782-783. https://doi.org/10.1056/NEJMp1200070

Barry, M. J., and Edgman-Levitan, S. (2012). Shared decision making—the pinnacle of patient-centered care. *New England Journal of Medicine, 366*(9), 780-781. https://doi.org/10.1056/NEJMp1109283

Boland, G. W. (2006). Stakeholder expectations for radiologists: obstacles or opportunities? *Journal of the American College of Radiology, 3*(3), 156-163. https://doi.org/10.1016/j.jacr.2005.10.008

Bulto, L. N., Davies, E., Kelly, J., and Hendriks, J. M. (2024). Patient journey mapping: emerging methods for understanding and improving patient experiences of health systems and services. *European Journal of Cardiovascular Nursing, 23*(4), 429-433. https://doi.org/10.1093/eurjcn/zvae012

Coulter, A., and Oldham, J. (2016). Person-centred care: what is it and how do we get there? *Future Healthcare Journal, 3*(2), 114-116. https://doi.org/10.7861/futurehosp.3-2-114

Das , C. J., and Panda, A. (2015). Appropriate ordering of radiological investigations. Y. P. Munjal içinde, *API Textbook of Medicine, 10th Edition*. *New Delhi, Indica: Jaypee Brothers*, 94-111.

Dauer, L. T., Thornton, R. H., Hay, J. L., Balter, R., Williamson, M. J., and Germain, J. S. (2011). Fears, feelings, and facts: Interactively communicating benefits and risks of medical radiation with patients. *American Journal of Roentgenol, 196*(4), 756-761. https://doi.org/10.2214/AJR.10.595

Davies, E. L., Bulto, L. N., Walsh, A., Pollock, D., Langton, V. M., Laing, R. E., Graham, A., Arnold-Chamney, M., ve Kelly, J. (2022). Reporting and conducting patient journey mapping research in healthcare: A scoping review. *Journal of Advanced Nursing, 79*(1), 83-100. https://doi.org/10.1111/jan.15479

Dutruel, S. P., Hentel, K. D., Hecht, E. M., and Kadom, N. (2024). Patient-centered radiology communications: Engaging patients as partners. *Journal of the American College of Radiology, 21*(1), 7-18. https://doi.org/10.1016/j.jacr.2023.10.009

Emikönel, S., Tekin, E., ve Türkmen, İ. (2023). Radyoloji derneklerinin radyoloji uzmanlarının yaşadıkları sorunlara yönelik sağladığı destekler: Türkiye bağlamında bir inceleme. Editör A. Mısırlıoğlu içinde, *Yöntemden Yönetime: Sağlıkta İlerleme Haritası* (s. 196-230). Ankara: Bidge Yayınları.

Emikönel, S., Türkmen, İ., ve Tekin, E. (2024a). Radyolojide görüntü arşivleme ve iletişim sistemlerinin kullanımı: Bilimsel araştırmaların bibliyometrik ve içerik analizi. *VIII. International Scientific Research Congress* (s. 450-466). Nicosia, Turkish Republic of Northern Cyprus: Ases Publications.

Emikönel, S., Türkmen, İ., ve Tekin, E. (2024b). Radyolojide Yapay Zeka Kullanımı: Son 10 Yılın Değerlendirilmesi (2014-2023). *6. International Mediterranean Scientific Research Congress, Full Texts Book-2*, (s. 141-156). Rome, Italy.

Emikönel, S., Türkmen, İ., ve Tekin, E. (2024c). Tıbbın Gören Gözü: Radyoloji İle İlgili Haberlerin Analizi. *XVIII. International Scientific Research Congress, Conference Book* (s. 437-448). Lefkoşa, KKTC: Ases Publications.

Gerteis , M., Edgman-Levitan, S., Daley, J., and Delbanco, T. L. (2002). *Through the patient's eyes: Understanding and promoting patient-centered care.* San Francisco: Jossey-Bass.

Institute of Medicine (2001). *Crossing the quality chasm: A new health system for the 21st century.* Washington: National Academies Press.

Itri, J. N. (2015). Patient-centered radiology. *Radiographics, 35*(6), 1835-1846. https://doi.org/10.1148/rg.2015150110.

Kemp, J. L., Mahoney, M. C., Mathews, V. P., Wintermax, M., Yee, J., and Brown, S. D. (2017). Patient-centered radiology: Where are we, where do we want to be, and how do we get there? *Radiology, 285*(2), 1-8. https://doi.org/10.1148/radiol.2017162056

Koch, B. L., Hater, D. M., and Coley, B. D. (2020). The use of a patient advocate to improve the experience in pediatric radiology. *Pediatric Radiology, 50*, 1499-1508. https://doi.org/10.1007/s00247-020-04784-0

Lang, E. V., Yuh , W. T., Kelly , R., Macadam, L., Potts, R., and Mayr, N. A. (2013). Understanding patient satisfaction ratings for radiology services. *American*

Journal of Roentgenology, 201(6), 1190-1196. https://doi.org/10.2214/AJR.13.11281

Larson, D. B., Froehle, C. M., Johnson, N. D., and Towbin, A. J. (2014). Communication in diagnostic radiology: Meeting the challenges of complexity. *American Journal of Roentgenology, 203*(5), 957-964. https://doi.org/10.2214/AJR.14.12949

Loewenstein, G. (2005). Hot-cold empathy gaps and medical decision making. *Health Psychology, 24*(4, Suppl), S49–S56. https://doi.org/10.1037/0278-6133.24.4.S49

Martin-Carreras, T., Cook, T. S., and Kahn Jr, C. E. (2019). Readability of radiology reports: Implications for patient-centered care. *Clinical Imaging, 54*, 116-120. https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2018.12.006

Qenam, B., Kim, T. Y., Carroll, M. J., and Hogarth, M. (2017). Text simplification using consumer health vocabulary to generate patient-centered radiology reporting: Translation and evaluation. *Journal of Medical Internet Research, 19*(12), e417. https://doi.org/10.2196/jmir.8536

Rawson, J. V., Mitchell, L., Golden, L., Murdock, A., and Haines, G. R. (2016). Lessons learned from two decades of patient- and family-centered care in radiology, part 2: building a culture. *Journal of the American College of Radiology, 13*(12), 1560-1565. https://doi.org/10.1016/j.jacr.2016.09.011

Recht, M. P., Donoso-Bach, L., Brkljačić, B., Chandarana, H., Jankharia, B., and Mahoney, M. C. (2024). Patient-centered radiology: A roadmap for outpatient imaging. *European Radiology, 34*(7), 4331-4340. https://doi.org/10.1007/s00330-023-10370-3

Rockall, A. G., Justich, C., Helbich, T., and Vilgrain, V. (2022). Patient communication in radiology: Moving up the agenda. *European Journal of Radiology, 155*, 110464. https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2022.110464

Rogers, A., Kennedy, A., Nelson, E., and Robinson, A. (2005). Uncovering the limits of patient-centeredness: Implementing a self-management trial for chronic illness. *Qualitative Health Research, 15*(2), 224–239. https://doi.org/10.1177/1049732304272048

Rosenkrantz, A. B., and Pysarenko, K. (2015). The service encounter in radiology: Acing the "moments of truth" to achieve patient-centered care. *Academic Radiology, 22*(2), 259-264. https://doi.org/10.1016/j.acra.2014.09.009

Schreyer, A. G., Schneider, K., Dendl, L. M., Jaehn, P., Molwitz, I., Westphalen, K., and Holmberg, C. (2022). Patient centered radiology – An introduction in form of a narrative review. *Fortschr Röntgenstr, 194*(8), 873-881. https://doi.org/10.1055/a-1735-3552

Steele, J. R., Jones, A. K., Clarke, R. K., and Shoemaker, S. (2015). Health care delivery meets hospitality: A pilot study in radiology. *Journal of the American College of Radiology, 12*(6), 587-593. https://doi.org/10.1016/j.jacr.2014.10.008

Tekin, E., ve Emikönel, S. (2023). Comparison of mobile health application examples in turkey and the world. Editör U. Akküçük içinde, *Handbook of Research on Quality and Competitiveness in the Healthcare Services Sector* (pp. 223-236). IGI Global. https://doi.org/10.4018/978-1-6684-8103-5.ch013

Tekin, E., Emikönel, S., ve Türkmen, İ. (2024). Kamu hastanelerinin radyoloji hizmetlerinde dış kaynak kullanımının EKAP üzerinden incelenmesi. Editör F.

Hatipoğlu içinde, *Sağlık Bilimlerinde Öncü ve Yenilikçi Çalışmalar* (s. 460-476). Konya: All Sciences Academy.

Türkmen, İ., Emikönel, S., ve Tekin, E. (2024a). Radyolojide dış kaynak kullanımı. Editör F. Hatipoğlu içinde, *Sağlık Bilimlerinde Yeni Trendler ve Sınırlar* (s. 183-206). Konya: All Sciences Academy.

Türkmen, İ., Emikönel, S., ve Tekin, E. (2024b). Teleradyoloji alanındaki bilimsel yayınların bibliyometrik ve içerik analizi ile incelenmesi. *İzmir Democracy University Health Sciences Journal, 7*(3), 272-286. https://doi.org/10.52538/iduhes.1547360

Vagal, A., Wahab, S. A., Butcher, B., Zettel , N., Kemper, E., Vogel, C., and Mahoney, M. (2020). Human-centered design thinking in radiology. *Journal of the American College of Radiology, 17*(5), 662-667. https://doi.org/10.1016/j.jacr.2019.11.019

Vijayasarathi, A., Kharkar, R., and Salamon, N. (2019). Strategies for patient-centered communication in the digital age. *Current Problems in Diagnostic Radiology, 48*, 210-215. https://doi.org/10.1067/j.cpradiol.2018.05.004

Wang, S., and Summers, R. M. (2012). Machine Learning and Radiology. *Medical Image Analysis, 16*, 933-951. https://doi.org/10.1016/j.media.2012.02.005

Zhakhina, G., Tapinova, K., Kainazarov, T., and Kanabekova, P. (2023). Pre-consultation history taking systems and their impact on modern practices: Advantages and limitations. *Journal of Clinical Medicine of Kazakhstan, 20*(6), 26-35. https://doi.org/10.23950/jcmk/13947

Adeziv Köprüler

Nursel DEMİR[1]
Eyyüp ALTINTAŞ[2]

[1] Arş.Gör.; Fırat Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hekimliği Bölümü. n.bozkurt@firat.edu.tr
ORCİD No:0009-0001-4609-2129
[2] Doç.Dr.;Fırat Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hekimliği Bölümü. ealtintas@firat.edu.tr
ORCİD No:0000-0002-7767-9694

ÖZET

Bu bölümün amacı, tek diş eksikliklerinin tedavisinde kullanılan adeziv köprü restorasyonlarını, minimal invaziv diş hekimliği yaklaşımı çerçevesinde değerlendirmek; farklı altyapı materyallerinin klinik avantaj ve sınırlılıklarını güncel literatür ışığında ortaya koymaktır. Ayrıca implant destekli sabit restorasyonların uygulanamadığı klinik durumlarda adeziv köprülerin rasyonel bir tedavi alternatifi olarak yerini vurgulamak hedeflenmiştir.

Diş hekimliğinde kaybedilen dişlerin tedavisi; hastanın yaşı, sistemik durumu, estetik beklentileri, kemik ve periodontal dokuların durumu ile ekonomik faktörler göz önünde bulundurularak planlanmaktadır. Bu kapsamda implant tedavisi sıklıkla ilk seçenek olarak değerlendirilmekle birlikte, kron-köprü restorasyonlar, adeziv köprüler ve hareketli bölümlü protezler de uygun endikasyonlarda tercih edilmektedir. Özellikle tek diş eksikliklerinin rehabilitasyonunda, adeziv sistemlerdeki gelişmelerle birlikte rezin-bağlı adeziv köprü uygulamaları daha yaygın hâle gelmiştir. Bu restorasyonlar; pulpa odası geniş olan genç bireylerde, komşu dişlerin korunmasının istendiği durumlarda ve daimi restorasyonun geciktiği klinik olgularda konservatif bir yaklaşım sunmaktadır. Bölümde metal destekli, cam seramik esaslı ve zirkonya altyapılı adeziv köprü restorasyonları; estetik, biyouyumluluk ve mekanik dayanıklılık açısından karşılaştırmalı olarak ele alınmaktadır.

Adeziv köprü restorasyonları, uygun vaka seçimi, doğru materyal tercihi ve uygun simantasyon protokollerinin uygulanması ile tek diş eksikliklerinin tedavisinde başarılı sonuçlar sağlayabilmektedir. Metal destekli restorasyonlar dayanıklılık açısından avantajlı olsa da estetik sınırlılıklar içermektedir. Cam seramik restorasyonlar yüksek estetik sunarken kırılganlık riski taşıyabilmektedir. Günümüzde zirkonya esaslı adeziv köprüler, hem mekanik dayanıklılık hem de estetik performans açısından güvenilir bir seçenek olarak öne çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Tek Diş Eksikliği, Rezin-Bağlı Köprüler, Zirkonya Adeziv Köprü, Minimal İnvaziv Tedavi, Fiberle Güçlendirilmiş Adeziv Köprüler.

GİRİŞ

Adeziv köprülerin gelişimi, dental adezyon bilimindeki ilerlemeler ile paralel ilerlemiştir. 1955 yılında mine yüzeyinin asit ile pürüzlendirilmesinin keşfi, adeziv yaklaşımların temelini oluşturmuş ve tutuculuğun yalnızca makromekanik yapılarla değil, mikromekanik bağlanma yoluyla da sağlanabileceği gösterilmiştir(Buonocore, 1955:849).

1962'de Bowen tarafından Bis-GMA esaslı kompozit rezinlerin geliştirilmesiyle doğal diş dokusu, akrilik veya kompozit rezin dişler ile destek dişlere doğrudan bağlanabilen ilk adeziv köprü uygulamaları mümkün hâle gelmiştir(Bowen & Rodriguez, 1962).

1973'te Rochette tarafından tanımlanan tasarımda, destek dişlerin lingual yüzeylerine yerleştirilen metal kanatlar üzerindeki perforasyonlara rezin siman mekanik olarak kilitlenmiş ve bu yaklaşım "Rochette köprüsü" olarak literatüre geçmiştir(Rochette, 1973)
1983'te Thompson, Livaditis ve Castillo'nun nikel–krom yüzeyinde elektrolitik pürüzlendirme tekniğini geliştirmesi, metal altyapıya perforasyon gerektirmeden mikromekanik bağlanmayı mümkün kılmıştır. Bu tasarım günümüzde "Maryland köprüsü" olarak bilinen adeziv restorasyonların temelini oluşturur(Thompson et al., 1983).
1991'de Kern ve arkadaşları, metal kullanılmadan gerçekleştirilebilen ilk adeziv köprü tasarımlarını bildirerek, tam seramik ve fiber altyapılı adeziv köprülerin kullanımına öncülük etmiştir(Kern et al., 1991).

Adeziv Köprülerin Materyale Göre Sınıflandırılması
Adeziv köprüler kullanılan altyapı materyaline göre üç ana kategoride incelenir:

1. **Metal destekli adeziv köprüler**
2. **Tam seramik adeziv köprüler**
3. **Fiberle güçlendirilmiş adeziv köprüler(Creugers, 1987)**

1. Metal Destekli Adeziv Köprüler
Metal altyapı içeren adeziv köprüler uzun yıllar klinik uygulamalarda tercih edilmiş olup dayanıklılık açısından avantaj sağlamakla birlikte; **korozyona yatkınlık**, bazı bireylerde **alerjik reaksiyon riski** ve **estetik dezavantajlar** nedeniyle günümüzde kullanım alanı sınırlıdır(Kern et al., 1991).
2. *Tam Seramik Adeziv Köprüler*
Tam seramik adeziv köprüler:

- Yüksek biyouyumluluk,
- Doğal diş dokusuna çok yakın optik özellikler,
- Benzer termal genleşme katsayısı?,
- Düşük ısı iletkenliği,
- Korozyona karşı direnç

gibi avantajları sayesinde estetik bölgede önemli bir alternatiftir(Kern et al., 1991).
Bununla birlikte, seramik materyaller *çekme ve eğilme gerilimlerine düşük direnç gösterir,* bu nedenle kırılganlık tam seramik adeziv restorasyonların temel dezavantajıdır(Kern & Strub, 1998).
3. *Fiberle Güçlendirilmiş Adeziv Köprüler*
Fiber Yapısının Özellikleri
Fiber; uzunluğu çapına kıyasla çok daha yüksek olan, ince ve esnek yapıdaki liflerden oluşan kompozit bir elemandır. Bu yapıda fiberler "güçlendirici faz", fiberlerin içerisine yerleştirildiği rezin matriks ise "matriks fazı" olarak tanımlanır. Dental kullanımda fiberle güçlendirilmiş kompozitler, organik matriks ile inorganik doldurucu fazın birleştiği hibrit bir sistemdir(Vallittu, 1996).

Fiberler yıllardır restoratif diş hekimliğinde kullanılmakta olup materyalin *mekanik dayanımını artırma ve boyutsal stabiliteyi iyileştirme* özellikleri nedeniyle tercih edilmektedir. Fiber kullanımının ilk örnekleri polimetil metakrilatın geliştirilmesine yöneliktir(Vallittu & Lassila, 1992).
Fiberlerin başlıca avantajları:

- Yüksek basma dayanımı
- Düşük elastik modül
- Estetik avantaj
- Rezin sistemleri ile adeziv bağlantı kurabilmesi olarak sıralanabilir(Garoushi & Vallittu, 2006).

Fiberler; post-core yapımında ,direkt kompozit restorasyonlarda,CAD/CAM restorasyon desteklerinde, dişlerin splintlenmesinde, restorasyonlarda yapısal özelliklerin arttırılması için ve **fiberle güçlendirilmiş adeziv köprülerin yapımında** yaygın şekilde kullanılmaktadır(Scribante et al., 2018).

Fiber Tipleri ve Sınıflandırma

Fiberler tip, oryantasyon ve monomer infiltrasyonu esas alınarak sınıflandırılabilir(Baysal & Ayyıldız, 2014; Scribante et al., 2018). Dental restorasyonlarda kullanılan başlıca fiber türleri:

Tablo 1:Fiber türleri

TİPİ	ORYANTASYONU	MONOMER İNFİLTRASYONU
Cam	Tek yönlü parelel	Preinfiltre (önceden doyurulmuş)
Karbon	İki yönlü sürekli	Non preinfiltre (önceden doyurulmamış)
Aramid	Kısa parçacıklı fiberler	
Polietilen		

Estetik ve mekanik özellikleri göz önünde bulundurulduğunda *cam fiberler* ve *polietilen fiberler* klinik uygulamalarda en sık tercih edilen materyallerdir(Baysal & Ayyıldız, 2014; Yu et al., 2012).
Polietilen fiberler biyouyumlu yapıları ve hafif olmalarıyla klinik açıdan avantaj sağlasa da, 140 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda stabilitelerini kaybetmeleri nedeniyle yüksek ısıda polimerizasyon gerektiren kompozit sistemlerde tercih edilememektedir. Bunun yanı sıra, hidrofobik karakterleri ve düşük yüzey enerjileri, bu fiberlerin polimer kompozitlerle yeterli bağlanma göstermesini zorlaştırmaktadır. Klinik ve laboratuvar uygulamalarında en yaygın kullanılan polietilen fiber materyali Ribbond'dur. Önceden rezinle doyurulmamış, dokuma yapıda bir fiberdir. Kolay şekillendirilebilir olması, şekillendirme veya kesme sırasında liflerin dağılmaması ve yüksek mekanik dayanım göstermesi önemli avantajlarıdır. Ribbond'u benzer fiberlerden ayıran temel özellik ise, çapraz kilitlenmiş

ilmeklerden oluşan leno dalga yapısına sahip olmasıdır. Bu özel dokuma düzeni, uygulanan kuvvetlere karşı direnci artırarak stresin fiber yapısı içinde dağılımını sağlar ve böylece kuvvetlerin doğrudan rezin matrikse iletilmesini azaltır(Ganesh & Tandon, 2006).

Cam fiberler camın ince filamentler şeklinde düzenlenmesiyle oluşturulan ve temel maddesi silisyum oksit(SiO_2) , fosfor oksit(P_2O_5), boron oksit(B_2O_3) olan fiber çeşididir.(Erikaya, S. 2022)

Cam Fiberlerin Avantajları(Sucu, 2021***)***

- Yüksek bükülme dayanımı
- Üstün translusent yapı
- Silan ile kompozit ve dişe güçlü bağlantı

Fiberle Güçlendirilmiş Köprülerin Yapısal Özellikleri

Fiberle güçlendirilmiş adeziv köprülerde altyapıyı fiberler, üst yapıyı ise hibrit ya da mikro dolduruculu kompozit materyaller oluşturur(Freilich et al., 2002). Fiberler rijitlik ve dayanım kazandırırken matriks yapı, fiberleri bir arada tutar ve kuvvetlerin homojen dağılımını sağlar(Baysal & Ayyıldız, 2014).

Seramikler ve geleneksel kompozitler **izotropik** özellik gösterirken, fiberle güçlendirilmiş kompozitler **anizotropiktir**; yani mekanik davranış fiberlerin yönüne bağlı olarak değişir(Vallittu, 1998).

Bu restorasyonlarda üst yapının dayanımı fiber altyapıya kıyasla daha düşük olabilir ve bu durum fiber-kompozit ara yüzünde ayrılmalara yol açabilir. Bu nedenle **yüksek mekanik dayanımlı rezin simanların kullanılması** kritik öneme sahiptir(Yokoyama et al., 2012)

Fiberle Güçlendirilmiş Köprülerin Avantajları(Rosentiel et al., 2006)(Garoushi, 2018)

- Yüksek estetik uyum
- Biyouyumluluk
- Minimal invaziv hazırlık gerektirmesi
- Tek seans uygulanabilme
- Küçük kırıkların kolay tamir edilebilmesi
- Tekrar polisajlanabilme
- Laboratuvar süreçlerinin basit ve ekonomik olması
- Fiber–rezin siman bağlantısının metal–rezin siman bağlantısından daha güçlü olduğuna dair çalışmaların bulunması

Dezavantajları(Gürbulak, 2009)

- Uzun dişsiz boşluklarda yeterli kanıt bulunmaması
- Kısa klinik kron boylarında bağlantı sorunları
- Zayıf boyutsal stabilite veya renk değişikliği
- Fiberin ağız ortamına açılması durumunda doku irritasyonu
- Kompozitin aşınması veya polimerizasyonun yetersiz kalması
- Fiberin düşük radyoopasitesi nedeniyle sekonder çürük teşhisinde güçlük

FGK İçin Endikasyonlar(Garoushi & Vallittu, 2006)(Garoushi, 2009)

- Minimal invaziv preparasyon gerektiren durumlar
- Metal alerjisi bulunan hastalar
- Genç bireylerde geniş pulpa odası nedeniyle konservatif çözüm ihtiyacı
- Destek dişlerin uzun dönem prognozunun belirsiz olduğu vakalar
- Büyüme–gelişimi devam eden hastalarda geçici/orta dönem çözüm
- Aşınmanın yoğun olduğu durumlarda karşıt dişin korunma ihtiyacı
- Diş çekimi veya implant sonrası geçici ya da daimi restorasyon gereksinimi

FGK İçin Kontrendikasyonlar(Garoushi, 2009)

- İki veya daha fazla diş eksikliği
- Kısa klinik kron boyu
- Parafonksiyonel alışkanlıkların varlığı
- Aşırı overbite
- Alkol kullanımının fiber yapıyı zayıflatabilmesi
- Subgingival marjinlerde izolasyon güçlüğü

FGK Tasarım Türleri(*Vallittu, 2000)*

1. Cam fiber altyapılı tam kron restorasyonlar
2. Fiber altyapılı yüzey tutuculu parsiyel protezler
3. Fiber altyapılı inley/bölümlü kron tutuculu protezler
4. Hibrit tasarımlar (tam kron–inley tutuculu kombinasyonlar

Restorasyonun Hazırlanma Yöntemine Göre Sınıflandırma

Restorasyonlar klinik ortamda hasta başında *direkt yöntem* ile veya laboratuvar koşullarında *indirekt yöntem* kullanılarak hazırlanabilmektedir. Direkt teknikte genellikle non-infiltre fiber materyaller tercih edilip bonding rezinle doyurulur ; indirekt teknikte altyapı rezinle ön doyurulması tamamlanmış fiberler kullanılarak oluşturulmakta, üst yapı ise seramikle güçlendirilmiş kompozit materyaller ile tamamlanmaktadır.Laboratuvar ortamında hazırlanan FGK restorasyonlar ilave polimerizasyon işlemlerine tabi tutuldukları için altyapı daha yüksek bir eğilme direnci kazanmakta üst yapının ise renk stabilitesi ve yüzey sertliği artmaktadır(Garoushi & Vallittu, 2006).

Direkt FGK Restorasyonlar

- Tek seansta uygulanabilir
- Kırık sonrası tamiri kolaydır
- Ekonomiktir
- Anestezi gereksinimi azdır

Adeziv Köprü Restorasyon Tasarımları(Üçtaşli et al., 2023)

- Lingual yüzey tutuculu
- Vestibül yüzey tutuculu
- İnley tutuculu
- Carolina köprü tasarımı (sadece kompozit konnektörlerle tutuculuk)

Kullanılabilecek Gövde Türleri(Creugers, 1987)

- Hastanın kendi dişi
- Prefabrike akrilik rezin diş
- Kompozit rezinden hazırlanmış gövde

Adeziv Köprü Uygulama Basamakları

1. Mine sınırları içinde minimal preparasyon
2. %34–37 fosforik asitle pürüzlendirme
3. Adeziv ajan uygulaması
4. Restorasyon iç yüzeyinde materyale uygun yüzey işlemi
5. Uygun simantasyon protokolü (metal, seramik veya fiber için spesifik)

Simantasyon Protokolleri: Seramik ve Zirkonya Sistemleri İçin Spesifik

Cam-matriks seramiklerde HF uygulanması(Tezulas, 2018 51)

- Feldspatik porselen: %9,6 HF → 2–3 dk
- Lösit güçlendirilmiş seramik: %5 HF → 1 dk
- Lityum disilikat: %5 HF → 20 sn

Asitleme sonrası silan uygulanır ve dual-cure rezin siman ile simantasyon yapılır.

Zirkonya İçin APC Bağlanma Protokolü(Blatz, 2016 ***)***

1. *A – Air abrasion*: 25–50 µm Al_2O_3 ile hafif kumlama
2. *P – Primer*: MDP içeren bağlayıcı uygulanır
3. *C – Cementation*: Dual cure rezin siman ile simantasyon

Başarısızlık Tipleri(Üçtaşli et al., 2023)

1. *Biyolojik başarısızlık*: çürük, destek dişte kırık,vitalite kaybı, periodontal problemler
2. *Teknik başarısızlık*: debonding, konnektör kırığı, chipping
3. *Estetik başarısızlık*: renk ve form kaynaklı problemler

Debonding, adeziv köprülerde en sık karşılaşılan teknik komplikasyondur(Balasubramaniam, 2017).

Prognozu Etkileyen Faktörler

- *Restorasyonun Bölgesi* :yapılan çalışmalar üst çenedeki adeziv restorasyonların alt çeneye oranla daha tutucu olduğunu;anterior bölgedeki restorasyonlarında posteriordakilere göre daha başarılı sonuçlar verdiğini göstermiştir. (Balasubramaniam, 2017)
- *Preparasyon Tasarımı*:ilk çalışmlarda geniş yüzey preperasyonu savunulurken daha sonra tek bir giriş yolu elde etmek ve restorasyonun destek dişe temasını arttırmak amacıyla küçük kutu preperasyonlar önerilmiştir. Güncel yaklaşımlarda ise preparasyon yapılmaksızın ya da yalnızca mine seviyesinde gerçekleştirilen minimal preparasyonlar kabul görmektir(Ibbetson, 2004))

- *Marginal Konum* :simantasyon kolaylığı ,perodontal sağlık,çürük oluşumunun engellenmesi ve oral hijyenin sağlanması açısından supragingival konum tercih edilir.(Balasubramaniam, 2017)
- *Preparasyon Derinliği*:mineyle sınırlı kalan preperasyonlar adezyonun daha iyi olması , çürük ve hassasiyet riskini azaltması açısından daha güvenlidir(Balasubramaniam, 2017)
- *Tutucu Sayı Ve Tipi*: dişsiz aralığa komşu her iki dişe tutucu uzantı içeren restorasyonlar ilk zamanlarda tutucu yüzey alanını arttırdığı gerekçesiyle tercih edilse de sonraki çalışmalar bunun biyomekanik olarak dezavantaj oluşturduğunu göstermiştir çünkü destek dişler arasında fonksiyonel mobilite farkı bulunduğu durumlarda, özellikle makaslama kuvvetlerinin etkisiyle tutucu uzantılarda diş yüzeyi ile restorasyon arasındaki adeziv bağlantının bozulabildiği bildirilmiştir. Uzun dönem klinik değerlendirmelerde, tam seramik adeziv köprü restorasyonlarında tek tutuculu tasarımların 5 yıllık izlem süresinde yüksek sağkalım oranları gösterdiği, buna karşın iki tutuculu tasarımlarda belirgin oranda daha düşük başarı oranları elde edildiği rapor edilmiştir.(Kern, 2005)
- *Restorasyonun Materyali*:metal altyapılı porselenin estetik dezavantajı, cam seramiklerin zayıf mekanik özellikleri araştırmacıları hem mekanik hem de estetik olarak kabul edilebilir zirkonya restorasyonlara yönlendirmiştir. Farklı malzemelerden üretilen rezinle yapıştırılmış sabit kısmi protezlerin (RBFPD) 5 yıllık başarı oranını değerlendirildiği bir çalışmada , metal iskeletli RBFPD'lerde 5 yıllık tahmini başarı oranının %88,18 olduğu metal dışı materyaller ayrı ayrı ele alındığında, 5 yıllık öngörülen başarı oranlarının zirkonya için %92,07, In-Ceram alümina için %94,26 ve fiberle güçlendirilmiş kompozit yapılar için %84,83 olduğu belirlenmiştir(Alraheam et al., 2019)
- *Oklüzal İlişkiler Ve Parafonksiyonlar* :Protrüziv ve lateral hareket esnasında gövde teması olmamalıdır.
- *Tutucu Yüzey Hazırlığı*: Arka bölgede yer alan RBB'ler üzerinde 5 yıl süreyle yürütülen bir değerlendirmede, silika ile kaplanan köprülerin fonksiyonel sağkalım oranının (%57), yalnızca aşındırma (%55) veya kumlama (%48) uygulanan köprülere kıyasla daha yüksek olduğu bildirilmiştir(De Kanter et al., 1998).

SONUÇ

Adeziv köprüler minimal bir preperasyon gerektirmeleri, estetik olarak avantaj sağlamaları nedeniyle tek diş eksikliklerinin tedavisinde güncel ve koruyucu bir tedavi seçeneği olarak yerini almaktadır. Birçok materyalden üretilebilen bu restorasyonların başarısı altyapı materyalinin özellikleri, yüzey hazırlama yöntemleri, doğru simantasyon protokolleri ve uygun endikasyon seçimiyle yakından ilişkilidir. Uygun prosedürler uygulandığında tatmin edici sonuçlar elde edilebilmektedir.

REFERANSLAR

Alraheam, I. A., Ngoc, C. N., Wiesen, C. A., & Donovan, T. E. (2019). Five-year success rate of resin-bonded fixed partial dentures: a systematic review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, *31*(1), 40-50.

Balasubramaniam, G. R. (2017). Predictability of resin bonded bridges – a systematic review. *British Dental Journal*, *222*(11), 849-858. https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2017.497

Baysal, N., & Ayyıldız, S. (2014). SABİT BÖLÜMLÜ PROTEZLERDE FİBERLE GÜÇLENDİRİLMİŞ KOMPOZİT REZİN KULLANIMI. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, *24*(2), 315-325.

Blatz, M. B., Alvarez, M., Sawyer, K., & Brindis, M. (2016). How to bond zirconia: the APC concept. Compend Contin Educ Dent, 37(9), 611-617.

Bowen, R., & Rodriguez, M. S. (1962). Tensile strength and modulus of elasticity of tooth structure and several restorative materials. *The Journal of the American Dental Association*, *64*(3), 378-387.

Buonocore, M. G. (1955). A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *Journal of dental research*, *34*(6), 849-853.

Creugers, N. H. J. (1987). *Clinical performance of adhesive bridges*. [Sl: sn].

De Kanter, R., Creugers, N., Verzijden, C., & Van't Hof, M. (1998). A five-year multi-practice clinical study on posterior resin-bonded bridges. *Journal of dental research*, *77*(4), 609-614.

Ekrikaya, S. (2022). Güncel Diş Hekimliğinde Fiber Kullanımı ve Fiberle Güçlendirilmiş Restorasyonlar. In *Güncel Restoratif Çalışmaları* (pp. 99–110). Akademisyen Kitabevi.

Freilich, M. A., Meiers, J. C., Duncan, J. P., Eckrote, K. A., & Goldberg, A. J. (2002). Clinical evaluation of fiber-reinforced fixed bridges. *The Journal of the American Dental Association*, *133*(11), 1524-1534.

Garoushi, S., Gargoum, A., Vallittu, P. K., & Lassila, L. (2018). Short fiber-reinforced composite restorations: a review of the current literature. Journal of investigative and clinical dentistry, 9(3), e12330.

Ganesh, M., & Tandon, S. (2006). Versatility of ribbond in contemporary dental practice. *Trends Biomater Artif Organs*, *20*(1), 53-58.

Garoushi, S., & Vallittu, P. (2006). Fiber-reinforced composites in fixed partial dentures. *Libyan Journal of Medicine*, *1*(1), 73-82. https://doi.org/10.3402/ljm.v1i1.4666

Gürbulak, A., Çölgeçen, Ö., & Kesim, B. (2009). Fiberle güçlendirilmiş adeziv köprüler. *Dicle Diş Hek Derg*, *10*, 55-62.

Ibbetson, R. (2004). Clinical considerations for adhesive bridgework. *Dental Update*, *31*(5), 254-265.

Kern, M. (2005). Clinical long-term survival of two-retainer and single-retainer all-ceramic resin-bonded fixed partial dentures. *Quintessence international*, *36*(2).

Kern, M., Knode, H., & Strub, J. R. (1991). The all-porcelain, resin-bonded bridge. *Quintessence international*, *22*(4).

Kern, M., & Strub, J. (1998). Bonding to alumina ceramic in restorative dentistry: clinical results over up to 5 years. *Journal of dentistry*, *26*(3), 245-249.

Rochette, A. L. (1973). Attachment of a splint to enamel of lower anterior teeth. *The Journal of prosthetic dentistry*, *30*(4), 418-423.

Rosentiel, S., Land, M., & Fujimoto, J. (2006). Fiber reinforced composite fixed prostheses. *Dolan J. 4th ed. Elsevier Mosby. St. Louis, Miss*, 830-840.

Scribante, A., Vallittu, P. K., Özcan, M., Lassila, L. V., Gandini, P., & Sfondrini, M. F. (2018). Travel beyond clinical uses of fiber reinforced composites (FRCs) in dentistry: a review of past employments, present applications, and future perspectives. *BioMed research international*, *2018*(1), 1498901.

Sucu, Ö., & Köroğlu, A. (2021). Protetik Diş Hekimliğinde Fiberler. *Dental and Medical Journal-Review*, *3*(2), 1-27.

Tezulas, E., Yildiz, C., Evren, B., & Ozkan, Y. (2018). Clinical procedures, designs, and survival rates of all-ceramic resin-bonded fixed dental prostheses in the anterior region: a systematic review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, *30*(4), 307-318.

Thompson, V. P., Del Castillo, E., & Livaditis, G. J. (1983). Resin-bonded retainers. Part I: Resin bond to electrolytically etched nonprecious alloys. *The Journal of prosthetic dentistry*, *50*(6), 771-779.

Üçtaşli, S., Kök, A. Y., & Büyükateş, İ. (2023). Adeziv Köprü restorasyon Uygulamalarında Güncel Yaklaşım: Geleneksel Derleme. *Turkiye Klinikleri. Dishekimligi Bilimleri Dergisi*, *29*(4), 631-638.

Vallittu, P., & Lassila, V. (1992). Reinforcement of acrylic resin denture base material with metal or fibre strengtheners. *Journal of oral rehabilitation*, *19*(3), 225-230.

Vallittu, P. K. (1996). A review of fiber-reinforced denture base resins. *Journal of Prosthodontics*, *5*(4), 270-276.

Vallittu, P. K. (1998). Compositional and weave pattern analyses of glass fibers in dental polymer fiber composites. *Journal of Prosthodontics*, *7*(3), 170-176.

Vallittu, P. K., & Sevelius, C. (2000). Resin-bonded, glass fiber-reinforced composite fixed partial dentures: a clinical study. *The Journal of prosthetic dentistry*, *84*(4), 413-418.

Yokoyama, D., Shinya, A., Gomi, H., Vallittu, P. K., & Shinya, A. (2012). Effects of mechanical properties of adhesive resin cements on stress distribution in fiber-reinforced composite adhesive fixed partial dentures. *Dental materials journal*, *31*(2), 189-196.

Yu, S.-H., Lee, Y., Oh, S., Cho, H.-W., Oda, Y., & Bae, J.-M. (2012). Reinforcing effects of different fibers on denture base resin based on the fiber type, concentration, and combination. *Dental materials journal*, *31*(6), 1039-1046.

Ketojenik Diyet ve Tümorogenezdeki Rolü

Soycan TÜNER[1]

1- Doç. Dr; Uşak Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya A.B.D. soycan.mizrak@usak.edu.tr
ORCID No: 0000-0003-0287-9402

ÖZET

Kanser, yalnızca genetik mutasyonlarla değil, aynı zamanda belirgin bir metabolik yeniden programlama ile karakterize edilen kompleks bir hastalıktır. Tümör hücreleri, hızlı proliferasyonu desteklemek amacıyla oksijen varlığında dahi aerobik glikolizi tercih eder; bu olgu Warburg etkisi olarak tanımlanır. Artmış glikoz alımı, insülin/IGF-1 ekseninin aktivasyonu ve PI3K/Akt/mTOR sinyal yolunun uyarılması, tümör büyümesini destekleyen temel mekanizmalardır. Bu metabolik adaptasyon, nükleotid, aminoasit ve lipid sentezi için gerekli ara ürünlerin sağlanmasına olanak tanır.

Ketojenik diyet (KD), yüksek yağ, çok düşük karbonhidrat ve yeterli protein içeriği ile glikoz bağımlı tümör metabolizmasını hedefleyen metabolik bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Karbonhidrat alımının kısıtlanması ile kan glikozu ve insülin düzeyleri azalırken, keton cisimlerinin artışı normal hücrelerde mitokondriyal enerji üretimini destekler. Buna karşın, mitokondriyal fonksiyonları bozulmuş birçok kanser hücresi ketonları verimli kullanamaz ve enerji krizi yaşayarak proliferasyon yeteneğini kaybeder. Ayrıca β-hidroksibütiratın histon deasetilaz inhibitörü etkisi, epigenetik düzeyde tümör baskılayıcı gen ekspresyonunu artırabilir.

Bununla birlikte, ketojenik diyetin antitümör etkinliği tüm kanser tipleri için geçerli değildir. Metabolik esnekliği yüksek, glutamin veya yağ asidi oksidasyonuna adapte olabilen tümörlerde etkinlik sınırlı kalabilmektedir. Bu nedenle ketojenik diyet, uygun hasta seçimi ve laboratuvar temelli yakın izlem gerektiren tamamlayıcı bir metabolik tedavi yaklaşımı olarak değerlendirilmelidir.

Anahtar Kelimeler – Warburg Etkisi, Ketojenik Diyet, Tümorogenez, Glikoz Metabolizması, mTOR, IGF-1, Keton Cisimleri, Metabolik Yeniden Programlama.

GİRİŞ

Anormal hücre büyümesi ile karakterize olup orijin aldığı dokudan çıkarak vücudun farklı bölgelerine yayılabilme potansiyeli gösteren kanser, günümüzde dünya çapında özellikle özellikle 30-70 yaş arası bireylerde erken ölümün önemli nedenleri arasında bulunmaktadır (Bray, 2021; 3029). Tümör oluşumu normal hücrelerin kanser hücrelerine dönüşümü tümorogenez olarak adlandırılır ve bu süreç hücresel, genetik ve epigenetik olarak birçok farklı etkendeki değişikliklerden etkilenir. Fizyolojik süreçte hücreler normalde bölünerek çoğalır ve büyürler. Ancak doku ve organların bütünlüğünü sağlamak için çoğalma ile programlanmış hücre ölümü arasında bir denge olmalıdır. Tümorogenezde, DNA gen mutasyonları ve

epimutasyonlar ile bu denge bozularak anormal hücre bölünmeleri gelişir (Majérus, 2022:4)

Normal hücreler ve kanserli hücreler arasındaki metabolik farklılıklar, özellikle Otto Warburg'un 1920'lerde Warburg etkisini keşfetmesinden sonra tedavi süreci için yepyeni araştırmalara ışık tutmuştur (Warburg: 1927:519). Sağlıklı hücreler önecelikle enerjisini oksdidatif fosforilasyonla elde eder. Ancak tümör hücreleri aerobik glikolizi kullanır. Bu sayede çok daha hızlı ATP üretir ve hızla çoğalan tümör hücrelerinin enerjisi daha uygun olarak karşılanır. İşin ilginci oksijen açısından zengin bir ortamda bile tümör hücreleri, oksidatif fosforilasyon yerine aerobik glikolizi tercih ederler; işte bu durum Warburg etkisi olarak bilinir. Tümör hücreleri, glikoz taşıyıcıları (GLUT'lar) aracılığıyla glikozun hücre içine alımını arttırarak glikolizi hızlandırır. Bu tümör hücrelerinin enerji ihtiyaçlarını karşılarken, sağlıklı hücrelerin enerji metabolizmasını bozar (Wu, 2025: 174). Aerobik glikolizin artışı insülin direncini arttırarak insülin benzeri büyüme faktörü 1'in (IGF-1) düzeylerini arttırır. Böylece tümör hücrelerinin büyümesi ve çoğalması desteklenir. Artan IGF-1 otofosforilasyonu tetikleyerek, fosfoinozitid 3-kinaz (PI3K)/protein kinaz B yolunu aktive eder. Protein kinaz B, protein sentez düzenlemesinde önemli olan Eukaryotic Translation Initiation Factor 4E genini aktive eder ve böylece rapamisinin memeli hedefi (mTOR) üzerinden hipoksiye bağlı faktör (HIF) ekspresyonunu artırarak aerobik glikolizi daha da indükler. fosfoinozitid 3-kinaz (PI3K)/protein kinaz B yolu, pentoz fosfat yolunu aktive eden nükleer faktör eritroid 2 ile ilişkili faktör 2'nin (Nrf2) ekspresyonunu artırır. Pentoz fosfat yolunun aktivasyonu öncelikle antioksidan savunma için nikotinamidadenindinükleotid fosfat (NADPH) ve sonrasında da nükleotid sentezi için riboz-5-fosfat (R5P) sağlar. Bu yol ayrıca, p53'ü inaktive ederek ve NF-κB'yi aktive ederek MYC gen ekspresyonunu artırarak tümör glikolizini hızlandırır. MYC geni tarafından düzenlenen laktat dehidrogenaz (LDH) aktivitesi , glikoliz için çok önemlidir, çünkü LDH, NAD +'yi yeniden oluşturmak için pirüvat ve NADH arasındaki reaksiyonu katalize ederek glikolitik süreci hızlandırır (Wu, 2025: 174). Beklenenin aksine aerobik glikolizin artması laktat artışı ile sonuçlanmaz çünkü myc geni, monokarboksilat taşıyıcıları indükleyerek tümör hücreleri içindeki laktat düzeylerini azaltarak toksik etkiyi önler (Gan, 2016:3037).

Aerobik glikoliz, tümör hücreleri için enerji bakımından önemli avantajlar sağlayan bir metabolizma özelliğidir. Yüksek oranda aktive edilmiş bir aerobik glikoliz, tümör hücrelerinin mitokondriyal metabolik işlevlerini, bu organelde bulunan enzimleri mutasyona uğratarak değiştirir. Mitokondriyal işevleri normalleştirebilmek adına aerobik glikolizi hedeflemek, kanser tedavisi içinde önemli bir basamak olacaktır (Zheng, 2015:6001). Karbonhidrat alımının düşürülerek ketojenik ağırlıklı beslenme, tümör hücrelerindeki aerobik glikolizi bozar ve tümör hücreleri için avantajlı olan enerji metabolizmasını hedef alır. Keton cisimlerinin üretiminin artışı yüksek

yağlı ve çok düşük oranda karbohidrat içeren gıdaların alımıyla mümkün olur (Barrea, 2022:1800).

Ketojenik Diyet

Ketojenik diyet, yüksek yağ, orta veya düşük miktarda protein ve çok düşük miktarlarda karbonhidrat makromolekülleri içerir. Hatta bu dağılım yaklaşık olarak %90 yağ, %2 karbonhidrat ve %8 protein şeklinde ifade edilebilir. Bu, sırasıyla 4:1 ve 3:1 standart yağ:karbonhidrat ve yağ:protein oranlarının oluşturulmasıyla sağlanır (Allen, 2014:963).

Geçmişte, Hipokrat koleksiyonuna göre, epilepsiye karşı tek tedavi yöntemi oruç tutmaktı ve MÖ 5. yüzyılda tam oruç tutulması önerilmiş ve etkili olduğu biliniyordu. Ketojenik diyet, 20. yüzyılın başlarında oruç tutmanın etkilerini taklit etmek için bir yaklaşım olarak ortaya çıktı; Marie ve Guelpa, epilepsi hastalarında oruç tutmanın etkisi üzerine bir çalışma yayınladılar. Buna ek olarak, oruçla ilgili çağdaş raporlar 20. yüzyılın başlarında ABD'de de kaydedildi; bunlardan birisi Bernarr Macfadden'e aittir. Macfadden, üç günden üç haftaya kadar oruç tutmanın karaciğer ve böbrek hastalıkları, diyabet, mesane hastalıkları, astım, epilepsi, prostat hastalıkları, felç ve iktidarsızlık dahil olmak üzere hemen hemen her Ketojenik diyet, yüksek yağ, orta veya düşük miktarda protein ve çok düşük miktarlarda karbonhidrat makromolekülleri içerir. Hatta bu dağılım yaklaşık olarak %90 yağ, %2 karbonhidrat ve %8 protein şeklinde ifade edilebilir. Bu, sırasıyla 4:1 ve 3:1 standart yağ:karbonhidrat ve yağ:protein oranlarının oluşturulmasıyla sağlanır (Allen, 2014:963).

Geçmişte, Hipokrat koleksiyonuna göre, epilepsiye karşı tek tedavi yöntemi oruç tutmaktı ve MÖ 5. yüzyılda tam oruç tutulması önerilmiş ve etkili olduğu biliniyordu. Ketojenik diyet, 20. yüzyılın başlarında oruç tutmanın etkilerini taklit etmek için bir yaklaşım olarak ortaya çıktı; Marie ve Guelpa, epilepsi hastalarında oruç tutmanın etkisi üzerine bir çalışma yayınladılar. Buna ek olarak, oruçla ilgili çağdaş raporlar 20. yüzyılın başlarında ABD'de de kaydedildi; bunlardan birisi Bernarr Macfadden'e aittir. Macfadden, üç günden üç haftaya kadar oruç tutmanın karaciğer ve böbrek hastalıkları, diyabet, mesane hastalıkları, astım, epilepsi, prostat hastalıkları, felç ve iktidarsızlık dahil olmak üzere hemen hemen her hastalığın tedavisi olabileceğini varsayıyordu, gerekçesi de, vücudun enerjisinin büyük bir kısmının besin sindiriminde kullanılmasıydı; sonuç olarak, sindirilecek yiyecek yoksa, sağlığı iyileştirmek için daha fazla enerji kullanılabilirdi (Wilkinson, 1997:136).

1900'lü yılların başlarında Johns Hopkins'te pediatri profesörü olan Dr. John Howland, açlık tedavisinin sonuçlarını laboratuvar verilerle somut incelemek için ilk laboratuvarı kurdu (Welch, 1927:311). Asit-baz dengesi üzerine olan etkiler açıklanarak başlandı (Gamble, 1923:633). Ek olarak ketojenik diyetin kalsiyum atılımını arttırdığı için kalsiyum takviyesi kullanılması gerektiği bildirildi (Wheless, 2004: 31).

Yapılan kan ve idrar analizleri sonucu gözlenen laboratuvar veriler şu şekildeydi.

Kan asidozunda ve serum ürik asitinde bir artış (Wilder,1921:307),

Dehidratasyon [42 , 43], aseton, asetik asit ve beta hidroksibütirik asit üretimine yol açarak,ketonemi ve ketoasidozis oluşumu (Wheless, 2004: 31).

Kanser yönetimi için, KD, hayvan modellerinde ve insan vaka raporlarında kanser tedavisine yardımcı bir yöntem olarak araştırılmıştır. Örneğin, 1987'nin başlarında Tisdale ve arkadaşları, ketojenik diyet tüketen kolon adenokarsinom ksenogreftli farelerde tümör ağırlığında azalma ve kaşekside iyileşme gözlemlemiştir (Tisdale,1987:39).

Kanser, genetik temelli bir hastalık olmasının yanı sıra sahip olduğu metabolik adaptasyon süreci yadsınamaz. Bu adaptasyon ve metabolik yeniden programlama, tümorogenezde çok önemlidir.

Kanser hücreleri yalnızca kontrolsüz çoğalan hücreler değildir; aynı zamanda metabolik olarak yeniden programlanmış hücrelerdir. Bu yeniden programlama:

- Hızlı proliferasyonu desteklemek
- Biyosentetik öncülleri artırmak
- Redoks dengesini korumak
- Hipoksi ve besin kısıtlılığına uyum sağlamak

amacıyla gerçekleşir (Hanahan, 2011:10)

Bu metabolik değişiklik, esas olarak onkojenik sinyal yolları ve amplifiye edilmiş veya alternatif olarak eklenmiş metabolik enzimler tarafından yönlendirilir; çünkü kanser hücrelerinin büyümeleri, çoğalmaları ve hatta hayatta kalmaları için gereken bazal metabolik talepler vardır ve değişken besin seviyelerine sahip ortama uyum sağlaması bu sayede daha kolaylaşır. Kanser hücresi sürekli olarak besin ve enerji bağımlıdır. Bu da farklılaşmış bir glikoz metabolizması, daha fazla amino asit ve yağ asidi üretimi değişimleri ile tümör hücresinin taleplerinin karşılanır vaziyete dönüşümünün açıklamasıdır (Van Dang,2018:1870).

Kanser hücrelerinin ortak bir özelliği, lipitlerin, proteinlerin ve nükleik asitlerin sentezi için gerekli ara maddelerin üretimini desteklemek amacıyla glikoz alımının artmasıdır. Ek olarak, kanser hücreleri, artan glutamin alımı ve glutaminoliz yoluyla, biyosentetik reaksiyonlara yönlendirilen trikarboksilik asit (TCA) döngüsündeki ara maddelerin sürekli bir tedarikini sürdürebilir (Frezza: 2020). Glutamat harici serin ve lösin aminoasitleri de kanser metabolizmasında önemlidir.,Folat döngüsüne önemli tek karbon vericisi olarak hizmet eden serin, NADPH üretimi, nükleotid sentezi ve metilasyon reaksiyonları için önemli katkılara sahiptir (Yang, 2016:650). Protein sentezinde ve çeşitli metabolik fonksiyonlarda önemli role sahip diğer bir aminoasit lösindir. Kan şekeri seviyelerinin düzenlenmesinde, kas ve kemik dokusunun büyüme ve onarımında ve ayrıca büyüme hormonu üretiminde rol oynar. Lösinin mTOR'u aktive etmesi,

insülin sinyalinin önlenmesine ve dolayısıyla iskelet kasında glikoz kullanımının azalmasına neden olur. Kanser ilerlemesi sırasında, hücreler hızlı büyüme ritmini telafi etmek için alternatif enerji moleküllerini kullanmak zorundadır. Bu nedenle, pankreas ve melanom hastalarında lösin de dahil olmak üzere yüksek plazma BCAA seviyesi gözlemlenmiştir. Farklı kanser türleri, hücresel büyüme ve çoğalmalarını sürdürmek için m-TOR aktivitesine bağlıdır (Keenan, 2015:49). Amino asitlerin diyet manipülasyonu kanser tedavisinde dikkate alınmıştır. Lösin yoksunluğunun hücre büyümesini azaltabileceği, apoptozu uyarabileceği gözlemlenmiştir (Xiao, 2016:63679).

PET görüntülemenin de biyokimyasal temelini oluşturan "Wardburg Etkisi"nde oksijen varlığında bile kanser hücreleri glikozdan laktat üretmektedir. Mitokondri fonksiyonları yani yeniden yönlendirilmiştir. Bunun biyolojik en önemli avantağı ihtiyacı olan ATP'nin bu şekilde hızlıca elde edilebilmesidir. Bu ATP'yi elde ederken gerçekleştirdiği glikoliz mekanızmasında oluşan ara ürünler sayesinde de ihtiyacı olan nükleotidler, aminoasitler ve lipidler için karbon kaynaklarını sağlayabilmektedir (Vander, 2009).

Bazı kanserlerde de TCA siklus enzimlerinde mutasyonlar meydana gelip ara ürünler birikebilir. Bunların bazıları için aşağıdaki gibi örnek verilebilir.

Isositrat dehidrogenaz mutasyonu…….. 2-hidroksiglutarat birikimi

Süksinat dehidrogenaz mutasyonu……. Süksinat birikimi

Bu mutasyon ve ara ürün birikimleri; DNA ve histon demetilaz inhibisyonu, Epigenetik yeniden programlama ve Diferansiyasyon blokajına sebep olabilir (Pollar, 2012).

Kanser hücreleri enerji depolayabilmek, hücre membranlarını daha stabilize edebilmek ve kemoterapiye direnç gösterebilmek amaçlı dışarıdan lipid almakla yetinemez, kendi lipidlerini ATP-sitrat liyaz, asetil-KoA karboksilaz ve yağ asidi sentaz enzimlerini arttırarak sentezler (Currie, 2013).

Ketojenik Diyet Sırasında Kanser Hücresinin Davranışı

Normal hücrenin ketojenik diyetle beslendiklerinde, azalmış olan glukoz düzeyleri sonucu glikoliz yolunda baskılanma meydana gelir, oluşan yağ asidi oksidasyonu ile keton cisimlerinin düzeyleri artar ve ATP ihtiyacını karşılamak için mitokondrideki asetil-CoA düzeyleri yükselir. Ancak bir kanser hücresinde, ketojenik diyetle beslenme sonucu yine glikoliz engellenir ama buna ilaveten fonksiyon göremeyen mitokondrilerden ötürü hücre ATP üretemez; bu sayede, ketojenik diyet kanser hücresinin çoğalmasını engeller (Seyfried, 2010: 7)

Ketojenik Diyet (↑Yağ, ↓KH, yeterli protein)
↓
Kan glikozu ↓
İnsülin / IGF-1 ↓
↓
Fosfoinositol 3 kinaz, aktive protein kinaz, mTOR sinyali ↓
↓
Glikoliz (Warburg baskılanması) ↓
↓
Normal hücreler: Kanser hücreleri:
- Mitokondri aktif - Mitokondri disfonksiyonu
- Ketonu kullanabilir - Ketonu verimli kullanamaz
↓
β-hidroksibütirat (BHB) ↑
↓
• Histon deastilaz inhibisyonu (epigenetik)
• Reaktif oksijen türlerinin üretimi (normal hücre) ↓
• Oksidatif stres (kanser hücresi) ↑
↓
Proliferasyon- mitoz bölünme ↓
Apoptoz duyarlılığı ↑
Kemoterapi / Radyoterapi yanıtı ↑

Bunu bir tablo ile özetlemek istersek;

Tablo1 : Ketojenik diyetin tümorogeneze etkisi

Metabolik hareket	**Ketojenik Diyet Etkisi**	**Tümorogenez Sonucu**
Glikoz	↓	Proliferasyon baskılanır
İnsülin / IGF-1	↓	mTOR inhibisyonu
Glikoliz	↓	Warburg avantajı kaybolur
Keton cicimleri	↑	Normal hücre korunur
Reaktif oksijen türleri	↑ (kanserde)	Apoptoz artışı
Histon deastilaz aktivitesi	↓	Tümör baskılayıcı genler ↑

Ketojenik diyetin kanserdeki etki mekanizması teorik olarak glikoz bağımlı tümör metabolizmasını hedeflerken, mevcut klinik kanıtlar heterojen olup farklı tümör tiplerinde etkili olmadığını göstermektedir; bazı tümör hücreleri keton ve yağ asidi metabolizmasına adapte olabilmekte ve Ketojenik diyetin anti-tümör etkinliği bu metabolik esneklik ve tümör mikroçevresi ile ilişkilidir (Römer, 2021:501). Yani "Kanser hücreleri glikoza bağımlıdır ve ketonları verimli kullanamaz" varsayımı tüm kanserler için geçerli değildir. Özellikle mitokondrial yeterlilik ve kanserin hangi molekülü yakıt olarak kullandığı bunda önemlidir. Örneğin MYC-overekspresе tümörlerde ana yakıt glutamindir. Keton cisimleri glikozu düşürür ama glutamini sınırlamaz. TCA döngüsü anaplöretik olarak devam eder. Başka bir örnek; HIF-1α aktif, gGlikoliz genleri upregüle ve mitokondrileri baskılanmış Hipoksik tümörlerde, keton cisimleri, glikolizi tam baskılayamaz ve Cori benzeri laktat döngüsü devam eder. Ya da yağ asidi oksidasyonunu aktif kullanan ovarian kanserlerde tümör hücreleri ketonu avantaja çevirebilir. Sonuç olarak, Ketojenik diyet, "metabolik zayıf nokta"sı glikoz olan tümörlerde işe yarar; metabolik olarak esnek ve mitokondrisi güçlü kanserlerde ise etkisiz kalır (Martinez-Outschoorn, 2017:11).

- Kanser metabolizmasında ketojenik diyet izlemi, bu diyete uygun hasta seçimi ve takipte kullanılacak belirteçler klinik biyokimyanın onkolojik hastaya yaklaşımda bir katkı noktasıdır. Bu testleri aşağıdaki gibi toparlayabiliriz.

1. Karbonhidrat metabolizması ve enerji akışı için; Kan Glikozu, Laktatdır. Genellikle 65–85 mg/dL aralığında beklenen kan glukoz değeri için düşüklüğü tehlikeli olabildiği gibi, yüksek seyretmesi ketojenik diyete uyumsuzluğu ve stres yanıtını destekler. Laktat ise Warburg aktivitesinin dolaylı göstergesidir. Laktat yüksek kalıyorsa glikoliz baskılanamıyor, metabolik yanıt zayıftır. HIF-1α aktivitesiartmış hipoksi derinleşmiştir (DeBerardinis, 2016: 11).
2. Ketojenik diyetin merkezindeki keton cisimlerinin düzeyleri; En önemlisi β-Hidroksibütirattır. Terapotik ketozis düzeyi olan 1–3 mmol/L değerlerinin altında olması yetersiz ketozisi üst değerlerde seyretmesi klinik toleransı gösterir. Ayrıca histon deasetilaz inhibitörü olduğu için epigenetik etki göstergesi olarak yorumlanabilir (Poff, 2015:7).
3. Proliferatif sinyalizasyon ayağı için İnsülin – IGF Ekseni bakılabilir. Düşük düzeyleri antitümör metabolik ortam için anlamlıdır (Klement, 2014:46).
4. Mitokondri Fonksiyonu ve lipid metabolizması için serbest yağ asitlerinin ölçümü anlamlıdır.Yüksek düzeyleri yağ mobilizasyonun ve yağ asidi oksidasyonunun olduğunu gösterirken, trigliserit düzeylerinin yüksekliği artmış karaciğer yükünü ve uyum sorununu göstermektedir (Röhrig, 2016:732).
5. İnflamasyon yükü ve redoks durumlarını gösteren belirteçler; Laktat dehidrogenaz (LDH), ürik asit ve CRP'dir. LDH glikoliz laktat ekseni

için önemli bir gösterge olup düşük düzeyleri beklenirken yüksek seyretmesi wardburgun devam ettiği şeklinde yorumlanabilir. Ürik asit, ketoziste hafif yükselebilir. Aşırı yükseklikleri anlamlı olup böbrek fonksiyonlarında bir patoloji varlığına ya da tümör lizis sendromuna yönelik yorumlanabilir. İnflamasyonun en basit ve akut dönemi iyi yansıtan testi olan CRP 'nin düşük düzeylerde seyretmesi ketojenik diyetin anti inflamatuar yararlılığının göstergesi olarak yorumlanabilmektedir (Pavlova, 2016:27).

Ketojenik diyetin istenmeyen etkileri

Ketojenik Diyet çoğunlukla tümör metabolizması aleyhine etkiler göstermesine rağmen, bu diyetin takibinde gatrointestinal semptomlar baskın olmak ile birlikte mide bulantısı, baş dönmesi , poliüri ve yorgunluk dahil olmak üzere bir dizi komplikasyon gözlemlenebilir. Ayrıca ketojenik diyet, LDL ve apolipoprotein B düzeylerini artırabilir, bu da hiperlipidemi riskini artırır(O'Neill, 2020:119). Ek olarak, ketojenik diyet eser elementlerde eksikliklere yol açabilir ve bu da kalsiyum eksikliğine bağlı kemik kaybı gibi klinik semptomlara neden olabilir ve bu da osteoporoz riskini artırabilir (Johnston, 2006:1820). Ancak, bu sorun muz ve ıspanak gibi diyete potasyum açısından zengin yiyecekler dahil edilerek hafifletilebilir. Ketojenik diyet, pediatrik nüfusta, kabızlığa, hafif asidoza ve hipoglisemiye neden olabilir (Freedland,2020:3035).

Ketojenik diyetin bazı uygulanmaması gereken durumlar vardır, bunlar; ergenler, hamile kadınlar, tip 1 diyabetli hastalar , karaciğer veya böbrek hastalıkları , gut, pankreatit , lipid metabolizması bozuklukları ve düzensiz yeme alışkanlıkları olan kişilerdir. Ayrıca tüm bu yan etkilere ek, ketojenik diyet kas atrofisi ve kaşeksi gelişme riskini artırabilir (Klement,2016:143123).

Ketojenik diyetin yan etkileri çoğunlukla öngörülebilir, izlenebilir ve geri döndürülebilirdir; güvenli uygulamanın anahtarı laboratuvar temelli yakın izlemdir.

SONUÇ

Kanser metabolizması, tümör gelişimi ve progresyonunda genetik değişiklikler kadar belirleyici bir rol oynamakta; özellikle glikoz bağımlı enerji üretimi ve buna eşlik eden sinyal yolakları tümör hücrelerine belirgin bir proliferatif avantaj sağlamaktadır. Bu bağlamda ketojenik diyet, karbonhidrat kısıtlaması yoluyla Warburg etkisini hedefleyen ve

insülin/IGF-1–mTOR eksenini baskılayarak tümör metabolizmasını yeniden şekillendirmeyi amaçlayan rasyonel bir metabolik müdahale olarak öne çıkmaktadır. Normal hücrelerin keton cisimlerini etkin biçimde kullanabilmesine karşın, mitokondriyal disfonksiyonu bulunan birçok kanser hücresinin bu adaptasyonu gösterememesi, ketojenik diyetin seçici bir antitümör ortam oluşturmasına katkı sağlamaktadır. Ancak mevcut deneysel ve klinik veriler, bu yaklaşımın tüm kanser tipleri için evrensel bir etki göstermediğini; tümörün metabolik esnekliği, mitokondriyal kapasitesi ve baskın yakıt kaynaklarının belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle ketojenik diyet, standart onkolojik tedavilerin yerine geçebilecek bir yöntemden ziyade, uygun hasta ve tümör alt tiplerinde, laboratuvar temelli biyokimyasal izlem eşliğinde uygulanması gereken tamamlayıcı bir strateji olarak değerlendirilmelidir. Metabolik hedeflerin doğru tanımlandığı, biyobelirteçlerle yönlendirilen bireyselleştirilmiş yaklaşımlar, ketojenik diyetin kanser tedavisindeki potansiyel katkısını daha net ortaya koyacaktır

REFERANSLAR

Bray F, Laversanne M, Weiderpass E, Soerjomataram I. (2021) The ever-increasing importance of cancer as a leading cause of premature death worldwide. *Cancer Am Cancer Soc*,127(16),3029–30

Majérus, Marie-Ange (2022). "The cause of cancer: The unifying theory". Advances in Cancer Biology - *Metastasis*. 4, 100034

Warburg O., Wind F., Negelein E. (1927). The metabolism of tumors in the body. *J. Gen. Physio*l.,8,519–530

Wu J, Sun X, Luo H, Luo X, Sun S. (2025) The anti-tumour role of ketogenic diet based on energy metabolism. *Clinical Nutrition*,51,174–186

Gan L, Xiu R, Ren P, Yue M, Su H, Guo G, et al. (2016). Metabolic targeting of oncogene MYC by selective activation of the proton-coupled mono-carboxylate family of transporters. *Oncogene*,35(23),3037–48

Zheng L, Cardaci S, Jerby L, MacKenzie ED, Sciacovelli M, Johnson TI, et al. (2015). Fumarate induces redox-dependent senescence by modifying glutathione metabolism. *Nat Commun*,6,6001

Barrea L, Caprio M, Tuccinardi D, Moriconi E, Di Renzo L, Muscogiuri G, et al. (2022). Could ketogenic diet “starve” cancer? Emerging evidence. *Crit Rev Food Sci*,62(7),1800–21

Allen B.G., Bhatia S.K., Anderson C.M., Eichenberger-Gilmore J.M., Sibenaller Z.A., Mapuskar K.A., Schoenfeld J.D., Buatti J.M., Spitz D.R., Fath M.A. .

(2014). Ketogenic diets as an adjuvant cancer therapy: History and potential mechanism. *Redox Biol*,2,963–970

Wilkinson J.F. (1997) Look at Me: No stunt was too much for millionaire fitness guru Bernarr Macfadden-until he tried to muscle his way into politics. *Smithsonian*.,28,136–151

Welch H.W., Goodnow F.J., Flexner S. (1927). Memorial meeting for Dr. John Howland. Bull. *Johns Hopkins Hosp*.,41,311–32

Gamble J.L., Ross G.S., Tisdall F.F. (1923). The metabolism of fixed base during fasting. J. Biol. Chem.,57,633–695

Wheless J.W. (2004). Epilepsy and the Ketogenic Diet History and origin of the ketogenic diet. *Humana Press*;USA., 31–50

Wilder R.M. (1921). The effects of ketonemia on the course of epilepsy. *Mayo Clin. Proc*.,2,307–308

Tisdale M.J., Brennan R.A., Fearon K.C. (1987). Reduction of weight loss and tumour size in a cachexia model by a high fat diet. Br. J. Cancer.,56,39–43

Hanahan D, Weinberg RA. (2011). Hallmarks of Cancer: The Next Generation. *Cell*

Van Dang C. (2018). Cancer Metabolism: The Known, Unknowns. *Biochim. Biophys. Acta Rev. Cancer*.,1870,1

Frezza C. (2020). Metabolism and Cancer: The Future Is Now. *Nature Publishing Group*; Berlin, Germany

Yang M., Vousden K.H. (2016). Serine and one-carbon metabolism in cancer. Nat. Rev. Cancer.,16,650–662

Xiao F., Wang C., Yin H., Yu J., Chen S., Fang J., Guo F. (2016). Leucine deprivation inhibits proliferation and induces apoptosis of human breast cancer cells via fatty acid synthase. Oncotarget.,7,63679–63689

Vander Heiden MG et al. (2009). Understanding the Warburg effect. *Science*,

Pollard PJ et al.(2012). Accumulation of Krebs cycle intermediates and cancer. *Nature Reviews Cancer*,.

Currie E et al. (2013). Cellular fatty acid metabolism and cancer. *Cell Metabolism*,

Seyfried T, Shelton L. (2010). Cancer as a metabolic disease. *Nutrition & Metabolism*., 7, 7

Römer M, Dörfler J, Huebner J. (2021). The use of ketogenic diets in cancer patients: a systematic review. *Clin Exp Med*., 3,21(4),501–536

Martinez-Outschoorn UE, Peiris-Pages M, Pestell R, Sotgia F, Lisanti M. (2017). Cancer metabolism: a therapeutic perspective. *Nature Reviews Clinical Oncology*, 14(1),11-31

DeBerardinis RJ, Chandel NS. (2016). Weaving together metabolism, energetics, and signal transduction. *Cell Metabolism*, 24(1), 11–23

Poff AM et al. (2015). Ketone bodies as anti-cancer metabolites. *Cancer & Metabolism*, 3:7).

Klement RJ, Champ CE. (2014). Calories, carbohydrates, and cancer therapy with radiation. *Nutrition & Metabolism*, 11:46

Röhrig F, Schulze A. (2016). The multifaceted roles of fatty acid synthesis in cancer. *Nature Reviews Cancer*, 16,732–749

Pavlova NN, Thompson CB. (2016). The emerging hallmarks of cancer metabolism. *Cell Metabolism*,23(1),27–47

O'Neill B, Raggi P. (2020). The ketogenic diet: pros and cons. *Atherosclerosis,* 292,119–26).

Johnston CS, Tjonn SL, Swan PD, White A, Sears B. (2006). Low-carbohydrate, high-protein diets that restrict potassium-rich fruits and vegetables promote calciuria. *Osteoporos Int*, 17(12),1820–130

Freedland SJ, Allen J, Jarman A, Oyekunle T, Armstrong AJ, Moul JW, et al. (2020). A randomized controlled trial of a 6-Month low-carbohydrate intervention on disease progression in men with recurrent prostate cancer: carbohydrate and prostate Study 2 (CAPS2). *Clin Cancer Res*, 26(12),3035–43187

Klement RJ, Sweeney RA. I(2016). mpact of a ketogenic diet intervention during radiotherapy on body composition: I. Initial clinical experience with six prospectively studied patients. *BMC Res Notes* ,9,143123

Anatomik Maket Yapımında Kullanılan Malzemeler ve Yöntemler

İbrahim Tamer TEKİN[1]
Emine Ümran ÖRSÇELİK[2]

1- Kırıkkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Veterinerlik Anatomisi Anabilim Dalı, ORCID: 0009-0005-2772-7183
2- Prof. Dr., Kırıkkale Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, eub@kku.edu.tr ORCID: 0000-0002-9616-7053

ÖZET

İnsan ve hayvan maketleri anatomi biliminde uygulamada uzun zamandır yaygın olarak kullanılmaktadır.
İnsanların hayal gücünü ve yaratıcılığını ifade etmek için farklı yollar buldukları evrensel bir dil olarak kabul edilir. Bu ifade biçimleri arasında, insan ve hayvan maketleri yapımı özgün ve heyecan verici bir yer tutar. Maket yapımı, gerçek dünyanın minyatür bir yansımasıdır ve insanların el becerilerini, gözlem yeteneklerini ve sanatsal yeteneklerini kullanarak bir eser oluşturma sürecidir.
Maket yapımında kullanılan malzemeler arasında plastik, ahşap, modelleme kil, metal teller, seramik kil ve daha birçok seçenek bulunur. Heykeltraşlık, boyama ve detaylandırma, elektronik entegrasyon, mozaik yapımı ve 3D baskı gibi yöntemler, maketlerin gerçekçi ve etkileyici bir görünüm kazanmasını sağlar.
Bu kitap bölümünde adı geçen teknikler tanıtılacak, avantajı dezavantaj ve kullanım senaryoları sunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Hayvan, İnsan, Maket, Malzeme.

GİRİŞ

İnsan ve hayvan maketleri anatomi biliminde uygulamada uzun zamandır yaygın olarak kullanılmaktadır.
İnsanların hayal gücünü ve yaratıcılığını ifade etmek için farklı yollar buldukları evrensel bir dil olarak kabul edilir. Bu ifade biçimleri arasında, insan ve hayvan maketleri yapımı özgün ve heyecan verici bir yer tutar. Maket yapımı, gerçek dünyanın minyatür bir yansımasıdır ve insanların el becerilerini, gözlem yeteneklerini ve sanatsal yeteneklerini kullanarak bir eser oluşturma sürecidir.
İnsan ve hayvan maketleri, sadece plastik ya da ahşap parçaların birleştirilmesinden daha fazlasını temsil eder. Bu maketler, her bir ayrıntının özenle düşünüldüğü ve her bir parçanın bir hikayeyi anlattığı küçük sanat eserleridir. Maket yapımında kullanılan malzemeler ve yaratıcı yöntemler, her bir maketin özgün bir karakter kazanmasını sağlar.
Maket yapımında kullanılan malzemeler arasında plastik, ahşap, modelleme kil, metal teller, seramik kil ve daha birçok seçenek bulunur. Bu malzemeler, maketlerin yapısını oluşturmanın yanı sıra boyama, detaylandırma ve süsleme için kullanılır. Yaratıcı yöntemler ise maket yapımının hayata geçirildiği adımlardır. Heykeltraşlık, boyama ve detaylandırma, elektronik entegrasyon, mozaik yapımı ve 3D baskı gibi yöntemler, maketlerin gerçekçi ve etkileyici bir görünüm kazanmasını sağlar.
İnsan ve hayvan maketleri yapmak, sadece bir hobiden daha fazlasını sunar. Bu süreçte, insanlar kendilerini ifade etme ve iç dünyalarını dışa

vurma fırsatı bulurlar. Maket yapımı, tarihsel olayların canlandırılması, doğal dünyanın yansıtılması veya hayal gücünün sınırlarını zorlama gibi farklı amaçlar için kullanılabilir. Ayrıca, maket yapımı, sanat, tasarım ve el becerilerinin birleştiği bir etkileşim alanı olarak da değerlendirilebilir.
Bu kitap bölümünde, maket yapımında kullanılan malzemeleri, yöntemlerin nasıl uygulandığını insan ve hayvan maketlerinin tarihçesine göz atacağız, maket yapımının sanatsal, eğitimsel ve terapötik açılardan sağladığı faydaları da keşfedeceğiz.
İnsan ve hayvan maketleri, sadece birer dekorasyon veya sergileme objesi olmanın ötesine geçer. Bu minyatür eserler, dikkatlice yapılmış detaylar içerir ve izleyiciye gerçek dünyayı yansıtan bir atmosfer sunar. İnsanların bu materyallere olan ilgisi, sadece profesyonel eğitim materyalleri olarak değil aynı zamanda estetik zevklerini tatmin etme amacını da taşır. Bunlara ek olarak bilim ve sanat amaçlı sergiler ve hobi amaçlı olarak da anatomik maket ve materyallere ilgi söz konusu olabilmektedir.
Maket yapımı, becerilerin geliştirilmesi ve öğrenme süreci için bir platform sağlar. İnsanlar maket yapımı sırasında detaylara odaklanma, el becerilerini geliştirme, problem çözme yeteneklerini kullanma ve sanatsal ifadeyi keşfetme gibi faydalar elde ederler. Maket yapımı, stresin azaltılması, konsantrasyonun artırılması, zihinsel rahatlama ve yaratıcılığın teşvik edilmesi gibi olumlu etkilere sahip olabilir.
Gerek profesyonel gerekse amatör olarak maket yapımıyla ilgilenen herkes için bu kitap bölümünün faydalı olacağı düşünülmektedir.

ANATOMİK MAKET YAPIMINDA KULLANILAN MALZEMELER

Anatomik maket yapımında kolay şekil alabilen, detayları yansıtma özelliğine sahip, renklendirilebilen dökme plastik, reçine, silikon, lateks ve bunlara benzer malzemeler yaygın olarak kullanılmaktadır.

Dökme Plastikler

Dökme plastikler, polimerlerin eritilerek sıvı hale getirilmesi ve ardından özel kalıplara dökülerek katı hale getirilmesiyle elde edilen plastik malzemelerdir (Brydson, 1999). Bu süreç, dökme plastiklerin çeşitli şekil ve boyutlarda üretilmesini sağlar.

Dökme plastikler, çok çeşitli polimer malzemelerin kullanılmasıyla üretilebilir. Bu, farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip birçok dökme plastik çeşidinin bulunmasını sağlar (Harper & Petrie, 2003). Dökme plastikler, üretim sürecindeki esneklikleri sayesinde karmaşık şekillerde üretilebilir. Bu, tasarımcılara ve üreticilere istedikleri şekli elde etme özgürlüğü sağlar. Dökme plastikler, genellikle hafif ve dayanıklı malzemelerdir. Bu, birçok uygulamada kullanımlarını avantajlı hale getirir ve taşıma kolaylığı sağlar (Rosato, Rosato, & v Rosato, 2004). Plastik maddelerin aşınmaya, çizilmeye ve darbelere karşı dirençli olması, dökme plastiklerin çeşitli endüstriyel ve ticari uygulamalarda tercih edilmesini sağlar. Plastik materyalin üretim sürecinde renk pigmentleri ve yüzey bitirme teknikleri kullanılarak farklı renkler ve yüzey özellikleri elde edilebilir. Bu, estetik açıdan çekici ve çeşitlilik sunan ürünlerin üretilmesini sağlar. Döküm işleminde otomasyonu ve hızı nedeniyle genellikle maliyet etkin bir seçenektir (Kalpakjian & Schmid, 2014). Dökme plastiklerin seri üretimi kolaydır ve büyük ölçekli üretimlerde ekonomik avantajlar sağlayabilir (Rosato et al., 2004).

Dökme plastiklerin özellikleri, kullanılan polimer malzemeye, üretim sürecine ve uygulama alanına bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Her bir dökme plastik malzeme, kendine özgü mekanik, fiziksel ve yüzey özelliklerine sahip olup farklı uygulama gereksinimlerini karşılayacak şekilde seçilmektedir (Brydson, 1999; Strong, 2006). Bu nedenle, özel uygulamalara ve kullanım amacına uygun dökme plastik malzeme seçimi, ürün performansı ve dayanıklılığı açısından kritik öneme sahiptir (Rosato & Rosato, 2004).

Dökme plastikler, insan ve hayvan maketlerinin üretiminde geniş bir kullanım alanına sahiptir. Özellikle poliüretan, epoksi ve polyester esaslı dökme plastikler; detaylı kalıp alma yetenekleri ve yüzey kalitesi nedeniyle bu tür maket üretimlerinde sıklıkla tercih edilmektedir (Harper, 2006).

Dökme plastikler, çocuk oyuncaklarının üretiminde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Farklı renk ve şekillerde üretilebilen dökme plastik oyuncaklar, hafif, dayanıklı ve uygun şekilde formüle edildiklerinde güvenli olmaları nedeniyle tercih edilmektedir (Strong, 2006; Ashby, 2011). Oyuncak üretiminde kullanılan plastik malzemeler, uluslararası güvenlik standartlarına uygun olacak şekilde seçilmekte ve işlenmektedir (ISO 8124; EU Toy Safety Directive 2009/48/EC).

Plastikten üretilen insan ve hayvan maketlerinin önemli bir bölümü film ve televizyon yapımlarında kullanılmaktadır. Bu maketler, gerçekçi görünümleri, yüksek detay seviyesi ve hafif yapıları sayesinde sahnelerin canlandırılmasında önemli bir rol oynamaktadır (Rickitt, 2006).

Sanatçılar, dökme plastikleri modelleme ve heykelcilik çalışmalarında da sıklıkla kullanmaktadır. Plastik malzemelerin şekillendirilebilirliği, kalıplanabilirliği ve detaylı yüzey oluşturma kabiliyeti, sanatsal üretim

süreçlerinde önemli avantajlar sunmaktadır (Harper, 2006; Adamson, 2013).

Eğitim ve sergi alanlarında ise insan ve hayvan maketleri, müzelerde ve eğitim kurumlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle biyoloji, anatomi, tarih ve doğa bilimleri alanlarında eğitim veren kuruluşlar, dökme plastik maketler aracılığıyla görsel ve etkileşimli öğrenmeyi desteklemektedir (Falk & Dierking, 2013). Ayrıca bazı markalar, insan ve hayvan maketlerini reklam kampanyalarında veya mağaza vitrinlerinde kullanarak ürünlerin görsel açıdan dikkat çekici bir biçimde sunulmasını sağlamaktadır (Kotler et al., 2016).

Dökme plastiklerin insan ve hayvan maketlerinde kullanımı, genellikle gerçekçi, detaylı ve dayanıklı sonuçlar elde edilebilmesi nedeniyle tercih edilmektedir. Plastik malzemelerin şekillendirilebilirliği, renklendirilebilirliği ve maliyet etkinliği, bu alandaki kullanımını destekleyen başlıca faktörlerdir (Harper, 2006; Rosato & Rosato, 2004).

Dökme plastiklerin avantajları tasarım özgürlüğü sağlamaları, dayanıklı ve hafif olmaları, geniş renk ve yüzey seçenekleri olması ve maliyet etkinliği olarak sıralanabilir.

Tasarım Özgürlüğü; Dökme plastikler, karmaşık geometrilerin ve ince detayların yüksek doğrulukla üretilmesine olanak tanır. Bu özellik, özellikle maket, figür ve prototip üretiminde tasarımcılara önemli bir esneklik sağlar (Strong, 2006; Kalpakjian & Schmid, 2014).

Dayanıklılık; Birçok dökme plastik, darbelere ve mekanik zorlanmalara karşı yeterli dayanım gösterir. Bu durum, uzun ömürlü ürünlerin üretilmesini mümkün kılar ve bakım ile yenileme maliyetlerini azaltır (Brydson, 1999).

Hafiflik; Düşük yoğunlukları sayesinde dökme plastikler hafif malzemeler sınıfında yer alır. Bu özellik, taşıma ve montaj kolaylığı sağlarken özellikle büyük hacimli maketlerde önemli bir avantaj oluşturur (Ashby, 2011).

Renk ve Yüzey Seçenekleri; Dökme plastikler, üretim aşamasında pigment ilavesi ve çeşitli yüzey bitirme teknikleriyle farklı renk ve yüzey özelliklerine kolaylıkla uyarlanabilir. Bu durum, estetik beklentilerin yüksek olduğu maket ve vitrin uygulamalarında tercih edilmelerini sağlar (Harper, 2006).

Maliyet Etkinliği; Dökme plastiklerin üretimi, özellikle seri üretimde maliyet etkin bir yöntemdir. Görece düşük hammadde maliyeti, otomasyona uygun üretim süreçleri ve yüksek tekrarlanabilirlik, ekonomik avantajlar sunar (Rosato & Rosato, 2004).

Diğer yandan dökme plastik materyaller yüksek ısıya karşı yeterince dayanıklı olamayabileceği, yüksek ağırlık ve basınçlara karşı yeterince sert olmamaları, geri dönüştürülebilirliklerinin sınırlı olması, bazı kimyasallara karşı direnç gösteremeyerek eriyebilmeleri, başlangıç aşamasında özel kalıp ve ekipmanlara ihtiyaç duyulması gibi dezavantajları da bulunmaktadır.

Isı Dayanıklılığı; Bazı dökme plastikler yüksek sıcaklıklara veya ani sıcaklık değişimlerine karşı sınırlı dayanım gösterebilir. Bu nedenle yüksek sıcaklık

ortamlarında veya termal yükün fazla olduğu uygulamalarda kullanımları uygun olmayabilir (Brydson, 1999).
Sertlik; Bazı dökme plastiklerin elastik modülü ve sertliği, metal veya seramik gibi geleneksel mühendislik malzemelerine kıyasla daha düşüktür. Bu durum, yüksek mekanik yük gerektiren uygulamalarda kullanım sınırları oluşturabilir (Ashby, 2011).

Geri Dönüşüm; Termoset esaslı bazı dökme plastiklerin geri dönüşümü zor veya sınırlıdır. Bu durum, çevresel etkiler ve atık yönetimi açısından dezavantaj yaratabilmektedir (Hopewell, Dvorak & Kosior, 2009).

Kimyasal Direnç; Bazı dökme plastikler, belirli solventler, asitler veya bazlar gibi kimyasal maddelere karşı yeterli direnç göstermeyebilir. Bu nedenle kimyasal etkileşimin yoğun olduğu ortamlarda dikkatli malzeme seçimi yapılmalıdır (Strong, 2006).

Başlangıç Yatırımı; Dökme plastik üretimi için özel kalıplar ve ekipmanlar gerekebilir. Bu durum, özellikle küçük ölçekli üreticiler için başlangıç maliyetlerini artırarak bir yatırım engeli oluşturabilir (Kalpakjian & Schmid, 2014).

Sonuç olarak, her bir dökme plastik malzeme; avantajları ve dezavantajları ile birlikte değerlendirilmelidir. Nihai malzeme seçimi, kullanım amacı, çevresel koşullar, mekanik gereksinimler ve ekonomik faktörler göz önünde bulundurularak yapılmalıdır (Ashby, 2011).

Reçineler

Reçineler, doğal veya sentetik olarak elde edilen polimerik malzemelerdir ve genellikle sıvı veya yarı katı halde bulunurlar (Brydson, 1999; Harper, 2006). Polimerik yapıları, uzun zincirli moleküllerin bir araya gelmesiyle oluşur ve bu yapı reçinelere elastiklik, esneklik ve dayanıklılık gibi temel polimer özelliklerini kazandırır (Strong, 2006). Reçinelerin epoksi, akrilik ve polyester gibi farklı türleri bulunmakta olup, her biri kendine özgü kimyasal bileşime ve performans özelliklerine sahiptir (May, 1988; Rosato & Rosato, 2004).

Reçineler yüzeylere yüksek yapışma kabiliyeti gösterir ve bu özellikleri nedeniyle yapıştırıcı ve kaplama malzemesi olarak yaygın biçimde kullanılmaktadır (Harper, 2006). Ayrıca birçok reçine türü kimyasal maddelere karşı dirençlidir; bu durum endüstriyel uygulamalarda ve koruyucu kaplamalarda tercih edilmelerini sağlamaktadır (Brydson, 1999). Reçineler sıvı veya yarı katı formdayken şekillendirilebilir olup enjeksiyon kalıplama, döküm, laminasyon ve prototipleme gibi üretim yöntemleriyle farklı anatomik ve ticari materyallerin üretimine olanak tanır (Kalpakjian & Schmid, 2014).

Reçineler; yapıştırıcılar, kaplamalar, kompozit malzemeler, boya ve vernikler, elektrokimyasal uygulamalar, dolgu ve kalıplama malzemeleri gibi çok geniş bir kullanım alanına sahiptir (Strong, 2006). Her reçine türü, sahip

olduğu mekanik, kimyasal ve termal özelliklere bağlı olarak belirli uygulamalar için tercih edilmektedir (Ashby, 2011).

Reçineler, insan ve hayvan maketlerinin üretiminde özellikle detaylı heykel ve figürlerin oluşturulmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Yüksek detay alma kabiliyetleri ve plastisite özellikleri, modelleme uzmanlarına geniş bir tasarım özgürlüğü sunar (Harper, 2006). Benzer şekilde, oyuncak endüstrisi ve koleksiyonculuk alanında kullanılan yüksek detaylı insan ve hayvan figürlerinin üretiminde reçine esaslı malzemeler sıklıkla tercih edilmektedir (Strong, 2006).

Reçine malzemeler, film, televizyon ve reklam projelerinde kullanılan modelleme ve prototipleme çalışmalarında da yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Özellikle özel efekt gerektiren sahnelerde reçine maketler, gerçekçi görsel efektlerin oluşturulmasına katkı sağlamaktadır (Rickitt, 2006). Ayrıca eğitim amaçlı sergilerde, müzelerde ve ilk, orta ve yükseköğretim ortamlarında kullanılan anatomik ve zoolojik modellerin önemli bir bölümü reçinelerden üretilmektedir (Falk & Dierking, 2013).

Reçineler, ürün tasarımı ve prototipleme süreçlerinde de önemli bir rol oynar. Prototip üretimi, tasarımcıların ürünlerini fiziksel olarak test etmelerine, ölçekli modeller oluşturmalarına ve tasarımlarını gerçek kullanım koşullarında değerlendirmelerine olanak tanır (Ulrich & Eppinger, 2016).

Epoksi reçineler, yüksek yapışma kabiliyeti, mekanik mukavemet, kimyasal direnç ve optik şeffaflık gibi özellikleriyle öne çıkarken, uzun kürlenme süreleri bazı uygulamalarda dezavantaj oluşturabilmektedir (May, 1988). Poliester reçineler, ekonomik olmaları, hızlı kürlenmeleri ve iyi döküm özellikleri nedeniyle yaygın olarak kullanılmakta; akrilik reçineler ise yüksek optik netlik, darbe direnci ve hafiflik özellikleriyle tercih edilmektedir (Brydson, 1999; Harper, 2006).

Reçinelerin avantajları arasında yüksek dayanıklılık, çeşitlilik, şekillendirilebilirlik, kimyasal direnç ve güçlü yapışma özellikleri yer alırken uzun kürlenme süreleri, potansiyel toksisite, UV ve ısıya duyarlılık, işlem karmaşıklığı ve maliyet gibi dezavantajlar da bulunmaktadır (Strong, 2006; Ashby, 2011). Bu nedenle reçine seçimi, uygulama gereksinimleri ve kullanım koşulları dikkate alınarak yapılmalıdır.

Silikonlar

Silikonlar, organik bileşiklerdeki karbon atomlarının yerine silikon atomlarının yer aldığı polimerik malzemelerdir (Brydson, 1999; Mark, 2004). Silikonlar genellikle silikon ve oksijen atomlarının zincir şeklinde birleşmesiyle oluşan siloksan yapısına sahiptir (Owen, 1990). Bu yapı, silikonlara geniş bir kullanım alanı kazandırmakta ve birçok endüstride önemli rol oynamalarını sağlamaktadır (Clarson et al., 2003). Silikonlar, insan ve hayvan maketlerinin oluşturulmasında yaygın biçimde kullanılmaktadır. Özellikle kalıp yapımında kullanılan sıvı silikonlar, yüksek

detay alma kabiliyetleri sayesinde hassas ve gerçekçi kalıpların üretilmesine olanak tanır (Harper, 2006; Kalpakjian & Schmid, 2014). Silikon kalıplar, yüz ifadeleri, vücut hatları ve doku detaylarının kusursuz şekilde kopyalanmasını sağlar (Rickitt, 2006).

Silikonların elastik yapısı, insan ve hayvan maketlerinde doğal hareketlerin taklit edilmesine imkân tanır. Bükülebilir eklemler ve hareketli parçalar bu sayede üretilebilmektedir (Mark, 2004). Ayrıca silikonlar özel pigmentler kullanılarak renklendirilebilir ve gerçekçi cilt, saç ve doku tonları elde edilebilir (Dow Corning Corporation, 2010).

Platin katalizörlü silikonlar, addisyon reaksiyonu yoluyla kürleşir ve yüksek ayrıntı yakalama kabiliyeti, düşük büzülme ve üstün mekanik özellikler sunar (Owen, 1990; Clarson et al., 2003). Bu nedenle hassas kalıp yapımı ve profesyonel maket üretiminde sıklıkla tercih edilirler.

Asetat (kondenzasyon) katalizörlü silikonlar ise daha ekonomik olup uzun çalışma süresi sunar; ancak platin katalizörlü sistemlere kıyasla daha yüksek büzülme gösterebilirler (Harper, 2006). Bu tür silikonlar genellikle orta düzey kalıp ve prototip uygulamalarında kullanılır (Strong, 2006).

Silikonların avantajları arasında geniş sıcaklık aralığında stabilite, yüksek elastikiyet, kimyasal direnç, elektriksel izolasyon ve su itici özellikler yer almaktadır (Mark, 2013; Brydson, 1999). Buna karşın yüksek maliyet, renklendirme zorluğu, uzun kürlenme süresi, yüzey yapışması ve geri dönüşüm zorlukları gibi dezavantajlar da bulunmaktadır (Ashby, 2011; Strong, 2006).

Yüksek sıcaklık dayanımı; Silikonlar, yüksek sıcaklıklara karşı dayanıklıdır ve genellikle 200–300 °C aralığında termal stabilitelerini koruyabilirler (Mark, 2013). Bu özellikleri sayesinde otomotiv, havacılık ve enerji sektörlerinde yaygın olarak kullanılmaktadırlar (Dow Corning Corporation, 2010).

Esneklik ve elastikiyet; Silikonlar elastik ve esnek bir yapıya sahiptir. Yüksek deformasyon altında dahi orijinal şekillerine geri dönebilme yetenekleri, contalar, elastomerik bileşenler ve hareketli parçalar gibi uygulamalarda tercih edilmelerini sağlar (Mark, 2004; Strong, 2006).

Kimyasal direnç; Silikonlar birçok asit, baz, çözücü ve UV ışınına karşı direnç gösterir. Bu özellikleri, silikonların endüstriyel kaplamalar, conta ve yalıtım malzemelerinde kullanılmasını mümkün kılar (Brydson, 1999; Harper, 2006).

Elektriksel izolasyon; Silikonlar yüksek dielektrik dayanımları sayesinde elektriksel olarak yalıtkan malzemelerdir. Elektrik kabloları, transformatörler ve elektronik bileşenlerde izolasyon malzemesi olarak yaygın biçimde kullanılmaktadırlar (Mark, 2013; Strong, 2006).

Biyouyumluluk; Bazı silikon türleri biyouyumlu olup tıbbi implantlar, protezler ve medikal cihazlarda güvenle kullanılabilmektedir (Ratner et al., 2013).

Su itici özellik; Silikonlar doğal olarak hidrofobiktir. Bu özellikleri sayesinde su geçirmez kaplamalar, tekstil uygulamaları ve elektronik koruma sistemlerinde tercih edilmektedirler (Dow Corning Corporation, 2010).

Kalıp yapma ve kopyalama süreçleri; orijinal modelin hazırlanması, uygun kalıp malzemesinin seçimi, kalıbın uygulanması, kürlenme, kalıbın çıkarılması ve kopya parçanın üretilmesi gibi aşamalardan oluşur (Kalpakjian & Schmid, 2014). Bu yöntemler, sanat, endüstri, eğitim ve prototipleme alanlarında nesnelerin tekrarlanabilir ve hassas kopyalarının üretilmesini mümkün kılar (Ulrich & Eppinger, 2016).

Bu özellikler silikonların geniş kullanım alanına sahip olmasını sağlasa da uygulamaya bağlı olarak avantaj ve dezavantajlarının dikkatle değerlendirilmesi gerekmektedir (Ashby, 2011).

Lateks

Lateks, doğal kaynaklı bir sıvı olup genellikle kauçuk ağacının (Hevea brasiliensis) kabuğundan elde edilir (Cornish, 2001; Brydson, 1999). Doğal lateks, elastik özelliklere sahip doğal bir polimer olan cis-1,4-poliizopren içermektedir (Mark, Erman, & Roland, 2013). Bu polimerik yapı, lateksin yüksek elastikiyet ve şekil geri kazanımı göstermesini sağlar (Morton, 1987). Lateksin şekillendirme ve modelleme yöntemleri; dökme, kalıplama, el ile şekillendirme, sünger veya fırça uygulaması, ısı ile şekillendirme ve kesme–birleştirme tekniklerini içermektedir (Kalpakjian & Schmid, 2014). Bu yöntemler, sanat, eğitim, prototipleme ve endüstriyel tasarım alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Ulrich & Eppinger, 2016). Lateks, insan ve hayvan maketlerinin üretiminde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle makyaj ve kostüm tasarımında, özel efekt uygulamalarında gerçekçi doku ve deri efektleri oluşturmak amacıyla tercih edilir (Rickitt, 2006). Ayrıca lateks, prostetik uzuvların ve yüz protezlerinin üretiminde doğal dokuya benzer görünüm sunması nedeniyle kullanılmaktadır (Ratner, Hoffman, Schoen, & Lemons, 2013).

Maske ve başlık yapımında kullanılan lateks malzemeler, esneklikleri ve detay alma kabiliyetleri sayesinde gerçekçi figürlerin oluşturulmasına olanak tanır (Rickitt, 2006). Hayvan maketleri ve figürlerinde ise lateks, yüzey dokusunun ve anatomik detayların başarılı şekilde kopyalanmasını sağlar (Falk & Dierking, 2013).

Tıp eğitiminde kullanılan simülasyon modellerinde lateks, doku benzeri mekanik özellikleri nedeniyle cerrahi ve anatomik eğitim amaçlı tercih edilmektedir (Ratner et al., 2013).

Lateksin bu özellikleri tekstil, sağlık, spor ekipmanları, eldivenler, lastik ürünler ve banyo malzemeleri gibi birçok endüstride kullanılmasını desteklemektedir (Brydson, 1999; Harper, 2006).

Lateksin avantajları arasında yüksek elastikiyet, gerçekçi yüzey dokusu, dayanıklılık, su geçirmezlik ve şekillendirilebilirlik yer alırken; alerjik reaksiyon riski, bakım gereksinimi, UV ve sıcaklığa duyarlılık ve nispeten

yüksek maliyet gibi dezavantajlar da bulunmaktadır (Hamilton & Adkinson, 2004; Brydson, 1999).

Esneklik ve yüksek elastikiyet, yüksek dayanıklılık, su geçirmezlik, esnek ve hassas yüzey, doğal ve çevre dostu yapısı lateksin başlıca avantajları olarak kabul edilebilir.

Esneklik ve yüksek elastikiyet; Lateks, yüksek elastikiyet ve deformasyon sonrası eski formuna dönebilme yeteneğine sahiptir. Bu özellik, tekrarlayan mekanik hareketlere dayanıklılık sağlar (Brydson, 1999; Mark et al., 2013).

Yüksek dayanıklılık; Lateks malzemeler, yüksek çekme mukavemeti ve aşınma direnci gösterir. Bu özellikleri sayesinde uzun süreli kullanımda mekanik bütünlüğünü koruyabilir (Morton, 1987).

Su geçirmezlik; Lateks, doğal hidrofobik yapısı sayesinde su geçirmezlik özelliği sergiler. Bu nedenle suyla temas eden veya sıvı bariyeri gerektiren uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Cornish, 2001).

Esnek ve hassas yüzey; Lateks yüzeyleri pürüzsüz, esnek ve dokuya duyarlı yapı gösterebilir. Bu özellik, boyama, kaplama ve yüzey detaylandırma işlemleri için uygunluk sağlar (Harper, 2006).

Doğal ve çevre dostu yapı; Lateks, yenilenebilir bir doğal kaynak olan kauçuk ağacından elde edildiği için çevre dostu bir malzeme olarak kabul edilir. Ayrıca biyolojik olarak parçalanabilirlik potansiyeline sahiptir (Cornish, 2001; Brydson, 1999).

Lateks alerjik reaksiyona neden olabilen bir maddedir ve bazı solventlere karşı yeterince dirençli değildir. Bu nedenlerle bazı kullanım dezavantajları söz konusu olabilir.

Alerjik reaksiyon riski; Doğal lateks, bazı bireylerde alerjik reaksiyonlara yol açabilen proteinler içerebilir. Lateks alerjisi özellikle sağlık sektöründe önemli bir risk faktörü olarak tanımlanmaktadır (Hamilton & Adkinson, 2004).

Lateksle çalışırken alerji riski, havalandırma gereksinimi, cilt ve göz koruması gibi sağlık ve güvenlik önlemlerinin alınması büyük önem taşımaktadır (Hamilton & Adkinson, 2004; Ratner et al., 2013).

Kimyasal direnç; Lateks, birçok asit, baz ve çözücüye karşı sınırlı da olsa direnç gösterebilir; ancak oksitleyici maddeler ve bazı solventler lateksin yapısal özelliklerini olumsuz etkileyebilir (Morton, 1987; Harper, 2006).

Diğer Malzemeler

Ahşap, metal ve kumaş gibi malzemeler, insan ve hayvan maketlerinin üretiminde geniş bir kullanım alanına sahiptir (Ashby, 2011; Kalpakjian & Schmid, 2014). Bu malzemeler, sahip oldukları fiziksel ve mekanik özellikler nedeniyle farklı tasarım ve üretim gereksinimlerine yanıt verebilmektedir.

Ahşap, maket yapımında sıkça kullanılan doğal bir malzemedir. Kolay şekillendirilebilir olması, kesme, oyma, zımparalama ve boyama gibi işlemlere uygunluğu sayesinde detaylı çalışmalar yapılmasına olanak tanır (Hoadley, 2000; Forest Products Laboratory, 2010). Ahşap maketler; mobilya, yapı, gemi ve araç modellerinde yaygın olarak tercih edilmektedir (Ashby & Johnson, 2014). Farklı ahşap türlerinin kendine özgü doku ve mekanik özellikleri, estetik ve fonksiyonel açıdan tasarım esnekliği sağlar (Hoadley, 2000).

Metal, yüksek dayanım ve rijitlik gerektiren maketlerde sıklıkla kullanılan bir malzemedir. Metal malzemeler kesilebilir, bükülebilir, kaynaklanabilir ve lehimlenebilir; ayrıca yüzeyleri cilalama, boyama ve kaplama işlemleriyle işlenebilir (Kalpakjian & Schmid, 2014). Bu özellikleri nedeniyle metal, yapı, araç, robotik ve endüstriyel maketlerde yaygın olarak kullanılmaktadır (Degarmo, Black, & Kohser, 2011). Alüminyum, çelik, bakır ve pirinç gibi metaller, farklı ağırlık, mukavemet ve korozyon direnci özellikleri sunar (Callister & Rethwisch, 2018).

Kumaş, maket yapımında genellikle kostüm, giysi ve dekoratif unsurların oluşturulmasında kullanılır. Kumaşlar; kesme, dikme, bükme ve süsleme işlemlerine uygun olup farklı doku, desen ve elastikiyet özellikleri sunar (Kadolph, 2010). Elastik kumaşlar, maketlerde hareketli veya esnek parçaların oluşturulmasına olanak tanır (Saville, 1999). Kumaş malzemeler, kostüm tasarımı, oyuncak üretimi ve iç mekân dekorasyonuna yönelik maketlerde yaygın olarak tercih edilmektedir (Kadolph, 2010; Sinclair, 2015).

Ahşap, metal ve kumaş malzemelerinin her biri, kendine özgü avantajlara ve sınırlamalara sahiptir. Bu nedenle malzeme seçimi, projenin estetik hedefleri, mekanik gereksinimleri ve kullanım koşulları dikkate alınarak yapılmalıdır (Ashby, 2011). Her malzemenin işlenmesi sırasında uygun araç ve tekniklerin kullanılması ve güvenlik önlemlerinin alınması önemlidir (Kalpakjian & Schmid, 2014).

Ahşap maketlerde meşe, ceviz, çam ve tik gibi türler; metal maketlerde alüminyum, çelik, bakır ve pirinç; kumaş maketlerde ise pamuk, polyester, keten ve ipek gibi malzemeler yaygın olarak kullanılmaktadır (Hoadley, 2000; Callister & Rethwisch, 2018; Kadolph, 2010). Bu malzemeler, farklı kullanım senaryolarında mobilya modelleri, araç maketleri, robotik tasarımlar, kostümler ve dekoratif objelerin üretilmesine olanak tanır (Ashby & Johnson, 2014; Degarmo et al., 2011).

REFERANSLAR

Adamson, G. (2013). The invention of craft. Bloomsbury Academic/V&A Publishing.

Ashby, M. F. (2011). *Materials selection in mechanical design* (4th ed.). Oxford, UK: Butterworth-Heinemann.

Brydson, J. A. (1999). *Plastics materials* (7th ed.). Oxford, UK: Butterworth-Heinemann.

Clarson, S. J., Fitzgerald, J. J., Owen, M. J., & Smith, S. D. (Eds.). (2003). *Silicones and silicone-modified materials*. Washington, DC: American Chemical Society.

Cornish, K. (2001). Similarities and differences in rubber biochemistry among plant species. *Phytochemistry, 57*(8), 1123–1134.

Dow Corning Corporation. (2010). *Silicone elastomers: Product and application guide*. Midland, MI: Dow Corning.

Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2013). *The museum experience revisited*. New York, NY: Routledge.

Fink, J. K. (2013). *Reactive polymers: Fundamentals and applications* (2nd ed.). Oxford, UK: William Andrew.

Hamilton, R. G., & Adkinson, N. F. (2004). Diagnosis of natural rubber latex allergy. *Journal of Allergy and Clinical Immunology, 114*(3), 673–681.

Harper, C. A. (2006). *Handbook of plastics technologies*. New York, NY: McGraw-Hill.

Harper, C. A., & Petrie, E. M. (2003). *Plastics materials and processes: A concise encyclopedia*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

ISO 8124. (—). *Safety of toys*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.

ISO 10993-1. (2018). *Biological evaluation of medical devices*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.

ISO 20057. (2017). *Natural rubber latex—Determination of residual chemicals*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.

Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2014). *Manufacturing processes for engineering materials* (6th ed.). Boston, MA: Pearson.

Kotler, P., Kartajaya, H., & Setiawan, I. (2016). *Marketing 4.0*. Hoboken, NJ: Wiley.

Mark, J. E. (2004). Silicone rubbers. In J. E. Mark (Ed.), *Polymer data handbook* (pp. 411–435). Oxford, UK: Oxford University Press.

Mark, J. E. (2013). *Physical properties of polymers handbook* (2nd ed.). New York, NY: Springer.

Mark, J. E., Erman, B., & Roland, C. M. (2013). *The science and technology of rubber* (4th ed.). Amsterdam, NL: Elsevier.

May, C. A. (1988). *Epoxy resins: Chemistry and technology* (2nd ed.). New York, NY: Marcel Dekker.

Morton, M. (1987). *Rubber technology* (3rd ed.). New York, NY: Van Nostrand Reinhold.

Owen, M. J. (1990). Siloxane elastomers. *Journal of Molecular Structure, 222*, 203–216. https://doi.org/10.1016/0022-2860(90)87018-K

Ratner, B. D., Hoffman, A. S., Schoen, F. J., & Lemons, J. E. (2013). *Biomaterials science: An introduction to materials in medicine* (3rd ed.). San Diego, CA: Academic Press.

Rickitt, R. (2006). *Special effects: The history and technique*. New York, NY: Billboard Books.
Rosato, D. V., & Rosato, M. G. (2004). *Plastic product material and process selection handbook*. Oxford, UK: Elsevier.
Strong, A. B. (2006). *Plastics: Materials and processing* (3rd ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson.
Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2016). *Product design and development* (6th ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
EU Toy Safety Directive 2009/48/EC. (2009). *Safety of toys*. Official Journal of the European Union.

Kulak Antropometrisinin Klinik Açıdan Değerlendirilmesi

Emre UĞUZ[1]
Ruken ÖNCÜ[2]
Mustafa TAŞTAN[3]

[1]Arş. Gör., Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, Kırşehir, Türkiye, emre.uguz@ahievran.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7813-3290.
[2]Arş. Gör., Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, Kırşehir, Türkiye, ruken.oncu@ahievran.edu.tr, ORCID: 0009-0001-4896-7822.
[3]Dr. Öğr. Üyesi, Kapadokya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Yüksekokulu, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Nevşehir, Türkiye, mustafa.tastan@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-1465-3681

ÖZET

Bu kitap bölümü, dış kulağın (auricula/pinna) antropometrik ölçümlerinin klinik açıdan nasıl değerlendirileceğini; anatomik referans noktaları, temel ölçüm parametreleri, ölçüm yöntemleri ve endikasyona göre yorumlama ilkeleri çerçevesinde bütüncül biçimde sunmayı amaçlamaktadır. Bölümde, kulak antropometrisinde sık kullanılan referans noktaları (superaurale, subaurale, preaurale, postaurale, otobasion superius ve otobasion inferius) tanımlanmakta ve bu noktalara dayalı lineer ölçümler, açısal parametreler ile oran/indeks temelli metriklerin klinik anlamı özetlenmektedir. Doğrudan antropometri, iki boyutlu fotoantropometri ve üç boyutlu stereofotogrametri/yüzey tarama yöntemleri; temassız kayıt, arşivlenebilirlik, ölçekleme gereksinimi, perspektif etkileri ve cihaz/operatör kaynaklı hata bileşenleri dikkate alınarak karşılaştırılmaktadır. Ölçümlerin güvenilirliği için standardize baş pozisyonu, kalibrasyon, tekrarlı ölçüm ve intra/inter-gözlemci uyumunun raporlanmasının önemi vurgulanmaktadır. Normatif veriler bağlamında kulak ölçülerinin yaş, cinsiyet ve popülasyona göre değişebildiği; bu nedenle sonuçların uygun referans aralıklarıyla birlikte yorumlanması gerektiği belirtilmektedir. Endikasyon temelli yaklaşımda otoplastide protrüzyon mesafesi ve aurikulosefalik açı gibi ölçümlerin preoperatif planlama ve postoperatif izlemde objektif hedefler sağladığı, mikroti rekonstrüksiyonunda boyut, projeksiyon ve simetri hedeflerinin karşı kulağa dayalı olarak belirlendiği aktarılmaktadır. Travma ve yanık olgularında cerrahi rekonstrüksiyon veya auriküler epitez/protez seçeneklerinde karşı kulağın "altın standart" olarak kabul edilmesi ve hedef geometrinin aynalanmasının tasarım ve sonuç değerlendirmeyi kolaylaştırdığı özetlenmektedir. Sonuç olarak, endikasyona özgü çekirdek ölçüm setlerinin kullanılması ve ölçümlerin standart protokollerle raporlanması, kulak antropometrisinin klinik karar verme ve objektif izlemdeki katkısını belirgin biçimde artırmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kulak Antropometrisi; Auricula; Referans Noktası; Fotoantropometri; Stereofotogrametri; Otoplasti; Mikroti; Auriküler Epitez; Concha; İşitme Cihazı.

GİRİŞ

Kulak, karmaşık üç boyutlu morfolojisi, bireyler ve popülasyonlar arasında değişkenlik gösteren yapısı ve hem estetik hem de fonksiyonel sonuçlara doğrudan etki etmesi nedeniyle klinik açıdan antropometrik değerlendirmeye en elverişli yüzeyel yapılardan biri olarak ele alınmaktadır. Kulağa ait lineer ölçümler ve açısal parametreler klinikte yalnızca tanımlayıcı veri üretmekle kalmayıp aynı zamanda tanı, tedavi planlaması ve tedavi sonrası objektif izlem için ölçülebilir hedefler sağlamaktadır. Bu nedenle kulak antropometrisi; kulak burun boğaz, plastik–rekonstrüktif cerrahi,

odyoloji/işitme cihazı uygulamaları ve adli bilimlerin ilgi alanının kesişim noktasında yer almaktadır (Japatti vd., 2018).

1. Kulak Antropometrisinin Klinik Değeri

Kulağın boyut ve oranları; yaş, cinsiyet, etnisite ve bireysel varyasyonlara bağlı olarak anlamlı biçimde değişebilmektedir. Bu farklılıklar, popülasyona spesifik normatif verilerle klinik kararların daha sağlam temellere oturtulmasını mümkün kılmaktadır. Normal yetişkin kulak ölçülerine ilişkin çalışmalar, klinikte karşılaşılan deformitelerin değerlendirilmesinde bir referans çerçevesi sunmaktadır (Japatti vd., 2018).

Auricula şekil ve boyutundaki belirgin sapmaların bazı konjenital anomaliler veya sendromlarla ilişkisinin olabileceği; bu nedenle de kulak antropometrik parametrelerinin klinik gözlemi destekleyen bir veri katmanı oluşturabileceği vurgulanmaktadır (Petekkaya, Polat, Kabakçı & Çevik, 2020).

Mikroti gibi rekonstrüksiyon gerektiren durumlarda karşı taraf normal kulağın antropometrik özellikleri, simetri hedefinin kurulmasında temel referanslardan birini teşkil etmektedir. Auricula rekonstrüksiyon cerrahisinde doku genişletici seçimi gibi pratik kararların da kulak antropometrisine dayandırılabileceği belirtilmiştir (Sun vd., 2022).

Otoplasti ve auricula rekonstrüksiyonu sonrası başarı genellikle görsel ve öznel bir şekilde değerlendirilse de; protrüzyon mesafesi, aurikulosefalik açı, kulak uzunluk–genişliği gibi parametreler, cerrahi sonucun takip edilmesinde nesnel bir zemin oluşturmaktadır. Üç boyutlu ölçüm algoritmalarının geliştirilmesi de nesnellik ihtiyacın doğrudan bir yansımasıdır (Lin vd., 2024).

2. Kulak Antropometrisinin Fonksiyonel Boyutu

Kulak gelen sesin spektral içeriğini ve konumsal ipuçlarını şekillendirmektedir. Protrüde pozisyonda olduğu gibi kulak pozisyonundaki değişikliklerin konuşmanın anlaşılabilirliği üzerinde ölçülebilir etkileri olabileceği gösterilmiştir. Bu sonuçlar, otoplasti gibi girişimlerde beklenti yönetimi açısından da önem taşımaktadır; çünkü hedef yalnızca görünüm değil, potansiyel olarak işitsel performans bile olabilmektedir (McNeil, Aiken, Bance, Leadbetter & Hong, 2013).

3. Antropometrinin Cihaz Tasarımındaki Rolü

Kulak antropometrisi klinik pratikte yalnızca cerrahiye değil; işitme cihazlarına ve kulakla ilişkili ürünlerin (kulaklık vb.) ergonomik tasarımına da temel oluşturmaktadır. Popülasyon temelli kulak ölçümleri ile mevcut ürün boyutlarının karşılaştırılması; uygunluk, konfor ve bireyselleştirme açısından yol gösterici nitelik taşımaktadır. Kulak antropometrisi klinikte özellikle kulakla temas eden cihazların uyum/konfor şikayetlerinin değerlendirilmesine de dolaylı yoldan katkı sağlamaktadır (Liu, 2008).

4. Kulak Morfolojisinin Kimliklendirmedeki Ayırt Ediciliği

Kulak; helix, antihelix, concha auricula ve lobulus auricula gibi bölgelerinin oran/ilişkileriyle bireyler arasında ayırt edici bir örüntü oluşturmaktadır. Kulak oranlarına dayalı olarak etnisite kodlama yaklaşımlarını değerlendiren çalışmalar, kulağın adli kimliklendirmede destekleyici bir biyometrik parametre olabileceğine işaret etmektedir. Kimliklendirme klinik uygulamadan farklı bir amaç gütmekte olsa da temel araç yine antropometrik ölçümler ve standartlaştırılmış bölgesel tanımlamalardır (Angelakopoulos vd., 2023).

KULAK ANATOMİSİ VE ANTROPOMETRİK REFERANS NOKTALARI

Auricula helix, antihelix, concha auricula (cymba conchalis/cavum conchalis), tragus, antitragus, incisura intertragica ve lobulus auricula gibi yapılardan oluşan; klinik değerlendirmede hem estetik hem de fonksiyonel açıdan önem taşıyan kompleks bir yapıdır. Antropometrik ölçümlerin amacı bu yapıları standart anatomik referans noktaları üzerinden tanımlayarak ölçümleri tekrarlanabilir hale getirmektir (Fu & Luximon, 2020).

Kulağın üç boyutlu bir organ olması sebebiyle kulak uzunluğu/kulak genişliği gibi basit ölçümler bile farklı kişilerce farklı noktalardan alınırsa sonuçlar karşılaştırılamayacaktır. Bu problem, özellikle üç boyutlu fotoğraf/üç boyutlu tarama ile ölçüm yapılan çalışmalarda daha belirgindir. Mikroti rekonstrüksiyonu ve postoperatif değerlendirmede üç boyutlu ölçümlerin yapıldığı çalışmalar, ölçüm standardizasyonunun klinik çıktıların objektifleştirilmesi açısından kritik olduğunu vurgulamaktadır (Chen, Albdour, Lizardo, Chen & Chen, 2015).

1. Klinik Pratikte Sık Kullanılan Auricula Referans Noktaları

Klinik antropometri ve üç boyutlu değerlendirmelerde en sık karşılaşılan referans noktaları (landmark) şunlardır:

1. Superaurale: Helix'in en üst noktasıdır.
2. Subaurale: Lobulus auricula'nın en alt noktasıdır (Pandit, Sharma, Shrestha, Shrestha & Yadav, 2017).
3. Preaurale: Kulak konturunun en ön noktasıdır (genellikle helix'in ön sınırıdır).
4. Postaurale: Kulak konturunun en arka noktasıdır.

5. Otobasion superius: Kulağın üstte yüz/baş ile birleşim noktasıdır (Ocakoğlu, Turan Özdemir, Ercan & Etöz, 2013).

6. Otobasion inferius: Lobulus auricula'nın yanakla birleştiği alt insersiyon noktasıdır (lobulus auricula'nın yüzle bağlantı alt sınırıdır) (Katina vd., 2015).

7. Tragion: Tragus'un üst kenarındaki çentiktir

8. Incisura intertragica: Tragus ile antitragus arasındaki çentiği tanımlamakla birlikte özellikle auricula'nın alt üçte birlik bölümünün ölçümlerinde ve şekil analizinde kullanılmaktadır (Ocakoğlu vd., 2013).

2. Kulak Antropometrisinin Temel Ölçüm Parametreleri

1. Kulak uzunluğu: Superaurale ile subaurale arasındaki mesafenin uzunluğudur
2. Kulak genişliği: Preaurale ile postaurale arasındaki mesafenin uzunluğudur.
3. Kulak insersiyon uzunluğu / yerleşim yüksekliği: Otobasion superius ile otobasion inferius arasındaki mesafenin uzunluğu olmakla birlikte kulağın yüz ile birleşen hattını temsil etmektedir (Ocakoğlu vd., 2013).
4. Lobulus auricula yüksekliği: Otobasion inferius ile subaurale arasındaki mesafenin uzunluğu olmakla birlikte klinikte lobulus auricula'nın serbest kısmının yüksekliği ile iyi örtüşmektedir (Katina vd., 2015).
5. Protrüzyon mesafesi: Auricula'nın en lateral (belirgin) noktasından mastoid'e kadarki dik mesafenin uzunluğu olup üç boyutlu ölçümlerde çeşitli düzlemler ile değerlendirilmektedir (Lin vd., 2024).
6. Aurikulosefalik açı: Otoplasti literatüründe sıklıkla kullanılan aurikulosefalik açı, kulak ile temporal kemik/baş arasındaki ilişkiyi açı olarak vermekle birlikte tanımının yönteme göre değişebildiği özellikle not edilmelidir (Saliba & Alves, 2017).

3. Klinik Raporlama İçin Önerilen Standart Protokol

Kulakların simetrik olmadığı üç boyutlu değerlendirme çalışmalarında tekrar tekrar gösterildiği için ölçümler sağ ve sol tarafta ayrı ayrı raporlanmalıdır (Lin vd., 2025).

Pratikte sık kullanılan landmarklar ile tanımlanan temel ölçümler, antropometrik değerlendirmenin çekirdeği olarak verilip detaylı ölçümler endikasyona göre eklenmelidir (mikroti rekonstrüksiyonu, cihaz uyumu vs.) (Chen vd., 2015).

Üç boyutlu ölçüm yöntemi kullanılacaksa; ölçümlerin anlamlı olabilmesi için landmark tanımı mutlaka netleştirilmelidir. Üç boyutlu görüntülemenin güvenilirliği üzerine yapılan çalışmalar, yöntemin gücünün doğru protokolle ortaya çıktığının altını çizmektedir (Dindaroğlu, Kutlu, Duran, Görgülü & Aslan, 2016).

ANTROPOMETRİK ÖLÇÜMLERİN SINIFLANDIRILMASI VE KLİNİK ANLAMI

Kulak antropometrisi; auricula'nın boyutlarını, oranlarını ve baş ile ilişkisini sayısallaştırmak için kullanılan ölçümlerin bütünüdür. Klinik pratikte bu ölçümler genellikle lineer (uzunluk–genişlik–mesafe), açısal, oran/indeks ve üç boyutlu (yüzey temelli) parametreler şeklinde sınıflandırılmaktadır. Kulağın kompleks üç boyutlu morfolojisi nedeniyle yalnız tek bir ölçüm grubunu kullanmak özellikle cerrahi planlama ve sonuç değerlendirmede yetersiz kalabilmektedir. Bu nedenle modern literatür, klasik ölçümleri üç boyutlu parametrelerle tamamlamaya yönelmektedir (Lin vd., 2024).

1. Lineer Ölçümler

Lineer ölçümler klinikte en sık kullanılan ve uygulanması görece kolay parametreler olup temel boyutlar hakkında hızlı bilgi vermektedir. Bu ölçümler, normatif veri ile karşılaştırıldığında "küçük/büyük, dar/geniş" gibi tanımları objektifleştirmekte ancak tek başına kulağın başa ne kadar dönük ya da uzak olduğu sorusunu her zaman yeterli derecede açıklayamamaktadır (Lin vd., 2025).

Lobulus auricula uzunluğu ve lobulus auricula genişliği lobül deformiteleri, yaşlanma değişiklikleri ve rekonstrüksiyon hedefleri açısından pratik değer taşımakta; birçok çalışma da kulak uzunluğu ve kulak genişliğine ek olarak lobül ölçülerini de rutin olarak raporlamaktadır (Japatti vd., 2018).

2. Açısal Ölçümler

Açısal parametreler, auricula'nın baş ile ilişkisini ve protrüzyonu daha doğrudan yansıtmaktadır. Açısal ölçümler, lineer ölçümlerden farklı olarak kulak açısının düzelip düzelmediğine yanıt vermektedir; bu nedenle otoplasti sonrası objektif takipte sıklıkla kullanılmaktadır (Saliba & Alves, 2017). Aurikulosefalik açı kepçe kulak değerlendirmesinde ve cerrahi hedeflerin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Ozturan, Dogan, Ozucer, Yildirim & Meric, 2015).

3. Oranlar ve İndeksler

Oran ve indeksler, mutlak boyut farklılıklarını normalize ederek daha karşılaştırılabilir metrikler üretilmesinde fonksiyonel bir rol oynamaktadır. Auriküler indeks "kulak genişliği / kulak uzunluğu × 100" şeklinde raporlanmaktadır (Acharya, Gupta, Palimar, Kalthur & Adhikari, 2025). Lobül indeksi ise "lobül genişliği / lobül uzunluğu × 100" olarak verilmektedir (Acharya vd., 2025). İndeksler, popülasyonlar arası karşılaştırmalarda ve şekil farklılıklarını tespit etmede faydalı olup klinik karar verme süreçlerinde çoğu zaman lineer/açısal ölçümlerle birlikte ele alınmalıdır (Fu & Luximon, 2020).

4. Üç Boyutlu Parametreler

Auricula'nın kıvrımlı üç boyutlu yapısı, klasik iki boyutlu lineer ölçümlerin yakalayamadığı ayrıntıları barındırmaktadır. Bu nedenle son yıllarda üç boyutlu tarama ve otomatik yüzey-temelli ölçüm algoritmaları ile daha yüksek hassasiyet hedeflenmekte, preoperatif planlama ve postoperatif değerlendirme için daha kapsamlı parametre setleri önerilmektedir. Tek bir ölçüm seti yerine çoklu objektif ölçüm yaklaşımlarını (üç boyutlu tarama, oranlar, simetri metrikleri) bir araya getirmenin daha güçlü olduğunun altı çizilmiştir (Lin vd., 2023). Üç boyutlu yaklaşım özellikle simetri analizinin ve rekonstrüksiyonda boyut eşleşmesinin sayısallaştırılmasını kolaylaştırmaktadır (Sun vd., 2022).

ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ VE ÖLÇÜM GÜVENİLİRLİĞİ

Kulak antropometrisinin klinikte işe yarar hale gelmesi; standart baş pozisyonu ve ölçüm protokolü, iyi tanımlanmış landmark seti ve ölçüm yöntemine uygun hata analizi ve güvenirlik raporu üçlüsüne dayanmaktadır (Lin vd., 2023).

1. Klinikte Uygulanabilir Temel İş Akışı

Klinik ortamda minimum standart olarak şu adımlar önerilmektedir:

1. Baş pozisyonu: Frankfurt horizontal düzlemine yakın nötral pozisyon (mümkünse baş sabitleyici ve standart oturma) tavsiye edilmektedir.
2. Sağ–sol ayrı raporlama: Kulaklar sıklıkla asimetrik olduğu için her iki tarafta ayrı raporlama gerçekleştirilmelidir (Lin vd., 2025).
3. Landmark tanımı: Kullanılan her landmark metin içinde açıkça tarif edilmeli ve ideal olarak bir şema ile gösterilmelidir (Lin vd., 2023).
4. Tekrarlı ölçüm: İntra- ve inter-gözlemci tekrarlarıyla güvenirlik raporlanmalıdır (Chen vd., 2015).
5.

2. Direkt Antropometri

Kumpas, mezura ve gonyometre aracılığıyla doğrudan yapılan ölçümlerin ucuz, hızlı ve klinikte erişilebilir olması avantajlı yönleri arasında gösterilmektedir. Bu yöntemler özellikle lineer ölçümlerde yaygın olarak kullanılmaktadır (Japatti vd., 2018). Yumuşak dokunun sıkışmasıyla ölçümlerde meydana gelen milimetre düzeyinde sapma (özellikle lobulus auricula'da) ve kulağın üç boyutlu kıvrımlarında derinlik ve açı ölçümlerinin zorlaşması direkt antropometrik yöntemlerin sınırlılıkları içerisinde yer

almaktadır (Fu & Luximon, 2020). Doğrudan ölçümler mümkün olduğunca aynı kişi tarafından, aynı cihazla, kısa temasla ve standart baş pozisyonu ile yapılmalı ve cihaz kalibrasyonu not edilmelidir (Major vd., 2024; Oladipo, Adheke & Eke, 2023).

3. İki Boyutlu Fotoantropometri

Fotoantropometri standart fotoğraflar üzerinden çoğunlukla yazılım araçları vasıtasıyla landmarklar arası mesafelerin ölçülmesidir. Kulak antropometrisinde fotoantropometri kullanan çalışmalar, iki boyutlu yöntemin saha araştırmaları ve klinik raporlama için pratik olduğunu göstermiştir (Japatti vd., 2018). Temassız ölçüm ile arşivlenebilir ve geriye deriye dönük karşılaştırmaya uygun olmak bu yöntemin avantajları arasında bulunmaktadır. Perspektif/mesafe hataları ve ölçekleme zorunluluğu (referans cetvel/kalibrasyon etiketi olmadan sonuçlar güvenilir değildir) ise fotoantropometrinin sınırlılıkları olarak belirtilmektedir. Fotoğraf protokolünde kamera–hasta mesafesi, odak uzaklığı, kulak düzlemiyle kamera hizası ve kalibrasyon yöntemi mutlaka yazılmalı; mümkünse aynı kurulumla seri ölçümler yapılmalıdır (Fatima vd., 2025; Fu & Luximon, 2020).

4. Üç Boyutlu Stereofotogrametri ve Üç Boyutlu Yüzey Tarama

Üç boyutlu stereofotogrametri, kulağın üç boyutlu morfolojisini daha iyi yakaladığı için özellikle mikroti rekonstrüksiyonu, otoplasti sonrası objektif takip ve simetri analizi gibi alanlarda ön plana çıkmaktadır. Üç boyutlu stereofotogrametriyi direkt antropometri ve iki boyutlu fotoantropometri ile karşılaştıran çalışmalar, uygun protokolle üç boyutlu yöntemin yüksek doğruluk ve güvenirlik gösterdiğini raporlamıştır (Dindaroğlu vd., 2016). Auricula'da üç boyutlu stereofotogrametri ile direkt ölçümün karşılaştırıldığı çalışmada üç boyutlu stereofotogrametrinin gözlemciler arası hassasiyeti daha iyi bulunmuş; ortalama mutlak farkların ise milimetre düzeyinde olduğu ifade edilmiştir (Chen vd., 2015). Saç, gölge, yansıma ve kulak arkasının görünürlüğü (özellikle postaurale bölgesi) veri kalitesini düşürebilmektedir. Landmarkların ölçüm yapılırken yanlış konumlandırılması tüm ölçümlere zincirleme olarak yansıyacağından landmark seçiminin ölçümlerin tekrarlanabilirliği açısından belirleyici olduğu vurgulanmıştır (Lin vd., 2023).

NORMATİF VERİLER VE ÖLÇÜMLERİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Kulak antropometrisinin klinik değerini belirleyen başlıca unsur, ölçümlerin uygun normatif referans ile karşılaştırılabilmesidir. Kulak ölçümlerinde standart ve tek bir normal olmamakla birlikte kulak ölçüleri yaş, cinsiyet, popülasyon ve beden yapısı gibi değişkenlerden etkilenmektedir; bu nedenle normatif veri kullanımı, ölçümlerin hangi hasta grubunda (pediatrik/yetişkin), hangi yöntemle, hangi landmark tanımıyla alındığını açıkça bilmekle anlam kazanmaktadır (Sforza vd., 2009).

1. Yaş ve Büyüme

Kulak rekonstrüksiyonu planlamasında pediatrik dönem kritik olduğundan, yaşa göre kulak boyutlarının "ne zaman yetişkinlerdeki boyutuna yaklaştığı" klinik kararları doğrudan etkilemektedir. Kıkırdak boyutlarının yaşla değiştiği; maksimum değerlerin kızlarda ve erkeklerde farklı yaşlarda görülebildiği; ayrıca "erişkin boyutun erken yaşlarda tamamlandığı" yönündeki klasik kabule karşıt olarak büyümenin daha ileri yaşlara uzayabildiği bildirilmiştir (Barone vd., 2023).

Yetişkin dönemde ve ileri yaş döneminde ise kulağın yaşla büyümesi olgusu literatürde tekrar eden bir bulgudur. Çocuklukta hızlı olan büyümenin erken yaşlarda yavaşladığı; buna karşın bazı parametrelerin ileri yaşta da artış gösterebildiği belirtilmiştir (Niemitz, Nibbrig & Zacher, 2007).

Kulak boyutlarının yaşla artışı, kıkırdak büyümesi kadar yumuşak doku ve elastikiyet değişimleri ile de ilişkilendirilmektedir; yaş grupları arasında lobulus auricula uzunluğunda anlamlı farklılıklar gösterilmiş ve klinik uygulamaya dönük yaşa göre referans tablo önerilmiştir (Azaria, Adler, Silfen, Regev & Hauben, 2003).

2. Cinsiyet: Seksüel Dimorfizm

Türk genç yetişkinlerde iki boyutlu fotoantropometri ile yapılan çalışmada erkeklerde kulak uzunluğu ve genişliği ile bazı açısal parametrelerin daha yüksek bulunduğu, buna karşın bazı oran/indekslerin cinsiyetler arasında fark göstermediği raporlanmıştır (Bahşi, Orhan, Kervancioğlu, Karatepe & Sayin, 2023).

Yetişkinlerde yapılan bir diğer çalışmada ise yaş ve cinsiyetin lobulus auricula uzunluğuna katkısı özellikle vurgulanmıştır (Azaria vd., 2003).

3. Popülasyon

Kulak morfometrisi popülasyonlar arasında değişebildiği için, normatif veri kullanımı ideal olarak aynı popülasyon veya en azından benzer demografik örneklemden seçilmelidir.

Yaş ve cinsiyete ek olarak etnik gruplar arasında kulak ölçülerindeki farklılıkların mevcut olduğu ve özellikle kepçe kulak gibi klinik açıdan önemli

durumların popülasyonlar arasında kıyaslanabildiği bildirilmektedir (Sforza vd., 2009).

4. Beden Yapısı

Kulak antropometrik ölçüm değerlerinin yalnızca yaş ve cinsiyete değil, beden yapısına da kısmen duyarlı olabildiği gösterilmiştir (Schonauer, De Luca, Razzano & Molea, 2012).

Yetişkinlerde lobulus auricula uzunluğuna en güçlü katkının yaş ve cinsiyetten geldiği; bazı alt analizlerde kilo veya beden kitle indeksi gibi değişkenlerin sınırlı etkiler gösterebileceği belirtilmiştir (Azaria vd., 2003).

KLİNİK DEĞERLENDİRME: ENDİKASYONLARA GÖRE KULAK ANTROPOMETRİSİNİN KULLANIMI

Kulak antropometrisi klinikte ölçüm, yorum ve karar bütünlüğünü standardize etmek için kullanılmaktadır. Mikroti rekonstrüksiyonunda ve kepçe kulakta objektif ölçüm yöntemlerinin heterojen olduğuna dikkat çekilmekte; klinik faydanın artması için endikasyona özel ölçüm parametrelerinin seçilmesi özellikle desteklenmektedir (Lin vd., 2023).

1. Kepçe Kulak ve Otoplasti

Kepçe kulakta, kulağın baştan ne kadar uzak olduğu ve operasyon sonrası estetik hedefe ulaşılıp ulaşılmadığı konuları önem arz etmektedir. Otoplasti sonuçları sıklıkla fotoğraf veya öznel değerlendirme ile raporlansa da, objektif ölçümler (mesafe ve açılar) hem pre-op planlamayı hem de post-op izlemeyi güçlendirmektedir (Saliba & Alves, 2017). Kulak–skalp mesafesi klinikte en yaygın kullanılan pratik yaklaşım olarak göze çarpmaktadır (Saliba & Alves, 2017). Aurikulosefalik açının protrüzyonu özetleyen bir parametre olarak kulak–skalp mesafesi ile birlikte kullanımı değerlendirilmiştir (Ozturan vd., 2015). Conchomastoid veya conchoscapal açı ise özellikle konka hipertrofisi baskın olgularda anlamlıdır (Kelley, Hollier & Stal, 2003).

2. Konjenital Anomaliler ve Mikroti

Mikroti rekonstrüksiyonu sonrası kulağın boyut, oran ve projeksiyon olarak normal referans değerlerine ne kadar yaklaştığı klinik açıdan değer taşımaktadır. Mikroti rekonstrüksiyon sonuçlarının değerlendirilmesinde temel omurgayı antropometrik ölçümler ve üç boyutlu analizler oluşturmaktadır (Lin vd., 2023). Mikroti için klinikte kullanılması önerilen

antropometrik ölçüm parametreleri kulak uzunluğu, kulak genişliği, kulak-skalp mesafesi, kulak yüzey alanı ve kulak çevresidir (Sun vd., 2022). Mikroti hastalarında normal kulağın üç boyutlu ölçümleri kullanılarak auricula yüzey alanı tahmin edilmeye çalışılmış ve antropometrinin doğrudan cerrahi lojistik kararlarına bağlanabileceği ifade edilmiştir (Sun vd., 2022). Mikroti rekonstrüksiyonunda karşı kulağın yüksek çözünürlüklü olarak taranıp aynalanarak intraoperatif kılavuz (üç boyutlu model/şablon) üretimi; cerrahi planlama ve simetri hedefinin somutlaştırılmasında giderek daha çok rapor edilmektedir (Rodríguez-Arias vd., 2022).

3. Travma, Yanık ve Epitez

Travma ve yanık durumlarında kaybedilen auricula'nın karşı tarafla form ve boyut olarak ne kadar eşleştiği kritik öneme sahip bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durumlarda izlenebilecek iki ana yol mevcuttur: cerrahi rekonstrüksiyon ve auriküler epitez (protez). Antropometri her iki yaklaşımda da karşı kulağı "altın standart" kabul ederek aynalanmış hedef geometri üretmektedir (Schoenfeld vd., 2025; Tarba vd., 2025).

4. İşitme Cihazları ve Kulak İçine Oturan Cihazlar

Kulakla temas eden ürünlerin uyumunda en kritik bölge concha auricularis'tir. Bu yapının şekil ve boyutunun nicellenmesi; hem ürün tasarımında hem de klinikte "uyumsuzluk/konfor" şikayetlerini anlamlandırmada temel veri sağlamaktadır. Üç boyutlu tarama verisine dayalı concha şekil analizleri ve sınıflandırma yaklaşımları bu nedenle geliştirilmiştir (Zhu, Yao, Cao, Zhou & Ji, 2021).

İşitme problemleri ile daha sık karşılaşan yaşlı grupta concha boyutlarının işitme cihazı boyutlandırma açısından yararlı olabileceğini özellikle vurgulayan antropometrik çalışmalar mevcuttur (Chantajitr & Wattanawong, 2021). Cihaz uyumu için concha genişlik ve yükseklik ölçümleri ile incisura intertragica'ya odaklanmanın optimum verimi sağlayacağı düşünülmektedir (Song, Shin, Yoon & Bahn, 2020).

5. Sendromik Değerlendirme

Dış kulak anomalileri izole olarak görülebileceği gibi, başka malformasyonlar veya sendromlarla birlikte de görülebilmektedir; bu nedenle erken fark edilmesi ve uygun yönlendirme kritik öneme sahiptir. Konjenital dış kulak anomalilerinin popülasyonlar arasında değişkenliğine ve erken onarımın önemine dikkat çekilmiştir (Acosta-Rodríguez, Reza-López, Aguilar-Torres, Hinojos-Gallardo & Chávez-Corral, 2025).

Antropometri bu alanda tek başına tanı koydurmasa da boyut ya da oran sapmasını objektifleştirerek genetik ve teratolojik değerlendirmeler için kanıtlayıcı bir katman sağlamaktadır. Klinik raporlamada mutlaka anomalinin tipi, ölçümler, fotoğraf veya üç boyutlu dökümantasyon ve eşlik eden bulgular birlikte verilmelidir (Acosta-Rodríguez vd., 2025).

SONUÇ

Kulak antropometrik ölçümleri, kulağın üç boyutlu morfolojisini standart referans noktaları üzerinden sayısallaştırarak klinik değerlendirmeyi daha nesnel ve karşılaştırılabilir hale getirmektedir. Antropometri yalnızca tanımlayıcı ölçüm üretmekten ziyade**;** tanısal değerlendirme**,** cerrahi planlama**,** tedavi sonrası izlem**,** cihaz uyumu **ve** adli uygulamalar gibi farklı klinik senaryolarda karar destek rolü üstlenmektedir. Bu rolün güçlü olabilmesi, ölçümlerin uygun landmark tanımı, standart protokol ve güvenirlik raporlaması ile alınmasına; sonuçların da yaş, cinsiyet ve popülasyon bağlamında doğru normatif referans ile yorumlanmasına bağlıdır.

Klinik pratikte en sık kullanılan ölçümler kulak uzunluğu ve genişliği gibi lineer ölçümler, protrüzyonu yansıtan açısal parametreler ve bunları normalize eden indekslerdir. Auricula'nın kompleks geometrisi, özellikle rekonstrüksiyon ve simetri hedeflerinin söz konusu olduğu durumlarda, klasik ölçümlerin yanında üç boyutlu yüzey temelli analizlerin değerini artırmaktadır. Bu nedenle modern yaklaşım; endikasyona göre belirlenen temel ölçüm parametrelerini kullanmak ve gerektiğinde üç boyutlu ölçümlerle bu setleri genişletmektir.

KAYNAKÇA

Japatti, S. R., Engineer, P. J., Reddy, B. M., Tiwari, A. U., Siddegowda, C. Y., & Hammannavar, R. B. (2018). Anthropometric assessment of the normal adult human ear. *Annals of Maxillofacial Surgery*, *8*(1), 42–50.

Petekkaya, E., Özandaç Polat, S., Kabakcı, A. G., & Çevik, Y. (2020). Assessment of ear metric properties in young Turkish adults. J*ournal of Surgery and Medicine*, *4*(8), 698-701.

Sun, H., Sun, P., Jiang, H., Yang, Q., Li, T., & Pan, B. (2022). Anthropometric assessment of microtia patients' normal ears and discussion on expander selection in auricular reconstruction surgery. *Scientific Reports*, *12*(1), 4521.

Lin, Y., Dobbe, J. G. G., Lachkar, N., Ronde, E. M., Smit, T. H., Breugem, C. C., & Streekstra, G. J. (2024). A three-dimensional algorithm for precise measurement of human auricle parameters. *Scientific Reports*, *14*(1), 10760.

McNeil, M. L., Aiken, S. J., Bance, M., Leadbetter, J. R., & Hong, P. (2013). Can otoplasty impact hearing? A prospective randomized controlled study examining the effects of pinna position on speech reception and intelligibility. *Journal of Otolaryngology - Head & Neck Surgery*, *42*(1), 10.

Liu, B. S. (2008). Incorporating anthropometry into design of ear-related products. *Applied Ergonomics*, *39*(1), 115-121.
Angelakopoulos, N., Franco, A., Sezgin, N., Cevik, Z. A., Canturk, N., Panciera, M. C., Pinto, P. H. V., Alves da Silva, R. H., Balla, S. B., Kumagai, A., Zolotenkova, G., Silveira Sousa, A. M., Ferrante, L., & Cameriere, R. (2023). Ear identification: A multi-ethnic study sample. *Morphologie : Bulletin de l'Association des Anatomistes*, *107*(359), 100602.
Dindaroğlu, F., Kutlu, P., Duran, G. S., Görgülü, S., & Aslan, E. (2016). Accuracy and reliability of 3D stereophotogrammetry: A comparison to direct anthropometry and 2D photogrammetry. *The Angle Orthodontist*, *86*(3), 487–494.
Fu, F., & Luximon, Y. (2020). A systematic review on ear anthropometry and its industrial design applications. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, *30*(1), 176-194.
Ocakoğlu, G., Turan Özdemir, S., Ercan, İ., & Etöz, A. (2013). The shape of the external human ear: a geometric morphometric study. *Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences*, *33*(1), 184-190.
Katina, S., McNeil, K., Ayoub, A., Guilfoyle, B., Khambay, B., Siebert, P., Sukno, F., Rojas, M., Vittert, L., Waddington, J., Whelan, P. F., & Bowman, A. W. (2016). The definitions of three-dimensional landmarks on the human face: an interdisciplinary view. *Journal of Anatomy*, *228*(3), 355–365.
Saliba, G. A. M., & Alves, J. C. R. R. (2017). Digital computerized analysis of auricle measures in otoplasties. *Revista Brasileira de Cirurgia Plástica*, *32*(1), 3-8.
Lin, Y., Dobbe, J. G. G., Lachkar, N., Smit, T. H., Breugem, C. C., & Streekstra, G. J. (2025). Human auricles are not symmetrical: a comparative study using landmark-based and surface-based software. *The Journal of Craniofacial Surgery*, *36*(7), 2559–2563.
Chen, Z. C., Albdour, M. N., Lizardo, J. A., Chen, Y. A., & Chen, P. K. (2015). Precision of three-dimensional stereo-photogrammetry (3dMD™) in anthropometry of the auricle and its application in microtia reconstruction. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery*, *68*(5), 622–631.
Pandit, R., Sharma, N., Shrestha, R., Shrestha, S., & Yadav, P. K. (2017). Morphometric study of external ear of medical students in College of Medical Sciences and Teaching Hospital, Bharatpur, Chitwan, Nepal. *International Journal of Anatomy and Research*, *5*(3.2), 4269-4274.
Ozturan, O., Dogan, R., Ozucer, B., Yildirim, Y. S., & Meric, A. (2015). Dynamometric analysis of normative auricular stiffness and comparison with operated prominent ears. *The Journal of Craniofacial Surgery*, *26*(7), 2155–2159.
Acharya, S., Gupta, C., Palimar, V., Guruprasad Kalthur, S., & Adhikari, P. (2025). Morphological and morphometric analysis of human external ear with its implications in sex and stature estimation -- a preliminary observational study. *F1000Research*, *14*, 119.
Major, M., Mészáros, B., Würsching, T., Polyák, M., Kammerhofer, G., Németh, Z., Szabó, G., & Nagy, K. (2024). Evaluation of a structured light scanner for 3D facial imaging: a comparative study with direct anthropometry. *Sensors (Basel, Switzerland)*, *24*(16), 5286.
Oladipo, G. S., Adheke, O. M., & Eke, J. N. (2023). Linear morphometric analysis of auricular measurements of a Nigerian Igbo population. *Anthropological Review*, *86*(3), 41-50.

Fatima, F., Hallolli, C., Tubaki, R., Shah, I. F., Thekiya, A. H., Tabassum, H., & Gupta, S. (2025). Comparative evaluation of photogrammetric, radiographic, and direct measurements in facial analysis: a cross-sectional study. *Cureus*, *17*(3), e81445.
Schoenfeld, L., Ad-El, D., Hayun, Y., Meshulam-Derazon, S., Shilo-Yaacobi, D., Kershenovich, A., & Olshinka, A. (2025). Novel 3D-printed aids for total ear reconstruction. *3D Printing in Medicine*, *11*(1), 55.
Sforza, C., Grandi, G., Binelli, M., Tommasi, D. G., Rosati, R., & Ferrario, V. F. (2009). Age- and sex-related changes in the normal human ear. *Forensic Science International*, *187*(1-3), 110.e1–110.e1107.
Barone, A. A., Farley, G., Vieira Alves, V. P., Bredemeier, N. O., Hogan, E., Madzia, J., Woodyard, K., Schwentker, A. R., & Fleck, R. J. (2023). Characterization of auricular growth within the pediatric population using Computed Tomography scan measurements. *Plastic and Reconstructive Surgery Global Open*, *11*(8), e5210.
Niemitz, C., Nibbrig, M., & Zacher, V. (2007). Human ears grow throughout the entire lifetime according to complicated and sexually dimorphic patterns--conclusions from a cross-sectional analysis. *Anthropologischer Anzeiger; Bericht uber die biologisch-anthropologische Literatur*, *65*(4), 391–413.
Azaria, R., Adler, N., Silfen, R., Regev, D., & Hauben, D. J. (2003). Morphometry of the adult human earlobe: a study of 547 subjects and clinical application. *Plastic and Reconstructive Surgery*, *111*(7), 2398–2404.
Bahşi, İ., Orhan, M., Kervancioğlu, P., Karatepe, Ş., & Sayin, S. (2023). External ear anthropometry of healthy Turkish young adults. *The Journal of Craniofacial Surgery*, *34*(8), e799–e803.
Schonauer, F., De Luca, S., Razzano, S., & Molea, G. (2012). Do the ears grow with age?. *European Archives of Oto-rhino-laryngology, 269*(4), 1307–1308.
Kelley, P., Hollier, L., & Stal, S. (2003). Otoplasty: evaluation, technique, and review. *The Journal of Craniofacial Surgery*, *14*(5), 643–653.
Zhu, Z., Yao, J., Cao, B., Zhou, K., & Ji, X. (2021). Statistical analysis of shape of auricular concha for mass customization of OTC hearing aids. *International Journal of Morphology*, *39*(6), 1655-1662.
Acosta-Rodríguez, A., Reza-López, S. A., Aguilar-Torres, C. R., Hinojos-Gallardo, L. C., & Chávez-Corral, D. V. (2025). A systematic review of congenital external ear anomalies and their associated factors. *Frontiers in Pediatrics*, *13*, 1520200.
Rodríguez-Arias, J. P., Gutiérrez Venturini, A., Pampín Martínez, M. M., Gómez García, E., Muñoz Caro, J. M., San Basilio, M., Martín Pérez, M., & Cebrián Carretero, J. L. (2022). Microtia ear reconstruction with patient-specific 3D models-a segmentation protocol. *Journal of Clinical Medicine*, *11*(13), 3591.
Chantajitr, S., & Wattanawong, K. (2021). Anthropometric study of the normal external ear in adult Thai people; age and sex-related difference. *The Journal of the Medical Association of Thailand*, *104*(Suppl 5), S61-S69.
Tarba, C. I., Dragomir, I., Baciu, I. M., Vatamanu, O. E. B., Ghionea, I. G., & Cristache, C. M. (2025). A hybrid workflow for auricular episthesis: proof of concept integrating mold design and the virtual patient. *Prosthesis*, *7*(5), 114.
Lin, Y., Ronde, E. M., van den Brule, K. E. J., Lachkar, N., van Etten-Jamaludin, F. S., Smit, T. H., & Breugem, C. C. (2023). Objective quantitative methods to evaluate microtia reconstruction: A scoping review. *JPRAS Open*, *38*, 65–81.
Song, H., Shin, G. W., Yoon, Y., & Bahn, S. (2020). The effects of ear dimensions and product attributes on the wearing comforrt of wireless earphones. *Applied Sciences*, *10*(24), 8890.

Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarının Akademisyen Profillerinin Değerlendirilmesi

Engin TEKİN

Öğr. Gör. Dr. Uşak Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, engin.tekin@usak.edu.tr, ORCID No: 0000-0002-7073-3301.

ÖZET

Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı sağlık kuruluşları ve hastanelerde görevlendirilmek üzere nitelikli sağlık teknikeri yetiştirmeyi amaçlamaktadır. Bu araştırmada Türkiye'de Ege ve Marmara Bölgesindeki devlet üniversitelerin Tıbbi Görüntüleme programlarında görev yapmakta olan öğretim elemanlarının akademik profillerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Buradan hareketle, Tıbbi Görüntüleme Teknikleri programlarında görevli akademisyenlerin "YÖKAKADEMİK"'te bulunan özgeçmişlerindeki bilgiler değerlendirilmiştir. Çalışma dahilinde Ege ve Marmara Bölgesindeki 16 devlet üniversitede bulunan 17 Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programındaki 50 akademisyen incelemeye alınmıştır. Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarında görev alan 50 akademisyenin 14 farklı lisans bölümünden mezun olduğu tespit edilmiştir. Fizik bölümü en fazla lisans mezuniyeti olan bölümdür. Fizik bölümünden sonra biyoloji bölümü gelmektedir. Yüksek lisans ve doktora mezuniyet alanında da Fizik bölümü ilk sıradadır. Yüksek lisans alanında Sağlık Fiziği bölümü mezunu 6, doktora alanında Biyofizik bölümü mezunu 4 öğretim elemanı olduğu belirlenmiştir. Ege Üniversitesi ve İstanbul Üniversitesi akademisyenlerin en fazla mezun oldukları üniversitelerdir. Tıbbi Görüntüleme Teknikleri programlarında alan dışı sayılabilecek akademisyenlerin de olduğu belirlenmiştir. Tıbbi Görüntüleme ve radyoloji bilim alanı dışında alan mezuniyetleri olan akademisyenlerde ders hâkimiyeti, ders anlatımı gibi konularda zorlanabilecekleri ve verim düşüşü yaşayacakları düşünülmektedir. Bu nedenle Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarında akademisyenlik için fen, sağlık bilimleri bölümleri mezunlarına öncelik verilmesi önerilmektedir. Sağlık Fiziği, Temel Radyoloji programları yüksek lisans ve Biyofizik bölümü doktora programlarından mezun akademisyenlerinin istihdam edilmesinin, ders hakimiyeti vb konularda oluşabilecek problemleri önleyebileceği düşünülmektedir. Bu çalışma, tüm devlet ve vakıf üniversiteleri için de yapılmalıdır. Bilindiği kadarıyla Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarında görev yapan akademisyenlerin profil analizinin yapıldığı bir araştırma yoktur.

Anahtar Kelimeler – Tıbbi Görüntüleme, Akademisyen Profili, Sağlık Hizmetleri MYO, Yükseköğretim.

GİRİŞ

Meslek Yüksekokulları (MYO) "belirli mesleklere yönelik nitelikli insan gücü yetiştirmeyi amaçlayan, yılda iki ya da üç dönem olmak üzere iki yıllık eğitim-öğretim sürdüren, ön lisans derecesi veren bir yükseköğretim kurumudur" (Yükseköğretim Kanunu). Sektörün mesleki ve sosyal

yetkinlikleri kazanmış mezunlara ihtiyacı vardır. MYO'ları sektörün bu ihtiyacını yükseköğretim programları ile karşılamaya çalışmaktadır. MYO'larda eğitim-öğretim, mesleki bilgi kazandırmaya ilaveten öğrencilere sosyalleşme, kişisel gelişim, etkili iletişim, meslek etği gibi konularda yeterlilik ve beceriler kazandırmayı amaçlamaktadır (Turan, 2002: 275). MYO'lar "nitelikli ara eleman yetiştirerek, istihdam sağlamakta, kalkınmaya dolaylı olarak fayda sağlamaktadır". MYO eğitim-öğretimi, öğrencilerin iki yılda meslek sahibi olmalarını ve öğrencilerin iş gücüne katılmalarına imkan vermektedir (Kaya vd., 2022: 126).

Meslek yüksekokullarınn bazı sorunları da bulunmaktadır. Bu sorunlar; "öğrenci kalitesinin düşüklüğü, öğretim elemanlarının mesleki deneyim eksikliği, istihdam yönelimli düzenlemelerin etkili bir biçimde uygulanamaması, eğitim ve öğretimin kampüs hayatından veya sektörden uzak gerçekleştirilmesi, denetim yetersizliği" olarak verilebilir (Akdemir vd., 2018:495). Bu sıkıntıların aşılması için, Yükseköğretim Kurulu MYO'larda yeni program açılmasında, "alanında kadrolu en az üç öğretim görevlisi (Öğr. Gör.) bulunması ve bu öğretim görevlilerinden en az bir tanesinin yüksek lisans mezunu olması" koşolunu getirmiştir (Yükseköğretim Kurulu, 2013).

Öğretim elemanları, MYO'larda -araştırma görevlileri dışında- kadrolu olarak çalışabilmektedir. Bu durum Yükseköğretim Kanunu, Madde 3'de, "yükseköğretim kurumlarında görevli öğretim üyeleri, Öğr. Gör. ve araştırma görevlilerini; öğretim üyeleri ise Yükseköğretim kurumlarında görevli profesör, doçent ve doktor öğretim üyelerini" olarak belirtilmiştir. Literatürdeki çalışmalarda, MYO'larda görev yapan akademisyen kadrolarının büyük bölümünün öğretim görevlilerinden oluştuğu bildirilmiştir. Öğr. Gör. Kadro atamalarında "Öğretim Üyesi Dışındaki Öğretim Elemanı Kadrolarına Naklen veya Açıktan Yapılacak Atamalarda Uygulanacak Merkezi Sınav ile Giriş Sınavlarına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliği" (2018) doğrultusunda belirlenen koşullar ile atamalar gerçekleştirilir. Öğr. Gör. kadrolarına başvurularda yönetmelikte belirtilen özel koşullar şu şekilde verilmektedir; (Kaya vd., 2022: 127)

"En az tezli yüksek lisans derecesine sahip olmak."

- "MYO'ların Yükseköğretim Kurulu tarafından belirlenen uzmanlık alanıyla doğrudan ilgili lisans mezuniyeti bulunmayan alanlardaki programların Öğr. Gör. kadrolarına başvuracak adaylarda, en az lisans mezunu olup belgelendirmek kaydıyla alanında en az iki yıl tecrübe sahibi olmak."
- "MYO'ların Yükseköğretim Kurulu tarafından belirlenen uzmanlık alanlarındaki uygulamalı dersleri vermek üzere istihdam edilecek Öğr. Gör.'lerde, her program için Yükseköğretim Kurulu tarafından karar verilen sayıdaki Öğr. Gör. kadrosu için geçerli olmak üzere, lisans mezunu olup belgelendirmek kaydıyla uygulama alanında en az dört yıl mesleki tecrübe sahibi olmak şartı aranır."

MYO'ların sanayi, sağlık sektörü ve sosyal kuruluşlarda çalışacak personel ihtiyacının sağlanmasında çok kritik ve önemli roller vardır. Geçmişte MYO eğitim-öğretim kalitesinde, kontenjan artışları etkisiyle de düşüş olduğu görülmüştür. Her ilde ve ilçesinde MYO'lar kurulmasına rağmen, kurulan MYO'ların fiziksel alt yapısı mesleki eğitim için yetersizsiz kalmaktadır. MYO açılmasında öğretim kalitesi için gerekli şartlar sağlanamamaktadır. MYO'ların kurulum aşamalarında ve MYO'lara yeni bölüm-program açılmasında ana amaç üniversiteyi ve MYO'yu sayısal açıdan büyütmek değil, istihdam ihtiyacını nitelikli personel ile karşılamak olmalıdır (Ulus vd., 2015: 170).

Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulları (SHMYO), Sağlık hizmetleri alanında sağlık teknikeri yetiştirmek amacıyla kurulmuştur. SHMYO'ların bünyelerinde çeşitli sağlık meslekleri için programlar bulunmaktadır. SHMYO'ların sayılarında artışlar görülmüştür. Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programları, 2009 yılı önesinde Radyoloji, 2009'dan itibaren Tıbbi Görüntüleme Teknikleri (TGT) Programı ismi ile SHMYO'larda bulunmaktadır (Acar, 2016).

Radyoloji, hastalıkların teşhisinde ve tedavi süreçlerinde kritik bir rol oynamaktadır. Bu nedenle Radyoloji modern tıbbın temel taşlarından birisi olmuştur (Türkmen vd., 2024:185). Radyoloji fizik, elektronik mühendisliği ve bilgisayar teknolojilerindeki ilerlemelerle birlikte sürekli gelişim halindedir. Radyoloji birçok hastalık için ana teşhis aracı haline gelmiştir. Tedavilerin izlenmesinde, hastalık tahmin ve öngörüsünde artık radyoloji çok önemli rol oynamaktadır (Emikönel vd., 2023:197). Radyoloji, hastalıkların teşhis edilmesi, öngörülmesi ve tedavilerini hızlandırmada çeşitli tıbbi görüntüleme yöntem ve cihazlarını kullanan bilim dalıdır, "X-ışınları ve diğer görüntüleme yöntemlerinin tıpta tanı ve tedavi amacıyla kullanılması" anlamındadır. Teşhis ve tedavi için kullanılan bu yöntemlere örnekler; "ultrason, bilgisayarlı tomografi (BT), Manyetik Rezonans Görüntüleme (MR), nükleer tıp yöntemleri, mamografi" dir. Bu radyolojik teknikleri uygulayarak çekimleri gerçekleştirecek sağlık teknikerleri, Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarında verilen eğitimler doğrultusunda yetiştirilir (Uyar, 2020).

Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarında, "Radyoloji, Nükleer Tıp, Radyasyon Onkolojisi" bölümlerindeki görüntüleme-radyolojik cihazlarının çalışma prensipleri, radyolojik tetkikdeki hasta hazırlıkları ve pozisyonlamalarının yapılması ve radyolojik görüntülerin elde edilmesi konularında dersler bulunmaktadır. Program mezunlarının bireysel çalışma yetkileri yoktur. Devlet ve özel hastanelerinin radyoloji birimlerinde çalışabilirler. Türkiye'de son 5-10 yılda tıbbi görüntüleme cihaz sayıları yüksek artış göstermiştir. Nüfus artışı ile birlikte de görüntüleme cihaz sayılarının daha fazla artacağı ve tıbbi görüntüleme teknikerlerine duyulan gereksinimde de artışlar olacağı öngörülebilir. Teknolojinin hızla gelişmesi ve insan sağlığının herşeyin önünde gelmesi nedeniyle, tıbbi görüntüleme

teknikerliği mesleğinin geleceğinin parlak ve kritik önemde mesleklerden biri olduğu söylenebilir (Uyar, 2020).

Tıbbi Görüntüleme Teknikleri ön lisans programının amacı, temel bilgi donanımına sahip, nitelikli radyoloji personeli yetiştirmektir. Tıbbi Görüntüleme Teknikerliğinde nitelikten kasdedilen "çağdaş bilgi ve beceri ile donanılmış, hasta ve çalışma ekibiyle iletişim yeteniği gelişmiş, sorunlara karşı çözüm odaklı, radyoloji birimi güncel cihaz hakimiyeti ve teknolojik anlamda araç ve gereçleri kullanabilen, insan sağlığı ve psikolojisine önem veren, etik kavramları hiçbir zaman göz ardı etmeyen" Tıbbi Görüntüleme Teknikeri yetiştirmektir. TGT programlarında eğitim-öğretim, teorik mesleki eğitimin yanında, uygulama dersleri ile pratik eğitimin de olduğu bir eğitim-öğretimdir (Dündar, 2019:32).

Radyoloji birimleri sağlık sektörünün gören gözü konumuna gelmiştir. Radyoloji birimlerinde cihaz kullanım ve yönetimini TGT program mezunları gerçekleştirmektedir. Türkiye'de görüntüleme-radyolojik çekim sayılarında avrupanın ve dünyanın birinci sırasındadır ve radyoloji birimlerinde iyonize edici radyasyon gibi son derece tehlikeli bir unsurla karşı karşıyadırlar. Nitelikli radyoloji eğitimi alamadan radyoloji birimlerinde görev yapan program mezunu teknikerlerin, sağlık hizmeti verdiği kişilere zarar verebilme durumu göz ardı edilmemelidir (Dündar, 2019:16). Işte Tıbbi Görüntüleme Teknikerliği mesleğinin bu kritik öneminden yola çıkarak, bu araştırmanın amacı, Türkiye'deki Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokullarında bulunan Ege ve Marmara Bölgesindeki üniversitelerin Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarında görevli akademisyenlerin akademik özgeçmişleri içerik analizi ile değerlendirilerek akademik profillerinin belirlenmesidir. Literatür incelendiğinde, Türkiye'de Tıbbi Görüntüleme Teknikleri programlarında görev yapan akademisyenlerin profilini ele alan bir araştırmaya rastlanmamıştır. Bu konuda yapılmış bir araştırmanın olmayışı, sunulan bu araştırmanın özgün oluşunu ve yapılma güdülenmesini ortaya koyması nedeniyle önemlidir.

YÖNTEM

Araştırmada, "daha önce çeşitli amaçlarla elde edilmiş veriler ve dokümanları barındıran ikincil verilerden, ikincil veri türlerinden ise dokümantasyonel ikincil verilerden" faydalanılmıştır (Altunışık vd., 2012). Buradan hareketle, yazılı olmayan dokümantasyon üzerinden, Türkiye'de

örgün öğretimdeki Ege ve Marmara Bölgesindeki Devlet Üniversitelerinde Tıbbi Görüntüleme Teknikleri programlarında görevli akademisyenlerin "YÖKAKADEMİK" web sayfasında yer alan özgeçmişleri içerik analizine dahil edilmiştir. Araştırma tanımlayıcı tipte bir araştırmadır, ayrıca açıklayıcı verilerden de faydalanılmıştır. Araştırmada, çalışmaya dahil edilen akademisyenlerin CV'leri içerik analizi ile değerlendirilmiştir.

Araştırma kapsamında 10 Aralık 2025 tarihinde, "YÖKATLAS veri tabanı tercih sihirbazı" incelenmiş, aktif öğretime devam eden Tıbbi Görüntüleme Teknikleri programları tespit belirlnmiştir. bu programlarda görevli akademisyenlerin belirlenmesi için, üniversitelerin ve Sağlık Hizmetleri MYO'ların web sayfalarına bakılarak akademisyen profilleri incelenmiştir. Bunun sonucunda 8'i Ege Bölgesi ve 8'i Marmara Bölgesindeki devlet üniversitesinde bulunan 17 Tıbbi Görüntüleme Teknikleri programı tespit edilmiştir. Bu kapsamda 14'ü il merkezlerinde, 3'ü ise ilçe Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokullarında bulunan 17 Tıbbi Görüntüleme Teknikleri programı incelemeye alınmıştır. Yapılan araştırmada Ege ve Marmara Bölgesi Devlet üniversitelerindeki Tıbbi Görüntüleme Teknikleri programlarında görev yapan 50 akademisyen olduğu belirlenmiştir.

Belirlenen akademisyenlerin, görev yaptıkları üniversitelerin web sayfaları ve "YÖKAKADEMİK" veritabanında bulunan CV'leri karşılıklı olarak değerlendirmeye alınmıştır. Elde edilen veriler Microsoft Office Excel paket programında oluşturulan veritabanına önceden belirlenmiş kategoriler "üniversite türü, MYO türü, bölüm türü, kadronun bulunduğu il/ilçe, unvan, cinsiyet, öğrenim durumu, lisan mezuniyet bölümü, lisans üniversite, yüksek lisans bölüm, yüksek lisans üniversite, doktora bölüm, doktora üniversite" çerçevesinde işlenmiş ve analizi yapılmıştır.

Araştırma kapsamında bazı üniversitelerdeki öğretim elemanlarının lisans eğitim bilgilerine ulaşılamamıştır. Öğretim elemanlarının "YÖKAKADEMİK" veritabanında CV'lerini güncellememeleri ve sadece Ege ve Marmara Bölgesindeki Devlet üniversiteleri için çalışmanın gerçekleştirilmiş olması bu araştırmanın kısıtlılıklarıdır.

Bu araştırmada değerlendirilen verilerin "kamuya açık veriler olması ve herhangi bir klinik süreç veya canlının çalışmaya doğrudan dâhil edilmemesi" nedeniyle etik kurul izni alınmamıştır.

BULGULAR

Çalışma kapsamında, Ege Bölgesinde Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı bulunan 8 devlet üniversitesi ve Marmara Bölgesinde Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı bulunan 8 devlet üniversitesindeki 17 Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programında görev yapmakta olan öğretim elemanlarının CV'leri incelenmiştir (Tablo 1 ve Tablo 2). Yapılan inceleme sonucunda, çalışma kapsamındaki Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarında görev yapmakta olan 50 öğretim elemanı olduğu tespit edilmiştir. Araştıma çerçevesinde CV'leri incelenen akademisyenlerin demografik bilgileri Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 1: Ege Bölgesindeki Üniversitelerdeki Akademisyen Sayıları

EGE BÖLGESİ ÜNİVERSİTELERİ TIBBİ GÖRÜNTÜLEME TEKNİKLERİ PROGRAMLARI		
ÜNİVERSİTE	**MYO**	**AKADEMİSYEN SAYISI**
AFYONKARAHİSAR SAĞLIK BİLİMLERİ	ATATÜRK SAĞLIK HİZMETLERİ MYO	2
AYDIN ADNAN MENDERES	SÖKE SAĞLIK HİZMETLERİ MYO	2
AYDIN ADNAN MENDERES	AYDIN SAĞLIK HİZMETLERİ MYO	3
DOKUZ EYLÜL	SAĞLIK HİZMETLERİ MYO	4
EGE	ATATÜRK SAĞLIK HİZMETLERİ MYO	2
KÜTAHYA SAĞLIK BİLİMLERİ	SİMAV SAĞLIK HİZMETLERİ MYO	2
MANİSA CELAL BAYAR	MANİSA SAĞLIK HİZMETLERİ MYO	4
PAMUKKALE	DENİZLİ SAĞLIK HİZMETLERİ MYO	3
UŞAK	SAĞLIK HİZMETLERİ MYO	3

Tablo 2: Marmara Bölgesindeki Üniversitelerdeki Akademisyen Sayıları

MARMARA BÖLGESİ ÜNİVERSİTELERİ TIBBİ GÖRÜNTÜLEME TEKNİKLERİ PROGRAMLARI		
ÜNİVERSİTE	**MYO**	**AKADEMİSYEN SAYISI**
BANDIRMA 17 EYLÜL	SAĞLIK HİZMETLERİ MYO	4
BURSA ULUDAĞ	SAĞLIK HİZMETLERİ MYO	3
ÇANAKKALE 18 MART	ÇANAKKALE SAĞLIK HİZMETLERİ MYO	2
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA	SAĞLIK HİZMETLERİ MYO	4
KOCAELİ	SAĞLIK HİZMETLERİ MYO	2
MARMARA	SAĞLIK HİZMETLERİ MYO	5
SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ-İSTANBUL	HAMİDİYE SAĞLIK HİZMETLERİ MYO	2
TRAKYA	SAĞLIK HİZMETLERİ MYO	3

Tablo 3: Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarında Görev Yapan 50 Akademisyenin Demografik Bilgileri

Değişkenler	**Frekans**	**Yüzde**
Cinsiyet		
Erkek	27	%54
Kadın	23	%46
Çalıştığı Yer		
Merkez	42	%84
İlçe	8	%16
Öğrenim Durumu		
Doktora Mezunu	37	%74
Yüksek Lisans Mezunu	13	%26
Unvan		
Prof. Dr.	2	%4
Doç. Dr.	15	%30
Dr. Öğr. Üyesi	10	%20
Öğr. Gör. Dr	10	%20
Öğr. Gör.	13	%26

Bu çalışma kapsamında değerlendirilen öğretim elemanlarının 27'si (%54) Erkek, 23'ü (%46) Kadın öğretim elemanlarından oluşmaktadır. Cinsiyet kategorisinde birbirine yakın yüzdeler görülse de, Tıbbi Görüntüleme Teknikleri programlarında Erkek akademisyenlerin daha yüksek sayıda olduğu söylenebilir. Akademisyenlerin görev yaptığı Sağlık Hizmetleri MYO'ların bulundukları yerler açısından incelemesi yapıldığında, ilçelerdeki Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarında 8 (%16), il merkezlerinde ise 42 (%84) öğretim elemanının çalıştığı belirlenmiştir.

Öğretim elemanlarının öğrenim durumu incelendiğinde, doktora mezunu 37 (%74), yüksek lisans mezunu 13 (%26), öğretim elemanı bulunduğu tespit edilmiştir. Yüksek sayıda doktora öğrenimini tamamlamış akademisyenin Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarında görev yapması önemlidir. Ege ve Marmara Bölgesi devlet üniversitelerindeki Tıbbi Görüntüleme Programlarında 2 (%4) Profesör, 15 (%30) Doçent, 10 (%20) Doktor Öğretim Üyesi, 10 (%20) Öğretim Görevlisi Doktor ve 13 (%26) Öğretim Görevlisi bulunmaktadır. Önlisans programlarında genellikle yüksek lisans mezunu öğretim görevlileri görev yapmasına rağmen, Ege ve Marmara Bölgesi üniversitelerindeki Tıbbi Görüntüleme Programlarında yüksek oranda Öğretim Üyesi sayısının olması, Tıbbi Görüntüleme Programları için kıymetli olarak nitelendirilebilir.

Türkiye'de Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarının tamamı Sağlık Hizmetleri MYO bünyesinde ve Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü altında bulunmaktadır.

Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarında görev yapmakta olan öğretim elemanlarının çalıştıkları yerlerin cinsiyetler açısından değerlendirilmesi Tablo 4'de sunulmuştur:

Tablo 4: Akademisyenlerin çalıştıkları yerlerin cinsiyetler açısından değerlendirilmesi

Değişkenler	**Cinsiyet**				**Toplam**	
	Erkek		**Kadın**			
Çalıştığı Yer	**Frekans**	**Yüzde**	**Frekans**	**Yüzde**	**Frekans**	**Yüzde**
Merkez	22	52,3	20	47,7	42	84
İlçe	5	62,5	3	37,5	8	16

Araştırma kapsamında, çalıştıkları Sağlık Hizmetleri MYO'ların bulunduğu yer açısından, ilçelerde (%62,5-%37,5) ve şehir merkezlerindeki MYO'larda (%52,3- %47,7) erkek öğretim elemanlarının kısmen daha fazla olduğu söylenebilir.

Tıbbi Görüntüleme Teknikleri programlarındaki akademisyenlerin lisans, yüksek lisans ve doktora mezuniyet bölümleri bilgilerine Tablo 5'de yer verilmiştir:

Tablo 5: Akademisyenlerin Mezun Olunan Bölüm-Öğrenim Düzeyi Değerlendirilmesi

	Lisans		Yüksek Lisans		Doktora	
Bölümler	**Frekans**	**Yüzde**	**Frekans**	**Yüzde**	**Frekans**	**Yüzde**
Fizik	22	44	16	32	10	27
Biyoloji	6	12	2	4	2	5,4
Hemşirelik	3	6	1	2	1	2,7
Tıp	3	6	-	-	2	5,4
Veterinerlik	2	4	-	-	1	2,7
İşletme	2	4	-	-	1	2,7
Fizik Mühendisliği	2	4	1	2	1	2,7
Biyomedikal Mühendisliği	1	2	1	2	-	-
Çevre Mühendisliği	1	2	1	2	-	-
Elektronik Mühendisliği	1	2	1	2	-	-
Kamu Yönetimi	1	2	-	-	-	-
Sağlık Yönetimi	1	2	-	-	-	-
Sağlık Memurluğu	1	2	-	-	-	-
Ortaöğretim Fen Eğitimi	1	2	1	2	1	2,7
Afet Yönetimi	-	-	1	2	1	2,7
Anatomi	-	-	1	2	1	2,7
Biyofizik	-	-	1	2	4	10,8
Fizyoloji	-	-	1	2	3	8,1
Genetik	-	-	1	2	-	-
Gıda Mühendisliği	-	-	1	2	-	-
Histoloji ve Embriyoloji	-	-	1	2	-	-
Matematik	-	-	1	2	1	2,7
Moleküler Tıp	-	-	1	2	-	-
Sağlık Fiziği	-	-	6	12	3	8,1
Temel Radyoloji	-	-	3	6	-	-
Temel Tıp Bilimleri	-	-	1	2	1	2,7
Adli Tıp	-	-	-	-	1	2,7
Botanik	-	-	-	-	1	2,7
Medikal Fizik	-	-	-	-	1	2,7
Radyoloji	-	-	-	-	1	2,7
Belirtilmemiş	3	6	7	14	-	-
TOPLAM	**50**	**100**	**50**	**100**	**37**	**100**

Ege ve Marmara Bölgelerindeki devlet üniversitelerin Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarında görev yapan akademisyenler, 14 farklı lisans bölümünden mezun olmuşlardır. Lisans düzeyinde 22 (%44) öğretim elemanı ile Fizik bölümü, akademisyenlerin en fazla mezun olduğu bölümdür. Biyoloji bölümü 6 (%12) öğretim elemanı ile ikinci sırada yer almaktadır. Hemşirelik bölümü 3 (%6) öğretim elemanı ile üçüncü, Tıp Fakültesi 3 (%6) öğretim elemanı ile mezuniyet bölümlerinde dördüncü

sıradadır. Lisans mezuniyet alanları açısından Fen ve Sağlık Bilimleri alanlarından öğretim elemanları bulunmakla birlikte, sağlık yönetimi, işletme ve çevre mühendisliği gibi alan dışı sayılabilecek bölümlerden mezun olan öğretim elemanlarının da görev yaptığı tespit edilmiştir.

Ege ve Marmara Bölgelerindeki üniversitelerin Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarında görev yapan öğretim elemanları, 20 farklı yüksek lisans bölümünden mezun olan akademisyenlerdir. Yüksek Lisans düzeyinde de 16 (%32) kişi ile Fizik bölümü, akademisyenlerin en fazla mezun olduğu bölümdür. Sağlık Fiziği bölümü 6 (%12) öğretim elemanı ile ikinci sırada yer almaktadır. Temel Radyoloji bölümü de 3 (%6) öğretim elemanı ile üçüncü sıradadır. Yüksek Lisans mezuniyet alanları açısından yine Fen ve Sağlık Bilimleri alanlarından öğretim elemanları öne çıkmakla birlikte, afet yönetimi, genetik ve çevre mühendisliği gibi alan dışı sayılabilecek bölümlerden mezun olan öğretim elemanlarının da görev yaptığı tespit edilmiştir.

Ege ve Marmara Bölgelerindeki üniversitelerin Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarında görev yapan öğretim elemanları, 19 farklı doktora programından mezun olan akademisyenlerden oluşmaktadır. Doktora düzeyinde de 10 (%27) kişi ile Fizik bölümü, akademisyenlerin en fazla mezun olduğu bölümdür. Biyofizik bölümü 4 (%10,8) öğretim elemanı ile ikinci sırada yer almaktadır. Fizyoloji ve Sağlık Fiziği bölümleri 3 (%8,1) öğretim elemanı ile üçüncü sıradadır. Doktora mezuniyet alanları açısından da Fen ve Sağlık Bilimleri alanlarından öğretim elemanları öne çıkmakla birlikte, afet yönetimi, botanik ve veterinerlik gibi alan dışı bölümlerden mezun olan öğretim elemanlarının da görev yaptığı tespit edilmiştir.

Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarında görevli akademisyenlerin lisans, yüksek lisans ve doktora yaptıkları bölümlerinin, öğrenim düzeylerine göre değerlendirildiği veriler Tablo 6'da yer almaktadır:

Tablo 6: Unvanlara göre bölüm ve öğrenim düzeyi dağılımı

Değişkenler		Unvan									
		Prof. Dr.		Doç. Dr.		Dr. Öğr. Üyesi		Öğr. Gör. Dr		Öğr. Gör.	
Bölüm / ABD	**Öğrenim Düzeyi**	**F**	**%**	**F**	**%**	**F**	**%**	**F**	**%**	**F**	**%**
Fizik	Lisans	0	0	9	41	2	9	4	18	7	32
	Y.Lisans	0	0	6	37,5	1	6,25	4	25	5	31,2
	Phd	0	0	7	70	0	0	3	30	0	0
Biyoloji	Lisans	0	0	1	16,6	3	50	1	16,6	1	16,6
	Y.Lisans	0	0	1	50	0	0	0	0	1	50
	Phd	0	0	0	0	2	100	0	0	0	0
Hemşirelik	Lisans	0	0	0	0	3	100	0	0	0	0
	Y.Lisans	0	0	0	0	1	100	0	0	0	0
	Phd	0	0	0	0	1	100	0	0	0	0
Tıp	Lisans	2	66,6	0	0	1	33,3	0	0	0	0
	Y.Lisans	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Phd	1	50	-	-	1	50	-	-	-	-
Sağlık Fiziği	Lisans	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Y.Lisans	0	0	2	33,3	0	0	1	16,6	3	50
	Phd	0	0	1	33,3	1	33,3	1	33,3	0	0
Temel Radyoloji	Lisans	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Y.Lisans	0	0	1	33,3	0	0	0	0	2	66,7
	Phd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Biyofizik	Lisans	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Y.Lisans	-	-	1	100	-	-	-	-	-	-
	Phd	0	0	1	25	0	0	3	75	0	0
Fizyoloji	Lisans	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Y.Lisans	0	0	0	0	1	100	0	0	0	0
	Phd	0	0	2	66,7	1	33,3	0	0	0	0
Diğer Bölümler	Lisans	0	0	5	31,2	1	6,25	5	31,2	5	31,2
	Y.Lisans	2	10	4	20	7	35	5	25	2	10
	Phd	1	3,7	4	14,8	6	22,2	3	11,1	13	48,1

Ege ve Marmara Bölgesindeki üniversitelerin Tıbbi Görüntüleme Teknikleri programlarında görev yapmakta olan öğretim elemanları içerisinde, ünvan açısından değerlendirme yapıldığında 13 öğretim görevlisinin (Öğr. Gör.) bulunduğu görülmektedir. Öğretim Görevlileri %32 lisans, %31,25 Yüksek lisans mezunu olarak Fizik bölümünde görevlerine devam etmektedirler. Sağlık Fiziği bölümü yüksek lisans mezunu 3 (%50) akademisyen de Öğr. Gör. ünvanı ile çalışmaktadır.

Bu araştırmada, 10 Öğretim Görevlisi Doktor (Öğr. Gör. Dr.) örnekleme dâhil edilmiştir. Bu unvanda bulunan öğretim elemanları

içerisinde yine Fizik bölümü mezunları çoğunluktadır. Öğr. Gör. Dr.'ların %18'i lisans, %25'i Yüksek lisans, %30'u doktora eğitimini Fizik alanında tamamlamıştır. Doktorasını Biyofizik bölümünde tamamlayan akademisyenlerin %75'i Öğr. Gör. Dr.'dur.

Ege ve Marmara Bölgesindeki devlet üniversitelerinin Tıbbi Görüntüleme Teknikleri programlarında görev yapmakta olan öğretim elemanları içerisinde, ünvan açısından değerlendirme yapıldığında 10 doktor öğretim üyesi (Dr. Öğr. Üyesi) bulunduğu görülmektedir. Fizik Bölümü lisans mezunlarının %9'u, yüksek lisans mezunlarının %6,25'i doktor öğretim üyesidir. Biyoloji bölümü lisans mezunu akademisyenlerin %50'si ve hemşirelik lisans mezunu akademisyenlerin %100'ü Dr. Öğr. Üyesidir.

Doçent ünvanlı akademisyenlerin %41'i lisans, %37,5'i Yüksek lisans, %70'i doktora eğitimini Fizik alanında tamamlamıştır. Professor ünvanı alan akademisyenlerin lisans ve doktora bölümleri ise Tıp Fakültesidir.

Ege ve Marmara Bölgesindeki üniversitelerin Tıbbi Görüntüleme Teknikleri programlarında görev yapmakta olan 50 akademisyenin, mezun olunan üniversite-öğrenim düzeyi değerlendirilmesine ait veriler Tablo 7'de yer almaktadır.

Tablo 7: Öğretim elemanlarının mezun oldukları üniversiteler

	Lisans		Yüksek Lisans		Doktora	
Üniversiteler	**Frekans**	**Yüzde**	**Frekans**	**Yüzde**	**Frekans**	**Yüzde**
Ege Üniversitesi	6	12	2	4	5	13,5
İstanbul Üniversitesi	4	8	5	10	5	13,5
Atatürk Üniversitesi	3	6	2	4	2	5,4
Trakya Üniversitesi	3	6	2	4	3	8,1
Anadolu Üniversitesi	2	4	0	0	1	2,7
Ankara Üniversitesi	2	4	0	0	1	2,7
Celal Bayar Üniversitesi	2	4	3	6	3	8,1
Fırat Üniversitesi	2	4	1	2	1	2,7
Gazi Üniversitesi	2	4	3	6	0	0
Hacettepe Üniversitesi	2	4	2	4	1	2,7
Sakarya Üniversitesi	2	4	0	0	0	0
Süleyman Demirel Üniversitesi	2	4	1	2	1	2,7
Dokuz Eylül Üniversitesi	1	2	2	4	2	5,4
Afyon Kocatepe Üniversitesi	1	2	3	6	0	0
18 Mart Üniversitesi	1	2	1	2	1	2,7
Erciyes Üniversitesi	1	2	1	2	0	0
Giresun Üniversitesi	1	2	0	0	0	0
Gümüşhane Üniversitesi	1	2	1	2	1	2,7
Kocaeli Üniversitesi	1	2	1	2	0	0
Marmara Üniversitesi	1	2	3	6	2	5,4
Niğde Üniversitesi	1	2	0	0	0	0
Osmangazi Üniversitesi	1	2	1	2	0	0
Pamukkale Üniversitesi	1	2	0	0	0	0
Uludağ Üniversitesi	1	2	1	2	1	2,7
Yüzüncü Yıl Üniversitesi	1	2	1	2	1	2,7
Yeditepe Üniversitesi	1	2	0	0	0	0
Adnan Menderes Üniversitesi	0	0	2	4	2	5,4
Bülent Ecevit Üniversitesi	0	0	1	2	1	2,7
Medeniyet Üniversitesi	0	0	1	2	0	0
İnönü Üniversitesi	0	0	1	2	1	2,7
Karadeniz Teknik Üniversitesi	0	0	1	2	0	0
Sağlık Bilimleri Üniversitesi	0	0	1	2	0	0
Dumlupınar Üniversitesi	0	0	0	0	1	2,7
Ortadoğu Teknik Üniversitesi	0	0	0	0	1	2,7
Belirtilmemiş	3	6	7	14	0	0

Ege ve Marmara bölgesindeki üniversitelerde Tıbbi Görüntüleme Teknikleri programlarında çalışmakta olan öğretim elemanları 26 farklı üniversitede lisans eğitimlerini tamamlamışlardır. Lisans mezunu olunan üniversiteler açısından değerlendirildiğinde, Ege Üniversitesi (%12), İstanbul Üniversitesi (%8), Atatürk Üniversitesi (%4) ve Trakya Üniversitesi

(%4) en çok mezun vermiş akademisyeni olan üniversiteler olarak ön plana çıkmaktadır.

Tıbbi Görüntüleme Teknikleri programlarında görev yapan öğretim elemanları 25 farklı üniversitede yüksek lisans eğitimlerini tamamlamışlardır. Yüksek Lisans mezunu olunan üniversiteler açısından değerlendirme yapıldığında, İstanbul Üniversitesi (%10), Marmara Üniversitesi (%6), Gazi Üniversitesi (%6), Celal Bayar Üniversitesi (%6) ve Afyon Kocatepe Üniversitesinin (%6) en çok sayıda mezun akademisyeni olan üniversiteler oldukları belirlenmiştir.

Doktora düzeyinde ise 21 farklı üniversiteden doktora mezunu öğretim elemanı bulunmaktadır. Doktora mezuniyetinde İstanbul Üniversitesi (%13,5), Ege Üniversitesi (%13,5), Trakya Üniversitesi (%8,1) ve Celal Bayar Üniversitesi (%8,1) akademisyen oranlarıyla diğer üniversitelere göre daha çok öğretim elemanı yetiştiren üniversiteler olarak ön planda bulunmaktadır.

Öğrenim durumuna gore mezun olunan üniversiteler değerlendirmesinde, Ege Üniversitesi ve İstanbul Üniversitesinin ön plana çıktığı görülmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ege ve Marmara Bölgesindeki devlet üniversitelerinin Tıbbi Görüntüleme Teknikleri programlarının akademisyen profilini ortaya koymayı amaçlayan bu araştırmada, verilerin içerik analizinin yapıldığı tarih itibariyle, Ege Bölgesindeki devlet üniversitelerinde 9, Marmara Bölgesindeki devlet üniversitelerinde 8 olmak üzere toplamda 17 adet Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı bulunmaktadır. Bu 17 Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programında görev yapan 50 akademisyen için profil analizi gerçekleştirilmiştir.

Araştırmanın bulgularına göre Ege ve Marmara Bölgesindeki devlet üniversitelerinin Tıbbi Görüntüleme Teknikleri programlarında çalışan akademisyenlerin %54'ü'i erkek, %46'sı kadındır. Türkiye İstatistik Kurumu (2024) verileri incelendiğinde, Türkiye'de 15 yaş ve üzeri bireylerde iş bulma oranı %49,5'dur. Kadınların %36,8, erkeklerin %72 oranla iş gücüne katıldıkları rapor edilmiştir. Akademisyenlikte ise, Türkiye'de erkek akademisyen oranı %54,87, kadın akademisyen oranı ise %45,13 olarak bildirilmiştir (Aldırmaz, 2020:1). Buradan yola çıkılarak, kadınlar akademik kadrolarda erkeklere göre daha az yer bulmaktadırlar. Ancak kadın

akademisyenlerin profillerinin değerlendirildiği diğer bir araştırmada, 2006 yılından bu yana Türkiye'de üniversite sayılarının artmasıyla, kadın akademisyenlere ihtiyacı arttığı ve kadın akademisyenlerin sayılarının gün geçtikçe arttığı da ortaya konulmuştur (Akgün, 2020:6). Devlet üniversitelerinde de, devlet üniversitelerindeki erkek akademisyenler (%56,26), kadın akademisyenlere (%43,74) göre daha yüksek oranda akademik kadrolarda çalışmaktadır (Aldırmaz, 2020:1). .

Ege ve Marmara Bölgesindeki program akademisyenlerinin %74'ünün doktora eğitimlerini tamamladığı belirlenmiştir. Doktora eğitimlerine devam eden akademisyenler de vardır. Tıbbi görüntüleme alanına uygun doktora programlarının açılmasıyla, doktora mezunu öğretim elemanı sayısında da artış görülmesi beklenmektedir.

Ege ve Marmara Bölgesindeki program akademisyenlerinin lisans, yüksek lisans ve doktora mezuniyet alanları değerlendirildiğinde, Fizik Bölümü mezunlarının tıbbi görüntüleme alanında daha fazla istihdam edildikleri sonucuna varılmıştır. Fizik bölümü, Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarında mezuniyet alanı için ana alandır. Lisans mezuniyetinde Biyoloji bölümünün de öne çıktığı belirlenmiştir. Yüksek lisans mezuniyeti için Sağlık Fiziği ve Temel Radyoloji bölümü mezunu akademisyen sayısı da yüksektir. Üniversitelerde Sağlık Fiziği ve Temel Radyoloji yüksek lisans program sayısının artması, Tıbbi Görüntüleme Programı için önem arz etmektedir. Doktora mezuniyeti için Biyofizik Bölümü öne çıkmaktadır. Biyofizik Bölümü doktorasını tamamlayan akademisyenlerin Tıbbi görüntüleme programlarında daha çok görev almasının olumlu sonuçları olacağı düşünülmektedir.

Bu araştırmada elde edilen sonuçlara göre; Ege Üniversitesi, İstanbul Üniversitesi, Atatürk Üniversitesi ve Trakya Üniversitesi'nin lisans mezunları Tıbbi Görüntüleme Teknikleri programında daha fazla istihdam edilmektedir. Yüksek lisans mezuniyetinde, İstanbul ve Marmara Üniversitesi mezunlarının Tıbbi Görüntüleme Teknikleri programı kadrolarında daha fazla oldukları belirlenmiştir. Doktora mezunu akademisyenler açısından Ege Üniversitesi ve İstanbul Üniversitesi'nin diğer üniversitelere gore daha ön plana çıkmaktadırlar. Bu durum, bu iki üniversitede tıbbi görüntüleme alanına uygun doktora bölümlerinin sayısının fazla oluşuna bağlanabilir.

Bu araştırma için veriler toplanırken, üniversitelerin resmi internet sayfalarında; akademik kadrolar ile alakalı bazı bilgilerin eksik kaldığı ve güncel olmadıkları gözlemlenmiştir. Bu nedenle üniversitelerin web sayfalarını periyodik olarak güncellemeleri, ileride gerçekleştirilecek araştırmalar için katkı sunacak, ayrıca üniversite tercihlerinde adayların programlar ve bölümler konusunda daha çok bilgi alabilmelerine fırsat verebilecektir. Ayrıca, bazı akademisyenlerin, SHMYO web sayfalarında yer aldıkları, ancak CV'lerinin eklenmediği, eğitim bilgilerinin güncellenmediği tespit edilmiştir. Bu durum, bu araştırma için bir kısıtlılık oluşturmuştur.

CV'lerine ulaşılamayan akademisyenler için YÖKSİS veritabanına girilen bilgilerine "YÖKAKADEMİK" sayfası üzerinden ulaşılmaya çalışılmıştır. Akademisyenlerin YÖKSİS veri tabanındaki özgeçmişlerini güncellemeleri, eğitim bilgilerini tam ve eksiksiz bir şekilde belirtmeleri gerekliliği büyük önem arz etmektedir. Araştırmanın yapılması aşamasında, üniversitelerin web sayfalarının akademisyen profil bilgilerini belirtmede yetersiz kaldıkları da gözlemlenmiştir.

Bu araştırmada akademisyenlerin profil analizinin sadece Ege ve Marmara Bölgesi üniversitelerindeki akademisyenlerle yapılması, araştırmanın diğer kısıtlamasıdır. Akademisyen profil analizi çalışmasının, Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı bulunan tüm devlet ve vakıf üniversitelerinde yapılması önem arz etmektedir.

REFERANSLAR

Acar, A. Ö., (2016). Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programının Türkiye'deki Son On Yılının Analizi. International Symposium on Post-Secondary Vocational Education and Training (ISVET2016)/ Uluslararası Yükseköğretimde Mesleki Eğitim ve Öğretim Sempozyumu, Çorum.

Akdemir, A. vd. (2018). Meslek Yüksekokulu Öğrencilerinin Mesleki, Sosyal ve Entelektüel Eğilimlerinin Araştırılması. *Journal of Business Research Turk*. *12*(1), 493-527.

Akgün, Z. (2020). Bireysel Yenilikçilik Eğilimi ve Yeniliğin Önündeki Engeller Açısından Kadın Akademisyen Profilleri: 2006 Yılından Sonra Kurulan Üniversitelerde Bir Durum Analizi. *World Women Studies Journal*, *5*(5), 1-24.

Aldırmaz, Y. (2020). Türkiye'de akademide cinsiyet eşit(siz)liği raporu: 2020. https://www.researchgate.net/publication/342511353_Turkiye'de_Akademide Cinsiyet_Esitsizligi_Raporu_2020_Gender_Inequality_Report_at_the_Academy_in_Turkey_2020 adresinden elde edildi.

Altunışık, R, Coşkun, R., Bayraktaroğlu, S, Yıldırım, E. (2012). Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri, Sakarya: Sakarya Yayıncılık.

Öğretim Üyesi Dışındaki Öğretim Elemanı Kadrolarına Yapılacak Atamalarda Uygulanacak Merkezi Sınav ile Giriş Sınavlarına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik. Resmi Gazete. Tarih: 2018. Sayı: 30590.

Dündar, M. (2019). Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı Eğitim Süresinin Değerlendirilmesi ve Uluslararası Örnekleri ile Karşılaştırılması. Yüksek Lsans Tezi, İstanbul.

Emikönel S., Tekin E., Türkmen İ., (2023). Radyoloji Derneklerinin Radyoloji Uzmanlarının Yaşadıkları Sorunlara Yönelik Sağladığı Destekler: Türkiye

Bağlamında Bir İnceleme. İçinde A. Mısırlıoğlu (Ed.), Yöntemden Yönetime: Sağlıkta İlerleme Haritası (ss. 196 -230). BİDGE Yayınları.
Kaya, R. R., Tatlıdil, R., & Yıldız, E. (2022). TÜRKİYE'DEKİ SAĞLIK KURUMLARI İŞLETMECİLİĞİ PROGRAMLARININ AKADEMİSYEN PROFİLLERİNİN İNCELENMESİ. Uluslararası Sağlık Yönetimi ve Stratejileri Araştırma Dergisi, 8(2), 125-139.
TUİK, https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Isgucu-Istatistikleri-2024-54059 Erişim Tarihi: 20.12.2025.
Turan, S. (2002). Teknolojinin Okul Yönetiminde Etkin Kullanımında Eğitim Yöneticisinin Rolü. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, *30*(30), 271-281.
Türkmen, İ., Emikönel, S., Tekin, E., (2024). *Radyolojide Dış Kaynak Kullanımı*. İçinde F. Hatipoğlu (Ed.), *Sağlık Bilimlerinde Yeni Trendler ve Sınırlar* (ss. 183-206). All Sciences Academy: Konya.
Ulus, L., Tuncer, N., & Sözen, Ş. (2015). Mesleki Eğitim, Gelişim ve Yeterlilik Açısından Meslek Yüksekokullarının Önemi. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, *Ekim*(5), 168-185.
Uyar, T. (2020). https://www.iienstitu.com/tr/blog/tibbi-goruntuleme-teknikleri-bolumu-myo Erişim Tarihi: 20.12.2025.
Yükseköğretim Kurulu (2013, Eylül 9). Yükseköğretim Kurulu Mevcut Programlara Ön Lisansta Öğrenci Alınması İçin Ölçütler ve Başvuru Formatı: https://www.yok.gov.tr/kurumsal/idari-birimler/egitim-ogretim-dairesi/meslek/myo-kurma-program-acma-ogrenci-alma adresinden alınmıştır.

Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programını Tercih Eden Öğrencilerin Coğrafi Profillerinin Analizi

Engin TEKİN

Öğr. Gör. Dr. Uşak Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, engin.tekin@usak.edu.tr, ORCID No: 0000-0002-7073-3301.

ÖZET

Yükseköğretime katılma süreci, öğrenciler ve aileler için hem heyecanlı hem de zorlu bir süreçtir. Bu süreçteki en önemli sorular, hangi üniversitenin tercih edileceği ve hangi bölüm veya programın seçilmesi gerektiğidir. Öğrenciler için hangi açıdan tercih yapacakları önemli bir sorundur. Tercih aşamasında önemli unsurlardan biri de coğrafi konum olarak kabul edimektedir. Bu nedenle, "YÖK ATLAS" uygulaması üzerinden Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı öğrencilerinin coğrafi dağılımları açısından profillerinin ortaya konulması önem arz etmektedir. Bu çalışmada, Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarının birinci sınıflarında okuyan öğrencilerin şehir ve bölge tercihleri ve tercihlerine yönelik eğilimleri incelenerek, Tıbbi Görüntüleme öğrencilerinin coğrafi olarak profilinin ortaya çıkarılması amaçlanmaktadır. Bu sayede, tercih zamanlarında üniversitelerin odaklanması gereken şehir ve bölgeleri belirleme konusunda bir rehber harita oluşturulması da amaçlanmaktadır.

Bu çalışma kapsamında, Türkiye'deki 55 devlet üniversitesinde bulunan 56 Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı YÖK ATLAS veri tabanı kullanılarak incelenmiştir. Bu bağlamda, YÖK ATLAS "ÖN LİSANS ATLASI" veri tabanı kullanılarak, 2024 yılında Tıbbi Görüntüleme programlarına yerleşen öğrencilere ait istatistikler, "Yerleşimlerin Coğrafi Bölgeleri", "Yerleşenlerin Yerleşim Yerleri" ve "Yerleşenlerin Tercih Ettiği Eğilimler" içerik analizi ile incelenip yorumlanmıştır. Bu çalışmada, Türkiye'deki 55 Devlet üniversitesinde bulunan 56 Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı incelenmiş olup, 2024-2025 akademik yılında Tıbbi Görüntüleme Programlarına 2262 öğrencinin yerleştiği belirlenmiştir. İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerindeki devlet üniversitelerinin öğrenci sayılarında bakımından ilk iki sırada olduğu görülmektedir. Bölgesel tutuculuğunun yüksek olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı incelenmiş olup, 2024-2025 akademik yılında Tıbbi Görüntüleme Programlarına yerleşen öğrencilerin tercih eğilimleri incelendiğinde, öğrencilerin yüksek oranda kendi bölgelerini ve yakın bölgelerdeki üniversiteleri tercih ettikleri ortaya çıkmaktadır. Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinden diğer bölgelerdeki üniversitelere öğrenci transferinin fazla olduğu da belirlenmiştir. Tıbbi Görüntüleme öğrencileri %36,91 oranında kendi şehirlerindeki üniversitelere yerleşmiştir.

Anahtar Kelimeler – Tıbbi Görüntüleme Teknikleri, Tercih Eğilimi, YÖKATLAS, Coğrafi Profil.

GİRİŞ

Üniversitelerde yükseköğretim görmek için sınava giren ve tercihte bulunan öğrenciler ve öğrencilerin aileleri için tercih süreci zorlu, zorlu

olduğu kadar da heyecanlı ve umutlu bir süreçtir. Tercih dönemlerinde en çok sorulan sorular "hangi üniversite tercih edilmeli, hangi bölüm seçilmeli" şeklinde olmaktadır. Üniversite ve bölüm tercihlerinde öğrencilerin kararlarını etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Özellikle öğrencilerin hangi kriterlere göre tercihte bulunacakları ve bu tercihlerin öğrenci açısından doğru olup olmadığının objektif olarak değerlendirilmesi çok zordur. Bu zorlukla birlikte öğrenciler tercihlerini yaparken kendi istek ve hayallerinin yanısıra, ailelerinden, akranlarından, öğretmenlerinden, okullarının sağladığı rehberlik hizmetlerinden etkilenmektedir. Öğrencilerin hayalindeki mesleğe ulaşabilmek için tercihte bulunmakla birlikte Öğrenci Seçme ve Yerleştirme Merkezi (ÖSYM) tarafından yapılan merkezi yerleştirme sınavlarından aldıkları puanlar belirleyici olmaktadır. Öğrencilerin istedikleri üniversiteye veya bölüme puanı yetmemesi durumunda puanlarının yettiği üniversite ve bölümlere tercih etmek zorunda kaldıkları bilinen bir gerçektir (Karataş ve Gizir, 2013: 260). Ayrıca, öğrenciler tercih sürecinde internette yer alan kaynaklardan da yararlanmaktadır (Dikener, 2011: 153).

Günümüzde internette öğrencilerin tercihlerini yaparken yararlanabileceği bir çok kaynak bulunmaktadır. Öğrenciler, internet kullanarak kendine uygun meslekleri belirleyebilir, bu meslekler hakkında bilgi toplayabilir, bu mesleklere ilişkin bölümlerin bulunduğu ülke, bölge, il ve üniversiteleri inceleyebilir. Dolayısıyla internet diğer alanlarda olduğu gibi üniversite tercihlerinde de bilinçli ve doğru bir şekilde kullanıldığında fayda sağlamaktadır. Üniversitelerin kariyer merkezleri, web sayfaları ve ilgili bölümler de tercih dönemlerinde bilgilendirme yapmaktadır. 2016 yılında ise Yükseköğretim Kurulu (YÖK) tarafından üniversitelerle ilgili tercihlerde kullanılabilecek hememn hemen tüm bilgilerin yer aldığı "YÖK ATLAS" adı verilen bir platform oluşturulmuştur. Öğrenciler üniversite tercihlerini yaparken YÖK ATLAS veri tabanını kullanmaktadırlar. YÖK ATLAS veri tabanında yer alan bilgiler, öğrencilerin daha doğru ve bilinçli tercih yapmasına olanak sağlamaktadır (Kaya ve Alkan, 2019: 416)

YÖK ATLAS veri tabanında üniversite ve bölümlere ilişkin şu bilgiler yer almaktadır: *"Kontenjan bilgileri, yerleşen, kayıt yaptıran, ek yerleşen, ek kayıt yaptıran sayıları – Yerleşenlerin cinsiyet dağılımı-Yerleşenlerin geldikleri coğrafi bölgeler – Yerleşenlerin geldikleri iller – Yerleşenlerin öğrenim durumu – Yerleşenlerin liseden mezuniyet yılları – Yerleşenlerin mezun oldukları lise alanları – Yerleşenlerin mezun oldukları lise grupları / lise tipleri – Yerleşenlerin mezun oldukları liseler – Yerleşen okul birincileri – Taban puan ve başarı sırası istatistikleri – Yerleşen son kişinin profili – Yerleşenlerin YKS net ortalamaları – Yerleşenlerin YKS puanları – Yerleşenlerin YKS başarı sıraları – Ülke genelinde tercih edilme istatistikleri – Yerleşenlerin ortalama kaçıncı tercihlerine yerleştikleri – Yerleşenlerin tercih eğilimleri – Üniversite türleri, Yerleşenlerin tercih eğilimleri – Üniversiteler, Yerleşenlerin tercih eğilimleri – İller, Yerleşenlerin tercih*

eğilimleri – Aynı/Farklı programlar, Yerleşenlerin tercih eğilimleri – Programlar (Meslekler), Yerleşme koşulları." Bu bilgiler üniversite ve bölümlere ilişkin tercih eğilimlerini göstermesi açısından önemlidir. Ayrıca tercih yapacak öğrenciler YÖK ATLAS veri tabanından tercih yapmayı düşündükleri bölüm ile *"Öğretim üyesi sayısı ve unvan dağılımı – Kayıtlı öğrenci sayısı – Kayıtlı yabancı öğrenci sayısı – Programdan mezun olan öğrenci sayısı – Değişim Programları ile giden/gelen öğrenci sayısı – Yatay geçiş ile gelen öğrenci sayısı"* gibi verilere ulaşabilmektedir. Bu bilgiler öğrencilere tercih edecekleri bölümün sunduğu olanaklarını inceleme imkânı sağlanmaktadır.

Öğrenciler üniversite ve bölüm tercihlerinde mezun olduktan sonar iş bulma ve istihdam istihdam olanakları etkili olmaktadır. Özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde kamuda istihdam olanakları fazla olan bölümlerin tercih edilme oranı daha yüksektir. Tercih edilen bölümün mezun öğrencilerinin iş bulma oranları, aldıkları ücretler, topluma tarafından saygın bir meslek olarak kabul edilmesi ve iş güvencesi gibi unsurlar tercih sürecinde etkili olmaktadır. Üniversite ve bölümün sunduğu imkanların yanısıra üniversitenin coğrafi konumu da tercihlerde etkili olmaktadır (Welki ve Navratil, 1987: 147; Amca, 2011: 2). Öğrenciler tercih edecekleri üniversitenin bulunduğu coğrafi konumu bir kaç faktör nedeniyle önemli bir tercih kriteri olarak görmektedir. Birincisi öğrencilerin ikamet ettikleri yer ile tercih ettikleri üniversitenin bulunduğu il arasındaki uzaklıktır. Tercih edilen üniversitenin çok uzak olması eğitim maliyetlerini artırabilmektedir (Akar, 2012: 99). İkinci olarak eğitim maliyetlerinin yanısıra öğrencinin ailesinden ve arkadaşlarından uzakta yaşamasının getirdiği psikolojik zorluklar da bulunmaktadır (Absher ve Crawford, 1996: 60-62). Üçüncü olarak ise üniversitenin bulunduğu ilin imkanları önemlidir. Üniversiteni bulunduğu ilin sunduğu sosyal ve mesleki olanakları, güvenli olması, meslekle ilgili sektörün gelişmiş olması önemli bir tercih kriteridir. Dolayısıyla öğrencilerin tercih kararlarını etkileyen önemli faktörlerden biri de üniversitenin bulunduğu coğrafi konumdur.

Radyoloji, günümüzde hastalıkların doğru bir şekilde teşhisinde ve tedavi süreçlerinin etkinliğinde kritik bir rol oynamaktadır. Bu nedenle Radyoloji modern tıbbın temel taşlarından birisi olmuştur (Türkmen vd., 2024:185). Radyoloji fizik, elektronik mühendisliği ve bilgisayar teknolojilerindeki ilerlemelerle birlikte sürekli gelişim halindedir. Radyoloji birçok hastalık için ana teşhis aracı haline gelmiştir. Tedavilerin izlenmesinde, hastalık tahmin ve öngörüsünde artık radyoloji çok önemli rol oynamaktadır (Emikönel vd., 2023:197). Radyoloji, tıbbi görüntüleme sistemlerini kullanarak canlıların vücutlarında bulunan hastalıkların teşhis ve tedavi edilmesini sağlayan bir disiplindir. Tibbi görüntülerden elde edilen bilgiler teşhislerin doğruluğunu ve tedavilerin zamanında etkin bir şekilde yapılmasını sağlamaktadır. Radyoloji "x-ışınları ve diğer görüntüleme yöntemlerinin tıpta tanı ve tedavi amacıyla kullanılması" anlamına gelir.

Radyolojide "manyetik rezonans görüntüleme (MR), ultrason, bilgisayarlı tomografi (BT), nükleer tıp yöntemleri ve mamografi gibi görüntüleme yöntemlerinden yararlanılmaktadır. Görüntüleme yöntemlerinden elde edilen görüntüler radyologlar tarafından yorumlanarak raporlanmaktadır. Radyoloji Raporları tanı ve tedavi süreçlerinde kullanılmaktadır. Radyolojide görüntülerin elde edilmesi için tıbbi görüntüleme tekniklerini uygulayan teknik personel, önlisans düzeyinde üniversitelerin Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarında öğrenim görmektedir. Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarında öğrenim gören öğrenciler radyoloji teknikeri olarak hastanelerin ve özel görüntüleme merkezlerinde tıbbi görüntüleme yöntemlerini uygulamaktadır (Uyar, 2020).

Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarının müfredatında Radyoloji, Nükleer Tıp, Radyasyon Onkolojisi birimlerinde kullanılan tıbbi cihazların kullanımı ve çalışma prensipleri, hekim tarafından istemi yapılan görüntüler için hastaların hazırlanması, görüntüleme sürecinde hastaya gerekli pozisyonun verilmesi, görüntülemenin yapılması ve süreçte hastayla iletişim kurma ve bilgi vermeyle ilgili dersler bulunmaktadır. Program müfredatında yer alan dersler ile hem hekim tarafından istenilen görüntülerin doğru bir şekilde alınması hem de hastaların bilgilendirilerek görüntüleme sürecinde kaygı ve stres gibi psikolojik sorunların yönetilmesi amaçlanmaktadır. Program mezunları; kamu ve özel hastanelerin radyoloji birimlerinde veya özel görüntüleme merkezlerinde çalışma imkanına sahip olmaktadır. Ancak programdan mezun olan öğrenciler bireysel olarak çalışma yetkisi bulunmamaktadır.

Türkiye'de sağlıkta dönüşüm programı ile birlikte sağlık yatırımları artmaktadır. Sağlık hizmetlerine ve hastaneye erişimin kolaylaştırılmasıyla birlikte Sağlık hizmetlerine olan talep de artmaktadır. Özellikle tıbbi görüntüleme alanında yapılan yatırımlarla birlikte tıbbi görüntüleme cihaz sayılarında önemli artışlar meydana gelmiştir. Ayrıca hastanelerde dış kaynak kullanımı ile tıbbi görüntüleme sürecinde kullanılan cihaz sayıları katlanarak artmıştır. Hem görüntüleme hizmetine talebin artması hem de görüntüleme cihazlarındaki sayısal artış görüntüleme teknikerlerine duyulan ihtiyacı artırmaktadır. Hem kamu hem de özel sağlık kurumlarının görüntüleme teknikeri ihtiyacının artması Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı mezun öğrencilerinin istihdam olanaklarını da artırmaktadır. Ayrıca sağlık sektörü çalışanlarına toplum tarafından saygınlık atfedilmektedir. Toplumda sağlık meslekleri maddi ve manevi olarak saygın bir meslek olarak kabul edilmektedir. Görüntüleme hizmetlerine olan talebin artması, tıbbi görüntüleme cihaz sayılarındaki artış ve topluma tarafından saygın bir meslek olarak kabul edilmesi, tıbbi görüntüleme teknikerliği mesleğinin geleceğinin parlak ve kritik önemde mesleklerden biri olduğu söylenebilir (Uyar, 2020).

Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı'nın amacı, görüntüleme hizmetlerine yönelik temel bilgi, beceri ve yeteneğe sahip, nitelikli sağlık

teknikeri yetiştirmektir. Tıbbi Görüntüleme Teknikerliğinde nitelikten kasdedilen "çağdaş bilgi ve beceri ile donanılmış, hasta ve çalışma ekibiyle iletişim yeteniği gelişmiş, sorunlara karşı çözüm odaklı, radyoloji birimi güncel cihaz hakimiyeti ve teknolojik anlamda araç ve gereçleri kullanabilen, insan sağlığı ve psikolojisine önem veren, etik kavramları hiçbir zaman göz ardı etmeyen" sağlık personeli yetiştirmektir. Dolayısıyla Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı'nda üniversitelerde teorik ve uygulama eğitimleri birlikte verilmektedir. Ayrıca öğrencilerin radyoloji birimlerinde yaptıkları uygulama ve stajlar mesleki bilgi, beceri ve yeteneklerinin gelişmesine katkı sağlamaktadır (Dündar, 2019: 32).

Tıbbi Görüntüleme Teknikeri Görev Tanımı

Tıbbi görüntüleme teknikerleri aşağıdaki belirtilen alanlarda görev ve yetkisi bulunmaktadır (Akyurt, 2017:33):

- "Radyoloji, Nükleer Tıp ve Radyoterapi kliniklerindeki ilgili tıbbi görüntüleme/tedavi cihazlarını ve ilgili tıbbi görüntüleme/tedavi ortamını incelemeye hazır hale getirir."
- "Tıbbi görüntüleme öncesinde hastayı hazırlar ve hastaya/hasta yakınına/diğer personele bilgi verir."
- "İlgili uzmanlıkların istemleri doğrultusunda radyasyonu tanı ve tedavide kullanabilir."
- "Girişimsel uygulamalarda ekip içerisinde görüntüleme ile ilgili görevleri üstlenir."
- "Kontrast maddeleri tanır ve tetkike uygun şekilde verilmesini sağlar."
- "Radyasyondan hastayı, çalışanı ve çevreyi korumaya yönelik önlemleri alır."
- "Cihazların kalibrasyonunu kontrol eder, bakım ve tamirinin zamanında yapılması için ilgililere bilgi verir."
- "Radyoloji, Nükleer Tıp ve Radyoterapi birimlerinde elde edilen tıbbi görüntülerin işlenmesi, kaydı ve saklanması ile ilgili görevleri yapar."
- "Mesleki değerler doğrultusunda etik ilkeler ve yasal düzenlemeleri bilir ve uygular."
- "Radyoaktif atıkların muhafazasında ve imha edilmesinde görev alır".

Radyoloji birimleri sağlık sektörünün gören gözü konumundadır. Bu birimlerde cihaz kullanım ve yönetimlerini TGT programından mezun olan teknikerler yapmaktadır. Türkiye, tıbbi görüntüleme teknikerlerinin bir ayda hizmet verdiği kişi sayısı bakımından Avrupa ülkeleri ve Dünya genelinde birinci sırada yer almaktadır. Görüntüleme sayılarının yüksek olması radyoloji çalışanlarının iş yülkünü artırmaktadır. İş Yükünün yanısıra radyoloji birimi çalışanları özellikle teknikerler çalışma sahasında radyasyon

gibi son derece tehlikeli ve riskli bir unsurla karşılaşmaktadırlar. Yeterli eğitim almadan radyoloji birimlerinde çalışan teknikerler kendilerine ve sağlık hizmeti verdiği kişilere zarar verme ihtimali bulunmaktadır (Dündar, 2019: 16). İşte Tıbbi Görüntüleme Teknikerliği mesleğinin bu kritik öneminden ve öğrencilerin üniversite tercihlerinde en önemli ölçütlerin başında coğrafi bölge unsuru geldiğinden, bu çalışmada, YÖK Atlas veri tabanı yardımıyla Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı öğrencilerinin coğrafi dağılımlar açısından profillerinin çıkartılmasının önem arz ettiği düşünülmüş ve araştırma bu doğrultuda kurgulanmıştır. Bu çalışmada 2024-2025 döneminde Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarına yerleşen birinci sınıf öğrencilerinin şehir tercihleri ve tercih eğilimleri incelenerek, Tıbbi Görüntüleme programı öğrencilerinin coğrafi profilinin çıkartılması amaçlanmaktadır.

YÖNTEM

Bu çalışmada nitel araştırma yöntemi uygulanmıştır. Araştırma verileri doküman inceleme yöntemi ile toplanmıştır. İncelenen dokümalardan elde edilen veriler doküman analizi ile analiz edilmiştir. Doküman incelemesi ya da analizi yöntemi, "amaçlanan hedef doğrultusunda bu hedefe yönelik olgu ya da olgular hakkında çeşitli bilgilerin yer aldığı yazılı materyallerin incelenmesi ve analizi" olarak tanımlamak mümkündür (Yıldırım ve Şimşek, 2008: 187). Doküman analizi bir araştırma yöntemi olarak kullanılmasının yanısıra nitel araştırmalarda geçerliğin artırılması için kullanılan bir veri kaynağı olarak da kanul edilmektedir (Creswell, 2016: 185).

Çalışma kapsamında YÖK ATLAS veri tabanı kullanılarak Türkiye'de Tıbbi Görüntüleme Teknikleri ön lisans eğitimi veren 55 devlet üniversitesinde bulunan 56 Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı incelenmiştir. Bu kapsamda YÖK ATLAS (www.yokatlas.yok.gov.tr), "Ön Lisans Atlası" kullanılarak, 2024 yılında Tıbbi Görüntüleme programlarına yerleşen öğrencilere ait, "Yerleşenlerin Geldikleri Coğrafi Bölgeler", "Yerleşenlerin Geldikleri İller" ve "Yerleşenlerin Tercih Eğilimleri" sekmelerinde yer verilen istatistikler incelenmiştir.

BULGULAR

Türkiye'nin yedi coğrafi bölgesindeki Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programları bulunan devlet üniversitelerinin sayısı ve bu üniversitelerdeki program sayıları Tablo 1'de evrilmiştir.

Tablo 1. Coğrafi Bölgelere Göre Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı Bulunan Üniversite Sayıları

BÖLGE	ÜNİVERSİTE SAYISI	PROGRAM SAYISI
Akdeniz	6	6
Doğu Anadolu	10	10
Ege	8	9
Güneydoğu Anadolu	3	3
İç Anadolu	14	14
Karadeniz	6	6
Marmara	8	8
TOPLAM	**55**	**56**

Kamu Üniversiteleri bağlamında, Türkiye'de 55 üniversitede 56 Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı bulunmaktadır. Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarının 6'sı Akdeniz Bölgesinde, 10'u Doğu Anadolu Bölgesinde, 8'i Ege Bölgesinde, 3'ü Güneydoğu Anadolu Bölgesinde, 14'ü İç Anadolu Bölgesinde, 6'sı Karadeniz Bölgesinde, 8'i Marmara Bölgesindedir. Cografi Bölgelerimizdeki üniversitelerde bir Program bulunurken, sadece Ege Bölgesinde Aydın Adnan Menderes Üniversite'sinde iki tane Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı vardır (Tablo 2).

Tablo 2. Ege Bölgesindeki Üniversitelerde Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı Öğrenci Sayıları

EGE BÖLGESİ ÜNİVERSİTELERİ ÖĞRENCİ SAYILARI	
ÜNİVERSİTE	ÖĞRENCİ SAYISI
AFYONKARAHİSAR SAĞLIK BİLİMLERİ	42
ADNAN MENDERES	42+42
9 EYLÜL	41
EGE	41
KÜTAHYA SAĞLIK BİLİMLERİ	41
CELAL BAYAR	42
PAMUKKALE	42
UŞAK	42
TOPLAM	**375**

Türkiye'deki devlet üniversitelerinde öğrenim gören Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı öğrenci sayılarının bölgesel dağılımı Tablo 3'de verilmiştir:

Tablo 3. Kamu Üniversitelerindeki Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarındaki Öğrenci Sayılarının Bölgesel Dağılımı

BÖLGELER	**Öğrenci Sayısı**	**Oran %**	**Program Sayısı**	**Oran %**
Akdeniz	230	10,16	6	10,71
Doğu Anadolu	416	18,39	10	17,85
Ege	375	16,57	9	16,07
Güneydoğu Anadolu	123	5,43	3	5,35
İç Anadolu	544	24,04	14	25
Karadeniz	241	10,65	6	10,71
Marmara	333	14,72	8	14,28
TOPLAM	**2262**	**100**	**56**	**100**

Tablo 3'den Kamu üniversitelerindeki Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı öğrenci sayılarının bölgesel dağılımı incelendiğinde, en yüksek öğrenci sayılarının sırasıyla İç Anadolu (544 (%24,04)), Doğu Anadolu (416 (%18,39)) ve Ege Bölgesinde (375 (%16,57)) yer aldığı görülmektedir. Bu üç bölgedeki öğrenci sayısı, Türkiye'deki tüm Tıbbi Görüntüleme Programı öğrenci sayısı olan 2262 sayısının %59'unu oluşturmaktadır. Program sayısı olarak da benzer sonuç ortaya çıkmaktadır.

Tıbbi Görüntüleme Programı Teknikleri Programı öğrencilerinin hangi bölgeden hangi bölgeye gittiklerinin sayısal dağılımı Tablo 4'de sunulmaktadır:

Tablo 4'ün değerlendirilmesi yapıldığında, Tıbbi Görüntüleme Programı öğrencilerinin kendi coğrafi bölgelerindeki üniversiteleri tercih etmeyi ön planda tuttukları görülmektedir. Bu durum, kendi şehrine yakın olan şehirlerdeki üniversiteleri tercih etme isteği, bölgesel tutuculuk olarak nitelendirilebilir. Bölgesel tutuculuğun en fazla görüldüğü bölgeler sırasıyla Güneydoğu Anadolu, Akdeniz ve İç Anadolu bölgeleridir. Bölgesel tutuculuk en az Ege Bölgesinde görülmüştür (Tablo 5). Güneydoğu Anadolu bölgesindeki öğrencilerin çok büyük bir kısmının kendi bölgelerini tercih etmelerinde, kendi bölgelerinin kültürleri dışına çıkmak istememeleri ve ailelerin ekonomik koşullarının etkili olduğu düşünülebilir. Akdeniz bölgesindeki öğrencilerin çoğunluğunun kendi bölgelerini tercih etmelerinde bölgenin gelişmişlik düzeyi ve bölgedeki üniversitelerin tercih puanlarının yüksek olmasının etkili olmuş olması değerlendirilmektedir. Ege Bölgesinde bölge tutuculuğunun en düşük kalması, Ege Bölgesindeki öğrencilerin özellikle kendilerine yakın olan gelişmişlik düzeyi yüksek Marmara Bölgesindeki üniversiteleri tercih etme isteğinden kaynaklanmış olabilir.

Herhangi bir bölgeye farklı bölgelerden gelen öğrenci sayıları açısından dağılım incelendiğinde, Akdeniz bölgesine Güneydoğu Anadolu'dan, Doğu Anadolu bölgesine Güneydoğu Anadolu'dan, Ege bölgesine Akdenizden, İç Anadolu Bölgesine Akdenizden, Karadeniz Bölgesine İç Anadoludan ve Marmara Bölgesine Güneydoğu Anadoludan öğrenciler gelmiştir. Ege Bölgesi ve Marmara Bölgesinin kendi bölgesi dışındaki diğer bölgelerden dengeli bir şekilde öğrenci aldığı belirlenmiştir.

Tablo 4. Kamu Üniversitelerindeki Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı Öğrencilerinin Geldikleri Bölgeler Açısından Dağılımı

Bölge/Sayı-Oran	Akdeniz		Doğu Anadolu		Ege		Güneydoğu Anadolu		İç Anadolu		Karadeniz		Marmara	
	Öğr. S.	Oran %	Öğr. S.	Oran %	Öğr. S.	Oran %	Öğr. S.	Oran %	Öğr. S.	Oran %	Öğr. S.	Oran %	Öğr. S.	Oran %
Akdeniz	153	66,52	3	1,3	7	3,04	44	19,13	9	3,91	3	1,3	1	0,43
Doğu Anadolu	18	4,32	234	56,25	2	0,48	132	31,73	14	3,36	13	3,12	3	0,72
Ege	37	9,86	13	3,46	204	54,4	37	9,86	35	9,33	12	3,2	33	8,8
Güneydoğu Anadolu	2	1,62	2	1,62	-	-	119	96,74	-	-	-	-	-	-
İç Anadolu	73	13,41	11	2	17	3,12	26	4,77	352	64,7	52	9,55	13	2,38
Karadeniz	18	7,46	18	7,46	2	0,82	18	7,46	36	14,93	137	56,84	12	4,97
Marmara	18	5,4	18	5,4	25	7,5	26	7,8	21	6,3	22	6,6	203	60,96

Bölge üniversiteleri bazında, örnek olarak Ege Bölgesindeki üniversitelere diğer bölgelerden gelen öğrenci sayıları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 5. Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı Bölgesel Tutuculuk Açısından Öğrenci Sayıları

Bölgesel Tutuculuk	Öğrenci Sayısı	% Oran
Akdeniz-Akdeniz	153	%66,5
Doğu Anadolu-Doğu Anadolu	234	%56,25
Ege-Ege	204	%54,54
Güneydoğu Anadolu-Güneydoğu Anadolu	119	%96,74
İç Anadolu-İç Anadolu	352	%64,7
Karadeniz-Karadeniz	127	%56,84
Marmara-Marmara	203	%60,96

Tablo 6. Ege Bölgesi Üniversitelerindeki Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı Öğrencilerinin Geldikleri Bölgeler Açısından Dağılımı

Ege Bölgesi Üniversiteleri	Akdeniz	Doğu Anadolu	Ege	Güneydoğu Anadolu	İç Anadolu	Karadeniz	Marmara
	Öğr. S.	Öğr. S.	Öğr. S.	Öğr. S.	Öğr. S.	Öğr. S.	Öğr. S.
Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri	5	1	22	2	7	1	4
Aydın Adnan Menderes	3	5	18	7	3	4	2
Aydın Adnan Menderes (Söke SHMYO)	6	2	19	8	5	-	2
Dokuz Eylül	5	-	26	5	2	1	2
Ege	6	1	22	4	3	-	5
Kütahya Sağlık Bilimler	3	-	12	6	8	2	10
Manisa Celal Bayar	-	1	28	4	1	3	5
Pamukkale	4	2	32	-	2	-	2
Uşak	5	1	27	3	4	1	1

Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı öğrencilerinden devlet üniversitelerine yerleşenlerin, kendi şehirlerindeki ve farklı şehirlerdeki üniversitelere yerleşme sayıları Tablo 7'de verilmiştir:

Tablo 7. Kamu Üniversitelerindeki Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı Öğrencilerinin Aynu şehir-Farklı Şehir Dağılımı

	Yerleşen Sayısı	% Oran
Aynı Şehir	835	% 36,91
Farklı Şehir	1427	% 63,09

Tablo 7'ye göre, Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarına yerleşen öğrencilerin, çoğunlukla farklı şehirlerden geldiği görülmekle birlikte, kendi şehirlerindeki üniversitelere yerleşen öğrenci sayısı da azımsanmayacak orandadır. Bölgesel tutuculuğun yüksek olduğu düşünüldüğünde, öğrencilerin kendi bölgelerindeki komşu şehirlerdeki üniversiteleri tercih edildikleri görülmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada devlet üniversitelerindeki Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarına yerleşen öğrencilerin, İç Anadolu bölgesi üniversitelerine en yüksek sayıda, Güneydoğu Anadolu bölgesi üniversitelerine en az sayıda yerleştiği tespit edilmiştir. Öğrenciler yüksek oranda kendi coğrafi bölgelerindeki üniversitelere yerleşmiştir. Kendi şehrindeki üniversiteye yerleşen öğrenci oranı da %37 olmuştur. Bu durumun en önemli nedeni ailelerin ekonomik koşullarıdır. Diğer bir nedeni de bölgesel tutuculuk ve aidiyet hissidir. Öğrencilerin yerleşme oranlarında bölgesel tutuculuk en az oranda Ege Bölgesindedir. Buna neden olarak, Ege Bölgesindeki öğrencilerin, yüksek puanlı ve gelişmişlik düzeyi yüksek olan Marmara Bölgesindeki üniversiteleri yüksek sayıda tercih etmeleri gösterilebilir.

Sonuç olarak çalışmada; Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarına yerleşen öğrencilerin, üniversite tercihi yaparken bölgesel tutuculuğu ön planda tuttukları belirlenmiştir. İleride gerçekleştirilecek araştırmalarda, coğrafi bölge tercihi konusunda 5 yıllık bir eğilim analizi yapılmalı, öğrenci tercihlerinde farklılık olup olmadığı içerik analizi ile değerlendirilmelidir. Böylece bu çalışmadaki sonuçların daha da anlam kazanacağı düşünülmektedir.

REFERANSLAR

Absher, K., Crawford, G., (1996). “Marketing the community college starts with understanding students’ perspectives”. Community College Review, 23(4), 59-67.

Akar, C., (2012), “Üniversite Seçimini Etkileyen Faktörler: İktisadi Ve İdari Bilimler Öğrencileri Üzerine Bir Çalışma”, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, Nisan, 7(1), 97-120.

AKYURT, N., (2017). Mesleki Eğitimin Önemi, Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Eğitiminde Yeni Trend ”Ulusal Çekirdek Eğitim Programı (ÇEP) Örneği”. Turkiye Klinikleri J Radiol-Special Topics , vol.201710, 531-544.

Amca, H., (2011), “Üniversite Seçerken Nelere Dikkat Etmeliyiz?”, Doğu Akdeniz Üniversitesi, https://docplayer.biz.tr/5117649-Universite-secerken-nelere-dikkat-etmeliyiz-prof-dr-hasan-amca-dogu-akdeniz-universitesi-muhendislik-fakultesi-dekani.html, Erişim Tarihi: 13.12.2025.

Creswell, J. W., (2016), “Araştırma Deseni”, Eğiten Kitap, 2. Baskı, Ankara.

Dikener, O., (2011), “İnternet Reklamcılığında Web Sitesi Tasarımının Önemi”, Erciyes İletişim Dergisi, 2(1), 152-166.
Dündar, M. (2019). Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı Eğitim Süresinin Değerlendirilmesi ve Uluslararası Örnekleri ile Karşılaştırılması. Yüksek Lsans Tezi, İstanbul.
Emikönel S., Tekin E., Türkmen İ., (2023). Radyoloji Derneklerinin Radyoloji Uzmanlarının Yaşadıkları Sorunlara Yönelik Sağladığı Destekler: Türkiye Bağlamında Bir İnceleme. İçinde A. Mısırlıoğlu (Ed.), Yöntemden Yönetime: Sağlıkta İlerleme Haritası (ss. 196 -230). BİDGE Yayınları.
KARATAŞ, A., GİZİR, C. A., (2013), “Üniversite Öğrencilerinin Psikolojik Danışma Gereksinimlerinin Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi”. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 28(28-3), 250-265.
Kaya, R. R., Alkan, A. (2019). Türkiye’de Sağlık Yönetimi Bölümünü Tercih Eden Öğrencilerin Coğrafi Profillerinin Tespiti. 4. International Health Sciences and Management Conference, İstanbul / Turkey.
Türkmen, İ., Emikönel, S., Tekin, E., (2024). *Radyolojide Dış Kaynak Kullanımı*. İçinde F. Hatipoğlu (Ed.), *Sağlık Bilimlerinde Yeni Trendler ve Sınırlar* (ss. 183-206). All Sciences Academy: Konya.
Uyar, T. (2020). https://www.iienstitu.com/tr/blog/tibbi-goruntuleme-teknikleri-bolumu-myo Erişim Tarihi: 20.12.2025.
Welki, A. M., Navratil, F. J., (1987), “The role of applicants’ perceptions in the choice of a college, College and University”, 62(2), 147–160.
Yıldırım, A., Şimşek, H., (2008), “Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri”, Seçkin yayıncılık, 7. Baskı, Ankara.
https://yokatlas.yok.gov.tr. Erişim Tarihi: 13.12.2025.

Deri Yaşlanmasının Fizyolojik Temelleri: Mekanizmadan Klinik Bulgulara

Leyla AYDIN[1]

1- Prof. Dr. Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi; Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı
leyla3b@yahoo.com ORCID No: 0000-0001-8771-5030

ÖZET

Yaşlanma, hücresel düzeyde başlayan ve zamanla dokular, organlar ve organizma genelinde fonksiyonel değişikliklere yol açan kompleks ve çok boyutlu bir süreçtir. Bu sürecin en belirgin ve dışarıdan gözlemlenebilir klinik yansımalarından biri deride ortaya çıkan yapısal ve işlevsel değişikliklerdir. Deri, bariyer oluşturma, termoregülasyon, immün savunma, duyusal algı ve su kaybının önlenmesi gibi hayati fonksiyonları yerine getiren, organizmanın en büyük organıdır. Yaşlanma sürecinde epidermis, dermis ve hatta hipodermisi de kapsayan deri katmanlarında hücresel yenilenmenin yavaşlaması, ekstraselüler matriks bileşenlerinde bozulma, vaskülarizasyonun azalması ve bariyer fonksiyonlarında zayıflama meydana gelmektedir.

Deri yaşlanması, intrinsik (genetik ve kronolojik), ekstrensek (çevresel) ve stokastik faktörlerin etkileşimi sonucunda gelişir. Moleküler ve hücresel düzeyde DNA hasarı, telomer kısalması, mitokondriyal disfonksiyon, oksidatif stres ve düşük dereceli kronik inflamasyon (inflammaging) yaşlanmanın temel mekanizmaları arasında yer almaktadır. Özellikle ultraviyole (UV) radyasyon, deri yaşlanmasında baskın ekstrensek faktör olup, kolajen ve elastik liflerin yıkımını hızlandırarak fotoyaşlanmaya neden olmaktadır.

Bu fizyopatolojik süreçlerin klinik yansımaları, cilt incelmesi, elastikiyet kaybı, kırışıklık oluşumu, kuruluk, pigmentasyon düzensizlikleri, telenjiektazi ve deri sarkması şeklinde ortaya çıkmaktadır. Bu değişiklikler yalnızca estetik görünüm açısından değil, aynı zamanda genel sağlık açısından da önem taşımaktadır. Deri yaşlanmasının mekanizmalarının anlaşılması, yaşlanma sürecinin yavaşlatılmasına yönelik koruyucu stratejilerin geliştirilmesi ve klinik yaklaşımların şekillendirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu bölümde, genel olarak deri ve katmanlarından, yaşlanmayı etkileyen faktörler ve yaşlanma teorilerinden kısaca bahsedildikten sonra deri yaşlanmasının temel fizyolojik mekanizmaları ve bu mekanizmaların klinik yansımaları üzerinde durulacaktır.

Anahtar Kelimeler – Derinin Katmanları, Ekstraselüler Matriks, Yaşlanma Teorileri, İntensek Faktörler, Ekstrensek Faktörler, Fotoyaşlanma, Oksidatif Stress, İnflamasyon (Inflammaging)

GİRİŞ

Yaşlanma, organizmada hücresel düzeyde başlayan ve zaman içinde tüm vücudun fonksiyonel kapasitesinde ilerleyici bir azalma ile karakterize doğal bir biyolojik süreçtir. Bu süreçte gelişen fizyolojik değişiklikler, homeostazın sürdürülmesini zorlaştırarak organizmanın içsel ve çevresel

streslere uyum yeteneğini sınırlar. Bu bağlamda, çevre ile doğrudan temas hâlinde olan deri yaşlanması da oldukça önem taşımaktadır. Deri, hücresel organizasyonu, bağ dokusu bileşenleri, damar ve sinir ağı ile oldukça dinamik bir yapıya sahiptir. Epidermis, dermis ile derinin hemen altındaki hipodermis katmanları arasında sağlanan yapısal ve fonksiyonel bütünlük, deri homeostazının korunmasında kritik rol oynar. Bu bütünlüğün yaşlanma süreciyle birlikte bozulması, deride ortaya çıkan yapısal değişikliklerin ve klinik deri yaşlanması bulgularının temelini oluşturmaktadır.

DERİ

İnsan vücudunun en geniş yüzey alanına sahip organı olan deri (cutis), yapısal olarak iki ana tabakadan oluşur: yüzeyde yer alan epidermis ve onun altında bulunan dermis. Deriyle ilişkili yapılar incelenirken, sıklıkla bu iki katmanın hemen altında yer alan ve tela subcutanea olarak da adlandırılan hipodermis tabakası da fonksiyonel bir birim olarak ele alınmaktadır. Tüm vücut yüzeyindeki deri dikkate alındığında erişkin bir insanda ortalama alanı 1.5-2.0 m^2 olup, ağırlığı toplam vücut ağırlığının yaklaşık %12 ila %15'ini oluşturur. Kalınlığı anatomik bölgelere göre değişmekle birlikte, yaş, cinsiyet, vücut kitle indeksi, etnik köken gibi faktörlerden de etkilenmekte olup ortalama 0,5-5 mm arasındadır (Hwa vd., 2011) .

Derinin Katmanları

Embriyolojik olarak ektodermden köken alan epidermis, çok katlı yassı epitel yapısında olup fonksiyonel ve yapısal özelliklerine göre beş tabakadan oluşur. Bu tabakalar, dıştan içe doğru stratum corneum, stratum lucidum, stratum granulosum, stratum spinosum ve stratum basale (stratum germinativum) şeklinde sıralanır. Epidermisin sürekli yenilenme kapasitesi, özellikle stratum basale tabakasındaki mitotik aktiviteye bağlıdır.

Epidermisin temel hücresel bileşeni keratinositler olup bu hücreler epidermal hücrelerin büyük çoğunluğunu oluşturur. Keratinositler, keratinizasyon süreci boyunca farklılaşarak epidermisin bariyer fonksiyonunu sağlar. Bunun yanı sıra epidermiste keratinositler dışında farklı hücre tipleri de bulunmaktadır; bunlar arasında melanositler, Langerhans hücreleri ve Merkel hücreleri yer alır.

Melanositler, dendritik yapıya sahip hücreler olup embriyolojik olarak crista neuralis kökenlidir. Bu hücreler esas olarak stratum basale tabakasında

yer alır ve melanin sentezi yoluyla epidermisin pigmentasyonundan ve ultraviyole ışınlarına karşı korunmasından sorumludur.

Langerhans hücreleri, epidermiste bulunan antijen sunucu hücrelerdir ve fonksiyonel olarak fagositik özellik gösterirler. En yoğun olarak stratum spinosum tabakasında bulunurlar ve deri immün yanıtının düzenlenmesinde önemli rol oynarlar.

Merkel hücrelerinin embriyolojik kökeni kesin olarak açıklığa kavuşmamış olmakla birlikte, mevcut kanıtlar bu hücrelerin de crista neuralis kökenli olabileceğini düşündürmektedir. Merkel hücreleri, stratum basale tabakasında, özellikle dermoepidermal bileşke bölgesinde lokalizedir ve dokunma duyusunun algılanmasında görev alırlar (Abraham ve Mathew 2019).

Epidermis, derinin en dış tabakasını oluşturması nedeniyle çevresel etkenlere sürekli olarak maruz kalır ve bu nedenle kendini sürekli yenilemek durumundadır. Hasara uğrayan veya yaşam döngüsünü tamamlayan keratinositler, deskuamasyonla epidermal yüzeyden uzaklaştırılırken, bu hücrelerin yerini stratum basale tabakasında bulunan küboidal hücrelerin mitotik aktivitesi sonucu oluşan yeni keratinositler alır. Bu dinamik yenilenme süreci, epidermal bariyerin sürekliliğinin sağlanmasında kritik rol oynar.

Sağlıklı genç yetişkinlerde keratinizasyon döngüsü ortalama yaklaşık 20 gün sürerken, yaşlanma ile birlikte bu süre kademeli olarak uzar ve ileri yaşlarda yaklaşık 30 güne kadar çıkabilir. Bunun yanı sıra epidermal hücre yenilenme hızının, yüz gibi dış ortama daha fazla maruz kalan bölgelerde, gövde ve ekstremitelere kıyasla daha yüksek olduğu bilinmektedir. Bu bölgesel farklılıklar, çevresel maruziyetin ve mekanik stresin epidermal proliferasyon üzerindeki etkisinin ne denli önemli olduğunu yansıtmaktadır.

Dermis, embriyolojik olarak mezoderm kökenli olup, derinin bağ dokusu esaslı ana destek katmanını oluşturur. Bu tabaka, epidermise yapısal ve besleyici destek sağlamanın yanı sıra, derinin mekanik dayanıklılığı, elastikiyeti ve duyusal fonksiyonlarında merkezi bir rol üstlenir. Dermisin yapısında başlıca kollajen lifler, yoğun bir kan ve lenf damar ağı, zengin bir sinir ağı, fibroblastlar, makrofajlar ve mast hücreleri yer alır. Ayrıca kıl folikülleri, ter ve yağ bezleri gibi deri ekleri de dermis içerisinde bulunur.

Dermis, histolojik özelliklerine göre iki alt tabakaya ayrılır: stratum papillare ve stratum retikulare. Stratum papillare, daha gevşek bağ dokusu yapısına sahip olup ince kollajen lifler içerir. Epidermise doğru uzanan dermal papillalar, epidermis ile dermis arasındaki yüzey alanını artırarak metabolik alışverişi kolaylaştırır. Bu papillaların epidermal çıkıntılarla oluşturduğu yapı, parmak izi gibi bireye özgü deri desenlerinin oluşumuna da katkı sağlar.

Stratum retikulare, dermisin daha derin ve kalın tabakası olup yoğun kollajen ve elastik liflerden oluşur. Bu tabaka, derinin mekanik dayanıklılığını ve gerilme direncini sağlar. Ter ve yağ bezleri, kıl folikülleri,

kan ve lenf damarları ile m. arrector pili kası bu tabaka içerisinde yer alır. Dermal kollajen ve elastik liflerin yapısal bütünlüğünün bozulması, özellikle hızlı kilo alımı ve gebelik gibi durumlarda görülen stria distensae (deri çatlakları) oluşumunun temel patofizyolojik mekanizmasını oluşturur.

Hipodermis (subcutis) veya deri altı doku, derinin hemen altında bulunan tabakadır. Başlıca adipositler, kollajen lifler ve zengin bir kan damarı ağına sahiptir. Hipodermis, derinin alttaki diğer dokulara bağlanmasını sağlarken, aynı zamanda mekanik darbelere karşı koruma, ısı yalıtımı ve enerji depolanması gibi önemli fonksiyonlar üstlenir.

Subkutan dokuda yağ hücreleri (adipositler) yoğun olarak bulunur ve bu hücreler fibröz septalar ile lobüler yapılara ayrılmıştır. Adipoz dokunun hacminde ve dağılımında meydana gelen değişiklikler, derinin yüzey görünümünü doğrudan etkileyebilir. Yağ hücrelerinin sayısının ve hacminin arttığı durumlarda, dermal ve subkutan bağ dokusu arasındaki etkileşimin bozulmasına bağlı olarak deride selülit olarak tanımlanan ve klinik olarak "portakal kabuğu" görünümü ile karakterize edilen değişiklikler ortaya çıkabilir.

Özellikle alt ekstremitelerde, daha nadir olarak ise üst ekstremitelerde görülen lipödem, subkutan yağ dokusunun anormal ve orantısız birikimi ile karakterize kronik bir durumdur. Lipödemde yağ dokusu artışı genellikle simetriktir ve çoğu zaman ağrı ve hassasiyet ile birliktelik gösterir. Bu durum, subkutan dokuya özgü yapısal ve fonksiyonel değişikliklerin klinik yansımalarına önemli bir örnek oluşturmaktadır (Buso vd., 2019, Gilaberte, vd., 2016, Maeda 2017).

Derinin Ekstraselüler Matriks Yapısı

Ekstraselüler matriks (ECM), derinin yapısal bütünlüğünü, mekanik dayanıklılığını ve fonksiyonel esnekliğini sağlayan kompleks ve dinamik bir ağdır. Hücreler arası boşluğu dolduran bu yapı; hücresel davranışların düzenlenmesinde, doku homeostazının sürdürülmesinde ve yaşlanma sürecinin şekillenmesinde temel bir rol oynar. ECM bileşenlerinde meydana gelen niceliksel ve niteliksel değişiklikler, ciltte sarkma, kırışıklık ve elastikiyet kaybı gibi yaşlanmaya özgü klinik bulguların ortaya çıkmasına neden olur.

Deri ECM'sinin büyük bir kısmını kolajenler oluşturur ve bu proteinler dermisin temel yapısal elemanlarıdır. Günümüze kadar 28 farklı kolajen tipi tanımlanmış olup, bunların yaklaşık 20'si deride bulunmaktadır. İnsan derisinde en bol bulunan kolajen Tip I kolajen olmakla birlikte, Tip III, Tip V ve Tip VI kolajenler de önemli oranlarda yer alır. Bu kolajenler, dermise gerilmeya karşı yüksek dayanıklılık kazandırarak dokunun mekanik stabilitesini sağlar. Bunun yanı sıra bazal membranın ana bileşenlerinden biri olan Tip IV kolajen ile dermoepidermal bağlantının stabilizasyonunu sağlayan Tip VII kolajen de deri bütünlüğünün korunmasında kritik öneme sahiptirler.

Elastik lifler, elastin ve fibrillin içeren mikrofibrillerden oluşur ve deriye esneklik, uzama ve toparlanma yeteneği kazandırır. Elastik liflerin biyolojik yarı ömrü yaklaşık 70 yıl olup, yaşlanma süreciyle birlikte bu liflerin organizasyonu ve fonksiyonları kademeli olarak bozulur. Bu durum, cilt elastikiyetinin azalmasına ve sarkmanın belirginleşmesine katkıda bulunur.

Proteoglikanlar ve glikozaminoglikanlar, ECM'nin hidratasyonunu ve iyon dengesini düzenleyen önemli bileşenlerdir. Dermatan sülfat ve heparan sülfat gibi sülfatlanmış glikozaminoglikanlar, kollajen lifleri arasındaki boşlukları doldurarak doku direncine katkı sağlar. Sülfatlanmamış bir glikozaminoglikan olan hyaluronik asit ise yüksek su bağlama kapasitesi sayesinde dermal hidrasyonun korunmasında ve doku viskoelastisitesinin sağlanmasında önemli rol oynar.

Glikoproteinler, özellikle fibronektin ve laminin, hücre-matriks etkileşimlerinin düzenlenmesinde kilit görev üstlenir. Bu moleküller, fibroblast ve keratinositlerin ECM'ye adezyonunu sağlarken, bazal membran bileşenleriyle etkileşerek epidermis ile dermis arasındaki yapısal bağlantının stabilitesini destekler.

Decorin, biglycan ve lumican gibi küçük lösin-zengin proteoglikanlar ile versikan gibi yüksek molekül ağırlıklı proteoglikanlar, ECM organizasyonunun düzenlenmesinde önemli rol oynamaktadırlar. Bu moleküller kollajen fibrillogenezini modüle ederken, aynı zamanda hücre sinyalleşmesi, hücre göçü ve proliferasyon gibi temel biyolojik süreçleri etkileyerek deri homeostazının sürdürülmesine katkıda bulunur (Port vd., 2025).

YAŞLANMA

Yaşlanma, organizmanın zaman içerisinde yapısal bütünlüğünde ve fonksiyonel kapasitesinde kademeli azalma ile karakterize, çok boyutlu ve heterojen bir biyolojik süreçtir. Bu süreç, yalnızca kronolojik yaşın ilerlemesiyle sınırlı olmayıp; genetik yapı, çevresel maruziyetler ve hücresel düzeyde biriken rastlantısal hasarların karmaşık etkileşimi sonucunda şekillenir. Yaşlanma sürecini belirleyen faktörler genel olarak üç ana başlık altında incelenir: intrinsik faktörler (genetik ve epigenetik özellikler), ekstrensek faktörler (çevresel ve yaşam tarzına bağlı etmenler) ve stokastik faktörler (rastgele oluşan hücresel ve moleküler hasarlar). Bu faktörlerin etkileşimi sonucunda hücresel homeostaz bozulur, doku yenilenme

kapasitesi azalır ve yaşlanmaya özgü fenotipik değişiklikler ortaya çıkar. Yaşlanmanın biyolojik temellerini açıklamaya yönelik geliştirilen teoriler ise moleküler, hücresel ve sistemsel düzeylerde sınıflandırılmaktadır.

Yaşlanma Teorileri

Moleküler Yaşlanma Teorileri: Moleküler yaşlanma teorileri, yaşlanma sürecinin temelinde hücre içi moleküler mekanizmalarda meydana gelen bozuklukların yattığını öne sürer. Bu kapsamda gen ekspresyonunun düzenlenmesindeki değişiklikler, epigenetik modifikasyonlar (DNA metilasyonu ve histon değişiklikleri), katastrofi (hata felaketi) teorisi, DNA hasarı ve DNA onarım mekanizmalarındaki yetersizlikler, somatik mutasyonların birikimi ve hücresel disdiferansiasyon gibi süreçler ön plana çıkar. Bu moleküler değişiklikler, hücresel fonksiyonların sürdürülebilirliğini bozarak yaşlanma sürecini hızlandırır.

Hücresel Yaşlanma Teorileri: Bu teori, yaşlanmanın hücre düzeyinde gelişen yapısal ve fonksiyonel değişikliklerin bir sonucu olduğunu savunur. Bu teoriler kapsamında kök hücre havuzunun zamanla tükenmesi, telomer kısalması, serbest radikal birikimi ve buna bağlı oksidatif stres, mitokondriyal disfonksiyon, aşınma ve yıpranma süreçleri ile programlanmış hücre ölümü (apopitoz) önemli başlıklar arasında yer alır. Bu mekanizmalar, hücresel yenilenme kapasitesinin azalmasına ve doku fonksiyonlarında progresif kayba neden olur.

Sistemsel Yaşlanma Teorileri: Sistemsel yaşlanma teorileri, hücresel ve moleküler düzeyde gelişen değişikliklerin zaman içerisinde doku ve organ sistemlerine yansımasıyla ortaya çıkan fonksiyonel bozuklukları ele alır. İleri yaşlarda immün sistem fonksiyonlarında azalma ve buna bağlı olarak enfeksiyonlara ve aşılara verilen yanıtın zayıflaması, endokrin sistemde hormon reseptörlerinin sayısında ve duyarlılığında meydana gelen değişiklikler ile metabolik ve fizyolojik adaptasyon kapasitesinin azalması bu duruma örnek olarak verilebilir.

İnflamasyon Teorisi (Inflammaging): Son yıllarda öne çıkan bir diğer yaklaşım ise inflamasyon teorisidir ve bu süreç "inflammaging" kavramı ile tanımlanmaktadır. Bu teoriye göre yaşlanma ile birlikte düşük dereceli ancak kronik bir inflamatuvar durum gelişir. Bu sürekli inflamasyon hali, doku hasarının artmasına ve onarım mekanizmalarının yetersiz kalmasına yol açarak kardiyovasküler hastalıklar, nörodejeneratif hastalıklar, metabolik bozukluklar ve deri yaşlanması gibi yaşa bağlı birçok hastalığın patogenezinde temel bir rol oynar (Puizina-Ivic 2008, Pilkington vd., 2021, amin Hussen vd.,2025).

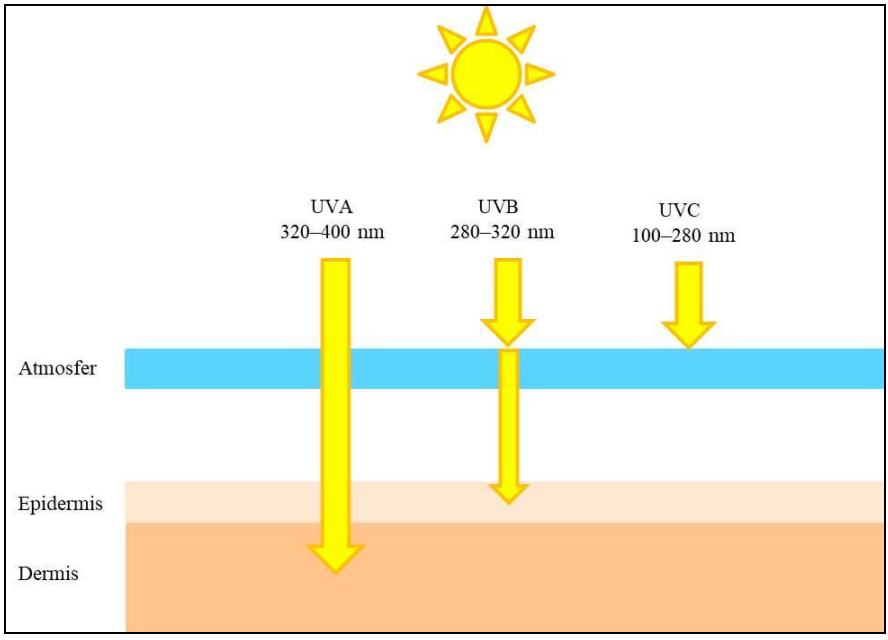
DERİ YAŞLANMASININ FİZYOLOJİK MEKANİZMALARI

Deride yaşlanmaya bağlı yapısal ve fonksiyonel değişiklikler genellikle üçüncü dekatta başlamasına rağmen, bu değişikliklerin klinik olarak belirgin hale gelmesi daha ileri yaşlarda ortaya çıkar. Deri yaşlanmasının en dikkat çekici etkileri, bireyin yüzüne bakıldığında kolaylıkla gözlemlenebilen fenotipik değişiklikler şeklinde kendini gösterir. Bu değişiklikler arasında epidermal ve dermal incelme, cilt kuruluğu, hiperpigmente lezyonlar (yaşlılık lekeleri), yüzeyel ve derin kırışıklıklar, telenjiektaziler ve yüz derisinde sarkma öne çıkar (Sjerobabski-Masnec ve Situm 2010). Bu klinik bulgular, yaşlanma sürecinde hücresel ve moleküler düzeyde meydana gelen değişikliklerin doğrudan bir yansımasıdır. Hücrelerde biriken DNA hasarı, artmış oksidatif stres, mitokondriyal fonksiyonların bozulması, kollajen ve elastin liflerinin yapısal bütünlüğünün kaybı, dermal vaskülarizasyonun azalması ve kalan damarların dilatasyonu, epidermal ve dermal hücre yenilenme hızının yavaşlaması gibi mekanizmalar deri yaşlanmasının temel biyolojik altyapısını oluşturur.

Yaşlanmayı etkileyen faktörlere baktığımızda intrinsik faktörlerin yaşlanma sürecine katkısının yaklaşık %25–35 arasında olduğu görülmektedir. Bu da yaşlanma sürecinde çevresel faktörlerin önemine dikkat çekmektedir. Krutmann ve arkadaşları tarafından 2017 yılında yayımlanan kapsamlı bir çalışma, fertilizasyondan ölüme kadar geçen süreçte derinin maruz kaldığı tüm çevresel etkenleri kapsayan "deri ekspozomu" kavramını ortaya koymuştur. Bu çalışmada deri yaşlanmasına katkıda bulunan çevresel faktörler; güneş ışınları, çevre kirliliği, sigara ve tütün ürünleri kullanımı, sıcaklık değişimleri, uyku yoksunluğu, psikolojik stres ve beslenme alışkanlıkları başlıkları altında sınıflandırılmıştır. Krutmann vd., 2017). Doğrudan çevre ile temas hâlinde olan deri göz önüne alındığında, bu ekspozom faktörlerinin deri üzerinde oluşturduğu kümülatif ve yıpratıcı etkilerin yaşlanma sürecinde belirleyici rol oynadığı açıktır.

Deri yaşlanmasına etki eden ekstrensek faktörler incelendiğinde tüm faktörler arasında en baskın etkenin ultraviyole (UV) radyasyon olduğu görülmektedir. Tek başına UV radyasyonun deri yaşlanmasının yaklaşık %80'inden sorumlu olduğu bildirilmektedir. UV radyasyon, güneş gibi doğal kaynaklardan yayıldığı gibi, solaryum cihazları, kalıcı oje kurutucuları ve UV sterilizasyon sistemleri gibi yapay kaynaklardan da köken alabilir. Dalga boylarına göre UV radyasyon üç gruba ayrılır: UVA (320–400 nm), UVB (280–320 nm) ve UVC (100–280 nm). UVC ışınlarının tamamına yakını ve UVB ışınlarının önemli bir kısmı ozon tabakası tarafından absorbe edildiğinden yeryüzüne ulaşamaz. Yeryüzüne ulaşabilen UVB ışınları esas olarak epidermise nüfuz ederken, UVA ışınları daha derin dokulara ulaşarak dermise kadar ilerleyebilir (Şekil 1). Bu nedenle UVB radyasyonu eritem ve akut güneş yanığı gibi etkilerden sorumlu tutulurken, dermise kadar ulaşabilen UVA ışınları, kollajen ve elastin liflerinde hasara yol açarak

fotoyaşlanmanın yaklaşık %98'inden sorumlu kabul edilmektedir (Ansary vd., 2021).

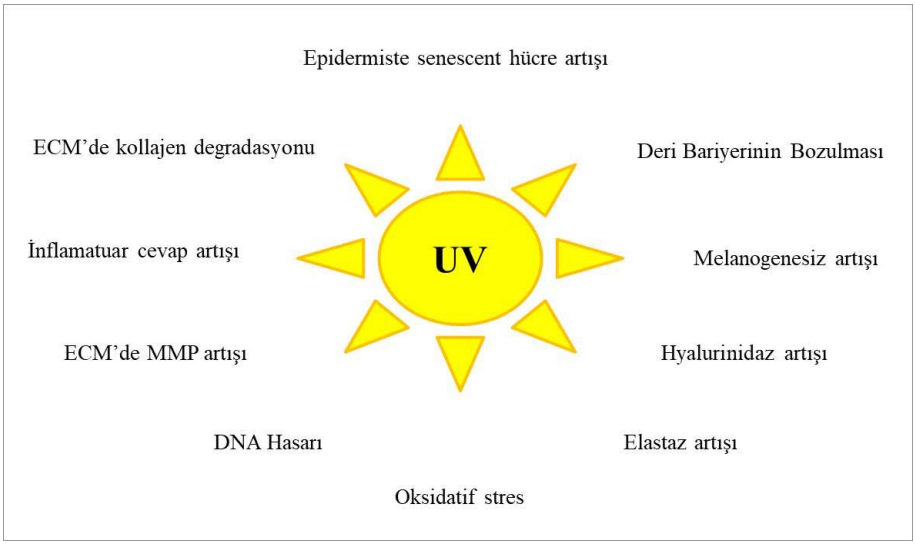


Şekil 1. Ultraviyole (UV) ışınların atmosferden geçişi ve deri katmanlarına penetrasyonu.

Güneş kaynaklı ultraviyole ışınları dalga boylarına göre UVA, UVB ve UVC olarak sınıflandırılır. UVA ışınları, atmosferi büyük ölçüde geçerek dermise kadar penetre olur ve fotoyaşlanma sürecinde başlıca rol oynar. UVB ışınları, atmosferde kısmen absorbe edilir ve yeryüzüne ulaşabilen kısmı esas olarak epidermise nüfuz eder. UVC ışınları ise atmosferde, özellikle ozon tabakası tarafından tamamen absorbe edildiğinden yeryüzüne ulaşamaz ve deri yaşlanması üzerinde doğrudan bir etkileri bulunmaz.

Deride tekrarlanan UV ışınlara maruziyetin açığa çıkardığı etkiler oldukça önemli olup fotoyaşlanma olarak adlandırılır. Fotoyaşlanma, yaşam boyu alınan UV ışınlarının miktarıyla doğrudan ilişkilidir. Fotohasarın etkileri genellikle içsel yaşlanma belirginleşmeden yıllar önce ortaya çıkar. Fotoyaşlanma, cilt ve destek dokularını etkileyen dejenaratif bir süreçdir. Cilt dokusunun kümülatif UV kaynaklı fotohasarı, fotoyaşlanma süreçlerinde erken hücresel yaşlanma, ECM'de bozulma ve inflamatuar yanıtlarla ilişkilidir. Uzun süre güneşe maruz kalan ciltte melanosit yoğunluğu artar, telanjiektaziler, eritem, stratum korneumdaki su kaybına bağlı ince kırışıklıklar oluşur. Ayrıca fotoyaşlanmış deride benign ve malign tümör gelişimi de artar. Fotoyaşlanmada bir diğer durumda, UV maruziyetin oksidatif stresi tetikleyerek reaktif oksijen türlerinde (ROS) artışa sebep

olmasıdır (Zhang vd., 2024, Soheilifar vd., 2022, Ansary vd., 2021) (Şekil 2).



Şekil 2. Deride UV ışınların tetiklediği mekanizmalar

Deride reaktif oksijen türlerinin (reactive oxygen species, ROS) artışı, ister intrinsik yaşlanma süreçlerine ister ekstrensek çevresel faktörlere bağlı olarak gelişsin, deri homeostazı üzerinde belirgin ve yıkıcı etkilere yol açmaktadır. ROS, süperoksit anyonu, hidrojen peroksit ve hidroksil radikali gibi yüksek reaktiviteye sahip moleküllerden oluşur ve fizyolojik düzeylerde hücresel sinyalizasyon süreçlerinde rol oynarken, aşırı üretimleri durumunda oksidatif stres tablosu ortaya çıkar.

İntrensek yaşlanma sürecinde mitokondriyal oksidatif fosforilasyon sırasında oluşan ROS, zamanla birikerek hücresel makromoleküllerde hasara neden olur. Ekstrensek faktörler arasında ise özellikle ultraviyole (UV) radyasyon, çevresel kirlilik, sigara dumanı ve kimyasal ajanlar, deride ROS üretimini belirgin şekilde artıran başlıca etkenlerdir. UV ışınları, epidermal ve dermal kromoforlar tarafından absorbe edilerek serbest radikal oluşumunu tetikler ve antioksidan savunma mekanizmalarının kapasitesini aşan bir oksidatif yük oluşturur.

Artmış oksidatif stres, deride protein, lipit ve nükleik asitlerde yapısal ve fonksiyonel bozukluklara yol açar. Lipit peroksidasyonu hücre zarlarının bütünlüğünü bozarken, protein oksidasyonu enzim aktivitesini ve hücresel iskelet stabilitesini olumsuz etkiler. DNA'da meydana gelen oksidatif hasar ise mutasyon birikimine, hücresel senesense ve apoptoza neden olabilir. Bu süreçler, epidermal hücre yenilenmesinin yavaşlaması ve dermal onarım kapasitesinin azalması ile sonuçlanır.

Dermal düzeyde oksidatif stresin en önemli etkilerinden biri, matriks metalloproteinazların (MMP'ler) aktivasyonudur. ROS aracılığıyla aktive edilen sinyal yolakları (özellikle Activator Protein-1;AP-1 ve Nuclear Factor kappa-B;NF-κB), kollajen yıkımını artırırken yeni kollajen sentezini baskılar. Bu dengesizlik, ekstraselüler matriks bütünlüğünün bozulmasına, dermal incelmeye ve derinin mekanik dayanıklılığının azalmasına neden olur. Ayrıca oksidatif stres, elastin liflerinde dejenerasyona ve solar elastozis gelişimine katkıda bulunur.

Bunun yanı sıra ROS artışı, deride kronik düşük dereceli inflamatuvar bir mikroçevre oluşturarak "inflammaging" sürecinin de belirginleşmesine neden olur. Proinflamatuvar sitokinlerin sürekli salınımı, doku hasarını derinleştirir ve yaşlanmaya bağlı dermatolojik değişikliklerin ilerlemesini hızlandırır (Rittié ve Fisher 2002, Poljšak vd., 2012, Krutmann ve Schroeder 2009, Schäfer ve Werner 2008).

Yaşlanma süreci, intrinsik ve ekstrensek faktörlerin yanı sıra hücresel düzeyde biriken rastlantısal hasarların etkileşimi sonucunda deride çok yönlü yapısal ve fonksiyonel değişikliklerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu süreçte epidermal hücre yenilenmesinin yavaşlaması, dermo-epidermal bileşkenin düzleşmesi, ekstraselüler matriks bileşenlerinin bozulması, vasküler yapıların azalması ve deri eklerinde gerileme gibi değişiklikler dikkat çekmektedir. Moleküler düzeyde ise artmış oksidatif stres, mitokondriyal disfonksiyon, DNA hasarı ve kronik düşük dereceli inflamasyon yaşlanma sürecinin temel biyolojik altyapısını oluşturmaktadır. Bu faktörlerin birleşik etkisi, hem derinin yapısal bütünlüğünü hem de fonksiyonel kapasitesini olumsuz yönde etkileyerek klinik olarak gözlemlenebilen yaşlanma bulgularının ortaya çıkmasına zemin hazırlar. Yaşlanma sürecine katkıda bulunan başlıca intrinsik ve ekstrensek faktörler ile bunların deride yol açtığı yapısal, moleküler ve klinik değişiklikler Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1: Deri yaşlanmasındaki intrensek ve ekstrensek faktörler ile bunların sonucunda deride gelişen olaylar

İntrensek Deri Yaşlanması Faktörleri	Ekstrensek Deri Yaşlanması Faktörleri
Moleküler yaşlanma	Sigara
Hücresel yaşlanma	Hava kirliliği
Sistemsel yaşlanma	UV radyasyon
	Aşırı sıcak hava
	Yaşam tarzı (beslenme, uyku, egzersiz)
	Stres, kaygı
	Hastalıklar

Yaşlanma Faktörleri Sonucu Deride Gelişen Olaylar	
Cildin incelmesi	Oksidatif stres
Dermo-epidermal sınırın düzleşmesi	Mitokondriyal disfonksiyon
Hücre ve ekstraselüler matriksin bozulması	Elektron taşınsport bozulmaları
Dermal damarlanmada azalma	Ribozomların bozulması
Kalan damarlarda telenjiektazi	DNA hasarı
Deri eklerinde yapısal bozulma/sayısal azalma	Telomer onarım eksiklikleri
Yapısal proteinlerin azalması	Enflamasyon
Mitokondri ve proteoglikanların azalması	Hücre zarı bütünlüğünün bozulması
DNA onarımının bozulması	Bariyer fonksiyonunun bozulması
Derinin hücresl işlsevlerinin bozulması	Keratinosit tabakasının kalınlaşması
D vitamini sentezinni azalması	Kanser riskinin artması
Reaktif oksijen türlerinin artması	Elastik liflerde bozulma

Yaşlanma Sonucu Deride Dışarıdan Gözlemlenen Belirtiler	
İnce çizgiler (özellikle periorbital ve perioral bölgede)	Pigmentasyon Değişiklikleri
Derin ve statik kırışıklıklar	Solar lentijinler (yaşlılık lekeleri)
Epidermal ve dermal incelme	Düzensiz hiperpigmentasyon alanları
Derinin daha kolay travmatize olması	Bazen hipopigmente odaklar
Küçük darbelerde kolay morarma	Telenjiektaziler

(senil purpura)	
Deride gevşeme (laksisite)	Eritem
Sarkma (özellikle yüz ovali, boyun ve göz kapakları)	Pürüzlü ve kaba deri yüzeyi
Kuruluk (Xerozis)	Düzensiz keratinizasyon
Pullanma ve mat görünüm	Donuk ve canlılığını yitirmiş görünüm

Yaşlanma Sonucu Deri Eklerinde Dışarıdan Gözlemlenen Belirtiler

Saç yoğunluğunda azalma	Tırnaklarda kalınlaşma veya incelme
Saç tellerinde incelme	Tırnaklarda kırılganlık ve frajilite artışı
Saç dökülmesi (senil alopesi)	Tırnaklarda renk değişiklikleri (opaklaşma, sararma)
Saç renginde değişiklik (akromotri / grileşme)	Tırnaklarda boyuna çizgilenmeler (longitudinal ridging)
Vücut kıllarında azalma	Onikomikoz gelişimine yatkınlık

SONUÇ

Deri yaşlanması, moleküler düzeyde başlayan ve zamanla hücresel, doku ve sistem düzeyinde ilerleyen karmaşık bir biyolojik süreçtir. Epidermis, dermis ve hipodermisi kapsayan bu çok katmanlı yapı, yaşlanma süreci boyunca hücresel yenilenme hızında azalma, ekstraselüler matriks organizasyonunda bozulma, vasküler ve immün fonksiyonlarda gerileme gibi çok sayıda değişime maruz kalmaktadır. Özellikle oksidatif stres, mitokondriyal disfonksiyon ve kronik düşük dereceli inflamasyon, hem intrinsik yaşlanmanın hem de fotoyaşlanmanın ortak patofizyolojik mekanizmaları olarak ön plana çıkmaktadır. Bu mekanizmalar sonucunda kollajen ve elastik liflerin yıkımı hızlanmakta, deri bariyer fonksiyonu zayıflamakta ve klinik olarak kırışıklıklar, elastikiyet kaybı, pigmentasyon düzensizlikleri ve deri sarkması gibi yaşlanmaya özgü bulgular ortaya çıkmaktadır.

Deri yaşlanmasının fizyolojik temellerinin ayrıntılı biçimde anlaşılması, yalnızca estetik değişikliklerin açıklanması açısından değil, aynı

zamanda yaşlanmaya bağlı deri hastalıklarının önlenmesi ve tedavisine yönelik stratejilerin geliştirilmesi açısından da büyük önem taşımaktadır. İntrensek ve ekstrensek faktörlerin etkileşiminin ortaya konması, bireyselleştirilmiş koruyucu yaklaşımların (UV korunması, antioksidan destekler ve yaşam tarzı düzenlemeleri gibi) önemini vurgulamaktadır. Bu bağlamda, deri yaşlanmasına ilişkin mekanizmaların klinik yansımalarla birlikte ele alınması, yaşlanma sürecinin daha sağlıklı yönetilmesine ve yaşam kalitesinin korunmasına katkı sağlayacaktır.

REFERANSLAR

Abraham, J., ve Mathew, S. (2019). Merkel cells: a collective review of current concepts. International Journal of Applied and Basic Medical Research, 9(1), 9-13.

amin Hussen, N. H., Abdulla, S. K., Ali, N. M., Ahmed, V. A., Hasan, A. H., ve Qadir, E. E. (2025). Role of antioxidants in skin aging and the molecular mechanism of ROS: A comprehensive review. Aspects of Molecular Medicine, 100063.

Ansary, T. M., Hossain, M. R., Kamiya, K., Komine, M., ve Ohtsuki, M. (2021). Inflammatory molecules associated with ultraviolet radiation-mediated skin aging. International Journal of Molecular Sciences, 22(8), 3974.

Buso, G., Depairon, M., Tomson, D., Raffoul, W., Vettor, R., ve Mazzolai, L. (2019). Lipedema: a call to action!. Obesity, 27(10), 1567-1576.

Gilaberte, Y., Prieto-Torres, L., Pastushenko, I., ve Juarranz, Á. (2016). Anatomy and Function of the Skin. In Nanoscience in dermatology (pp. 1-14). Academic Press.

Hwa, C., Bauer, E. A., ve Cohen, D. E. (2011). Skin biology. Dermatologic therapy, 24(5), 464-470.

Krutmann, J., Bouloc, A., Sore, G., Bernard, B. A., ve Passeron, T. (2017). The skin aging exposome. Journal of dermatological science, 85(3), 152-161.

Krutmann, J., ve Schroeder, P. (2009). Role of mitochondria in photoaging of human skin: the defective powerhouse model. Journal of Investigative Dermatology Symp Proc, 14(1), 44–49.

Maeda, K. (2017). New method of measurement of epidermal turnover in humans. Cosmetics, 4(4), 47.

Pilkington, S. M., Bulfone-Paus, S., Griffiths, C. E., ve Watson, R. E. (2021). Inflammaging and the Skin. Journal of Investigative Dermatology, 141(4), 1087-1095.

Poljšak, B., Dahmane, R., ve Godić, A. (2012). Intrinsic skin aging: the role of oxidative stress. Acta Dermatovenerologica Alpina, Pannonica et Adriatica, 21(2), 33–36.

Port, H., Andelic, M., Nyström, A., Haack, A. M., Kalogeropoulos, K., Nielsen, V. W., ve Holm Nielsen, S. (2025). Extracellular matrix alterations in inflammatory skin diseases: emerging biomarkers and clinical implications. Clinical and Experimental Dermatology, 50(11), 2118-2132.

Puizina-Ivic, N. J. A. D. A. (2008). Skin aging. Acta Dermatovenerologica Alpina Panonica Et Adriatica, 17(2), 47.

Rittié, L., ve Fisher, G. J. (2002). UV-light-induced signal cascades and skin aging. Ageing Research Reviews, 1(4), 705–720.

Schäfer, M., ve Werner, S. (2008). Oxidative stress in normal and impaired wound repair. Pharmacological Research, 58(2), 165–171.

Sjerobabski-Masnec, I., ve Situm, M. (2010). Skin aging. Acta Clin Croat, 49(4), 515-8.

Soheilifar, M. H., Masoudi-Khoram, N., Shirkavand, A., ve Ghorbanifar, S. (2022). Non-coding RNAs in photoaging-related mechanisms: a new paradigm in skin health. Biogerontology, 23(3), 289-306.

Zhang, X., Zhuang, H., Wu, S., Mao, C., Dai, Y., ve Yan, H. (2024). Marine bioactive peptides: anti-photoaging mechanisms and potential skin protective effects. Current Issues in Molecular Biology, 46(2), 990-1009.

Sessiz Bir Risk Alanı: Postpartum Dönemde Obsesif-Kompulsif Bozukluğa Kadın Sağlığı Perspektifinden Yaklaşım

Melisa SARILI[1]
Prof. Dr. Emine GERÇEK ÖTER[2]

1 https://orcid.org/0009-0005-0246-2908, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü AD., Aydın, Türkiye, 2421500102@stu.adu.edu.tr
2 https://orcid.org/0000-0002-0310-5479, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, Doğum-Kadın Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği AD., Aydın, Türkiye, eminegercekoter@adu.edu.tr

ÖZET

Postpartum dönem, kadınların biyolojik, psikolojik ve sosyal açıdan yoğun değişimler yaşadığı, ruhsal bozukluklara yatkınlığın arttığı kritik bir geçiş sürecidir. Bu çalışma, postpartum dönemde kadınlarda görülen obsesif-kompulsif bozukluk (OKB) belirtilerin yaygınlığı, klinik özellikleri, psikososyal belirleyicileri ve anne-bebek etkileşimi üzerindeki etkilerini incelemeyi; hemşirelik perspektifinden bütüncül bakımın önemini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu çalışmada, literatür taraması yöntemi kullanılmıştır. PubMed, PsycINFO, ScienceDirect, EBSCOhost ve Google Scholar veri tabanlarında 2010–2025 yılları arasında yayımlanan çalışmalar taranmıştır. Tarama kapsamında İngilizce ve Türkçe dillerinde yayımlanmış prospektif ve retrospektif kohort, tanımlayıcı, kesitsel ve epidemiyolojik araştırmalar, nicel, nitel ile sistematik derleme ve meta-analizler incelenmiştir. Bu literatür çalışmasına 18 yaş altı veya 65 yaş üstü katılımcıları içeren çalışmalar dahil edilmemiştir. Yapılan tarama sonucunda dahil edilme ve dışlama kriterlerine uyan 15 araştırma çalışma kapsamına alınmıştır. İncelenen çalışmalar, doğum sonrası dönemin özellikle ilk haftalarında OKB görülme sıklığının arttığını ve bu artışın ilk altı ay boyunca sürebildiğini göstermektedir. Postpartum OKB'de en sık bebeğe zarar verme korkusu, güvenliğe yönelik yoğun kaygılar, bulaşma-kirlenme obsesyonları ile kontrol etme ve kaçınma davranışları görülmektedir. Ayrıca postpartum OKB belirtilerinin maternal bağlanma, ebeveynlik öz yeterliği ve anne-bebek etkileşimini olumsuz etkilediği; yetersiz sosyal destek ile eşlik eden anksiyete ve depresyonun klinik tabloyu ağırlaştırdığı bildirilmektedir. Postpartum OKB, bireysel ruhsal bir sorun olmanın ötesinde, anne-bebek etkileşimini, aile işlevselliğini ve uzun dönem çocuk gelişimini etkileyen çok boyutlu bir halk sağlığı problemidir. Bu bağlamda kadın sağlığı hemşireleri, postpartum OKB belirtilerinin erken tanılanması, psiko-eğitim sağlanması ve uygun uzman yönlendirmelerinin yapılmasında kilit bir role sahiptir.

Anahtar Kelimeler: "Postpartum Dönem", "Obsesif-Kompulsif Bozukluk", "Anne", "Bebek", "Hemşirelik".

GİRİŞ

Takıntı-Zorlantı Bozukluğu (Obsesif-Kompulsif Bozukluk), kişinin kontrol etmekte zorlandığı obsesyon ve kompulsiyonların görüldüğü bir ruhsal bozukluk olarak tanımlanır. Obsesyon kavramı, kökeni Latince "kuşatma" anlamına gelen obsidere sözcüğüne dayanan ve bireyin zihninden uzaklaştıramadığı, istemsiz biçimde ortaya çıkan düşünce, imge ya da dürtüleri ifade eder. Bu içerikler genellikle yineleyici, zorlayıcı ve kişinin belirgin ölçüde sıkıntı yaşamasına yol açan niteliktedir (American Psychiatric, 2014; Denys, 2011). Kompulsiyon ise Latince compellere (zorlamak)

kelimesinden türemiş olup, obsesyonların yol açtığı rahatsızlığı azaltmak ya da kişinin korktuğu bir durumun meydana gelmesini engellemek amacıyla gerçekleştirilen zihinsel eylemler ya da tekrarlayıcı davranışlar için kullanılır. Bu davranışlar çoğu zaman, engellenmek istenen durumla gerçekçi bir bağlantı taşımamakta ya da amaçlarına kıyasla aşırı bir nitelik göstermektedir (American Psychiatric, 2014; Denys, 2011). Hormonal, biyolojik ve psikososyal değişimlerin yoğun yaşandığı postpartum süreçte, bu durum çeşitli klinik görünümler şeklinde kendini gösterebilmektedir (Collardeau vd., 2019).

EPİDEMİYOLOJİ

En sık karşılaşılan psikiyatrik bozukluklardan biri olan obsesif-kompulsif bozukluğun (OKB) toplumdaki yaygınlığı yaklaşık %3 olarak bildirilmektedir. Yıllık yaygınlık oranının ise %0.5 ile %2.1 arasında değiştiği ifade edilmektedir (İncekara, 2023). Literatüre bakıldığında, OKB'nin genellikle 18–25 yaş aralığında başladığı bildirilmektedir (Geller vd., 2021; Pellegrini vd., 2025; Phillips ve Stein, 2025; Stein vd., 2019). Obsesif-kompulsif bozukluk çoğu zaman başka psikiyatrik rahatsızlıklarla birlikte ortaya çıkmaktadır. Eş tanı oranları incelendiğinde, en sık majör depresyonun (%67) eşlik ettiği görülmektedir. Bunu sırasıyla basit fobiler (%22), sosyal fobi (%18), yeme bozuklukları (%17), alkol bağımlılığı (%14) ve panik bozukluk (%12) izlemektedir (Gümüş ve Alver, 2020). Obsesif-kompulsif bozukluğun bazı kadınlarda gebelik öncesi ya da sonrası dönemde ortaya çıkabildiği belirtilmektedir (Stein vd., 2019). Gebelikte başlayan OKB oranının %2–22, doğum sonrası dönemde ise %2–24 arasında değiştiği bildirilmektedir (Hudepohl vd., 2022).

TARİHÇE

Obsesyon kavramı tıp literatüründe ilk kez 1838 yılında Esquirol tarafından tanımlanmış; normal görünen bireylerde istem dışı, engellenemeyen ve dürtüsel biçimde ortaya çıkan düşünce ya da davranışlar olarak açıklanmıştır. Esquirol'ün bu belirtileri "dürtü monomanisi" kapsamında değerlendirmesi, OKB'nin kavramsallaştırılmasında önemli bir dönüm noktası olmuştur. 1866 yılında Morel, bu duruma farklı bir bakış açısı getirerek bozukluğu otonom sinir sisteminin karmaşık işleyişiyle ilişkilendirmiş ve "Delire Emotif" adını verdiği bu tabloyu psikotik bir durumdan ziyade nevrotik bir bozukluk olarak yorumlamıştır. Daha sonraki yıllarda Westphal, obsesyonları bireyin isteği dışında zihnine gelen ve mantık dışı olduğu hasta tarafından fark edilen düşünceler olarak tanımlamış; böylece bu durumu psikotik belirtilerden ayırarak bilişsel yönünü ön plana çıkarmıştır. Bu yaklaşım, OKB'nin modern anlayışının şekillenmesinde önemli bir katkı sağlamıştır. 1900'lü yılların başlarında ise Pierre Janet, obsesif düşünceler, bunlara eşlik eden kompulsif davranışlar ve fobileri bir arada ele alarak bu durumu "psikasteni" yani ruhsal zayıflık kavramı çerçevesinde açıklamıştır (Ediboğlu ve Şahin, 2022; Özerdem, 1998; Rasmussen ve Eisen, 1989).

Tıp tarihinde obsesif-kompulsif bozukluğa ilişkin ilk sistematik tanımlamalar 19. yüzyılın başlarında yapılmıştır. Esquirol, *Mental Hastalıklar* adlı eserinde "kısmi delilik" ve "dürtü monomanisi" kavramlarını kullanarak bireyin engellenemez ve istemsiz eylemlerini tanımlamış; bu yaklaşım sonraki klinisyenler tarafından nevroz çerçevesinde sürdürülmüştür. Başlangıçta depresyonun bir parçası olarak değerlendirilen bu belirtiler, ancak yüzyılın ilerleyen dönemlerinde bağımsız bir klinik sendrom olarak ele alınmaya başlanmıştır (Özerdem, 1998; Zayman, 2016). Obsesif-kompulsif belirtiler, psikiyatrik sınıflandırmalarda ilk kez DSM-I'de "obsesif-kompulsif reaksiyon" adıyla yer almış; DSM-II'de ise "obsesif-kompulsif nevroz" olarak tanımlanmıştır. Güncel fenomenolojik yaklaşıma en yakın tanımlama DSM-III ile ortaya konmuş; obsesyon ve kompulsiyonlar biçim ve içerik açısından ayrıntılı biçimde açıklanarak diğer zihinsel meşguliyetlerden ayırt edilmiştir. Daha sonraki sınıflandırmalarda OKB uzun süre anksiyete bozuklukları içinde değerlendirilmiş, DSM-5 ile birlikte ise "Obsesif-Kompulsif Bozukluk ve İlişkili Bozukluklar" başlığı altında ayrı bir kategori olarak ele alınmıştır (American Psychiatric, 1952; Insel, 1990; Zayman, 2016)

TANI VE TEDAVİ

Obsesif Kompulsif Bozukluk (OKB) güncel sınıflandırma sistemlerinde özgün bir konumda ele alınmakta olup DSM-5'te "OKB ve İlişkili Bozukluklar" başlığı altında bağımsız bir kategori olarak tanımlanmıştır. Tanı koymada temel ölçüt, bireyde obsesyonların, kompulsiyonların veya her ikisinin birlikte bulunmasıdır. DSM-5'e göre obsesyonlar kişinin iradesi dışında ortaya çıkan, sıkıntı veren ve yineleyici düşünce, imge ya da dürtülerdir; birey genellikle bu içerikleri bastırmaya veya etkisizleştirmeye çalışır. Kompulsiyonlar ise kaygıyı azaltmak amacıyla gerçekleştirilen yineleyici davranışlar ya da zihinsel eylemler olup çoğu zaman katı kurallar çerçevesinde yürütülür. Bu belirtilerin kişinin günlük işlevselliğini bozan, belirgin zaman kaybına yol açan ve başka bir tıbbi duruma bağlı olmayan bir yapıda olması tanı açısından gereklidir. İçgörü düzeyinin belirlenmesi de klinik değerlendirmede önem taşır; kişi belirtilerinin gerçekliğine ilişkin farkındalığını koruyabilir, azaltılmış içgörü sergileyebilir ya da tamamen sanrısal bir inanca sahip olabilir. ICD-10 ise tanı koyarken belirtilerin en az iki hafta süreyle çoğu günlerde bulunmasını, bireyin bu düşüncelere karşı direnç deneyimlemesini ve bu zihinsel içeriklerin rahatsızlık verici nitelikte olmasını vurgular (Holm vd., 2020; Zayman, 2016).

Obsesif-kompulsif bozukluk tedavisi çok boyutlu olup hem psikoterapötik hem de farmakolojik yaklaşımları içermektedir. Serotonin geri alımını engelleyen ilaçlar ile maruz bırakma ve tepki önleme temelli terapi, OKB için etkinliği kanıtlanmış başlıca ilk basamak tedavilerdir. Bununla birlikte, bazı kişiler bu yöntemlere yanıt vermeyebilir ve yalnızca sınırlı bir bölümünde belirtilerde tam düzelme görülür. (Krebs ve Heyman, 2015; Pittenger ve Bloch, 2014; Robbins vd., 2019). Araştırmalar, serotonin geri alımını engelleyen yüksek doz SSRI tedavilerinin ve bilişsel davranışçı terapinin (BDT) semptomlarda anlamlı azalma sağladığını göstermektedir. Özellikle orta düzeyde belirtileri olan hastalarda BDT'nin bazı durumlarda farmakoterapi kadar etkili olabildiği bildirilmiştir. Daha dirençli olgularda ise ilaç tedavisi ile BDT'nin birlikte uygulanması önerilmekte, ileri düzey vakalarda EKT gibi ek yöntemlerin güvenli biçimde kullanılabileceği belirtilmektedir (Goodman vd., 2021; Yılmaz, 2018).

POSPARTUM DÖNEMDE OBSESİF KOMPULSİF BOZUKLUK VE ÖZELLİKLERİ

Postpartum dönem, fetüs, plasenta ve membranların doğumuyla başlayan ve yaklaşık altı ila sekiz hafta süren bir iyileşme süreci olarak tanımlanmaktadır. Lohusalık olarak adlandırılan bu süreç, gebelik boyunca meydana gelen fizyolojik değişimlerin kademeli biçimde eski hâline dönmesiyle karakterize edilir. Bu dönemde sunulan bakımın niteliği ise, ortaya çıkabilecek olası fizyolojik ve psikolojik sorunların önlenmesi ve yönetilmesinde belirleyici bir etkiye sahiptir (Yıkar ve Nazik, 2022). Postpartum dönemde görülen hafif psikolojik sorunlar, süreklilik gösterme biçimleri, semptom şiddeti ve klinik özellikleri açısından daha ciddi psikiyatrik bozukluklardan ayrılmaktadır. Doğumdan sonraki ilk günlerde ortaya çıkabilen bu belirtiler, izleyen haftalar içinde kendiliğinden gerileyebileceği gibi bazı durumlarda daha belirgin hâle gelerek ağırlaşma eğilimi de gösterebilmektedir (Razurel vd., 2011).

Pospartum dönem, kadının biyopsikososyal açıdan önemli uyum süreçlerinden geçtiği, yoğun değişimlerin yaşandığı bir dönemdir. Bu süreçte ortaya çıkan yeni sorumluluklar ve hormonal dalgalanmalar, kadınların psikolojik sağlamlığını zorlayabilmekte ve depresif belirtilerin yanı sıra obsesif kompulsif bozukluk (OKB) gelişme riskini artırabilmektedir (van Broekhoven vd., 2019). Doğum sonrası dönemde başlayan OKB çoğunlukla ilk doğumla ilişkili olup semptomların büyük bir kısmı doğumdan sonraki ilk dört hafta içerisinde ortaya çıkar (Demirkol vd., 2018). Her ne kadar OKB'nin sınıflandırılmasında postpartum döneme özgü ayrı bir alt tip tanımlanmamış olsa da bu dönemde görülme olasılığının genel popülasyona kıyasla belirgin şekilde yüksek olduğu bildirilmektedir (Pereira vd., 2022).

Obsesif eğilimlere sahip kadınlarda; kendilerine zaman ayıramama, sık el yıkama, uyku düzeninde bozulmalar, bebeğe zarar verebileceğine ilişkin yoğun kaygılar ve bebeğe fiziksel temas kurmada güçlük gibi obsesif-kompulsif nitelikte davranış örüntülerinin görülebildiği bildirilmektedir. Bu belirtilerin yalnızca annelerin psikososyal işlevselliğini değil, aynı zamanda yakın çevrelerinin yaşam kalitesini de olumsuz yönde etkilediği vurgulanmaktadır (Challacombe ve Salkovskis, 2011; Miller vd., 2015). Obsesif-kompulsif bozukluk, emzirme oranlarını, annenin ebeveynlikten aldığı zevki ve anne ile bebek arasındaki maternal bağlanmanın gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir. (Kurt ve Söyler, 2022).

Gebelik sırasında başlayan obsesyonların daha çok bulaşma temalı olduğu ve buna eşlik eden temizlik–yıkama kompulsiyonlarının öne çıktığı

bilinmektedir. Buna karşın postpartum dönemde gelişen obsesyonlar çoğunlukla bebeğe zarar verme korkusu etrafında şekillenmektedir. Bebekle ilgili zarar görme, uykuda ölüm, enfeksiyon kapma gibi yineleyici düşünceler sık görülmekte ve çoğu zaman kontrol etme kompulsiyonlarıyla birlikte seyretmektedir (Hudepohl vd., 2022; Pereira vd., 2022). Postpartum OKB'nin anne ve bebek üzerindeki olumsuz etkileri dikkate değerdir. Obsesyonların yarattığı yoğun sıkıntı, annenin bebekle temasını azaltmasına ve bağlanma sürecinin olumsuz etkilenmesine yol açabilir. Bu durum, anne-bebek ilişkisini zayıflatabildiği gibi, bakım verme davranışlarında da kaçınma ve aşırı kontrol gibi işlevsel olmayan örüntülerin gelişmesine neden olabilmektedir (Demirkol vd., 2018; Pereira vd., 2022).

BULGULAR

Yazar-yıl-ülke	Amaç	Araştırma tipi,örneklemi	Ölçüm yöntemi	Sonuç
(Nakić Radoš vd., 2025) Hırvatistan	Gebelik ve doğum sonrası dönemde obsesif-kompulsif belirtilerin yaygınlığını ve zaman içindeki seyrini ortaya koymak; bu belirtilerin depresif semptomlarla olan ilişkisini incelemek ve obsesif-kompulsif belirtileri yordayan sosyodemografik, obstetrik ve bireysel değişkenleri değerlendirmek	• Prospektif ve boylamsal bir araştırma • Gebeliğin ikinci ya da üçüncü trimesterinde değerlendirilen ve doğumdan 6–12 hafta sonra yeniden ölçüm yapılan toplam 397 kadın	• Yale-Brown Obsesif Kompulsif Ölçeği • Edinburgh Doğum Sonrası Depresyon Ölçeği • Anksiyete Duyarlılığı İndeksi • IPIP-50 Duygusal Denge alt ölçeği • Kısa Psikolojik Dayanıklılık Ölçeği	• Gebelik döneminde kadınların %15,1'inde obsesif-kompulsif belirtiler saptanmıştır. • Doğum sonrası dönemde de obsesif-kompulsif belirtilerin görülme oranı %15,1 olarak bulunmuştur. • Katılımcıların %9,8'inde obsesif-kompulsif belirtilerin hem gebelikte hem de doğum sonrasında devam ettiği belirlenmiştir. • Obsesif-kompulsif belirtiler gösteren kadınların gebelik döneminde %33,3'ünde eşlik eden depresif belirtiler olduğu saptanmıştır. • Doğum sonrası dönemde obsesif-kompulsif belirtileri olan kadınların %43,3'ünde aynı zamanda depresif belirtiler görülmüştür. • Doğum sonrası dönemde depresif belirtileri olan kadınların %57,8'inde obsesif-kompulsif belirtiler eşlik etmiştir. • Doğum sonrası dönemde kadınların %13,1'inde hafif düzeyde, %2'sinde ise orta ya da ağır düzeyde obsesif-kompulsif belirtiler rapor edilmiştir.
(Salari vd., 2024) İran	Gebelik ve doğum sonrası dönemde obsesif kompulsif bozukluğun küresel prevalansını incelemek	• Sistematik derleme ve meta-analiz • Gebelik dönemine ilişkin analizler 21 çalışmadan elde edilen toplam 21.581 kadını, • Doğum sonrası döneme ilişkin analizler ise 12 çalışmadan elde edilen toplam 7.649 kadını kapsamaktadır. •	• Perinatal Obsessive–Compulsive Scale – POCS (Perinatal Obsesif Kompulsif Ölçeği) • Prenatal Obsessive-Compulsive Scale – PreOCS (Prenatal / Gebelik Dönemi Obsesif Kompulsif Ölçeği) • Postpartum Obsessive-Compulsive Scale – POCS postpartum form (Postpartum / Doğum Sonrası Obsesif Kompulsif Ölçeği) • Mini-International Neuropsychiatric Interview – MINI (Mini Uluslararası Nöropsikiyatrik Görüşme) • Structured Clinical Interview for DSM Disorders – SCID-I (DSM Tanı Ölçütlerine Göre Yapılandırılmış Klinik Görüşme) • Structured Clinical Interview for DSM-5 – SCID-5 (DSM-5 İçin Yapılandırılmış Klinik Görüşme) • Obsessional Compulsive Inventory – Revised – OCI-R (Obsesyonel Kompulsif Envanter – Gözden Geçirilmiş Form)	• Gebelik ve doğum sonrası dönemin obsesif kompulsif bozukluğun ortaya çıkması ya da mevcut belirtilerin şiddetlenmesi açısından belirgin bir risk dönemi olduğunu, OKB prevalansının genel kadın popülasyonuna kıyasla daha yüksek seyrettiğini ve özellikle hormonal değişimler, artan sorumluluk algısı ve psikososyal stresörlerin bu süreçte OKB belirtileriyle anlamlı biçimde ilişkili olduğunu ortaya koymuştur.

			• Yale-Brown Obsessive Compulsive Scale – Y-BOCS (Yale–Brown Obsesif Kompulsif Ölçeği) • Psychiatric Diagnostic Screening Questionnaire – PDSQ (Psikiyatrik Tanısal Tarama Anketi) • Symptom Checklist – Short Form – SCL-25 (Belirti Tarama Listesi – Kısa Form) • Composite International Diagnostic Interview – CIDI (Bileşik Uluslararası Tanısal Görüşme) • Birmingham Interview (Birmingham Klinik Görüşmesi) • Semi-structured interview (Yarı Yapılandırılmış Klinik Görüşme) • Structured Clinical Interview (Yapılandırılmış Klinik Görüşme)	
(Garcia vd., 2023) Amerika Birleşik Devletlerİ	Perinatal dönemde obsesif kompulsif bozukluk açısından yüksek risk taşıyan annelerin yaşantılarını derinlemesine incelemek ve bu deneyimleri kendi anlatıları üzerinden ortaya koymak	• Nitel bir çalışma • Çalışmanın örneklemini, daha geniş bir tarama grubundan seçilen ve Postnatal Obsesif Kompulsif Ölçeği'nde yüksek risk puanı alan 10 anne oluşturmaktadır. • Annelerin bir kısmında belirtiler gebelikte, büyük çoğunluğunda ise doğum sonrası dönemde başlamıştır.	• Postnatal Obsesif Kompulsif Ölçeği (POCS) • Yarı yapılandırılmış bireysel görüşmeler • Tematik analiz yöntemi	• Bulgular, perinatal obsesif kompulsif bozukluğun annelerde yoğun güvenlik ve temizlik temalı obsesyonlar ile bu düşünceleri azaltmaya yönelik tekrarlayıcı kompulsif davranışlarla kendini gösterdiğini ortaya koymuştur. • Annelerin yaşantılarında obsesyon ve kompulsiyonlara eşlik eden yoğun kaygı, korku, suçluluk, utanç, öfke ve bazı vakalarda intihar düşüncelerinin bulunduğu belirlenmiştir.
(Kabul ve Çınar, 2023) Türkiye	Postpartum dönemde annelerin algıladıkları sosyal destek ile bebek bakımıyla ilişkili obsesif kompulsif davranışları arasındaki ilişkinin yapısal eşitlik modeli kullanılarak incelenmesi	• Tanımlayıcı, kesitsel ve ilişki arayıcı nitelikte • Doğum sonrası ilk altı hafta içinde olan 234 anne	• Aileyi Tanıtıcı Bilgi Formu • Çok Boyutlu Algılanan Sosyal Destek Ölçeği • Postpartum Dönemde Annelerin Bebek Bakımı ile İlgili Obsesif Kompulsif Davranışları Ölçeği	• Çalışmada postpartum dönemde annelerin bebek bakımıyla ilişkili obsesif ve kompulsif davranışlar sergilediği, bu davranışların özellikle bebeğe zarar verme düşüncesi, aşırı kontrol etme ve bakım sırasında tekrarlayıcı tutumlar etrafında yoğunlaştığı görülmüştür. • Eğitim düzeyi daha düşük olan annelerde, bebek bakımıyla ilişkili obsesif ve kompulsif davranışların daha belirgin olduğu gözlenmiştir. • Çalışmayan annelerin, çalışan annelere kıyasla bebek bakımına yönelik obsesif ve kompulsif davranışları daha sık sergilediği görülmüştür. • Ekonomik durumu iyi ve orta düzeyde olan annelerde, bebek bakımına ilişkin obsesif ve kompulsif davranışların daha fazla ifade edildiği belirlenmiştir. • Gebelik sürecinde herhangi bir sorun yaşamayan annelerin, doğum sonrasında bebek bakımına yönelik daha yoğun

				kontrol edici ve tekrarlayıcı davranışlar gösterebildiği saptanmıştır. • Daha önce bebek bakım deneyimi olmayan annelerin, ilk kez bakım sorumluluğu üstlenmeleriyle birlikte obsesif ve kompulsif davranışlara daha yatkın olduğu görülmüştür.
(Kurt ve Söyler, 2022) Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti	Covid-19 döneminde doğum yapan kadınlarda maternal bağlanma ile obsesif kompulsif belirtiler ve perinatal anksiyete arasındaki ilişkileri incelemek	• Nicel yöntemle yürütülmüş, ilişkisel tarama modeline dayalı kesitsel bir araştırma • Doğum yapan, 0–6 aylık bebeği olan 100 anne	• Maternal Bağlanma Ölçeği, • Padua Envanteri (yeni doğum yapan kadınların obsesif düşünce-kompulsif davranış geliştirme riski) • Perinatal Anksiyete Ölçeği • Sosyo-demografik bilgi formu	• Annelerin Padua Envanteri puanları yükseldikçe maternal bağlanma düzeyleri düşmektedir. • Obsesif düşünceler ve tekrarlayıcı davranışların yoğunlaşması, bebeğe yönelik duygusal yakınlık ve bağ kurma davranışlarını zayıflatmaktadır. • Kontrol etme davranışları, kirlenme ve bulaşma korkuları, ruminatif düşünceler ve dürtüsel obsesif düşünceler maternal bağlanmayı olumsuz yönde etkilemektedir. • Obsesif kaygılarla zihinsel olarak meşgul olma durumu, annenin bebeğine yönelttiği duygusal dikkatin azalmasına yol açmaktadır. • Perinatal anksiyete düzeyleri arttıkça maternal bağlanma düzeyleri azalmaktadır. • Sürekli kaygı, akut anksiyete ve travmaya ilişkin belirtiler, annenin bebekle kurduğu ilişkiyi zayıflatmaktadır. • Obsesif kompulsif belirtiler maternal bağlanmayı hem doğrudan etkilemekte hem de perinatal anksiyeteyi artırarak dolaylı bir etki oluşturmaktadır.
(Pereira vd., 2022) Portekiz	Doğum Sonrası Obsesif-Kompulsif Ölçeği'nin (POCS) Portekizce formunun geçerlik ve güvenirliğini değerlendirmek ve doğum sonrası obsesif-kompulsif bozukluk yaygınlığını belirlemek	• Kesitsel, gözlemsel ve psikometrik bir çalışma • Doğumdan sonraki 3–6 ay içinde olan 212 kadın	• Postnatal Obsesif Kompulsif Ölçeği (POCS) • Doğum Sonrası Depresyon Tarama Ölçeği • Perinatal Anksiyete Tarama Ölçeği • DSM-5'e dayalı yarı yapılandırılmış klinik görüşme	• Bulgular, POCS'nin Portekizce versiyonunun geçerli ve güvenilir bir ölçüm aracı olduğunu ve doğum sonrası obsesif-kompulsif belirtilerin taranmasında klinik olarak kullanılabileceğini göstermektedir. • Doğum sonrası obsesif-kompulsif bozukluk yaygınlığı %3,3 olarak bulunmuş, kadınların yaklaşık %15'inde belirtilerin orta ya da yüksek düzeyde şiddet ve işlevsel bozulma ile ilişkili olduğu saptanmıştır.
(Özlem Ş vd., 2022) Türkiye	Doğum sonu dönemde annelerin bebek bakımı ile ilgili obsesif ve kompulsif davranışları ile sağlık okuryazarlığı düzeyleri arasındaki ilişkiyi incelemek	• Tanımlayıcı ve ilişki arayıcı nitelikte planlanmış kesitsel bir araştırma • Doğum sonu dönemde 218 anne	• Kişisel bilgi formu • Doğum Sonu Dönemde Annelerin Bebek Bakımı ile İlgili Obsesif ve Kompulsif Davranışlar Ölçeği • e-Sağlık Okuryazarlığı Ölçeği	• Annelerin %45,9'unun doğum sonu dönemde en az bir obsesif veya kompulsif davranış sergilediği belirlenmiştir. • Annelerin %26,5'inin bebeğe zarar verme düşüncesi yaşadığı, bu düşüncelerin çoğunlukla istemsiz ve rahatsız edici nitelikte olduğu saptanmıştır. • Katılımcıların %13,3'ü bebeğin mikrop kapacağı düşüncesiyle aşırı temizlik davranışı gösterdiğini bildirmiştir. • Annelerin %14,4'ü bebeğini yeterince iyi besleyemediğine ilişkin tekrarlayıcı kaygı düşünceleri yaşadığını ifade etmiştir.

				• Bebekle ilgili obsesif düşünceler nedeniyle annelerin %63,8'inde sürekli kontrol etme davranışı (nefesini kontrol etme, uyurken sık kontrol etme gibi) görülmüştür.
(Fairbrother vd., 2021) Kanada	Gebeliğin üçüncü trimesterinden doğum sonrası altıncı aya kadar olan dönemde kadınlarda obsesif kompulsif bozukluğun yaygınlığını ve yeni ortaya çıkma sıklığını DSM-5 tanı ölçütlerine göre ayrıntılı biçimde incelemek	• Epidemiyolojik çalışma • 763 gebe kadın ve yeni anne	• Yapılandırılmış Klinik Görüşme (SCID-5) • Katılımcılar gebeliğin son döneminde ve doğum sonrası iki farklı zamanda çevrim içi ölçekler ve telefon görüşmeleri yoluyla değerlendirilmiştir. • Doğum sonrası dönemde özellikle bebeğe zarar verme ile ilgili obsesyon ve kompulsiyonlar sorgulanmıştır.	• Gebelik döneminde obsesif kompulsif bozukluğun dönemsel yaygınlığı %7,8, doğum sonrası dönemde ise %16,9 olarak bulunmuştur. • OKB prevalansının gebelik ilerledikçe ve doğumdan sonraki ilk haftalarda arttığı, yaklaşık 8. haftada en yüksek düzeye ulaştığı saptanmıştır. • Doğum sonrası ilk 6 ay içinde yeni obsesif kompulsif bozukluk gelişme oranı yaklaşık %9 olarak hesaplanmıştır.
(Ratzoni vd., 2021) İsrail	Ebeveyn-çocuk ilişkisinde görülen ilişki odaklı obsesif kompulsif belirtilerin doğum sonrası dönemde ortaya çıkıp çıkmadığını incelemek ve bu belirtilerin anne davranışı ile bebeklerin sosyal etkileşimleri üzerindeki etkisini değerlendirmek	• Nicel yöntemlerin kullanıldığı, boylamsal ve ilişkisel bir çalışma • Gebeliğin üçüncü trimesterinde çalışmaya dâhil edilen 143 anne	• Annelerin bebeklerine yönelik ilişki odaklı obsesif kompulsif belirtileri, bu çalışma için uyarlanan Parent-Infant Relationship Obsessive Compulsive Symptoms Inventory (PI-PROCSI) ölçeği (Ebeveyn-Bebek İlişkisine Yönelik Obsesif-Kompulsif Belirtiler Envanteri) • Achenbach Adult Self-Report (ASR) ölçeği (Yetişkin Öz-Bildirim Formu) • Postpartum Bonding Questionnaire (PBQ) ölçeği (Doğum Sonrası Anne-Bebek Bağlanma Ölçeği) • Anne davranışları ve bebeğin sosyal katılımı ise bebeğin 10. ayında yapılan serbest oyun etkileşimlerinin video kayıtları üzerinden gözlemsel kodlama yöntemiyle değerlendirilmiştir.	• Çalışmada, doğum sonrası dönemde görülen ruhsal sorunların yaygınlığına ilişkin önceki bulgulara atıf yapılarak, doğum sonrası depresyonun %13–19**,** anksiyetenin %8,5 ve obsesif kompulsif bozukluğun yaklaşık %9 oranında görülebildiği belirtilmiştir. • Anne-bebek ilişki odaklı obsesif belirtilerin, anne-bebek bağlanmasını olumsuz etkilediği ve bu etkinin depresyon ve anksiyeteden bağımsız olarak ortaya çıktığı gösterilmiştir. • Annelerin bebeğin özellikle gelecekteki gelişimine yönelik obsesif kaygılarının**,** ilerleyen aylarda annenin daha az olumlu geri bildirim vermesiyle ilişkili olduğu ve bunun sonucunda bebeklerin anneyle sosyal etkileşimden daha fazla kaçınma gösterdiği saptanmıştır.
(Starcevic vd., 2020) Avustralya, ABD, Türkiye, İtalya, Brezilya, Kanada ve Birleşik Krallık	Gebelik döneminde OKB yaşayan kadınlar, doğum sonrası dönemde OKB yaşayan kadınlar ve ne gebe ne de postpartum dönemde olan OKB'li kadınlar arasında obsesyon ve kompulsiyonların sıklığını karşılaştırmak	• PRISMA rehberine uygun şekilde yürütülmüş sistematik derleme ve meta-analiz • Toplam 14 çalışmadan elde edilen veriler kullanılmıştır. • Örneklem üç gruptan oluşmaktadır: gebelik döneminde OKB'si olan kadınlar, doğum sonrası dönemde OKB'si olan kadınlar ve gebe ya da postpartum olmayan OKB'li kadınlar	• Dahil edilen çalışmaların büyük çoğunluğunda obsesyon ve kompulsiyon türlerini belirlemek için Yale-Brown Obsesif Kompulsif Ölçeği (Y-BOCS) kullanılmıştır.	• Gebelik döneminde OKB yaşayan kadınlar ile ne gebe ne de postpartum olan OKB'li kadınlar arasında obsesyon ve kompulsiyon dağılımları açısından anlamlı fark saptanmamıştır. • Doğum sonrası dönemde OKB yaşayan kadınlarda, bebeğe zarar verme temalı saldırgan obsesyonların anlamlı düzeyde daha sık olduğu bulunmuştur. • Postpartum dönemde temizlik/yıkama ve düzenleme kompulsiyonları daha düşük sıklıkta görülürken, kontrol etme davranışları görece daha ön plandadır.

				• Doğum sonrası OKB'de bebeğe odaklı obsesyonlar, kendini ya da başkalarını rahatlatmaya yönelik davranışlar ve kaçınma stratejileri belirgin biçimde öne çıkmaktadır.
(Osnes vd., 2020) Norveç	Gebeliğin orta döneminde görülen uykusuzluğun hem gebelik sırasında hem de doğum sonrasında anne anksiyetesi ile ilişkisini incelemek ve obsesif kompulsif belirtilerin gebelikten doğum sonrasına nasıl değiştiğini ortaya koymak	• İleriye dönük (prospektif), toplum temelli bir kohort çalışması • Doğum yapması planlanan ve gebeliğin 17. haftasında çalışmaya dahil edilen 530 kadın	• DSM-IV-TR Diagnostic Criteria (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fourth Edition, Text Revision – Ruhsal Bozuklukların Tanısal ve İstatistiksel El Kitabı, Dördüncü Baskı, Metin Revizyonu) • DSM-5 Diagnostic Criteria (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition – Ruhsal Bozuklukların Tanısal ve İstatistiksel El Kitabı, Beşinci Baskı) • ICD Criteria (International Classification of Diseases – Uluslararası Hastalık Sınıflandırması) • DSM-IV Criteria for Insomnia (DSM-IV'e Göre Uykusuzluk Tanı Ölçütleri) • DSM-IV Criteria for Major Depression (DSM-IV'e Göre Majör Depresyon Tanı Ölçütleri) • DSM-IV-TR Criteria for Obsessive-Compulsive Disorder (DSM-IV-TR'ye Göre Obsesif Kompulsif Bozukluk Tanı Ölçütleri) • DSM-IV and ICD-10 Diagnostic Criteria (DSM-IV ve ICD-10 Tanı Ölçütleri)	• Gebeliğin 17. haftasında kadınların %59,8'inde uykusuzluk saptanırken, %40,2'sinde normal uyku düzeni olduğu belirlenmiştir. • Gebelik döneminde obsesif kompulsif belirtiler kadınların %3,8'inde görülürken, bu oran doğumdan 8 hafta sonra %6,4'e yükselmiş ve artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. • Doğum sonrası obsesif kompulsif belirtiler yaşayan kadınların %76,5'inin gebelik döneminde bu belirtileri yaşamadığı, belirtilerin büyük ölçüde doğum sonrasında ortaya çıktığı görülmüştür. • Doğum sonrası obsesif kompulsif belirtileri olan kadınların %47,1'i, bu belirtilerin bebekle ilişkili düşünce ya da davranışlar içerdiğini bildirmiştir. • Gebeliğin orta döneminde uykusuzluğu olan kadınlarda doğum sonrası obsesif kompulsif belirti görülme oranı %8,5 iken, uykusu normal olan kadınlarda bu oran %3,3 olarak saptanmıştır. • Uykusuzluğu olan kadınların anksiyete düzeyleri, uykusu normal olan kadınlara kıyasla hem gebelik döneminde hem de doğum sonrasında anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur.
(Challacombe vd., 2016) Birleşik Krallık	Doğum sonrası obsesif kompulsif bozukluğu (OKB) olan annelerin ebeveynlik deneyimlerini ve anne–bebek etkileşimlerini, sağlıklı kontrol grubuyla karşılaştırarak incelemek	• Kesitsel, karşılaştırmalı ve gözlemsel bir tasarım • 6 aylık bebeği olan 37 doğum sonrası OKB tanılı anne–bebek çifti ile 37 sağlıklı kontrol anne–bebek çiftinden oluşmaktadır	• DSM-IV için Yapılandırılmış Klinik Görüşme (SCID-IV) • Yale-Brown Obsesif-Kompulsif Ölçeği (Y-BOCS) • Gözden Geçirilmiş Obsesif-Kompulsif Envanter (OCI-R) • Doğum Sonrası Düşünceler ve Davranışlar Kontrol Listesi (PTBC) • Sorumluluk Tutumları Ölçeği (RAS) • Depresyon, Anksiyete ve Stres Ölçeği (DASS) • Algılanan Sosyal Destek Ölçeği (PSSS) • Golombok-Rust Evlilik Doyumu Envanteri (GRIMS)	• Doğum sonrası OKB tanılı annelerin ebeveynlik öz yeterliği, sosyal destek algısı ve evlilik doyumu düzeyleri kontrol grubuna göre daha düşüktür. • Bebek mizacı açısından gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. • OKB tanılı anneler, günlük etkileşimlerde daha düşük duyarlılık ve sıcaklık sergilemiş, özellikle alt değiştirme sırasında bebeklerine daha az sözel yönelimde bulunmuştur.

			• Anne Öz-Yeterlik Ölçeği (Maternal Self-Efficacy Scale) • Bates Bebek Mizaç Anketi (ITQ)	
(Goodman vd., 2016) Amerika Birleşik Devletleri ve Birleşik Krallık	Doğum sonrası dönemde görülen anksiyete bozukluklarının yaygınlığını, başlangıcını, seyrini, risk faktörlerini ve sonuçlarını yalnızca tanısal görüşmelere dayanan çalışmalar üzerinden sistematik olarak incelemek	• Sistematik derleme ve meta-analiz tasarımında yürütülmüş olup PRISMA rehberine uygun şekilde gerçekleştirilmiştir. • Derlemeye dahil edilen 58 çalışma, toplamda 12 farklı ülkede gerçekleştirilmiş ve örneklem büyüklükleri 6 ile 10.000 arasında değişen doğum sonrası kadınlardan oluşmuştur.	• Anksiyete bozukluklarının belirlenmesinde DSM veya ICD tanı ölçütlerine dayalı yapılandırılmış klinik görüşmeler yapılmıştır. • Sadece öz-bildirim ölçeklerine dayanan çalışmalar bilinçli olarak dışlanmıştır.	• Meta-analiz bulgularına göre doğum sonrası annelerin yaklaşık %8,5'inde en az bir anksiyete bozukluğu tanısı bulunmaktadır. • Bulgular, doğum sonrası dönemde anksiyete bozukluklarının sanıldığından daha yaygın olduğunu ve hem anne hem bebek açısından olumsuz sonuçlarla ilişkili olabileceğini göstermektedir.
(Miller vd., 2015) Amerika Birleşik Devletleri	Doğum sonrası dönemde obsesif kompulsif belirtilerin yaygınlığını ve bu belirtilerle ilişkili risk faktörlerini belirlemek	• Prospektif kohort çalışma • Doğum sonrası dönemde izlenen 461 kadın	• Patient Health Questionnaire-9 (Hasta Sağlığı Anketi-9 / Dokuz Maddelik Hasta Sağlığı Anketi) • State-Trait Anxiety Inventory – STAI (Durumluk-Sürekli Kaygı Envanteri) • Yale-Brown Obsesif Kompulsif Ölçeği (Y-BOCS	• Kadınların yaklaşık %11'i doğumdan 2 hafta sonra obsesif kompulsif belirtiler açısından pozitif bulunmuştur. • Bu grubun %45'inde belirtiler 6. ayda da devam etmiştir. • 6. ayda yeni başlayan obsesif kompulsif belirtiler de saptanmıştır. • Erken dönemde anksiyete ve depresyon belirtilerinin varlığı, obsesif kompulsif belirtiler için önemli bir risk faktörü olarak bulunmuştur. • OKB belirtileri genellikle temizlik, hata yapma ve bebeğe zarar gelmesi korkusu gibi temalar etrafında yoğunlaşmıştır.
(Hudak ve Wisner, 2012) Amerika Birleşik Devletleri	Doğum sonrası dönemde ortaya çıkan ve bebeğe zarar verme düşünceleriyle seyreden obsesyon ve kompulsiyonların ayırıcı tanısını, klinik özelliklerini ve tedavi yaklaşımlarını ortaya koymak	• Olgu sunumu • Doğumdan yaklaşık dokuz hafta sonra bebeğine zarar verme obsesyonları nedeniyle psikiyatrik başvuruda bulunan 32 yaşındaki bir kadın olgu oluşturmaktadır.	• Klinik değerlendirme, ayrıntılı psikiyatrik görüşme ve gözleme dayalı olarak yapılmış; obsesyonların ayırıcı tanısında DSM tanı ölçütleri ve klinik içgörü düzeyi esas alınmıştır. • Ayrıca literatürde obsesif belirtilerin değerlendirilmesinde kullanılan Yale-Brown Obsesif Kompulsif Ölçeği'ne atıf yapılarak ölçüm sürecinin nasıl desteklenebileceği tartışılmıştır.	• Doğum sonrası dönemde bebeğe zarar verme içerikli obsesyonların, psikozdan ziyade çoğunlukla obsesif kompulsif bozukluk kapsamında değerlendirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. • Uygun psikoeğitim, serotonerjik antidepresan tedavisi ve maruz bırakma ve tepki önleme terapisi ile hastanın belirtilerinde belirgin ve kalıcı düzelme sağlanmıştır.

HEMŞİRELİK YAKLAŞIMI VE BAKIM

Postpartum dönemde obsesif-kompulsif belirtiler gösteren bireylere yönelik hemşirelik yaklaşımı, öncelikle bu belirtilerin perinatal döneme özgü özelliklerinin doğru biçimde anlaşılmasına ve normalleştirilmesine dayanmalıdır. Bu süreçte hemşireler, özellikle intruzif düşüncelerin postpartum dönemde yaygın olarak görülebileceğini, bu düşüncelerin bireyin istemi dışında ortaya çıktığını ve kişinin değerleriyle uyumsuz (ego-distonik) nitelik taşıdığını açıklayarak psiko-eğitim sağlamalıdır. Bu bilgilendirme, annelerin yaşadıkları düşünceleri saklama eğilimini azaltmakta ve belirtilerin daha açık bir şekilde ifade edilmesine katkı sunmaktadır. Hemşirelik bakımında obsesyon ve kompulsiyonların sıklığı, şiddeti, günlük işlevsellik üzerindeki etkisi ve anne-bebek etkileşimini bozma düzeyi sistematik olarak değerlendirilmelidir. Özellikle bebeğe zarar verme temalı düşüncelerin varlığında, bu düşüncelerin psikozdan ayırt edilmesi ve gerçek zarar verme riski anlamına gelmediğinin vurgulanması, annenin kaygı düzeyini azaltmada önemli bir rol oynamaktadır. Hemşire, bakım sürecinde annenin ve bebeğin güvenliğini birlikte gözetmeli; belirtilerin şiddetine göre uygun ruh sağlığı uzmanlarına yönlendirme yapmalı ve izlem sürecini koordine etmelidir. Bakım planının annenin onayı alınarak yürütülmesi, tedaviye katılımın desteklenmesi ve gerektiğinde aile üyelerinin sürece dâhil edilmesi, bakımın sürekliliğini ve etkinliğini artırmaktadır. Bu bütüncül yaklaşım, postpartum obsesif-kompulsif belirtilerin kronikleşmesini önlemede ve anne-bebek bağlanmasının korunmasında kritik bir öneme sahiptir (Mulcahy vd., 2023).

Postpartum dönemde ortaya çıkan obsesif-kompulsif belirtilerin erken tanılanmasında kadın sağlığı hemşireleri kilit bir rol üstlenmektedir. Bu dönemde obsesyon ve kompulsiyonlar sıklıkla yoğun suçluluk, utanç ve damgalanma korkusu ile seyrettiğinden, bireyler belirtilerini kendiliğinden dile getirmekte zorlanabilmektedir. Bu nedenle hemşirelik yaklaşımı, güvene dayalı bir bakım ilişkisi kurmayı ve bireyin yaşadığı düşünce ve davranışları yargılanma kaygısı olmadan ifade edebilmesini sağlamayı hedeflemelidir. Özellikle bebeğe zarar verme içerikli agresif obsesyonların postpartum obsesif-kompulsif bozuklukta sık görülebildiği göz önünde bulundurularak, bu düşüncelerin psikozla karıştırılmaması ve gerçeklik değerlendirmesinin dikkatle yapılması hemşirelik değerlendirmesinin temel unsurları arasında yer almalıdır. Hemşireler postpartum bakım sürecinde yalnızca depresyon ve genel anksiyete belirtilerine değil, obsesif-kompulsif belirtilere de duyarlı olmalı ve bu belirtileri sistematik biçimde değerlendirmelidir. Bu kapsamda Yale-Brown Obsesif Kompulsif Ölçeği veya Perinatal Obsesif-Kompulsif Ölçeği gibi yapılandırılmış değerlendirme araçlarının kullanımı, belirtilerin şiddetinin belirlenmesine ve uygun yönlendirmelerin yapılmasına katkı sağlamaktadır. Ayrıca belirtilerin anne-bebek etkileşimi ve yaşam kalitesi üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi, bakım planının bütüncül bir yaklaşımla ele alınmasını gerektirmektedir. Hemşirelik bakımında psiko-eğitim ve destekleyici yaklaşımlar önemli bir yer tutmakta; bireye yaşadığı

belirtilerin nadir olmadığı, tedavi edilebilir bir ruhsal bozukluk kapsamında değerlendirildiği ve intruzif düşüncelerin davranışa dönüşme olasılığının düşük olduğu bilgisi verilerek kaygı azaltılmaktadır. Bunun yanı sıra bilişsel davranışçı terapi ve farmakolojik tedavi seçenekleri hakkında bilgilendirme yapılması, tedaviye uyumu güçlendiren önemli bir unsurdur. Gerektiğinde ruh sağlığı uzmanlarına yönlendirme yapılması ve aile üyelerinin bilgilendirilmesi, bakımın etkinliğini ve sürekliliğini artırmaktadır (Faulk ve Kameg, 2023).

Obsesif Kompulsif Bozukluğun genel yönetiminde hemşirelik yaklaşımı, bütüncül ve hasta merkezli bakım anlayışı doğrultusunda şekillenmektedir. Hemşireler, bireyin obsesyon ve kompulsiyonlarının sıklığını, şiddetini ve günlük yaşam üzerindeki etkilerini düzenli olarak değerlendirerek bakım sürecinin temelini oluşturmaktadır. Bunun yanında depresyon ve anksiyete gibi eşlik eden ruhsal sorunların izlenmesi, uygulanan tedaviye verilen yanıtın değerlendirilmesi ve ilaç tedavisine bağlı olası yan etkilerin erken dönemde fark edilmesi hemşirelik bakımının önemli bileşenleri arasında yer almaktadır. Eğitim sürecinde hemşireler, birey ve ailesine hastalığın doğası, tedavi sürecinden beklentiler ve tedaviye uyumun önemi konusunda rehberlik etmekte; özellikle maruz bırakma ve tepki önleme temelli psikoterapi sürecinde kompulsiyonlarla baş etme becerilerinin geliştirilmesine destek olmaktadır. Terapötik iletişim yoluyla bireyin duygularını ifade etmesi teşvik edilmekte, güvene dayalı bir bakım ilişkisi kurulmakta ve tedaviye aktif katılım güçlendirilmektedir. Kriz durumlarında yoğun kaygı ya da psikiyatrik acil durumlara yönelik hızlı ve güvenli müdahalelerde bulunulması, hasta güvenliğinin sağlanmasında hemşirenin aktif rolünü ortaya koymaktadır. Ayrıca bireyin sosyal destek kaynaklarına yönlendirilmesi, toplum temelli ruh sağlığı hizmetleriyle bağlantı kurulması ve taburculuk sonrası izlem süreçlerinin sürdürülmesi yoluyla uzun dönemli iyilik halinin desteklenmesi sağlanmaktadır (Alotaibi vd., 2024).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında incelenen araştırmalar, postpartum dönemin kadınlar açısından obsesif-kompulsif belirtilerin ortaya çıkması ve mevcut belirtilerin şiddetlenmesi bakımından belirgin bir risk dönemi olduğunu açık biçimde ortaya koymaktadır. Literatürde doğum sonrası dönemde obsesif-kompulsif bozukluk yaygınlığının genel kadın popülasyonuna kıyasla daha yüksek seyrettiği, özellikle doğumdan sonraki ilk haftalar ve ilk altı ay içinde

belirgin artış gösterdiği bildirilmektedir. Gebelik döneminde obsesif-kompulsif belirtiler yaşamayan kadınlarda dahi postpartum dönemde yeni başlangıçlı belirtilerin görülebildiği; bu durumun hormonal değişimler, artan sorumluluk algısı ve yoğun psikososyal stresörlerle ilişkili olabileceği vurgulanmaktadır. Bu bulgular, postpartum dönemin ruhsal değerlendirmesinde yalnızca depresyon ve anksiyeteye değil, obsesif-kompulsif belirtilere de özel bir önem verilmesi gerektiğini göstermektedir (Fairbrother vd., 2021; Hudepohl vd., 2022; Salari vd., 2024).

İncelenen araştırmalar, postpartum obsesif-kompulsif bozukluğun klinik görünümünün gebelik döneminde gözlenen belirtilerden kısmen farklılaştığını ortaya koymaktadır. Doğum sonrası dönemde obsesyonların sıklıkla bebeğe zarar verme, bebeğin güvenliği, enfeksiyon kapma ya da ani ölüm korkuları etrafında şekillendiği; buna eşlik eden kompulsiyonların ise çoğunlukla kontrol etme, güvence arama ve kaçınma davranışları biçiminde ortaya çıktığı bildirilmektedir. Bu obsesif düşünceler genellikle ego-distonik nitelikte olup annenin değerleriyle uyumsuz, yoğun kaygı ve suçluluk yaratan içerikler taşımaktadır. Literatür, bu tür düşüncelerin psikozla karıştırılmasının tanı ve tedavi sürecinde gecikmelere yol açabileceğini ve doğru ayırıcı tanının anne-bebek sağlığı açısından kritik olduğunu vurgulamaktadır (Hudak ve Wisner, 2012; Hudepohl vd., 2022; Starcevic vd., 2020). Bu bulgular, postpartum obsesif-kompulsif bozukluğun çok boyutlu bir yapı sergilediğini ve biyolojik, psikolojik ve sosyal etmenlerin etkileşimiyle şekillendiğini ortaya koymaktadır (Goodman vd., 2016; Nakić Radoš vd., 2025; Osnes vd., 2020).

Anne-bebek ilişkisine odaklanan çalışmalar, postpartum obsesif-kompulsif belirtilerin yalnızca annenin ruhsal iyilik halini değil, aynı zamanda maternal bağlanma, ebeveynlik öz yeterliği ve anne-bebek etkileşiminin niteliğini de olumsuz yönde etkilediğini göstermektedir. Obsesyon ve kompulsiyonların yoğunlaşmasıyla birlikte annelerin bebekleriyle kurduğu duygusal yakınlığın azaldığı, duyarlılık ve sıcaklık düzeylerinin düştüğü ve kaçınma davranışlarının belirginleştiği bildirilmektedir. Özellikle bebeğin güvenliğiyle ilgili obsesif kaygıların, annenin zihinsel olarak aşırı meşgul olmasına yol açarak bebeğe yönelttiği duygusal dikkati azalttığı ve bağlanma sürecini olumsuz etkilediği vurgulanmaktadır. Bu durum, postpartum obsesif-kompulsif bozukluğun uzun vadede anne-bebek ilişkisi üzerinde kalıcı etkiler oluşturabileceğini düşündürmektedir (Challacombe vd., 2016; Kurt ve Söyler, 2022; Ratzoni vd., 2021).

Bu bulgular doğrultusunda, postpartum dönemde ruh sağlığı hizmetlerinin kapsamının genişletilmesi ve obsesif-kompulsif belirtilerin erken tanılanmasına yönelik tarama uygulamalarının yaygınlaştırılması önemli bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır. Klinik uygulamalarda yalnızca depresyon ve genel anksiyete taramalarına odaklanmak yerine, postpartum döneme özgü obsesif-kompulsif belirtileri değerlendiren yapılandırılmış ölçüm araçlarının kullanılması önerilmektedir. (Fairbrother vd., 2021; Pereira

vd., 2022) Postpartum bakım sürecinde hemşireler ve ebeler, obsesif-kompulsif belirtilerin fark edilmesi, değerlendirilmesi ve uygun yönlendirmelerin yapılmasında kilit bir role sahiptir. Psiko-eğitim yoluyla intruzif düşüncelerin postpartum dönemde sık görülebileceğinin açıklanması, bu düşüncelerin istem dışı ve tedavi edilebilir bir ruhsal bozukluk kapsamında değerlendirildiğinin vurgulanması, annelerin kaygı ve suçluluk duygularını azaltmaktadır. Bunun yanı sıra belirtilerin şiddetine göre ruh sağlığı uzmanlarına yönlendirme yapılması, bilişsel davranışçı terapi ve farmakolojik tedavi seçenekleri hakkında bilgilendirme sağlanması ve anne-bebek etkileşimini destekleyici bakım girişimlerinin planlanması, bakımın etkinliğini artırmaktadır. Multidisipliner bir yaklaşımın benimsenmesi, postpartum obsesif-kompulsif belirtilerin kronikleşmesini önlemede ve anne-bebek bağlanmasının yanı sıra anne-bebek sağlığının korunmasında da hayati bir rol oynamaktadır (Challacombe ve Salkovskis, 2011; Faulk ve Kameg, 2023; Hudepohl vd., 2022; Mulcahy vd., 2023; Salari vd., 2024).

REFERANSLAR

Alotaibi, H. M., Mahfouz, T. A. O., Alqahtani, A. M., Althobaiti, S. M., Metwally, H. H., Alzaidi, A. A., ALZAIDI, A. A., Alzaidi, M. A., Alasmari, A. A., ve Alshehri, M. D. (2024). Review of the Treatment and Preventive Strategies of Obsessive-Compulsive Disorder (Ocd) and Nursing Roles. *Journal of International Crisis and Risk Communication Research*, *7*(S8), 1457.

American Psychiatric, A. (1952). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*. American Psychiatric Association.

American Psychiatric, A. (2014). *Dsm-5 Tanı Ölçütleri Başvuru El Kitabı*. Hekimler Yayın Birliği.

Challacombe, F. L., ve Salkovskis, P. M. (2011). Intensive Cognitive-Behavioural Treatment for Women with Postnatal Obsessive-Compulsive Disorder: A Consecutive Case Series. *Behav Res Ther*, *49*(6-7), 422-426. https://doi.org/10.1016/j.brat.2011.03.006

Challacombe, F. L., Salkovskis, P. M., Woolgar, M., Wilkinson, E. L., Read, J., ve Acheson, R. (2016). Parenting and Mother-Infant Interactions in the Context of Maternal Postpartum Obsessive-Compulsive Disorder: Effects of Obsessional Symptoms and Mood. *Infant Behav Dev*, *44*, 11-20. https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2016.04.003

Collardeau, F., Corbyn, B., Abramowitz, J., Janssen, P. A., Woody, S., ve Fairbrother, N. (2019). Maternal Unwanted and Intrusive Thoughts of Infant-Related Harm, Obsessive-Compulsive Disorder and Depression in the Perinatal

Period: Study Protocol. *BMC Psychiatry*, *19*(1), 94. https://doi.org/10.1186/s12888-019-2067-x

Demirkol, M. E., Şimşek, L., Yılmaz, H., ve Tamam, L. (2018). Gebelik Ve Postpartum Dönemde Obsesif Kompulsif Bozukluk. *Psikiyatride Guncel Yaklasimlar*, *10*(1), 108-119.

Denys, D. (2011). Obsessionality & Compulsivity: A Phenomenology of Obsessive-Compulsive Disorder. *Philosophy, Ethics, and Humanities in Medicine*, *6*(1), 3.

Ediboğlu, G. O., ve Şahin, H. E. (2022). Obsesif Kompulsif Bozukluk: Kısa Bir Gözden Geçirme [Obsessive compulsive disorder: a brief review]. *Çukurova Tıp Öğrenci Dergisi*, *2*(2), 51-58. https://dergipark.org.tr/tr/pub/cukurovatip/issue//1206929

Fairbrother, N., Collardeau, F., Albert, A. Y. K., Challacombe, F. L., Thordarson, D. S., Woody, S. R., ve Janssen, P. A. (2021). High Prevalence and Incidence of Obsessive-Compulsive Disorder among Women across Pregnancy and the Postpartum. *J Clin Psychiatry*, *82*(2). https://doi.org/10.4088/JCP.20m13398

Faulk, K., ve Kameg, B. (2023). Diagnosis and Management of Perinatal Obsessive-Compulsive Disorder. *The Journal for Nurse Practitioners*, *19*(8). https://doi.org/10.1016/j.nurpra.2023.104707

Garcia, K., Mancuso, A., ve Le, H. N. (2023). Mothers' Experiences of Perinatal Obsessive-Compulsive Disorder. *J Reprod Infant Psychol*, *41*(4), 445-455. https://doi.org/10.1080/02646838.2021.2013457

Geller, D. A., Homayoun, S., ve Johnson, G. (2021). Developmental Considerations in Obsessive Compulsive Disorder: Comparing Pediatric and Adult-Onset Cases. *Front Psychiatry*, *12*, 678538. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2021.678538

Goodman, J. H., Watson, G. R., ve Stubbs, B. (2016). Anxiety Disorders in Postpartum Women: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Affective Disorders*, *203*, 292-331. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jad.2016.05.033

Goodman, W. K., Storch, E. A., ve Sheth, S. A. (2021). Harmonizing the Neurobiology and Treatment of Obsessive-Compulsive Disorder. *Am J Psychiatry*, *178*(1), 17-29. https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2020.20111601

Gümüş, Ç., ve Alver, E. (2020). Obsesif Kompulsif Bozukluk Tedavisinde Sosyal Medya Etkisinin Önemi. *İnönü Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, *9*(2), 611-622.

Holm, L. E., Jansson, L., ve Nordgaard, J. (2020). [Differential Diagnosis in Obsessive-Compulsive Disorder]. *Ugeskr Laeger*, *182*(48).

Hudak, R., ve Wisner, K. L. (2012). Diagnosis and Treatment of Postpartum Obsessions and Compulsions That Involve Infant Harm. *Am J Psychiatry*, *169*(4), 360-363. https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2011.11050667

Hudepohl, N., MacLean, J. V., ve Osborne, L. M. (2022). Perinatal Obsessive-Compulsive Disorder: Epidemiology, Phenomenology, Etiology, and Treatment. *Curr Psychiatry Rep*, *24*(4), 229-237. https://doi.org/10.1007/s11920-022-01333-4

İncekara, H. İ. (2023). Obsesif Kompülsif Bozukluklar Ve İlgili Davranışlara Yaklaşım. *Turkiye Klinikleri Psychology-Special Topics*, *8*(2), 55-61.

Insel, T. R. (1990). Phenomenology of Obsessive Compulsive Disorder. *The Journal of Clinical Psychiatry*, *51*, 4-8; discussion 9.

Kabul, F., ve Çınar, N. (2023). Annelerin Sosyal Destek Algısı Ve Bebeklerinin Bakımı Ile İlgili Obsesif Kompulsif Davranışları Arasındaki İlişkinin Yapısal Eşitlik Modeli Ile İncelenmesi [Investigation of the Relationship Between Social Support Perception and Obsessive Compulsive Behaviors of Mothers Regarding the Care of Their Babies with Structural Equation Model]. *Sakarya University Journal of Holistic Health*, *6*(1), 107-123. https://doi.org/10.54803/sauhsd.1125916

Krebs, G., ve Heyman, I. (2015). Obsessive-Compulsive Disorder in Children and Adolescents. *Archives of disease in childhood*, *100*(5), 495-499.

Kurt, A., ve Söyler, H. Ç. (2022). Covid-19 Döneminde Doğum Yapan Kadınlarda Maternal Bağlanma, Obsesif Kompülsif Bozukluk Ve Perinatal Anksiyete Ilişkisi. *Sosyal, Beşeri ve İdari Bilimler Dergisi*, *5*(3), 225-235.

Miller, E. S., Hoxha, D., Wisner, K. L., ve Gossett, D. R. (2015). Obsessions and Compulsions in Postpartum Women without Obsessive Compulsive Disorder. *J Womens Health (Larchmt)*, *24*(10), 825-830. https://doi.org/10.1089/jwh.2014.5063

Mulcahy, M., Long, C., Morrow, T., Galbally, M., Rees, C., ve Anderson, R. (2023). Consensus Recommendations for the Assessment and Treatment of Perinatal Obsessive-Compulsive Disorder (Ocd): A Delphi Study. *Arch Womens Ment Health*, *26*(3), 389-399. https://doi.org/10.1007/s00737-023-01315-2

Nakić Radoš, S., Brekalo, M., Matijaš, M., ve Žutić, M. (2025). Obsessive-Compulsive Disorder (Ocd) Symptoms during Pregnancy and Postpartum: Prevalence, Stability, Predictors, and Comorbidity with Peripartum Depression Symptoms. *BMC Pregnancy Childbirth*, *25*(1), 176. https://doi.org/10.1186/s12884-025-07302-y

Osnes, R. S., Eberhard-Gran, M., Follestad, T., Kallestad, H., Morken, G., ve Roaldset, J. O. (2020). Mid-Pregnancy Insomnia Is Associated with Concurrent and Postpartum Maternal Anxiety and Obsessive-Compulsive Symptoms: A Prospective Cohort Study. *J Affect Disord*, *266*, 319-326. https://doi.org/10.1016/j.jad.2020.01.140

Özerdem, A. (1998). Obsesif-Kompulsif Bozukluk Ve Psikoz Üzerine Bir Gözden Geçirme. *Klinik Psikiyatri Dergisi*, *1*(2), 98-102.

Özlem Ş, A. A., Serap, E. A., ve Fatih Ş, A. (2022). Doğum Sonu Dönemde Annelerin Bebek Bakımı Ile İlgili Obsesif Ve Kompulsif Davranışları Ve Sağlık Okuryazarlığı Arasındaki İlişki: Tanımlayıcı Araştırma. *Türkiye Klinikleri Hemşirelik Bilimleri Dergisi*, *14*(4), 1018-1027. https://search.trdizin.gov.tr/tr/yayin/detay/1167468/dogum-sonu-donemde-annelerin-bebek-bakimi-ile-ilgili-obsesif-ve-kompulsif-davranislari-ve-saglik-okuryazarligi-arasindaki-iliski-tanimlayici-arastirma?utm_source=chatgpt.com

Pellegrini, L., Giobelli, S., Burato, S., di Salvo, G., Maina, G., ve Albert, U. (2025). Meta-Analysis of Age at Help-Seeking and Duration of Untreated Illness (Dui) in Obsessive-Compulsive Disorder (Ocd): The Need for Early Interventions. *Journal of Affective Disorders*, *380*, 212-225. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jad.2025.03.090

Pereira, A. T., Araújo, A., Azevedo, J., Marques, C. C., Soares, M. J., Cabaços, C., Marques, M., Pereira, D., Pato, M., ve Macedo, A. (2022). The Postpartum Obsessive-Compulsive Scale: Psychometric, Operative and Epidemiologic

Study in a Portuguese Sample. *Int J Environ Res Public Health*, *19*(17). https://doi.org/10.3390/ijerph191710624

Phillips, K. A., ve Stein, D. J. (2025, 2025/11). *Obsessive-Compulsive Disorder (Ocd)*. MSD Manual. https://www.msdmanuals.com/professional/psychiatric-disorders/obsessive-compulsive-and-related-disorders/obsessive-compulsive-disorder-ocd

Pittenger, C., ve Bloch, M. H. (2014). Pharmacological Treatment of Obsessive-Compulsive Disorder. *The Psychiatric clinics of North America*, *37*(3), 375.

Rasmussen, S. A., ve Eisen, J. L. (1989). Clinical Features and Phenomenology of Obsessive Compulsive Disorder. In (Vol. 19, pp. 67-73): SLACK Incorporated Thorofare, NJ.

Ratzoni, N., Doron, G., ve Frenkel, T. I. (2021). Initial Evidence for Symptoms of Postpartum Parent-Infant Relationship Obsessive Compulsive Disorder (Pi-Rocd) and Associated Risk for Perturbed Maternal Behavior and Infant Social Disengagement from Mother. *Front Psychiatry*, *12*, 589949. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2021.589949

Razurel, C., Bruchon-Schweitzer, M., Dupanloup, A., Irion, O., ve Epiney, M. (2011). Stressful Events, Social Support and Coping Strategies of Primiparous Women during the Postpartum Period: A Qualitative Study. *Midwifery*, *27*(2), 237-242. https://doi.org/10.1016/j.midw.2009.06.005

Robbins, T. W., Vaghi, M. M., ve Banca, P. (2019). Obsessive-Compulsive Disorder: Puzzles and Prospects. *Neuron*, *102*(1), 27-47.

Salari, N., Sharifi, S., Hassanabadi, M., Babajani, F., Khazaie, H., ve Mohammadi, M. (2024). Global Prevalence of Obsessive-Compulsive Disorder in Pregnancy and Postpartum: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Affective Disorders Reports*, *18*, 100846. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jadr.2024.100846

Starcevic, V., Eslick, G. D., Viswasam, K., ve Berle, D. (2020). Symptoms of Obsessive-Compulsive Disorder during Pregnancy and the Postpartum Period: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Psychiatr Q*, *91*(4), 965-981. https://doi.org/10.1007/s11126-020-09769-8

Stein, D. J., Costa, D. L. C., Lochner, C., Miguel, E. C., Reddy, Y. C. J., Shavitt, R. G., van den Heuvel, O. A., ve Simpson, H. B. (2019). Obsessive-Compulsive Disorder. *Nat Rev Dis Primers*, *5*(1), 52. https://doi.org/10.1038/s41572-019-0102-3

van Broekhoven, K. E. M., Karreman, A., Hartman, E. E., Lodder, P., Endendijk, J. J., Bergink, V., ve Pop, V. J. M. (2019). Obsessive-Compulsive Personality Disorder Symptoms as a Risk Factor for Postpartum Depressive Symptoms. *Arch Womens Ment Health*, *22*(4), 475-483. https://doi.org/10.1007/s00737-018-0908-0

Yıkar, S. K., ve Nazik, E. (2022). Doğum Sonu Fiziksel Semptomlar Ve Hemşirelik/Ebelik Bakımı. *Ebelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, *5*(2), 79-84.

Yılmaz, B. (2018). ObsesİF KompulsİF Bozukluk TedavİsİNde Güncel Yaklaşimlar. *Lectio Scientific*, *2*(1), 21-42.

Zayman, E. P. (2016). Dsm-5'te Obsesif Kompulsif Bozukluk. *Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, *41*(2), 360-362.

Doğum Sürecinde Mahremiyetin Önemi

Mervenur BÖYÜK[1]

1- Arş. Gör.; Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Doğum, Kadın Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği Anabilimdalı. mervenurbuyuk25@gmail.com ORCID No: 0000-0003-4889-0383

ÖZET

Doğum süreci, kadınların mahremiyet kaybını belirgin biçimde yaşadığı süreçlerden biridir. Mahremiyet; fiziksel, psikolojik, bilgisel ve sosyal boyutlarıyla doğum deneyiminin niteliğini doğrudan etkilemekte, bu boyutların her birine gösterilen özen ise kadınların doğuma ilişkin memnuniyetini artırarak olumlu bir doğum deneyimine katkıda bulunmaktadır. Literatürde, sık ve gereksiz vajinal muayenelerin, uygunsuz örtünmenin, uygun sözlü-sözsüz iletişim tekniklerinin kullanılmamasının, kalabalık doğum ortamının, optimal olmayan ergonomik doğum ünitesi tasarımının, kadının kişisel değerlerinin dikkate alınmamasının ve kişisel bilgilerinin izinsiz paylaşımının mahremiyeti zedelediği gösterilmektedir. Bu derleme, doğumda mahremiyet kavramını alt boyutlarıyla ele almakta ve mahremiyetin korunmasına yönelik uygulama önerileri sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler – Doğum, Doğum Deneyimi, Gizlilik, Mahremiyet, Saygılı Annelik Bakımı.

GİRİŞ

Sağlık hizmetlerinde mahremiyetin korunması, saygılı bir bakım anlayışının temel unsurlarından biri olarak kabul edilmektedir (Kılıç & Yılmaz, 2025; WHO, 2018). Kadınların en özel ve kırılgan dönemlerinden biri olan doğum sürecinde mahremiyetin korunması hem doğum deneyiminin niteliğini hem de bakım hizmetlerinin niteliğini etkilemektedir (Aydin, 2019; Valizadeh vd., 2022). Doğumun doğası ve kendine özgü fizyolojisi, mahremiyetin bu dönemde diğer klinik uygulamalara kıyasla daha kolay göz ardı edilmesine yol açabilmektedir (Aydin, 2019).

Dünya Sağlık Örgütü mahremiyetin korunmasını saygılı doğum bakımının ön koşulu olarak tanımlanmaktadır (WHO, 2018). Ancak literatürde pek çok kadının doğum sırasında fiziksel, psikolojik, bilgisel ve sosyal mahremiyetine ilişkin çeşitli ihlaller yaşadığı ve kötü muameleye maruz kaldıkları gösterilmektedir (Avcı & Kaydırak, 2023; Dwekat vd., 2022; Van Der Pijl vd., 2021).

Bu derleme, mahremiyet kavramını doğum perspektifinde inceleyerek mahremiyetin alt boyutlarını açıklamayı ve mahremiyetin korunmasına yönelik uygulama önerilerini sunmayı amaçlamaktadır. Bu doğrultuda hem sağlık personellerine hem politika yapıcılara hem de araştırmacılara doğumda mahremiyet temelli bakım anlayışına yönelik geniş kapsamlı bir bakış açısı sunmayı hedeflemektedir.

MAHREMİYET

Mahremiyet, bireyin bedensel, duygusal ve düşünsel sınırlarını belirlemesi ve bu sınırlara erişimi kontrol etme hakkını ifade eden temel bir kavramdır (Atalay, 2021). Kişinin kendisine yönelik her türlü fiziksel ya da zihinsel müdahaleyi kontrol edebilmesi, insana saygı ve özerklik ilkelerinin doğal bir gereğidir (Kılıç & Yılmaz, 2025). Bu nedenle mahremiyet yalnızca bireysel bir hak değil, insan onurunun korunmasıyla doğrudan ilişkili evrensel bir değer olarak kabul edilmektedir (Atalay, 2021; İzgi, 2014).

Mahremiyet, yaşamın birçok alanında önemli olmakla birlikte, sağlık hizmetleri bağlamında özel bir hassasiyet gerektirmektedir (Lothian, 2004). Klinik uygulamalarda bireylerin bedenine ve mahrem alanlarına yönelik müdahaleler kaçınılmaz olduğundan, sağlık profesyonellerinin gizlilik ilkesine titizlikle uyması beklenmektedir (Lothian, 2004; Saribaş Ülger & Aktaş, 2023). Literatürde mahremiyetin yeterince korunmadığı durumlarda hasta memnuniyetinin azaldığı, stres düzeyinin arttığı ve yaşanan deneyimin olumsuz yönde etkilendiği bildirilmektedir (Bohren vd., 2020; Demis vd., 2020). Ayrıca anne dostu hastane modeli gibi modern bakım yaklaşımları da mahremiyetin korunmasını kaliteli ve güvenli bakımın ön koşulu olarak ele almaktadır (Kılıç & Yılmaz, 2025). Bu çerçevede, mahremiyetin korunması özellikle doğum gibi yoğun ve karmaşık bir fizyolojik süreçte daha da önem taşımaktadır.

DOĞUMDA MAHREMİYET

Doğum sürecinde kadınların mahremiyetinin korunması maternal bakımın kalitesini belirleyen temel göstergelerinden biri olarak kabul edilmektedir (Lothian, 2004). Nitekim, doğum eylemi mahremiyet kaybının en belirgin biçimde yaşandığı süreçlerden biridir ve bu nedenle daha dikkatli bir yaklaşım gerektirmektedir (Saribaş Ülger & Aktaş, 2023). Fiziksel, duygusal, bilgilendirici ve sosyal mahremiyete saygı gösterilmesi kadınların doğuma ilişkin memnuniyetini artırarak olumlu bir doğum deneyimine katkıda bulunmaktadır (Aydin, 2019; Bal Şaraldi & Karaçam, 2023; Demis vd., 2020). Yapılan araştırmalarda doğumda mahremiyetin yeterince korunmadığı kadınlarda anksiyete, stres ve duygusal rahatsızlıkların arttığını (Burrowes vd., 2017; Hussein vd., 2020) özellikle sık vajinal muayeneler, gerekli olmayan uygulamalar ve yetersiz duygusal destek gibi uygulamaların

bu rahatsızlıkları pekiştirdiğini ortaya koymaktadır (Adu-Bonsaffoh vd., 2021). Aynı zamanda doğum ortamının ergonomik yapısı da mahremiyet üzerinde etkili olmaktadır. Doğum odasında uygun ergonomik tasarım, gürültünün azaltılması ve güvenlik hissini artıran fiziksel düzenlemeler hem fiziksel mahremiyetin korunmasını kolaylaştırmakta hem de kadının psikolojik mahremiyetini artırmaktadır (Çıtak Bilgin & Böyük, 2020; Kazemi vd., 2023; Yalçıntepe & Oran, 2024).

Dünya Sağlık Örgütü olumlu doğum deneyimine yönelik önerilerinde mahremiyetin korunması, bilgilendirilmiş seçim hakkı ve sürekli desteği temel unsurlar arasında göstermektedir (WHO, 2018). Ancak yapılan pek çok araştırmada doğum sürecinde birçok kadının mahremiyet eksikliği yaşadığı ve bu nedenle kötü muameleye maruz kaldıkları belirtilmektedir (Adu-Bonsaffoh vd., 2021; Paiz vd., 2022). Özellikle düşük ve orta gelirli ülkelerde bu konuda yapılan araştırmalarda doğum sürecinde kadınların mahremiyet talebinde çekingen davrandıkları ve bu nedenle saygılı bakımın sağlanmasında zorluk yaşandığı bildirilmektedir (Adu-Bonsaffoh vd., 2021; Burrowes vd., 2017; Mselle vd., 2018). Bu doğrultuda, mahremiyetin fiziksel, psikolojik, bilgisel ve sosyal boyutlarının doğum bakımında tamamlayıcı unsurlar olduğu ve her bir boyutun kadının doğum deneyimini üzerinde farklı etkiler yarattığının göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Atalay, 2021; Valizadeh vd., 2022).

Doğumda Fiziksel Mahremiyet

Fiziksel mahremiyet, bireyin fiziksel olarak erişilebilir hale geldiği kişisel gizlilik derecesidir (Atalay, 2021). Doğum sürecinde kadının fiziki alanına yönelik gerçekleştirilen her uygulama, mahremiyet sınırlarına yönelik bir müdahale olarak değerlendirilmekte olup özel bir hassasiyet gerektirmektedir (Atalay, 2021; Valizadeh vd., 2022).

Literatürde, fiziksel mahremiyete dikkat edilmediği durumlarda hem doğum konforunun azaldığı hem de kadınların bakım sürecine katılımının olumsuz etkilendiği gösterilmektedir (Bal Şaraldi & Karaçam, 2023; Hussein vd., 2020). Valizadeh ve arkadaşları tarafından yapılan nitel bir araştırmada sık ve açıklaması yapılmadan gerçekleştirilen muayenelerin, uygun örtünmemenin sağlanmaması ve doğum ortamına habersiz girişlerin kadınların mahremiyet algısını olumsuz etkilediğini gösterilmiştir (Valizadeh vd., 2022). Türkiye'de yapılan benzer başka bir araştırmada ise kadınlar doğum salonunda, doğum masasında ya da transfer sırasında bedenlerinin gereğinden fazla görünür hale gelmesinden rahatsızlık duyduklarını bildirmiştir. Aynı çalışmada kadınların bacakların açık tutulmasını gerektiren pozisyonlar ve bedenlerinin örtülmemesi gibi durumlarda fiziksel mahremiyetlerinin yeterince korunmadığını ifade etmiştir (Bal Şaraldi & Karaçam, 2023). Filistin'de yapılan başka bir araştırmada ise kadınların neredeyse tamamının doğum sürecinde en az bir tür fiziksel ya da bakım odaklı ihlale maruz kaldığı, özellikle kamu

hastanelerinde doğum yapan kadınlarda bu ihlallerin daha sık görüldüğü bildirilmiştir (Dwekat vd., 2022). Bu tür ihlaller yalnızca fiziksel rahatsızlığa yol açmakla kalmayıp bazı kadınlarda doğum sürecine ilişkin travmatik deneyimlerin oluşmasına da katkıda bulunabilmektedir (Paiz vd., 2022).

Fiziksel mahremiyeti etkileyen unsurlar yalnızca klinik uygulamalarla sınırlı olmayıp doğum ortamının ergonomik tasarımı ile de ilişkilidir (Çıtak Bilgin & Böyük, 2020). Kazemi ve arkadaşları tarafından kadınların doğum deneyimlerini etkileyen çevresel faktörleri değerlendirmek amacıyla yapılan nitel bir araştırmada, yatak ergonomisi ve gereksiz müdahalelerin azaltılmasının kadınların kendilerini güvende hissetmelerine katkıda bulunduğu ortaya konmuştur (Kazemi vd., 2023). Buna benzer yapılan pek çok araştırmada doğum sürecinde çevresel koşulların fiziksel mahremiyet üzerinde belirleyici olduğunu göstermektedir (Van Der Pijl vd., 2021).

Bu kapsamda, doğum sürecinde fiziksel mahremiyet, kadınların kendilerini güvende hissetmelerine katkı sağlayan ve mahremiyetin diğer boyutlarının da sağlıklı biçimde sürdürülebilmesi açısından önemli bir bileşen olarak değerlendirilmelidir. Bu doğrultuda uygun örtünmenin sağlanması, kadının doğum destekçisinin yanında bulundurabilmesi, uygun ergonomik koşulların sağlanması, kadının hareket özgürlüğünü destekleyen yeterli alanın sağlanması, bakımın mümkün olduğunca aynı personel tarafından sağlanması gibi düzenlemeler fiziksel mahremiyeti destekleyen uygulamalar olarak sıralanabilir (Çıtak Bilgin & Böyük, 2025; Kılıç & Yılmaz, 2025; Valizadeh vd., 2022).

Doğumda Psikolojik Mahremiyet

Psikolojik mahremiyet, doğum sürecinde kadının duygularına, düşüncelerine ve kişisel değerlerine saygı gösterilmesini içeren bir bakım boyutudur (Atalay, 2021; Aydin, 2019). Doğum sürecinde kadınlar doğal olarak korku, endişe ve belirsizlik yaşayabildiği için (Gökçek, 2022) sağlık personellerinin bu duygusal ihtiyaçlara duyarlı olması önemlidir. Literatürde empati kuran, süreç boyunca açıklayıcı iletişim kullanan ve kadının duygusal ihtiyaçlarını önemseyen sağlık personellerinin, doğum sürecinde kadının kendini daha güvende hissetmesine katkı sağladığı gösterilmektedir (Bal Şaraldi & Karaçam, 2023; Dwekat vd., 2022). Buna karşılık doğum sürecinde küçümseyici ya da sert tavırların gösterilmesi, uygunsuz iletişim tekniklerinin kullanılması doğum deneyimini olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Adu-Bonsaffoh vd., 2021; Burrowes vd., 2017; Valizadeh vd., 2022). Yapılan bir araştırmada doğum sürecindeki kadınlar empati eksikliği, sert ya da küçümseyici davranışlar ve duygularının dikkate alınmaması nedeniyle kendilerini güvensiz hissettiklerini ifade etmiştir (Dwekat vd., 2022). Türkiye'de yapılan bir başka nitel çalışmada ise kadınların doğum sürecinde maruz kaldıkları duygusal ve iletişim kaynaklı ihlallerin obstetrik şiddet olarak deneyimlendiği; bu durumun kadınlarda

yoğun kaygı, stres, korku ve çaresizlik duygularına yol açtığı ortaya konmuştur (Avcı & Kaydırak, 2023). Bunların yanı sıra doğum ortamının ergonomik özellikleri de psikolojik mahremiyeti etkileyebilmektedir (Çıtak Bilgin & Böyük, 2025). Kazemi ve arkadaşları tarafından yapılan bir araştırmada kadınların doğum ortamını mamevi bir deneyim olarak algıladıkları; sakin ve güven veren bir ortamın psikolojik mahremiyeti desteklediği bildirilmiştir (Kazemi vd., 2023).

Psikolojik mahremiyetin sağlanmasında, kadının duygularının göz ardı edilmemesi, anlayış ve empati kurulması, güven veren bir tutum sergilenmesi ve uygun sözlü-sözsüz iletişim tekniklerinin kullanılması, süreç hakkında düzenli olarak bilgilendirilmeleri, yapılacak girişimlerden önce onamlarının alınması, kişisel değerlerinin dikkate alınması ve uygun ergonomik tasarım temel uygulamalar arasında yer almaktadır (Aydin, 2019; Bal Şaraldi & Karaçam, 2023). Bu yönleriyle psikolojik mahremiyet saygılı ve güven veren bir bakım kültürünün oluşturulmasında önem taşımaktadır.

Doğumda Bilgisel Mahremiyet

Bilgisel mahremiyet, doğum sürecinde kadına ait tıbbi, kişisel bilgilerin ve ailevi verilerin gizli tutulmasını ve bu bilgilere ilişkin kontrolün kadında olmasını tanımlayan bir mahremiyet boyutudur (Atalay, 2021). Bu boyutun ihlali, kadınların kendilerini savunmasız ve kontrolsüz hissetmelerine yol açarak olumsuz doğum deneyimine neden olabilmektedir (Avcı & Kaydırak, 2023; Dwekat vd., 2022). Dünya Sağlık Örgütü'nün olumlu doğum deneyimine yönelik önerileri, bilgilendirilmiş onamın alınmasını, bilginin açık ve anlaşılır biçimde açıklanmasını ve bu konuda gizliliğin gözetilmesini saygılı bakımın temel unsurları arasında tanımlamaktadır (WHO, 2018).

İran'da yapılan nitel bir araştırmada doğum sürecindeki bazı kadınlar kişisel tıbbi verilerinin ve özel yaşamlarına ilişkin bilgilerin sağlık çalışanları arasında paylaşılmasından rahatsızlık duyduğunu ifade etmişlerdir. Araştırmada ayrıca kadınların tıbbi durumlarına ilişkin bilgi ihtiyaçlarına tatmin edici yanıtlar verilmemesinin anksiyetelerini artırdığı bildirilmiştir (Valizadeh vd., 2022). Benzer şekilde Dwekat ve arkadaşları tarafından yapılan araştırmada ise kadınların doğum sürecine ilişkin kararların çoğuna dahil edilmediği, bilgilendirme süreçlerinin yetersiz olduğu ve temel haklarına ilişkin farkındalıklarının düşük olduğu belirlenmiştir (Dwekat vd., 2022). Bilgisel mahremiyetin sadece klinik ortamlarda veri gizliliği ile sınırlı olmadığı, dijital sağlık sistemlerinin kullanımının da bu mahremiyet boyutunu etkilediği görülmektedir (Atalay, 2021). Tanzanya'da gebelik ve doğum döneminde kullanılan mobil sağlık (mHealth) uygulamalarına ilişkin yapılan bir araştırmada gebelik ve doğum bilgilerinin gizli tutulmasına yönelik güçlü kültürel beklentiler ile dijital veri aktarımına ilişkin belirsizliklerin kadınlarda farklı mahremiyet kaygılarına yol açtığı; bu nedenle mHealth uygulamalarının kimi kadınlar tarafından bir

kolaylaştırıcı araç olarak görülürken, kimileri tarafından potansiyel bir tehdit olarak algılandığı bildirilmiştir (Hackett vd., 2018). Ayrıca Hollanda'da yapılan bir araştırmada kadınların %64'ünün doğum sırasında sağlık personellerinin kişisel bilgileri koruma biçiminden optimal düzeyde memnun olduğu bildirmesi, bilgisel mahremiyetin yüksek gelirli ülkelerde dahi tam olarak güvence altına alınamadığını göstermektedir (Van Der Pijl vd., 2021).

Bu bulgular bilgisel mahremiyetin sağlanmasında bilgi paylaşımının özenle yapılması, kadının bilgi alma hakkının gözetilmesi ve iletişim sürecinin açık ve saygılı bir çerçevede yürütülmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Doğumda Sosyal Mahremiyet

Sosyal mahremiyet, kadının doğum sürecinde sosyal çevreyle kurduğu etkileşimlerin kontrolüne dair kararını ifade eden bir mahremiyet boyutudur (Atalay, 2021). Bu boyutun ihlali, kadınların kendini gözetlenme altında hissetmeleri ve karar süreçlerinden dışlanmış hissetmelerine neden olabilmektedir (Valizadeh vd., 2022). Hollanda'da yapılan bir araştırmada kadınlar evde yaptıkları doğumlarda sosyal mahremiyetlerinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bu durum doğum ortamının mahremiyet algısını doğrudan şekillendirdiğini göstermektedir (Van Der Pijl vd., 2021). İran'da yapılan nitel bir araştırmada kadınlar, doğum sürecinde sağlık personeli dışında ve diğer hastaların varlığında muayene edilmelerinin değersizlik duygularını deneyimlemelerine neden olduğu, ayrıca refakatçi tercihleri ve oda düzenine ilişkin tercihlerinin dikkate alınmamasının sosyal mahremiyetlerini olumsuz etkilediğini ifade etmişlerdir (Valizadeh vd., 2022). Filistin'de doğum yapan kadınlarla gerçekleştirilen bir araştırmada ise (Dwekat vd., 2022) kamu hastanelerinde gerçekleşen doğumlarda kalabalık ortamlar, izinsiz girişler ve kadınların karar süreçlerine dahil edilmemesi gibi uygulamaların yaygın olduğu, bunun da sosyal mahremiyet ihlallerini artırdığı gösterilmiştir.

Sosyal mahremiyetin korunması, yalnızca fiziksel ortam düzenlemelerini değil; aynı zamanda gereksiz personel giriş-çıkışının sınırlandırılmasını, muayene öncesi izin alınmasını, kadının yanında bulunacak kişilere ilişkin tercihinin tanınmasını ve bakım sürecinin saygılı bir çerçevede yürütülmesini gerektirmektedir (Avcı & Kaydırak, 2023; Kazemi vd., 2023; Van Der Pijl vd., 2021). Bu bağlamda sosyal mahremiyetin güçlendirilmesi, kadının doğumda kendini daha güvende, saygı görmüş ve kontrol sahibi hissetmesine önemli katkı sunmaktadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Doğum sürecinde mahremiyetin korunması olumlu bir doğum deneyimine katkıda bulunmakla birlikte saygılı bakım kültürünün yerleşmesine de katkı sağlamaktadır. Fiziksel, psikolojik, bilgisel ve sosyal mahremiyet boyutlarının birbirleriyle iç içe olduğu; bu boyutların birinde yaşanan özensizlik doğum sürecini olumsuz etkileyebilmektedir. Bu kapsamda, doğumhane çalışanlarının, gebelikten doğum sonrasına uzanan tüm süreçte kadınların mahremiyet haklarını korumaya yönelik olarak farkındalıklarının artırılması, iletişim ve empati becerilerinin güçlendirilmesi, sistematik olarak hizmet içi eğitimlerle desteklenmeleri, saygılı ve nitelikli doğum bakımının sürdürülebilirliği açısından önem taşımaktadır. Ayrıca doğum ünitelerinin tasarımında mahremiyetin her boyutunu destekleyen bir yaklaşım benimsenmelidir.

REFERANSLAR

Adu-Bonsaffoh, K., Mehrtash, H., Guure, C., Maya, E., Vogel, J. P., Irinyenikan, T. A., Aderoba, A. K., Balde, M. D., Adanu, R., Bohren, M. A., & Tuncalp, Ö. (2021). Vaginal examinations and mistreatment of women during facility-based childbirth in health facilities: Secondary analysis of labour observations in Ghana, Guinea and Nigeria. *BMJ Global Health*, *5*(Suppl 2), e006640. https://doi.org/10.1136/bmjgh-2021-006640

Atalay, H. N. (2021). Mahremiyet Kapsamında Kişisel Sağlık Verilerinin Korunması ve Depolanması. *Journal of Academic Perspective on Social Studies*, *1*, 1-20. https://doi.org/10.35344/japss.786353

Avcı, N., & Kaydırak, M. M. (2023). A qualitative study of women's experiences with obstetric violence during childbirth in Turkey. *Midwifery*, *121*, 103658. https://doi.org/10.1016/j.midw.2023.103658

Aydin, R. (2019). Doğumda Mahremiyetin Önemi ve Ebelik. *Journal of Health Sciences and Research*.

Bal Şaraldi, H., & Karaçam, Z. (2023). Kadınların Doğum Sırasındaki Mahremiyet ile İlgili Deneyim, Görüş ve Önerileri. *Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, *7*(3), 447-460. https://doi.org/10.46237/amusbfd.1189746

Bohren, M. A., Tunçalp, Ö., & Miller, S. (2020). Transforming intrapartum care: Respectful maternity care. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology*, *67*, 113-126. https://doi.org/10.1016/j.bpobgyn.2020.02.005

Burrowes, S., Holcombe, S. J., Jara, D., Carter, D., & Smith, K. (2017). Midwives' and patients' perspectives on disrespect and abuse during labor and

delivery care in Ethiopia: A qualitative study. *BMC Pregnancy and Childbirth*, *17*(1), 263. https://doi.org/10.1186/s12884-017-1442-1

Çıtak Bilgin, N., & Böyük, M. (2020). Doğum Ünitelerinde Ergonomi: Riskler, Etkiler ve Öneriler. *Yaşam Boyu Hemşirelik Dergisi*, *1*(1), 25-45. https://doi.org/10.29228/llnursing.48103

Çıtak Bilgin, N., & Böyük, M. (2025). Sağlık Profesyonelleri İçin Ergonomi. İçinde *Doğum Ünitesinde Ergonomi* (1. bs). Nobel Tıp Kitabevleri.

Demis, A., Getie, A., Wondmieneh, A., Bimerew, M., Alemnew, B., & Gedefaw, G. (2020). Women's satisfaction with existing labour and delivery services in Ethiopia: A systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*, *10*(7), e036552. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-036552

Dwekat, I. M. M., Ismail, T. A. T., Ibrahim, M. I., Ghrayeb, F., & Abbas, E. (2022). Mistreatment of Women during Childbirth and Associated Factors in Northern West Bank, Palestine. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(20), 13180. https://doi.org/10.3390/ijerph192013180

Gökçek, A. İ. (2022). Önemli Bir Sorun Olan Doğum Korkusu ve Ebelik Bakımı. *KTO Karatay Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, *3*(1), 93-104.

Hackett, K. M., Kazemi, M., & Sellen, D. W. (2018). Keeping secrets in the cloud: Mobile phones, data security and privacy within the context of pregnancy and childbirth in Tanzania. *Social Science & Medicine*, *211*, 190-197. https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2018.06.014

Hussein, S. A. A. A., Dahlen, H. G., Ogunsiji, O., & Schmied, V. (2020). Uncovered and disrespected. A qualitative study of Jordanian women's experience of privacy in birth. *Women and Birth*, *33*(5), 496-504. https://doi.org/10.1016/j.wombi.2019.10.006

İzgi, M. C. (2014). Mahremiyet kavramı bağlamında kişisel sağlık verileri. *Turkish Journal of Bioethics*, *1*(1), 25-37. https://doi.org/10.5505/tjob.2014.65375

Kazemi, A., Beigi, M., & Najafabadi, H. E. (2023). Environmental factors influencing women's childbirth experiences in labor–delivery–recovery–postpartum unit: A qualitative cross-sectional study. *BMC Pregnancy and Childbirth*, *23*(1), 169. https://doi.org/10.1186/s12884-023-05488-7

Kılıç, S., & Yılmaz, S. (2025). Her Kadına Onurlu Bir Doğum: Saygılı Annelik Bakımı. *KTO Karatay Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, *6*(2), 327-343. https://doi.org/10.59244/ktokusbd.1649461

Lothian, J. A. (2004). Do Not Disturb: The Importance of Privacy in Labor. *Journal of Perinatal Education*, *13*(3), 4-6. https://doi.org/10.1624/105812404X1707

Mselle, L. T., Kohi, T. W., & Dol, J. (2018). Barriers and facilitators to humanizing birth care in Tanzania: Findings from semi-structured interviews with midwives and obstetricians. *Reproductive Health*, *15*(1), 137. https://doi.org/10.1186/s12978-018-0583-7

Paiz, J. C., De Jezus Castro, S. M., Giugliani, E. R. J., Dos Santos Ahne, S. M., Aqua, C. B. D., & Giugliani, C. (2022). Association between mistreatment of women during childbirth and symptoms suggestive of postpartum depression. *BMC Pregnancy and Childbirth*, *22*(1), 664. https://doi.org/10.1186/s12884-022-04978-4

Saribaş Ülger, D., & Aktaş, D. (2023). Jinekolojik Muayene ve Obstetride Beden Mahremiyetinin Önemi. *Avrasya Sağlık Bilimleri Dergisi*, *6*(3), 102-108. https://doi.org/10.53493/avrasyasbd.1006541

Valizadeh, F., Heshmat, F., & Motaghi, Z. (2022). The Parturient Women's Privacy Preservation in the Delivery Rooms: A Qualitative Study. *Journal of Caring Sciences*, *12*(1), 33-41. https://doi.org/10.34172/jcs.2023.30401

Van Der Pijl, M. S. G., Kasperink, M., Hollander, M. H., Verhoeven, C., Kingma, E., & De Jonge, A. (2021). Client-care provider interaction during labour and birth as experienced by women: Respect, communication, confidentiality and autonomy. *PLOS ONE*, *16*(2), e0246697. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0246697

WHO. (2018). *WHO recommendations Intrapartum care for a positive childbirth experience* (1st ed). World Health Organization.

Yalçıntepe, A., & Oran, N. (2024). Yeni Bir Ortam: Biyofilik Doğum Yeri Tasarımı. *Artuklu Health*, *9*, 81-89. https://doi.org/10.58252/artukluhealth.1499110

Köpeklerde Arka Ekstremite Uzun Kemikleri (Femur- Tibia) Foramen Nutricium Morfolojisi ve Foraminal İndex Değerleri

Mehmet CAN[1]
Mustafa KORKMAZ[1]

1- Prof. Dr.; Balıkesir Üniversitesi Veteriner Fakültesi Temel Bilimler Bölümü. mehmetcan@balikesir.edu.tr ORCID No: 0000-0001-9409-026X
2- Arş. Gör.; Balıkesir Üniversitesi Veteriner Fakültesi Temel Bilimler Bölümü. Mustafa.korkmaz@balikesir.edu.tr ORCID No: 0000-0002-4493-0643

ÖZET

Bu çalışmada köpeklerde en sık rastlanılan ortopedik sorunların görüldüğü femur ve tibia'daki foraminal indekslerin hesaplanması amaçlanmıştır. Ana besleyici arter korteks ve iliğin büyük bir kısmını beslediği için, bu arterin hasarı ortopedik işlemler için özellikle önemlidir. Femur kırık oranları diğer uzun kemik kırıklarının iki katından fazladır ve implant uygulamaları köpeklerde yaygındır. Bu nedenle, femur ve tibiadaki foramen nutriciumun yerinin doğru bilinmesi, bu arterin ameliyat içi yaralanmalarını ve ortopedik değerlendirmeleri önlemeye yardımcı olabilir. Bu nedenle sunulan çalışmada önceki literatür verileri değerlendirilmiştir. Besleyici foramenin yeri, köpeklerde total kalça artroplastisinin klinik uygulamasında medüller enfarktüse de yatkınlık oluşturabilir. Oyma ve törpüleme derinliği, besleyici arterin bozulması nedeniyle femoral medüller enfarktüse katkıda bulunabilir. Trohanter major ile foramen nutricium arasındaki mesafe 79 mm'den büyük olduğunda köpekler kalça artroplastisi uygulamalarında femoral enfarktüse yatkınlık göstermektedir.

Anahtar Kelimeler – Femur, Tibia, Foramen Nutricium, Foraminal Indeks, German Shepherd.

GENEL KEMİKBİLİM

Kemikler pasif hareket sisteminin en önemli unsurlarıdır. Sert ve dayanıklı oluşumlardır. Yumuşak yapıların bir arada tutulmasını, kasların ve bağların yapışmasını sağladıkları gibi beyin ve omurilik gibi önemli organların korunmasına da hizmet ederler.

İskeleti oluşturan kemik sayıları, türlere ve cinslere göre değişiklik gösterir. Ortalama;

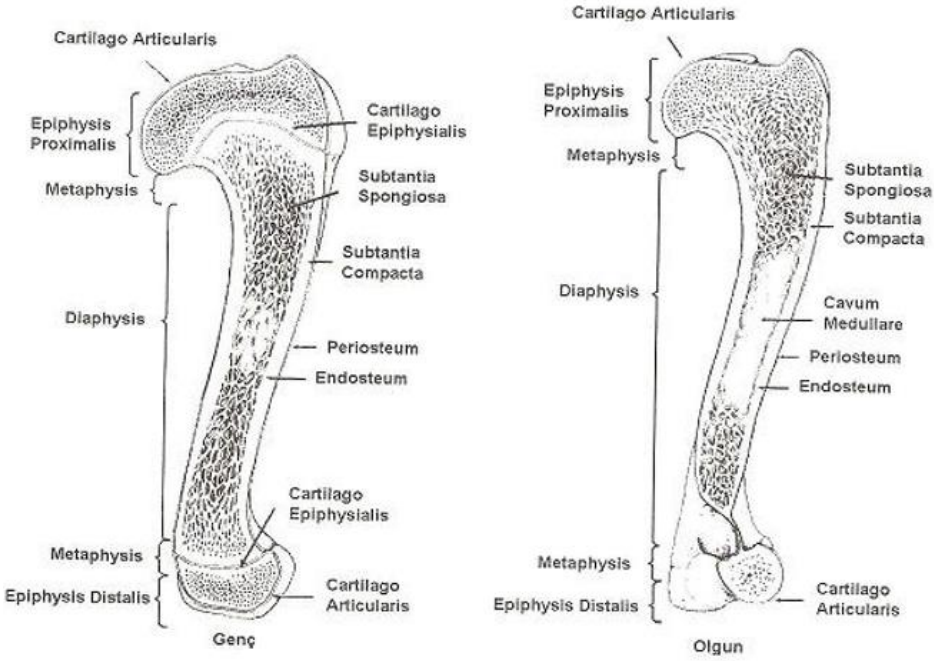
-Sığırda **180** adet (54 adeti tek diğerleri çift)
-Atta **189** adet (59 adeti tek diğerleri çift)
-Domuzda **223** adet (56 adeti tek diğerleri çift)
-Köpekte **215** adet (55 adeti tek diğerleri çift)
-İnsanda **206** adet (40 adeti tek diğerleri çift) olarak bulunur.

Kemiğin yaklaşık olarak 1/3'ünü organik, 2/3'ünü inorganik maddeler oluşturur. İnorganik maddeler kemiklerin sertliğini verirken, organik maddeler şekil ve esnekliklerini sağlarlar.

Ortasından enine kesilen yuvarlak bir kemiğin kesit yüzünde; dışta tıkız bir doku, **substantia compacta**, ile içte süngersi bir dokunun, **substantia spongiosa**, yer aldığı görülür. Yassı kemiklerdeki süngersi dokuya, **diploe** adı verilir. Boru şeklindeki kemiklerin içerisinde bulunan boşluğa, **cavum medullare**, burayı dolduran kemik iliğine de **medulla ossium** denir.

Medulla ossium gençlerde kırmızı renklidir ve **medulla ossium rubra** adını alır. Kanın şekilli elemanlarının yapılmasında önemli role sahiptir. Erişkin

ve yaşlılarda ilik kan yapıcı niteliğini yitirerek yağ dokusu ile kaplanır, rengi sarıya döner ve **medulla ossium flava** olarak isimlendirilir.
Uzun bir kemikte iki uç, **epiphysis**, bunların arasında genellikle silindirik bir gövde, **diaphysis** veya **corpus**, yer alır. Vücuda yakın olan veya üst uca, **epiphysis proximalis**, vücuttan uzak olan veya alt uca, **epiphysis distalis**, adı verilir.



Şekil 1: Köpek Humerusu uzunlamasına kesidi

Gelişmekte olan kemiklerde, epiphysis ve diaphysis arasında yer alan, onları birbirine bağlayan ve kemiklerin boyuna uzamasını sağlayan hyalin kıkırdaktan yapılmış bir tabaka vardır. Bu tabakaya **cartilago epiphysialis** denir. Kemiklerin eklem yüzlerini kaplayan hyalin kıkırdak tabakasına ise **cartilago articularis** denilir.
Periosteum, cart. articularis'ler dışında kemiğin tüm dış yüzünü saran, damar ve sinirden zengin elastik-fibröz ince bir zardır. Kemiğin enine büyümesini sağladığı gibi, kemik kırıklarında kemiğin onarılması görevini de yerine getirir.
Endosteum, ilik boşlukları ile havers kanallarının iç yüzlerini kaplayan fibröz bir zardır.
Kemik üzerinde bulunan **foramina nutritia** isimli ufak deliklerden başlayan birçok kanal (**havers kanalları**) tıkız öğe içerisine yayılarak medulla'ya ulaşır. Periost aracılığı ile gelen damarlar ise bu beslenme deliklerinden ve havers kanallarından geçerek iliğe varırlar. Kemiklerin beslenmeleri bu delik ve kanallar aracılığı ile olur.

Kemikler şekillerine ve yaptıkları göreve uygun olarak aşağıdaki gibi gruplara ayrılır.

1- Ossa longa (Uzun kemikler)- **os longum** (uzun kemik): Bu kemikler kaldıraç gibi iş görürler. Her uzun kemiğin gövdesi diyebileceğimiz **diaphysis** veya **corpus** isimli bir orta bölümü ile **epiphysis** diyebileceğimiz üst ve alt olmak üzere iki adet uç kısmı vardır. Bu tür kemikler özellikle bacaklarda yer alırlar.

2- Ossa brevia (Kısa kemikler)- **os breve** (kısa kemik): Bunlar vurma ve çarpmaların fazla olduğu yerlerde bulunarak, bu etkilerin gövdeye ulaşmadan dağılması, dolayısıyla hafifletilmesinde etkin rol oynarlar.

3- Ossa plana (Yassı kemikler)- **os planum** (yassı kemik): Kalınlıklarına oranla uzunluk ve genişlikleri daha fazladır. Görevleri, koruma ve kısıtlı yerlerde kaslara daha geniş bir yapışma yüzeyi sağlamaktır.

4- Ossa sesamoidea (Susam veya kiriş kemikleri)- **os sesamoideum** (susam kemiği): Kas kirişlerinin üzerlerinden kolaylıkla kayıp geçmelerine hizmet ederler veya kirişlerin içlerine yerleşerek kemikler üzerinden kolayca kaymasını sağlarlar. Kirişlerin kaldıraç gücünü arttırdıkları gibi sürtünerek aşınmaların da önüne geçerler.

5- Ossa pneumaticum (Hava taşıyan kemik): Kanatlılarda bulunur. Boşlukları solunum sistemiyle bağlantılıdır.

6- Ossa irregulare (Düzensiz kemikler): Os zygomaticum gibi bazı baş kemikleri, kemer tarzında olan kaburgalar ve at nalı şeklinde olan dil kemiği bu grup kemikleri temsil eder.

OS FEMORİS (FEMUR)-UYLUK KEMİĞİ/ TİBİA-KAVAL KEMİĞİ

Femur iskelet kemiklerinin en uzunu ve en kalınıdır. Tibia ise femurdan sonraki vücuttaki en uzun kemiktir. Uzun kemiklerde, kemiğin foramen nutricium ve canalis nutricius'undan geçen bir besleyici arter bulunur. İlik boşluğuna ulaştığında, arter proksimal ve distal dallara ayrılır ve kemik iliğini ve bitişik kortikal kemiği besler. Metafizyel bölgede, bu dallar, kemiğin ucuna doğru giren metafizyel ve epifizyel arterlerin dallarıyla anastomoz yapar. Uzun kemiklerin orta şaft bölgesi esas olarak besleyici artere, periferik kısmı ise metafizyel arterlere dayanır. Besleyici arter, tüm femurun toplam kan akışının yaklaşık %50'sini ve femur şaftının toplam kan akışının yaklaşık %70'ini sağlar. Uzun kemiklere kan akışının kesintiye uğraması, önlenemez hasarlara yol açar. Örneğin, besleyici arter sisteminde emboli indüksiyonundan sonra kemik iliği ve korteksin bazı bölgelerinde

nekroz görülür. Cerrahlar bu durumla travma veya kırık kemiğin stabilizasyonunda karşılaşabilirler. Bu nedenle, yeterli kan akışının olmaması durumunda iyileşme süreci durur. Orijinal travmadan kaynaklanan veya kırığı stabilize etmek için kullanılan teknikten kaynaklanan bu tür bir kan akışına müdahale, kemik iyileşmesi üzerinde zararlı bir etkiye sahiptir. Bu nedenle, foramen nutricium'un lokalizasyonunun bilinmesi, normal kırık onarımı ve kemik implantları veya kemik greftleri uygulamaları gibi ortopedik prosedürlerde önemlidir. Besleyici arter veya foramen nutricium, fetüste uzun bir kemiğin merkez noktasındadır. Çünkü femurun distal kısmı proksimal kısmından daha hızlı büyür.

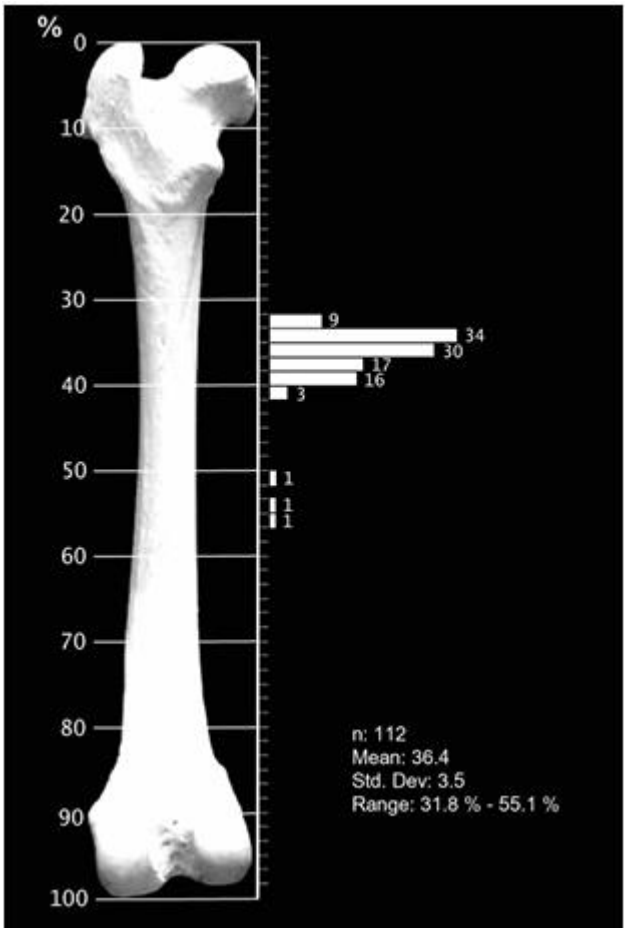
Femur ve tibia, köpek de dahil olmak üzere evcil hayvanlarda en sık görülen kırık bölgeleridir ve kırıkların çoğu kemik diyafizini içerir. NF'nin anatomik özellikleri, yeri, boyutu ve penetrasyon yönü gibi özellikler, kemik greftleme ve kırık onarımı dahil olmak üzere ortopedik ameliyatlarda dikkate alınır. Bu özellikler ayrıca kırık sonrası prognoza da katkıda bulunur, çünkü kan akışı için gereklidirler.

Tibia'ya ait kırık olguları; femur ve antebrachium kırıklarının ardından en yaygın görülen üçüncü kırık şeklidir. Uzun kemik kırıklarının yaklaşık %20'si tibial kırıklardır. Tibial kırıklar, bölgelerine göre proksimal, diafizyal ve distal olarak sınıflandırılır. Proksimal ve distal tibia kırıkları epifizyal, metafizyal veya fiziyal olabilir. Ayrıca, tibial kırıklar açık veya kapalı olabilir. Tüm tibia kırıklarının yaklaşık %73'ü diafiz kırıklarıdır. Distal tibial kırıklar daha az sıklıkla görülür ve tüm tibial kırıkların yaklaşık %20'sini oluşturur. Tibia'nın proksimal kırıkları en az görülen şeklidir (%7). Kırık sonrası kemik iyileşmesi, kan dolaşımına bağlıdır ve arteria nutricia bu süreçte önemli bir rol oynar. Bu nedenle, ortopedik ameliyatlarda NF'nin (nutrient foramen) konumu, boyutu ve penetrasyon yönü gibi anatomik özellikler göz önünde bulundurulur.

FEMUR VE TİBİA FORAMİNAL İNDEX ÇALIŞMALARI

İstanbul ve Adnan Menderes Üniversiteleri Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı koleksiyonundan temin edilen 56 yetişkin köpeğin (34 erkek ve 22 dişi) 112 femurunda foramen nutriciumun yeri ve sayısı belirlenmiştir. Femurun tanımlayıcı morfometrik parametreleri; toplam uzunluk (büyük trokanterin proksimal ucu ile kondillerin distal kenarları arasında), femur orta kısmının kraniyo-kaudal ve medio-lateral çapları dijital kumpas ile ölçülmüştür. İncelenen her bir kemik için femur şaftının kaudal yüzeyindeki

foramen nutricium'un sayısı ve yeri kaydedilmiştir. Birden fazla foramen varsa, farklı boyutlardaki iğnelerle foramenin kalibrasyonu yapılarak en büyük (birincil) foramen nutricium değerlendirilmiştir.
Foramen nutricium'un yerini tanımlamak için, femur foramen indeksi **(FI)**, FI = (DNF/TL) x 100 formülü kullanılarak hesaplanmıştır; burada "**DNF**", kemiğin proksimal ucundan foramen nutricium'a olan mesafe ve "TL", toplam kemik uzunluğudur.
Erkek ve dişi köpek femurlarındaki femur ölçümleri ve foramen indeksi, Student's t-testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Ortalamalar, standart sapmalar, aralıklar ve frekanslar belirlenmiştir. Erkek ve dişi köpekler arasındaki foramen sayısı ve lokalizasyonu için Ki-kare testi kullanılıp, istatistiksel analizler bir istatistiksel paket programı (SPSS 13.0 for Windows) ile gerçekleştirilmiştir.
Kemiklerin %78,6'sında yalnızca bir foramen nutricium ve %21,4'ünde iki foramen vardır. Ana foramen nutricium'un lokalizasyonu sırasıyla %64,3, %33, %1,8 ve %0,9 oranlarında fasies asperanın lateral dudağında, fasies asperanın distal ucunda, korpus femorisin kaudo-lateral tarafında ve fasies asperanın medial dudağında gözlenmiştir. Mevcut olduğunda, ikincil foramen nutricium, fasiyes asperanın lateral dudağında,korpus femorisin kaudo-medial tarafında, fasiyes asperanın distal ucunda, fasiyes asperanın medial dudağında ve korpus femorisin kaudo-lateral tarafında sırasıyla %54,2, %20,8, %16,7, %4,2 ve %4,2 olarak gözlemlenmiştir.
Çalışmada ortalama foramen indeksi %36,4 olup, ana foramen nutricium için %31,8 - %55,1 arasında değişmektedir. 109 kemikte (%97,3) foramen indeksinin %31,8 - %40,6 arasında, üç kemikte (%2,7) ise %50,5 - %55,1 arasında olması dikkat çekicidir.



Şekil 2. Köpek femur'unda foraminal index histogramı

Erkek ve dişi köpek femurları arasındaki foramen indeksi, foramen nutriyumun lokalizasyonu ve sayısı istatistiksel olarak farklılık göstermezken, femurların tanımlayıcı morfometrik parametrelerinde istatistiksel farklılıklar vardır.

Tablo 1. Erkek ve dişi kopek femur'larında foraminal index ve femur ölçümleri.

	♀(n=44)		♂(n=68)		
	MV ±SD	Range	MV ±SD	Range	p*
The total length (mm)	196.2±17.9	164.0-238.0	213.5±23.8	176.0-270.0	0.000
The cranio-caudal diameter (mm)	15.7±2.6	11.8-23.9	17.3±2.5	12.7-23.0	0.001
The medio-lateral diameter (mm)	15.1±1.9	12.3-21.6	16.4±1.9	12.7-20.5	0.035
The foraminal index (%)	36.1±3.6	31.8-55.1	36.5±3.4	32.4-53.9	0.571

Bu çalışmada, foramen nutriyumun morfometrik verileri foraminal indeks ile değerlendirilmiştir. Bu, özellikle köpek tıbbı için önemlidir çünkü çeşitli boyutlarda yaklaşık 300 ırk vardır. Bununla birlikte, köpek femurlarında foraminal indeksin minimum ve maksimum değerleri hakkında bilgi eksikliği vardır. Femura giren en büyük besin forameninin, köpek femurunun proksimal ve orta üçte birlik kısımlarının birleşme noktasında yaklaşık olarak kaudal yüzeylerde bulunduğunu belirtilmektedir. Foramen indeksi %31,8 - %55,1 aralığında hesaplanmıştır, ancak özellikle köpek femurunda ana foramen nutriyum için foramen indeksi yaygın olarak %31,8 - %40,6 arasında görülmüştür. Bu nedenle cerrahlar, köpeklerde total kalça artroplastisi gibi bazı ortopedik uygulamalar için bu foraminal indeks aralığını dikkate almalıdır.

Öte yandan, erkek ve dişiler arasındaki iskeletteki morfolojik varyasyon iyi bilinmektedir. Bu, erkek ve dişiler arasındaki farklı kemik büyüme oranından kaynaklanabilir. Bu nedenle, foraminal indekste cinsiyet farklılıkları beklenir. Ancak bu çalışmada, erkek ve dişi köpek femurları arasında foraminal indeks, ana foramen nutricium'un konumu ve foramen sayısı açısından istatistiksel bir fark bulunmamıştır. Cinsiyetin, ortopedik açıdan yetişkin köpeklerin femurlarının beslenmesi için önemli bir faktör olmayabileceği ifade edilebilir.

Sonuç olarak, ana foramen nutricium, yetişkin köpek femurlarının %31,8 - %40,6'sı arasında yer almaktadır ve cinsiyet farklılığı görülmemektedir, ancak konumda farklılıklar görülebilir.

Aksaray Malaklı Köpeğinde yapılan çalışmada 14 adet femur'un 13 tanesinde 1 adet, bir tanesinde ise 2 adet foramen nutricium bulunmuştur. Bu deliklerin tamamının femur'un facies caudal'isinde ve FI'ya göre bir kemikte proksimal 1/3 Tip1 (FI 33.33'e kadar), diğerleri orta 1/3-Tip2 (FI 33.33'ten 66.66'ya ka dar) olduğu belirlenmiştir. Femur'un uzunluk ortalaması 250,7±18,4 mm iken for. nutricium ile femur'un proximal ucu arasındaki mesafe 90,5±9,07 mm olarak ölçülmüştür. Sağ femur'un NFP'sinin, sol femur'dan daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Tablo 2: Femur ve foramen nutricium ile ilgili değerler.

Bölge / Femur	NFP	NFD	TLF	FI
F1sağ	89.61	157.18	259.10	34.58
F1sol	89.45	158.72	249.98	35.78
F2 sağ	101.27	170.14	272.98	37.10
F2 sol	102.96	170.26	274.17	37.55
F3 sağ	100.21	151.72	254.34	39.40
F3 sol*	85.56	166.06	251.40	34.03
F3 sol**	93.30	154.70	251.40	37.11
F4 sağ	69.13	140.66	211.60	32.67
F4 sol	77.79	141.33	221.10	35.18
F5 sağ	89.69	145.08	233.30	38.44
F5 sol	82.60	148.39	233.31	35.40
F6 sağ	96.67	172.42	268.68	35.98
F6 sol	95.67	168.86	263.42	36.32
F7 sağ	92.52	164.54	257.63	35.91
F7 sol	91.79	163.86	257.93	35.59
Ort. ±St.sp.	90,5±9,06	158,3±10,87	250,7±18,38	36,1±1,70
Sağ Ort. ±St.sp.	91,3±10,85	----	----	36,3±2,28
Sol Ort. ±St.sp.	89,9±7,91	----	----	35,9±1,12

*Aynı kemik üzerinde bulunan iki foramen nutricium'dan proximal'de bulunana ait ölçü. **Aynı kemik üzerinde iki foramen nutricium'dan distal'de bulunana ait ölçü.

Şekil 3: Sağ femur ve foramen nutricium'un morfomertik ölçümü.

12 farklı Aksaray Malaklı köpeğine ait 14 adet kuru tibia kemiğinin incelendiği çalışmada tibia ölçümlerine ait morfometrik değerler; **NTP**: Foramen nutricium ve proximal tibia arası mesafe, **NTD**: Foramen nutricium ve distal tibia arası mesafe, **TLT**: Tibia'nın toplam uzunluğu, **FI (Foraminal İndex)**: **(NTP/TLT) x 100** formülü kullanılarak ölçülmüştür. FI yüzdelerine göre foramen nutricium'lar; proximal (FI $\leq$ 33.33), medial (33.33 $\leq$ FI $\leq$ 66.66) veya distal (66.66 $\leq$ FI) konumda olacak şekilde isimlendirilmiştir.

Çalışmada incelenen Aksaray Malaklı ırkı köpeklere ait tibia'ların tamamında bir adet foramen nutricium bulunduğu, deliklerin tamamının facies caudalis'te lokalize oldukları tespit edilmiştir. Foraminal İndex değerlerine göre foramen nutricium yerleşiminin T14 (%37.65), T11 (%39.54) ve T5'te (%35.35) medial, diğer 11 kemiğin tamamında proximal

olduğu gözlenmiştir. Total tibia uzunluk ortalaması 247.91 mm (±24.56 mm) olarak ölçülmüştür. Ek olarak NTP ölçüm ortalaması 78,61 mm (±15.14 mm), NTD ölçüm ortalaması ise 169.45 mm'dir (±15.57 mm). FI yüzdelerinin ortalamalarına göre %31,57 (±%3,96) ile proximal yerleşimli foramen nutricium'ların çoğunlukta olduğu gözlenmiştir. Sağ tibia'ların; NTP ortalaması 78,61 mm (±15.14 mm), NTD ortalaması 179,20 mm (±10,98 mm), TLT ortalaması 254,31 mm (±23,41 mm) ve FI yüzdelerinin ortalaması %29,63 (±%2,64) olarak hesaplanmıştır. Sol tibia'ların; NTP ortalaması 79,74 mm (±16,37 mm), NTD ortalaması 165,55 mm (±15,84 mm), TLT ortalaması 245,35 mm (±25,74 mm) ve FI yüzdelerinin ortalaması %32,35 (±%4,25) olarak hesaplanmıştır. Ortalama ölçümler baz alındığında; sağ tibia'ların proximo-distal uzunluğunun sol tibia'lara göre daha yüksek olduğu, buna karşın sağ tibia'ların FI yüzdelerinin sol tibia'lara göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir (sağ tibia'lara ait foramen nutricium'lar, sol tibia'lara göre daha proximal'de lokalizedir).

German Shepherd köpeklerinde yapılan çalışmada sol ve sağ femur uzunlukları benzerdir ve NF'siz kemik bulunamamıştır. Femurun tüm NF'leri kaudal yüzeydedir ve 47 köpeğin 22'sinde (%46,8) sol ve sağ femurlarda aynı sayıda NF vardır. Femurda yalnızca bir NF (nörofibromatozis) %6,2 oranında gözlemlenmiştir (sol, %2,1; sağ, %10,0), %60,8'inde iki NF (sol, %57,4; sağ, %64,0), %28,9'unda üç NF (sol, %31,9; sağ, %26,0) ve sol femurların %4,4'ünde dört NF görülmüştür. Femurdaki ortalama NF sayısı 2,3 olup, toplamda sol femurda 116, sağ femurda ise 108 NF vardır. İkiden fazla NF bulunan femurlarda, bunlar çoğunlukla proksimal ve distal üçte birlik kısımlarda ortaya çıkmıştır, ancak az sayıda femurda diyafizin orta üçte birlik kısmında da bir NF vardır. Bu nedenle, onları proksimal, orta ve distal NF veya NC olarak sınıflandırmak için SI kullanılmıştır. Proksimal olarak kabul edilmek için NF'nin SI'sının %40'ın altında olması gerekir; bu, femurların %95,9'unda (sol %97,9, sağ %94,0) gözlemlenmiştir. Oysa distal bir NF (%70 SI) %88,7'sinde (sol %93,6, sağ %84,0) görülmüştür.

Proksimal grubun SI değeri %29,9 ile %39,5 arasında değişmekteydi; bu değerler toplam 102 NF'den (52 sol, 50 sağ) alınmıştır (Tablo 2). Bu NF'ler çoğunlukla medial dudak, lateral dudak ve pürüzlü yüzeyde yer almaktadır. Proksimal gruptaki NC'nin yönü eğiktir ve %84,3'ü diz eklemine doğrudur (sol %80,8, sağ %88,0) (Tablo 2). Proksimal NC'nin ortalama çapı üç grup arasında en büyüktür, ancak çapları değişkendir. Aynı femurdaki orta ve distal NC ile karşılaştırıldığında, proksimal NC, dokuz foramen (sadece sol) hariç daha büyüktür.

26 orta NF'nin SI değeri %40,9 ile %67,1 arasında değişmektedir. Bunlar 13 köpekte 14 sol foramen ve 12 köpekte 12 sağ foramen olmak üzere toplam 26 foramenden oluşmaktadır. Orta NF'lerin konumları proksimal NF'lerinkine benzerdir, ancak bazı orta NF'ler pürüzlü yüzeyin dışında ve popliteal yüzey çevresindeki alanda bulunmaktadır. Sol femurdaki bir tanesi hariç, tüm orta foramenler diz ekleminden uzağa doğru yönlendirilmiştir.

NC'nin ortalama çapı proksimal olandan daha küçüktür, ancak distal foramenlerin çaplarına benzerdir.
German Shepherd köpeklerde ilginç bir şekilde, kemiğin uzun ekseni ile NC'nin yönü arasındaki açı,orta ve distal NC'ler için proksimal NC'ye göre daha dar olma eğilimindedir. Bir sol (dişi) ve bir sağ (erkek) femurda aynı SI'ya sahip ancak farklı penetrasyon yönüne sahip NF vardır. Ek olarak, 46 sol femurun 35'inde ve 45 sağ femurun 36'sında aynı kemikte ikiden fazla foramen vardır, ancak bunların yönü farklı değildir.
Tüm tibia kemiklerinde, diz ekleminden dışarı doğru uzanan yalnızca bir NF (nörofilik sinir) bulunmuştur. Kaval kemiğindeki NF'lerin çoğu lateralde yer alırken, birkaçı kaudalde yer almıştır. NF'nin SI'sı sol kaval kemiğinde %23,2 ile %38,3 arasında ve sağda %25,2 ile %37,0 arasında değişmektedir; bu nedenle, kaval kemiğinin NF'si proksimal üçte birlik seviyede yer almaktadır. German shepderd köpeğinde femurun proksimal NC'sine benzer şekilde, NC'nin çapı 0,4 ile 1,2 mm arasında değişmektedir. Bununla birlikte, ortalama çap, özellikle sağ kaval kemiğinde, femurunkinden daha büyüktür.

SONUÇ

Ana besleyici arter korteks ve iliğin büyük bir kısmını beslediği için, bu arterin hasarı ortopedik işlemler için özellikle önemlidir. Femur kırık oranları diğer uzun kemik kırıklarının iki katından fazladır ve implant uygulamaları köpeklerde yaygındır. Bu nedenle, femur ve tibiadaki foramen nutriyumun yerinin doğru bilinmesi, bu arterin ameliyat içi yaralanmalarını ve ortopedik değerlendirmeleri önlemeye yardımcı olabilir. Besleyici foramenin yeri, köpeklerde total kalça artroplastisinin klinik uygulamasında medüller enfarktüse de yatkınlık oluşturabilir. Oyma ve törpüleme derinliği, besleyici arterin bozulması nedeniyle femoral medüller enfarktüse katkıda bulunabilir. Trohanter major ile foramen nutricium arasındaki mesafe 79 mm'den büyük olduğunda köpekler kalça artroplastisi uygulamalarında femoral enfarktüse yatkınlık göstermektedir.

REFERANSLAR

Bahadır, A. ve Yıldız, H. (2019). Veteriner anatomi: Hareket sistemi ve iç organlar. Bursa: Ezgi Kitabevi.

Clark, E.M., Ness, A.R., ve Tobias, J.H. (2007). Gender differences in the ratio between humerus width and length are established prior to puberty. Osteoporosis International, 18, 463-470. Daniel, A., Read, R.A., ve Cake, M.A. (2008). Vascular foramina of the metacarpophalangeal sesamoid bones of Greyhounds and their relationship to sesamoid disease.

American Journal of Veterinary Research, 69, 716-721. Dursun, N. (2008). Veteriner anatomi I. Ankara: Medisan Yayınevi.

Dyce, K.M., Sack, W.O., ve Wensing, C.J.G. (2002). Textbook of veterinary anatomy. Philadelphia: Saunders.

Evans, H.E. (1993). Miller's anatomy of the dog. Philadelphia: Saunders.

Gorse, M.J. (1998). Using external skeletal fixation for fractures of the radius and ulna and tibia. Veterinary Medicine, 93(5), 463-467.

Gümüşburun, E., Yücel, F., Özkan, Y., ve Akgün, Z. (1994). A study of the nutrient foramina of lower limb long bones. Surgical and Radiologic Anatomy, 16, 409-412.

Kızılkanat, E., Boyan, N., Özşahin, E.T., Soames, R., ve Oğuz, O. (2007). Location, number and clinical significance of nutrient foramina in human long bones. Annals of Anatomy, 189, 87-95.

Kumar, K., Mogha, I.V., Aithal, H.P., Kinjavdekar, P., Amarpal, Singh, G.R., Pawde, A.M., ve Kushwaha, R.B. (2007). Occurrence and pattern of long bone fractures in growing dogs with normal and osteopenic bones. Journal of Veterinary Medicine Series A, 54(9), 484-490.

Lee, H.Y., Kim, H.S., Suh, J.S., ve Chung, I.H. (1994). A metric study of the femoral, tibial and fibular nutrient foramina in Korean adults. Korean Journal of Physical Anthropology, 7, 125-136.

Mahfouz, M.R., Merkl, B.C., Abdel Fatah, E.E., Booth, R., ve Argenson, J.N. (2007). Automatic methods for characterization of sexual dimorphism of adult femora: Distal femur. Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering, 10, 447-456.

Martiniaková, M., Omelka, R., Grosskopf, B., Sirotkin, A.V., ve Chrenek, P. (2008). Sex-related variation in compact bone microstructure of the femoral diaphysis in juvenile rabbits. Acta Veterinaria Scandinavica, 50, 1-6.

Özüdoğru, Z., Fidan, M.A., ve İlgün, R. (Yıl belirtilmemiş). Malaklı köpeklerinin femurlarında bulunan foramen nutriciumların morfometrik ve foraminal indeks değerleri. Sağlık Bilimleri Alanında Yeni Yaklaşımlar (ss. 136-146). Platanus Publishing.

Özüdoğru, Z., ve ark. (2023). Aksaray Malaklı köpeklerinde tibia ve interkondiler genişlik indeksi üzerine morfometrik bir çalışma. Journal of Advances in VetBio Science and Techniques, 8(2), 143-149.

Piermattei, D.L., Flo, G.L., ve DeCamp, C.E. (2006). Handbook of small animal orthopedics and fracture repair. St. Louis: Elsevier.

Ring, D., Jupiter, J.B., Sanders, R.A., Quintero, J., Santoro, V.M., Ganz, R., ve Marti, R.K. (1997). Complex nonunion of fractures of the femoral shaft

treated by wave-plate osteosynthesis. Journal of Bone and Joint Surgery, 79, 289-294.
Riser, W.H. (1975). Growth and development of the normal canine pelvis, hip joints and femur from birth to maturity. Veterinary Pathology, 12, 264-278.
Seaman, J.A., ve Amelia, M.S. (2004). Tibial fractures. Clinical Techniques in Small Animal Practice, 19(3), 151-167.
Sebestyen, P., Marcellin-Little, D.J., ve DeYoung, B.A. (2000). Femoral medullary infarction secondary to canine total hip arthroplasty. Veterinary Surgery, 29, 227-236.
Shim, S.S., Copp, D.H., ve Patterson, F.P. (1968). Measurement of the rate and distribution of the nutrient and other arterial blood supply in long bones of the rabbit. Journal of Bone and Joint Surgery, 50B, 178-183.
Singh, A.P., Mirakhur, K.K., ve Nigam, J.M. (1983). A study on the incidence and anatomical locations of fractures in canine, caprine, bovine, equine and camel. Indian Journal of Veterinary Surgery, 4, 61-66.
Sumner-Smith, G. (1991). Delayed unions and nonunions: Diagnosis, pathophysiology and treatment. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, 21, 745-759.
Veterinaria Nomina Anatomica. (2017). Nomina anatomica veterinaria (6. baskı, ss. 73-147). Hannover: International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature.
Zaal, M.D., ve Hazewinkel, H.A. (1996). Classifications of 202 tibial fractures in dogs and cats. Tijdschrift voor Diergeneeskunde, 121(8), 218-223.

Alzheimer Hastalığında Diyet Modelleri ve Beslenme

Nurgün AYGÜN[1]
Pınar SÖKÜLMEZ KAYA[2]

1- Öğrenci.; Ondokuz Mayıs Üniversitesi Beslenme Bilimleri Anabilim Dalı Başkanlığı - Beslenme Bilimleri (Yüksek Lisans) 23280743@stu.omu.edu.tr ORCID No: 0009-0008-1282-4169
2- Prof. Dr.; Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü. pinar.sokulmez@omu.edu.tr ORCID No: 0000-0003-4865-4268

ÖZET

İlerleyici nörodejeneratif nitelikte olan Alzheimer hastalığı demansların %80'ini tek başına oluşturmaktadır. Diğer demanslardan ayrılan yönlerinden biri ileri yaşlarda ortaya çıkmasıdır. Dolayısıyla yaş, Alzheimer hastalığı için önemli bir risk faktörüdür. Alzheimer hastalığının patogenezi hala tam olarak anlaşılamamasına karşın bazı mekanizmalar öne çıkmaktadır. Örneğin inflamatuvar süreçler burada en sık görülen patomekanizmalardandır. Mitokondriler sağlıklı bireylerde çeşitli antioksidan sistemler ile korunurken Alzheimer hastalığında bu sistemlerde bozulmalar görülmekte ve hastalığa özgü belirtiler ortaya çıkmaktadır. Dünya genelinde Alzheimer hastalığı vakalarındaki artış özellikle son yıllarda dikkat çekmektedir. Bu noktada hastalığın önlenmesi ve kötü seyrin engellenmesi önem taşımaktadır. Bu sebeple değiştirilebilir risk faktörleri üzerine eğilmek önemlidir. Bunlara örnek olarak beslenme, sigara kullanımı, fiziksel aktivite düzeyi ve eğitim seviyesi verilebilir. Burada özellikle beslenme dikkat çekicidir. Akdeniz, MIND, DASH ve ketojenik diyet örüntüleri çalışmaların genelinde potansiyel faydalı etkileri ile öne çıkmaktadır. Bu diyet örüntülerinin nöroenflamasyon, oksidatif stres, amiloid beta proteini birikimi, tau proteininin hiperfosforilasyonu gibi Alzheimer hastalığının patomekanizmaları üzerindeki olumlu etkilerinden söz edilebilir. Ayrıca sindirim sisteminde sağlıklı bir mikrobiyotayı desteklemek, özellikle kan beyin bariyeri bütünlüğüne destek olması açısından önemlidir. Alzheimer hastalığında kesin bir tedavi yaklaşımının henüz oluşmaması uzun dönemli çalışmalara ihtiyaç olduğu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler – Alzheimer Hastalığı, Akdeniz Diyeti, Beslenme, Diyet Örüntüleri, Kognitif Fonksiyonlar.

GİRİŞ

Keşfinden bu tarafa yaklaşık 116 yıl geçmiş olmasına karşın Alzheimer hastalığının patogenezi tam olarak ortaya konabilmiş değildir. Alois Alzheimer tarafından 1906'da yürütülen çalışmalar kapsamında anatomik ve patomorfolojik değişikliklerin ilk tanımlamaları ortaya konmuştur. (Dos Santos vd., 2018: 3141; Twarowski ve Herbet, 2023: 6518.). Hastaların hipokampüs ve korteks bölgesindeki nöronların kaybının bir sonucu olarak bu bölgelerde beyin atrofisi gelişmekte ve bu durum hastalığın seyri ve yaşlanma ile kötüye gidebilmektedir. (Pini vd., 2016:25; Tangaro vd., 2014:878; Twarowski ve Herbet, 2023:6518). Alzheimer hastalığının ilerleyişi sırasında mitokondriyal işlev bozukluğu, mitokondrileri reaktif oksijen türlerinin (ROS) zararlı etkilerinden koruyan savunma mekanizmalarının zayıflaması ile ilişkilendirilmektedir. (Zhang vd., 2018:74; Giorgi vd., 2018:209; Twarowski ve Herbet, 2023:6518).

Normal sağlıklı koşullarda mitokondriler bazı antioksidan mekanizmalardan olan sitokrom c oksidaz gibi sistemlerle korunmaktadır. (Gowda vd., 2022:101529; Twarowski ve Herbet, 2023:6518). Hipokampüste sitokrom c oksidaz etkinliğinin Alzheimer hastalığında ciddi oranda düştüğü ortaya konmuştur. Beta amiloid oligomerlerinin mitokondriye girdiği de tespit edilmiştir. (Huang ve Liu, 2020:4477; Twarowski ve Herbet, 2023:6518) Önemli miktarda bilimsel çalışma, Alzheimer hastalığının meydana gelişinde en sık görülen patogenez olarak inflamatuar süreçlerin olduğunu belirtmektedir (Jagust, 2018:687; Twarowski ve Herbet, 2023:6518). Astrositler, mikroglia hücreleri ile sitokin ve kemokin gibi proteinleri barındıran çeşitli hücre grupları, nöral inflamasyona yol açmaktadır. Bu durum, nöronların çevresindeki mikrosistem üzerinde zararlı etkiler oluşturarak nöronal hasara neden olmakta; böylece oksidatif stresin artmasına veya hücre apoptozuna yol açmaktadır. Sonuç olarak, Alzheimer hastalığına özgü semptomların ortaya çıkmasına zemin hazırlanmaktadır. (Fakhoury, 2020:959; Twarowski ve Herbet, 2023:6518). Nörodejeneratif ve patolojik bir süreç şeklinde ortaya konan demans; yürütücü fonksiyon, hafıza vb. kognitif işlevler ile sosyal ve günlük fonksiyonellik gibi becerilerde progresif azalmaya neden olan bir durumdur. (Atalay vd., 2025:115258). Tüm çeşitlerinin %80'ini sadece Alzheimer hastalığının (AH) oluşturduğu demansın birçok alt varyasyonu bulunmaktadır. (Livingston vd., 2020:413) (Öz vd., 2022:1403). Her sene yeni 5-7 milyon Alzheimer hastalığı tanısı kaydedilen günümüzde, globalde 36,5 milyon demans tanılı birey mevcuttur. (Atalay vd., 2025:115258). Alzheimer hastalığından ölen ileri yaşlı sayısının 6 bin 155'ten 11 bin 997'ye çıktığı ve böylece neredeyse 2 kat artış gösterdiği, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2017 verileri ölüm sebebi istatistiklerine yansımıştır. (Yıldırım ve Ateş Özcan, 2020:66). 2023 yılında ise bu sayı 11 bin 640'tır. (TÜİK, 2023). Bu hastalık iki alt türe ayrılmaktadır. Bunlar, Erken başlangıçlı Alzheimer hastalığı (EOAD) olarak anılan kalıtımsal özellikli ailesel Alzheimer hastalığı ve etiyolojisi tam olarak anlaşılamayan Geç başlangıçlı Alzheimer hastalığı (LOAD)'dır. (Bagyinszky vd., 2014:535; Jalbert vd., 2008:15; Stefaniak vd., 2022:4564). Tüm Alzheimer hastalarının yalnızca %5 kadarını kalıtımsal geçişli Alzheimer hastaları meydana getirmektedir. (Yazıcı ve Şahin, 2010:1) (İplikçi ve Ayhan, 2017:1).

Risk Faktörleri

Hastalığın ortaya çıkışının önlenmesi ve birincil korunma bağlamında risk etmenlerine yönelik tedbirlerin uygulanması Alzheimer hastalığının engellenmesinde en önemli yöntem olarak bilinmektedir. (Alıcılar ve Çalışkan, 2021:107). Yaş, Alzheimer hastalığı için değiştirilmesi imkânı olmayan ve en önemli olan risk etmenidir. Her beş yılda bir prevalans altmış beş yaşın üzerinde iki katına yükselmektedir. (Gürvit vd., 2008:67; Reitz vd., 2011:137; İplikçi ve Ayhan, 2017:1). Diğer risk etmenlerine sık baş

travması, kadın cinsiyet, Down sendromu örnek olarak verilebilir. (İplikçi ve Ayhan, 2017:1).

Risk etmenleri arasında diyabet de belirtilmektedir. Diyabetin yaş ile arttığı dikkate alınırsa ileri yaşlılık ile demans sıklığı yükselen gelişmiş ülkelerde, kognitif kayıpların ortaya çıkış sıklığının yükseleceği öngörülmektedir. (Yeşilkaya ve Tüfekçi Alphan, 2018:1; Yıldırım ve Ateş Özcan, 2020:66). Bazı kanıtlar Tip 2 diyabetin Alzheimer hastalığının ortaya çıkışını 2-5 kat yükselttiğini ortaya koymaktadır. Şeker hastalığında görülen insülin sinyal bozukluğu ile ilintili olan Alzheimer hastalığı, "Tip 3 diabetes mellitus (DM)" olarak da isimlendirilmektedir. Bu iki hastalıkta ortak bağlantılar ve birbirini etkileyen önemli süreçler Tip 3 DM'yi oluşturmaktadır. (Burillo vd., 2021:1236; Rojas vd., 2021:745; Tekin vd., 2023:153). Bu önemli süreçlere örnek olarak inflamasyon, enerji metabolizması bozukluğu, insülin rezistansı ya da insülin eksikliği ve oksidatif stres örnek olarak verilebilir. (Silveira vd., 2019:590; Tekin vd., 2023:153).

2025 yılında yayınlanan bir çalışmada diyabetin, hafif bilişsel bozukluğu olan kişilerde amiloid kaynaklı tau birikimini artırdığı ve böylece, yapısal sinir hücresi değişikliklerine yol açarak Alzheimer hastalığının (AD) başlangıcına ve ilerlemesine neden olduğu gösterilmiştir. (Kim vd., 2025:100444) Alzheimer hastalığının Tip 3 DM ile ilişkisinin asıl nedeni Tip 2 DM'de insülin sinyal bozukluğu ya da insülin rezistansı ile birlikte bozulmuş glukoz metabolizması ve hücre ölümleri görülmesine dayanmaktadır. (Nguyen vd., 2020:3165; Tekin vd., 2023:153). İnsülin rezistansı ruh ve kognisyon durumunun bozulmasına hem periferin hem de beynin metabolizmayı düzenleme fonksiyonunun düşmesine ve hücresel seviyede nöroplastisitenin bozulmasına sebep olabilmektedir. (Sędzikowska ve Szablewski, 2021:9987; Tekin vd., 2023:153). Oksidatif stres, enerji krizi ya da ATP azlığı gibi çeşitli hücresel stres durumlarına uğrayan erişkin sinir hücreleri dejenere olarak kayba uğramaktadır. (Nguyen vd., 2020:3165; Tekin vd., 2023:153). Bir başka risk faktörü olan obezite ise atrofiye uğramış beyin, bozulmuş uzun süreli potansiyel ve sinaptik plastisite ve kognitif gerileme ile ilişkilendirilerek diğer demanslar ve Alzheimer hastalığı ortaya çıkma riskini yükseltmektedir. (Flores-Cordero vd., 2022:5202; Yıldırım ve Can Eke, 2024:766). Bu arada obezite, düşük seviyede kronik enflamasyon haline neden olan yağ dokusunda homeostatik yapıların bozukluğuna sebebiyet verir. Ve bu durum nörodejeneratif patolojilerin de içinde olduğu hastalıkların ortaya çıkmasına ön ayak olur. (Forny vd., 2019:1027; Yam vd., 2017:186; Kiliaan vd., 2014:913; Yıldırım ve Can Eke, 2024:766).

Bazı çalışmalar düşük vücut kütle indeksinin de risk oluşturabileceğini göstermektedir. (Karşıdağ, 2012:18; Alıcılar ve Çalışkan, 2021:107). Diğer risk etmenlerinden biri olan kolesterol ile ilgili fareler üzerinde yapılan bir çalışmada amiloid beta birikiminin ve Tau proteinlerinin yükselmesinin,

diyette kolesterolün artması ile korele olduğu bildirilmiştir. Kanda azalmış HDL ve artmış LDL'nin Alzheimer hastalığı riskini yükselttiği, HDL ve LDL'nin bu patoloji ile ilintisi incelendiğinde görülmüştür. (Reed vd.,2014:195; Yıldırım ve Ateş Özcan, 2020:66). Yapılan bir çalışmada düşük omega-3 ve yükselmiş homosistein düzeyleri Alzheimer hastalığı açısından risk etmeni olarak belirtilmiştir. (Wolf, 2012:567; Alıcılar ve Çalışkan, 2021:107).

Alzheimer ve Beslenme

Alzheimer hastalığının gelişim riskinde diyetin önemli olduğu olgusunu veren geniş bilgiye karşın literatür bilgisi hala azdır ve tartışmalara zemin hazırlamaktadır. Belli ürünler ve içindeki besin maddeleri ya da besin grupları araştırmalar tarafından incelenmektedir. Bu çalışmalarda bu besinlerin ve bileşenlerinin Alzheimer hastalığı gelişme riskinin potansiyeli üzerindeki etkileri, besin bileşenlerinden hangilerinin nöroprotektif etkilere haiz olduğu ve rolleri başlıca irdelenen konulardandır. Bu perspektiften bakıldığında çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA), antioksidan özellikli besin ve bileşenleri ve B vitaminleri en çok araştırmacılar tarafından ilgilenilenler olmuştur. (Stefaniak vd., 2022:4564). Bilimsel çalışmalar, düzenli fiziksel aktivite ve Akdeniz veya MIND diyetleri gibi sağlıklı beslenme biçimlerinin birleşiminin, bilişsel işlevler üzerinde olumlu etkiler yarattığını göstermektedir. Bu yaşam tarzı faktörleri, obezite, diyabet ve kalp-damar hastalıkları gibi risk faktörlerini azaltmanın ötesinde, Alzheimer hastalığına yakalanma olasılığını düşürmeye de yardımcı olabilir. (Baumgart vd., 2015:718; Stefaniak vd., 2022:4564).

Birçok hipotez Alzheimer hastalığının meydana gelişinde diyet etmenlerinin etkili olduğunu ortaya atmıştır. Bunlar arasında diyet komponentlerinin fazlalığı ve eksikliği bulunmaktadır. Antioksidan diyet komponentleri olan C ve E vitaminlerinin yanında B12 ve B6 vitaminleri ve folatın yetersizliğinin Alzheimer hastalığının ortaya çıkışında bir etmen olabileceği belirtilmiştir. (Mielech vd., 2020:3458; An vd., 2019:139; Mecocci ve Polidori, 2012:631; Stefaniak vd., 2022:4564). 2019 yılında yayınlanan bir kohort çalışmasında sağlıklı bireyler ile demansı olan bireylerden oluşan 2533 kişi incelenmiştir. Ortalama 2,3 yıl takip edilen bireyler bir besin sıklığı anketi doldurdular ve bilişsel işlev testlerinden geçtiler. Yapılan analizler sonucunda B12 vitaminin eksikliği anlamlı olarak hızlı kognitif azalma ile ilintili bulunmuştur. Diğer taraftan B12 ve B6 vitamini ile folatın yeterli düzeyde tüketimi daha iyi kognitif rezerv ile bağlantılı bulunmuştur. (An vd., 2019:139). Homosistein metabolizması için önemli kofaktörler olan B12, B6 vitaminleri ve folik asit DNA metilasyonunda görevlidir. Bu komponentlerin yetersizlikleri, yükselmiş homosistein düzeyleri ve takip eden oksidatif hasar yoluyla Alzheimer hastalığına olumsuz etkide bulunabilir. (An vd., 2019:139; Agnew-Blais vd., 2015:231; Stefaniak vd., 2022:4564). Oksidatif stresi ve β-amiloid kaynaklı

yağ peroksidasyonunu düşürme ve inflamasyon sinyal kaskadlarını engelleme antioksidan özellikli vitaminler tarafından gerçekleştirilir. (Luchsinger ve Mayeux, 2004:579; Stefaniak vd., 2022:4564). 2021 yılında yayınlanan ve Küba'nın başkenti Havana'da yapılan bir çalışmada altmış beş yaşında ve daha büyük olan ileri yaşlı erişkin 424 katılımcı incelenmiştir. Katılımcıların 43'ü Alzheimer hastası, 131'i hafif bilişsel bozukluğu olan ve 250'si de normal bilişe sahip bireylerdi. Katılımcıların kanlarında B12, B2, A ve C vitaminleri, folat, tiamin ve homosistein seviyeleri ölçüldü. Alzheimer hastalığı olan bireyler normal bilişe sahip bireyler ile karşılaştırıldığında B2, A ve C vitamini seviyeleri anlamlı olarak daha az bulundu. ($p < 0.05$). Hafif bilişsel bozukluğu olan ve Alzheimer hastası kişilerle normal bilişe sahip bireyler karşılaştırıldığında homosistein seviyeleri anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur. ($p < 0.05$). Prevalans oranları şeklinde yapılan karşılaştırmalarda ise normal bilişe sahip bireyler ile Alzheimer hastaları grubu kıyaslandığında, Alzheimer hastalarında hiperhomosisteinemi ve bütün B grubu vitaminlerinin yetersizliği açısından anlamlı olacak şekilde daha yüksek prevalans oranları tespit edilmiştir. Bu karşılaştırma hafif bilişsel bozukluğu olanlar ile yapıldığında ise hiperhomosisteinemi, A ve B2 vitamini yetersizliği açısından anlamlı olacak biçimde daha yüksek prevalans saptanmıştır. (Lanyau-Domínguez vd., 2021:40)

Amiloid beta birikimine sebebiyet veren etkenlerden biri metal maruziyetidir. Maruziyeti arttıran baş etmenler kirlenmiş su ve toprak, hava kirliliği ve tarım ürünleridir. Bu metallere örnek olarak kalsiyum, kadminyum, demir, cıva, selenyum, arsenik, çinko, kobalt, kurşun ve bakır örnek olarak verilebilir. (Tchounwou vd.,2012:133; Yıldırım ve Ateş Özcan, 2020:66). Alzheimer hastalığının ortaya çıkışında yüksek miktarda doğmuş yağ asitleri ve aşırı yağlı bir diyetin alımının da etkili olabileceği belirtilmiştir. Yağ ve doğmuş yağ alımının fazla olması ile Alzheimer hastalığının gelişimi riski ile ilintili olan hiperinsülinemi arasında bağlantı olduğu ortaya konmuştur. (Luchsinger ve Mayeux, 2004:579; Stefaniak vd., 2022:4564). Yapılan hayvan çalışmalarında kolesterol ve yağ açısından zengin bir diyetin Tau hiperfosforilasyonunu teşvik ettiği, bellek performansını bozabildiği ve ileri yaşta hipokampal fosforile tau düzeylerini yükseltebildiği bildirilmiştir. (Glöckner vd., 2011:292; Crispy vd., 2004:87; Stefaniak vd., 2022:4564). Orta yaşta aşırı işlenmiş gıda alımının Alzheimer hastalığı riskiyle bağlantılı olabileceği, orta yaşlı ve ileri yaşlı erişkinlerde aşırı işlenmiş besin alımının tüm nedenlere bağlı demans ve Alzheimer hastalığı gelişme potansiyeli arasındaki ilintinin varlığını araştıran bir çalışma tarafından ortaya konmuştur. 2025 yılında yayınlanan bu çalışmada başlangıçta 68 yaşının altında olan bireylerde aşırı proses edilmiş besin alımının günlük bir porsiyon artması, Alzheimer hastalığı gelişme potansiyelinde %13'lük bir artış ile ilintili bulunmuştur. Bir diğer bulgu ise günde 10 porsiyon ve daha fazla ultra proses edilmiş gıda alanlar ile 10

porsiyondan az alanlar kıyaslandığında Alzheimer hastalığı gelişme riskinde 2,7 kat artış olduğuydu. Bu bulgular eğitim seviyesi, metabolik etmenler, diyet kalitesi, yaş, total enerji alımı, cinsiyet gibi faktörlere göre yapılan düzenlemeler akabinde bulundu. Tüm sebeplere bağlı demansla olan bağlantı ise daha zayıf olarak ortaya kondu. Ayrıca çalışmanın başında ≥ 68 yaşında olanlarda anlamlı bir sonuç elde edilmedi. (Weinstein vd., 2025:100042). Farelerde yapılan bir çalışmada yüksek yağlı diyet ve düşük yağlı kontrol diyeti alımının B6 vitamini yetersizliğinde nörodejenerasyonu ilerletip ilerletmediği araştırılmıştır. Yetersiz vitamin B6 alımının, B6 vitamininin beyinde aktif biyolojik formu olan pridoksal fosfat (PLP) seviyelerini düşürdüğü bildirilmiştir. B6 vitaminini yetersiz tüketen farelerde hücre çoğalmasının ve beyin kaynaklı nörotrofik faktör (BDNF) sinyalleşmesinin engellendiği, endoplazmik retikulum stresi, programlanmış hücre ölümü ve oksidatif stres meydana geldiği ortaya konmuştur. Nörodejenerasyonun karakteristik özellikleri olan tau hiperfosforilasyonu ve amiloid-β birikimini, B6 vitamini yetersizliğinin tetiklediği bildirilmiştir. Nörodejenerasyonla bağlantılı belirteçleri aşırı yağ alımı da artırmıştır. Her iki diyet grubunda da B6 vitamininin kısıtlanmasının olumsuz etkileri gözlemlenmiştir. Böylece bu araştırma, B6 vitamininin nöroprotektif etkilerini vurgulamaktadır. (Ko vd., 2022:121041). Alkol kullanımıyla ilgili yapılan bir araştırmada Alzheimer hastalığı riskini, iki haftada ≥5 defa alımın, yine aynı periyotta 1 ila 4 defa alıma göre %47 artırdığı belirtilmiştir. (Langballe vd., 2015:1049; Yıldırım ve Can Eke, 2024:766). Alkol alımı fazla olan bireylerde, ekstraselüler soğukla indüklenen RNA-bağlanma proteininin (e CIRP) alkolle indüklenmiş Alzheimer hastalığının ilerlemesine sebep olan tau fosforilasyonuna sebebiyet verebileceği belirtilmiştir. (Sharma vd., 2020:5000; Yıldırım ve Can Eke, 2024:766). Doymuş ve trans (hidrojenize) yağlar, hayvansal proteinler ile rafine şeker açısından zengin; buna karşılık bitkisel kaynaklı besinler açısından yetersiz diyetler, metabolik sendrom (MetS) ve diyabet riskinin artmasıyla ilişkilidir. Bu tür beslenme alışkanlıkları, bilişsel bozukluk riskinin yükselmesiyle de güçlü biçimde bağlantılı olup, sağlıklı bilişsel işlevlerin korunması açısından olumsuz etkiler göstermektedir. (Oboudiyat vd., 2013:313; Pistollato vd., 2018:32). Gelişmiş ülkelerde yaygın olan yüksek miktarda et tüketimi, özellikle kırmızı etin fazla alınması, bakır absorpsiyonunu artırmakta ve bu durum demans ve Alzheimer hastalığı ile ilişkilendirilmektedir. (Pistollato vd., 2018:32)

Akdeniz Diyeti ve Alzheimer Hastalığı ile İlişkisi

Akdeniz diyeti hafif kognitif bozukluk ve Alzheimer hastalığının ortaya çıkma riskini düşürebilir (Stefaniak vd., 2022:4564). Bu diyet örüntüsüne düşük bağlılık Alzheimer hastalığı riskini yükseltirken, yüksek bağlılık ise daha az kognitif bozulma riskiyle ilintilidir. (Vaziri, 2024:160). Birleşik Krallık'ta geniş bir kohortta gerçekleştirilen bir araştırmada,

Akdeniz ve MIND diyetleri başta olmak üzere, RFS (Önerilen Besin Skoru), AHEI (Alternatif Sağlıklı Beslenme İndeksi) ve EDII (Enerjiye Göre Ayarlanmış Diyet İltihap İndeksi) gibi çeşitli beslenme indekslerinin demans riski üzerindeki etkisi incelenmiş ve UK Biobank veri tabanından, 40 ila 69 yaşları arasında bulunan ve başlangıçta demans tanısı olmayan 131.209 bireyin bilgileri kullanılmıştır. Ortalama 13,5 yıllık takip periyodu boyunca toplamda 1453 yeni demans vakası belirlenmiştir. Analizler, Akdeniz Diyetine Uyum Skoru (MEDAS), MIND diyeti, RFS ve AHEI ile daha fazla uyumun, demans riskinde önemli bir azalma ile bağlantılı olduğunu göstermiştir. Bu bulguların aksine, daha yüksek EDII skorları, yani pro-inflamatuar (iltihap yanlısı) beslenme biçimleri, demans riskini artırıcı bir etkiyle ilişkilendirilmiştir. (Youn vd., 2025:100564). Akdeniz diyetinin olumlu etkileri, sinir hücrelerini koruyucu potansiyele haiz besinlerin ve bu besin bileşenlerinin etkilerine dayandırılmaktadır. Bunlara örnek olarak kabuklu yemişler, polifenollerden zengin şarap, omega-3 yağ asitleri içeren balıklar ve antioksidanlardan zengin sebze, meyve ve tahıllar verilebilir. (Roman vd., 2019:724; Stefaniak vd., 2022:4564). Çoğunluk olarak meyve ve sebze tüketimini kapsayan Akdeniz diyetinde kompleks karbonhidratlar, tam tahıllı besinler ve kurubaklagiller de mevcuttur. Süt tüketimi, beyaz et tüketimi orta düzeyde iken işlenmiş et, kırmızı et ve yumurta tüketimi ise az miktarda tutulmuştur. (Davis vd., 2015:9139; Yıldırım ve Ateş Özcan, 2020:66). İnflamasyon ve oksidatif stresi düşürmek, lipid profilini iyileştirmek, beyne kan akışını ve tansiyonu optimal seviyede tutmak, insülin duyarlılığını geliştirmek, mikrobiyota-beyin aksını düzenlemek ve nöroplastisite ile nöronların büyüyüp çoğalmasını omega-3 yağ asitleri ve polifenoller vasıtasıyla olumlu yönde geliştirmek, bu diyet örüntüsünün sinir hücrelerini koruyucu mekanizmalarından bazılarıdır. (Munoz-Perez vd., 2023:306; Vaziri, 2024:160). Oksidatif stres Alzheimer hastalığının önemli nedenlerindendir ve Akdeniz diyetinin antioksidan içeriği oksidatif stresi azaltmaktadır. (Gönder ve Akbulut, 2017:110; Yıldırım ve Ateş Özcan, 2020:66). Akdeniz diyetinde oksidatif strese karşı protektif ajanlar; zeytinyağında bulunan fenolik bileşikler, meyve ve sebzelerde mevcut olan C vitamini, E vitamini, flavonoidler, karetonidler, şarapta bulunan resveratrol gibi fenolik bileşikler ve balıkta mevcut durumda olan omega-3'lerdir. (Gu vd.,2010:483; Yıldırım ve Ateş Özcan, 2020:66). Doymuş yağ alımının sınırlı olduğu Akdeniz diyetinde yağ kaynağı esas olarak zeytinyağıdır. (Akgüllü vd., 2015:340; Yıldırım ve Ateş Özcan, 2020:66). Zeytinyağı Akdeniz diyeti için önemlidir ancak burada dikkati özellikle sızma zeytinyağı (EVOO – Extra Virgin Olive Oil) çekmektedir. Son dönemde gerçekleştirilen geniş kapsamlı incelemeler, sızma zeytinyağının, Alzheimer hastalığı (AD) ile bağlantılı başlıca patolojik mekanizmaları etkileme konusunda kilit bir rol oynadığını açıkça göstermektedir. Bunlara örnek olarak Alkhalifa ve arkadaşlarının çalışması örnek olarak verilebilir. Bu çalışmada sızma zeytinyağının Alzheimer hastalığının patolojisinde bazı

kritik önemde olan mekanizmalar üzerinde etkileri olduğu ortaya konmuştur. Bu mekanizmalar arasında tau fosforilasyonu, kan-beyin bariyeri bütünlüğü, nöroenflamasyon, oksidatif stres, Amiloid beta (Ab) birikimi sayılabilir. Bu derleme klinik, hayvan ve hücresel modelli çalışmalardan elde edilen bulguları toplayarak, sızma zeytinyağının Alzheimer hastalığında sinir hücrelerini koruyucu etkisi olan bir bileşen olma potansiyelini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, zeytinyağı bakımından zengin Akdeniz diyetinin Alzheimer hastalığına yakalanma riskini azaltma ve hastalığın ilerlemesini yavaşlatma konusunda önemli bir rol oynayabileceğini bir kez daha göstermektedir. (Alkhalifa vd., 2024:1914; Vaziri, 2024:160).

2022 yılında yayınlanan randomize kontrollü bir çalışmada sızma zeytinyağının Alzheimer hastalığında olumlu etkileri araştırılmıştır. 25 katılımcı çalışmayı tamamlamıştır. Hafif bilişsel bozukluğu olan katılımcılarda rafine zeytinyağı ve sızma zeytinyağının günlük alımının 6 aylık etkisi birincil çıktı olarak değerlendirilmiştir. Bu noktada fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ile beyin işlevleri ve kontrast MRG ile kan beyin bariyeri bütünlüğüne bakılarak bulgular elde edilmiştir. Alzheimer hastalığı ile karakterize kan parametreleri ve kognitif fonksiyonlar ise ikincil çıktılar olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgulara göre sızma zeytinyağı kan beyin bariyeri geçirgenliğini azaltmıştır ve işlevselliği artırmıştır. Buna karşın rafine zeytinyağı tüketimi ise bu iki durumu değiştirmemiştir. Sızma zeytinyağı klinik demans derecelendirme (CDR) ve davranış skorlarını anlamlı olacak şekilde olumlu etkilemiştir. Rafine zeytinyağı grubunda klinik demans derecelendirme (CDR) skorlarında iyileşmeler ve hafıza görevleri sırasında, algı ve bilişle ilişkili kortikal alanlarda beyin aktivasyonunun arttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca her iki grupta da fosforile tau/toplam tau proteini oranı ve Amiloid β42/Amiloid β40 oranında anlamlı derecede düşüş görülmüş böylece Alzheimer hastalığında önemli bir kan biyobelirteci olan amiloid β'nın işlenmesi ve ortadan kaldırılmasında olumlu etkileri olduğu görülmüştür. Sonuç olarak hem sızma hem rafine zeytinyağının CDR ve davranışsal değerlendirme skorlarında iyileşmeler sağladığı, fakat sadece sızma zeytinyağının beyin bağlantısında artış ve kan beyin bariyeri geçirgenliğinde azalma sağladığı ortaya konmuştur. Bu etkinin sızma zeytinyağında bulunan biyofenoller aracılığıyla ortaya çıktığı düşünülmektedir. (Kaddoumi vd., 2022:5102).

DASH Diyeti ve Alzheimer Hastalığı

Bilim insanları, Batı tarzı beslenme ile aşırı hipertansiyonun bağlantılı olabileceğini öne sürmüşlerdir. Doksanlı yılların henüz başında globalde Hipertansiyonu Durdurmak için Diyet Yaklaşımları (DASH) diyeti, bu bağlantıyı gözler önüne sermek ve yüksek tansiyon üzerinde besinlerin etkisini ortaya çıkarmak amacıyla tasarlanmıştır. (Bhuiyan vd., 2023:100257). Hipertansiyonu önlemeyi amaçlayan DASH diyeti, zaman içinde kognitif fonksiyonları araştıran bilim insanlarının da ilgisini çekmeyi

başarmıştır. Bu diyet örüntüsüne olan ilginin sebebi kognitif fonksiyonların normal işlevini yerine getirmesi ile kan basıncı arasındaki kesin ilintiden ileri gelmektedir. Buradaki mekanizma, bazı araştırmalar tarafından düşük ve yüksek tansiyonun serebral perfüzyonu etkilediği ve böylece çeşitli kognitif bölgelerin bundan etkilendiği şeklinde iddia edilmektedir. (Novak ve Hajjar, 2010:686; Stefaniak vd., 2022:4564). DASH diyetinin içeriği şu şekildedir; sebze, meyve, yağı azaltılmış süt ürünleri, yağsız etler, baklagiller, kuruyemişler, tam tahıllar ve balık. DASH diyeti, Akdeniz diyetiyle kıyaslandığında toplam yağ tüketimini, özellikle de doymuş yağ asitleri (DYA) ile diyet kolesterolünü sınırlandırma eğilimindedir. Bu sınırlandırmalara tatlılar, kırmızı et ve şekerli içeceklerin alınması da dahildir. Magnezyum, kalsiyum, potasyum ve diyet lifi gibi besin komponentlerince zengin olan bu diyet örüntüsünde günlük sodyum tüketimi 2300 mg ile sınırlandırılmıştır. (Wengreen vd., 2013:1263; Stefaniak vd., 2022:4564). Ortalama yaşı 52, sedanter, orta yaş grubunda olan obez ya da aşırı kilolu ve ayrıca hipertansiyonu olan 124 katılımcıyla yapılan bir araştırma, davranışsal bir kilo yönetimi programıyla birlikte uygulanan DASH diyetinin; yürütücü işlevler, bellek, öğrenme ve psikomotor hız üzerinde iyileştirici etkiler sağladığını ortaya koymuştur. Sadece DASH diyetini uygulayanlarda ise kontrol grubuna kıyasla psikomotor hız açısından daha iyi bulgular elde edilmiştir. Böylece enerji kısıtlaması, fiziksel aktivite ve DASH diyetinin bir arada uygulanmasının, bilhassa yüksek tansiyonlu obez ve aşırı kilolu bireylerde nörokognitif işlevlerin düzeltilmesi için olumlu etkilerinin olabileceği akla gelmektedir. (Smith vd., 2010:1331; Pistollato vd., 2018:32). Önemli miktarda çalışma, DASH diyet örüntüsünün kognitif fonksiyonları olumlu etkilediği verisini sunarken herhangi bir etkisi olmadığı verisini sunan araştırmalar da mevcuttur. Bu araştırmalara örnek olarak Nishi S.K. ve arkadaşları tarafından yapılan çalışma örnek olarak verilebilir. 2 yıl süren bilişsel inceleme sonucunda DASH diyet örüntüsüne uyum ile bilişsel işlevler arasında olumlu bir korelasyon görülmediği bildirilmiştir. (Nishi vd., 2021:782067; Stefaniak vd., 2022:4564). 2014 yılında yapılan prospektif bir kohort çalışmasında Akdeniz ve DASH diyet örüntülerinin ileri yaşlı bireylerde kognitif bozulmayı yavaşlatması üzerinde etkisi olup olmadığı araştırılmıştır. Çalışma Chicago merkezli olarak yürütülmüştür. Ortalama yaşları 81,5 olan 826 katılımcı 4,1 yıl sürede en az iki kere kognitif değerlendirmeye alınmıştır. Katılımcılar ilk olarak bir besin sıklığı anketi doldurmuştur. Akdeniz ve DASH diyeti uyum skorları hesaplanmıştır. Düzenleme yapılan karma modelde her bir 1 birimlik DASH skorundaki artış genel kognitif azalma oranında 0,007 standart birimlik daha yavaş bir azalma ile ilişkilendirilmiştir. Diğer taraftan Akdeniz diyet skorundaki her bir 1 birimlik artış, kognitif gerilemede 0,002 standart birimlik daha yavaş bir düşüşle bağlantılı bulunmuştur. Bu bulgular, DASH ve Akdeniz diyet örüntülerinin ileri yaşlı bireylerde kognitif gerileme hızını yavaşlattığı iddiasını doğrular niteliktedir. (Tangney vd., 2014:1410).

MIND Diyeti ve Alzheimer Hastalığı

DASH ve Akdeniz diyet örüntülerinin bir kombinasyonu olan MIND diyeti, Alzheimer hastalığını da kapsayan kognitif bozuklukların ortaya çıkma riskini düşürmek için geliştirilmiştir. MIND diyeti de tıpkı Akdeniz ve DASH diyetleri gibi bitki temelli besinlere dayanmaktadır. Bol fındık, yeşil yapraklı sebze ve yaban mersini tüketiminin önemli olması nöroprotektif etkilerinden ileri gelmektedir. (Marcason, 2015:1744; Stefaniak vd., 2022:4564). MIND diyeti; yeşil yapraklı sebzeler, diğer sebzeler, kuruyemişler, meyveler (bilhassa orman meyveleri), baklagiller, tam tahıllar, deniz ürünleri, kümes hayvanları, zeytinyağı ve şarap gibi 10 besin grubunun tüketilmesini teşvik ederken; kızartılmış ve hazır gıdalar, kırmızı et, peynir, tereyağı ile margarin ve hamur işleri-tatlılar olmak üzere 5 gruptan uzak durulmasını önerir. MIND diyetinin anksiyete ve depresyonda da önemli derecede faydalı etkileri olduğu bildirilmiştir. (Bhuiyan vd., 2023:100257). MIND diyetindeki komponentlerin antioksidan aktivite ve anti-inflamatuar etkiler perspektifinden de yararlı olduğu ortaya konmuştur. (Zhu vd., 2018:1260; Bhuiyan vd., 2023:100257).

MIND diyetinin, Akdeniz ve DASH diyetlerinden daha yeni olmasına karşın Alzheimer hastalığı gelişme riskinin önlenmesinde diğerlerinden daha efektif olduğu birçok araştırmada ortaya konmuştur. (Bhuiyan vd., 2023:100257). 2015 yılında gerçekleştirilen bir araştırmada, ortalama yaşı 81,4 olan Hafıza ve Yaşlanma Projesi'ne katılan 960 birey üzerinde, 4,7 yıl süresince MIND diyetinin etkileri incelenmiştir. Çalışmaya katılan bireylerin diyet alışkanlıklarının zeytinyağı, şarap, meyveler, yeşil yapraklı sebzeler, fındık, fasulye, deniz mahsulleri, kümes hayvanları, diğer sebzeler ve tam tahıllar gibi beyin sağlığı için faydalı besinler ve tereyağı, peynir, fast food yiyecekler, tatlılar ve hamur işleri, kırmızı et, margarin, kızarmış yiyecekler gibi beyin sağlığı için zararlı besinlerin tüketimiyle ne kadar benzer olduğu ölçülerek üç MIND puanı hesaplanmıştır. Semantik bellek, çalışma belleği, epizodik bellek, algısal hız ve uzamsal işlevleri skorlayan 19 testle ölçülen kognitif fonksiyonların daha iyi olması ile yüksek MIND skorları direkt ilintili bulunmuştur. (Morris vd., 2015:1015; Pistollato vd., 2018:32). 2024 yılında yapılan ve 60 Alzheimer'lı ve 29 sağlıklı bireyin katıldığı bir başka çalışmada, MIND (MeDi-DASH (Hipertansiyonu Durdurmak İçin Diyet Yaklaşımları) ve bitkiden zengin Akdeniz (MeDi) diyet örüntülerinin Alzheimer hastalığı gelişme riski ile bağlantısı araştırılmıştır. Katılımcıların kognitif fonksiyonları Mini-Mental Durum Değerlendirme (MMSE) testiyle ve besin tüketimleri ise üç ardışık olmayan günde 24 saatlik besin geri çağırma metodu vasıtasıyla değerlendirilmiştir. Ve böylece MIND ve MeDi diyet skorları hesaplanmıştır. Elde edilen bulgulara göre her bir birimlik MIND diyet puanı artışı, Alzheimer hastalığı gelişme riskinde %40 oranında anlamlı bir düşüşle ilintili olarak ortaya konmuştur. Diğer yandan her bir birimlik MeDi diyet skoru artışı ise anlamlı olmasa da Alzheimer hastalığı gelişme riski ile %14 oranında bir azalma ile ilintili bulunmuştur. MIND ve

MeDi diyet puanları, MMSE toplam puanı ve bilişsel alanlarla anlamlı bir ilişki göstermediği belirtilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular, MIND diyetinin Alzheimer hastalığı riskini azaltma konusunda umut vadeden olumlu etkiler gösterebileceğini ortaya koymaktadır. (Kheirouri vd., 2024:200283). Bir meta analiz çalışmasında ise bilişsel çıktılar ile MIND diyetine bağlılık arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla, uzun süreli takibe dayanan (boylamsal) araştırmalar incelenmiştir. Bulgular, demans riski için MIND diyetinin anlamlı seviyede koruyucu bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. (Fateh ve Ahmed, 2025:199).

Ketojenik Diyetler ve Alzheimer Hastalığı

Yağın karbonhidrat ve proteine olan oranının kütlece 4:1 veya 3:1 olduğu bir planlamayı içeren "Klasik" ketojenik diyet (KD)'de 4:1 oranı, enerjinin %90'ını yağdan, %2-4'ünü karbonhidrattan ve %6-8'ini proteinden karşılamaktadır. Bu durum 3:1 oranında ise enerjinin %85-90'ını yağdan, %2-5'ini karbonhidrattan ve %8-12'sini proteinden gelecek şekilde tasarlanmıştır. (Crosby vd., 2021:702; Hersant ve Grossberg, 2022:606).

Ketojenik diyetin bileşenleri genel olarak yağlar, yumurta, krema, tohumlar ve kuruyemişler, tereyağı, nişastasız sebzeler, avokado, yağlı balık, et ve peynir şeklindedir. Ayrıca bu diyet örüntüsünde kaçınılması gerekenler arasında makarna, pirinç, buğday gibi tüm tahıllar ve alkol bulunur. Karbonhidrat alımının aşırı derecede sınırlandırılması, lif bakımından zengin olan meyveler, nişastalı sebzeler, baklagiller ve tam tahılların yeterince tüketilmemesine yol açabilir; bu durum ise genel sağlık üzerinde olumsuz etkiler oluşturabilir. (Hersant ve Grossberg, 2022:606). Karbonhidrat kısıtlaması ile ortaya çıkan ketozisi metabolik enerji kaynağının karbonhidratlardan keton cisimlerine geçtiği durum olarak tanımlamak mümkündür. Kandaki miktarına göre tanımlanacak olursa ketosiz, β-hidroksibütirat seviyesinin 0.3 mmol/L olmasıdır. Bu durum, beyin mitokondriyal metabolizmasını hipokampusta fosfokreatin/kreatin oranının artması vasıtasıyla olumlu yönde etkiler. Normal diyet örüntüsüne ketojenik bir ajan eklemek ketonemiyi indüklemenin farklı bir yoludur. Böylece bireyler alışılagelmiş diyetlerini almaya devam edebilirler. Bu yaklaşım klasik ketojenik diyete nazaran daha iyi uyumlulukla ilişkili olabilir. Çünkü klasik ketojenik diyet, sınırlayıcı yapısı ve olası yan etkileri nedeniyle uygulanmasında çeşitli güçlükler ortaya çıkarabilir. (Daley vd., 2025). Bir diğer mekanizma keton cisimlerinin yükselmesinin beyinde reaktif oksijen türlerinin (ROS) üretiminin azalmasına yardımcı olmasıdır. Reaktif oksijen türlerinin sebep olduğu nöroenflamasyon, nörodejeneratif hastalıklarda sıkça görülmektedir. (Jensen vd., 2020:8767; Hersant ve Grossberg, 2022:606). Beyinde glikoz hipometabolizması veya bozulmuş glikoz metabolizması Alzheimer hastalığının bir diğer özelliğidir. (Crosby vd., 2021:702802; Rusek vd.,2019:3892; Hersant ve Grossberg, 2022:606). Bu koşullarda beyin, enerji gereksinimini karşılamak için keton cisimlerini glikoza

alternatif olarak kullanabilir. Yapılan bir araştırma glisemik indeksi yüksek bir diyet tüketmenin beyinde daha fazla amiloid birikimi ile ilintili olduğunu ortaya koymuştur. Bu sebep ile ketojenik diyet, insülin rezistansının önlenmesinde olumlu katkılar sunabilir. (Rusek vd.,2019:3892; Hersant ve Grossberg, 2022:3892). 2024 yılında yayınlanan, 10 randomize kontrollü çalışma ve toplam 691 Alzheimer hastasının bulunduğu bir meta analizde ketojenik diyetin bilişsel işlev üzerindeki etkileri incelenmiştir. Ketojenik diyet uygulayan 357 katılımcı ve kontrol grubundaysa 334 katılımcı bulunmaktaydı. Ketojenik diyet uygulaması 3-15 ay süresinceydi. Çalışmanın sonuçları ketojenik diyetin ileri yaştaki bireylerin mental durumlarını etkili şekilde iyileştirebildiğini ortaya koymuştur. Ek olarak ketojenik diyet, Alzheimer Hastalığı Değerlendirme Ölçeği-Bilişsel Alt Testi (ADAS-Cog) ve Mini-Mental Durum Muayenesi (MMSE) puanlarını da iyileştirmiştir. Çalışmalar tarafından Alzheimer hastalarının kognitif işlevlerini ve mental durumlarını ketojenik diyetin pozitif olarak etkileyebileceği fakat kan yağları düzeylerini de artırabileceği ortaya konmuştur. (Rong vd., 2024:100306)

Probiyotikler ve Alzheimer Hastalığı ile İlişkisi

Beyin sağlığı ve kan-beyin bariyerinin (KBB) bütünselliği üzerinde bağırsak mikrobiyotası ve metabolitlerinin etkileri olabilmektedir. Kan-beyin bariyerinin (KBB) yapısal gücü bazı teorilere göre sindirim sistemindeki mikrobiyota tarafından düzenlenebilir. Bu düzenleyici etkinin, fetüsün yaşamının en erken dönemlerinde başladığı ve bireyin yaşamı boyunca devam ettiği düşünülmektedir. (Sowmiya vd., 2024:441). Bazı etmenler (örneğin yaş, stres, diğer hastalıklar ve diyet) sindirim sistemindeki florada disbiyozise sebep olabilmektedir. Bu durum mikroorganizmaların göreceli çokluğu ve çeşitliliğindeki farklılıklar şeklinde gerçekleşir. Bağırsak florasında meydana gelen değişimlerin ve bu durumdan kaynaklanan işlev bozukluklarının, çok sayıda kronik ve dejeneratif hastalığın gelişimine katkıda bulunduğu düşünülmektedir. (Anand vd., 2023:102323). Yapılan bir çalışmada olası Alzheimer hastalığı (pAD) ile bağırsak mikrobiyotası, proinflamatuar belirteçler ve diğer mikrobiyota-bağırsak-beyin ekseni aracıları arasındaki potansiyel ilişkileri değerlendirilmiştir. Olası Alzheimer hastalığı (pAD) hastalarında, sağlıklı kontrol gruplarıyla karşılaştırıldığında; bağırsak iltihabı ve değişmiş bir bağırsak mikrobiyotası profili saptanmıştır. Ayrıca, triptofan metabolizmasının kan düzeylerinde değişiklikler ve azalmış glutamat konsantrasyonları da gözlemlenen önemli bulgular arasındadır. Bu hastalara yapılan probiyotik takviyesi, gözlemlenen bu bozuklukları kısmen modüle etmiştir. Tedavi; çeşitli proinflamatuar belirteçlerde azalma ve bütirat gibi bağırsak mikrobiyotası ile ilişkili koruyucu etmenlerde artış ile sonuçlanmıştır. Elde edilen bu bulgular, olası Alzheimer hastalığı (pAD) patogenezinde mikrobiyota-bağırsak-beyin ekseni değişikliklerinin kritik rolünü doğrular niteliktedir. Sonuçlar, probiyotik takviyesinin, bağırsak

mikrobiyotası bileşiminden ziyade fonksiyonelliğinin düzenlenmesi aracılığıyla potansiyel faydalı terapötik etkiler sunabileceğini düşündürmektedir (Marizzoni vd., 2025:106138). Probiyotik desteklerin ve bazı ilaçların bağırsak sağlığını iyileştirmeye yönelik birlikte kullanımı, hafıza fonksiyonlarını artırabilir ve demans gelişimini engellemeye yardımcı olabilir. Yeni sinir hücrelerinin oluşumunda da beslenme tarzının ve mikrobiyota yapısının etkisinin olabileceği bildirilmiştir. (Mitra vd., 2023:153; Sowmiya vd., 2024:441). Beta-Lactobacterium breve A1türünün uzun dönem supleman olarak alınmasının özellikle bellek bozukluğu olan ileri yaşlı bireylerde kognitif işlevleri geri getirdiği bildirilmiştir. (Bonfili vd., 2021:2836). Yapılan bir çalışmada, Alzheimer hastalarına düzenli olarak süt kefiri verilmesinin metabolik ve bilişsel bozukluklar üzerinde olumlu etkiler sağladığı ortaya konmuştur. Bu çalışma 90 gün süreli yapılmış ve kognitif bozukluğu olan Alzheimer hastalarına 2 ml/kg/gün şeklinde süt kefiri ile müdahale edilmiştir. Müdahaleden önce ve sonra sistemik oksidatif stres düzeyleri, kan hücresi hasar parametreleri, kognitif performans ve sitokin ifadesi incelenmiştir. Bulgulara göre supleman alan müdahale grubundaki Alzheimer hastalarının çoğunluğunun yürütücü fonksiyonları, görsel-mekansal/somutlama becerileri, dil yetileri ve bellek fonksiyonunda anlamlı bir düzelme olduğu görülmüştür. (Kumar vd., 2022:883). 2025 yılında yayınlanan ve 7 çalışmayı içeren bir sistematik derlemede, kefirin hayvan modelleri ve nörodejenerasyonu olan insan hastalardaki olası etkileri araştırılmıştır. Çalışmalarda hayvan modelleri olarak omurgasızlar ve fareler üzerinde inceleme yapılmıştır. Beta-amiloid akümülasyonun azalması, antioksidan etkiler, nörodejenerasyon ve damar hasarının azalması hayvan modelli çalışmaların ana bulguları olarak bildirilmiştir. Kefir suplementasyonu insan çalışmalarında oksidatif protein düzeyleri, inflamatuar sitokinler ve reaktif oksijen türlerinde (ROS) düşüş ve bellekte olumlu etkilerle bağlantılandırılmıştır. (Tanure vd., 2025:100115). Bu noktada bağırsak mikrobiyotasının dengesinin sağlanmasına yönelik beslenme temelli yaklaşımlara bakmamız gerekmektedir. Bunlara örnek olarak aday prebiyotik olan polifenoller, probiyotikten zengin besinler veya takviyeler, bol lifli besinler, prebiyotikten zengin besinler veya takviyeler ve enerji kısıtlaması verilebilmektedir. Ayrıca fekal mikrobiyota transplantasyonu da bu yaklaşımlara ek olarak sayılabilir. (Bonfili vd., 2021:2836)

SONUÇ

Progresif özellikte bir nörodejeneratif hastalık olan Alzheimer hastalığı globalde yaygınlık göstermektedir. Giderek yaşlanan dünyada hastalıktan mustarip kişi sayısında artış olacağı öngörülmektedir. Hem tedavi hem de bakım maliyetleri açısından düşünüldüğünde hastalığın önlenmesi daha da önem kazanmaktadır. Bunun için değiştirilebilir risk faktörleri açısından yapılabilecekleri atlamamak önemlidir. Bunlar arasında beslenme, fiziksel aktivite, sigara kullanmamak ve eğitim seviyesini yüksek tutmak gibi örnekler sayılabilir. Burada beslenme öne çıkmaktadır. Esasen beslenme hem hastalığın ortaya çıkışında, ya da ortaya çıkışının geciktirilmesinde hem de tanı almış hastalarda kognitif fonksiyonların iyileştirilmesinde ve prognozun yavaşlatılmasında önemlidir. Bu noktada Akdeniz Diyeti, DASH diyeti, MIND diyeti, ketojenik diyet gibi diyet örüntülerinin umut vadettiği ortaya çıkmıştır. Ayrıca son yıllarda birçok hastalıkta önemi ortaya çıkan bağırsak mikrobiyotası ve bu mikrobiyotayı olumlu yönde geliştirecek yaklaşımların önemi de ortadadır. Bu perspektiften bakacak olursak probiyotik ve prebiyotik odaklı beslenme, diyet posasını artırma gibi yaklaşımlar önemli olmaktadır. Hala Alzheimer Hastalığının kesin bir terapötik yaklaşımı bulunmamaktadır. Bu noktada uzun vadeli çalışmalara ihtiyaç vardır.

REFERANSLAR

Agnew-Blais, J. C., Wassertheil-Smoller, S., Kang, J. H., Hogan, P. E., Coker, L. H., Snetselaar, L. G., ve Smoller, J. W. (2015). Folate, vitamin B-6, and vitamin B-12 intake and mild cognitive impairment and probable dementia in the Women's Health Initiative Memory Study. Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics, 115(2), 231-241.

Akgüllü, Ç., Sırıken, F., Eryılmaz, U., Akdeniz, M., Ömürlü, İ. K., Pekcan, G., ... ve Kurtoğlu, T. (2015). The relation between compliance to the Mediterranean diet and the extensiveness of coronary artery disease. Archives of the Turkish Society of Cardiology/Türk Kardiyoloji Derneği Arşivi, 43(4):340–349.

Alkhalifa, A. E., Al-Ghraiybah, N. F., ve Kaddoumi, A. (2024). Extra-virgin olive oil in alzheimer's disease: A comprehensive review of cellular, animal, and clinical studies. International journal of molecular sciences, 25(3), 1914.

Alıcılar, H. E., ve Çalışkan, D. (2021). Alzheimer hastalığı ve korunma stratejileri. Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi, 30(2), 107-115.

An, Y., Feng, L., Zhang, X., Wang, Y., Wang, Y., Tao, L., ... ve Xiao, R. (2019). Dietary intakes and biomarker patterns of folate, vitamin B6, and vitamin

B12 can be associated with cognitive impairment by hypermethylation of redox-related genes NUDT15 and TXNRD1. Clinical epigenetics, 11(1), 139.
Anand, A., Khurana, N., Kumar, R., ve Sharma, N. (2023). Food for the mind: The journey of probiotics from foods to anti-Alzheimer's disease therapeutics. Food Bioscience, 51, 102323.
Atalay, B., Dogan, S., Gudu, B. O., Yilmaz, E., Ayden, A., Ozorhan, U., ... ve Tuna, B. G. (2025). Neurodegeneration: Effects of calorie restriction on the brain sirtuin protein levels. Behavioural Brain Research, 476, 115258.
Bagyinszky, E., Youn, Y. C., An, S. S. A., ve Kim, S. (2014). The genetics of Alzheimer's disease. Clinical interventions in aging, 535-551.
Baumgart, M., Snyder, H. M., Carrillo, M. C., Fazio, S., Kim, H., ve Johns, H. (2015). Summary of the evidence on modifiable risk factors for cognitive decline and dementia: a population-based perspective. Alzheimer's & Dementia, 11(6), 718-726.
Bhuiyan, N. Z., Hasan, M. K., Mahmud, Z., Hossain, M. S., ve Rahman, A. (2023). Prevention of Alzheimer's disease through diet: an exploratory review. Metabolism Open, 20, 100257.
Bonfili, L., Cecarini, V., Gogoi, O., Gong, C., Cuccioloni, M., Angeletti, M., ... ve Eleuteri, A. M. (2021). Microbiota modulation as preventative and therapeutic approach in Alzheimer's disease. The FEBS Journal, 288(9), 2836-2855.
Burillo, J., Marques, P., Jimenez, B., González-Blanco, C., Benito, M., ve Guillén, C. (2021). Insulin resistance and diabetes mellitus in Alzheimer's disease. Cells, 10(5), 1236.
Crisby, M., Rahman, S. M. A., Sylven, C., Winblad, B., ve Schultzberg, M. (2004). Effects of high cholesterol diet on gliosis in apolipoprotein E knockout mice: implications for Alzheimer's disease and stroke. Neuroscience Letters, 369(2), 87-92.
Crosby, L., Davis, B., Joshi, S., Jardine, M., Paul, J., Neola, M., ve Barnard, N. D. (2021). Ketogenic diets and chronic disease: weighing the benefits against the risks. Frontiers in Nutrition, 8, 702802.
Davis, C., Bryan, J., Hodgson, J., ve Murphy, K. (2015). Definition of the Mediterranean diet: a literature review. Nutrients, 7(11), 9139-9153.
Dos Santos Picanco, L. C., Ozela, P. F., de Fatima de Brito Brito, M., Pinheiro, A. A., Padilha, E. C., Braga, F. S., ... ve da Silva Hage-Melim, L. I. (2018). Alzheimer's disease: a review from the pathophysiology to diagnosis, new perspectives for pharmacological treatment. Current Medicinal Chemistry, 25(26), 3141-3159.
Fakhoury, M. (2020). Inflammation in Alzheimer's disease. Current Alzheimer Research, 17(11), 959-961.
Fateh, H. L., ve Ahmed, D. H. (2025). Association between MIND diet and dementia: A longitudinal observational meta-analysis. Nutrition Clinique et Métabolisme, 39(3), 199-207.
Flores-Cordero, J.A., Pérez-Pérez, A., Jiménez-Cortegana, C., Alba, G., Flores-Barragán, A. ve Sánchez-Margalet, V. (2022). Obesity as a risk factor for dementia and Alzheimer's disease: The role of leptin. International Journal of Molecular Sciences, 23(9), 5202.

Forny-Germano, L., De Felice, F. G., ve Vieira, M. N. D. N. (2019). The role of leptin and adiponectin in obesity-associated cognitive decline and Alzheimer's disease. Frontiers in Neuroscience, 12, 1027.

Giorgi, C., Marchi, S., Simoes, I. C., Ren, Z., Morciano, G., Perrone, M., ...ve Wieckowski, M. R. (2018). Mitochondria and reactive oxygen species in aging and age-related diseases. International Review of Cell and Molecular Biology, 340, 209-344.

Glöckner, F., Meske, V., Lütjohann, D., ve Ohm, T. G. (2011). Dietary cholesterol and its effect on tau protein: a study in apolipoprotein E-deficient and P301L human tau mice. Journal of Neuropathology & Experimental Neurology, 70(4), 292-301.

Gowda, P., Reddy, P. H., ve Kumar, S. (2022). Deregulated mitochondrial microRNAs in Alzheimer's disease: focus on synapse and mitochondria. Ageing Research Reviews, 73, 101529.

Gönder, M., ve Akbulut, G. (2017). Güncel akdeniz diyeti ve potansiyel sağlık etkileri. Turkiye Klinikleri Journal of Health Sciences, 2(2), 110-120.

Gu, Y., Luchsinger, J. A., Stern, Y., ve Scarmeas, N. (2010). Mediterranean diet, inflammatory and metabolic biomarkers, and risk of Alzheimer's disease. Journal of Alzheimer's Disease, 22(2), 483-492.

Gurvit, H., Emre, M., Tinaz, S., Bilgic, B., Hanagasi, H., Sahin, H., ... ve Harmanci, H. (2008). The prevalence of dementia in an urban Turkish population. American Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementias®, 23(1), 67-76.

Hersant, H., ve Grossberg, G. (2022). The ketogenic diet and Alzheimer's disease. The Journal of Nutrition, Health & Aging, 26(6), 606-614.

Huang, Y. R., ve Liu, R. T. (2020). The toxicity and polymorphism of β-amyloid oligomers. International Journal of Molecular Sciences, 21(12), 4477.

İplikçi, G., ve Ayhan, N. Y. (2017). Beslenme Alzheimerdan koruyucu bir faktör müdür? Ankara Sağlık Bilimleri Dergisi, 6(1), 1-12.

Jagust, W. (2018). Imaging the evolution and pathophysiology of Alzheimer disease. Nature Reviews Neuroscience, 19(11), 687-700.

Jalbert, J. J., Daiello, L. A., ve Lapane, K. L. (2008). Dementia of the Alzheimer type. Epidemiologic Reviews, 30(1), 15-34.

Jensen, N. J., Wodschow, H. Z., Nilsson, M., & Rungby, J. (2020). Effects of ketone bodies on brain metabolism and function in neurodegenerative diseases. International Journal of Molecular Sciences, 21(22), 8767.

Kaddoumi, A., Denney Jr, T. S., Deshpande, G., Robinson, J. L., Beyers, R. J., Redden, D. T., ...ve Merner, N. D. (2022). Extra-Virgin olive oil enhances the Blood–Brain barrier function in mild cognitive impairment: A randomized controlled trial. Nutrients, 14(23), 5102.

Karşıdağ, S. (2012). Alzheimer hastalığında risk faktörleri ve koruyucu faktörler. Turkiye Klinikleri Neurology-Special Topics, 5(3), 18-23.

Kheirouri, S., Valiei, F., ve Taheraghdam, A. A. (2024). Association of plant-rich dietary patterns of mediterranean and MIND with risk of alzheimer disease. Human Nutrition & Metabolism, 37, 200283.

Kiliaan, A.J., Arnoldussen, I.A., ve Gustafson, D.R. (2014). Adipokines: A link between obesity and dementia? The Lancet Neurology, 13(9), 913-923.

Kim, E. W., Kim, K. Y., Kim, E., ve Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative. (2025). Impact of diabetes on the progression of Alzheimer's disease via

trajectories of amyloid–tau–neurodegeneration (ATN) biomarkers. The Journal of Nutrition, Health and Aging, 29(2), 100444.

Ko, J. W., Jeon, S., ve Kwon, Y. H. (2022). Dietary vitamin B6 restriction aggravates neurodegeneration in mice fed a high-fat diet. Life Sciences, 309, 121041.

Kumar, M. R., Azizi, N. F., Yeap, S. K., Abdullah, J. O., Khalid, M., Omar, A. R., ... ve Alitheen, N. B. (2022). Clinical and preclinical studies of fermented foods and their effects on Alzheimer's disease. Antioxidants, 11(5), 883.

Langballe, E.M., Ask, H., Holmen, J., Stordal, E., Saltvedt, I., Selbæk, G., Fikseaunet, A., Bergh, S., Nafstad, P., ve Tambs, K. (2015). Alcohol consumption and risk of dementia up to 27 years later in a large, population-based sample: The HUNT study, Norway. European Journal of Epidemiology, 30, 1049-1056.

Lanyau-Domínguez, Y., Macías-Matos, C., Llibre-Rodríguez, J. D. J., Pita-Rodríguez, G. M., Suárez-Medina, R., Quintero-Alejo, M. E., ...ve Díaz-Domínguez, M. (2021). Levels of vitamins and homocysteine in older adults with Alzheimer disease or mild cognitive impairment in Cuba. MEDICC, 22, 40-47.

Livingston, G., Huntley, J., Sommerlad, A., Ames, D., Ballard, C., Banerjee, S., ...ve Mukadam, N. (2020). Dementia prevention, intervention, and care: 2020 report of the Lancet Commission. The Lancet, 396(10248), 413-446.

Luchsinger, J. A., ve Mayeux, R. (2004). Dietary factors and Alzheimer's disease. The Lancet Neurology, 3(10), 579-587.

Marcason, W. (2015). What are the components to the MIND diet? Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics, 115(10), 1744.

Marizzoni, M., Mombelli, E., Alboni, S., Rosa, M., Moretti, D. V., Mirabelli, P., ...ve Cattaneo, A. (2025). Microbiota-gut-brain axis dysregulation in Alzheimer's disease and its modulation through probiotic supplementation. Brain, Behavior, and Immunity, 131, 106138.

Daley, SF., Masood, W., Annamaraju, P. (2025). The ketogenic diet: clinical applications, evidence-based indications, and implementation. Orlando, Florida: Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.

Mecocci, P., ve Polidori, M. C. (2012). Antioxidant clinical trials in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Basis of Disease, 1822(5), 631-638.

Mielech, A., Puścion-Jakubik, A., Markiewicz-Żukowska, R., ve Socha, K. (2020). Vitamins in Alzheimer's disease - Review of the latest reports. Nutrients, 12(11), 3458.

Mitra, S., Dash, R., Al Nishan, A., Habiba, S. U., ve Moon, I. S. (2023). Brain modulation by the gut microbiota: From disease to therapy. Journal of Advanced Research, 53, 153-173.

Morris, M. C., Tangney, C. C., Wang, Y., Sacks, F. M., Barnes, L. L., Bennett, D. A., ve Aggarwal, N. T. (2015). MIND diet slows cognitive decline with aging. Alzheimer's & Dementia, 11(9), 1015-1022.

Muñoz-Pérez, D. M., González-Correa, C. H., Astudillo Muñoz, E. Y., Sánchez-Giraldo, M., Carmona-Hernández, J. C., López-Miranda, J., ...ve Rangel-Zúñiga, O. A. (2023). Effect of 8-week consumption of a dietary pattern based on fruit, avocado, whole grains, and trout on postprandial

inflammatory and oxidative stress gene expression in obese people. Nutrients, 15(2), 306.
Nguyen, T. T., Ta, Q. T. H., Nguyen, T. K. O., Nguyen, T. T. D., ve Van Giau, V. (2020). Type 3 diabetes and its role implications in Alzheimer's disease. International Journal of Molecular Sciences, 21(9), 3165.
Nishi, S. K., Babio, N., Gómez-Martínez, C., Martínez-González, M. Á., Ros, E., Corella, D., ...ve Salas-Salvadó, J. (2021). Mediterranean, DASH, and MIND dietary patterns and cognitive function: the 2-year longitudinal changes in an older Spanish cohort. Frontiers in Aging Neuroscience, 13, 782067.
Novak, V., ve Hajjar, I. (2010). The relationship between blood pressure and cognitive function. Nature Reviews Cardiology, 7(12), 686-698.
Oboudiyat, C., Glazer, H., Seifan, A., Greer, C., ve Isaacson, R. S. (2013). Alzheimer's disease. Semin Neurol, 33(04), 313-329.
Öz, D., İşbitiren, Y. Ö., Kıyı, İ., ve Yener, G. (2022). Alzheimer hastalığı klinik ölçütlerine göre demans ve hafif kognitif bozukluk ayrımında sözel akıcılık testlerinin mini mental durum testi ile birlikte kullanılması yararlı olabilir. Cukurova Medical Journal, 47(4), 1403-1411.
Pini, L., Pievani, M., Bocchetta, M., Altomare, D., Bosco, P., Cavedo, E., ...ve Frisoni, G. B. (2016). Brain atrophy in Alzheimer's disease and aging. Ageing Research Reviews, 30, 25-48.
Pistollato, F., Iglesias, R. C., Ruiz, R., Aparicio, S., Crespo, J., Lopez, L. D., ...ve Battino, M. (2018). Nutritional patterns associated with the maintenance of neurocognitive functions and the risk of dementia and Alzheimer's disease: A focus on human studies. Pharmacological Research, 131, 32-43.
Reed, B., Villeneuve, S., Mack, W., DeCarli, C., Chui, H. C., ve Jagust, W. (2014). Associations between serum cholesterol levels and cerebral amyloidosis. JAMA Neurology, 71(2), 195-200.
Reitz, C., Brayne, C., ve Mayeux, R. (2011). Epidemiology of Alzheimer disease. Nature Reviews Neurology, 7(3), 137-152.
Roman, G. C., Jackson, R. E., Gadhia, R., Román, A. N., ve Reis, J. (2019). Mediterranean diet: The role of long-chain ω-3 fatty acids in fish; polyphenols in fruits, vegetables, cereals, coffee, tea, cacao and wine; probiotics and vitamins in prevention of stroke, age-related cognitive decline, and Alzheimer disease. Revue Neurologique, 175(10), 724-741.
Rong, L., Peng, Y., Shen, Q., Chen, K., Fang, B., ve Li, W. (2024). Effects of ketogenic diet on cognitive function of patients with Alzheimer's disease: a systematic review and meta-analysis. The Journal of Nutrition, Health and Aging, 28(8), 100306.
Rojas, M., Chávez-Castillo, M., Bautista, J., Ortega, Á., Nava, M., Salazar, J., ...ve Bermúdez, V. (2021). Alzheimer's disease and type 2 diabetes mellitus: Pathophysiologic and pharmacotherapeutics links. World Journal of Diabetes, 12(6), 745.
Rusek, M., Pluta, R., Ułamek-Kozioł, M., ve Czuczwar, S. J. (2019). Ketogenic diet in Alzheimer's disease. International Journal of Molecular Sciences, 20(16), 3892.
Sędzikowska, A., ve Szablewski, L. (2021). Insulin and insulin resistance in Alzheimer's disease. International Journal of Molecular Sciences, 22(18), 9987.

Sharma, A., Brenner, M., ve Wang, P. (2020). Potential role of extracellular CIRP in alcohol-induced Alzheimer's disease. Molecular Neurobiology, 57(12), 5000-5010.

Silveira, A. C., Dias, J. P., Santos, V. M., Oliveira, P. F., Alves, M. G., Rato, L., ve Silva, B. M. (2019). The action of polyphenols in diabetes mellitus and Alzheimer's disease: a common agent for overlapping pathologies. Current Neuropharmacology, 17(7), 590-613.

Smith, P. J., Blumenthal, J. A., Babyak, M. A., Craighead, L., Welsh-Bohmer, K. A., Browndyke, J. N., ...ve Sherwood, A. (2010). Effects of the dietary approaches to stop hypertension diet, exercise, and caloric restriction on neurocognition in overweight adults with high blood pressure. Hypertension, 55(6), 1331-1338.

Sowmiya, S., Dhivya, L. S., Harikrishnan, N., ve Ankul Singh, S. (2024). Exploring the potential of probiotics in Alzheimer's disease and gut dysbiosis. IBRO Neuroscience Reports, 17, 441-455.

Stefaniak, O., Dobrzyńska, M., Drzymała-Czyż, S., ve Przysławski, J. (2022). Diet in the prevention of Alzheimer's disease: current knowledge and future research requirements. Nutrients, 14(21), 4564.

Tangaro, S., Amoroso, N., Boccardi, M., Bruno, S., Chincarini, A., Ferraro, G., ...ve Alzheimers Disease Neuroimaging Initiative. (2014). Automated voxel-by-voxel tissue classification for hippocampal segmentation: methods and validation. Physica Medica, 30(8), 878-887.

Tangney, C. C., Li, H., Wang, Y., Barnes, L., Schneider, J. A., Bennett, D. A., ve Morris, M. C. (2014). Relation of DASH-and Mediterranean-like dietary patterns to cognitive decline in older persons. Neurology, 83(16), 1410-1416.

Tanure, Y. C. B., Mafra, A. C. M., Guimarães, B. L. M., Magalhães, R. C., Fagundez, C., do Nascimento, I. J. B., ve Brito, J. C. M. (2025). Potential benefits of kefir and its compounds on Alzheimer's disease: A systematic review. Brain Behavior and Immunity Integrative, 10 100115.

Tchounwou, P.B., Yedjou, C.G., Patlolla, A.K., ve Sutton, D.J. (2012). Heavy Metal Toxicity and the Environment. Editör A. Luch, Molecular, Clinical and Environmental Toxicology Experientia Supplementum, Vol. 101 (pp. 133–164). Basel: Springer.

Tekin, B., Elmacıoğlu, F., ve Ülker, M. T. (2023). Alzheimer Hastalığı-Tip 3 Diyabet: Geleneksel Derleme. Turkiye Klinikleri J Health Sci, 8(1), 153-60.

TÜİK. (2023). Ölüm ve ölüm nedeni istatistikleri, 2023. https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Olum-ve-Olum-Nedeni-Istatistikleri-2023-53709 adresinden 7 Kasım 2025 tarihinde alınmıştır.

Twarowski, B., ve Herbet, M. (2023). Inflammatory processes in alzheimer's disease-pathomechanism, diagnosis and treatment: a review. International Journal of Molecular Sciences, 24(7), 6518.

Vaziri, Y. (2024). The Mediterranean Diet: A powerful defense against Alzheimer disease–a comprehensive review. Clinical Nutrition ESPEN, 64, 160-167.

Weinstein, G., Kojis, D., Banerjee, A., Seshadri, S., Walker, M., & Beiser, A. S. (2025). Ultra-processed food consumption and risk of dementia and Alzheimer's disease: The Framingham Heart Study. The Journal of Prevention of Alzheimer's Disease, 12(2), 100042.

Wengreen, H., Munger, R. G., Cutler, A., Quach, A., Bowles, A., Corcoran, C., ...ve Welsh-Bohmer, K. A. (2013). Prospective study of Dietary Approaches to

Stop Hypertension–and Mediterranean-style dietary patterns and age-related cognitive change: The Cache County Study on Memory, Health and Aging123. The American Journal of Clinical Nutrition, 98(5), 1263-1271.

Wolf, P. A. (2012). Contributions of the Framingham Heart Study to stroke and dementia epidemiologic research at 60 years. Archives of Neurology, 69(5), 567-571.

Yam, K.-Y., Naninck, E.F., Abbink, M., la Fleur, S.E., Schipper, L., van den Beukel, J., Grefhorst, A.,Oosting, A., Van Der Beek, E., ve Lucassen, P. (2017). Exposure to chronic early-life stress lastingly alters the adipose tissue, the leptin system and changes the vulnerability to western-style diet later in life in mice. Psychoneuroendocrinology, 77, 186-195.

Yazıcı, T., ve Şahin, E. (2010). Alzheimer Hastalığı. Klin. Gelişim Derg, 3,1-8.

Yeşilkaya, B., ve Tüfekçi Alphan, M. E. (2018). Tip 2 Diyabetlilerde Yaşam Kalitesinin Değerlendirilmesi. International Peer-Reviewed Journal of Nutrition Research, 13.

Yıldırım, M.P., ve Ateş Özcan, B. (2020). Alzheimer hastalığı ve beslenme ile ilişkisi. Sağlık ve Yaşam Bilimleri Dergisi, 2, 66-73.

Yıldırım, N., ve Eke, B. C. (2024). Alzheimer hastalığı, risk faktörleri ve tedavi. Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University, 48(2), 766-790.

Youn, J. E., Kwon, Y. J., Lee, Y. J., Heo, S. J., ve Lee, J. W. (2025). Association of Mediterranean, high-quality, and anti-inflammatory diet with dementia in UK Biobank cohort. The Journal of Nutrition, Health and Aging, 29(7), 100564.

Zhang, D., Li, Y., Heims-Waldron, D., Bezzerides, V., Guatimosim, S., Guo, Y., ...ve Pu, W. T. (2018). Mitochondrial cardiomyopathy caused by elevated reactive oxygen species and impaired cardiomyocyte proliferation. Circulation Research, 122(1), 74-87.

Zhu, F., Du, B., ve Xu, B. (2018). Anti-inflammatory effects of phytochemicals from fruits, vegetables, and food legumes: A review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 58(8), 1260-1270.

Yeni Doğan Buzağılarda Viral Kaynaklı İshallerin Patolojisi

Osman DAĞAR[1]
Mustafa ORTATATLI[2]

1- Öğr. Gör. Dr.; Aksaray Üniversitesi Eskil Meslek Yüksekokulu Veterinerlik Bölümü
osman.dagar@aksaray.edu.tr ORCID No: 0000-0003-2209-7512
2- Prof. Dr.; Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Patoloji Anabilim Dalı
morta@selcuk.edu.tr ORCID No: 0000-0002-3713-813X

ÖZET

Neonatal buzağı ishallerinde viral etkenlerin neden olduğu patolojik değişiklikler, hastalığın klinik şiddetini ve prognozunu belirleyen temel unsurlar arasında yer almaktadır. *Rotavirus* ve *Coronavirus* enfeksiyonlarında patoloji esas olarak ince ve kalın bağırsak mukozasında şekillenen epitel hasarı ve villöz yapı bozuklukları ile karakterizedir. *Rotavirus* enfeksiyonlarında virus, ince bağırsağın özellikle proksimal segmentlerindeki olgun enterositleri enfekte ederek hızlı bir şekilde hücre yıkımına neden olur. Bu durum villuslarda kütleşme, kısalma ve belirgin villöz atrofi ile sonuçlanır. Yıkımlanan epitel hücrelerinin yerini kriptlerden köken alan olgunlaşmamış kübik epitel hücreleri alır. Bu hücrelerin sindirim ve absorbsiyon kapasitesinin yetersiz olması, malabsorbsiyon ve osmotik ishale zemin hazırlar. Mikroskobik olarak lamina propriada lenfosit ve plazmosit infiltrasyonları ile mezenterial lenf düğümlerinde hiperplazi ve viral birikimler dikkati çeker. *Coronavirus* enfeksiyonlarında ise patolojik değişiklikler hem ince hem de kalın bağırsakları kapsayacak şekilde daha yaygın ve şiddetlidir. İnce bağırsakta villusların kısalması ve birleşmesi sonucu villöz atrofi şekillenirken, kalın bağırsakta özellikle kolon epitelinde dejenerasyon, erozyon ve nekroz alanları gözlenir. Ağır vakalarda kript nekrozu ve epitelin tamamen döküldüğü bölgeler tespit edilebilir. Lamina propriada orta derecede lenfosit infiltrasyonu ve mezenterial lenf düğümlerinde ödem sık rastlanan bulgulardır. Sonuç olarak, viral neonatal ishallerde ortaya çıkan bu yaygın ve derin bağırsak lezyonları, sindirim ve absorbsiyon fonksiyonlarını ciddi biçimde bozarak dehidratasyon, metabolik dengesizlikler ve artmış mortalite ile seyreden ağır bir patolojik tabloya yol açmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Buzağı, Coronavirus, Ishal, Patoloji, Rotavirus.

GİRİŞ

Neonatal dönemde buzağılarda görülen ishaller arasında viral etkenler**,** özellikle yaşamın ilk haftalarında önemli bir yer tutmaktadır (Blanchard, 2012:443). Bu dönemde bağışıklık sisteminin henüz tam olarak gelişmemiş olması ve pasif immunitenin büyük ölçüde kolostruma bağlı olması, buzağıları viral enteritlere karşı oldukça duyarlı hâle getirmektedir (Hedegaard ve Hedegaard, 2016:50). Yetersiz kolostrum alımı, hijyenik olmayan barınak koşulları ve çevresel stres faktörleri, viral etkenlerin gastrointestinal sistemde hızla çoğalmasına ve klinik ishal tablosunun ortaya çıkmasına zemin hazırlamaktadır (Lorenz vd., 2011:1; McGuirk, 2008:139).

Neonatal viral ishaller genellikle yüksek morbidite ile seyretmekte, ancak sekonder enfeksiyonlar, dehidratasyon ve elektrolit dengesizlikleri

geliştiğinde mortalite riski önemli ölçüde artmaktadır (Constable, 2004:8; Meganck vd., 2015:64). Buzağılarda neonatal viral ishallerin en yaygın etkenleri *Rotavirus* ve *Coronavirus* olup, her iki virüs de ince bağırsak epitel hücrelerini hedef alarak villus atrofisine neden olmaktadır (Izzo vd., 2011:267).

Viral neonatal ishaller, sürü içinde hızlı yayılım göstermesi nedeniyle işletmeler açısından ciddi ekonomik kayıplara yol açmaktadır (Fischer vd., 2016:6563; Klein-Jöbstl vd., 2014:5110). Bu durum yalnızca akut ishal ve ölümlerle sınırlı kalmamakta, aynı zamanda sağ kalan buzağılarda büyüme geriliği, bağışıklık sisteminde zayıflama ve ilerleyen dönemlerde hastalıklara yatkınlık gibi uzun süreli olumsuz sonuçlara da neden olmaktadır (Gulliksen vd., 2009:5057; Leslie, 2012:177). Bu nedenle neonatal dönemde viral ishallerin önlenmesi; etkili kolostrum yönetimi, uygun aşılama programları, hijyen ve biyogüvenlik önlemlerinin birlikte uygulanmasını gerektiren önemli bir sürü sağlığı sorunu olarak değerlendirilmektedir (McGuirk, 2008:139; Santman-Berends vd., 2014:375).

1. Viral İshaller

Neonatal dönemde buzağılarda viral ishallerin en önemli etkenleri *Rotavirus* ve *Coronavirus* olup, bu patojenler enterosit hasarına bağlı olarak ishal gelişimine neden olmaktadır (Blanchard, 2012:443).

1.1. Rotavirus Enfeksiyonları

Buzağı, kuzu, tay ve köpek yavrularında ince bağırsakların özellikle proksimal kısımlarında kataral enteritis ile karakterize, morbidite ve mortalite oranı yüksek olan bir viral enfeksiyondur (Estes 1996:1625, Matson vd., 1990:605).

1.1.1. Etiyoloji

Bovine rotavirus, Reoviridae familyasına ait, zarfsız yapıda bir RNA virüsüdür. Geniş bir sıcaklık ve pH aralığında stabilitesini koruyabilmesi çevresel koşullara karşı dirençli olmasını sağlar. Antijenik ve genetik özelliklerine göre yedi farklı serotipe ayrılmakta olup, buzağılarda rotavirus enfeksiyonlarının en önemli etkeni *Bovine rotavirus* tip A'dır (Ates ve Yesilbag, 2023:3063). Bovine rotavirus, buzağılarda genellikle yaşamın ilk 1–2 haftasında görülen ishallerin başlıca nedenlerinden biridir (Cho vd., 2013:375; Dhama vd., 2009:1).

1.1.2. Epidemiyoloji

Rotavirus enfeksiyonları tüm dünyada yaygın olarak görülmektedir. Çoğu memeli ve kanatlı hayvanların yetişkinlerinde subklinik, genç hayvanlarda ise enterik hastalıklara neden olmaktadır (Murphy vd., 1999).

Buzağılarda, kuzularda ve domuz yavrularında rotavirus önemli bir ishal etkenidir (Flewett ve Woode, 1978:1, Puntel vd., 2002:157).

Rotavirus enfeksiyonlarının seyrini etkileyen faktörler arasında en önemlisi yenidoğan buzağıların doğumdan hemen sonra yeterli miktarda kaliteli kolostrum alıp almamalarıdır. Diğer etkenler arasında sütten kesilme zamanı, iklim koşulları, bağışıklık durumu ve eşlik eden diğer enteropatojenik ajanların varlığı yer almaktadır (Brandt vd., 1992:478).

Bovine rotavirus enfeksiyonlarında temel bulaşma yolu fekal-oral yoldur. Enfekte hayvanlar dışkıları aracılığıyla çevreye yoğun miktarda virüs partikülü yaymakta ve bu yayılım enfeksiyonun 3. ile 4. günlerinde maksimum düzeye ulaşmaktadır (Murphy vd., 1999). Enfekte buzağıların yanı sıra, subklinik olarak enfekte erişkin hayvanların da neonatal dönemdeki buzağılara enfeksiyonu bulaştırdığı ve hastalığın sürdürülmesinde önemli rol oynadığı bildirilmiştir (Chauhan ve Singh, 1996:221; Goto vd., 1986:177).

1.1.3. Patogenez

Etken vücuda ağız yoluyla alındıktan sonra ince bağırsakta yer alan enterositlerin enfeksiyonu ile virus replikasyonu meydana gelmektedir. Etkenin inkübasyon süresi 12-24 saat gibi kısa bir zamandır. Virüsün replikasyonu sonucunda enterositlerde yıkım meydana gelmekte ve buna bağlı olarak bağırsak lümenine hücresel dökülmeler gerçekleşmektedir (Mebus vd., 1971:490). Enfeksiyon sonucunda olgun epitel hücrelerinde kayıplar meydana gelirken, bu hücrelerin yerini olgunlaşmamış ve kübik morfolojiye sahip epitel hücreleri almaktadır (Argenzio, 1985:461).

Etkenin çoğalmasına bağlı olarak enterositlerde yıkım meydana gelmektedir ve bu durum villus epitel hücrelerinin yapısının bozulmasına ve su emiliminin engellenmesine yol açmaktadır. Emilmeden kalan su ve iyonların bağırsak lümenine çekilmesi sonucunda ise sulu, mukoid ve sarı renkli bir ishal gelişmektedir (Ramig, 2004:10213).

Virüsün çoğalması sonucu gelişen yoğun enterosit yıkımına bağlı olarak villöz atrofi ve kript hücre proliferasyonu meydana gelmektedir. Bunun sonucunda villilerin luminal yüzeyi boyunca gerçekleşen normal sindirim ve absorbsiyon mekanizmaları bozulmakta, bağırsak içi besin sindirimi ve emilim fonksiyonları belirgin şekilde kısıtlanmaktadır (Snodgrass vd., 1980:344).

Hasarlanan epitel hücrelerinin yerini kriptlerden prolifere olan yeni hücreler almaktadır. Ancak bu hücresel yenilenme hızı erişkinlere kıyasla genç hayvanlarda daha yavaş olduğundan, yenidoğan buzağılar enfeksiyona

karşı daha duyarlı hale gelmektedir (Snodgrass vd., 1980:344). Virüsün intestinal sistem dışındaki replikasyonu oldukça sınırlıdır ve bu nedenle klinik belirtiye yol açmamaktadır (Mebus, 1990:239).

1.1.4. Klinik Bulgular

Rotavirus enfeksiyonları, 12–24 saatlik inkübasyon periyodunu takiben dehidrasyon, zayıflık ve sulu kıvamda, sarı renkli ishal ile karakterizedir. Buzağılarda hafif derecede ateş artışı ile akut ishal şekillenebilir. Enfeksiyonun üçüncü gününde ishalin şiddeti en yüksek düzeye ulaşmakta ve bu durum genellikle 5–6 gün sürebilmektedir. Ayrıca depresyon, letarji, halsizlik, şiddetli dehidrasyona bağlı elektrolit kaybı, metabolik asidoz ve hipovolemik şok da görülebilen diğer klinik bulgular arasında yer almaktadır (Estes ve Kapikian, 2007:1917, Izzo vd., 2012:122).

1.1.5. Patolojik Bulgular

1.1.5.1. Makroskobik Bulgular

Nekropside spesifik olmayan ishal belirtileri vardır ve genellikle neonatal buzağı ishallerinde olduğu gibidir. Bağırsak mukozası hiperemik, ödemli ve şişkindir. Mezenterial lenf düğümlerinde hipertrofi ve ödem vardır (Çiftçi vd., 2017).

1.1.5.2. Mikroskobik Bulgular

Mikroskobik olarak villuslarda kütleşme ve yapışmalarla ilgili atrofiler görülür. Yıkımlanan epitel hücrelerinin yerini olgunlaşmamış, kübik şeklinde olan epitelyum hücreleri alır. İnce bağırsağın lamina propria kısmında lenfosit ve plazmosit infiltrasyonlarına rastlanır. Mezenterial lenf düğümlerinde virus birikimleri görülebilir (Rakib vd., 2018:555693).

1.2. Coronavirus Enfeksiyonları

Tüm dünyada çiftlik hayvanlarında yaygın olarak görülen, buzağılarda yalnız başına kataral enterokolitise neden olan ve bağırsak villuslarında atrofi ile karakterize bir viral enfeksiyondur (Çiftçi vd., 2017).

1.2.1. Etiyoloji

Neonatal buzağı ishallerinin etkenlerinden biri olan *Bovine coronavirus* (BCoV), Coronavirinae alt ailesine bağlı Betacoronavirus cinsi içerisinde yer almaktadır (Lai vd., 2007:1305). *Bovine coronavirus* 80-120 nm çapında olup pleomorfik yapıdadır (Belouzard vd., 2012:1011). Etken, zarflı yapıda bir RNA virüsüdür. Viral zarfın yüzeyinde bulunan çıkıntılar karakteristik bir taç görünümü oluşturmakta olup, bu morfolojik özellik nedeniyle Latince ‘taç’ anlamına gelen corona terimiyle adlandırılmıştır (Fields vd., 1996).

1.2.2. Epidemiyoloji

Bovine coronavirus, dünya genelinde çiftlik hayvanlarında yaygın olarak görülen önemli bir viral patojen olup, neonatal buzağılarda ishal ve solunum yolu hastalıklarına neden olmaktadır (Athanassious vd., 1994:163; Fukutomi vd., 1999:997).

BCoV'un intestinal kanalda oluşturduğu enfeksiyon genellikle enfekte dışkının yem ve suya bulaşması ve bu materyallerin oral yolla alınması sonucu gelişmektedir. Bunun yanı sıra, virüs neonatal buzağılarda fekal-oral bulaşmaya ek olarak aerosol yoluyla da transmisyon gösterebilmektedir (Hasoksuz vd., 2005:137; Tsunemitsu vd., 1991:433). Etken, sürüler arasında canlı hayvanların doğrudan teması yoluyla ya da kontamine alet, ekipman ve personel aracılığıyla dolaylı olarak taşınmakta ve bulaşmaktadır (Decaro vd., 2008:178, Fulton vd., 2011:191).

Etken, sütçü ve/veya etçi sürülerde yetiştirilen neonatal buzağılarda enteritis gelişimine neden olabilmektedir (Carman ve Hazlett, 1992:812; Hasoksuz vd., 2002:308). *Bovine coronavirus* enfeksiyonları kış aylarında daha etkin ve yaygın olarak görülmektedir. Bunun başlıca nedenleri arasında etkenin soğuk çevre koşullarında aktivitesini daha iyi koruyabilmesi, buzağı doğumlarının yoğun olarak ilkbahar başlangıcında gerçekleşmesi ve uygulanan yetiştirme sistemleri yer almaktadır (Benfield ve Saif, 1990:1454; Bulgin vd., 1989:235).

1.2.3. Patogenez

Bovine coronavirus, vücuda fekal-oral yoluyla alındıktan sonra ince ve kalın bağırsaklara ulaşmakta ve bu organlarda özellikle absorbsiyonda görev alan epitel hücrelerini hedef almaktadır (Clark, 1993:51, Milli ve Hazıroğlu, 2000:84). Virus replikasyonu bağırsakların yüzeysel epitel hücrelerinde gerçekleşir (Clark, 1993:51). BCoV ile enfekte dokularda, hücrelerin zamanla lizise uğraması sonucunda gelişen dejenerasyona bağlı olarak epitel hücre dökülmeleri meydana gelmektedir (Fields vd., 1996). Dökülen hücrelerin yerini olgunlaşmamış mukozal epitel hücreleri almaktadır. İnce bağırsakta meydana gelen bu değişiklikler sonucunda villusların boyu kısalmakta ve kısalan villusların birleşmesiyle villöz atrofi gelişmektedir. Kalın bağırsakta ise özellikle kolon epitel hücrelerinde oluşan dejenerasyonlara bağlı olarak mukozal erozyonlar şekillenmektedir (Clark, 1993:51).

BCoV enfeksiyonlarında bağırsak epitel hücre yıkımı oldukça şiddetlidir ve bazı olgularda olgunlaşmamış epitel hücreleri sindirimde görev alan enzimleri yeterli düzeyde üretememektedir. Buna bağlı olarak bağırsakların sindirim kapasitesi azalmakta; lümende hazmedilmemiş laktozun birikmesi mikrobiyal fermentasyonun artmasına ve osmotik dengenin bozulmasına yol açmaktadır. Sindirim ve absorbsiyon

kapasitesindeki bu azalma, su ve elektrolit kaybı ile ishal gelişimine neden olmaktadır. Şiddetli enfeksiyonlarda ise ishalle birlikte dehidrasyon, asidoz ve hipoglisemi şekillenmekte; akut şok ve kalp yetmezliğine bağlı ölümler görülebilmektedir (Clark, 1993:51).

1.2.4. Klinik Bulgular

Yeni doğan buzağıların BCoV enfeksiyonuna karşı en duyarlı oldukları dönem, doğumu takiben 3.–21. günler arasıdır. Enfeksiyonun inkübasyon periyodu oldukça kısa olup genellikle 16–24 saat arasında değişmektedir. BCoV enfeksiyonuna bağlı gelişen enteritisin şiddeti; buzağının yaşı, virüsün suşu ve enfektif dozu ile kolostrum alımı ve immünolojik duruma bağlı olarak farklılık göstermektedir (Clark, 1993:51; Gül, 1999:48).

BCoV enfeksiyonu sonucu gelişen ishal genellikle sarı renkli ve sulu olup, bazı olgularda mukuslu, nadiren ise kanlı karakterde olabilir. Enfeksiyona bağlı ishal 3–6 gün süreyle devam etmekte ve etken bu dönem boyunca dışkıda tespit edilebilmektedir. Hastalığın akut safhasında buzağılar bitkin ve iştahsız bir görünüm sergiler; buna bağlı olarak kilo kaybı, kıllarda düzensizlik ve sertleşme gözlenir. İshalin şiddetli olduğu olgularda dehidrasyon ve ateş gelişebilirken, ileri vakalarda dehidrasyon ve dolaşım yetmezliğine bağlı ölümler meydana gelebilmektedir (Clark, 1993:51).

1.2.5. Patolojik Bulgular

1.2.5.1. Makroskobik Bulgular

Nekropside makroskobik olarak nonspesifik ishal belirtileri vardır ve bu belirtiler genellikle neonatal buzağı ishallerinde olduğu gibidir. Bağırsaklarda kataral bir enterokolitise neden olur. Lezyonlar daha çok ileum ve kolona lokalize olur. Bağırsak mukozası müköz bir eksudat ile kaplı ve genişlemiştir. Bazı durumlarda orta şiddette fibrinonekrotik bir tiflokolitis de görülür. Mezenterial lenf düğümlerinde ödem ve büyüme vardır (Çiftçi vd., 2017).

1.2.5.2. Mikroskobik Bulgular

Mikroskobik olarak bağırsaklarda villöz atrofi ve kolitis tipik bulgudur. İnce bağırsak villus epitel hücrelerinin ve kolonun yüzeysel epitel hücrelerinin yerini yassı, kübik ve prizmatik epitel hücrelerinin aldığı görülür. Şiddetli enfeksiyonlarda epitel hücrelerinin tam döküldüğü alanlarda tespit edilebilir (Clark, 1993:51).

Bağırsaklarda yoğun kript nekrozu ve kayıpları görülür. Bağırsakların lamina propria kısmında orta derecede lenfosit artışına rastlanır (Buergelt vd., 2018). Villusların lamina propria kısmında ve mezenterial lenf

düğümlerindeki makrofajlarda viral antijen tespit edilmiştir (Clark, 1993:51, Milli ve Hazıroğlu, 2000:84).

SONUÇ

Neonatal dönemde buzağılarda görülen viral ishaller hem bireysel hayvan sağlığı hem de sürü verimliliği açısından önemli kayıplara yol açan multifaktöriyel bir sorundur. Özellikle yaşamın ilk haftalarında bağışıklık sisteminin immatür olması ve pasif bağışıklığın büyük ölçüde kolostrum alımına bağlı bulunması, buzağıları enterik viral enfeksiyonlara karşı oldukça duyarlı hâle getirmektedir. Bu süreçte Rotavirus ve Coronavirus enfeksiyonları, neonatal buzağı ishallerinin en yaygın ve en önemli viral etkenleri olarak ön plana çıkmaktadır.

Rotavirus ve Coronavirus enfeksiyonlarında patolojik süreçlerin temelini, bağırsak mukozasında şekillenen epitel hücre hasarı ve villöz yapı bozuklukları oluşturmaktadır. Her iki virüs de ince bağırsak enterositlerini hedef alarak villus atrofisine, kript hücre proliferasyonuna ve epitel bütünlüğünün bozulmasına neden olmaktadır. Bu patolojik değişiklikler sonucunda sindirim ve absorbsiyon mekanizmaları ciddi şekilde etkilenmekte, malabsorbsiyon ve osmotik dengesizlikler gelişerek klinik olarak sulu, sarı renkli ve şiddetli ishal tablosu ortaya çıkmaktadır. Coronavirus enfeksiyonlarında buna ek olarak kalın bağırsakların da etkilenmesi, mukozal erozyonlar ve kript nekrozları ile daha yaygın ve ağır bir patolojik tabloya yol açmaktadır.

Mikroskobik incelemelerde her iki enfeksiyonda da villuslarda kütleşme, kısalma ve birleşme ile karakterize villöz atrofi, lamina propriada lenfosit ve plazmosit infiltrasyonları ile mezenterial lenf düğümlerinde hiperplazi ve viral antijen varlığı dikkati çekmektedir. Bu bulgular, neonatal viral ishallerin yalnızca lokal bir bağırsak hastalığı olmayıp, bağışıklık sistemi ve metabolik dengeyi de etkileyen sistemik bir hastalık tablosu oluşturduğunu göstermektedir. Şiddetli olgularda gelişen dehidrasyon, elektrolit kayıpları, metabolik asidoz ve dolaşım yetmezliği mortalite riskini belirgin şekilde artırmaktadır.

Sonuç olarak, neonatal buzağılarda viral ishallerde ortaya çıkan bu yaygın ve derin patolojik değişiklikler, hastalığın klinik seyrini ve prognozunu doğrudan belirlemekte; sürü içinde hızlı yayılım, ekonomik

kayıplar ve uzun dönemli büyüme geriliği gibi olumsuz sonuçlara neden olmaktadır. Bu nedenle neonatal viral ishallerle mücadelede, patolojik mekanizmaların iyi anlaşılması; etkili kolostrum yönetimi, uygun aşılama programları, hijyen ve biyogüvenlik önlemlerinin bütüncül bir yaklaşımla uygulanması büyük önem taşımaktadır.

REFERANSLAR

Argenzio, R. A. (1985). Pathophysiology of neonatal calf diarrhea. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 1, 461–469.

Ates, O. ve Yesilbag, K. (2023). Characterization of bovine rotavirus isolates from diarrheic calves in Türkiye. Molecular Biology Reports, 50(4), 3063–3071.

Athanassious, R., Marsolais, G. ve Assaf, R. (1994). Detection of bovine coronavirus and type A rotavirus in neonatal calf diarrhea and winter dysentery of cattle in Quebec: Evaluation of three diagnostic methods. Canadian Veterinary Journal, 35, 163–169.

Belouzard, S., Millet, J. K., Licitra, B. N. ve Whittaker, G. R. (2012). Mechanisms of coronavirus cell entry mediated by the viral spike protein. Viruses, 4, 1011–1033.

Benfield, D. A. ve Saif, L. J. (1990). Cell culture propagation of a coronavirus isolated from cows with winter dysentery. Journal of Clinical Microbiology, 28, 1454–1457.

Blanchard, P. C. (2012). Diagnostics of dairy and beef cattle diarrhea. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 28(3), 443–464.

Brandt, C. D., Kim, H. W., Rodriguez, W. J., Arrobio, J. O., Jeffries, B. C. ve Parrott, R. B. (1992). Rotavirus gastroenteritis and weather. Journal of Clinical Microbiology, 30, 478–482.

Buergelt, C. D., Clark, E. G. **ve** Del Piero, F. (2018). *Bovine pathology: A text and color atlas*. Wallingford: CABI.

Bulgin, M. S., Ward, A. C. S., Barrett, D. P. ve Lane, V. M. (1989). Detection of rotavirus and coronavirus shedding in two beef cow herds in Idaho. Canadian Veterinary Journal, 30, 235–239.

Carman, P. S. ve Hazlett, M. J. (1992). Bovine coronavirus infection in Ontario, 1990–1991. Canadian Veterinary Journal, 33, 812–814.

Chauhan, R. S. ve Singh, N. P. (1996). Epidemiology of rotavirus infection in calves in India. Indian Journal of Animal Sciences, 11, 221–223.

Cho, Y. I., Han, J. I., Wang, C., Cooper, V., Schwartz, K., Engelken, T. ve Yoon, K. J. (2013). Case-control study of microbiological etiology associated with calf diarrhea. Veterinary Microbiology, 166, 375–385.

Clark, M. A. (1993). Bovine coronavirus. British Veterinary Journal, 149(1), 51–70.

Constable, P. D. (2004). Antimicrobial use in the treatment of calf diarrhea. Journal of Veterinary Internal Medicine, 18, 8–17.

Çiftçi, M. K., Ortatatlı, M., Erer, H., Hatipoğlu, F. **ve** Özdemir, Ö. (2017). *Veteriner sistemik patoloji* (Cilt I). Konya: Atlas Kitapevi.

Decaro, N., Elia, G., Campolo, M., Desario, C., Mari, V., Radogna, A., Colaianni, M. L., Cirone, F., Tempesta, M. ve Buonavoglia, C. (2008). Detection of bovine coronavirus using a TaqMan-based real-time RT-PCR assay. Journal of Virological Methods, 167, 172–176.

Dhama, K., Chauhan, R. S., Mahendran, M. ve Malik, S. V. S. (2009). Rotavirus diarrhea in domestic animals. Veterinary Research Communications, 33, 1–23.

Estes, M. K. (1996). Rotaviruses. In B. N. Fields, D. M. Knipe **ve** P. M. Howley (Ed.), *Fields virology* (3. baskı, ss. 1625–1655). New York: Raven Press.

Estes, M. K. **ve** Kapikian, A. Z. (2007). Rotaviruses and their replication. In D. M. Knipe **ve** P. M. Howley (Ed.), *Fields virology* (5. baskı, ss. 1917–1974). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

Fields, B. N., Knipe, D. M. **ve** Howley, P. M. (1996). *Fundamental virology* (3. baskı). Philadelphia, PA: Lippincott-Raven Publishers.

Fischer, S., Bauerfeind, R., Czerny, C. ve ark. (2016). Serum interleukin-6 as a prognostic marker in neonatal calf diarrhea. Journal of Dairy Science, 99(8), 6563–6571.

Flewett, T. H. ve Woode, G. N. (1978). The rotaviruses. Archives of Virology, 57, 1–23.

Fukutomi, T., Tsunemitsu, H. ve Akashi, A. (1999). Detection of bovine coronaviruses from adult cows with epizootic diarrhea and their antigenic and biological diversities. Archives of Virology, 144, 997–1006.

Fulton, R. W., Step, D. L., Wahrmund, J., Burge, L. J., Payton, M. E., Cook, B. J., Burken, D., Richards, C. J. ve Confer, A. W. (2011). Bovine coronavirus infections in transported beef cattle. Canadian Journal of Veterinary Research, 75, 191–199.

Goto, H., Kurogi, H. L., Inaba, Y. ve Matsuno, M. (1986). Sequential isolation of rotavirus from individual calves. Veterinary Microbiology, 11, 177–184.

Gulliksen, S. M., Jor, E., Lie, K. I., Loken, T., Akerstedt, J. ve Osteras, O. (2009). Enteropathogens and risk factors for diarrhea in Norwegian dairy calves. Journal of Dairy Science, 92, 5057–5066.

Gül, Y. (1999). Yeni doğan buzağılarda ishal ile seyreden infeksiyöz hastalıklar. Veteriner, 48–54.

Hasoksuz, M., Hoet, A., Loerch, S., Nielsen, P., Wittum, T. ve Saif, L. (2002). Detection of respiratory and enteric shedding of bovine coronaviruses. Journal of Veterinary Diagnostic Investigation, 14, 308–313.

Hasoksuz, M., Kayar, A., Dodurka, T. ve Ilgaz, A. (2005). Detection of respiratory and enteric shedding of bovine coronaviruses in Turkey. Acta Veterinaria Hungarica, 53, 137–146.

Hedegaard, C. J. ve Hedegaard, P. M. (2016). Passive immunisation revisited. Veterinary Immunology and Immunopathology, 174, 50–63.

Izzo, M. M., Kirkland, P. D., Gu, X., Lele, Y., Gunn, A. A. ve House, J. K. (2012). Comparison of diagnostic techniques for detection of rotavirus and coronavirus. Australian Veterinary Journal, 90, 122–129.

Izzo, M. M., Kirkland, P. D., Mohler, V. L. ve ark. (2011). Prevalence of major enteric pathogens in Australian dairy calves. Australian Veterinary Journal, 89(5), 167–173.

Klein-Jöbstl, D., Iwersen, M. ve Drillich, M. (2014). Farm characteristics associated with calf diarrhea. Journal of Dairy Science, 97(8), 5110–5119.

Lai, M. M. C., Perlman, S. **ve** Anderson, L. J. (2007). Coronaviridae. In D. M. Knipe **ve** P. M. Howley (Ed.), *Fields virology* (5. baskı, ss. 1305–1335). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

Leslie, K. (2012). Health and immune function of dairy calves. WCDS Advances in Dairy Technology, 24, 177–188.

Lorenz, I., Mee, J. F., Earley, B. ve ark. (2011). Calf health from birth to weaning. Irish Veterinary Journal, 64(10), 1–8.

Matson, D. O., Estes, M. K. ve Burns, J. W. (1990). Serotype variation of human group A rotaviruses in two regions of the USA. Journal of Infectious Diseases, 162, 605–610.

McGuirk, S. M. (2008). Disease management of dairy calves and heifers. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 24, 139–153.

Mebus, C. A. (1990). Bovine and ovine rotavirus. In Z. Dinter **ve** B. Morein (Ed.), *Virus infections of ruminants* (ss. 239–242). Amsterdam: Elsevier.

Mebus, C. A., Stair, E. L., Underdahl, N. R. ve Twiehaus, M. J. (1971). Pathology of neonatal calf diarrhea induced by a reo-like virus. Veterinary Pathology, 8, 490–505.

Meganck, V., Hoflack, G., Piepers, S. ve ark. (2015). Evaluation of a protocol to reduce the incidence of neonatal calf diarrhoea on dairy herds. *Preventive Veterinary Medicine*, 118(1), 64–70.

Milli, Ü. H. **ve** Hazıroğlu, R. (2000). Bağırsağın viral hastalıkları. In *Veteriner patoloji* (Cilt I, ss. 84–96). Ankara: Özkan Matbaacılık.

Murphy, F. A., Gibbs, E. P. J., Horzinek, M. C. **ve** Studdert, M. J. (1999). *Veterinary virology* (3. baskı). San Diego, CA: Academic Press.

Puntel, M., Fondevila, N. A., Blanco, V. J., O'Donnell, V. K., Marcovecchio, J. F., Carrillo, B. J. ve Schudel, A. A. (2002). Serological survey of viral antibodies in llamas (Lama glama) in Argentina. Journal of Veterinary Medicine, 46, 157–162.

Rakib, T., Barua, S., Siddiki, A., Masuduzzaman, M., Hossain, M. ve Chowdhury, S. (2018). Histopathology in bovine rotavirus infected calves. Dairy and Veterinary Science Journal, 6(4), 555693.

Ramig, R. F. (2004). Pathogenesis of intestinal and systemic rotavirus infection. Journal of Virology, 78, 10213–10220.

Santman-Berends, I. M., Buddiger, M., Smolenaars, A. J. ve ark. (2014). A multidisciplinary approach to determine factors associated with calf rearing practices and calf mortality in dairy herds. Preventive Veterinary Medicine, 117(2), 375–387.

Snodgrass, D. R., Fahey, K. J., Wells, P. W., Campbell, I. ve Whitelaw, A. (1980). Passive immunity in calf rotavirus infections. Infection and Immunity, 28, 344–349.

Tsunemitsu, H., Yonemichi, H., Hirai, T., Kudo, T., Onoe, S., Mori, K. ve Shimizu, M. (1991). Isolation of bovine coronavirus from feces and nasal swabs of calves. Journal of Veterinary Medical Science, 53(3), 433–437.

Nano İlaç Taşıyıcı Sistemlerde Kullanılan *İn Vitro* Salım Yöntemleri

Bilge SÜRÜCÜ [1]
Sevgi GÜNGÖR [2]

[1] İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
E-mail: bilge.surucu@ogr.iu.edu.tr
[2]İstanbul Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmasötik Teknoloji Anabilim Dalı, İstanbul, 34116, Türkiye.
E-mail: sgungor@istanbul.edu.tr

ÖZET

Nano ilaç taşıyıcı sistemler, ilaç moleküllerinin vücutta kontrollü bir şekilde salımını ve hedef bölgelere etkili biçimde taşınmasını sağlayarak tedavi başarısını artırmaya yönelik yenilikçi yaklaşımlar sunmaktadır. Bu sistemlerin sağladığı iyileştirilmiş farmakokinetik profil, azaltılmış sistemik yan etki profili ve artırılmış terapötik etkinlik gibi avantajlar; klinik uygulamalara başarıyla aktarılmalarına olanak sağlamış ve günümüzde çok sayıda nano ilaç taşıyıcı sistem içeren farmasötik ürünün pazara sunulması ile sonuçlanmıştır. Klinikte kullanılan nano taşıyıcı sistem içeren ilaçların sayısının giderek artması ayrıca jenerik ürünlerin de pazara çıkmaya başlaması nedeniyle, nano taşıyıcı sistemlerin kalite, güvenlilik ve terapötik etkinliklerinin kanıtlanması için bu sistemlerin karakterizasyon parametrelerinin tekrarlanabilir ve standardize edilmiş yöntemlerle incelenmesi kritik önem taşımaktadır. Bu kapsamda, nano sistemlerin performansının değerlendirilmesinde *in vitro* salım testleri gerçekleştirilmektedir. Ancak, nano taşıyıcı sistemlerin kompleks yapıları nedeniyle günümüzde hala bu sistemler için otoriteler tarafından standart bir *in vitro* salım yöntemi önerilmemektedir. Literatürde nano taşıyıcılar için *in vitro* salım yöntemi olarak kullanılan başlıca yaklaşımlar; örnekleme ve ayırma yöntemleri, diyaliz temelli yöntemler ve sürekli akış sistemleri olarak sınıflandırılmaktadır. Bu kitap bölümünde, söz konusu *in vitro* salım yöntemlerinin metodolojik temelleri, avantajları ve sınırlılıkları sistematik bir bakış açısıyla ele alınarak uygun yöntem seçiminde dikkat edilmesi gereken parametrelere yönelik bir çerçeve sunulması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler- İn-Vitro Salım Testleri, Filtrasyon, Diyaliz, Katı Faz Ekstraksiyonu, Nano Taşıyıcı Sistemler.

GİRİŞ

Nano ilaç taşıyıcı sistemler sağladıkları avantajları nedeniyle günümüzde ilaç geliştirme alanında yoğun olarak çalışılan bir araştırma alanıdır. Bu sistemlerin başlıca avantajları arasında, ilaç moleküllerinin kontrollü/uzatılmış salımı ve hedeflendirilebilme özellikleri sayesinde sağlıklı dokuların ilaca maruziyetinin azaltılması ile nano boyutları nedeniyle çözünürlük problemi yaşayan ilaçların biyoyararlanımının artırılması yer almaktadır (Jia vd., 2023:1). Nano ilaç taşıyıcı sistemlerin sağladıkları bu avantajlar, bu sistemleri içeren farmasötik ürünlerin klinik uygulamalara başarıyla aktarılmasına olanak tanımış ve günümüzde çok sayıda nano taşıyıcı sistem içeren farmasötik ürünün pazara girmesiyle sonuçlanmıştır (Gupta vd., 2021:2).

Pazara girebilen nano taşıyıcı sistem içeren farmasötik ürünler ağırlıklı olarak lipozomal, nanokristal ve nanopartiküler sistemlerden oluşmaktadır (Bobo

vd., 2016:2373). Lipozomal ilaçlar, sulu bir çekirdeği çevreleyen fosfolipid çift tabakalı (bilayer) bir membran yapısına sahipken, nanokristaller yüksek oranda etken madde ve düşük miktarda stabilizatör içeren sistemlerdir (Jia vd., 2023:2; Lhaglham vd., 2024:1). Pazarda bulunan nanopartiküler sistemler ise çoğunlukla polimer bazlı taşıyıcılardan oluşmaktadır (Bobo vd., 2016:2376). Klinik kullanımda yer alan bu ürünler arasında, lipozom içeren ilaçlara örnek olarak Doxil®, Myocet® ve AmBisome®; nanokristal teknolojisi kullanılarak geliştirilmiş ilaçlara örnek olarak ise Rapamune® ve Emend® yer almaktadır (Gupta vd., 2021:3).

Nano taşıyıcı sistemlerin etkinliklerinin, güvenliklerinin ve kalitelerinin güvence altına alınması ancak önceden belirlenmiş karakterizasyon parametrelerinin sağlaması ile mümkündür (Marques vd., 2020:1). Bu sistemlerin kalite özelliklerinin değerlendirilmesi için uygulanan performans testleri arasında *in vitro* salım testleri yer almaktadır (Gupta vd., 2021:10; Shen vd., 2013:409). *İn vitro* salım testleri, formülasyon bileşenlerinin ve üretim yöntemlerinin ürün üzerindeki etkisinin değerlendirilmesinde kullanılan ve ilaçların *in vivo* performansının öngörülmesi için önemli bir kalite kontrol testidir (Paswan vd., 2021:30). Ancak günümüzde nano taşıyıcı sistemler için otoritelerce önerilen standart bir *in vitro* salım yöntemi mevcut değildir (Shen vd., 2013:414). Günümüze kadar nano taşıyıcı sistemler için *in vitro* salım testleri olarak; örnekleme ve ayırma yöntemi, diyaliz yöntemi ve sürekli akış yöntemleri kullanılmaktadır.

Örnekleme ve ayırma yönteminde; nano ilaç taşıyıcı sistemler *in vitro* salım ortamına doğrudan yerleştirilir ve belirli zaman aralıklarında numuneler alınarak örneklerdeki ilaç miktarı analiz edilir. Ancak alınan numunelerin içinde bulunan serbestleşmiş ilaç molekülünün numune matriksinden ayrılması gerekir. Bunun için filtrasyon, santrifüj veya katı faz ekstraksiyonu yöntemleri kullanılır. Filtrasyon yöntemi, nano taşıyıcı sistemlerin geçemeyeceği kadar küçük por açıklığına sahip filtrelerin kullanımı ile gerçekleştirilir (Juenemann vd., 2011:262). Fakat filtrasyon yönteminde ilaç molekülünün filtreye absorbe olması, filtrenin tıkanması veya yırtılması, uygulanan mekanik güç sebebiyle nano taşıyıcıların deformasyonu sonucunda salım çalışmasının yanlış yorumlanması gibi sorunlar yaşanabilmektedir. Santrifüj yönteminde de uygulanan yüksek devir hızları da filtrasyon uygulamasına benzer şekilde nano taşıyıcı sistemleri yüksek mekanik strese maruz bırakacağından deformasyon gelişebilmekte veya santrifüj işlem süresi boyunca salımın devam etmesi sonuçların yanlış yorumlanmasıyla sonuçlanabilmektedir.

Diyaliz yönteminde; donör ve reseptör kompartmanı ayıran ve nano taşıyıcı sistemin geçmesine izin vermeyen fakat serbestleşen ilaç molekülünün difüzyonun gerçekleştiği yarı geçirgen bir membran kullanılır. Bu yöntem de nano taşıyıcı sistem donör kompartmana yerleştirilir ve belirli zaman aralıklarında örnekleme yapılarak serbestleşen ilaç miktarı belirlenerek salım profili elde edilir. Klasik diyaliz yönteminde ilaç molekülünün membranda

tutulması, membran difüzyon alanının sabit olmaması gibi sorunlar yaşanabilmektedir. Belirtilen yöntemlerinin kombinasyonu ile belirli dezavantajları aşabilen *in vitro* salım yöntemleri geliştirilmiştir.

NANO İLAÇ TAŞIYICI SİSTEMLER

Nano ilaç taşıyıcı sistemler, ilaç moleküllerinin organizmada kontrollü ve uzaltılmış bir profil ile salımını ve hastalığın olduğu hedef bölgeye etkili bir şekilde taşınmasını sağlayarak tedavi başarısını arttırmaktadır (Mazayen vd., 2022:8). Bu sistemler ilaç molekülerini yapıları içinde tutarak uygulama yoluna bağlı olarak sistemik dolaşımda veya gastrointestinal sistemde stabilitesini sağlayarak daha uzun süre kararlı kalmasına yardımcı olur (Gupta vd., 2021:2; Sahoo vd., 2021:185). Aynı zamanda bu taşıyıcı sistemler, nano boyutta olmaları nedeniyle özellikle tümör dokusu gibi damar geçirgenliği artmış hastalığın olduğu bölgelerde sağlıklı dokuya göre daha yüksek oranda birikim eğilimi gösterdiğinden ilaç molekülünün kanserli dokuya pasif hedeflendirme ile ulaşmasını sağlamaktadırlar (Gupta vd., 2021:2; Shen vd., 2013:409). Böylece ilacın sağlıklı dokulara maruziyeti azaltılarak istenmeyen yan etkilerin sınırlanmasına da katkıda bulunurlar (Halwani, 2022:2). Kontrollü veya uzatılmış salım sağlayabilme özellikleri sayesinde organizmada ilaç konsantrayonu ani olarak yüksek konsantrasyona ulaşmamaktadır. Ayrıca nano taşıyıcılardan ilaçların zaman içinde yavaş ve dengeli bir şekilde salımı ile daha öngörülebilir ve hatta değiştirilebilir bir farmakokinetik profili oluşturulmaktadır (Fecioru vd., 2019:28; Jia vd., 2023:1).

Özellikle suda çözünürlüğü düşük olan ilaç moleküllerinin partikül boyutu nano boyutlara kadar küçüldüğünde yüzey alanları artar. Böylece ilaçların çözünme hızı ve çözünürlüklerinin artması ile biyolojik membranlardan emilimi artmakta dolayısıyla ilacın biyoyararlanımı iyileşmektedir (Mazayen vd., 2022:2). Ayrıca nano ilaç taşıyıcı sistemlerin yüzey modifikasyonu ile sistemik dolaşımdaki kalış süreleri uzatılabilmekte ve aktif hedeflendirme ile hedef dokuya iletimi gerçekleştirilebilir (Halwani, 2022:11). Nano ilaç taşıyıcı sistemlerin hedeflendirilebilmeleri sayesinde, özellikle kanser tedavisinde kullanılan toksisitesi yüksek ilaçların yan etkilerinin azalması ve tümör dokusuna ulaşan ilaç miktarının artması ile tedavinin etkinliği artmaktadır (Fugit vd., 2015:1).

Nano ilaç taşıyıcı sistemler, üretildikleri malzeme temel alınarak lipit bazlı, polimer bazlı ve inorganik sistemler şeklinde sınıflandırılmakta; bu sistemlerin her biri ilaç taşıma, kontrollü ve/veya uzatılmış ilaç salımı ve

hedeflendirilme özellikleri bakımından farklı avantajlar sağlamaktadır (Nothnagel vd., 2018:199; Shen vd., 2013:409). Nano taşıyıcı sistemlerin bu avantajları, klinik uygulamaya başarıyla aktarılmasına olanak tanımış ve günümüzde nano ilaç taşıyıcı sistem içeren çok sayıda farmasötik ürünün tedaviye sunulmasına yol açmıştır (D'Souza, 2014:1). Pazara giren bu ürünler nano ilaç taşıyıcı sistemlerin yalnızca deneysel yaklaşımlar olmadığını, aynı zamanda klinik etkinliği ve güvenliliği kanıtlanmış olduğunu ortaya koymuştur.

Günümüzde tedaviye sunulmak üzere pazarda mevcut nano taşıyıcı sistemleri içeren farklı uygulama yolları ile verilen çok sayıda ürün bulunmaktadır. Bunların en bilinenlerinden biri, PEG zincirleri içeren lipozom yapısıyla serbest doksorubisine kıyasla daha düşük kardiyotoksisite gösteren ve iyileştirilmiş farmakokinetik özelliklerini sağlayan Doxil®'dir (Rafiyath vd., 2012:2). PEG zincirleri içermeyen lipozoma yüklenmiş doksorubisin içeren Myocet®'in ise dolaşım süresi Doxil® kadar yüksek olmasa da bu ürün de serbest doksorubisine bağlı kardiyotoksisitenin azaltılması amacıyla geliştirilmiş ve pazara sunulmuş bir üründür. Albümin bazlı nanopartikül içeren Abraxane®, toksisitesi yüksek çözücü kullanımını ortadan kaldırarak ilacın tolerabilitesini artırmış (Yardley, 2013:366) ve kemoterapide yaygın kullanım alanı bulmuştur (Dranitsaris vd., 2014:210; Gupta vd., 2021:2). Lipozoma yüklenen irinotekan içeren ürün Onivyde®, kontrollü ilaç salımı sağlama özelliği ve uzatılmış dolaşım süresi sayesinde metastatik pankreas kanserinde klinik fayda sağlamaktadır (Mazayen vd., 2022:7). Lipozom ve nanopartikül içeren nanotaşıyıcı sistemlerin yanında, ilaç molekülünün kendisinin nano boyuta küçültüldüğü nanokristal teknolojisi ile hazırlanan farmasötik ürünler de tedaviye sunulmuştur (Junghanns vd., 2008:296). Bu ürünler arasında Rapamune®, Tricor®, Triglide®, Megace ES® yer almaktadır (Choi vd., 2018:55; Jarvis vd., 2019:9). Rapamune® sirolimusun düşük çözünürlük probleminin üstesinden gelerek ilacın oral biyoyararlanımını artırmıştır. Benzer şekilde, kemoterapiye bağlı bulantı ve kusmanın önlenmesinde kullanılan Emend®, nanokristal formda aprepitant ilaç molekülü içeren ve ilacın çözünürlük ve emilim problemlerini aşabilen bir ürün olarak pazarda bulunan bir nano ilaç taşıyıcı sistemdir (Jarvis vd., 2019:10).

Nano ilaç taşıyıcı sistemlerin terapötik etkinlik, kalite ve güvenliklerinin değerlendirilmesinde bu sistemlerin karakterizasyon parametrelerinin tekrarlanabilir şekilde tanımlanması ve standardize edilmesi önem taşımaktadır (Shen vd., 2013:409). Nano ilaç taşıyıcı sistemlerin etkinliklerinin, güvenliklerinin ve kalitelerinin güvence altına alınması ancak önceden belirlenmiş karakterizasyon parametrelerini sağlaması ile mümkündür (Fecioru vd., 2019:29; Marques vd., 2020:1).

NANO İLAÇ TAŞIYICI SİSTEMLERDE KULLANILAN *İN VİTRO* SALIM YÖNTEMLERİ

Nano ilaç taşıyıcı sistemlerin performans testleri arasında *in vitro* salım testleri yer almaktadır. *İn vitro* salım testleri; formülasyon bileşenlerinin ve üretim yöntemlerinin ürün üzerindeki etkisinin değerlendirilmesinde, üretim sürecinde proses içi ve rutin kalite kontrol değerlendirmelerinde, *in vitro in vivo* korelasyonun kurulmasında, ölçek büyütme ve onay sonrası gerçekleştirilen değişiklerde kullanılan ve ürünün etkinliği, kalitesi, güvenliğinin korunduğunun ispatlanması için ilaçların *in vivo* performansını öngörülmesini sağlayan önemli bir kalite kontrol testidir (D'Souza vd., 2006:460; Paswan vd., 2021:30; Shen vd., 2013:414). Bununla birlikte, günümüzde nano ilaç taşıyıcı sistemler için otoritelerce önerilen standart bir *in vitro* salım yöntemi mevcut değildir (Nothnagel vd., 2018:200; Wallace vd., 2012:291; Weng vd., 2020). Literatürde *in vitro* salım testleri arasında örnekleme ve ayırma yöntemi, diyaliz yöntemi ve sürekli akış yöntemlerinin yer aldığı görülmektedir (Fecioru vd., 2019:33; Gupta vd., 2021:13; Nothnagel vd., 2018:200).

Örnekleme ve Ayırma Yöntemi

Örnekleme ve ayırma yönteminde; nano ilaç taşıyıcı sistemler doğrudan salım ortamına ilave edilir (D'Souza vd., 2006:464). Ancak bu sistemlerden ilacın salım profilini incelemek amacıyla belirli zaman noktalarında alınan numunelerde, hem nano taşıyıcıdan serbestleşen serbest ilaç molekülü hem de hala salım ortamında enkapsüle haldeki ilaç molekülünü içeren nano taşıyıcılar bulunur. Salım ortamındaki nano taşıyıcılara yüklü haldeki ilaç molekülü ile taşıyıcı sistemden serbestleşmiş ilaç molekülünü ayırmak için filtrasyon, santrifüj veya katı faz ekstraksiyonu gibi ayırma yöntemleri kullanılmaktadır (Caggiano vd., 2022:1516; Fecioru vd., 2019:34; Nothnagel vd., 2018:201; Wallace vd., 2012:284).

Filtrasyon yöntemi, sıvı bir örnek içerisindeki serbest ilaç molekülüne kıyasla daha büyük boyuttaki taşıyıcı sistemlerin gözenekli bir filtre aracılığıyla fiziksel olarak ayrılmasına dayanan ve yaygın olarak kullanılan bir örnekleme ve ayırma yöntemidir. Nano ilaç taşıyıcı sistemlerin karakterizasyonunda filtrasyon, serbest ilaç molekülünün taşıyıcıdan ayrılması, salım ortamında bulunabilecek olası proteinlerin uzaklaştırılması ve analitik ölçüme uygun bir matriks elde edilmesi amacıyla kullanılmaktadır (Nothnagel vd., 2018:201; Toma vd., 2021:2). Filtrasyon, esas olarak kullanılan membranın gözenek boyutu veya moleküler ağırlık kesim değeri ile numunedeki ayrılmak istenen bileşenlerin boyut farkına dayanan fiziksel bir ayırma yöntemidir. Filtrasyon işlemi sırasında, serbestleşmiş ilaç moleküler boyutta olduğu için membran gözeneklerinden geçebilirken, nano taşıyıcı sistemlerin (lipozomlar, nanopartiküller, vb.) membran porlarından geçememesi ve membranın üzerinde tutulması beklenir (Juenemann vd., 2011:262). Filtrasyon yöntemi

uygulama kolaylığı, hızlı ve pratik olmasıyla sıkça tercih edilen bir tekniktir (Ewii vd., 2025:12; Nothnagel vd., 2018:201). Diğer taraftan, filtrasyonun nano taşıyıcı sistemler açısından bazı kritik sınırlılıkları bulunmaktadır. Filtrasyon yöntemi uygulandığı zaman serbestleşmiş ilaç molekülünün filtreye tutunması sonucu salım miktarının düşük tespit edilmesi, filtre keki oluşumu ve tıkanma sorunları ile filtrenin uygulanan fazla basınçtan dolayı yırtılması, uygulanan mekanik güç sebebiyle nano taşıyıcıların deformasyonu sonucunda salım çalışmasının yanlış yorumlanması veya filtreden nano taşıyıcıların da geçmesi ile tam ayrımın sağlanamaması gibi sorunlar yaşanabilmektedir (D'Souza, 2014:3; Ewii vd., 2025:12; Gómez-Lázaro vd., 2024:2; Gupta vd., 2021:15; Juenemann vd., 2011:263; Marques vd., 2020:2; Nothnagel vd., 2018:201).

Santrifüj yöntemi ise; numune içerisindeki bileşenlerin yoğunluk, boyut ve kütle farklarına bağlı olarak, uygulanan santrifüj kuvveti altında ayrılmasına dayanan yaygın bir örnekleme ve ayırma yöntemidir (Majekodunmi, 2015:68). Yeterli santrifüj hızı ve süresi uygulandığında, nano taşıyıcılar çökelti oluştururken, serbestleşmiş ilaç molekülü çökelti üzerindeki berrak kısımda kalır ve bu fazda bulunan ilaç konsantrasyonu uygun bir analitik yöntem ile analiz edilebilir. Santrifüj işleminde nano ilaç taşıyıcı sistemlerin çökme davranışı yalnızca çökelti oluşumu ile sınırlı olmayıp, partikül ve ortam arasındaki etkin yoğunluk farkına bağlı olarak üst fazda birikme şeklinde de gerçekleşebilmektedir.
Santrifüj yönteminin esası nano taşıyıcı sistem ve ortam arasındaki yoğunluk farkına dayanmakla birlikte, nano taşıyıcının partikül boyutu, kütlesi ve ortamın viskozitesi gibi parametreler de çökme davranışını belirgin şekilde etkilemektedir (Caggiano vd., 2022:1516; Nothnagel vd., 2018:201). Santrifüj altında çökme Stokes Yasası'nın santrifüj koşullarına uyarlanması ile açıklanır. Buna göre partikül boyutu, partikül ile ortam yoğunluk farkı ve ortam viskozitesine bağlı olarak gerçekleşmekte olup, nano taşıyıcı sistemlerde bu parametreler çökelme verimini sınırlayan temel faktörlerdir (Majekodunmi, 2015:68). Klasik santrifüjlerin yanı sıra, yüksek hızlara ulaşabilen ultra santrifüj sistemleri kullanılarak daha küçük boyutlu veya düşük yoğunluk farkına sahip nano taşıyıcıların ayrılması da mümkün olabilmektedir (Gómez-Lázaro vd., 2024:3).
Santrifüj yönteminin fazla numune sayısı içeren çalışmalarda birden fazla numunenin aynı anda uygulanabilmesi ve membran veya filtre gibi ek ayırma malzemesi gerektirmemesi nedeniyle örnekleme ve ayırma çalışmalarında elverişli pratik bir yöntemdir (Gómez-Lázaro vd., 2024:7). Ancak santrifüj yönteminde de uygulanan yüksek devir hızları sebebiyle lipozomlar gibi fiziksel faktörlere daha hassas nano taşıyıcı sistemlerin deformasyonu sonucunda fazla etken madde salımının tespit edilmesi önemli bir kısıttır (Nothnagel vd., 2018:201; Shen vd., 2013:411; Wallace vd., 2012:287). Aynı zamanda nano taşıyıcıların yüksek devirlere veya uzun santrifüj süresine

rağmen çökmemesi gibi problemler mevcuttur (Caggiano vd., 2022:1516; Gómez-Lázaro vd., 2024:7; Wallace vd., 2012:287). Yeterli bir ayırım yapılması için uzun santrifüj süresine maruz bırakılması sonucunda nano ilaç taşıyıcıların santrifüj süresi boyunca salımın devam edebileceği de ayrıca düşünülmesi gereken faktördür (Fecioru vd., 2019:34; Gómez-Lázaro vd., 2024:7; Mead vd., 2023:7; Paswan vd., 2021:36).

Hem filtrasyon hem de santrifüj yönteminin bir arada kullanıldığı ultrafiltrasyon yapan santrifüj tüpleri ise iki yöntemin dezavantajlarını azaltacağı öngörülmektedir (Paswan vd., 2021:36; Wallace vd., 2012:287). Ultrafiltrasyon yöntemi, numune içerisindeki bileşenlerin moleküler ağırlık kesim değeri tanımlanmış yarı geçirgen membranlar kullanılarak ayrılmasına dayanan bir santrifüj yöntemidir. Bu yöntem, ultrafiltrasyon tüpleri aracılığıyla uygulanır ve serbestleşmiş ilaç molekülü bariyer membranı geçerken, nano taşıyıcılar veya matrikste mevcut olan makromoleküller, boyutlarından kaynaklı olarak membran üzerinde tutulur. Bu yöntemin avantajı, yarı geçirgen bir membranın varlığı sayesinde, ayırma işlemi için gereken süre ve santrifüj kuvvetinin düşük tutulabilmesidir (Gómez-Lázaro vd., 2024:10). Ultrafiltrasyon yönteminde uygulanan santrifüj kuvvetinin ve süresinin ultrasantrifüj yöntemine kıyasla düşük olması nedeniyle, hassas nano taşıyıcı sistemlerin deformasyonu sonucunda fazla etken madde salımının önüne geçilebilir (Wallace vd., 2012:287). Lakin hedef bileşenin membrana absorbe olması mümkün olduğu için membran tipi ve moleküler ağırlık kesim değeri seçiminin optimize edilmesi büyük önem taşımaktadır (Caggiano vd., 2022:15156).

Diğer ayırma yöntemi olarak katı faz ekstraksiyonu, numune içerisindeki hedef bileşeninin yani serbestleşmiş ilacın katı bir adsorban faz üzerinde seçici olarak tutulması ve ardından uygun çözücülerle elüe edilmesi esasına dayanır (Nothnagel vd., 2018:202). Katı faz ekstraksiyonu işleminde ilk olarak kartuşun şartlanması gerekir. Daha sonra şartlanmış olan kartuşa numune yüklenmesi, yıkama ve elüsyon olmak üzere dört temel basamaktan oluşur (Xie vd., 2018:150). Numune kartuşa yüklendiğinde, serbestleşmiş aktif farmasötik bileşen sabit fazla (örneğin; C_{18}, polimerik veya iyon değiştirici fazlar) hidrofobik, iyonik veya hidrojen bağları yoluyla etkileşime girerek sabit fazda tutulur. Ancak numune matriksinde mevcut olabilecek proteinler, tuzlar ve nano ilaç taşıyıcıları kartuş üzerinde tutulmaz ve bir sonraki yıkama basamağında tamamen uzaklaştırılmaları hedeflenir. Sonuç olarak, sabit fazda tutulmuş ve ölçülmesi hedeflenen serbestleşmiş ilacın elüsyonu ile hem nano taşıyıcılardan hem de analitik girişimlere neden olabilecek matriks bileşenlerinden ayrılması olur (Nicholls vd., 1992:956).

Katı faz ekstraksiyonu sırasında, santrifüj veya filtrasyon gibi yöntemlerde karşılaşılan mekanik kuvvet veya membran etkileşimleri gibi belirsizlikleri büyük ölçüde ortadan kalkar (Fecioru vd., 2019:34; Nothnagel vd., 2018:202). Katı faz ekstraksiyonunun etkinliği kartuş tipi, elüsyon çözücüsünün izole edilmesi hedeflenen ilaç molekülünün özellikleri veya ayrılması beklenilen

matrisin diğer bileşenleri gibi parametrelere son derece duyarlıdır. Uygun olmayan sabit faz seçimi, hedeflenen ilaç molekülünün kartuşta tutulması veya elüsyon sırasında eksik geri kazanım elde edilmesi gibi sorunlara yol açabilir. Bir diğer önemli sınırlılık özellikle yüksek protein içeren ortamlarda, kartuşun tıkanması ve aktif bağlanma bölgelerinin matris bileşenleri tarafından işgal edilmesi riskidir. Ayrıca, numunenin viskozitesinin yüksek olduğu durumlarda, kartuş içerisinden akış direncinin artması nedeniyle yükleme veya elüsyon süreleri uzayabilmekte, bu da analiz süresini artırırken yöntem tekrarlanabilirliğini olumsuz etkileyebilmektedir. Bu tür durumlarda kartuştan geçişi hızlandırmak amacıyla vakum uygulanabilmekledir. Fakat vakum kullanımı numunenin sabit faz ile temas süresini azaltacağı için ilaç molekülünün sabit faz üzerinde etkin şekilde tutulması için gerekli bağlanma süresinin sağlanamamasına yol açabilir. Bu durum, özellikle bağlanma kinetiği yavaş olan analitlerde geri kazanımın azalması riskini de beraberinde getirmektedir.

Katı faz ekstraksiyonu yönteminin yıkama basamağında güçlü organik çözücülerin kullanılmamasına da dikkat edilmelidir çünkü nano ilaç taşıyıcı sistemlerin yapısını bozarak, yüklenmiş ilacın serbest kalmasına neden olabilir. Bu durumda katı faz ekstraksiyonu ile elde edilen sonuçlar gerçek zamanlı salımı yansıtmaktan ziyade, toplam ilaç miktarının ölçülmesine yol açar. Katı faz ekstraksiyonu yönteminin diğer bir dezavantajı, çok basamaklı işlem yapısıdır. Şartlama, numune yükleme, yıkama ve elüsyon adımlarındaki küçük farklılıklar dahi sonuçlar üzerinde anlamlı etkilere yol açabilir. Bu nedenlerden kaynaklı oluşabilecek varyasyonun engellemesi amacıyla yöntemin geri kazanım çalışması mutlaka yapılmalı ve yöntem optimize edilmelidir. Buna ek olarak, tek kullanımlık kartuşların maliyeti, yüksek numune sayılarıyla çalışılan deneylerde ekonomik dezavantaj oluşturabilir. Tüm bu nedenlerle katı faz ekstraksiyonu ayırma yöntemi olarak her zaman tek başına yeterli olmayabilir ve diğer örnekleme yaklaşımlarıyla birlikte değerlendirilmelidir.

Diyaliz Yöntemi

Diyaliz yöntemi, yarı geçirgen bir membran aracılığıyla salım ortamındaki bileşenlerin boyut ve difüzyon farklarına bağlı olarak ayrılmasına dayanır (Gómez-Lázaro vd., 2024:11). Bu yöntemde yarı geçirgen bir membran donör ve reseptör kompartmanı fiziksel olarak ayrılır. Diyaliz membranının moleküler ağırlık kesim değerine bağlı olmak üzere nano ilaç taşıyıcı sistemlerin geçmesine izin vermezken serbestleşmiş ilaç molekülünün reseptör kompartmana geçmesine izin verir (D'Souza vd., 2006:466; Wallace vd., 2012:285). Salım profili incelenecek nano ilaç taşıyıcı sistemi içeren numune donör kompartmana yerleştirilir ve belirli zaman aralıklarında reseptör kompartmandan örnekleme yapılarak serbestleşen ilaç miktarı belirlenir (D'Souza, 2014:5; Gupta vd., 2021:13). Diyaliz yönteminde santrifüj veya filtrasyon işlemlerinde numunelerin maruz kaldığı mekanik

stres yerine daha yumuşak bir ayırma yaklaşımı sunar (Fecioru vd., 2019:33; Nothnagel vd., 2018:201).

Bununla birlikte, diyaliz yönteminin de bazı önemli sınırlamaları bulunmaktadır. Örneğin reseptör kompartmandan alınan numunedeki ölçülen serbestleşmiş ilaç miktarı hem nano ilaç taşıyıcı sistemden salım hızı ile hem de serbestleşmiş olan ilaç molekülünün membrandan difüzyon hızıyla ilişkilidir (Caggiano vd., 2022:1516; Nothnagel vd., 2018:203; Wallace vd., 2012:285). Bu husus çok dikkatle ele alınıp serbest ilacın membrandan difüzyon hızı ölçülmeli ve salım hızı ile kıyaslandığında difüzyon hızının yöntemde hız sınırlayıcı basamak olmamasına dikkat edilmelidir. Aksi takdirde yöntemde hız sınırlayıcı basamak serbest ilacın membrandan difüzyonu olduğunda elde edilen salım profili ilacın taşıyıcıdan salım hızını gösterememekte dolayısıyla elde edilen salım profilinin membran kontrollü hale gelmesine neden olabilmektedir (Fecioru vd., 2019:33; Gupta vd., 2021:13). Aynı zamanda donör kompartman içinde *sink* koşulunun sağlanması ve yeterli karıştırmanın sağlanması gerekir. Çünkü serbestleşmiş ilaç molekülü doygunluğa ulaşırsa donör kompartmanda çökme meydana gelebileceği gibi salımın devam etmesi engellenebilir (Gupta vd., 2021:13). Ayrıca filtrasyon işlemindeki gibi serbest ilacın membrana tutunması sonucu serbestleşen ilaç miktarına göre daha düşük miktarda ilaç konsantrasyonu ölçülebilmektedir (Caggiano vd., 2022:1516; Gómez-Lázaro vd., 2024:18).

Klasik diyaliz yönteminde donör kompartmanın hacmi membran boyutu ile belirlenir. Membran boyutu uzunluk olarak ölçülmesine rağmen diyaliz tüpünün kapatılmasında kullanılan klipslerin her numune için birebir aynı yerden sıkıştırılması her zaman mümkün olmamaktadır. Üstelik klips kullanımı ile membranın bazı bölgelerinde difüzyon hızını etkileyebilecek kırışıklıkların oluşması söz konusu olmaktadır. Difüzyon alanının değişmesi ise salım sisteminde kontrolsüz bir parametre oluşturarak ölçüm sonrası salım profillerinde ilave değişkenliğe yol açmaktadır.

Membran yüzey alanlarında yaşanan değişkenlik, Repligen® firması tarafından geliştirilen tek kullanımlık diyaliz hücreleri (*Float-A-Lyzer Dialysis Device*) tekdüze bir membran yüzey alanı sağlayarak klasik diyaliz torbaları ile karşılaşılan pek çok pratik sorunu ortadan kaldırmaktadır. Önceden tanımlanmış membran yüzeyi ve sabit hacim geometrisi sayesinde difüzyon alanı deneyler arasında değişkenlik göstermemekte ayrıca kullanıcıya bağlı hataları da en aza indirgeyerek ölçümler arası değişkenliğin azalmasına katkı sağlamaktadır (Nothnagel vd., 2018:205). Diyaliz hücreleri, farklı hacim, farklı moleküler ağırlığa sahip ve farklı membran malzemeleri ile çalışma olanağı sunmaktadır. Bu nedenle, ilaç molekülleri, nano taşıyıcı sistem ve ortam özelliklerine uygun esnek bir yöntemdir. Ancak, özellikle fazla sayıda numune ile yürütülen çalışmalarda, hücrelerin tek kullanımlık olması sarf malzemesi ihtiyacını artırması nedeniyle yöntemin maliyetini yükselten bir faktör olarak değerlendirilebilir.

Sürekli Akış Hücresi Yöntemi

Sürekli akış hücresi yöntemi, nano ilaç taşıyıcı sistemlerin salım davranışının, reseptör fazın sistemden kesintisiz olarak geçirilmesi esasına dayalı olup, sürekli akış hücresi (*Continuous Flow Apparatus,*) adı verilen cihaz ile gerçekleştirilir. Bu yöntemde salım çalışması gerçekleştirilecek olan numune, sabit hacimli bir sürekli akış hücresi içine yerleştirilir (D'Souza, 2014:3). Reseptör kompartman (hareketli faz) ise pompa ve her hücreye bağlı hatların yardımıyla kontrollü bir akış hızı ile hücreden geçirilir. Sürekli akış hücresi ile çalışılırken hareketli fazın toplanma şekline göre açık sistem veya kapalı sistem olarak iki farklı şekilde kullanılabilmektedir (Fotaki, 2011:47). Ancak yöntem açık veya kapalı sistem kullanımına karar verirken, analitik yöntemle ölçülebilecek en düşük konsantrasyonun (*limit of quantification*, LOQ) mutlaka dikkate alınması gerekmektedir (Gómez-Lázaro vd., 2024:2; Gupta vd., 2021:16). Zira, sürekli akış hücresi sisteminin doğası gereği yüksek bir seyreltme faktörü içermekte ve bu durum özellikle düşük düzeyde ilaç salımı gösteren sistemler için kısıtlamaya neden olmaktadır (Fecioru vd., 2019:32). Diğer taraftan açık sistem ile çalışıldığında yüksek hacimli hareketli fazın varlığı serbestleşmiş ilaç molekülü hücreden sürekli uzaklaştırıldığı için *sink* koşul korunur (Gupta vd., 2021:16) ve ilacın reseptörde doygunluğa ulaşma sonucu çökelti oluşması veya taşıyıcıdan ilaç salımın baskılanması gibi bir problem de beklenmemektedir (Fotaki, 2011:48).

Sürekli akış hücresi farklı boyutlardaki akış hücrelerinin kullanılmasına olanak sağlaması nedeniyle uygulanabilir numune miktarı açısından geniş bir çalışma aralığı sunmaktadır (Fotaki, 2011:46). Ayrıca sistemde kullanılan pompa aracılığıyla akış hızının ayarlanabilmesi, farklı hidrodinamik koşulların kontrollü şekilde değerlendirilmesine imkan tanımaktadır. Bununla birlikte, sürekli akış hücresi ile çalışılırken, nano ilaç taşıyıcı sistemlerin akış hücresinden hareketli faz ile çıkışının engellenmesi kritik bir gerekliliktir. Aksi takdirde, nano taşıyıcı sistemlerin reseptör faza geçmesi söz konusu olmakta ve hareketli fazdan alınan numuneler nano taşıyıcıları da içerebilmektedir (Shen vd., 2013:411). Bu durumda, klasik örnekleme ve ayırma yöntemlerinde olduğu gibi ek bir ayırma basamağına ihtiyaç duyulmaktadır (Nothnagel vd., 2018:207). Katı dozaj formlarının çözünme hızı çalışmalarında kullanılan 0.45 µm veya 0.22 µm gözenek çapına sahip filtreler, nano sistemler açısından uygun bir bariyer oluşturmamaktadır. Bu noktada diyaliz adaptörlerinin kullanılması önerilmektedir (Gupta vd., 2021:15; Shen vd., 2013:411). Nano taşıyıcının öncelikle bir diyaliz membranı içerisine yerleştirilmesi ve bu adaptörün sürekli akış hücresine yerleştirilmesi ile salım çalışması gerçekleştirilmektedir (Nothnagel vd., 2018:207). Bu yaklaşım, sürekli akış ve diyaliz yöntemlerinin birlikte kullanımı ile sürekli akış hücresi yönteminin nano ilaç taşıyıcılar için güvenli ve kontrollü bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır (Fecioru vd., 2019).

Sonuç olarak; sürekli akış yöntemi, nano ilaç taşıyıcı sistemlerinden *in vitro* ilaç salım davranışını *sink* koşulu sağlayarak dinamik ve tekrarlanabilir

biçimde değerlendirmeye olanak tanıyan güçlü bir yöntem olarak görülmektedir.

SONUÇ

Nano taşıyıcı sistemlerin *in vitro* ilaç salım verilerinin elde edilmesi, bu sistemlerin *in vivo* performansının öngörülmesinde kritik önem taşımaktadır. Bu kitap bölümünde, nano ilaç taşıyıcı sistemler için sıklıkla kullanılan literatürde kayıtlı *in vitro* salım testleri, bu yöntemlerin metodolojisi, avantajları ve dezavantajlarıyla birlikte ele alınmıştır. Her yöntemin kendine özgü güçlü ve kısıtlayıcı yönleri bulunmakta olup; nano ilaç taşıyıcı sistemlerin oldukça karmaşık özellikleri nedeniyle tek bir yaklaşımın bu sistemlerin hepsinde genel bir yöntem olarak uygulanması söz konusu olamamaktadır. Bu nedenle, nano taşıyıcıların ilaç salım performansının değerlendirilmesinde kullanılacak *in vitro* salım yönteminin seçiminde ilaç molekülü ile formülasyonun özellikleri yanı sıra hedeflenen uygulama bölgesinin fizyolojik özelliklerinin de dikkate alınması gerekmektedir.

REFERANSLAR

Bobo, D., Robinson, K. J., Islam, J., Thurecht, K. J., ve Corrie, S. R. (2016). Nanoparticle-Based Medicines: A Review of FDA-Approved Materials and Clinical Trials to Date. Pharmaceutical Research, 33(10), 2373-2387.

Caggiano, N. J., Wilson, B. K., Priestley, R. D., ve Prud'homme, R. K. (2022). Development of an In Vitro Release Assay for Low-Density Cannabidiol Nanoparticles Prepared by Flash NanoPrecipitation. Molecular Pharmaceutics, 19(5), 1515-1525.

Choi, Y. H., ve Han, H.-K. (2018). Nanomedicines: current status and future perspectives in aspect of drug delivery and pharmacokinetics. Journal of Pharmaceutical Investigation, 48(1), 43-60.

D'Souza, S. S., ve DeLuca, P. P. (2006). Methods to Assess in Vitro Drug Release from Injectable Polymeric Particulate Systems. Pharmaceutical Research, 23(3), 460-474.

D'Souza, S. (2014). A Review of In Vitro Drug Release Test Methods for Nano-Sized Dosage Forms. Advances in Pharmaceutics, 2014(1), 304757.

Dranitsaris, G., Yu, B., Wang, L., Sun, W., Zhou, Y., King, J., . . . Yuan, P. (2014). Abraxane® versus Taxol® for patients with advanced breast cancer: A prospective time and motion analysis from a Chinese health care perspective. Journal of Oncology Pharmacy Practice, 22(2), 205-211.
Ewii, U. E., Attama, A. A., Olorunsola, E. O., Onugwu, A. L., Nwakpa, F. U., Anyiam, C., . . . Ogbulie, T. (2025). Nanoparticles for drug delivery: Insight into in vitro and in vivo drug release from nanomedicines. Nano TransMed, 4, 100083.
Fecioru, E., Klein, M., Kraemer, J., ve Wacker, M. (2019). In Vitro Performance Testing of Nanoparticulate Drug Products for Parenteral Administration. Dissolution Technologies, 26, 28-37.
Fotaki, N. (2011). Flow-Through Cell Apparatus (USP Apparatus 4): Operation and Features. Dissolution Technologies, 18.
Fugit, K. D., Xiang, T.-X., Choi, D. H., Kangarlou, S., Csuhai, E., Bummer, P. M., ve Anderson, B. D. (2015). Mechanistic model and analysis of doxorubicin release from liposomal formulations. Journal of Controlled Release, 217, 82-91.
Gómez-Lázaro, L., Martín-Sabroso, C., Aparicio-Blanco, J., ve Torres-Suárez, A. I. (2024). Assessment of In Vitro Release Testing Methods for Colloidal Drug Carriers: The Lack of Standardized Protocols. Pharmaceutics, 16(1), 103.
Gupta, R., Chen, Y., ve Xie, H. (2021). In vitro dissolution considerations associated with nano drug delivery systems. WIREs Nanomedicine and Nanobiotechnology, 13(6), e1732.
Halwani, A. A. (2022). Development of Pharmaceutical Nanomedicines: From the Bench to the Market. Pharmaceutics, 14(1), 106.
Jarvis, M., Krishnan, V., ve Mitragotri, S. (2019). Nanocrystals: A perspective on translational research and clinical studies. Bioengineering & Translational Medicine, 4(1), 5-16.
Jia, Y., Jiang, Y., He, Y., Zhang, W., Zou, J., Magar, K. T., . . . He, W. (2023). Approved Nanomedicine against Diseases. Pharmaceutics, 15(3).
Juenemann, D., Jantratid, E., Wagner, C., Reppas, C., Vertzoni, M., ve Dressman, J. B. (2011). Biorelevant in vitro dissolution testing of products containing micronized or nanosized fenofibrate with a view to predicting plasma profiles. European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics, 77(2), 257-264.
Junghanns, J. U., ve Müller, R. H. (2008). Nanocrystal technology, drug delivery and clinical applications. Int J Nanomedicine, 3(3), 295-309.
Lhaglham, P., Jiramonai, L., Jia, Y., Huang, B., Huang, Y., Gao, X., . . . Zhu, M. (2024). Drug nanocrystals: Surface engineering and its applications in targeted delivery. iScience, 27(11), 111185.
Majekodunmi, S. O. (2015). A Review on Centrifugation in the Pharmaceutical Industry. American Journal of Biomedical Engineering, 5(2), 67-78.
Marques, S. S., Ramos, II, Fernandes, S. R., Barreiros, L., Lima, S. A. C., Reis, S., . . . Segundo, M. A. (2020). Insights on Ultrafiltration-Based Separation for the Purification and Quantification of Methotrexate in Nanocarriers. Molecules, 25(8).
Mazayen, Z. M., Ghoneim, A. M., Elbatanony, R. S., Basalious, E. B., ve Bendas, E. R. (2022). Pharmaceutical nanotechnology: from the bench to the market. Future Journal of Pharmaceutical Sciences, 8(1), 12.
Mead, H., Paraskevopoulou, V., Smith, N., Gibson, R., Amerio-Cox, M., Taylor-Vine, G., . . . Mann, J. (2023). Developing a robust in vitro release method for a polymeric nanoparticle: Challenges and learnings. International Journal of Pharmaceutics, 644, 123317.

Nicholls, G., Clark, B. J., ve Brown, J. E. (1992). Solid-phase extraction and optimized separation of doxorubicin, epirubicin and their metabolites using reversed-phase high-performance liquid chromatography. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 10(10), 949-957.
Nothnagel, L., ve Wacker, M. G. (2018). How to measure release from nanosized carriers? European Journal of Pharmaceutical Sciences, 120, 199-211.
Paswan, S. K., ve Saini, T. R. (2021). Comparative Evaluation of In Vitro Drug Release Methods Employed for Nanoparticle Drug Release Studies. Dissolution Technologies, 28(4), 30-38.
Rafiyath, S. M., Rasul, M., Lee, B., Wei, G., Lamba, G., ve Liu, D. (2012). Comparison of safety and toxicity of liposomal doxorubicin vs. conventional anthracyclines: a meta-analysis. Experimental Hematology & Oncology, 1(1), 10.
Sahoo, D., Bandaru, R., Samal, S. K., Naik, R., Kumar, P., Kesharwani, P., ve Dandela, R. (2021). Chapter 9 - Oral drug delivery of nanomedicine. In P. Kesharwani, S. Taurin, & K. Greish (Eds.), Theory and Applications of Nonparenteral Nanomedicines (pp. 181-207): Academic Press.
Shen, J., ve Burgess, D. J. (2013). In vitro dissolution testing strategies for nanoparticulate drug delivery systems: recent developments and challenges. Drug Delivery and Translational Research, 3(5), 409-415.
Toma, C.-M., Imre, S., Vari, C.-E., Muntean, D.-L., ve Tero-Vescan, A. (2021). Ultrafiltration Method for Plasma Protein Binding Studies and Its Limitations. Processes, 9(2), 382.
Wallace, S. J., Li, J., Nation, R. L., ve Boyd, B. J. (2012). Drug release from nanomedicines: selection of appropriate encapsulation and release methodology. Drug Delivery and Translational Research, 2(4), 284-292.
Weng, J., Tong, H. H. Y., ve Chow, S. F. (2020). In Vitro Release Study of the Polymeric Drug Nanoparticles: Development and Validation of a Novel Method. Pharmaceutics, 12(8), 732.
Xie, Y., Shao, N., Jin, Y., Zhang, L., Jiang, H., Xiong, N., . . . Xu, H. (2018). Determination of non-liposomal and liposomal doxorubicin in plasma by LC–MS/MS coupled with an effective solid phase extraction: In comparison with ultrafiltration technique and application to a pharmacokinetic study. Journal of Chromatography B, 1072, 149-160.
Yardley, D. A. (2013). nab-Paclitaxel mechanisms of action and delivery. Journal of Controlled Release, 170(3), 365-372.

Portal Hipertansiyon ve Özofagus Varis Kanamaları

Şeyma TRABZON[1]

1- Öğr. Gör. Dr; Sakarya Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, İlk ve Acil Yardım Programı. seymatrabzon@sakarya.edu.tr ORCID No: 0000-0001-9030-7804

ÖZET

Portal hipertansiyon (PH), portal venöz sistemde basınç artışıyla karakterize, siroz ve diğer kronik karaciğer hastalıklarının en önemli sonuçlarından biridir. Hemodinamik olarak portal basınç, splanknik kan akımı ve vasküler direncin çarpımıyla tanımlanır; sirozda 5 mmHg üzeri PH, 10 mmHg ve üzeri ise klinik olarak belirgin portal hipertansiyon (CSPH) olarak kabul edilir. CSPH, asit, gastroözofageal varis, hepatoselüler karsinom ve varis kanaması riskinin belirgin arttığı dönüm noktasıdır. En sık etyolojik neden sirozdur; portal ven trombozu gibi karaciğer öncesi, intrahepatik fibrozis ve inflamasyon, kalp yetmezliğine bağlı karaciğer sonrası tıkanıklıklar da PH'ye yol açar. Fizyopatolojide karaciğer içi direnç artışı, hiperdinamik dolaşım ve portosistemik kollateral gelişimi (özofagus/mide varisleri) temel mekanizmalardır. Tanıda altın standart hepatik venöz basınç gradyenti (HVPG) ölçümüdür, ancak invazivliği nedeniyle TE ile karaciğer sertliği (LSM), dalak sertliği (SSM), Baveno VI–VII kriterleri, kesitli görüntüleme ve biyobelirteçler sık kullanılır. Akut varis kanamasında yaklaşım; hava yolu güvenliği, restriktif sıvı ve transfüzyon stratejisi, erken antibiyotik ve vazoaktif ilaçlar, ardından 12–24 saat içinde endoskopik bant ligasyonu veya yapıştırıcı/coil uygulamalarıdır. Dirençli olgularda erken veya kurtarma Transjuguler İntrahepatik Portosistemik Şant (TIPS), seçilmiş olgularda Balonla Oklüde Edilmiş Retrograd Transvenöz Obliterasyon (BRTO), kendiliğinden genişleyen metal stentler (SEMS) ve cerrahi şantlar; ileri evrede karaciğer nakli gündeme gelir. Gastrik varisler ve portal hipertansif gastropati yönetiminde non-selektif beta blokerler, endoskopik tedaviler, TIPS ve destekleyici tedaviler temel yaklaşımlardır.

Anahtar Kelimeler: Portal Hipertansiyon, Özofagus Varisi, Gastrik Varis, Hepatik Venöz Basınç Gradyenti, Akut Varis Kanaması.

GİRİŞ

Portal hipertansiyon (PH), portal venöz sistemdeki basıncın patolojik olarak yükselmesiyle karakterize klinik bir sendromdur (Brzdęk et al., 2025). Hemodinamik olarak PH, portal ven ile inferior vena kava arasındaki basınç farkı olan portokaval basınç gradyenti üzerinden tanımlanır. Sağlıklı bireylerde bu gradyent 1 ile 5 mmHg arasında değişmektedir; siroz bağlamında PH, bu gradyentin 5 mmHg'nin üzerine çıkması olarak kabul edilir (Kaplan et al., 2024).

Portal basınç, temel fizik prensiplerine dayanır ve splanknik kan akımı (akış) ile bu akışa karşı oluşan vasküler direncin çarpımına eşittir (Kaplan et al., 2024). Bu bağlamda, PH gelişimindeki temel mekanizma, başlangıçta portal akışa karşı direncin artması, ardından bu durumu kompanse etmeye çalışan portal venöz akışın artışıdır (Felli et al., 2023; Kaplan et al., 2024).

Basınç ölçümlerinde mutlak değerler yerine gradyentin kullanılmasının nedeni, karın içi basınç değişikliklerinin ölçüm üzerindeki etkisini ortadan kaldırmaktır (Kaplan et al., 2024).

Tanısal Eşik Değerleri

Klinik Olarak Belirgin Portal Hipertansiyon (CSPH), karaciğer giriş ve çıkış damarları arasındaki basınç farkının (gradyent) belirli bir eşiği aşarak klinik komplikasyon riskini anlamlı ölçüde artırdığı evreyi ifade eder.

Altın standart olan hepatik venöz basınç gradyenti (HVPG) ölçümünde, CSPH eşiği 10 mmHg olarak belirlenmiştir (Brzdęk et al., 2025; Felli et al., 2023; Kuş et al., 2025). Güncel perspektifte, invaziv olmayan yöntemlerle de CSPH tanımlanabilmektedir. Özellikle geçici elastografi (Transient Elastography - TE) ile ölçülen karaciğer sertliğinin (LSM) >25 kPa olması, CSPH varlığını doğrulamak için kullanılan önemli bir eşik değerdir (Gralnek et al., 2022; Kaplan et al., 2024).

Klinik öneminde; CSPH'nin saptanması, hastalığın seyrinde bir dönüm noktasıdır. HVPG 10 mmHg ve üzerine çıktığında asit gelişimi, gastroözofageal varislerin oluşumu ve hepatoselüler karsinom (HCC) riski belirgin şekilde artar (Felli et al., 2023; Kaplan et al., 2024). Ayrıca, HVPG'nin 12 mmHg'yi aşması, varis kanaması riskinin katlanarak artmasıyla ilişkilidir (Kuş et al., 2025). Bu nedenle CSPH, kompanse sirozlu hastaların dekompanse evreye geçiş riskini belirlemede en kritik prognostik faktördür (Kaplan et al., 2024).

Portal Hipertansiyonun Etyolojisi

Portal hipertansiyonun en temel ve yaygın nedeni karaciğer dokusunun kronik hasar sonucu sertleşmesi, yani sirozdur (Jagdish et al., 2023; Mazumder, 2025). Hastalık, kanın geçeceği yolların nerede tıkandığına göre üç ana grupta incelenir:

Karaciğer Öncesi (Pre-hepatik): Kan karaciğere ulaşmadan önce, portal venin kendisinde pıhtı oluşması (portal ven trombozu) gibi nedenlerle yolun kapanmasıdır (Iwakiri, 2014).

Karaciğer İçi (İntrahepatik): Batı dünyasında en sık görülen türdür. Karaciğer içindeki yapıların fibrozis (nedbeleşme), yağlanma veya iltihaplanma nedeniyle bozulmasıyla ortaya çıkar (Mazumder, 2025; Rodríguez-Vilarrupla et al., 2007).

Karaciğer Sonrası (Post-hepatik): Kalp yetmezliği gibi durumlar nedeniyle kanın karaciğerden çıkışının zorlaşmasıdır (Iwakiri, 2014).

Portal Hipertansiyonun Fizyopatolojisi

Portal hipertansiyonun oluşumu basit bir fizik kuralına dayanır: Basınç, kanın geçtiği damarlardaki direncin veya damardan geçen kan miktarının (akışın) artmasıyla yükselir (Jagdish et al., 2023; Rodríguez-Vilarrupla et al., 2007).

1. Karaciğer İçi Direnç Artışı (Statik ve Dinamik Faktörler)

Sirotik bir karaciğerde kanın önündeki engel iki aşamalıdır:

• *Yapısal Engel (Statik):* Karaciğer dokusu sertleşip nedbeleştiğinde (fibrozis) ve iyileşme yumruları (nodüller) oluştuğunda, kanın geçeceği kanallar fiziksel olarak daralır ve şekil değiştirir (Iwakiri, 2014; Mazumder, 2025).

• *Hücresel Kasılma (Dinamik):* Toplam direncin yaklaşık %25-40'ı geri dönüştürülebilir bu süreçten kaynaklanır (Rodríguez-Vilarrupla et al., 2007). Hepatik stellat hücreler adı verilen hücreler, hasar karşısında adeta küçük kas liflerine dönüşerek damarları büzer. Ayrıca, damarları genişleten Nitrik Oksit (NO) maddesinin karaciğer içinde üretimi azalırken, damarları büzen maddelerin (endotelin-1, tromboksan A2) üretimi artar (Iwakiri, 2014; Jagdish et al., 2023; Rodríguez-Vilarrupla et al., 2007).

2. Kan Akışının Artması ve Hiperdinamik Dolaşım

Karaciğer içindeki direnç arttığında, vücut bunu telafi etmek için karaciğer dışındaki (özellikle bağırsak bölgesindeki) damarları genişletir (Rodríguez-Vilarrupla et al., 2007). Ancak bu durum, portal sisteme daha fazla kan girmesine neden olarak basıncı daha da artırır (Iwakiri, 2014; Jagdish et al., 2023). Sonuçta kalp daha hızlı çalışır, kan hacmi genişler ve hiperdinamik dolaşım sendromu adı verilen bir durum gelişir (Iwakiri, 2014; Rodríguez-Vilarrupla et al., 2007).

3. Yeni Yol Arayışları: Kollateral Damarlar

Vücut, yüksek basınçtan kurtulmak için kanı karaciğere uğramadan kalbe ulaştıracak yedek yollar (kollateraller) oluşturur (Iwakiri, 2014). Özofagus varisleri (yemek borusundaki damar genişlemeleri) bu yedek yolların en tehlikelisidir; çünkü bu damarlar ince yapılıdır ve yüksek basınca dayanamayarak şiddetli kanamalara yol açabilir (Jagdish et al., 2023; Mazumder, 2025).

Tanısal Yaklaşımlar

Portal hipertansiyon tanısında yaklaşım, geleneksel invaziv yöntemlerden daha güvenli ve uygulanabilir invaziv olmayan tekniklere doğru evrilmiştir.

İnvaziv Altın Standart: HVPG

Hepatik venöz basınç gradyenti (HVPG) ölçümü, portal basıncı dolaylı ancak son derece hassas bir şekilde ölçen altın standarttır. Transjuguler yolla uygulanan bir kateter yardımıyla, karaciğer venindeki tıkalı (wedged) ve serbest basınçlar arasındaki fark ölçülür. Ancak işlemin invaziv olması ve özel uzmanlık gerektirmesi, rutin kullanımını sınırlamaktadır (Brzdęk et al., 2025; Kaplan et al., 2024).

Endoskopik Tarama ve Baveno Kriterleri

Geleneksel olarak tüm siroz hastalarına varis taraması için endoskopi önerilmekteyken, güncel rehberler (Baveno VI ve VII) belirli kriterleri karşılayan hastalarda bu invaziv işlemden kaçınılabileceğini belirtmektedir.

Karaciğer sertliği (LSM) < 20 kPa ve trombosit sayısı > 150.000/µL olan hastalarda yüksek riskli varis bulunma olasılığı <%5'tir; bu nedenle bu hastalarda endoskopik tarama ertelenebilir (Brzdęk et al., 2025; Gralnek et al., 2022).

İnvaziv Olmayan Tanı Araçları (NIDT)

• *Geçici Elastografi (TE):* Karaciğer sertliği ölçümü, siroz ve CSPH tanısında en yaygın kullanılan yöntemdir. LSM değerinin >15 kPa olması karaciğer hastalığını (cACLD) düşündürürken, >25 kPa olması CSPH için yüksek özgüllüğe sahiptir (Gralnek et al., 2022; Kaplan et al., 2024).

• *Dalak Sertliği Ölçümü (SSM):* Baveno VII ile literatüre giren bu yöntem, CSPH değerlendirmesinde LSM'den daha güçlü bir korelasyon gösterebilir (Brzdęk ve ark., 2025; Kaplan ve ark., 2024). Özellikle viral hepatitli hastalarda SSM <21 kPa olması CSPH'yi dışlarken, >50 kPa olması CSPH tanısını doğrular (Brzdęk et al., 2025).

• *"Beşler Kuralı" (Rule of Five):* LSM değerlerinin (10-15-20-25-50 kPa) kullanımıyla hastanın dekompanzasyon ve mortalite riskini kademeli olarak sınıflandıran basit bir klinik araçtır (Kaplan et al., 2024).

Görüntüleme ve Biyobelirteçler

Kesitli görüntüleme yöntemleri (BT/MRG), portosistemik kollaterallerin, varislerin ve asidin görselleştirilmesinde yardımcıdır; bu bulguların varlığı CSPH tanısı için yeterli kabul edilir (Kaplan et al., 2024). Ayrıca, serum biyobelirteçleri (Fib-4, ELF testi vb.) karaciğer fibrozisini değerlendirmek için tamamlayıcı araçlar olarak önerilmektedir (Brzdęk et al., 2025).

Akut Varis Kanaması Yönetimi: Güncel Tanı, Tedavi, Cerrahi ve Girişimsel Yaklaşımlar

Akut varis kanaması (AVK), portal hipertansiyonun en ciddi ve hayati risk taşıyan komplikasyonlarından biridir (Brzdęk et al., 2025). Karaciğer sirozu portal hipertansiyonun en yaygın nedeni olsa da, portal ven trombozu veya Budd-Chiari sendromu gibi damarsal bozukluklar da karaciğer dışı portal hipertansiyona ve kanamalara yol açabilmektedir (Rabiee et al., 2023). Günümüzde bu durumun yönetimi; hızlı stabilizasyon, erken ilaç tedavisi, endoskopik müdahaleler ve gerektiğinde girişimsel radyolojik veya cerrahi yöntemleri içeren kapsamlı bir yaklaşım gerektirir (Higuera-de-la-Tijera et al., 2025).

İlk Müdahale ve Hemodinamik Stabilizasyon

Kanamayla başvuran hastada öncelik hava yolu güvenliğini sağlamak ve damar yolu açarak sıvı desteğine başlamaktır. Sıvı resüsitasyonunda, portal basınç artışına bağlı kanama şiddetini minimize etmek amacıyla 'restriktif' (kısıtlayıcı) bir yaklaşım benimsenmelidir. Agresif sıvı yüklemesi, intravasküler basıncı yükselterek hemostazı zorlaştırabilir ve varis kanamasının prognozunu olumsuz etkileyebilir. Kan naklinde hedef genellikle hemoglobin seviyesini 7-8 g/dL arasında tutmaktır. Ayrıca, sirozlu hastalarda enfeksiyon riskini ve buna bağlı ölüm oranlarını azaltmak için hastaneye yatış

anında geniş spektrumlu antibiyotik tedavisine derhal başlanmalıdır (Higuera-de-la-Tijera et al., 2025; Lesmana et al., 2025).

Farmakolojik tedavide, terlipressin, somatostatin veya oktreotid gibi vazoaktif ilaçlar, varis kanaması şüphesi oluşur oluşmaz, henüz endoskopi yapılmadan önce başlatılmalıdır (Lesmana et al., 2025). Bu ilaçlar portal damarlardaki basıncı düşürerek kanamanın kontrol altına alınmasını ve endoskopik işlemin başarısını kolaylaştırır (Higuera-de-la-Tijera et al., 2025).

Endoskopik Tedavi Yöntemleri

Üst gastrointestinal endoskopi hem teşhis hem de tedavi için temel yöntemdir ve hasta stabil hale gelir gelmez, ideal olarak ilk 12-24 saat içinde gerçekleştirilmelidir (Lesmana et al., 2025). Özofagus varis kanamalarında Endoskopik Bant Ligasyonu (EBL), skleroterapiye göre daha az yan etki ve daha yüksek başarı oranı sunması nedeniyle altın standart olarak kabul edilir (Brzdęk et al., 2025).

Mide varislerinde ise yaklaşım varisin türüne göre değişir; mide fundusunda yerleşen varislerde (GOV2 ve IGV1) doku yapıştırıcıları (siyanoakrilat glue) veya endoskopik ultrason (EUS) eşliğinde koil uygulamaları tercih edilirken, yemek borusu varislerinin devamı niteliğindeki varislerde (GOV1) bant ligasyonu bir seçenek olabilir (Lesmana et al., 2025).

Girişimsel Radyolojik Yaklaşımlar ve TIPS

İlaç ve endoskopi ile kontrol altına alınamayan kanamalarda girişimsel radyoloji hayati önem taşır. Transjuguler İntrahepatik Portosistemik Şant (TIPS), karaciğer içindeki damarlar arasında yapay bir kanal oluşturarak portal basıncı düşüren etkili bir prosedürdür (Tripathi et al., 2024).

Güncel yaklaşımlar, yüksek riskli hastalarda (Child-Pugh C veya kanaması durmayan Child-Pugh B hastaları) kanama kontrol altına alındıktan sonraki ilk 72 saat içinde "erken TIPS" uygulamasının hayatta kalma oranlarını anlamlı ölçüde iyileştirdiğini belirtmektedir (Lesmana et al., 2025). Kanamayı kontrol etmede başarısızlık durumunda ise "kurtarma TIPS" (rescue TIPS) son çare olarak kullanılır (Brzdęk et al., 2025). Mide varisleri için TIPS'e alternatif olarak BRTO (Balonla Oklüde Edilmiş Retrograd Transvenöz Obliterasyon) gibi yöntemler, özellikle TIPS'in riskli olduğu hepatik ensefalopati öyküsü olan hastalarda tercih edilebilir (Higuera-de-la-Tijera et al., 2025). Ayrıca, durdurulamayan özofagus kanamalarında kendiliğinden genişleyen metal stentler (SEMS), kesin tedaviye kadar geçici bir köprü görevi görebilir (Lesmana et al., 2025).

Cerrahi Tedavi Seçenekleri

Girişimsel radyolojideki ilerlemeler cerrahinin rolünü azaltmış olsa da, tüm yöntemlerin yetersiz kaldığı durumlarda cerrahi müdahale gerekebilir. Cerrahi seçenekler arasında portal dekompresyon sağlayan şant ameliyatları

ve devaskülarizasyon prosedürleri bulunur(Lesmana et al., 2025). Siroz dışı portal hipertansiyonda, özellikle uygun anatomisi olan hastalarda, portal akımı karaciğere geri yönlendiren Meso-Rex bypass yöntemi iyileştirici sonuçlar verebilmektedir(Rabiee et al., 2023). İleri evre karaciğer yetmezliği olan hastalarda ise karaciğer nakli tek kesin çözüm yoludur (Brzdęk et al., 2025).

Portal Hipertansiyonun Özel Komplikasyonları: Gastrik Varisler ve Gastropatiye Güncel Yaklaşımlar

Portal hipertansiyon, karaciğer sirozu ve diğer kronik karaciğer hastalıklarının en ciddi sonuçlarından biri olup, sindirim sisteminde hayati risk taşıyan çeşitli damarsal komplikasyonlara zemin hazırlar. Bu durum, portal venöz sistemdeki basıncın normal sınırların üzerine çıkmasıyla karakterizedir ve basınç farkının 10 mmHg'yi aşması klinik olarak anlamlı kabul edilir (Musa et al., 2025). Bu basınç artışı, kanın alternatif yollar aramasına neden olarak mide ve yemek borusu gibi bölgelerde varislerin oluşmasına veya mide dokusunda damarsal değişikliklere (gastropati) yol açar (Aleem Abdul & Shah Hiral, 2023; Wang & Ryou, 2024).

Tedavi Stratejileri ve Yenilikçi Yaklaşımlar

Gastrik varislerin tedavisinde standart yaklaşım, endoskopik olarak damar içine "siyanoakrilat" adı verilen özel yapıştırıcıların enjekte edilmesidir (Wang & Ryou, 2024). Ancak, tıbbi imkanların kısıtlı olduğu veya standart ilaçlara erişimin zor olduğu bölgelerde %50 dekstroz (şeker çözeltisi) kullanımı etkili bir alternatif olarak öne çıkmaktadır. Bu yöntem, yüksek yoğunluklu şekerin damar duvarında hasar oluşturarak damarın büzülmesini ve kapanmasını sağlaması esasına dayanır Yapılan vaka çalışmalarında, dekstroz enjeksiyonunun düşük maliyetli olması ve özellikle acil kanama kontrolünde başarı sağlaması, bu yöntemin kaynakları kısıtlı merkezler için hayati bir seçenek olabileceğini göstermektedir (Musa et al., 2025).
Modern tıpta, Endoskopik Ultrason (EUS) rehberliğinde yapılan müdahaleler de popülerlik kazanmaktadır. EUS sayesinde damar içine sarmal teller (coil) yerleştirilerek kan akışı daha güvenli bir şekilde durdurulabilmektedir. Endoskopik tedavilerin yetersiz kaldığı durumlarda ise girişimsel radyoloji tarafından uygulanan TIPS (karaciğer içi damar bağlantısı) veya BRTO (damar tıkama) gibi teknikler daha kalıcı çözümler sunar(Wang & Ryou, 2024).

Portal Hipertansif Gastropati (PHG)

Portal hipertansiyonun bir diğer önemli mide komplikasyonu ise gastropatidir. Bu tablo, portal hipertansiyonu olan hastaların %20 ile %75'i gibi geniş bir kesiminde görülmekte olup karaciğer fonksiyonları bozuldukça daha sık karşımıza çıkmaktadır. PHG, mide dokusunda iltihabi bir durumdan

ziyade, damarların genişleyip belirginleşmesiyle karakterize edilen yapısal bir değişikliktir (Khalifa & Rockey, 2023; Rajabnia et al., 2022).

PHG'nin teşhisinde endoskopi en önemli araçtır. Mide yüzeyinde, ince beyaz çizgilerle birbirinden ayrılmış pembe alanlar şeklinde görülen ve "yılan derisi" olarak adlandırılan mozaik bir yapı izlenir (Rajabnia et al., 2022). Bu değişiklikler genellikle midenin üst kısımlarında (fundus ve gövde) yoğunlaşır. Hastalığın şiddetine göre bu mozaik görünümüne kahverengi veya kırmızı lekeler de eşlik edebilir; bu durum mide dokusunun ne kadar hassaslaştığının bir göstergesidir (Khalifa & Rockey, 2023).

Güncel Tedavi Yöntemleri

PHG yönetiminde temel strateji, mide yüzeyine doğrudan müdahale etmekten ziyade asıl sorun olan damar basıncını düşürmektir (Wang & Ryou, 2024).Bu kapsamda uygulanan yöntemler şunlardır:

İlaç Tedavisi: Damar içi basıncı azaltan "non-selektif beta-bloker" ilaçlar (propranolol gibi) tedavinin altın standardıdır (Rajabnia ve ark., 2022). Bu ilaçlar mideye giden kan akışını yavaşlatarak hem sızıntıları azaltır hem de yeni kanama oluşumunu engeller (Wang & Ryou, 2024).

Destekleyici Bakım: Kronik kan kaybı nedeniyle kansızlık çeken hastalara demir takviyesi veya ciddi durumlarda kan nakli yapılır (Musa et al., 2025).

İleri Müdahaleler: İlaç tedavisine yanıt vermeyen hastalarda, karaciğer basıncını düşürmek amacıyla TIPS adı verilen damar içi şant uygulamaları veya son çare olarak karaciğer nakli gündeme gelir (Wang & Ryou, 2024).

KAYNAKÇA

Aleem Abdul, & Shah Hiral. (2023). *Gastric Varices*. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK570618/.

Brzdęk, M., Dobrowolska, K., Janczura, J., Wajdowicz, M., Brzdęk, K., Zarębska-Michaluk, D., Gąsiorowska, A., & Mangia, A. (2025). Advances in portal hypertension management: Evolution of the Baveno guidelines. In *World Journal of Gastroenterology* (Vol. 31, Issue 35). Baishideng Publishing Group Inc. https://doi.org/10.3748/wjg.v31.i35.110241

Felli, E., Nulan, Y., Selicean, S., Wang, C., Gracia-Sancho, J., & Bosch, J. (2023). Emerging Therapeutic Targets for Portal Hypertension. *Current Hepatology Reports*, *22*(1), 51–66. https://doi.org/10.1007/s11901-023-00598-4

Gralnek, I. M., Camus Duboc, M., Garcia-Pagan, J. C., Fuccio, L., Karstensen, J. G., Hucl, T., Jovanovic, I., Awadie, H., Hernandez-Gea, V., Tantau, M., Ebigbo, A., Ibrahim, M., Vlachogiannakos, J., Burgmans, M. C., Rosasco, R., & Triantafyllou, K. (2022). Endoscopic diagnosis and management of esophagogastric variceal hemorrhage: European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) Guideline. *Endoscopy*, *54*(11), 1094–1120. https://doi.org/10.1055/a-1939-4887

Higuera-de-la-Tijera, F., Noble-Lugo, A., Crespo, J., Albillos, A., Montaño-Loza, A. J., Cano-Contreras, A. D., Castro-Narro, G. E., De Giau-Triulzi, L. F., García-

Jiménez, E. S., Fernández-Pérez, N. J., Aldana-Ledesma, J. M., Trujillo-Benavides, O. E., Cerna-Cardona, J., Velasco-Santiago, Y. M., Cerda-Reyes, E., Tapia-Calderón, D. K., Bautista-Santos, A., Pérez-Hernández, J. L., Moreno-Alcántar, R., & Velarde-Ruiz Velasco, J. A. (2025). Mexican consensus on the approach to and treatment of acute variceal bleeding. *Revista de Gastroenterología de México (English Edition)*, *90*(3), 451–473. https://doi.org/10.1016/j.rgmxen.2025.09.007

Iwakiri, Y. (2014). Pathophysiology of portal hypertension. In *Clinics in Liver Disease* (Vol. 18, Issue 2, pp. 281–291). W.B. Saunders. https://doi.org/10.1016/j.cld.2013.12.001

Jagdish, R. K., Roy, A., Kumar, K., Premkumar, M., Sharma, M., Rao, P. N., Reddy, D. N., & Kulkarni, A. V. (2023). Pathophysiology and management of liver cirrhosis: from portal hypertension to acute-on-chronic liver failure. In *Frontiers in Medicine* (Vol. 10). Frontiers Media SA. https://doi.org/10.3389/fmed.2023.1060073

Kaplan, D. E., Ripoll, C., Thiele, M., Fortune, B. E., Simonetto, D. A., Garcia-Tsao, G., & Bosch, J. (2024). AASLD Practice Guidance on risk stratification and management of portal hypertension and varices in cirrhosis. *Hepatology*, *79*(5), 1180–1211. https://doi.org/10.1097/HEP.0000000000000647

Khalifa, A., & Rockey, D. C. (2023). *Role of Endoscopy in the Diagnosis, Grading, and Treatment of Portal Hypertensive Gastropathy (PHG) and Gastric Antral Vascular Ectasia (GAVE)*.

Kuş, M., Akpınar, S., Kantarçeken, B., & Gişi, K. (2025). Özofagus Varislerinin Tedavisi: Primer Profilaksi, Akut Kanama ve Sekonder Profilaksi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, *20*(3), 249–260. https://doi.org/10.17517/ksutfd.1744248

Lesmana, C. R. A., Shukla, A., Kumar, A., Shalimar, Qi, X., Gani, R. A., Zhuang, Z. H., Dokmeci, A. K., Lo, G. H., Maruyama, H., Jia, J. D., Kulkarni, A. V., Chang, J., Ormeci, N., Shiha, G., Shah, H. A., Sollano, J. D., Rathi, S., Siam, T. S., … Sarin, S. K. (2025). Management of acute variceal bleeding: updated APASL guidelines. *Hepatology International*, *19*(5), 1003–1031. https://doi.org/10.1007/s12072-025-10894-4

Mazumder, N. R. (2025). A Practical Guide to Portal Hypertension: The Basics of Diagnostics and Medical Management. In *Techniques in Vascular and Interventional Radiology* (Vol. 28, Issue 3). W.B. Saunders. https://doi.org/10.1016/j.tvir.2025.101052

Musa, Y., Saleh, H. T., Olalekan, N. M., Idowu, D., Aminu, A. S., Zubairu, H. A., & Sama'ila, A. A. (2025). Resource-constrained Management of Portal Hypertension: A Case Series Evaluating Alternative Therapies for Gastric Varices. *Journal of Translational Gastroenterology*, *000*(000), 000–000. https://doi.org/10.14218/jtg.2025.00005

Rabiee, A., Cornman-Homonoff, J., Kunstman, J. W., Garcia-Tsao, G., & Taddei, T. H. (2023). Interventional Radiology and Surgical Treatment Options for Non-Cirrhotic Portal Hypertension. *Current Hepatology Reports*, *22*(4), 269–275. https://doi.org/10.1007/s11901-023-00617-4

Rajabnia, M., Hatami, B., Moghadam, P. K., Mohammadi, M., Rafizadeh, M., Mangeli, F., Fathi, M., & Jahanian, A. (2022). Comparison of portal hypertensive gastropathy and gastric antral vascular ectasia: an update. In *Gastroenterology and Hepatology from Bed to Bench* (Vol. 15, Issue 3, pp. 204–

2018). Research Institute for Gastroenterology and Liver Diseases. https://doi.org/10.22037/ghfbb.v15i3.2561

Rodríguez-Vilarrupla, A., Fernández, M., Bosch, J., & García-Pagán, J. C. (2007). Current concepts on the pathophysiology of portal hypertension. In *Annals of Hepatology* (Vol. 6, Issue 1, pp. 28–36). Fundacion Clinica Medica Sur. https://doi.org/10.1016/s1665-2681(19)31950-7

Tripathi, D., Patch, D., Mehrzad, H., Yu, D., Aspinall, R. J., Armstrong, M. J., Stanley, A., Ireland, H., Travis, S., Hayes, P., Lomax, M., Roslund, N., Lam, E., Slinn, G., Jowett, S., Moakes, C., Maher, A., Brettell, E., & Sehmi, S. (2024). Study protocol for a Randomised controlled trial of EArly transjugular intrahepatiC porTosystemic stent-shunt in Acute Variceal Bleeding (REACT-AVB trial). *BMJ Open Gastroenterology*, *11*(1). https://doi.org/10.1136/bmjgast-2023-001314

Wang, T. J., & Ryou, M. (2024). Treatment of Gastric Varices. In *Current Hepatology Reports* (Vol. 23, Issue 2, pp. 287–293). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/s11901-024-00649-4

Hipertiroidi, Etyoloji, Fizyopatolojisi, Yönetimi ve Güncel Yaklaşımlar

Şeyma TRABZON[1]

1- Öğr. Gör. Dr; Sakarya Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, İlk ve Acil Yardım Programı. seymatrabzon@sakarya.edu.tr ORCID No: 0000-0001-9030-7804

ÖZET

Hipertiroidi, tiroid bezinin aşırı çalışmasına bağlı olarak tiroid hormonlarının (T3/T4) uygunsuz yükselmesiyle ortaya çıkan ve bazal metabolizma hızını artırarak hipermetabolik tabloya yol açan bir endokrin bozukluktur. “Tirotoksikoz” terimi ise bezin aşırı üretiminden bağımsız biçimde dokuların fazla hormona maruz kaldığı daha geniş durumu ifade eder. Dünya genelinde prevalans yaklaşık %2,5 olup kadınlarda daha sık görülür; klinik spektrum subklinik hipertiroididen tiroid fırtınasına kadar uzanır. Hormon üretimi hipotalamus-hipofiz-tiroid ekseninin negatif geri bildirimiyle düzenlenir; iyot ve tiroid peroksidaz aracılığıyla tiroglobulin üzerinde MIT/DIT oluşur, T4 ve T3 sentezlenir; aktif fraksiyon serbest hormondur ve T3’ün önemli kısmı periferde T4’ten dönüşür. Başlıca etyolojiler Graves hastalığı (TRAb ile TSHR’nin sürekli uyarılması), toksik multinodüler guatr/toksik adenom (otonom nodüller; TSHR veya Gsα mutasyonları), tiroiditler (depolanmış hormon sızıntısı) ve ilaçlara bağlı hipertiroididir (özellikle amiodaron). Fazla hormon sempatik aktiviteyi artırarak çarpıntı, terleme, tremor, kilo kaybı ve nöropsikiyatrik yakınmalara; yaşlılarda atriyal fibrilasyon ve kalp yetmezliğine, ayrıca osteoporoz riskine neden olabilir. Tanıda ilk basamak TSH, ardından sT4/sT3; etyoloji için TRAb, USG/Doppler ve RAIU kullanılır. Tedavi beta-blokerler, antitiroid ilaçlar, radyoaktif iyot veya cerrahiyi içerir. Gelecekte yapay zekâ destekli tanı/izlem, tedavi yanıtı öngörü modelleri ve özellikle TED’de teprotumumab gibi hedefe yönelik biyolojik ajanlar kişiselleştirilmiş yönetimi güçlendirecektir.

Anahtar Kelimeler: Hipertiroidi, Tirotoksikoz, Graves Hastalığı, Tanı, Güncel Yaklaşımlar.

GİRİŞ

Tanım ve Klinik Giriş

Hipertiroidi, tiroid bezinin aşırı aktivitesi sonucunda tiroid hormonlarının sentez ve sekresyonunun artmasıyla karakterize, serum hormon düzeylerinin uygunsuz şekilde yükseldiği patolojik bir durumdur. Bu endokrin bozukluk, vücuttaki hemen hemen tüm çekirdekli hücreleri etkileyerek bazal metabolizma hızında belirgin bir artışa ve buna bağlı olarak gelişen hipermetabolik bir duruma yol açar (Bereda Gudisa, 2022). Klinik olarak "tirotoksikoz" terimi sıklıkla hipertiroidi ile birbirinin yerine kullanılsa da, tirotoksikoz, bezin aşırı üretiminden bağımsız olarak (örneğin iltihaplanma veya dışarıdan hormon alımı gibi) dokuların aşırı tiroid hormonuna maruz kaldığı tüm durumları kapsayan daha geniş bir tanımlamadır (Lee & Pearce, 2023).

Dünya genelinde hipertiroidi prevalansı yaklaşık %2,5 civarındadır (Yu et al., 2025). Hastalık, kadınlarda erkeklere oranla belirgin şekilde daha

sık görülmekte olup (yaklaşık 10 kat), özellikle 20 ila 50 yaşları arasında teşhis sıklığı zirve yapmaktadır (Ahn et al., 2023; Bereda Gudisa, 2022). Klinik spektrum, asemptomatik olan "subklinik hipertiroidi"den (normal serbest T4/T3 seviyelerine rağmen düşük TSH), hayati tehlike arz eden ve bir endokrin acil durum olan "tiroid fırtınası"na kadar uzanmaktadır (Bereda Gudisa, 2022; Ursem et al., 2024).

Tiroid Fizyolojisi ve Hormon Regülasyonu

Tiroid hormonlarının üretimi ve dolaşıma salınması, hipotalamus-hipofiz-tiroid ekseni tarafından yönetilen hassas bir negatif geri bildirim (feedback) mekanizmasına tabidir. Süreç, hipotalamustan salınan tirotropin salgılatıcı hormonun (TRH), hipofiz bezini uyararak tiroid uyarıcı hormon (TSH) salgılatmasıyla başlar (Bereda Gudisa, 2022). TSH, tiroid folikül hücrelerinin yüzeyindeki TSH reseptörlerine (TSHR) bağlanarak hormon sentezini tetikler (Lee & Pearce, 2023).

Tiroid hormon sentezi için temel gereksinim diyetle alınan iyottur; yetişkinler için günlük önerilen iyot alımı 150 mg düzeyindedir. Hücre içine taşınan iyodür, tiroid peroksidaz (TPO) enzimi aracılığıyla iyota yükseltgenir ve tiroglobulin molekülündeki tirozin kalıntılarına bağlanarak monoiyodotirozin (MIT) ve diiyodotirozin (DIT) yapılarını oluşturur. Bu moleküllerin eşleşmesi sonucunda tiroksin (T4) ve triiyodotironin (T3) meydana gelir. Dolaşımdaki hormonların büyük çoğunluğu proteinlere bağlı ve inaktif haldedir; ancak sadece serbest haldeki hormonlar biyolojik olarak aktiftir (Bereda Gudisa, 2022). Metabolik olarak daha aktif olan T3'ün büyük bir kısmı, periferik dokularda (karaciğer ve hipofiz gibi) T4'ün deiyodinasyonu yoluyla üretilir (Bereda Gudisa, 2022; Lee & Pearce, 2023).

TSH reseptörü, tiroid folikül hücreleri üzerinde bulunan G-protein kenetli bir reseptördür. Bu reseptör, hücre dışı büyük bir A-alt birimi ve hücre zarına gömülü yedi transmembran alanlı bir B-alt biriminden oluşur. TSH reseptörünün uyarılması, hücre içi siklik adenozin monofosfat (cAMP) artışına yol açan Gsα sinyal yolunu ve fosfolipaz yolaklarını aktive eden Gq sinyalini başlatarak folikül hücresi büyümesini ve hormon salınımını koordine eder (Lane et al., 2020).

Hipertiroidinin Etyolojisi

Hipertiroidinin nedenleri coğrafi bölgeye, diyetle alınan iyot miktarına ve yaşa göre değişiklik göstermektedir. Başlıca etyolojik faktörler şunlardır:

Graves Hastalığı: Gelişmiş ülkelerde hipertiroidinin en yaygın nedenidir ve tüm vakaların büyük çoğunluğunu oluşturur. Otoimmün bir bozukluk olan bu hastalıkta, TSH reseptörüne karşı gelişen antikorlar bezin kontrolsüz uyarılmasına neden olur (Bereda Gudisa, 2022).

Toksik Multinodüler Guatr (TMNG) ve Toksik Adenom: İyot eksikliği olan bölgelerde ve yaşlı popülasyonda daha yaygındır. Bu durumlarda, tiroid

içindeki bir veya daha fazla nodül hipofiz kontrolünden bağımsız olarak (otonom) aşırı hormon üretmeye başlar (Bereda Gudisa, 2022; Lee & Pearce, 2023).

Tiroiditler: Tiroid bezinin iltihaplanması sonucu, bezde depolanmış haldeki hormonların kan dolaşımına sızmasıyla oluşur. Subakut (ağrılı) tiroidit genellikle viral enfeksiyonları takiben gelişirken, ağrısız tiroidit postpartum dönemde görülebilmektedir (Bereda Gudisa, 2022). Bu durumlarda hormon sentezi artmamıştır, sadece depolanmış hormonun serbest kalması söz konusudur (Lee & Pearce, 2023).

İlaçlara Bağlı Hipertiroidi: En dikkat çeken ajan, yüksek oranda iyot içeren bir antiaritmik olan amiodarondur (Bereda Gudisa, 2022). Amiodaron iki tip tirotoksikoza yol açabilir: Tip 1, altta yatan bir tiroid hastalığı olanlarda aşırı iyot yükü nedeniyle sentezin artması; Tip 2 ise bezin doğrudan hasar görmesiyle hormon sızıntısı olmasıdır. Ayrıca lityum, interferon-α ve modern kanser tedavisinde kullanılan immün kontrol noktası inhibitörleri de hipertiroidiyi tetikleyebilir (Bereda Gudisa, 2022; Lee & Pearce, 2023).

Diğer Nedenler: Gebeliğin erken döneminde insan koryonik gonadotropininin (hCG) TSH reseptörünü uyarmasıyla gelişen geçici gestasyonel tirotoksikoz, TSH salgılayan hipofiz tümörleri ve nadiren görülen over tümörleri (struma ovarii) diğer nedenler arasındadır (Bereda Gudisa, 2022; Lee & Pearce, 2023).

Patogenez ve Fizyopatoloji

Hipertiroidinin patogenezi, altta yatan nedene bağlı olarak farklı mekanizmalar üzerinden ilerler. En karakteristik patofizyolojik süreç Graves hastalığında görülmektedir.

Graves Hastalığı Patogenezi; Graves hastalığı, immünolojik toleransın kaybı neticesinde ortaya çıkan kompleks bir etkileşimin ürünüdür. Merkezi olay, B-lenfositleri tarafından üretilen ve TSH reseptörüne bağlanan otoantikorların (TRAb) varlığıdır (Bartalena et al., 2022). Bu antikorlar TSH'ın etkisini taklit ederek reseptörü sürekli aktif halde tutar(Lane et al., 2020) Sonuç olarak, folikül hücrelerinde hipertrofi ve hiperplazi gelişir, vaskülarite artar ve negatif geri bildirim mekanizması devre dışı kalarak hormon üretimi kontrolsüz bir şekilde yükselir (Bereda Gudisa, 2022; Lane et al., 2020).

Hastalığın gelişiminde genetik yatkınlık önemli bir rol oynar; HLA-DR3 geni, CTLA-4 ve PTPN22 gibi immün düzenleyici genlerdeki polimorfizmler risk faktörü olarak tanımlanmıştır (Bartalena et al., 2022; Bereda Gudisa, 2022). Tiroid bezine sızan T ve B lenfositleri yerel inflamasyonu aktive eder ve sitokin salınımı yoluyla otoantikor üretimini daha da artırır (Bereda Gudisa, 2022). Bazı vakalarda tiroid içinde ektopik germinal merkezlerin oluştuğu gözlemlenmiştir (Lane et al., 2020).

Nodüler Hastalık ve Otonomi Patogenezi; Toksik adenom ve TMNG vakalarında, hormon üretimi genellikle TSH reseptör geninde veya Gsα proteininde meydana gelen somatik mutasyonlar sonucu gelişir. Bu

mutasyonlar, reseptörün ligand (TSH) yokluğunda bile sürekli "açık" konumda kalmasına neden olur (Lee & Pearce, 2023). Bu otonom çalışan nodüller, tiroidin geri kalan kısmındaki hormon sentezini baskılayarak baskın hale gelirler (Bereda Gudisa, 2022).

Ekstratiroidal Belirtilerin Patogenezi; Graves hastalığında görülen oftalmopati (göz tutulumu) ve dermopati gibi ekstratiroidal belirtiler, TSH reseptörünün tiroid dışı dokularda da bulunmasıyla açıklanmaktadır (Lane et al., 2020). Orbital fibroblastlar ve deri dokusundaki reseptörlere bağlanan TRAb, bu hücrelerde proliferasyonu, glikozaminoglikan sentezini ve adipogenezi uyararak doku şişmesine (proptozis) ve pretibial miksödeme yol açar (Lane et al., 2020; Lee & Pearce, 2023).

Sistemik Fizyopatolojik Etkiler; Kandaki aşırı tiroid hormonu, sempatik sinir sistemi aktivitesini artırarak taşikardi, çarpıntı, terleme ve titreme gibi semptomlara neden olur (Bereda Gudisa, 2022). Kardiyovasküler sistemde artan debi ve kalp hipertrofisi, özellikle yaşlılarda atriyal fibrilasyon ve kalp yetmezliği riskini yükseltir (Ahn et al., 2023). Kemik dokusunda ise tiroid hormonları osteoklastik aktiviteyi hızlandırarak kemik döngüsünü artırır, bu da düşük TSH seviyelerine sahip hastalarda osteoporoz ve kırık riskinin belirgin şekilde artmasıyla sonuçlanır (Ahn et al., 2023; Ursem et al., 2024). Karaciğer ile etkileşim de kritiktir; hormon fazlalığı karaciğer enzimlerinde anomaliye yol açabilirken, hormonların karaciğerde glukuronidasyonu ve safra yoluyla atılımı hızlanır (Bereda Gudisa, 2022).

Klinik Belirtiler ve Bulgular

Hipertiroidinin klinik tablosu, tiroid hormonlarının periferik dokular üzerindeki etkilerine bağlı olarak gelişen hipermetabolik bir yansımadır. Hastalar tipik olarak iştah artışına rağmen açıklanamayan kilo kaybı, çarpıntı, aşırı terleme ve sıcağa karşı tolerans kaybı gibi şikayetlerle başvururlar (Chowdhury et al., 2024). Kardiyovasküler sistem üzerindeki etkileri sonucunda istirahat taşikardisi, hipertansiyon ve özellikle yaşlılarda atriyal fibrilasyon gibi ritim bozuklukları görülebilmektedir (Mathew, Kaur, Rawla, et al., n.d.).

Nöromüsküler ve psikolojik bulgular arasında el titremesi (tremor), kas güçsüzlüğü, anksiyete, huzursuzluk ve uyku bozuklukları yer alır (Chowdhury et al., 2024). Gastrointestinal sistemde ise bağırsak hareketlerinde artış ve diyare gözlemlenirken, kadınlarda adet düzensizlikleri veya adet kanamalarında azalma sık karşılaşılan semptomlardır (Mathew, Kaur, & Rawla, n.d.). Çocuklarda ve ergenlerde bu tabloya ek olarak sinirlilik, agresif davranışlar ve odaklanma güçlüğüne bağlı okul başarısında düşüş eşlik edebilir (Marjona et al., 2024) Graves hastalığına özgü olarak gözlerde dışa doğru fırlama (ekzoftalmi), alt bacak derisinde kalınlaşma (pretibial miksödem) ve parmak uçlarında şişme (akropati) gibi spesifik bulgular saptanabilir (Mathew, Kaur, Rawla, et al., n.d.).

Tanı ve Değerlendirme Süreci

Hipertiroidi tanısında laboratuvar incelemeleri temel taşıdır. İlk basamak test olarak tiroid uyarıcı hormon (TSH) düzeyi ölçülür; baskılanmış bir TSH seviyesi hipertiroidi şüphesini güçlendirir (Chowdhury ve ark., 2024). Tanının kesinleşmesi için serbest tiroksin (sT4) ve serbest triiyodotironin (sT3) seviyelerinin ölçülmesi gereklidir. Klinik olarak sT4 ve sT3 yüksek, TSH baskılanmış ise "aşikar hipertiroidi"; TSH düşük ancak serbest hormonlar normalse "subklinik hipertiroidi" tanısı konur. Subklinik form, özellikle yaşlılarda kardiyovasküler riskler ve kemik erimesi açısından yakından takip edilmelidir (Tsai & Leung, 2021).

Etiyolojinin netleştirilmesi amacıyla tiroid reseptör antikorları (TRAb) ölçümü, Graves hastalığının tanısında yüksek hassasiyet gösterir (Kim et al., 2025). Radyolojik olarak tiroid ultrasonografisi ve Doppler incelemesi, bezin kanlanmasını ve nodül varlığını değerlendirmek için kullanılır. Ayırıcı tanıda sintigrafi ve radyoaktif iyot tutulum (RAIU) testi kritik rol oynar; Graves hastalığında bezde yaygın ve artmış bir tutulum izlenirken, tiroiditlerde veya dışarıdan hormon kullanımında tutulum düşüktür (Mathew, Kaur, Rawla, et al., n.d.).

Tedavi Yöntemleri ve Yönetim

Hipertiroidi tedavisi, hastalığın nedenine, şiddetine ve hastanın bireysel özelliklerine göre semptomatik ve definitif (kesin) tedavi olmak üzere iki ana kategoride ele alınır.

Semptomatik Tedavi

Hastalardaki çarpıntı, titreme ve anksiyete gibi adrenerjik belirtileri hızla kontrol altına almak için beta-blokerler (örneğin atenolol veya propranolol) kullanılır (Chowdhury et al., 2024). Bu ilaçlar hormon sentezini durdurmasa da hastanın yaşam kalitesini artırır ve kardiyak komplikasyon riskini azaltır (Mathew, Kaur, Rawla, et al., n.d.).

Antitiroid İlaç Tedavisi

Metimazol ve propiltiyourasil (PTU), tiroid bezi içinde hormon sentezini engelleyerek etkisini gösterir. Metimazol, daha iyi güvenlik profili ve günde tek doz kullanım avantajı nedeniyle genellikle ilk tercihtir; ancak gebeliğin ilk trimesterinde fetüs üzerindeki riskler nedeniyle PTU tercih edilmektedir. İlaç tedavisinin nadir fakat ciddi yan etkileri arasında agranülositoz (beyaz kan hücrelerinde ani düşüş) ve karaciğer hasarı yer aldığından hastalar bu konuda uyarılmalıdır (Mathew, Kaur, & Rawla, n.d.; Mathew, Kaur, Rawla, et al., n.d.).

Radyoaktif İyot (RAI) Tedavisi

Özellikle Graves hastalığı ve toksik nodüler guatrda yaygın olarak tercih edilen kesin bir tedavi yöntemidir. Radyoaktif iyot, tiroid folikül hücrelerini tahrip ederek hormon üretim kapasitesini kalıcı olarak düşürür. Bu tedavi sonrasında hastaların büyük çoğunluğunda kalıcı hipotiroidi gelişir ve yaşam boyu tiroid hormon replasmanı gerekir (Kim et al., 2025). RAI tedavisi

gebelikte ve emzirme döneminde kesinlikle kontrendikedir (Mathew, Kaur, Rawla, et al., n.d.).

Cerrahi Tedavi (Tiroidektomi)

Çok büyük guatrı olan, ilaç tedavisine yanıt vermeyen, malignite şüphesi taşıyan veya RAI tedavisini reddeden hastalarda tiroid bezinin bir kısmının veya tamamının çıkarılması işlemidir (Chowdhury et al., 2024). Cerrahi öncesinde hastanın ötiroid (normal hormon seviyeleri) hale getirilmesi komplikasyon riskini azaltmak için önemlidir (Mathew, Kaur, Rawla, et al., n.d.). Cerrahinin olası riskleri arasında ses tellerini uyaran sinirin hasarı ve kalsiyum dengesini sağlayan paratiroid bezlerinin zarar görmesi bulunmaktadır(Chowdhury et al., 2024).

Hipertiroidide Gelecek Perspektifleri ve Yeni Tedaviler

Hipertiroidizm, özellikle Graves hastalığı gibi otoimmün süreçlerle tetiklenen ve vücuttaki çok sayıda organ sistemini etkileyen yaygın bir endokrin bozukluktur (Alkhazzar & Moslem, 2024). Geleneksel tanı ve tedavi yöntemleri yıllardır temel taşı olmaya devam etse de, tıp dünyası artık yapay zeka tabanlı teşhis sistemlerine ve hedefe yönelik biyolojik tedavilere doğru evrilmektedir (X. Wang et al., 2024). Hipertiroidi yönetimindeki güncel teknolojik gelişmeler ve yeni tedavi modaliteleri dokuz farklı bilimsel çalışma ışığında gruplandırılarak sunulmuştur.

Teşhis ve İzlemde Yapay Zeka ve Makine Öğrenmesi

Hipertiroidi ve ilişkili durumların teşhisinde makine öğrenmesi algoritmaları, geleneksel yöntemlere göre çok daha yüksek doğruluk oranları sunmaktadır. Karar ağacı (Decision Tree) tabanlı modellerin tiroid hastalıklarını sınıflandırmada %99,75 gibi son derece yüksek bir doğruluk oranına ulaştığı ve klinik karar verme süreçlerinde güvenilir bir araç olduğu kanıtlanmıştır (Alkhazzar & Moslem, 2024). Benzer şekilde, hastaların günlük yaşamlarında kullandıkları giyilebilir cihazlardan elde edilen kalp atış hızı verileri, makine öğrenmesi aracılığıyla hipertiroidi atağını (tirotoksikoz) tahmin etmek için kullanılabilmektedir. Bu sistemlerin özellikle subklinik tirotoksikozu ayırt etmede ve tedavi müdahalesi için en uygun zamanı belirlemede %86,14 duyarlılıkla çalıştığı rapor edilmiştir (Shin et al., 2023).

Yapay zeka teknolojileri sadece teşhiste değil, cerrahi sonrası izlemde de kritik rol oynamaktadır. Konvolüsyonel sinir ağları (CNN) kullanılarak yapılan analizler, tiroidektomi sonrası TSH reseptör antikorlarının (TRAb) zaman içindeki azalma seyrini matematiksel modellerle tahmin edebilmekte ve bu sayede göz hastalığı (TED) riskini önceden belirleyebilmektedir (Suh, 2025). Ayrıca, yapay zeka tabanlı bu modellerin bireysel bazda antikor kinetiğini modelleyerek geleneksel istatistiksel yöntemlerin ötesinde bir öngörü sağladığı vurgulanmaktadır (Suh, 2025).

Tedavi Yanıtının Öngörülmesi ve Kişiselleştirilmiş Yaklaşımlar

Graves hastalığında tedavi başarısını artırmak için hastaların "dirençli" olup olmayacağını önceden bilmek stratejik bir avantaj sağlamaktadır. Yapılan çalışmalar, başlangıç özelliklerine ek olarak tedavinin 3. ayındaki parametrelerin entegre edildiği modellerin, dirençli Graves hastalığını tahmin etmede sadece başlangıç verilerine dayanan modellere göre çok daha üstün olduğunu göstermektedir. Bu tür bir dinamik risk değerlendirmesi, hekimlerin hastayı erkenden cerrahi veya radyoiyot tedavisine yönlendirmesine olanak tanır (L. Wang & Chen, 2025).

Radyoiyot (RAI) tedavisi sonrası gelişebilecek erken hipotiroidi riski de artık makine öğrenmesi ile yönetilebilmektedir. Yaş, tiroid kütlesi ve antikor düzeyleri gibi verileri işleyen multivariate modeller, RAI sonrası 6 ay içinde hipotiroidi gelişme riskini başarıyla tahmin ederek tedavi öncesi hasta stratifikasyonuna imkan tanımaktadır (Duan et al., 2022).

Tiroid Göz Hastalığında (TED) Yeni Hedefe Yönelik Tedaviler

Hipertiroidinin en önemli dışavurumlarından biri olan Graves oftalmopatisi (TED) tedavisinde büyük bir paradigma değişimi yaşanmaktadır. Geleneksel kortikosteroid tedavilerinin sınırlı etkisi ve yan etkileri, araştırmacıları biyolojik ajanlara yöneltmiştir(L. Wang & Chen, 2025). IGF-1 reseptörü (IGF-1R) inhibitörü olan Teprotumumab, proptozis (göz fırlaması) ve diplopi (çift görme) üzerinde devrim niteliğinde iyileşmeler sağlamaktadır (Xu et al., 2025). Japon hastalar üzerinde yapılan randomize kontrollü çalışmalar, Teprotumumab uygulanan grupta proptozis yanıt oranının %89 gibi yüksek bir seviyede olduğunu göstermiştir(Hiromatsu et al., 2025).

Bununla birlikte, bu yeni tedavilerin güvenliği titizlikle takip edilmelidir. Teprotumumab kullanımında işitme kaybı, hiperglisemi ve kas krampları gibi yan etkiler görülebilmekte; bu durum multidisipliner bir izlem gerektirmektedir (Xu et al., 2025). Ayrıca, kortikosteroidlere dirençli vakalarda IL-6 reseptör blokajı sağlayan Tocilizumab ve B hücresini hedef alan Rituximab gibi ajanlar da umut verici sonuçlar sunmaktadır. Özellikle Tocilizumab'ın inflamasyonu ve proptozisi azaltmada etkili bir seçenek olduğu ifade edilmektedir (L. Wang & Chen, 2025).

Sonuç ve Gelecek Perspektifleri

Hipertiroidi tedavisi, standart ilaç uygulamalarından çıkıp hastanın biyolojik verilerine göre şekillenen kişiselleştirilmiş bir tıp anlayışına doğru ilerlemektedir. Gelecekte; biyobelirteçlere dayalı tedavi seçiminin yönlendirilmesi, yapay zekâ destekli uzaktan takip yaklaşımlarının yaygınlaşması ve immün yolakları doğrudan hedefleyen özgül biyolojik ajanların klinik uygulamada standart bir yer edinmesi beklenmektedir (L. Wang & Chen, 2025). Yapay zeka analitiği ile hedefe yönelik immünoterapilerin entegrasyonu, Graves hastalığı ve ilişkili

komplikasyonların yönetiminde yeni bir altın standart oluşturacaktır (Suh, 2025).

KAYNAKÇA

Ahn, H. Y., Cho, S. W., Lee, M. Y., Park, Y. J., Koo, B. S., Chang, H. S., & Yi, K. H. (2023). Prevalence, Treatment Status, and Comorbidities of Hyperthyroidism in Korea from 2003 to 2018: A Nationwide Population Study. *Endocrinology and Metabolism*, *38*(4), 436–444. https://doi.org/10.3803/EnM.2023.1684

Alkhazzar, H., & Moslem, B. (2024). Thyroid Disease Prediction Using Machine Learning Model: Decision Tree. *EDRAAK*, *2024*, 84–100. https://doi.org/10.70470/edraak/2024/011

Bartalena, L., Piantanida, E., Gallo, D., Ippolito, S., & Tanda, M. L. (2022). Management of Graves' hyperthyroidism: present and future. In *Expert Review of Endocrinology and Metabolism* (Vol. 17, Issue 2, pp. 153–166). Taylor and Francis Ltd. https://doi.org/10.1080/17446651.2022.2052044

Bereda Gudisa. (2022). Hyperthyroidism: Definition, Causes, Pathophysiology and Management. *Journal of Biomedical and Biological Sciences*, *2022*(2), 1–11.

Chowdhury, R., Turkdogan, S., Silver, J., Hier, J., Bursey, S., Quttaineh, D., Khoury, M., & Himdi, L. (2024). Approach to Hyperthyroidism. *Journal of Otorhinolaryngology, Hearing and Balance Medicine*, *5*(2), 20. https://doi.org/10.3390/ohbm5020020

Duan, L., Zhang, H. Y., Lv, M., Zhang, H., Chen, Y., Wang, T., Li, Y., Wu, Y., Li, J., & Li, K. (2022). Machine learning identifies baseline clinical features that predict early hypothyroidism in patients with Graves' disease after radioiodine therapy. *Endocrine Connections*, *11*(5). https://doi.org/10.1530/EC-22-0119

Hiromatsu, Y., Ishikawa, E., Kozaki, A., Takahashi, Y., Tanabe, M., Hayashi, K., Imagawa, Y., Kaneda, K., Mimura, M., Dai, X., Hayashida, T., & Akamizu, T. (2025). A randomised, double-masked, placebo-controlled trial evaluating the efficacy and safety of teprotumumab for active thyroid eye disease in Japanese patients. *The Lancet Regional Health - Western Pacific*, *55*. https://doi.org/10.1016/j.lanwpc.2025.101464

Kim, K. J., Song, E., Kim, M., Kwon, H., Ku, E. J., Kwon, H. W., Yoon, J. H., Lee, E. K., Lee, W. W., Park, Y. J., Lim, D. J., Kim, S. W., Kang, H. C., Chung, J. H., Kim, T. Y., Kim, S. G., Na, D. G., & Kim, J. S. (2025). 2025 Korean Thyroid Association Management Guidelines for Radioactive Iodine Therapy in Patients with Hyperthyroidism. In *Endocrinology and Metabolism* (Vol. 40, Issue 3, pp. 342–356). Korean Endocrine Society. https://doi.org/10.3803/EnM.2025.2464

Lane, L. C., Cheetham, T. D., Perros, P., & Pearce, S. H. S. (2020). New therapeutic horizons for graves' hyperthyroidism. In *Endocrine Reviews* (Vol. 41, Issue 6, pp. 873–884). Endocrine Society. https://doi.org/10.1210/endrev/bnaa022

Lee, S. Y., & Pearce, E. N. (2023). Hyperthyroidism: A Review. In *JAMA* (Vol. 330, Issue 15, pp. 1472–1483). American Medical Association. https://doi.org/10.1001/jama.2023.19052

Marjona, N., Surayyo, S., & Sevara, K. (2024). SYMPTOMS, TREATMENT AND PREVENTION OF HYPERTHYROIDISM IN CHILDREN. *Modern Scıence And Research*, *3*(2). https://doi.org/10.5281/zenodo.10658533

Mathew, P., Kaur, J., & Rawla, P. (n.d.). *Hyperthyroidism Continuing Education Activity*. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537053/

Mathew, P., Kaur, J., Rawla, P., & Fortes, K. (n.d.). *Hyperthyroidism (Nursing) Free full text StatPearls [Internet]. Hyperthyroidism (Nursing)*. https://europepmc.org/article/NBK/nbk568782

Shin, K., Kim, J., Park, J., Oh, T. J., Kong, S. H., Ahn, C. H., Moon, J. H., Kim, M. J., & Moon, J. H. (2023). A machine learning-assisted system to predict thyrotoxicosis using patients' heart rate monitoring data: a retrospective cohort study. *Scientific Reports*, *13*(1). https://doi.org/10.1038/s41598-023-48199-x

Suh, Y. J. (2025). Artificial Intelligence for Analyzing the Dynamics of TSH Receptor Antibodies in Graves' Disease. *Indian Journal of Surgery*. https://doi.org/10.1007/s12262-025-04474-x

Tsai, K., & Leung, A. M. (2021). Subclinical Hyperthyroidism: A Review of the Clinical Literature. In *Endocrine Practice* (Vol. 27, Issue 3, pp. 254–260). Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/j.eprac.2021.02.002

Ursem, S. R., Boelen, A., Bruinstroop, E., Elders, P. J. M., Gussekloo, J., Poortvliet, R. K. E., Heijboer, A. C., & den Elzen, W. P. J. (2024). A systematic review of subclinical hyperthyroidism guidelines: a remarkable range of recommendations. In *European Thyroid Journal* (Vol. 13, Issue 3). BioScientifica Ltd. https://doi.org/10.1530/ETJ-24-0036

Wang, L., & Chen, L. (2025). Emerging therapeutic approaches in graves' ophthalmopathy: an update on pharmacological interventions. In *Frontiers in Immunology* (Vol. 16). Frontiers Media SA. https://doi.org/10.3389/fimmu.2025.1647602

Wang, X., Li, T., Li, Y., Wang, Q., Cai, Y., Wang, Z., Shi, Y., Yang, T., & Zheng, X. (2024). Enhanced predictive validity of integrative models for refractory hyperthyroidism considering baseline and early therapy characteristics: a prospective cohort study. *Journal of Translational Medicine*, *22*(1). https://doi.org/10.1186/s12967-024-05129-3

Xu, Z., Hu, N., Chen, Q., Zhou, Y., Huang, Y., Hu, S., Jin, H., & Tang, Y. (2025). Teprotumumab in the management of thyroid eye disease mechanistic insights and adverse reactions: a comprehensive review. In *Frontiers in Endocrinology* (Vol. 16). Frontiers Media SA. https://doi.org/10.3389/fendo.2025.1480195

Yu, X., Tang, J., Wang, L., Sun, Z., Ma, J., Zhou, T., Liu, X., Li, Y., & Zhang, B. (2025). The diagnosis and treatment of hyperthyroidism: a bibliometric analysis from 2004 to 2024. *Gland Surgery*, *14*(6), 1140–1153. https://doi.org/10.21037/gs-2025-228

Renal Transplantasyonda Anestezi

Elif BAŞAĞAN MOĞOL[1]

Fatma Nur KAYA[2]

1- Prof.Dr.; Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı. basagan@uludag.edu.tr. ORCID No:0000-0003-3214-7528

2- Prof. Dr.; Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı. fnurk@uludag.edu.tr. ORCID No: 0000-0002-2655-9844

ÖZET

Renal transplantasyon, son dönem böbrek yetmezliği olan hastalarda yaşam süresi ve yaşam kalitesini anlamlı biçimde artıran etkili bir tedavi yöntemidir. Bununla birlikte, bu hasta grubunda sık görülen kardiyovasküler hastalıklar, volüm ve elektrolit dengesizlikleri, üremiye bağlı fizyopatolojik değişiklikler ve immünsüpresif tedavilerin etkileri, anestezi yönetimini yüksek riskli ve kompleks hale getirmektedir. Bu nedenle renal transplantasyonda anesteziyolojik yaklaşım, cerrahi başarının ve greft fonksiyonunun ayrılmaz bir parçası olarak değerlendirilmelidir.

Bu bölümde renal transplantasyonun preoperatif, intraoperatif ve erken postoperatif dönemlerinde anesteziyolojik yönetimin temel prensipleri ele alınmaktadır. Preoperatif değerlendirmede, özellikle kardiyovasküler sistemin ayrıntılı incelenmesi, volüm durumu ve elektrolit dengesinin optimize edilmesi ve eşlik eden komorbiditelerin belirlenmesi ön plana çıkmaktadır. İntraoperatif dönemde hemodinamik stabilitenin korunması, yeterli renal perfüzyon basıncının sağlanması ve uygun sıvı tedavisi, erken greft fonksiyonunu belirleyen kritik faktörlerdir. Greft reperfüzyonu sırasında ortaya çıkabilecek metabolik ve hemodinamik değişikliklere hazırlıklı olunması, anestezi ekibinin temel sorumlulukları arasındadır.

Postoperatif dönemde ise ağrı kontrolü, solunum fonksiyonlarının sürdürülmesi, sıvı-elektrolit dengesinin izlenmesi ve erken komplikasyonların tanınması büyük önem taşır. Sonuç olarak renal transplantasyonda başarılı bir anestezi yönetimi, multidisipliner iş birliği, titiz fizyolojik izlem ve bireyselleştirilmiş hasta yaklaşımı ile mümkündür.

Anahtar Kelimeler: Renal transplantasyon, anestezi yönetimi, intraoperatif dönem, sıvı tedavisi, hemodinamik stabilite, greft fonksiyonu, perioperatif bakım

Renal transplantasyon son dönem böbrek yetmezliği (SDBY) tedavisinde kullanılan en etkili yöntemlerden biridir ve en sık gerçekleştirilen solid organ nakillerindendir. Böbrek yetmezliği tedavisinde giderek daha fazla tercih edilmesinin nedenleri arasında organ bağışı konusundaki ilerlemeler, cerrahi tekniklerdeki ve immün supresyondaki gelişmeler etkilidir. Ancak, bu prosedür yalnızca cerrahi becerilerin ötesinde, anestezi yönetimini de içinde barındıran bir süreçtir. Böbrek nakli sırasında anestezi uzmanının görevi, hastanın genel sağlığını güvence altına alırken aynı zamanda nakil organının düzgün çalışmasını sağlamaktır.

Renal transplantasyonun temelleri, 19. yüzyılın sonlarına dayanır. Böbrek nakli fikri, ilk olarak 19. yüzyılın ortalarında bazı hekimler tarafından dile getirilmiştir. Ancak, bu dönemdeki tıbbi bilgi ve teknolojik altyapı, organ naklini gerçekleştirmek için yeterli değildi. 1900'lerin başlarında, böbrek nakli üzerine teorik çalışmalar yapılmıştır. İlk böbrek transplantasyonu 1933 yılında Voronoy ve arkadaşları tarafından kadaverik böbreğin son dönem böbrek yetmezliği olan bir hastaya nakli ile gerçekleştirilmiştir. Ancak kan grubu uyuşmazlığı ve uzun iskemi süresi nedeniyle hasta kaybedilmiştir. 1954'de Murray ve arkadaşları başarı ile sonuçlanan ilk böbrek naklini tek yumurta ikizleri arasında gerçekleştirmiştir. 1960'larda bağışıklık sisteminin organlara olan tepkisinin daha iyi anlaşılması, transplantasyon için önemli bir gelişme oldu. Özellikle, immünsüpresif ilaçlar sayesinde, organ reddi riski azaltılabilmiştir. 1960'ların sonlarına doğru, azathioprine ve steroidler gibi ilaçlar böbrek nakli sonrası organın reddedilmesini engelleyen önemli bir tedavi aracı olmuştur. 1980'ler ve 1990'lar, böbrek nakli uygulamalarında teknolojik ilerlemelerin ve tedavi yaklaşımlarının önemli bir şekilde geliştiği yıllardır. Bu dönemde immünsüpresif tedavi seçeneklerinin daha da çeşitlenmesi ve hasta bakımındaki iyileşmeler, böbrek nakli yapılmış hastaların yaşam sürelerini belirgin şekilde uzatmıştır. Ülkemizde ise ilk canlıdan böbrek nakli 1975'de Prof. Dr. Mehmet Haberal tarafından yapılmıştır. 1978'de kadavradan böbrek nakli başlamıştır. Türkiye'de böbrek nakli, önemli bir tedavi yöntemi olmaya devam etmektedir.

BÖBREK FİZYOLOJİSİ

Böbrekler, organizmanın sürekliliğini sağlayan başlıca düzenleyici organlardandır. Günlük olarak büyük hacimlerde plazma süzülmesine rağmen, ekstrasellüler sıvı hacmi ve bileşimi dar sınırlar içinde tutulur. Bu durum, renal sistemin yalnızca filtrasyon değil, geri emilim, sekresyon ve hormonal kontrol mekanizmalarıyla çalışan aktif bir regülatör olduğunu gösterir. Böbreğin temel fizyolojik görevleri arasında sıvı hacmi ve osmolalite kontrolü, elektrolit dengesinin sağlanması, asit–baz regülasyonu, metabolik atıkların vücuttan uzaklaştırılması ve endokrin fonksiyonların yürütülmesi vardır. Bu işlevler, nefron boyunca bölgesel olarak organize edilmiş transport mekanizmaları sayesinde gerçekleştirilir.

Renal Kan Akımının Özellikleri

Böbrekler, kardiyak debinin yaklaşık dörtte birini almasına rağmen, bu kan akımı böbrek dokusu içinde homojen dağılmaz. Kortikal perfüzyon yüksekken, medulla düşük kan akımı ve düşük oksijen basıncı altında çalışır. Bu fizyolojik özellik, medüller yapıların hipoksiye ve toksik hasara duyarlılığını açıklar.

Glomerüler Filtrasyon

Glomerüler filtrasyon hızı (GFR), glomerüler kapiller ağdaki Starling kuvvetlerinin net etkisiyle belirlenir. Filtrasyonu etkileyen başlıca basınçlar:

- Glomerüler kapiller hidrostatik basınç
- Bowman kapsülünün hidrostatik basıncı
- Plazma onkotik basıncı

Afferent ve efferent arteriyollerin tonusu, bu basınçlar arasındaki dengeyi belirleyerek GFR'nin kısa ve uzun dönem regülasyonunda kritik rol oynar. Farmakolojik veya patolojik durumlarda bu dengenin bozulması, klinikte akut GFR değişiklikleriyle kendini gösterebilir. Proksimal tübül, filtre edilen sıvının büyük bölümünün geri kazanıldığı ana segmenttir. Bu bölümde gerçekleşen reabsorpsiyon süreçleri genellikle izoozmotik olup, sodyum transportu su hareketini belirleyen temel faktördür. Proksimal tübülde; sodyum ve suyun çoğu geri emilir, glukoz ve aminoasitler taşıyıcı proteinler aracılığıyla geri kazanılır ve filtre edilen bikarbonatın önemli bir bölümü reabsorbe edilir. Bu özellikleri nedeniyle proksimal tübül, hemodinamik değişikliklere ve toksik hasara duyarlı bir segmenttir. Henle kulpu, böbreğin idrar konsantrasyon yeteneğinin anatomik ve fizyolojik temelini oluşturur. İnen ve çıkan kolların farklı geçirgenlik özellikleri, medüller interstisyumda osmotik bir gradyentin oluşmasına olanak tanır. Bu gradyent, su geri emilimini kolaylaştırır, ADH'nin etkisini mümkün kılar ve konsantre idrar oluşumunun temelini oluşturur. Distal tübül, filtratın elektrolit içeriğinin daha hassas biçimde düzenlendiği bölgedir. Sodyum-klor transportu ve kalsiyum reabsorpsiyonu bu segmentte önemli rol oynar. Kalsiyum transportunun hormonal kontrol altında olması, böbreği mineral metabolizmasının merkezi bir organı haline getirir. Toplayıcı sistem, idrarın son bileşiminin belirlendiği nefron bölümüdür. Bu segmentte; aldosteron sodyum ve potasyum dengesini düzenler, ADH su geçirgenliğini kontrol eder ve asit–baz dengesi sağlanır. Bu nedenle toplayıcı kanallar, hormonal ve asit–baz regülasyonunun merkezinde yer alır.

Renal Asit–Baz Regülasyonu

Böbrekler, günlük metabolik asit yükünün uzaklaştırılmasında temel rol oynar. Akciğerlerden farklı olarak böbrekler hidrojen iyonlarını atar ve yeni bikarbonat sentezler. Amonyak üretimi ve atılımı, bu sürecin en önemli bileşenlerinden biridir. Amonyogenezdeki azalma, özellikle kronik böbrek hastalığında metabolik asidoz gelişiminin temel nedenidir.

İdrar Konsantrasyonu ve Dilüsyonu

İdrarın osmolalitesi; medüller osmotik gradyent, vasa recta dolaşımı ve ADH varlığına bağlıdır. ADH'nin varlığında su tutulumu artarken, yokluğunda serbest su atılımı gerçekleşir. Bu mekanizma, plazma osmolalitesinin dar sınırlar içinde tutulmasını sağlar.

Böbreğin Endokrin Fonksiyonları

Renal doku, birçok sistemik fizyolojik süreci etkileyen hormonların sentezinden sorumludur; renin ile dolaşım ve hacim regülasyonu sağlanır, eritropoietin ile eritropoez uyarılır, aktif D vitamini sentezi ile mineral dengesi sağlanır.

Bu fonksiyonların kaybı, kronik böbrek hastalığında görülen sistemik komplikasyonların temelini oluşturmaktadır.

SON DÖNEM BÖBREK YETMEZLİĞİNDE BÖBREK NAKLİ ADAYLARININ FİZYOPATOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Son dönem böbrek yetmezliği, böbrek dokusunun kalıcı yapısal ve fonksiyonel kaybı sonucunda organizmanın iç dengesini koruyamaz hale geldiği bir klinik durumdur. Bu hastalarda böbrek, yalnızca filtrasyon görevini değil; aynı zamanda sıvı-elektrolit düzenlenmesi, asit-baz dengesi ve hormonal kontrol işlevlerini de yerine getiremez. Böbrek transplantasyonu, bu çok yönlü kaybın fizyolojik düzeyde en kapsamlı biçimde telafi edilebildiği tedavi seçeneğidir. Ancak transplantasyon öncesi süreçte hastalar, çok sayıda sistemik fizyopatolojik değişikliğin etkisi altındadır.

Fonksiyonel Nefron Kaybı ve Adaptif Yanıtlar

Son dönem böbrek yetmezliğinde belirleyici patolojik süreç, işlev gören nefron sayısındaki dramatik azalmadır. Glomerüler filtrasyon hızının kritik düzeylerin altına inmesiyle birlikte kalan nefronlar, artmış filtrasyon yükünü karşılamak üzere yapısal ve fonksiyonel adaptasyonlar geliştirir. Bu kompansatuvar hiperfiltrasyon başlangıçta dengeleyici olmakla birlikte, uzun vadede glomerüler kapiller basıncın artmasına ve ilerleyici glomerüler hasara neden olur. Böylece renal fonksiyon kaybı hızlanarak devam eder.

Sıvı ve Elektrolit Düzenlenmesindeki Bozukluklar

Volüm Kontrolü ve Sodyum Dengesi

Böbreğin sodyum ve su atılım kapasitesinin azalması, ekstraselüler sıvı hacminde artışa yol açar. Erken evrede nörohormonal mekanizmalar devreye girse de, ileri aşamalarda volüm yüküne bağlı arteriyel hipertansiyon baskın hale gelir.

Potasyum Homeostazı

Distal tübüler fonksiyon kaybı ve eşlik eden asidoz, potasyumun hücre dışı alanda birikmesine neden olur. Bu elektrolit dengesizliği, özellikle miyokard hücrelerinin elektriksel stabilitesini bozarak ciddi kardiyak komplikasyonlara zemin hazırlar.

Kemik-Mineral Metabolizması

Fosfatın renal eliminasyonundaki azalma ve aktif D vitamini sentezinin yetersizliği, kalsiyum-fosfor dengesini bozar. Bu süreç paratiroid hormon salınımını artırarak sekonder hiperparatiroidizm ve kemik yapısında bozulma ile sonuçlanır.

Asit-Baz Regülasyonunun Kaybı

Böbreğin asidik yükü uzaklaştırma ve bikarbonat üretme yeteneğinin azalması kronik metabolik asidoza yol açar. Asidoz, protein yıkımını hızlandırarak kas dokusunda kayba neden olurken, kemik mineral içeriğinin tampon olarak kullanılmasına bağlı iskelet sistemi zayıflığını da beraberinde getirir.

Üremik Birikim ve Hücresel Etkiler

Glomerüler filtrasyonun azalmasıyla birlikte azotlu ve azot dışı metabolik artıklar dolaşımda birikir. Bu üremik ortam; hücresel enerji üretimini, endotel fonksiyonlarını ve nörolojik iletimi olumsuz yönde etkileyerek çok sistemli bir klinik tabloya neden olur.

Kardiyovasküler Sistem Üzerine Etkiler

Kardiyovasküler sistem, fizyopatolojik yükün en belirgin hissedildiği alanlardan biridir. Süregelen hacim artışı, basınç yükü ve metabolik düzensizlikler; sol ventrikül duvar kalınlaşması, miyokardiyal sertlik ve damar endotelyumunda işlev kaybı ile sonuçlanır. Bu değişiklikler, kalp yetmezliği ve aterosklerotik hastalık riskini belirgin şekilde artırır.

Eritropoez ve Anemi

Böbreğin eritropoietin üretimindeki yetersizliği, kemik iliğinde eritrosit üretiminin azalmasına yol açar. Gelişen anemi, oksijen taşıma kapasitesini düşürerek fiziksel performansı sınırlar ve kardiyak kompansatuvar yanıtları artırır.

Bağışıklık Sistemi ve Enflamasyon

Son dönem böbrek yetmezliği kronik inflamatuvar bir zemin ile karakterizedir. Üremik toksinler, immün hücrelerin fonksiyonlarını baskılayarak enfeksiyonlara yatkınlığı artırır. Aynı zamanda bu durum, transplantasyon sonrası immün yanıtın niteliğini etkileyebilecek önemli bir fizyolojik arka plan oluşturur.

Endokrin ve Metabolik Düzensizlikler

Böbreğin hormonal denge üzerindeki düzenleyici rolünün kaybı, çok sayıda endokrin değişikliği beraberinde getirir. İnsülin metabolizmasındaki değişimler, cinsiyet hormonlarının düzensizliği ve tiroid hormonlarının

periferik etkilerindeki azalma; malnütrisyon, kas kütlesinde azalma ve üreme fonksiyonlarında bozulmaya katkıda bulunur.

Böbrek nakli adayı son dönem böbrek yetmezliği hastaları, yalnızca ileri derecede renal fonksiyon kaybı değil, aynı zamanda çoklu organ sistemlerini ilgilendiren yaygın fizyopatolojik değişiklikler sergiler. Bu nedenle transplantasyon öncesi değerlendirme, hastanın genel fizyolojik rezervini ve sistemik etkilenme düzeyini kapsayan bütüncül bir yaklaşımla yapılmalıdır. Başarılı bir böbrek transplantasyonu, bu karmaşık fizyopatolojik sürecin önemli ölçüde geri döndürülebildiği tek tedavi yöntemidir.

RENAL TRANSPLANTASYONUN ENDİKASYON VE KONTRENDİKASYONLARI

Renal transplantasyonun temel endikasyonu, geri dönüşü olmayan son dönem böbrek yetmezliğinin varlığıdır. Glomerüler filtrasyon hızının kalıcı olarak ciddi derecede azaldığı ve böbrek fonksiyonlarının konservatif yöntemlerle sürdürülemediği hastalarda transplantasyon değerlendirilmelidir. Genel olarak:

- GFH <15 ml/dk/1,73 m² olan,
- Üremik semptomları bulunan,
- Diyalize başlamış veya kısa süre içinde diyaliz gereksinimi öngörülen hastalar

  renal transplantasyon açısından adaydır.

Transplantasyonun, diyalize kıyasla hem yaşam süresini uzattığı hem de kardiyovasküler riskleri azalttığı çok sayıda klinik çalışmada gösterilmiştir.

Diyaliz Öncesi (Preemptif) Transplantasyon

Preemptif renal transplantasyon, hastanın henüz diyalize girmeden böbrek nakli yapılmasıdır. Günümüzde uygun hastalarda en ideal yaklaşım olarak kabul edilmektedir. Preemptif transplantasyon endikasyonları:

- İlerlemesi öngörülebilir kronik böbrek hastalığı (örneğin herediter nefropatiler),
- GFH'nin hızla düşüş gösterdiği olgular,
- Canlı vericisi hazır olan ve genel durumu transplantasyona uygun hastalar.

Bu yaklaşım, diyalize bağlı komplikasyonların önlenmesi ve greft sağkalımının artırılması açısından önemlidir.

Etiyolojiye Göre Endikasyonlar

Renal transplantasyon, SDBY'ye yol açan etiyolojiden bağımsız olarak uygulanabilmektedir. En sık endikasyon oluşturan hastalıklar şunlardır:

- Diyabetik nefropati
- Hipertansif nefroskleroz
- Kronik glomerülonefritler

- Polikistik böbrek hastalığı
- Reflü nefropatisi ve obstrüktif üropatiler

Ancak primer hastalığın transplant sonrası greftte tekrarlama riski (örneğin IgA nefropatisi) göz önünde bulundurulmalı ve hasta bu açıdan ayrıntılı şekilde bilgilendirilmelidir.

Yaş ve Klinik Duruma Göre Değerlendirme

Renal transplantasyon için kesin bir üst yaş sınırı bulunmamaktadır. Yaşlı hastalarda biyolojik yaş, fonksiyonel kapasite ve eşlik eden komorbiditeler esas alınır.

Transplantasyon için uygun kabul edilen hasta profili:

- Beklenen yaşam süresi makul düzeyde olan,
- Aktif enfeksiyonu bulunmayan,
- Kontrolsüz malignitesi olmayan,
- İmmünsüpresyonu tolere edebilecek genel duruma sahip bireylerdir.

Bu noktada multidisipliner değerlendirme, hasta seçiminde kritik öneme sahiptir.

Pediatrik Hastalarda Endikasyonlar

Çocukluk çağında renal transplantasyon, büyüme ve nörogelişim üzerine olumlu etkileri nedeniyle özellikle önemlidir. Uzun süreli diyalizin çocuklarda fiziksel ve psikososyal gelişimi olumsuz etkilemesi, transplantasyonu öncelikli seçenek haline getirir. Pediatrik hastalarda:

- Büyüme geriliği,
- Okul ve sosyal yaşamdan kopma,
- Diyaliz erişim sorunları transplantasyon lehine güçlü endikasyonlardır.

Psikososyal ve Hasta Uyumuna Bağlı Faktörler

Renal transplantasyon yalnızca cerrahi bir işlem değil, ömür boyu sürecek bir tedavi sürecidir. Bu nedenle hastanın tedaviye uyumu, ilaçlarını düzenli kullanabilme kapasitesi ve sosyal desteği endikasyon değerlendirmesinde önemli yer tutar. Aşağıdaki durumlar özellikle göz önünde bulundurulmalıdır:

- Tedaviye uyumsuzluk öyküsü,
- Aktif madde bağımlılığı,
- Kontrolsüz psikiyatrik hastalıklar.

Bu faktörler mutlak kontrendikasyon olmasa da, transplantasyon öncesi mutlaka ele alınmalı ve gerekirse destekleyici yaklaşımlar planlanmalıdır.

Kontrendikasyonları

- Aktif sistemik enfeksiyon

- Tahmin edilen yaşam süresi 2 yıldan az olanlar
- Kontrol altında olmayan malign hastalıklar

PREOPERATİF DÖNEM: DEĞERLENDİRME VE HAZIRLIK

Son dönem böbrek yetmezliği olan hastalarda görülen çoklu sistem tutulumları, renal transplantasyonu anesteziyolog açısından yüksek riskli cerrahiler arasında konumlandırmaktadır. Preoperatif dönem, yalnızca hastanın ameliyata uygunluğunun belirlenmesi değil; aynı zamanda intraoperatif ve postoperatif dönemde ortaya çıkabilecek komplikasyonların öngörülmesi ve önlenmesi açısından kritik öneme sahiptir. Bu nedenle renal transplantasyon adaylarının preoperatif değerlendirilmesi, multidisipliner bir yaklaşım çerçevesinde, ayrıntılı ve sistematik olarak yapılmalıdır. Preoperatif anesteziyolojik değerlendirmenin temel hedefleri şunlardır:

- Eşlik eden komorbiditelerin saptanması ve optimizasyonu
- Kardiyovasküler riskin belirlenmesi
- Volüm durumu ve elektrolit dengesinin değerlendirilmesi
- Anestezi tekniğini ve monitörizasyon düzeyini planlamak
- İmmünsüpresif tedavi ve enfeksiyon risklerinin göz önünde bulundurulması

Bu değerlendirme süreci, hem canlı vericili hem de kadavra kaynaklı transplantasyonlarda benzer prensiplere dayanmakla birlikte, aciliyet ve hazırlık süresi açısından farklılıklar gösterebilir.

Kardiyovasküler Sistem Değerlendirmesi: Kardiyovasküler hastalıklar, renal transplant alıcılarında morbidite ve mortalitenin en önemli nedenleri arasındadır. Hipertansiyon, koroner arter hastalığı, sol ventrikül hipertrofisi ve kalp yetmezliği bu hasta grubunda sık görülür. Preoperatif değerlendirmede:

- Ayrıntılı öykü ve fizik muayene
- Elektrokardiyografi
- Transtorasik ekokardiyografi
- Gerekli olgularda stres testleri veya koroner anjiyografi

uygulanmalıdır. Özellikle diyabetik ve uzun süredir diyalize giren hastalarda sessiz iskemi olasılığı göz önünde bulundurulmalıdır. Ciddi kardiyak patolojilerin varlığında transplantasyon öncesi kardiyolojik optimizasyon şarttır.

Solunum Sistemi Değerlendirmesi: Üremik hastalarda volüm yüklenmesi, anemi ve metabolik asidoz solunum sistemi fonksiyonlarını olumsuz etkileyebilir. Preoperatif dönemde:

- Dispne öyküsü
- Solunum fonksiyon testleri
- Akciğer grafisi
- Gerekli hastalarda arter kan gazı analizi

değerlendirilmelidir. Diyaliz sonrası dönemde yapılan cerrahilerde, volüm durumunun nispeten daha stabil olması anestezi açısından avantaj sağlar.

Sıvı-Elektrolit Dengesi ve Metabolik Durum: Renal transplantasyon adaylarında en sık karşılaşılan problemlerden biri elektrolit dengesizlikleridir. Hiperkalemi, metabolik asidoz ve hiponatremi dikkatle değerlendirilmelidir.

- Serum potasyum düzeyi genellikle <5,5 mEq/L olacak şekilde optimize edilmelidir.
- Diyaliz zamanlaması, cerrahiye en yakın ama hemodinamik stabiliteyi bozmayacak şekilde planlanmalıdır.
- Anemi, eritropoietin tedavisi ve gerekirse kan transfüzyonu ile kontrol altına alınmalıdır.

Bu süreçte aşırı volüm yüklenmesinden kaçınılması, greft perfüzyonu açısından önemlidir. İmmün sistemde HLA antijenlerine duyarlılık artabileceği için gereksiz kan transfüzyonundan kaçınılmalıdır. Hemoglobin seviyesi 9-10 g/dl altında ise eritropietin stimule eden ajanların kullanılması düşünülebilir. Trombosit sayısı normal olsa bile üremi nedenli trombosit fonksiyon bozukluğu görülebilir. Bu nedenle hem kanama hem de tromboz riski artar. Tedavide taze donmuş plazma etkisizdir. Kriyopresipitat, desmopressin ve östrojen uygulaması yararlıdır.

İlaç Kullanımı ve İmmünsüpresyon: Preoperatif dönemde kullanılan antihipertansifler, antikoagülanlar ve antiplatelet ajanlar ayrıntılı olarak sorgulanmalıdır. ACE inhibitörleri ve ARB'lerin operasyon sabahı kesilmesi, intraoperatif hipotansiyon riskini azaltabilir. İmmünsüpresif tedavi genellikle operasyon öncesi başlatılır. Anesteziyolog, bu ilaçların enfeksiyon riskini artırabileceğini, metabolik ve hemodinamik etkiler oluşturabileceğini göz önünde bulundurmalıdır.

Havayolu ve Anestezi Planlaması: Renal yetmezlik hastalarında üremiye bağlı mukozal değişiklikler ve sıvı yüklenmesi, zor havayolu riskini artırabilir. Preoperatif havayolu değerlendirmesi titizlikle yapılmalıdır. Genel anestezi, renal transplantasyon için standart yaklaşımdır. Ancak kullanılacak anestezik ajanların renal eliminasyonunun minimal olması ve hemodinamik stabilite sağlaması tercih edilmelidir. Ayrıca invaziv arter monitörizasyonu ve santral venöz kateterizasyon sıklıkla gereklidir.

Kan ve Kan Ürünleri Hazırlığı: Lökositi azaltılmış eritrosit süspansiyonu, standart olarak tercih edilmesi gereken üründür. Alloimmünizasyonu (HLA antikor gelişimini engeller) ve greft reddine katkıda bulunabilecek immün yanıtları azaltır. Yıkanmış eritrosit süspansiyonu da bir diğer seçenektir. Trombosit süspansiyonu için cross match aferez tercih edilmelidir.

İNTRAOPERATİF DÖNEM

Bu dönemde anesteziyoloğun temel hedefi; greft renal kan akımını optimize etmek**,** iskemi-reperfüzyon hasarını sınırlamak ve hemodinamik-metakolik homeostazı sürdürmektir. İntraoperatif anestezi yönetimi, klasik "stabil hemodinami" yaklaşımının ötesinde, renal mikrosirkülasyon**,** endotelyal fonksiyon ve inflamatuvar yanıt göz önünde bulundurularak planlanmalıdır. Tablo 1'de anestezik yaklaşın temel prensipleri özetlenmektedir.

Tablo 1. Renal Transplantasyonda İntraoperatif Dönemde Anesteziyolojik Yönetimin Temel Bileşenleri

Alan	Amaç	İleri Düzey Anesteziyolojik Yaklaşım
Hemodinamik yönetim	Renal perfüzyonun sürdürülmesi	Ortalama arter basıncının ≥70 mmHg olacak şekilde kardiyak output ve dinamik preload parametreleri (SVV, PPV) rehberli yönetim
Sıvı tedavisi	Yeterli intravasküler volüm	Hedefe yönelik sıvı tedavisi, aşırı sıvı yüklenmesinden kaçınma
Vazopressör kullanımı	Hipotansiyonun önlenmesi	Düşük doz norepinefrin ile sistemik basınç desteği
Elektrolit dengesi	Aritmi riskinin azaltılması	Seri arteriyel kan gazı ve elektrolit izlemi, hiperkalemiye hedefe yönelik müdahale
Koagülasyon yönetimi	Kanama riskinin azaltılması	Viskoelastik testler (TEG/ROTEM) ile hedefe yönelik transfüzyon

SVV: Atım hacmi varyasyonu, PPV: Nabız basıncı varyasyonu

Anestezi Tekniği ve Farmakolojik Yaklaşım

Genel anestezi renal transplantasyonda standarttır. Rejyonel teknikler, koagülasyon bozukluğu ve immünosupresyon nedeniyle sınırlı role sahiptir. Son dönem böbrek hastalığı olan bireylerde, anestezik ilaçların metabolizması ve eliminasyonu, glomerüler filtrasyon ve renal tübüler fonksiyon bozuklukları nedeniyle yavaşlayabilir. Bu durum, ilaçların ve metabolitlerinin birikimine yol açarak farmakokinetik özelliklerini değiştirebilir. Ayrıca, anestezik ilaçların dağılım hacmi ve plazma proteinlerine bağlanma oranı değişebilir, bu da beklenenden daha yüksek plazma konsantrasyonlarına neden olabilir. Ancak bu değişiklikler, başarılı bir böbrek naklinden sonra kademeli olarak normale döner.

Hiperakut rejeksiyonu önlemek amacıyla immun supresyon intraoperatif dönemde başlar. Reperfüzyondan 30 dakika önce 10 mg/kg dozunda metilprednizolon 1 saat önce 0,5 gr/kg %20 mannitol uygulanır.

İndüksiyon

Hemodinamik stabiliteyi koruyacak şekilde titrasyon esastır. Hızlı ve kontrollü entübasyon, artmış aspirasyon riskine karşı önemlidir. Kas gevşetici seçiminde, aktif metabolitleri renal yolla atılmayan ajanlar tercih edilmelidir. İndüksiyon sonrası dönemde, hastanın bazal kan basıncı ve kalp debisi hedeflenerek anestezi derinliği titizlikle ayarlanmalıdır. Propofol, tiyopental, etomidat ve ketamin hipnotik ajan olarak kullanılabilir. Propofol, son dönem böbrek hastalığından belirgin şekilde etkilenmediği için anestezi indüksiyonunda yaygın olarak kullanılır. 1-2,5 mg/kg IV dozunda uygulanabilir. Ancak, standart bir indüksiyon dozunun venöz ve arteriyel dilatasyon nedeniyle derin hipotansiyona yol açabileceği göz önünde bulundurularak, hipovolemik, kalp yetmezliği bulunan veya ileri yaş grubundaki hastalarda doz titrasyonu gereklidir. Etomidat, kardiyodepresan etkisinin minimal olması nedeniyle özellikle kardiyak riski yüksek hastalarda uygun bir seçenektir ve 0,2–0,3 mg/kg dozunda kullanılabilir. Ancak, böbrek üstü bezlerini baskılayabileceği için perioperatif dönemde metilprednizolon kullanımı ile steroid seviyelerinin desteklenmesi önerilmektedir. Ketamin kardiyostimülatör etkileri nedeniyle hipertansiyonu veya iskemik kalp hastalığı olan bireylerde, taşikardi gibi istenmeyen hemodinamik sonuçlara yol açabileceği için kullanılmamalıdır. Benzodiazepinler, kronik böbrek hastalığı bulunan bireylerde, etkilerinin uzayabileceği dikkate alınarak kullanılmalıdır. Fentanil gibi opioidler, kronik böbrek hastalığından etkilenmez ve güvenle kullanılabilir. Remifentanil, plazma ve doku esterazları tarafından hızla metabolize edilmesi nedeniyle birikme yapmaz ve hemodinamik stabilite sağlar. Remifentanil, 0,35 µg/kg/dk indüksiyon dozu ve 0,05–0,3 µg/kg/dk idame dozu ile uygulanabilir. Alfentanil, fentanil ve remifentanil, laringoskopi yanıtını baskılamak ve operasyon sırasında sempatik yanıtı kontrol etmek amacıyla güvenle kullanılabilir. Morfin ve meperidin, toksik metabolitlerinin birikmesi nedeniyle böbrek hastalarında dikkatle kullanılmalıdır.

İdame

TIVA ve volatil anestezi arasında greft fonksiyonu açısından net üstünlük gösterilmemiştir; ancak propofolün antioksidan ve antiinflamatuvar etkileri teorik avantaj sağlayabilir. Anestezi idamesinde, eliminasyonun büyük ölçüde ekshalasyon yoluyla gerçekleşmesi nedeniyle, böbrek fonksiyonlarından bağımsız olarak inhalasyon ajanları tercih edilir. İnhalasyon anesteziklerinden herhangi biri (ör. sevofluran, izofluran, desfluran) tercih edilebilir. Sevofluran kullanımında, inorganik florür iyon metabolitleri ve Compound A oluşumu nedeniyle teorik toksisite endişeleri olsa da bu ajan kronik böbrek yetmezliği ve diyaliz hastalarında güvenli bulunmuştur. Anestezi idamesi ile ilgili güncel eğilimler desfluran, sevofluran gibi inhalasyon anesteziklerinin kullanımı yönündedir. Çalışmalar göstermiştir ki bu ajanlar hem immün yanıt modülatörleri olarak

nefroprotektif etki gösterirler hem de iskemi-reperfüzyon hasarını ve akut böbrek hasarını azaltıcı etkileri mevcuttur. Desfluran, izofluranın yanı sıra propofol ile de kardiyovasküler stabilitenin sağlandığı dengeli ve güvenli bir anestezi idamesi sağlanabilir.

Nöromüsküler blok

Nöromüsküler blokaj için organ bağımsız eliminasyon gösteren sisatrakuryum ve atrakuryum kullanılmalıdır. Spontan Hoffman eliminasyonu ve ester hidrolizi ile metabolize oldukları için bu hastalarında tercih edilir. Ancak, laudanosin metabolitinin nöbet riskini artırma potansiyeli göz önünde bulundurulmalıdır. Süksinilkolin, serum potasyum seviyesi 5 mmol/L'nin altında olduğunda kullanılabilir ancak serum potasyum artışına dikkat edilmelidir. Rokuronyum, uzun süredir güvenle kullanılan bir ajandır ve sugammadeksin varlığı bu kullanımı kolaylaştırmaktadır. Sugammadeks, ciddi böbrek yetmezliği olan hastalarda da güvenle kullanılabilmektedir.

Monitörizasyon

Hemodinamik Monitörizasyon

İnvaziv arteriyel basınç monitörizasyonu rutin kabul edilmelidir. Ancak tek başına arter basıncı, renal perfüzyonun yeterliliğini yansıtmaz. İleri olgularda:

- Atım hacmi varyasyonu (SVV)
- Nabız basıncı varyasyonu (PPV)
- Sistolik basınç varyasyonu
- Kardiyak output monitörizasyonu

gibi dinamik preload parametreleri**,** sıvı yanıtlılığının değerlendirilmesinde daha güvenilir bilgiler sunar. Santral Venöz Basınç (SVB), 8-12 mmHg hedeflenmesi şeklinde bir yaklaşım olmakla birlikte, güncel literatürde SVB'nin renal greft fonksiyonunu öngörmede sınırlı değeri olduğu vurgulanmaktadır. Bu nedenle SVB, klinik tablo ve dinamik parametrelerle birlikte değerlendirilmelidir. Transözefagial ekokardiyografi ile hastaların sıvı durumu ve kardiyak fonksiyonları çok hızlı ve detaylı şekilde incelenebilir. Peroperatif dönemde açıklanamayan ve hayatı tehdit edici hemodinamik instabilite varlığında kullanılmalıdır.

İntraoperatif Sıvı Yönetimi

Renal transplantasyonda sıvı yönetimi, halen tartışmalı ancak kritik bir konudur. Amaç; renal perfüzyon basıncını destekleyecek yeterli intravasküler volümü sağlarken, interstisyel ödemden kaçınmaktır.

- Dengeli kristalloidler, potasyum içeriği göz önünde bulundurularak dikkatle kullanılmalıdır.
- %0.9 NaCl, hiperkloremik metabolik asidoz riskine rağmen halen yaygın olarak tercih edilmektedir.
- Kolloidlerin rutin kullanımı önerilmemektedir.

- Albümin kullanımının kristalloide karşı üstünlüğü gösterilememiştir.

Hedefe yönelik sıvı tedavisi, renal transplantasyonda giderek daha fazla kabul görmektedir.

Hemodinamik yönetim: Vazopressör ve İnotrop Kullanımı

Greftin yeterli perfüzyonu için ortalama arter basıncının belirli bir seviyenin üzerinde tutulması önemlidir. Uzamış hipotansiyon, gecikmiş greft fonksiyonu ile ilişkilidir. Bu amaçla yalnızca volüm yüklemesi yeterli olmayabilir. Bu noktada vazopressör desteği gerekebilir.

- **Norepinefrin**, düşük dozlarda renal kan akımını belirgin şekilde azaltmadan sistemik basıncı destekleyebilir.
- **Fenilefrin**, saf alfa-agonist etkisi nedeniyle renal vazokonstriksiyon riski taşıyabilir.
- Dopaminin "renal doz" kullanımı artık önerilmemektedir.

Hedef, ortalama arter basıncını ≥70 mmHg düzeyinde tutmak ve bireysel otoregülasyon sınırlarını aşmamaktır. İdeal olarak ortalama arter basıncı 80-110 mm Hg arasında tutulmalıdır.

Koagülasyon Yönetimi

Üremiye bağlı trombosit disfonksiyonu, intraoperatif kanama riskini artırabilir. Tromboelastografi (TEG/ROTEM) gibi viskoelastik testler, hedefe yönelik kan ürünleri kullanımını mümkün kılarak gereksiz transfüzyonların önüne geçebilir.

Elektrolit, Asit-Baz ve Metabolik Yönetim

Reperfüzyon öncesi hiperkalemi, ciddi aritmi riski oluşturur. İntraoperatif dönemde kalsiyum tuzları, insülin-glukoz infüzyonu, kontrollü hiperventilasyon gerektiğinde kullanılabilir. Metabolik asidoz, renal vasküler dirençte artışa yol açabilir. Ancak bikarbonat tedavisi indisriminant şekilde uygulanmamalı, pH ve baz açığına göre titrasyon yapılmalıdır. Hem diyabetik hem de diyabetik olmayan hastalarda kan glukoz seviyesi 140-170 mg/dL arasında izlenebilir. Hipoglisemi ve hiperglisemiden kaçınılmalıdır. Hastalarda normoterminin sürdürülmesi özellikle önemlidir.

Renal transplantasyonda intraoperatif anestezi yönetimi, klasik protokollerin ötesinde fizyoloji temelli, hedefe yönelik ve bireyselleştirilmiş bir yaklaşım gerektirir. Anesteziyolog, bu süreçte greftin erken fonksiyon kazanmasını etkileyen en önemli modülatörlerden biridir. Gelişmiş monitörizasyon, rasyonel sıvı-vazopressör dengesi ve metabolik kontrol, başarılı bir transplantasyonun vazgeçilmez unsurlarıdır.

POSTOPERATİF DÖNEM

Renal transplantasyon sonrası erken dönemde, transplante böbreğin reperfüzyonu ile birlikte hemodinamik ve metabolik değişiklikler ortaya çıkar. Uzun süreli üremiye maruz kalmış hastalarda kardiyovasküler adaptasyon mekanizmaları bozulmuş olabilir. Reperfüzyon sonrası gelişen vazodilatasyon ve osmotik diürez, intravasküler volüm kaybına neden olarak hipotansiyon riskini artırır. Bu durum, özellikle greftin erken fonksiyon kazanma sürecinde renal perfüzyonun azalmasına yol açabilir. Gecikmiş greft fonksiyonu, sıklıkla perioperatif hipotansiyon, yetersiz sıvı replasmanı ve iskemi-reperfüzyon hasarı ile ilişkilidir. Bu nedenle postoperatif dönemde hemodinamik parametrelerin fizyolojik hedefler doğrultusunda yönetilmesi kritik öneme sahiptir.

Hemodinamik İzlem ve Yönetim

Postoperatif dönemde kan basıncı yönetimi, renal greft perfüzyonunun sürdürülebilmesi açısından temel bir hedeftir. Ortalama arter basıncının hastanın preoperatif değerleri ve kardiyovasküler rezervi göz önünde bulundurularak belirlenmesi önerilir. Hipotansiyon, greft perfüzyonunu bozarak akut tübüler hasar riskini artırabilirken, aşırı hipertansiyon vasküler anastomoz hattı üzerinde olumsuz etkiler oluşturabilir.

İnvaziv arteriyel kan basıncı monitörizasyonu, yüksek riskli hastalarda erken dönemde tercih edilmelidir. Santral venöz basınç ölçümü, tek başına volüm durumunu yansıtmasa da klinik değerlendirme ile birlikte kullanıldığında sıvı tedavisinin yönlendirilmesine katkı sağlar.

Sıvı ve Elektrolit Yönetimi

Renal transplantasyon sonrası sıvı tedavisi, greft fonksiyonunu doğrudan etkileyen unsurlardan biridir. Erken postoperatif dönemde idrar çıkışı, greft perfüzyonunun en önemli göstergelerinden biri olarak kabul edilir. Saatlik idrar takibi ile birlikte sıvı replasmanı dinamik olarak düzenlenmelidir. Elektrolit dengesizlikleri sık görülür. Özellikle erken dönemde hiperkalemi, asidoz ve hipokalsemi klinik açıdan önemlidir. Greft fonksiyonunun başlamasıyla birlikte gelişebilecek poliüri, hipovolemi ve hiponatremiye yol açabilir. Bu nedenle elektrolitler düzenli aralıklarla değerlendirilmelidir.

Analjezi ve Solunum Fonksiyonlarının Yönetimi

Postoperatif analjezi, hastanın konforu kadar solunum fonksiyonlarının korunması açısından da önemlidir. Multimodal analjezi yaklaşımları tercih edilmeli, opioidler dikkatli dozlarda kullanılmalıdır. Nonsteroid antiinflamatuvar ilaçların renal perfüzyon üzerindeki potansiyel olumsuz etkileri nedeniyle kullanımından kaçınılması önerilmektedir. Parasetamol daha güvenle kullanılabilen bir analjeziktir, doz ayarlamasına gerek yoktur. Multimodal analjezi yöntemi içinde kullanılmalıdır. Rejyonal anestezi, postoperatif analjeziyi önemli ölçüde iyileştirirken, postoperatif

opioid veantiemetik gereksinimini azaltır; bağırsak fonksiyonlarının iyileşmesini hızlandırır verehabilitasyonu kolaylaştırır. Kronik böbrek yetmezliği olan hastalarda üremi ve diyaliz sırasında kullanılan heparine bağlı pıhtılaşma bozuklukları görülebileceği için dikkatli olunması gerekir. Bu sebeple, geleneksel nöraksiyel tekniklerin kullanımı klinisyenler arasında azalmıştır. Periferik gövde bloklarının postoperatif ağrıda kullanımı her geçen gün artmaktadır. Transversus abdominis plan bloğu, abdominal cerrahiler sonrası etkili postoperatif analjezi sağlayan bir fasyal plan blok yöntemidir. Bu teknik, somatik ağrıyı etkili bir şekilde bloke ederken visseral ağrı üzerinde sınırlı bir etkiye sahiptir. Erektör spina plan bloğu da, uygulanmasının kolay olması ve düşük komplikasyon oranı nedeniyle anestezistler arasında giderek popülerlik kazanan, umut verici bir paraspinal tekniktir.

Solunum sistemi açısından, sıvı yüklenmesine bağlı pulmoner ödem riski göz önünde bulundurulmalıdır. Erken mobilizasyon, solunum egzersizleri ve uygun oksijen desteği, postoperatif pulmoner komplikasyonların önlenmesinde etkilidir.

Erken Postoperatif Komplikasyonlar

Renal transplantasyon sonrası erken dönemde vasküler tromboz, üriner kaçak, akut rejeksiyon ve enfeksiyonlar en sık karşılaşılan komplikasyonlardır. Ani idrar çıkışı azalması, açıklanamayan hemodinamik instabilite veya metabolik bozulmalar, greft komplikasyonlarının erken göstergeleri olabilir. Bu bulguların zamanında tanınması, greft kaybını önleyici müdahaleler açısından hayati önem taşır.

Gecikmiş greft fonksiyonu renal transplantasyonun ilk haftasında diyaliz gereksinimine yol açan akut böbrek hasarı olarak tanımlanır. Kadavradan yapılan nakillerde daha yüksek oranda meydana gelmektedir. Gecikmiş greft fonksiyonunun neden olabileceği olumsuz sonuçları minimize etmek için, günlük böbrek fonksiyonlarının titizlikle izlenmesi, renal replasman tedavileri, gerektiğinde biyopsi yapılması ve erken rejeksiyonun ayırt edilmesi, immünsupresif ilaçların titrasyonu gibi yöntemler önerilmektedir.

Renal transplantasyonda postoperatif dönem, cerrahi başarının uzun dönem sonuçlara dönüştüğü kritik bir evredir. Anesteziyoloji uzmanı, hemodinamik stabilite, sıvı-elektrolit dengesi ve solunum fonksiyonlarının korunmasında aktif rol üstlenerek greft fonksiyonunun sürekliliğine önemli katkı sağlar. Multidisipliner yaklaşım ve bireyselleştirilmiş postoperatif bakım, renal transplantasyonun başarısını belirleyen temel unsurlardır.

KAYNAKLAR

Gelman, S. (2019). The pathophysiology of renal ischemia and reperfusion injury. *Anesthesiology*, 130(6), 909-918.

O'Neal, J. B., ve Shaw, A. D. (2016). Goal-directed fluid therapy in renal transplantation. *Current Opinion in Anaesthesiology*, 29(4), 418-423.

Lemmens, H. J. M. (2018). Perioperative hemodynamic management in kidney transplantation. *Transplantation Reviews*, 32(4), 203-210.

Miller, R. D., Cohen, N. H., Eriksson, L. I., Fleisher, L. A., Wiener-Kronish, J. P., ve Young, W. L. (2020). *Miller's anesthesia* (9. baskı). Philadelphia: Elsevier.

Butterworth, J. F., Mackey, D. C., ve Wasnick, J. D. (2018). *Morgan & Mikhail's clinical anesthesiology* (6. baskı). New York: McGraw-Hill Education.

Brown, R. S., Lombardero, M., ve Lake, J. R. (2017). Perioperative management of the kidney transplant recipient. *Anesthesiology Clinics*, 35(3), 423-440.

Gelman, S. (2008). Venous function and central venous pressure: a physiologic story. *Anesthesiology*, 108(4), 735-748.

Kellum, J. A., ve Lameire, N. (2012). Diagnosis, evaluation, and management of acute kidney injury. *Kidney International Supplements*, 2(1), 1-138.

Ojo, A. O. (2005). Delayed graft function: risk factors and implications for renal allograft survival. *Transplantation*, 79(6), 665-671.

KDIGO Clinical Practice Guideline for the Care of Kidney Transplant Recipients. (2009). *American Journal of Transplantation*, 9(Suppl. 3), S1-S155.

Barash, P. G., Cullen, B. F., Stoelting, R. K., Cahalan, M. K., ve Stock, M. C. (2021). *Clinical anesthesia* (9. baskı). Philadelphia: Wolters Kluwer.

Meredith, S., Basavaraju, A., ve Logan, N.,(2024). Anaesthesia for renal transplantation. Anesthesia and Intensive Care Medicine, 25(16), 413-417.

Lemmens, H.J.M. (2025). *Anesthesia for kidney transplantation*. https://www.uptodate.com/contents/anesthesia-for-kidney-transplantation adresinden 9 Aralık 2025 tarihinde alınmıştır.

Kim, H., ve Jung, H. (2024). Considerations regarding anesthesia for renal transplantation. Anesthesia and Pain Medicine, 19, 5-11.

İntraoperatif Organ Korunması

Fatma Nur KAYA[1]

Elif BAŞAĞAN MOĞOL[2]

1- Prof. Dr.; Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı. fnurk@uludag.edu.tr. ORCID No: 0000-0002-2655-9844

2- Prof.Dr.; Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı. basagan@uludag.edu.tr. ORCID No:0000-0003-3214-7528

ÖZET

İntraoperatif organ koruma (İOK), cerrahi ve anestezi pratiğinde renal, kardiyak, beyin, akciğer ve diğer organ hasarlarını minimize etmeye yönelik çok yönlü stratejilerin bütününü içermektedir. Özellikle yüksek riskli operasyonlarda organ perfüzyonunun korunması, iskemi-reperfüzyon hasarının (İRH) azaltılması ve inflamatuar yanıtın kontrolü, ameliyat sonrası morbidite ve mortalitenin azaltılmasında kritik rol oynar. Bu bölümde organ koruma stratejileri, mekanizmaları ve klinik uygulamalar güncel literatür ışığında irdelenecektir.

Anahtar Kelimeler – Perioperatif organ koruma, Doku perfüzyonunun izlenmesi, İskemi-reperfüzyon hasarı, Hedefe yönelik hemodinamik tedavi, Çoklu organ disfonksiyonunun önlenmesi

GİRİŞ

İntraoperatif organ koruma, ameliyat sırasında organ perfüzyonu, oksijenasyon ve hücresel bütünlüğü korumaya yönelik multidisipliner stratejilerin bütünüdür. Anestezi uygulamaları doğrudan organ perfüzyonu ve stresi etkilediğinden, organ korunması anesteziyoloji pratiğinin kritik bir unsurudur. Perioperatif organ hasarları (POH) — miyokardial iskemik hasar, akut böbrek hasarı (ABH), pulmoner hasar ve nörolojik komplikasyonlar — morbidite ve mortalite artışıyla ilişkilidir; bu nedenle bütüncül bir yaklaşım gerektirir.

Perioperatif organ hasarının cerrahi sonuçlara etkisini incelemek amacıyla Almanya'da dört yıllık süre içinde yapılan tüm elektif ve acil ameliyatları kapsayan ve toplamda 28.350.953 olguyu analiz eden bir kohort çalışmada; hastanede yatış süresi içinde perioperatif organ hasarı %4,4 (n = 1.245.898), mortalite oranı ise %1,4 (n = 393.157) olarak bildirilmiştir. POH varlığı, ölüm riskini dokuz kat artırmış ve hastanede kalış süresini ortalama 11,2 gün uzatmıştır. Ayrıca, POH'ler içinde en yüksek insidansla ABH'nin (%2) görüldüğü ve ilişkili mortalite oranın ise %25 olduğu belirtilmiştir. İkinci en yüksek insidansa sahip olan deliryum (%1,5), en düşük mortalite (%10,8) ile ilişkilendirilmiştir. Bunu sırasıyla akut miyokard infarktüsü (%0,6 insidans, %15,6 mortalite), inme (%0,6 insidans, %13,1 mortalite), pulmoner emboli (%0,3 insidans, %20,0 mortalite), karaciğer hasarı (%0,1 insidans, %68,7 mortalite) ve akut solunum sıkıntısı sendromu (ARDS) (%0,1 insidans, %44,7 mortalite) izlemiştir.

İntraoperatif Organ Hasarı Gelişiminde Moleküler Mekanizmalar

İntraoperatif organ hasarında moleküler mekanizmalar, özellikle İRH ve bunun tetiklediği hücresel sinyal yollarının etkileşmesi ile oluşur. Bu süreçler birçok organı etkileyebilir ve cerrahi stresle birleştiğinde doku hasarına, inflamasyona ve hücre ölümüne yol açar.

1. Hipoksi ve Enerji Metabolizması Bozukluğu (İskemi)

- Kan akımının kesilmesi ve/veya azalmasıyla doku oksijeni azalır → hipoksi ortaya çıkar.
- Mitokondride ATP üretimi düşer, hücre için gereken enerji azalır.
- ATP azaldığında Na^+/K^+ pompası bozulur, Ca^{2+} birikimi artar → hücre ödemi ve hücre zarı hasarı oluşur.

Bu süreç hücre içi homeostazın bozulmasına yol açar ve reperfüzyonla daha da şiddetlenir.

2. Oksidatif Stres ve Reaktif Oksijen Türleri (ROS)

- Reperfüzyon sırasında oksijen tekrar sağlandığında, mitokondrideki bozulmuş elektronik taşıma zinciri aşırı ROS üretir**.**
- ROS, lipid, protein ve DNA'yı hedef alarak hücresel yapıyı bozar.
- ROS ayrıca hücre membranında lipid peroksidasyonuna neden olur, bu da hücre fonksiyonlarını bozar.

Bu mekanizma, IRH'deki primer moleküler bozukluk olarak kabul edilir.

3. İnflamatuar Yanıt ve Bağışıklık Aktivasyonu

- Hasarlı hücrelerden salınan çekirdek proteini olan HMGB1 (High Mobility Group Box 1) dolaşımda DAMP (damage-associated molecular patterns) olarak rol oynar.
- DAMP'lar, Toll-like reseptörler ve benzeri tanıma reseptörlerini aktive eder ki bu durum proinflamatuar sitokinlerin salınımını tetikler.
- Sitokinler ve kemokinler, nötrofil ve monosit gibi bağışıklık hücrelerini çeker → inflamasyon artar**.**
- Kompleman sistemi aktive olur ve inflamasyonu daha da şiddetlendirir.

Bu yanıt, hücresel hasarı yayar ve doku disfonksiyonunu derinleştirir.

4. Endotel Disfonksiyonu ve Mikrovasküler Tıkanma

- Endotel hücreleri ROS ve inflamasyonla zarar görür → vazodilatasyon/vazokonstrüksiyon uyumsuzluğu oluşur.
- Endoteldeki adhezyon molekülleri artar → lökosit yapışması ve mikroemboli gelişir.

Bu da dokulara oksijen desteğini ve nutrient sunumunu daha da kötüleştirir, hipoksiyi artırır.

5. Hücre Ölümü Yolları

İntraoperatif IRH gelişimi ile birden fazla hücre ölümü mekanizması tetiklenir:

a) Apoptoz

- Programlı hücre ölümü mekanizmasıdır.

- Mitokondriyal yoldan sitokrom C salınımı, kaspaz aktivasyonu (sistein-proteaz grubu enzimler) gibi yollarla gerçekleşir.
- Kalsiyum birikimi ve ATP yetersizliği apoptozu tetikler.

b) Nekroz/Nekroptoz

- Aşırı hasarda enerji yetersizliği ve zarı onaramama nedeniyle hücre parçalanarak ölür (nekroz).
- Regüle nekroz (nekroptoz), belirli sinyal proteinleri aracılığıyla programlanmış şekilde gerçekleşir.

c) Ferroptoz

- Demire bağımlı, lipid peroksidasyonu ile tetiklenen programlı hücre ölüm türüdür.
- ROS ve demir birikimi ile hücre membran lipidleri okside olur → hücre ölür.

d) Diğer yollar

- **Piroptoz** inflamasyonla ilişkili programlı ölümdür.
- **Mitoptoz ve Partanatos** gibi moleküler ölüm yolları da IRH'de rol oynar. Mitoptaz, mitokondriyal membran potansiyelinin kaybı ve ATP üretiminin azalması ile tetiklenen mitokondrilerin programlı bir şekilde yok edilmesi sürecidir. Partanatos ise genomik stres ile aktive olan apopitos dışı programlanmış hücre ölümüdür. Temelde poly(ADP-ribose)/PARP-1 hiperaktivasyonu ile DNA hasarına bağlı hücre ölümü gelişir.

Genel Organ Koruma Yaklaşımları

1. Hemodinamik Stabilite ve Perfüzyonun idamesi

Hemodinamik denge organ perfüzyonunu sağlayan temel faktördür. Ortalama arter basıncı (OAB ≥ 65 mmHg), kalp debisi ve doku oksijenizasyonu, intraoperatif dönemde titizlikle izlenmeli ve optimize edilmelidir. Destekleyici vazopressör ve inotrop ilaçlar uygun hedeflerde kullanılmalıdır. Hipotansiyon atakları organ iskemi riskini artırır.

2. Oksijenasyon ve Ventilasyon Yönetimi

Oksijen sunumu hem makrovasküler hem de mikrovasküler düzeyde organ fonksiyonları için kritiktir. Aşırı oksijen (hiperoksi), oksidatif stres ve inflamasyonu artırabileceğinden hedeflenmiş oksijenizasyon (<PaO_2 120-150 mmHg) stratejileri benimsenmelidir.

3. Isı Yönetimi

Normotermi sağlanması organ koruma için önemlidir. Sistemik ısı düzenlemesi, metabolik talepleri dengeleyerek hücresel stabiliteyi destekler.

4. İnflamasyon ve İskemik Stres Yanıtının Modülasyonu
İskemi-reperfüzyon hasarı pek çok organ için temel patofizyolojik süreçtir. İnflamatuar mediyatörlerin salınımı ve oksidatif stres, organ hasarını artırır. Bu mekanizmaların modülasyonu organ korumada odak noktasıdır.

Renal Koruma

Perioperatif ABH özellikle yüksek cerrahilerde ve komorbitesi olan hasatalarda mortalite, komplikasyonlar ve uzun hastane kalış süresi ile ilişkilidir.

Risk faktörleri

- İleri yaş
- Preoperatif böbrek fonksiyon bozukluğu
- Diabetes mellitus
- Hipotansiyon
- Kan akımının bozulması
- Nefrotoksik ilaçlara maruziyet: renin-angiotensin-aldosteron sistem inhibitörleri, ACE inhibitörleri, angiotensin reseptör blokerleri (ARB), diüretikler, NSAİİ, nefrotoksik antibiyotikler (ör, aminoglikozidler, vankomisin, piperasillin/tazobaktam) ve kronik steroid tedavisi
- Obezite ve diğer komorbiditeler

Perioperatif ABH gelişiminde etkili faktörler

- Renal hipoperfüzyon; hipovolemi, sistemik vazodilatasyon (anestezi veya inflamasyona bağlı), pozitif basınçlı ventilasyon ve/veya düşük kardiyak debi
- Venöz konjesyon (öz. sağ kalp yetmezliğine bağlı santral venöz basınç artışı ve renal konjesyon) ve intrabdominal hipertansiyon (iki ölçümde, >12 mm Hg)
- İnflamasyon; sepsis, iskemik yaralanma, travma ve cerrahi
- Uriner yollarda obstrüksiyon; kolorektal, ürolojik ve jinekolojik cerrahinin direkt veya indirekt sonucu olarak tübüler basınçta artış ile tübüler hücre hasarı, böbrek kan akımında bozulma, iltihaplanma ve BAH gelişebilir
- Nefrotoksik ilaç kullanımı

Renal Koruyucu Yaklaşımlar

1. Sıvı Yönetimi

Dengeli kristalloidler kolloidlere tercih edilmelidir. İdeal yaklaşım, hem çok kısıtlayıcı hem de çok liberal sıvı rejimlerinden kaçınarak ve hasta başı ultrason (ör. kalp atım hacmi ve alt vena kava çapının değerlendirilmesi) ve/veya daha invaziv izleme parametreleri (ör. nabız basıncı değişimi, kalp atım hacmi değişimi ve kardiyak indeks) kullanarak, hasta için sıvı uygulamasını bireyselleştirmektir.

2. Hipotansiyonun önlenmesi/Hedefe Yönelik Tedavi

Perioperatif hipotansiyon, renal hipoperfüzyona ve dolayısıyla postoperatif ABH'ye neden olabilmektedir. Hipotansiyonun süresi ve derecesinin artması risk artmasıyla ilişkilidir.

Vazopressörler ve Renal perfüzyon Basıncının korunması:

- Norepinefrin, vazoplejik şok ve hipotansiyonun kontrolünde en yaygın kullanılan vazopressördür.
- Vasopressin ikinci basamak ajan olarak renoprotektif etkisi netleşmemiştir.
- Eksojen angiotensin II, FDA onaylı yeni bir ajan olarak vazoplejik şokta renoprotektif etkisi için daha fazla kanıta gereksinimi vardır.

3. Farmakolojik Yaklaşımlar

- Loop diüretikler (özellikle furosemid) sıvı yükünü azaltmak için kullanılır, ABH gelişimini önlemek için etkin olduğu kanıtlanmamıştır.
- Mannitol gibi osmotik diüretiklerin ABH önlemediği hatta riski artırabileceği bildirilmiştir.
- Natriüretik peptidler gibi ajanlar kardiyak cerrahi gibi belirli alt gruplarda sınırlı renoprotektif etki göstermiştir; genel klinik kullanımları halen sınırlıdır.
- Sodyum bikarbonat, rutin öneri olarak değil ancak ciddi metabolik asidozu olan hastalarda destek tedavi olarak kullanılabilir.
- Deksmedetomidin gibi bazı ajanlar preemptif kullanımda ABH insidansını azalttığına dair başlangıç kanıtları sunsa da bu kanıtlar halen sınırlıdır ve geniş klinik öneri oluşturulmamıştır.
- Statinler gibi lipid düşürücü ilaçların ve bazı antiinflamatuar ilaçların ABH önleme etkinliği konusunda araştırmalarda net destek mevcut değildir.
- Amino asit infüzyonu gibi perioperatif amino asit uygulamaları, böbrek kan akımını artırabilir ve renal fonksiyon rezervini aktive edebilir; bazı büyük randomize çalışmalarda bu yaklaşımın ABH insidansını azaltmada olumlu etkileri gösterilmiştir.

4. Nefrotoksik İlaçlardan Kaçınma

5. Biobelirteç Temelli Bireyselleştirilmiş Yaklaşımlar

Yüksek riskli hastaların belirlenmesinde renal stres ve hasar belirteçleri (ör. TIMP-2, IGFBP7 gibi) kullanarak erken dönem önleme yaklaşımları uygulanabilmektedir.

6. Renal Oksijenasyon Monitörizasyonu

NIRS (Near İnfra Red Spektroskopisi) ile renal oksijen satürasyonu izlemek, intraoperatif renal stresin erken belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Rejyonal serebral oksijen satürasyonu (rSO_2) değerlerindeki düşüşler postoperatif AKI gelişimini öngörebilir.

7. KDIGO Temelli Önleyici Yaklaşımlar

KDIGO (Kidney Disease: Improving Global Outcomes) kılavuzları yüksek riskli hastalar için "bundle" (destekleyici çoklu önlem seti) uygulamasını önerir:

- Nefrotoksik ajanların kesilmesi/kaçınılması
- Kontrast maddelerden kaçınma veya alternatif strateji kullanımı
- Hacim ve perfüzyon basıncı optimizasyonu
- Normoglisemi sağlanması (110–149 mg/dL)-Anemi yönetimi (Hb > 10 gr/dL, eritropoetin)
- Fonksiyonel hemodinamik izlem ile etkin hedefe yönelik tedavi
- Yakın renal fonksiyon takibi (serum kreatinin, idrar çıkışı vb.)

8. Diyaliz ve Renal Destek Tedavi (RDT)

- Şiddetli AKI durumunda RDT, klinik dönüşebilirliği artıran tek etkin tedavi modalitesidir; başlangıç zamanlaması ve modalite seçimi halen araştırma konusudur.
- KDIGO, akut sıvı yüklenmesi, ciddi asidoz, elektrolit dengesizlikleri veya üremik perikardiyal efüzyon gibi yaşamı tehdit eden durumlarda RDT başlanılmasını önerir.

9. Uzak iskemik ön koşullama

Uzak iskemik ön koşullama gibi basit girişimler bazı çalışmalarla renal koruma sinyalleri vermiş olsa da mevcut kanıtlar net bir klinik öneri için yetersizdir.

Serebral Koruma

Nöron Hasar Mekanizması

Beyin dokusu yüksek metabolik aktivite ve sınırlı glikojen depolaması nedeniyle iskemiye karşı son derece hassastır. İntraoperatif dönemde oksijen veya glukoz arzının azalması, nöronlarda eksitotoksisite, mitokondriyal disfonksiyon ve ROS üretimi gibi zincirleme reaksiyonlara yol açar. Bu süreçte Ca^{2+} homeostazının bozulması, inflamatuar sitokinlerin salınımı ve hücresel ölümler meydana gelir.

Peroperatif Serebral Koruma Yaklaşımları

1. Preoperatif Dönem

- Risk değerlendirmesi ve homeostatik denge kurulumu (MAP, glukoz, oksijen).
- Nörolojik geçmiş ve damar hastalığı sorgulaması

Riskli olgular;

- İleri yaşlı hastalar (>65 yaş)
- Anemi
- Önceki serebrovasküler hastalıklar (inme / GİA öyküsü, karotis stenozu / serebrovasküler patoloji)
- Şiddetli hipertansiyon / intraoperatif basınç dalgalanmaları

- Kalp ve büyük damar cerrahisi
- Büyük beyin cerrahisi (serebral tümör rezeksiyonu, anevrizma klipleme veya damar malformasyonu)
- Trombosit veya koagülasyon bozukluğu
- Sigara / ağır alkol kullanımı
- Periferik damar ve aterosklerotik hastalık
- Organ disfonksiyonları (renal, pulmoner)

Cerrahi öncesi ve intraoperatif dönemde risk faktörleri optimize edilmelidir.

2. İntraoperatif Dönem

İntraoperatif serebral koruma, multidisipliner bir yaklaşım gerektirir; fizyolojik homeostazın korunması, hemodinamik stabilizasyon, metabolik kontrol ve nöromonitorizasyon ana bileşenler olarak öne çıkar. Farmakolojik nöroprotekans konusunda kanıtlar sınırlı olmakla birlikte, tedavi stratejileri hasta risk profiline göre uyarlanarak bireysel yaklaşımla uygulanmalıdır.

İntraoperatif beyin koruma, aşağıdaki ana stratejilerin entegre uygulanmasıyla sağlanır:

- Fizyolojik hedeflerin sürdürülmesi, hemodinamik kontrol (OAB, serebral perfüzyon basıncı-SPB, oksijenasyon, glukoz kontrolü)

Hipotansiyonu önlemek için sıvı, vazopressör veya inotropik ajan kullanımı gerekebilir. Optimal volüm ve basınç denetimi ile serebral perfüzyon sürdürülmelidir.

- Nöromonitorizasyon (EEG/processed EEG, BIS/NIRS/Transkraniyal Doppler) ve Preoperatif MRI/CT verileri ve intraoperatif navigasyon ile dokunun korunması.
- Metabolik ve ısı dengesi optimizasyonu
- Bireyselleştirilmiş anestezi ve hemodinamik yönetim
- Farmakolojik yaklaşımlar

Mevcut kanıtlar farmakolojik nöroprotekansın intraoperatif faydasını net desteklememekle birlikte; lidokain (nöroprotektif etki), magnezyum ve statinler (nörolojik defisit insidansında azalma) ve propofol, remifentanil gibi anesteziklerin iskemide deneysel çalışmalarda olumlu etkileri bildirilmiştir.

3. Postoperatif Dönem

- Nörolojik izlem ve kanıtlanmış nörolojik bulguların değerlendirilmesi.
- Bilişsel fonksiyon testleri ve gerektiğinde rehabilitasyon planlaması.

Tablo 1: İntraoperatif serebral koruma yönetiminde hedef değerler

Parametre	Hedef Değer Aralığı	Açıklama / Klinik Nedeni
Ortalama Arter Basıncı (OAB)	≥ 65 mmHg (genel)	Beyin perfüzyonu için alt sınır olarak kabul edilir; hipotansiyon cerebral hipoperfüzyona yol açabilir.
	~75–80 mmHg (yüksek riskli hastalar)	Özellikle otoregülasyon bozukluğu, yaşlı/komorbid hastalar için daha yüksek OAB hedeflenebilir.
Rejyonal Serebral Oksijen Satürasyonu (rSO_2)	≥ 50–60 % (NIRS)	rSO_2'de %15'ten fazla düşüş klinik olarak anlamlı, <%45 hipoperfüzyon sinyali olabilir.
$PaCO_2$	35–40 mmHg	Normokapni, serebral kan akımının dengelenmesi için optimal aralıktır; hipokapni vazokonstriksiyon yapabilir.
$EtCO_2$	35–45 mmHg	$EtCO_2$, $PaCO_2$ ile korelasyon sağlar ve ventilasyon dengesini izlemede pratik hedeftir.
SpO_2	≥ 95 %	Hipoksi önlenmesi için yaygın hedef; düşük SpO_2 serebral oksijenasyon riskini artırır.
PaO_2	80–120 mmHg	Optimal oksijenlenme; aşırı oksijenasyonun oksidatif strese katkısı olabilir.
Hemoglobin (Hb)	≥ 7–8 g/dL (genellikle ≥ 8–9 g/dL tercih)	Düşük Hb hipoksi riskini artırır.
Glukoz (Kan Şekeri)	100–180 mg/dL	Hiperglisemi ve hipoglisemi beyin hasar riskini artırabilir; normoglisemi hedeflenir.
EEG / BIS	İşlenmiş EEG değerleri pankortikal depresyon göstermemeli	Derin anestezi, hipoksi veya iskemiyi gösterebilir; bu durumda OAB ve oksijen hedeflerine geri dönülmeli.

Miyokardiyal Koruma

Perioperatif miyokard hasarı

Kardiyak olmayan cerrahi sonrası sıklıkla ortaya çıkan ve cerrahi hastalarda mortalite ve morbiditeyi belirgin şekilde artıran bir komplikasyondur. Miyokard hasarı;

- MINS (Myocardial Injury after Noncardiac Surgery) olarak tanımlanan troponin artışı ile belirlenen iskemiye bağlı hasar
- PMI (Perioperative Myocardial Infarction) olarak sınıflandırılan gerçek infarktüs olaylarını kapsar.

Epidemiyoloji

- MINS sıklığı non-kardiyak cerrahilerde yaklaşık %10–15 arasındadır.
- MINS veya PMI saptanan hastalarda 30 günlük mortalite riski anlamlı şekilde artar.
- Birçok vaka semptomsuz/ subklinik olduğundan izlem önemlidir.

Patofizyoloji

İntraoperatif dönemde miyokardiyal zarar esas olarak oksijen arzının düşmesi ile oksijen talebinin artması arasındaki dengesizlikten kaynaklanır. Bu risk faktörleri şunlardır:

- Hipotansiyon: Düşük OAB ile koroner perfüzyon düşer.
- Taşikardi: Kalp atım hızı artınca oksijen talebi yükselir.
- Anemi ve hipoksi: Oksijen taşıma kapasitesi azalır.
- Koroner arter hastalığı ve vasküler reaktivite bozukluğu

Preoperatif hazırlık ve risk değerlendirme

Hasta ile ilişkili riskler:

- İleri yaş (>65 yaş)
- Kalp hastalıkları (koroner arter hastalığı, kalp yetersizliği)
- Diabetes mellitus
- Hipertansiyon
- Kronik böbrek hastalığı
- Obezite
- Düşük fonksiyonel kapasite

Cerrahi ile ilişkili riskler:

- Yüksek riskli cerrahiler (aortik, periferik vasküler, acil girişimler)
- Büyük volüm kan kaybı ve sıvı dengesizlikleri
- Ortopedik/majör abdominal cerrahiler

RCRI (Revised Cardiac Risk Index) skoru özellikle MINS riski ile ilişkili prognostik skorlamadır.

2024 ACC/AHA perioperatif kardiyovasküler yönetim kılavuzunda ilk kez açıkça MINS riski vurgulanmış; yüksek riskli olgularda perioperatif kardiyak risk değerlendirmesi ve optimizasyon önerilmektedir. Bu kapsamda SGLT2 inhibitörlerin cerrahi öncesi kesilmesi gibi metabolik risk azaltma stratejileri de yer almaktadır.

İntraoperatif Miyokardiyal Koruma Yaklaşımları

1. Hemodinamik Yönetim

En önemli stratejilerden biri hemodinamik stabilitenin korunmasıdır:

- OAB hedefi: Perioperatif dönemde OAB'nin ≥65 mmHg üzerinde tutulması koroner perfüzyonu destekler.
- Hipotansiyonun önlenmesi: uzun süreli OAB düşüklüğü, MINS için bağımsız bir prediktördür.
- Oksijen arz-talep oranının kontrolü (taşikardi, anemi, hipoksinin önlenmesi)

2. İntraoperatif/Postoperatif Troponin İzlemi
Yüksek riskli hastalarda ilk 72 saat içinde günlük troponin izlenimi**,** MINS'in sessiz doğası nedeniyle önerilmektedir. Ayrıca AHA/ESC kılavuzları da, troponin takibinin yüksek riskli olgularda faydalı olabileceğini belirtir (Class IIb öneri).

3. EKG İzlemi

Yüksek riskli olgularda perioperatif EKG izlemi semptomatik veya biyokimyasal değişikliklere duyarlı tanı sağlar.

4. Preoperatif Farmakolojik Yaklaşımlar

- Beta-blokörler: Kronik beta-blokör tedavisinin devamı önerilir; ancak peropertif başlangıç beta-blokörlerin fayda/riski net değildir (POISE çalışmasında stroke ve hipotansiyon riskleri artmıştır).
- Statinler: aterosklerotik kardiyovasküler olay riskini azaltır ve retrospektif verilerde MINS/PMI sonrası mortaliteyi düşürür.
- Antiplatelet ve ACE/ARB Yönetimi: aspirin primer koruma için rutin önerilmez ve perioperatif kanama riskini artırır; ACE/ARB tedavisinin perioperatif kesilmesi bazı çalışmalarda MINS riskini düşürmüştür.

5. **İntraoperatif Farmakolojik Koruma**
Bazı farmakolojik ajanlar intraoperatif miyokard korumasına katkı sağlayabilir, ancak kanıtlar sınırlıdır:

- İvabradin: MINS riskini azaltmada başarısız bulunmuştur.
- Traneksamik asit ve hipotansiyon-kaçınma stratejileri: Ongoing POISE-3 çalışması değerlendirmektedir.

6. Tedavi ve Uzun Dönem Yönetim

- MINS/PMI Tedavisi: tanı sonrası tedavi multidisipliner yaklaşımı gerektirir; kardiyoloji, anestezi ve cerrahi ekiplerinin ortak yönetimi mortaliteyi azaltabilir.
- Antikoagülasyon: dabigatran gibi antikoagülanların MINS sonrası major vasküler komplikasyon riskini azalttığı bazı çalışmalarda gözlenmiştir.
- İnvaziv Yaklaşım: yüksek riskli miyokard infarktüslü hastalarda (PMI) koroner angio/PCI mortaliteyi azaltabilir, ancak kanama riski artabilir.

Akciğer Koruma

İntraoperatif Akciğer Hasarının Nedenleri
1. Mekanik Ventilasyona Bağlı Faktörler
Genel anestezi sırasında uygulanan mekanik ventilasyon, uygun olmayan ayarlar ile ventilatör ilişkili akciğer hasarına (VILI) yol açabilir. Başlıca mekanizmalar;

- Volutravma: Yüksek tidal volümlere bağlı alveoler aşırı gerilme
- Barotravma: Yüksek plato ve tepe basınçlarına bağlı alveoler hasar
- Atelektrauma: Alveollerin tekrarlayan açılıp kapanmasına bağlı kesme kuvvetleri

- Biotravma: Mekanik stresin tetiklediği lokal ve sistemik inflamatuvar yanıt

Bu mekanizmalar, alveoler–kapiller bariyer bütünlüğünün bozulmasına ve postoperatif pulmoner komplikasyon (PPK) gelişimine zemin hazırlar.

2. Anesteziye Bağlı Atelektazi

Genel anestezi, fonksiyonel rezidüel kapasiteyi azaltarak:

- Diyafragmanın sefalik yer değiştirmesine
- Ventilasyon–perfüzyon uyumsuzluğuna
- Yaygın alveoler kollapsa neden olur. Atelektazi, intraoperatif hipoksemi ve postoperatif pnömoni riskini artırır.

3. Cerrahiye Bağlı Faktörler

- Uzun cerrahi süresi
- Toraks ve üst abdominal cerrahiler
- Tek akciğer ventilasyonu
- Trendelenburg pozisyonu ve pnömoperitoneum akciğer mekaniklerini bozarak hasar riskini artırır.

4. Sistemik İnflamasyon ve Sıvı Yönetimi

- Aşırı sıvı yüklenmesi → pulmoner ödem
- Sepsis, büyük cerrahi travma → sitokin salınımı
- Kan transfüzyonları → TRALI riski

İntraoperatif Akciğer Hasarının Önlenmesi

1. Koruyucu Mekanik Ventilasyon

Temel prensipler:

- Düşük tidal volüm: 6–8 mL/kg ideal vücut ağırlığı
- Plato basıncı: < 30 cmH_2O
- Sürüm basıncı: < 12 cmH_2O, mümkün olduğunca düşük tutulmalı

Bu yaklaşım, volutravma ve biotravmayı azaltarak PPK riskini düşürür.

Uygun PEEP Kullanımı;

- Atelektaziyi önlemek için gereklidir
- Rutin yüksek PEEP önerilmez
- Hasta ve cerrahiye göre bireyselleştirilmelidir

Aşırı PEEP, alveoler aşırı distansiyon ve hemodinamik instabiliteye yol açabilir.

Açma Manevraları;

- Kollabe alveolleri açmayı amaçlar
- Düşük tidal volüm ve uygun PEEP ile kombine edilmelidir

2. Oksijen Toksisitesinden Kaçınma

Yüksek FiO_2'nin uzun süreli kullanımı → oksidatif strese yol açabildiği için SpO_2 hedefli FiO_2 titrasyonu önerilir.

3. İntraoperatif Akciğer Korunma Yaklaşımları

Postoperatif pulmoner komplikasyonlar, genel anestezi altında cerrahi geçiren hastalarda morbidite, mortalite ve hastanede kalış süresini artıran önemli bir

sorun olmaya devam etmektedir. İntraoperatif akciğer koruma stratejileri, ventilatör kaynaklı akciğer hasarını (ventilator-induced lung injury, VILI) azaltmayı ve PPK insidansını düşürmeyi amaçlayan modifiye edilebilir yöntemlerdir.

Kişiselleştirilmiş Ventilasyon;

- Akciğer kompliyansı
- Cerrahi tipi
- Pozisyon
- Obezite gibi faktörlere göre ventilasyon ayarlarının bireyselleştirilmesi önerilmektedir.

Anestezik ve Farmakolojik Yaklaşımlar;

- Volatil anestezikler: antiinflamatuvar etkiler
- Deksmedetomidin: stres yanıtını ve inflamasyonu azaltır
- Aşırı vazopresörden kaçınma: pulmoner mikrosirkülasyonu korur

Sıvı ve Transfüzyon Yönetimi;

Kayıpları karşılayacak, renal perfüzyonu koruyacak, akciğer sıvı yükünden kaçınılacak sıvı yönetimi uygulanmalıdır**:**

- Hedefe yönelik sıvı tedavisi
- Aşırı volüm yükünden kaçınma
- Gereksiz transfüzyonların önlenmesi

Postoperatif Süreçle Entegrasyon

İntraoperatif koruma, postoperatif dönemde:

- Erken mobilizasyon
- Etkili analjezi
- Non-invaziv ventilasyon desteği

ile desteklenmelidir.

Karaciğer Koruma

Akut Karaciğer Disfonksiyonu

Sarılık, hepatik ensefalopati ve koagülopati gibi bulguların ani başlangıcı ile karakterizedir. Cerrahi sonrası özellikle hepatektomi veya önceden karaciğer hastalığı olanlarda akut karaciğer yetersizliği riski yüksektir ve perioperatif mortaliteyi artırır. Bu risk; koroner iskemik olaylar, kalp yetmezliği nedeniyle pasif karaciğer konjesyonu ve "kardiyak siroz" gibi kardiyojenik nedenlerle de tetiklenebilir. Portal hipertansiyon ve arterio-venöz şantlar normal karaciğer perfüzyonunu bozarak karaciğeri iskemiye daha duyarlı hale getirir. İntraoperatif hipotansiyon, hemoraji, vazookatif ilaçlar ve laparoskopik cerrahide pozitif basınçlı ventilasyon veya pneumoperitoneum gibi mekanik faktörler karaciğer dolaşımını daha da azaltır. Karaciğer, kan akımındaki bu düşüşe sınırlı oranda oksijen ekstraksiyonu ile adapte olabilir; ancak hipoksemi varlığında, akut dekompanzasyona yol açar. Metabolik düzeyde iskemiye bağlı ATP tükenmesi, mitokondriyal disfonksiyon ve bunun

sonucunda laktat ve reaktif oksijen türlerinin (ROS) birikimi hepatik inflamasyonu tetikler.
Karaciğer cerrahisi sırasında vasküler oklüzyon tekniklerinin uygulanması kan kaybını azaltmakla birlikte İRH'yi tetikleyebilir. Uzun süreli kan akımının kesilmesi, hepatosit nekrozu, ATP tükenmesi, mikrovasküler disfonksiyon ve ciddi inflamatuar yanıt ile sonuçlanabilir; bu da perioperatif karaciğer fonksiyon bozukluğu ve kötü klinik sonuçlara yol açar.

İntraoperatif Koruyucu Yaklaşımlar

1. İskemik Ön Koşulma (Lokal ve uzak)

İskemik ön koşullama uygulamasının, kısa süreli kontrollü iskemi uygulamalarının daha sonra gelecek uzun süreli iskemiye toleransı artırdığı düşünülmektedir. Lokal ve uzak iskemik ön koşullamanın, hepatektomi sırasında IRH'yi azaltarak ameliyat sonrası karaciğer fonksiyon testlerini iyileştirdiği, serum transaminaz düzeylerini düşürdüğü ve cerrahi sonrası karaciğer hasarını azaltabildiği bildirilmiştir.

2. Anestezik Ön Koşullama

Bazı inhalasyon anestezikleri (ör **sevofluran**) intraoperatif ön koşullama etkisi gösterebilir; retrospektif veriler, bu ajanların hepatektomi veya karaciğer nakli gibi prosedürlerde greft fonksiyonunu iyileştirdiğini öne sürmektedir, ancak bu alandaki veriler nispeten sınırlıdır.

3. Farmakolojik Koruyucu Yaklaşımlar

- Deksmedetomidin: perioperatif dönemde kullanıldığında, ALT, AST, total bilirubin gibi karaciğer enzim düzeylerini düşürerek IRH'yi azaltabilir. Bu etki, antioksidan yanıtları artırma ve inflamasyonu baskılama mekanizmaları ile ilişkilendirilmiştir.
- Ulinastatin (Urinary Trypsin Inhibitor): proteaz inhibitörü olarak perioperatif inflamatuar yanıtı azaltabilir ve hepatektomi sonrası karaciğer fonksiyonunu iyileştirebilir. Meta-analizlerde ulinastatin kullanımı ALT, AST ve total bilirubin değerlerini ameliyat sonrası daha düşük seviyede tutmuştur.

4. Cerrahi Teknikler ve Organ Koruma

Kan akım kontrol teknikleri intraoperatif kanamayı azaltmada önemli rol oynasa da IRH riskini artırır. Pringle manevrası, portal ven ve hepatik arterin kliplenmesi ile kan kaybını azaltır; ancak uzun süreli uygulamalar, reperfüzyon hasarını artırabilir ve karaciğer fonksiyonunu bozabilir. Buna alternatif olarak bazen portal ven akışının korunması veya seçici düşük perfüzyon stratejileri hayvan modellerinde hepatik mikro dolaşım ve hepatosit hasarını azaltmıştır; bu yaklaşımlar klinik uygulamalara adapte edilme potansiyeline sahiptir.

5. Perioperatif Yönetim ve Risk Azaltma

Preoperatif Optimizasyon: komorbid koşulların yönetimi, koagülopati gibi durumların düzeltilmesi cerrahi başarı için kritik önemdedir. Özellikle sirozlu hastalarda cerrahinin elektif planlanması hasta sonuçlarını iyileştirebilir.

Sıvı ve Hemodinamik Denge: hipotansiyon, portal ve hepatik perfüzyonu bozarak karaciğer hasarını artırabilir; hemodinamik stabilizasyon büyük önem taşır. Optimal sıvı yönetimi ve hemodinamik izlem, karaciğer oksijenizasyonunu koruyarak IRH'yi azaltabilir.

İntestinal Koruma

Perioperatif dönemde, mezenterik iskemi insidansı, kalp (< %1) ve aort cerrahisi hastalarında (%1,6-15,2) net olarak belgelenmiştir.
Gastrointestinal sistem, kritik hastalık ve majör cerrahi sırasında çoklu organ disfonksiyonu ve sepsisin gelişiminde merkezi bir rol oynamaktadır. İntraoperatif dönemde gelişen splanknik hipoperfüzyon, intestinal mukozal bariyer bütünlüğünün bozulmasına, artmış geçirgenliğe ve sonuçta sistemik inflamatuvar yanıtın tetiklenmesine yol açabilmektedir.
İntraoperatif intestinal hasarın temel mekanizmaları arasında düşük kardiyak debi, hipotansiyon, vazopresör kullanımı ve hemodilüsyon yer almaktadır.

İntraoperatif İntestinal Koruma Yaklaşımları

1. Hemodinamik Optimizasyon

İntraoperatif intestinal korumanın temelini oluşturmaktadır. Hedefe yönelik sıvı tedavisi, aşırı sıvı yüklenmesinden kaçınırken yeterli splanknik perfüzyonu sağlamayı amaçlamaktadır. Güncel çalışmalar, invaziv veya minimal invaziv hemodinamik monitörizasyon eşliğinde uygulanan bireyselleştirilmiş sıvı stratejilerinin gastrointestinal komplikasyonları azalttığını göstermektedir. Ortalama arter basıncının korunması önemli olmakla birlikte, yalnızca sistemik basınç değil, mikrosirkülatuvar perfüzyonun da dikkate alınması gerektiği vurgulanmaktadır.

2. Vazopresör Kullanımı

İntestinal perfüzyon açısından çift yönlü etkiye sahiptir. Noradrenalin, sistemik basıncı artırarak mezenterik perfüzyonu dolaylı olarak iyileştirebilse de, yüksek dozlarda splanknik vazokonstriksiyona yol açabilir. Bu nedenle, vazopresörlerin mümkün olan en düşük etkili dozda ve yeterli intravasküler volüm sağlandıktan sonra kullanılması önerilmektedir.

3. **İntestinal Mikrobiyotanın Korunması**

İntraoperatif ve postoperatif dönemde intestinal bütünlüğün korunmasında kritik bir faktör olarak ön plana çıkmıştır. Cerrahi stres, antibiyotikler, proton pompa inhibitörleri ve hipoksi, mikrobiyota kompozisyonunda hızlı ve olumsuz değişikliklere neden olabilmektedir. Bu disbiyozis, proinflamatuvar sitokin yanıtını artırarak uzak organ disfonksiyonuna katkıda bulunabilir. Bu bağlamda, gereksiz antibiyotik kullanımından kaçınılması ve erken enteral beslenme gibi yaklaşımlar, bağırsak bariyerinin ve mikrobiyal dengenin korunmasında önemlidir.

4. Anestezik Yaklaşımlar

Volatil anesteziklerin (sevofluran, izofluran) ve bazı intravenöz ajanların (propofol, deksmedetomidin) antiinflamatuvar ve mikrosirkülasyonu koruyucu etkileri olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, epidural ve rejyonal anestezi tekniklerinin stres yanıtını azaltarak splanknik kan akımını olumlu yönde etkileyebileceği gösterilmiştir.
Sonuç olarak, intraoperatif intestinal koruma; hemodinamik stabilitenin sağlanması, splanknik perfüzyonun korunması, aşırı vazopresör kullanımından kaçınılması ve bağırsak mikrobiyotasını olumsuz etkileyen faktörlerin minimize edilmesini içeren çok yönlü bir yaklaşımdır.

SONUÇ

İntraoperatif dönemde organ korunmasına yönelik bireyselleştirilmiş hemodinamik yönetim, yeterli doku perfüzyonunun sağlanması ve organ-spesifik koruyucu stratejilerin uygulanması, perioperatif organ hasarını azaltarak hasta morbidite ve mortalitesini anlamlı ölçüde azaltmaktadır.

REFERANSLAR

Bellomo, R., Kellum, J. A., Ronco, C., Wald, R., & Martensson, J. (2021). Acute kidney injury. Nature Reviews Disease Primers, 7, 52. https://doi.org/10.1038/s41581-021-00418-2

Kashlan, M. M., et al. (2024). Perioperative myocardial injury and infarction after noncardiac surgery. Frontiers in Cardiovascular Medicine, 11, 1323425. https://doi.org/10.3389/fcvm.2024.1323425

Kork, F., Liang, Y., Ginde, A. A., Yuan, X., Rossaint, R., Liu, H., Evers, A. S., & Eltzschig, H. K. (2025). Impact of perioperative organ injury on morbidity and mortality in 28 million surgical patients. Nature Communications, 16, 3366. https://doi.org/10.1038/s41467-025-58161-2

Li, B., Dai, Y., Cai, W., Sun, M., & Sun, J. (2025). Monitoring of perioperative tissue perfusion and impact on patient outcomes. Journal of Cardiothoracic Surgery, 20, 100. https://doi.org/10.1186/s13019-025-03353-6

Molinari, L., Sakhuja, A., & Kellum, J. A. (2020). Perioperative renoprotection: General mechanisms and treatment approaches. Anesthesia & Analgesia, 131(6), 1679–1692. https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000005107

Pearse, R. M., et al. (2007). Identification and characterisation of the high-risk surgical population in the United Kingdom. British Journal of Anaesthesia, 99(1), 10–17. https://doi.org/10.1093/bja/aem140

Simonte, R., Cammarota, G., & De Robertis, E. (2024). Intraoperative lung protection: Strategies and their impact on outcomes. Current Opinion in Anaesthesiology, 37(2), 184–191. https://doi.org/10.1097/ACO.0000000000001341

Singer, P., et al. (2023). Perioperative metabolic support and organ protection. Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care, 26(4), 321–327. https://doi.org/10.1097/MNH.0000000000001114

Sun, L. Y., et al. (2022). Perioperative organ injury and long-term outcomes after noncardiac surgery. British Journal of Anaesthesia, 128(4), 585–594. https://doi.org/10.1016/j.bja.2022.01.012

Thacker, J. K., et al. (2012). Perioperative fluid utilization variability and association with outcomes. Anesthesia & Analgesia, 114(3), 640–651. https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000000022

Zhang, Y., et al. (2021). Perioperative organ dysfunction and postoperative outcomes: A systematic review. International Journal of Environmental Research and Public Health, 18(23), 12747. https://doi.org/10.3390/ijerph182312747

Anatomik Maket Yapımında Kullanılan Malzemeler ve Yöntemler

İbrahim Tamer Tekin[1]
Emine Ümran ÖRSÇELİK[2]

1- Kırıkkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Veterinerlik Anatomisi Anabilim Dalı, ORCID: 0009-0005-2772-7183
2- Prof. Dr., Kırıkkale Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, eub@kku.edu.tr ORCID: 0000-0002-9616-7053

ÖZET

İnsan ve hayvan maketleri anatomi biliminde uygulamada uzun zamandır yaygın olarak kullanılmaktadır.

İnsanların hayal gücünü ve yaratıcılığını ifade etmek için farklı yollar buldukları evrensel bir dil olarak kabul edilir. Bu ifade biçimleri arasında, insan ve hayvan maketleri yapımı özgün ve heyecan verici bir yer tutar. Maket yapımı, gerçek dünyanın minyatür bir yansımasıdır ve insanların el becerilerini, gözlem yeteneklerini ve sanatsal yeteneklerini kullanarak bir eser oluşturma sürecidir.

Maket yapımında kullanılan malzemeler arasında plastik, ahşap, modelleme kil, metal teller, seramik kil ve daha birçok seçenek bulunur. Heykeltraşlık, boyama ve detaylandırma, elektronik entegrasyon, mozaik yapımı ve 3D baskı gibi yöntemler, maketlerin gerçekçi ve etkileyici bir görünüm kazanmasını sağlar.

Bu kitap bölümünde adı geçen teknikler tanıtılacak, avantajı dezavantaj ve kullanım senaryoları sunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Hayvan, İnsan, Maket, Malzeme

GİRİŞ

İnsan ve hayvan maketleri anatomi biliminde uygulamada uzun zamandır yaygın olarak kullanılmaktadır.

İnsanların hayal gücünü ve yaratıcılığını ifade etmek için farklı yollar buldukları evrensel bir dil olarak kabul edilir. Bu ifade biçimleri arasında, insan ve hayvan maketleri yapımı özgün ve heyecan verici bir yer tutar. Maket yapımı, gerçek dünyanın minyatür bir yansımasıdır ve insanların el becerilerini, gözlem yeteneklerini ve sanatsal yeteneklerini kullanarak bir eser oluşturma sürecidir.

İnsan ve hayvan maketleri, sadece plastik ya da ahşap parçaların birleştirilmesinden daha fazlasını temsil eder. Bu maketler, her bir ayrıntının özenle düşünüldüğü ve her bir parçanın bir hikayeyi anlattığı küçük sanat eserleridir. Maket yapımında kullanılan malzemeler ve yaratıcı yöntemler, her bir maketin özgün bir karakter kazanmasını sağlar.

Maket yapımında kullanılan malzemeler arasında plastik, ahşap, modelleme kil, metal teller, seramik kil ve daha birçok seçenek bulunur. Bu malzemeler, maketlerin yapısını oluşturmanın yanı sıra boyama, detaylandırma ve süsleme için kullanılır. Yaratıcı yöntemler ise maket

yapımının hayata geçirildiği adımlardır. Heykeltraşlık, boyama ve detaylandırma, elektronik entegrasyon, mozaik yapımı ve 3D baskı gibi yöntemler, maketlerin gerçekçi ve etkileyici bir görünüm kazanmasını sağlar.

İnsan ve hayvan maketleri yapmak, sadece bir hobiden daha fazlasını sunar. Bu süreçte, insanlar kendilerini ifade etme ve iç dünyalarını dışa vurma fırsatı bulurlar. Maket yapımı, tarihsel olayların canlandırılması, doğal dünyanın yansıtılması veya hayal gücünün sınırlarını zorlama gibi farklı amaçlar için kullanılabilir. Ayrıca, maket yapımı, sanat, tasarım ve el becerilerinin birleştiği bir etkileşim alanı olarak da değerlendirilebilir.

Bu kitap bölümünde, maket yapımında kullanılan malzemeleri, yöntemlerin nasıl uygulandığını insan ve hayvan maketlerinin tarihçesine göz atacağız, maket yapımının sanatsal, eğitimsel ve terapötik açılardan sağladığı faydaları da keşfedeceğiz.

İnsan ve hayvan maketleri, sadece birer dekorasyon veya sergileme objesi olmanın ötesine geçer. Bu minyatür eserler, dikkatlice yapılmış detaylar içerir ve izleyiciye gerçek dünyayı yansıtan bir atmosfer sunar. İnsanların bu materyallere olan ilgisi, sadece profesyonel eğitim materyalleri olarak değil aynı zamanda estetik zevklerini tatmin etme amacını da taşır. Bunlara ek olarak bilim ve sanat amaçlı sergiler ve hobi amaçlı olarak da anatomik maket ve materyallere ilgi söz konusu olabilmektedir.

Maket yapımı, becerilerin geliştirilmesi ve öğrenme süreci için bir platform sağlar. İnsanlar maket yapımı sırasında detaylara odaklanma, el becerilerini geliştirme, problem çözme yeteneklerini kullanma ve sanatsal ifadeyi keşfetme gibi faydalar elde ederler. Maket yapımı, stresin azaltılması, konsantrasyonun artırılması, zihinsel rahatlama ve yaratıcılığın teşvik edilmesi gibi olumlu etkilere sahip olabilir.

Gerek profesyonel gerekse amatör olarak maket yapımıyla ilgilenen herkes için bu kitap bölümünün faydalı olacağı düşünülmektedir.

Anatomik maket yapımında kullanılan malzemeler

Anatomik maket yapımında kolay şekil alabilen, detayları yansıtma özelliğine sahip, renklendirilebilen dökme plastik, reçine, silikon, lateks ve bunlara benzer malzemeler yaygın olarak kullanılmaktadır.

Dökme Plastikler

Dökme plastikler, polimerlerin eritilerek sıvı hale getirilmesi ve ardından özel kalıplara dökülerek katı hale getirilmesiyle elde edilen

plastik malzemelerdir (Brydson, 1999). Bu süreç, dökme plastiklerin çeşitli şekil ve boyutlarda üretilmesini sağlar.

Dökme plastikler, çok çeşitli polimer malzemelerin kullanılmasıyla üretilebilir. Bu, farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip birçok dökme plastik çeşidinin bulunmasını sağlar (Harper & Petrie, 2003). Dökme plastikler, üretim sürecindeki esneklikleri sayesinde karmaşık şekillerde üretilebilir. Bu, tasarımcılara ve üreticilere istedikleri şekli elde etme özgürlüğü sağlar. Dökme plastikler, genellikle hafif ve dayanıklı malzemelerdir. Bu, birçok uygulamada kullanımlarını avantajlı hale getirir ve taşıma kolaylığı sağlar (Rosato, Rosato, & v Rosato, 2004). Plastik maddelerin aşınmaya, çizilmeye ve darbelere karşı dirençli olması, dökme plastiklerin çeşitli endüstriyel ve ticari uygulamalarda tercih edilmesini sağlar. Plastik materyalin üretim sürecinde renk pigmentleri ve yüzey bitirme teknikleri kullanılarak farklı renkler ve yüzey özellikleri elde edilebilir. Bu, estetik açıdan çekici ve çeşitlilik sunan ürünlerin üretilmesini sağlar. Döküm işleminde otomasyonu ve hızı nedeniyle genellikle maliyet etkin bir seçenektir (Kalpakjian & Schmid, 2014). Dökme plastiklerin seri üretimi kolaydır ve büyük ölçekli üretimlerde ekonomik avantajlar sağlayabilir (Rosato et al., 2004).

Dökme plastiklerin özellikleri, kullanılan polimer malzemeye, üretim sürecine ve uygulama alanına bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Her bir dökme plastik malzeme, kendine özgü mekanik, fiziksel ve yüzey özelliklerine sahip olup farklı uygulama gereksinimlerini karşılayacak şekilde seçilmektedir (Brydson, 1999; Strong, 2006). Bu nedenle, özel uygulamalara ve kullanım amacına uygun dökme plastik malzeme seçimi, ürün performansı ve dayanıklılığı açısından kritik öneme sahiptir (Rosato & Rosato, 2004).

Dökme plastikler, insan ve hayvan maketlerinin üretiminde geniş bir kullanım alanına sahiptir. Özellikle poliüretan, epoksi ve polyester esaslı dökme plastikler; detaylı kalıp alma yetenekleri ve yüzey kalitesi nedeniyle bu tür maket üretimlerinde sıklıkla tercih edilmektedir (Harper, 2006).

Dökme plastikler, çocuk oyuncaklarının üretiminde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Farklı renk ve şekillerde üretilebilen dökme plastik oyuncaklar, hafif, dayanıklı ve uygun şekilde formüle edildiklerinde güvenli olmaları nedeniyle tercih edilmektedir (Strong, 2006; Ashby, 2011). Oyuncak üretiminde kullanılan plastik malzemeler, uluslararası güvenlik standartlarına uygun olacak şekilde seçilmekte ve işlenmektedir (ISO 8124; EU Toy Safety Directive 2009/48/EC).

Plastikten üretilen insan ve hayvan maketlerinin önemli bir bölümü film ve televizyon yapımlarında kullanılmaktadır. Bu maketler, gerçekçi görünümleri, yüksek detay seviyesi ve hafif yapıları sayesinde

sahnelerin canlandırılmasında önemli bir rol oynamaktadır (Rickitt, 2006).

Sanatçılar, dökme plastikleri modelleme ve heykelcilik çalışmalarında da sıklıkla kullanmaktadır. Plastik malzemelerin şekillendirilebilirliği, kalıplanabilirliği ve detaylı yüzey oluşturma kabiliyeti, sanatsal üretim süreçlerinde önemli avantajlar sunmaktadır (Harper, 2006; Adamson, 2013).

Eğitim ve sergi alanlarında ise insan ve hayvan maketleri, müzelerde ve eğitim kurumlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle biyoloji, anatomi, tarih ve doğa bilimleri alanlarında eğitim veren kuruluşlar, dökme plastik maketler aracılığıyla görsel ve etkileşimli öğrenmeyi desteklemektedir (Falk & Dierking, 2013). Ayrıca bazı markalar, insan ve hayvan maketlerini reklam kampanyalarında veya mağaza vitrinlerinde kullanarak ürünlerin görsel açıdan dikkat çekici bir biçimde sunulmasını sağlamaktadır (Kotler et al., 2016).

Dökme plastiklerin insan ve hayvan maketlerinde kullanımı, genellikle gerçekçi, detaylı ve dayanıklı sonuçlar elde edilebilmesi nedeniyle tercih edilmektedir. Plastik malzemelerin şekillendirilebilirliği, renklendirilebilirliği ve maliyet etkinliği, bu alandaki kullanımını destekleyen başlıca faktörlerdir (Harper, 2006; Rosato & Rosato, 2004).

Dökme plastiklerin avantajları tasarım özgürlüğü sağlamaları, dayanıklı ve hafif olmaları, geniş renk ve yüzey seçenekleri olması ve maliyet etkinliği olarak sıralanabilir.

Tasarım Özgürlüğü; Dökme plastikler, karmaşık geometrilerin ve ince detayların yüksek doğrulukla üretilmesine olanak tanır. Bu özellik, özellikle maket, figür ve prototip üretiminde tasarımcılara önemli bir esneklik sağlar (Strong, 2006; Kalpakjian & Schmid, 2014).

Dayanıklılık; Birçok dökme plastik, darbelere ve mekanik zorlanmalara karşı yeterli dayanım gösterir. Bu durum, uzun ömürlü ürünlerin üretilmesini mümkün kılar ve bakım ile yenileme maliyetlerini azaltır (Brydson, 1999).

Hafiflik; Düşük yoğunlukları sayesinde dökme plastikler hafif malzemeler sınıfında yer alır. Bu özellik, taşıma ve montaj kolaylığı sağlarken özellikle büyük hacimli maketlerde önemli bir avantaj oluşturur (Ashby, 2011).

Renk ve Yüzey Seçenekleri; Dökme plastikler, üretim aşamasında pigment ilavesi ve çeşitli yüzey bitirme teknikleriyle farklı renk ve yüzey özelliklerine kolaylıkla uyarlanabilir. Bu durum, estetik beklentilerin yüksek olduğu maket ve vitrin uygulamalarında tercih edilmelerini sağlar (Harper, 2006).

Maliyet Etkinliği; Dökme plastiklerin üretimi, özellikle seri üretimde maliyet etkin bir yöntemdir. Görece düşük hammadde maliyeti,

otomasyona uygun üretim süreçleri ve yüksek tekrarlanabilirlik, ekonomik avantajlar sunar (Rosato & Rosato, 2004).

Diğer yandan dökme plastik materyaller yüksek ısıya karşı yeterince dayanıklı olamayabileceği, yüksek ağırlık ve basınçlara karşı yeterince sert olmamaları, geri dönüştürülebilirliklerinin sınırlı olması, bazı kimyasallara karşı direnç gösteremeyerek eriyebilmeleri, başlangıç aşamasında özel kalıp ve ekipmanlara ihtiyaç duyulması gibi dezavantajları da bulunmaktadır.

Isı Dayanıklılığı; Bazı dökme plastikler yüksek sıcaklıklara veya ani sıcaklık değişimlerine karşı sınırlı dayanım gösterebilir. Bu nedenle yüksek sıcaklık ortamlarında veya termal yükün fazla olduğu uygulamalarda kullanımları uygun olmayabilir (Brydson, 1999).

Sertlik; Bazı dökme plastiklerin elastik modülü ve sertliği, metal veya seramik gibi geleneksel mühendislik malzemelerine kıyasla daha düşüktür. Bu durum, yüksek mekanik yük gerektiren uygulamalarda kullanım sınırları oluşturabilir (Ashby, 2011).

Geri Dönüşüm; Termoset esaslı bazı dökme plastiklerin geri dönüşümü zor veya sınırlıdır. Bu durum, çevresel etkiler ve atık yönetimi açısından dezavantaj yaratabilmektedir (Hopewell, Dvorak & Kosior, 2009).

Kimyasal Direnç; Bazı dökme plastikler, belirli solventler, asitler veya bazlar gibi kimyasal maddelere karşı yeterli direnç göstermeyebilir. Bu nedenle kimyasal etkileşimin yoğun olduğu ortamlarda dikkatli malzeme seçimi yapılmalıdır (Strong, 2006).

Başlangıç Yatırımı; Dökme plastik üretimi için özel kalıplar ve ekipmanlar gerekebilir. Bu durum, özellikle küçük ölçekli üreticiler için başlangıç maliyetlerini artırarak bir yatırım engeli oluşturabilir (Kalpakjian & Schmid, 2014).

Sonuç olarak, her bir dökme plastik malzeme; avantajları ve dezavantajları ile birlikte değerlendirilmelidir. Nihai malzeme seçimi, kullanım amacı, çevresel koşullar, mekanik gereksinimler ve ekonomik faktörler göz önünde bulundurularak yapılmalıdır (Ashby, 2011).

Reçineler

Reçineler, doğal veya sentetik olarak elde edilen polimerik malzemelerdir ve genellikle sıvı veya yarı katı halde bulunurlar (Brydson, 1999; Harper, 2006). Polimerik yapıları, uzun zincirli moleküllerin bir araya gelmesiyle oluşur ve bu yapı reçinelere elastiklik, esneklik ve dayanıklılık gibi temel polimer özelliklerini kazandırır (Strong, 2006). Reçinelerin epoksi, akrilik ve polyester gibi farklı türleri bulunmakta olup, her biri kendine özgü kimyasal bileşime ve performans özelliklerine sahiptir (May, 1988; Rosato & Rosato, 2004).

Reçineler yüzeylere yüksek yapışma kabiliyeti gösterir ve bu özellikleri nedeniyle yapıştırıcı ve kaplama malzemesi olarak yaygın biçimde kullanılmaktadır (Harper, 2006). Ayrıca birçok reçine türü kimyasal maddelere karşı dirençlidir; bu durum endüstriyel uygulamalarda ve

koruyucu kaplamalarda tercih edilmelerini sağlamaktadır (Brydson, 1999). Reçineler sıvı veya yarı katı formdayken şekillendirilebilir olup enjeksiyon kalıplama, döküm, laminasyon ve prototipleme gibi üretim yöntemleriyle farklı anatomik ve ticari materyallerin üretimine olanak tanır (Kalpakjian & Schmid, 2014).

Reçineler; yapıştırıcılar, kaplamalar, kompozit malzemeler, boya ve vernikler, elektrokimyasal uygulamalar, dolgu ve kalıplama malzemeleri gibi çok geniş bir kullanım alanına sahiptir (Strong, 2006). Her reçine türü, sahip olduğu mekanik, kimyasal ve termal özelliklere bağlı olarak belirli uygulamalar için tercih edilmektedir (Ashby, 2011).

Reçineler, insan ve hayvan maketlerinin üretiminde özellikle detaylı heykel ve figürlerin oluşturulmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Yüksek detay alma kabiliyetleri ve plastisite özellikleri, modelleme uzmanlarına geniş bir tasarım özgürlüğü sunar (Harper, 2006). Benzer şekilde, oyuncak endüstrisi ve koleksiyonculuk alanında kullanılan yüksek detaylı insan ve hayvan figürlerinin üretiminde reçine esaslı malzemeler sıklıkla tercih edilmektedir (Strong, 2006).

Reçine malzemeler, film, televizyon ve reklam projelerinde kullanılan modelleme ve prototipleme çalışmalarında da yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Özellikle özel efekt gerektiren sahnelerde reçine maketler, gerçekçi görsel efektlerin oluşturulmasına katkı sağlamaktadır (Rickitt, 2006). Ayrıca eğitim amaçlı sergilerde, müzelerde ve ilk, orta ve yükseköğretim ortamlarında kullanılan anatomik ve zoolojik modellerin önemli bir bölümü reçinelerden üretilmektedir (Falk & Dierking, 2013).

Reçineler, ürün tasarımı ve prototipleme süreçlerinde de önemli bir rol oynar. Prototip üretimi, tasarımcıların ürünlerini fiziksel olarak test etmelerine, ölçekli modeller oluşturmalarına ve tasarımlarını gerçek kullanım koşullarında değerlendirmelerine olanak tanır (Ulrich & Eppinger, 2016).

Epoksi reçineler, yüksek yapışma kabiliyeti, mekanik mukavemet, kimyasal direnç ve optik şeffaflık gibi özellikleriyle öne çıkarken, uzun kürlenme süreleri bazı uygulamalarda dezavantaj oluşturabilmektedir (May, 1988). Poliester reçineler, ekonomik olmaları, hızlı kürlenmeleri ve iyi döküm özellikleri nedeniyle yaygın olarak kullanılmakta; akrilik reçineler ise yüksek optik netlik, darbe direnci ve hafiflik özellikleriyle tercih edilmektedir (Brydson, 1999; Harper, 2006).

Reçinelerin avantajları arasında yüksek dayanıklılık, çeşitlilik, şekillendirilebilirlik, kimyasal direnç ve güçlü yapışma özellikleri yer alırken uzun kürlenme süreleri, potansiyel toksisite, UV ve ısıya duyarlılık, işlem karmaşıklığı ve maliyet gibi dezavantajlar da bulunmaktadır (Strong, 2006; Ashby, 2011). Bu nedenle reçine seçimi, uygulama gereksinimleri ve kullanım koşulları dikkate alınarak yapılmalıdır.

Silikonlar

Silikonlar, organik bileşiklerdeki karbon atomlarının yerine silikon atomlarının yer aldığı polimerik malzemelerdir (Brydson, 1999; Mark, 2004). Silikonlar genellikle silikon ve oksijen atomlarının zincir şeklinde birleşmesiyle oluşan siloksan yapısına sahiptir (Owen, 1990). Bu yapı, silikonlara geniş bir kullanım alanı kazandırmakta ve birçok endüstride önemli rol oynamalarını sağlamaktadır (Clarson et al., 2003). Silikonlar, insan ve hayvan maketlerinin oluşturulmasında yaygın biçimde kullanılmaktadır. Özellikle kalıp yapımında kullanılan sıvı silikonlar, yüksek detay alma kabiliyetleri sayesinde hassas ve gerçekçi kalıpların üretilmesine olanak tanır (Harper, 2006; Kalpakjian & Schmid, 2014). Silikon kalıplar, yüz ifadeleri, vücut hatları ve doku detaylarının kusursuz şekilde kopyalanmasını sağlar (Rickitt, 2006).

Silikonların elastik yapısı, insan ve hayvan maketlerinde doğal hareketlerin taklit edilmesine imkân tanır. Bükülebilir eklemler ve hareketli parçalar bu sayede üretilebilmektedir (Mark, 2004). Ayrıca silikonlar özel pigmentler kullanılarak renklendirilebilir ve gerçekçi cilt, saç ve doku tonları elde edilebilir (Dow Corning Corporation, 2010).

Platin katalizörlü silikonlar, addisyon reaksiyonu yoluyla kürleşir ve yüksek ayrıntı yakalama kabiliyeti, düşük büzülme ve üstün mekanik özellikler sunar (Owen, 1990; Clarson et al., 2003). Bu nedenle hassas kalıp yapımı ve profesyonel maket üretiminde sıklıkla tercih edilirler.

Asetat (kondenzasyon) katalizörlü silikonlar ise daha ekonomik olup uzun çalışma süresi sunar; ancak platin katalizörlü sistemlere kıyasla daha yüksek büzülme gösterebilirler (Harper, 2006). Bu tür silikonlar genellikle orta düzey kalıp ve prototip uygulamalarında kullanılır (Strong, 2006).

Silikonların avantajları arasında geniş sıcaklık aralığında stabilite, yüksek elastikiyet, kimyasal direnç, elektriksel izolasyon ve su itici özellikler yer almaktadır (Mark, 2013; Brydson, 1999). Buna karşın yüksek maliyet, renklendirme zorluğu, uzun kürlenme süresi, yüzey yapışması ve geri dönüşüm zorlukları gibi dezavantajlar da bulunmaktadır (Ashby, 2011; Strong, 2006).

Yüksek sıcaklık dayanımı; Silikonlar, yüksek sıcaklıklara karşı dayanıklıdır ve genellikle 200–300 °C aralığında termal stabilitelerini koruyabilirler (Mark, 2013). Bu özellikleri sayesinde otomotiv, havacılık ve enerji sektörlerinde yaygın olarak kullanılmaktadırlar (Dow Corning Corporation, 2010).

Esneklik ve elastikiyet; Silikonlar elastik ve esnek bir yapıya sahiptir. Yüksek deformasyon altında dahi orijinal şekillerine geri dönebilme yetenekleri, contalar, elastomerik bileşenler ve hareketli parçalar gibi uygulamalarda tercih edilmelerini sağlar (Mark, 2004; Strong, 2006).

Kimyasal direnç; Silikonlar birçok asit, baz, çözücü ve UV ışınına karşı direnç gösterir. Bu özellikleri, silikonların endüstriyel kaplamalar, conta ve yalıtım malzemelerinde kullanılmasını mümkün kılar (Brydson, 1999; Harper, 2006).

Elektriksel izolasyon; Silikonlar yüksek dielektrik dayanımları sayesinde elektriksel olarak yalıtkan malzemelerdir. Elektrik kabloları, transformatörler ve elektronik bileşenlerde izolasyon malzemesi olarak yaygın biçimde kullanılmaktadırlar (Mark, 2013; Strong, 2006).

Biyouyumluluk; Bazı silikon türleri biyouyumlu olup tıbbi implantlar, protezler ve medikal cihazlarda güvenle kullanılabilmektedir (Ratner et al., 2013).

Su itici özellik; Silikonlar doğal olarak hidrofobiktir. Bu özellikleri sayesinde su geçirmez kaplamalar, tekstil uygulamaları ve elektronik koruma sistemlerinde tercih edilmektedirler (Dow Corning Corporation, 2010).

Kalıp yapma ve kopyalama süreçleri; orijinal modelin hazırlanması, uygun kalıp malzemesinin seçimi, kalıbın uygulanması, kürlenme, kalıbın çıkarılması ve kopya parçanın üretilmesi gibi aşamalardan oluşur (Kalpakjian & Schmid, 2014). Bu yöntemler, sanat, endüstri, eğitim ve prototipleme alanlarında nesnelerin tekrarlanabilir ve hassas kopyalarının üretilmesini mümkün kılar (Ulrich & Eppinger, 2016).

Bu özellikler silikonların geniş kullanım alanına sahip olmasını sağlasa da uygulamaya bağlı olarak avantaj ve dezavantajlarının dikkatle değerlendirilmesi gerekmektedir (Ashby, 2011).

Lateks

Lateks, doğal kaynaklı bir sıvı olup genellikle kauçuk ağacının (Hevea brasiliensis) kabuğundan elde edilir (Cornish, 2001; Brydson, 1999). Doğal lateks, elastik özelliklere sahip doğal bir polimer olan cis-1,4-poliizopren içermektedir (Mark, Erman, & Roland, 2013). Bu polimerik yapı, lateksin yüksek elastikiyet ve şekil geri kazanımı göstermesini sağlar (Morton, 1987). Lateksin şekillendirme ve modelleme yöntemleri; dökme, kalıplama, el ile şekillendirme, sünger veya fırça uygulaması, ısı ile şekillendirme ve kesme–birleştirme tekniklerini içermektedir (Kalpakjian & Schmid, 2014). Bu yöntemler, sanat, eğitim, prototipleme ve endüstriyel tasarım alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Ulrich & Eppinger, 2016). Lateks, insan ve hayvan maketlerinin üretiminde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle makyaj ve kostüm tasarımında, özel efekt uygulamalarında gerçekçi doku ve deri efektleri oluşturmak amacıyla tercih edilir (Rickitt, 2006). Ayrıca lateks, prostetik uzuvların ve yüz protezlerinin üretiminde doğal dokuya benzer görünüm sunması nedeniyle kullanılmaktadır (Ratner, Hoffman, Schoen, & Lemons, 2013).

Maske ve başlık yapımında kullanılan lateks malzemeler, esneklikleri ve detay alma kabiliyetleri sayesinde gerçekçi figürlerin oluşturulmasına

olanak tanır (Rickitt, 2006). Hayvan maketleri ve figürlerinde ise lateks, yüzey dokusunun ve anatomik detayların başarılı şekilde kopyalanmasını sağlar (Falk & Dierking, 2013).

Tıp eğitiminde kullanılan simülasyon modellerinde lateks, doku benzeri mekanik özellikleri nedeniyle cerrahi ve anatomik eğitim amaçlı tercih edilmektedir (Ratner et al., 2013).

Lateksin bu özellikleri tekstil, sağlık, spor ekipmanları, eldivenler, lastik ürünler ve banyo malzemeleri gibi birçok endüstride kullanılmasını desteklemektedir (Brydson, 1999; Harper, 2006).

Lateksin avantajları arasında yüksek elastikiyet, gerçekçi yüzey dokusu, dayanıklılık, su geçirmezlik ve şekillendirilebilirlik yer alırken; alerjik reaksiyon riski, bakım gereksinimi, UV ve sıcaklığa duyarlılık ve nispeten yüksek maliyet gibi dezavantajlar da bulunmaktadır (Hamilton & Adkinson, 2004; Brydson, 1999).

Esneklik ve yüksek elastikiyet, yüksek dayanıklılık, su geçirmezlik, esnek ve hassas yüzey, doğal ve çevre dostu yapısı lateksin başlıca avantajları olarak kabul edilebilir.

Esneklik ve yüksek elastikiyet; Lateks, yüksek elastikiyet ve deformasyon sonrası eski formuna dönebilme yeteneğine sahiptir. Bu özellik, tekrarlayan mekanik hareketlere dayanıklılık sağlar (Brydson, 1999; Mark et al., 2013).

Yüksek dayanıklılık; Lateks malzemeler, yüksek çekme mukavemeti ve aşınma direnci gösterir. Bu özellikleri sayesinde uzun süreli kullanımda mekanik bütünlüğünü koruyabilir (Morton, 1987).

Su geçirmezlik; Lateks, doğal hidrofobik yapısı sayesinde su geçirmezlik özelliği sergiler. Bu nedenle suyla temas eden veya sıvı bariyeri gerektiren uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Cornish, 2001).

Esnek ve hassas yüzey; Lateks yüzeyleri pürüzsüz, esnek ve dokuya duyarlı yapı gösterebilir. Bu özellik, boyama, kaplama ve yüzey detaylandırma işlemleri için uygunluk sağlar (Harper, 2006).

Doğal ve çevre dostu yapı; Lateks, yenilenebilir bir doğal kaynak olan kauçuk ağacından elde edildiği için çevre dostu bir malzeme olarak kabul edilir. Ayrıca biyolojik olarak parçalanabilirlik potansiyeline sahiptir (Cornish, 2001; Brydson, 1999).

Lateks alerjik reaksiyona neden olabilen bir maddedir ve bazı solventlere karşı yeterince dirençli değildir. Bu nedenlerle bazı kullanım dezavantajları söz konusu olabilir.

Alerjik reaksiyon riski; Doğal lateks, bazı bireylerde alerjik reaksiyonlara yol açabilen proteinler içerebilir. Lateks alerjisi özellikle sağlık sektöründe önemli bir risk faktörü olarak tanımlanmaktadır (Hamilton & Adkinson, 2004).

Lateksle çalışırken alerji riski, havalandırma gereksinimi, cilt ve göz koruması gibi sağlık ve güvenlik önlemlerinin alınması büyük önem taşımaktadır (Hamilton & Adkinson, 2004; Ratner et al., 2013).

Kimyasal direnç; Lateks, birçok asit, baz ve çözücüye karşı sınırlı da olsa direnç gösterebilir; ancak oksitleyici maddeler ve bazı solventler lateksin yapısal özelliklerini olumsuz etkileyebilir (Morton, 1987; Harper, 2006).

Diğer Malzemeler

Ahşap, metal ve kumaş gibi malzemeler, insan ve hayvan maketlerinin üretiminde geniş bir kullanım alanına sahiptir (Ashby, 2011; Kalpakjian & Schmid, 2014). Bu malzemeler, sahip oldukları fiziksel ve mekanik özellikler nedeniyle farklı tasarım ve üretim gereksinimlerine yanıt verebilmektedir.

Ahşap, maket yapımında sıkça kullanılan doğal bir malzemedir. Kolay şekillendirilebilir olması, kesme, oyma, zımparalama ve boyama gibi işlemlere uygunluğu sayesinde detaylı çalışmalar yapılmasına olanak tanır (Hoadley, 2000; Forest Products Laboratory, 2010). Ahşap maketler; mobilya, yapı, gemi ve araç modellerinde yaygın olarak tercih edilmektedir (Ashby & Johnson, 2014). Farklı ahşap türlerinin kendine özgü doku ve mekanik özellikleri, estetik ve fonksiyonel açıdan tasarım esnekliği sağlar (Hoadley, 2000).

Metal, yüksek dayanım ve rijitlik gerektiren maketlerde sıklıkla kullanılan bir malzemedir. Metal malzemeler kesilebilir, bükülebilir, kaynaklanabilir ve lehimlenebilir; ayrıca yüzeyleri cilalama, boyama ve kaplama işlemleriyle işlenebilir (Kalpakjian & Schmid, 2014). Bu özellikleri nedeniyle metal, yapı, araç, robotik ve endüstriyel maketlerde yaygın olarak kullanılmaktadır (Degarmo, Black, & Kohser, 2011). Alüminyum, çelik, bakır ve pirinç gibi metaller, farklı ağırlık, mukavemet ve korozyon direnci özellikleri sunar (Callister & Rethwisch, 2018).

Kumaş, maket yapımında genellikle kostüm, giysi ve dekoratif unsurların oluşturulmasında kullanılır. Kumaşlar; kesme, dikme, bükme ve süsleme işlemlerine uygun olup farklı doku, desen ve elastikiyet özellikleri sunar (Kadolph, 2010). Elastik kumaşlar, maketlerde hareketli veya esnek parçaların oluşturulmasına olanak tanır (Saville, 1999). Kumaş malzemeler, kostüm tasarımı, oyuncak üretimi ve iç mekân dekorasyonuna yönelik maketlerde yaygın olarak tercih edilmektedir (Kadolph, 2010; Sinclair, 2015).

Ahşap, metal ve kumaş malzemelerinin her biri, kendine özgü avantajlara ve sınırlamalara sahiptir. Bu nedenle malzeme seçimi, projenin estetik hedefleri, mekanik gereksinimleri ve kullanım koşulları dikkate alınarak yapılmalıdır (Ashby, 2011). Her malzemenin işlenmesi sırasında uygun araç ve tekniklerin kullanılması ve güvenlik önlemlerinin alınması önemlidir (Kalpakjian & Schmid, 2014).

Ahşap maketlerde meşe, ceviz, çam ve tik gibi türler; metal maketlerde alüminyum, çelik, bakır ve pirinç; kumaş maketlerde ise pamuk, polyester,

keten ve ipek gibi malzemeler yaygın olarak kullanılmaktadır (Hoadley, 2000; Callister & Rethwisch, 2018; Kadolph, 2010). Bu malzemeler, farklı kullanım senaryolarında mobilya modelleri, araç maketleri, robotik tasarımlar, kostümler ve dekoratif objelerin üretilmesine olanak tanır (Ashby & Johnson, 2014; Degarmo et al., 2011).

REFERANSLAR

Adamson, G. (2013). The invention of craft. Bloomsbury Academic/V&A Publishing.

Ashby, M. F. (2011). Materials selection in mechanical design (4th ed.). Oxford, UK: Butterworth-Heinemann.

Brydson, J. A. (1999). Plastics materials (7th ed.). Oxford, UK: Butterworth-Heinemann.

Clarson, S. J., Fitzgerald, J. J., Owen, M. J., & Smith, S. D. (Eds.). (2003). Silicones and silicone-modified materials. Washington, DC: American Chemical Society.

Cornish, K. (2001). Similarities and differences in rubber biochemistry among plant species. Phytochemistry, 57(8), 1123–1134.

Dow Corning Corporation. (2010). Silicone elastomers: Product and application guide. Midland, MI: Dow Corning.

Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2013). The museum experience revisited. New York, NY: Routledge.

Fink, J. K. (2013). Reactive polymers: Fundamentals and applications (2nd ed.). Oxford, UK: William Andrew.

Hamilton, R. G., & Adkinson, N. F. (2004). Diagnosis of natural rubber latex allergy. Journal of Allergy and Clinical Immunology, 114(3), 673–681.

Harper, C. A. (2006). Handbook of plastics technologies. New York, NY: McGraw-Hill.

Harper, C. A., & Petrie, E. M. (2003). Plastics materials and processes: A concise encyclopedia. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

ISO 8124. (—). Safety of toys. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.

ISO 10993-1. (2018). Biological evaluation of medical devices. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.

ISO 20057. (2017). Natural rubber latex—Determination of residual chemicals. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.

Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2014). Manufacturing processes for engineering materials (6th ed.). Boston, MA: Pearson.

Kotler, P., Kartajaya, H., & Setiawan, I. (2016). Marketing 4.0. Hoboken, NJ: Wiley.

Mark, J. E. (2004). Silicone rubbers. In J. E. Mark (Ed.), Polymer data handbook (pp. 411–435). Oxford, UK: Oxford University Press.

Mark, J. E. (2013). Physical properties of polymers handbook (2nd ed.). New York, NY: Springer.

Mark, J. E., Erman, B., & Roland, C. M. (2013). The science and technology of rubber (4th ed.). Amsterdam, NL: Elsevier.
May, C. A. (1988). Epoxy resins: Chemistry and technology (2nd ed.). New York, NY: Marcel Dekker.
Morton, M. (1987). Rubber technology (3rd ed.). New York, NY: Van Nostrand Reinhold.
Owen, M. J. (1990). Siloxane elastomers. Journal of Molecular Structure, 222, 203–216. https://doi.org/10.1016/0022-2860(90)87018-K
Ratner, B. D., Hoffman, A. S., Schoen, F. J., & Lemons, J. E. (2013). Biomaterials science: An introduction to materials in medicine (3rd ed.). San Diego, CA: Academic Press.
Rickitt, R. (2006). Special effects: The history and technique. New York, NY: Billboard Books.
Rosato, D. V., & Rosato, M. G. (2004). Plastic product material and process selection handbook. Oxford, UK: Elsevier.
Strong, A. B. (2006). Plastics: Materials and processing (3rd ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson.
Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2016). Product design and development (6th ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
EU Toy Safety Directive 2009/48/EC. (2009). Safety of toys. Official Journal of the European Union.

Kulak Antropometrisinin Klinik Açıdan Değerlendirilmesi

Emre UĞUZ[1]

Ruken ÖNCÜ[2]

Mustafa TAŞTAN[3]

[1]Arş. Gör., Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, Kırşehir, Türkiye, emre.uguz@ahievran.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7813-3290.

[2]Arş. Gör., Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, Kırşehir, Türkiye, ruken.oncu@ahievran.edu.tr, ORCID: 0009-0001-4896-7822.

[3]Dr. Öğr. Üyesi, Kapadokya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Yüksekokulu, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Nevşehir, Türkiye, mustafa.tastan@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-1465-3681

ÖZET

Bu kitap bölümü, dış kulağın (auricula/pinna) antropometrik ölçümlerinin klinik açıdan nasıl değerlendirileceğini; anatomik referans noktaları, temel ölçüm parametreleri, ölçüm yöntemleri ve endikasyona göre yorumlama ilkeleri çerçevesinde bütüncül biçimde sunmayı amaçlamaktadır. Bölümde, kulak antropometrisinde sık kullanılan referans noktaları (superaurale, subaurale, preaurale, postaurale, otobasion superius ve otobasion inferius) tanımlanmakta ve bu noktalara dayalı lineer ölçümler, açısal parametreler ile oran/indeks temelli metriklerin klinik anlamı özetlenmektedir. Doğrudan antropometri, iki boyutlu fotoantropometri ve üç boyutlu stereofotogrametri/yüzey tarama yöntemleri; temassız kayıt, arşivlenebilirlik, ölçekleme gereksinimi, perspektif etkileri ve cihaz/operatör kaynaklı hata bileşenleri dikkate alınarak karşılaştırılmaktadır. Ölçümlerin güvenilirliği için standardize baş pozisyonu, kalibrasyon, tekrarlı ölçüm ve intra/inter-gözlemci uyumunun raporlanmasının önemi vurgulanmaktadır. Normatif veriler bağlamında kulak ölçülerinin yaş, cinsiyet ve popülasyona göre değişebildiği; bu nedenle sonuçların uygun referans aralıklarıyla birlikte yorumlanması gerektiği belirtilmektedir. Endikasyon temelli yaklaşımda otoplastide protrüzyon mesafesi ve aurikulosefalik açı gibi ölçümlerin preoperatif planlama ve postoperatif izlemde objektif hedefler sağladığı, mikroti rekonstrüksiyonunda boyut, projeksiyon ve simetri hedeflerinin karşı kulağa dayalı olarak belirlendiği aktarılmaktadır. Travma ve yanık olgularında cerrahi rekonstrüksiyon veya auriküler epitez/protez seçeneklerinde karşı kulağın "altın standart" olarak kabul edilmesi ve hedef geometrinin aynalanmasının tasarım ve sonuç değerlendirmeyi kolaylaştırdığı özetlenmektedir. Sonuç olarak, endikasyona özgü çekirdek ölçüm setlerinin kullanılması ve ölçümlerin standart protokollerle raporlanması, kulak antropometrisinin klinik karar verme ve objektif izlemdeki katkısını belirgin biçimde artırmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kulak antropometrisi; auricula; referans noktası; fotoantropometri; stereofotogrametri; otoplasti; mikroti; auriküler epitez; concha; işitme cihazı.

1. GİRİŞ

Kulak, karmaşık üç boyutlu morfolojisi, bireyler ve popülasyonlar arasında değişkenlik gösteren yapısı ve hem estetik hem de fonksiyonel sonuçlara doğrudan etki etmesi nedeniyle klinik açıdan antropometrik değerlendirmeye en elverişli yüzeyel yapılardan biri olarak ele alınmaktadır. Kulağa ait lineer ölçümler ve açısal parametreler klinikte yalnızca tanımlayıcı

veri üretmekle kalmayıp aynı zamanda tanı, tedavi planlaması ve tedavi sonrası objektif izlem için ölçülebilir hedefler sağlamaktadır. Bu nedenle kulak antropometrisi; kulak burun boğaz, plastik–rekonstrüktif cerrahi, odyoloji/işitme cihazı uygulamaları ve adli bilimlerin ilgi alanının kesişim noktasında yer almaktadır (Japatti vd., 2018).

1.1. Kulak Antropometrisinin Klinik Değeri

Kulağın boyut ve oranları; yaş, cinsiyet, etnisite ve bireysel varyasyonlara bağlı olarak anlamlı biçimde değişebilmektedir. Bu farklılıklar, popülasyona spesifik normatif verilerle klinik kararların daha sağlam temellere oturtulmasını mümkün kılmaktadır. Normal yetişkin kulak ölçülerine ilişkin çalışmalar, klinikte karşılaşılan deformitelerin değerlendirilmesinde bir referans çerçevesi sunmaktadır (Japatti vd., 2018).

Auricula şekil ve boyutundaki belirgin sapmaların bazı konjenital anomaliler veya sendromlarla ilişkisinin olabileceği; bu nedenle de kulak antropometrik parametrelerinin klinik gözlemi destekleyen bir veri katmanı oluşturabileceği vurgulanmaktadır (Petekkaya, Polat, Kabakçı & Çevik, 2020).

Mikroti gibi rekonstrüksiyon gerektiren durumlarda karşı taraf normal kulağın antropometrik özellikleri, simetri hedefinin kurulmasında temel referanslardan birini teşkil etmektedir. Auricula rekonstrüksiyon cerrahisinde doku genişletici seçimi gibi pratik kararların da kulak antropometrisine dayandırılabileceği belirtilmiştir (Sun vd., 2022).

Otoplasti ve auricula rekonstrüksiyonu sonrası başarı genellikle görsel ve öznel bir şekilde değerlendirilse de; protrüzyon mesafesi, aurikulosefalik açı, kulak uzunluk–genişliği gibi parametreler, cerrahi sonucun takip edilmesinde nesnel bir zemin oluşturmaktadır. Üç boyutlu ölçüm algoritmalarının geliştirilmesi de nesnellik ihtiyacın doğrudan bir yansımasıdır (Lin vd., 2024).

1.2. Kulak Antropometrisinin Fonksiyonel Boyutu

Kulak gelen sesin spektral içeriğini ve konumsal ipuçlarını şekillendirmektedir. Protrüde pozisyonda olduğu gibi kulak pozisyonundaki değişikliklerin konuşmanın anlaşılabilirliği üzerinde ölçülebilir etkileri olabileceği gösterilmiştir. Bu sonuçlar, otoplasti gibi girişimlerde beklenti yönetimi açısından da önem taşımaktadır; çünkü hedef yalnızca görünüm

değil, potansiyel olarak işitsel performans bile olabilmektedir (McNeil, Aiken, Bance, Leadbetter & Hong, 2013).

1.3. Antropometrinin Cihaz Tasarımındaki Rolü

Kulak antropometrisi klinik pratikte yalnızca cerrahiye değil; işitme cihazlarına ve kulakla ilişkili ürünlerin (kulaklık vb.) ergonomik tasarımına da temel oluşturmaktadır. Popülasyon temelli kulak ölçümleri ile mevcut ürün boyutlarının karşılaştırılması; uygunluk, konfor ve bireyselleştirme açısından yol gösterici nitelik taşımaktadır. Kulak antropometrisi klinikte özellikle kulakla temas eden cihazların uyum/konfor şikayetlerinin değerlendirilmesine de dolaylı yoldan katkı sağlamaktadır (Liu, 2008).

1.4. Kulak Morfolojisinin Kimliklendirmedeki Ayırt Ediciliği

Kulak; helix, antihelix, concha auricula ve lobulus auricula gibi bölgelerinin oran/ilişkileriyle bireyler arasında ayırt edici bir örüntü oluşturmaktadır. Kulak oranlarına dayalı olarak etnisite kodlama yaklaşımlarını değerlendiren çalışmalar, kulağın adli kimliklendirmede destekleyici bir biyometrik parametre olabileceğine işaret etmektedir. Kimliklendirme klinik uygulamadan farklı bir amaç gütmekte olsa da temel araç yine antropometrik ölçümler ve standartlaştırılmış bölgesel tanımlamalardır (Angelakopoulos vd., 2023).

2. KULAK ANATOMİSİ VE ANTROPOMETRİK REFERANS NOKTALARI

Auricula helix, antihelix, concha auricula (cymba conchalis/cavum conchalis), tragus, antitragus, incisura intertragica ve lobulus auricula gibi yapılardan oluşan; klinik değerlendirmede hem estetik hem de fonksiyonel açıdan önem taşıyan kompleks bir yapıdır. Antropometrik ölçümlerin amacı bu yapıları standart anatomik referans noktaları üzerinden tanımlayarak ölçümleri tekrarlanabilir hale getirmektir (Fu & Luximon, 2020).

Kulağın üç boyutlu bir organ olması sebebiyle kulak uzunluğu/kulak genişliği gibi basit ölçümler bile farklı kişilerce farklı noktalardan alınırsa sonuçlar karşılaştırılamayacaktır. Bu problem, özellikle üç boyutlu fotoğraf/üç boyutlu tarama ile ölçüm yapılan çalışmalarda daha belirgindir. Mikroti rekonstrüksiyonu ve postoperatif değerlendirmede üç boyutlu ölçümlerin yapıldığı çalışmalar, ölçüm standardizasyonunun klinik çıktıların objektifleştirilmesi açısından kritik olduğunu vurgulamaktadır (Chen, Albdour, Lizardo, Chen & Chen, 2015).

2.1. Klinik Pratikte Sık Kullanılan Auricula Referans Noktaları

Klinik antropometri ve üç boyutlu değerlendirmelerde en sık karşılaşılan referans noktaları (landmark) şunlardır:

1. Superaurale: Helix'in en üst noktasıdır.

2. Subaurale: Lobulus auricula'nın en alt noktasıdır (Pandit, Sharma, Shrestha, Shrestha & Yadav, 2017).

3. Preaurale: Kulak konturunun en ön noktasıdır (genellikle helix'in ön sınırıdır).

4. Postaurale: Kulak konturunun en arka noktasıdır.

5. Otobasion superius: Kulağın üstte yüz/baş ile birleşim noktasıdır (Ocakoğlu, Turan Özdemir, Ercan & Etöz, 2013).

6. Otobasion inferius: Lobulus auricula'nın yanakla birleştiği alt insersiyon noktasıdır (lobulus auricula'nın yüzle bağlantı alt sınırıdır) (Katina vd., 2015).

7. Tragion: Tragus'un üst kenarındaki çentiktir

8. Incisura intertragica: Tragus ile antitragus arasındaki çentiği tanımlamakla birlikte özellikle auricula'nın alt üçte birlik bölümünün ölçümlerinde ve şekil analizinde kullanılmaktadır (Ocakoğlu vd., 2013).

2.2. Kulak Antropometrisinin Temel Ölçüm Parametreleri

1. Kulak uzunluğu: Superaurale ile subaurale arasındaki mesafenin uzunluğudur
2. Kulak genişliği: Preaurale ile postaurale arasındaki mesafenin uzunluğudur.
3. Kulak insersiyon uzunluğu / yerleşim yüksekliği: Otobasion superius ile otobasion inferius arasındaki mesafenin uzunluğu olmakla birlikte kulağın yüz ile birleşen hattını temsil etmektedir (Ocakoğlu vd., 2013).
4. Lobulus auricula yüksekliği: Otobasion inferius ile subaurale arasındaki mesafenin uzunluğu olmakla birlikte klinikte lobulus auricula'nın serbest kısmının yüksekliği ile iyi örtüşmektedir (Katina vd., 2015).

5. Protrüzyon mesafesi: Auricula'nın en lateral (belirgin) noktasından mastoid'e kadarki dik mesafenin uzunluğu olup üç boyutlu ölçümlerde çeşitli düzlemler ile değerlendirilmektedir (Lin vd., 2024).

6. Aurikulosefalik açı: Otoplasti literatüründe sıklıkla kullanılan aurikulosefalik açı, kulak ile temporal kemik/baş arasındaki ilişkiyi açı olarak vermekle birlikte tanımının yönteme göre değişebildiği özellikle not edilmelidir (Saliba & Alves, 2017).

2.3. Klinik Raporlama İçin Önerilen Standart Protokol

Kulakların simetrik olmadığı üç boyutlu değerlendirme çalışmalarında tekrar tekrar gösterildiği için ölçümler sağ ve sol tarafta ayrı ayrı raporlanmalıdır (Lin vd., 2025).

Pratikte sık kullanılan landmarklar ile tanımlanan temel ölçümler, antropometrik değerlendirmenin çekirdeği olarak verilip detaylı ölçümler endikasyona göre eklenmelidir (mikroti rekonstrüksiyonu, cihaz uyumu vs.) (Chen vd., 2015).

Üç boyutlu ölçüm yöntemi kullanılacaksa; ölçümlerin anlamlı olabilmesi için landmark tanımı mutlaka netleştirilmelidir. Üç boyutlu görüntülemenin güvenilirliği üzerine yapılan çalışmalar, yöntemin gücünün doğru protokolle ortaya çıktığının altını çizmektedir (Dindaroğlu, Kutlu, Duran, Görgülü & Aslan, 2016).

3. ANTROPOMETRİK ÖLÇÜMLERİN SINIFLANDIRILMASI VE KLİNİK ANLAMI

Kulak antropometrisi; auricula'nın boyutlarını, oranlarını ve baş ile ilişkisini sayısallaştırmak için kullanılan ölçümlerin bütünüdür. Klinik pratikte bu ölçümler genellikle lineer (uzunluk–genişlik–mesafe), açısal, oran/indeks ve üç boyutlu (yüzey temelli) parametreler şeklinde sınıflandırılmaktadır. Kulağın kompleks üç boyutlu morfolojisi nedeniyle yalnız tek bir ölçüm grubunu kullanmak özellikle cerrahi planlama ve sonuç değerlendirmede yetersiz kalabilmektedir. Bu nedenle modern literatür, klasik ölçümleri üç boyutlu parametrelerle tamamlamaya yönelmektedir (Lin vd., 2024).

3.1. Lineer Ölçümler

Lineer ölçümler klinikte en sık kullanılan ve uygulanması görece kolay parametreler olup temel boyutlar hakkında hızlı bilgi vermektedir. Bu

ölçümler, normatif veri ile karşılaştırıldığında “küçük/büyük, dar/geniş” gibi tanımları objektifleştirmekte ancak tek başına kulağın başa ne kadar dönük ya da uzak olduğu sorusunu her zaman yeterli derecede açıklayamamaktadır (Lin vd., 2025).

Lobulus auricula uzunluğu ve lobulus auricula genişliği lobül deformiteleri, yaşlanma değişiklikleri ve rekonstrüksiyon hedefleri açısından pratik değer taşımakta; birçok çalışma da kulak uzunluğu ve kulak genişliğine ek olarak lobül ölçülerini de rutin olarak raporlamaktadır (Japatti vd., 2018).

3.2. Açısal Ölçümler

Açısal parametreler, auricula’nın baş ile ilişkisini ve protrüzyonu daha doğrudan yansıtmaktadır. Açısal ölçümler, lineer ölçümlerden farklı olarak kulak açısının düzelip düzelmediğine yanıt vermektedir; bu nedenle otoplasti sonrası objektif takipte sıklıkla kullanılmaktadır (Saliba & Alves, 2017). Aurikulosefalik açı kepçe kulak değerlendirmesinde ve cerrahi hedeflerin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Ozturan, Dogan, Ozucer, Yildirim & Meric, 2015).

3.3. Oranlar ve İndeksler

Oran ve indeksler, mutlak boyut farklılıklarını normalize ederek daha karşılaştırılabilir metrikler üretilmesinde fonksiyonel bir rol oynamaktadır. Auriküler indeks “kulak genişliği / kulak uzunluğu × 100” şeklinde raporlanmaktadır (Acharya, Gupta, Palimar, Kalthur & Adhikari, 2025). Lobül indeksi ise “lobül genişliği / lobül uzunluğu × 100” olarak verilmektedir (Acharya vd., 2025). İndeksler, popülasyonlar arası karşılaştırmalarda ve şekil farklılıklarını tespit etmede faydalı olup klinik karar verme süreçlerinde çoğu zaman lineer/açısal ölçümlerle birlikte ele alınmalıdır (Fu & Luximon, 2020).

3.4. Üç Boyutlu Parametreler

Auricula’nın kıvrımlı üç boyutlu yapısı, klasik iki boyutlu lineer ölçümlerin yakalayamadığı ayrıntıları barındırmaktadır. Bu nedenle son yıllarda üç boyutlu tarama ve otomatik yüzey-temelli ölçüm algoritmaları ile daha yüksek hassasiyet hedeflenmekte, preoperatif planlama ve postoperatif değerlendirme için daha kapsamlı parametre setleri önerilmektedir. Tek bir ölçüm seti yerine çoklu objektif ölçüm yaklaşımlarını (üç boyutlu tarama, oranlar, simetri metrikleri) bir araya getirmenin daha güçlü olduğunun altı çizilmiştir (Lin vd., 2023). Üç boyutlu yaklaşım özellikle simetri analizinin ve

rekonstrüksiyonda boyut eşleşmesinin sayısallaştırılmasını kolaylaştırmaktadır (Sun vd., 2022).

4. ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ VE ÖLÇÜM GÜVENİLİRLİĞİ

Kulak antropometrisinin klinikte işe yarar hale gelmesi; standart baş pozisyonu ve ölçüm protokolü, iyi tanımlanmış landmark seti ve ölçüm yöntemine uygun hata analizi ve güvenirlik raporu üçlüsüne dayanmaktadır (Lin vd., 2023).

4.1. Klinikte Uygulanabilir Temel İş Akışı

Klinik ortamda minimum standart olarak şu adımlar önerilmektedir:

1. Baş pozisyonu: Frankfurt horizontal düzlemine yakın nötral pozisyon (mümkünse baş sabitleyici ve standart oturma) tavsiye edilmektedir.
2. Sağ–sol ayrı raporlama: Kulaklar sıklıkla asimetrik olduğu için her iki tarafta ayrı raporlama gerçekleştirilmelidir (Lin vd., 2025).
3. Landmark tanımı: Kullanılan her landmark metin içinde açıkça tarif edilmeli ve ideal olarak bir şema ile gösterilmelidir (Lin vd., 2023).
4. Tekrarlı ölçüm: İntra- ve inter-gözlemci tekrarlarıyla güvenirlik raporlanmalıdır (Chen vd., 2015).

4.2. Direkt Antropometri

Kumpas, mezura ve gonyometre aracılığıyla doğrudan yapılan ölçümlerin ucuz, hızlı ve klinikte erişilebilir olması avantajlı yönleri arasında gösterilmektedir. Bu yöntemler özellikle lineer ölçümlerde yaygın olarak kullanılmaktadır (Japatti vd., 2018). Yumuşak dokunun sıkışmasıyla ölçümlerde meydana gelen milimetre düzeyinde sapma (özellikle lobulus auricula'da) ve kulağın üç boyutlu kıvrımlarında derinlik ve açı ölçümlerinin zorlaşması direkt antropometrik yöntemlerin sınırlılıkları içerisinde yer almaktadır (Fu & Luximon, 2020). Doğrudan ölçümler mümkün olduğunca aynı kişi tarafından, aynı cihazla, kısa temasla ve standart baş pozisyonu ile yapılmalı ve cihaz kalibrasyonu not edilmelidir (Major vd., 2024; Oladipo, Adheke & Eke, 2023).

4.3. İki Boyutlu Fotoantropometri

Fotoantropometri standart fotoğraflar üzerinden çoğunlukla yazılım araçları vasıtasıyla landmarklar arası mesafelerin ölçülmesidir. Kulak antropometrisinde fotoantropometri kullanan çalışmalar, iki boyutlu yöntemin

saha araştırmaları ve klinik raporlama için pratik olduğunu göstermiştir (Japatti vd., 2018). Temassız ölçüm ile arşivlenebilir ve geriye deriye dönük karşılaştırmaya uygun olmak bu yöntemin avantajları arasında bulunmaktadır. Perspektif/mesafe hataları ve ölçekleme zorunluluğu (referans cetvel/kalibrasyon etiketi olmadan sonuçlar güvenilir değildir) ise fotoantropometrinin sınırlılıkları olarak belirtilmektedir. Fotoğraf protokolünde kamera–hasta mesafesi, odak uzaklığı, kulak düzlemiyle kamera hizası ve kalibrasyon yöntemi mutlaka yazılmalı; mümkünse aynı kurulumla seri ölçümler yapılmalıdır (Fatima vd., 2025; Fu & Luximon, 2020).

4.4. Üç Boyutlu Stereofotogrametri ve Üç Boyutlu Yüzey Tarama

Üç boyutlu stereofotogrametri, kulağın üç boyutlu morfolojisini daha iyi yakaladığı için özellikle mikroti rekonstrüksiyonu, otoplasti sonrası objektif takip ve simetri analizi gibi alanlarda ön plana çıkmaktadır. Üç boyutlu stereofotogrametriyi direkt antropometri ve iki boyutlu fotoantropometri ile karşılaştıran çalışmalar, uygun protokolle üç boyutlu yöntemin yüksek doğruluk ve güvenirlik gösterdiğini raporlamıştır (Dindaroğlu vd., 2016). Auricula'da üç boyutlu stereofotogrametri ile direkt ölçümün karşılaştırıldığı çalışmada üç boyutlu stereofotogrametrinin gözlemciler arası hassasiyeti daha iyi bulunmuş; ortalama mutlak farkların ise milimetre düzeyinde olduğu ifade edilmiştir (Chen vd., 2015). Saç, gölge, yansıma ve kulak arkasının görünürlüğü (özellikle postaurale bölgesi) veri kalitesini düşürebilmektedir. Landmarkların ölçüm yapılırken yanlış konumlandırılması tüm ölçümlere zincirleme olarak yansıyacağından landmark seçiminin ölçümlerin tekrarlanabilirliği açısından belirleyici olduğu vurgulanmıştır (Lin vd., 2023).

5. NORMATİF VERİLER VE ÖLÇÜMLERİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Kulak antropometrisinin klinik değerini belirleyen başlıca unsur, ölçümlerin uygun normatif referans ile karşılaştırılabilmesidir. Kulak ölçümlerinde standart ve tek bir normal olmamakla birlikte kulak ölçüleri yaş, cinsiyet, popülasyon ve beden yapısı gibi değişkenlerden etkilenmektedir; bu nedenle normatif veri kullanımı, ölçümlerin hangi hasta grubunda (pediatrik/yetişkin), hangi yöntemle, hangi landmark tanımıyla alındığını açıkça bilmekle anlam kazanmaktadır (Sforza vd., 2009).

5.1. Yaş ve Büyüme

Kulak rekonstrüksiyonu planlamasında pediatrik dönem kritik olduğundan, yaşa göre kulak boyutlarının "ne zaman yetişkinlerdeki boyutuna yaklaştığı" klinik kararları doğrudan etkilemektedir. Kıkırdak boyutlarının yaşla değiştiği; maksimum değerlerin kızlarda ve erkeklerde farklı yaşlarda görülebildiği; ayrıca "erişkin boyutun erken yaşlarda tamamlandığı" yönündeki klasik kabule karşıt olarak büyümenin daha ileri yaşlara uzayabildiği bildirilmiştir (Barone vd., 2023).

Yetişkin dönemde ve ileri yaş döneminde ise kulağın yaşla büyümesi olgusu literatürde tekrar eden bir bulgudur. Çocuklukta hızlı olan büyümenin erken yaşlarda yavaşladığı; buna karşın bazı parametrelerin ileri yaşta da artış gösterebildiği belirtilmiştir (Niemitz, Nibbrig & Zacher, 2007).
Kulak boyutlarının yaşla artışı, kıkırdak büyümesi kadar yumuşak doku ve elastikiyet değişimleri ile de ilişkilendirilmektedir; yaş grupları arasında lobulus auricula uzunluğunda anlamlı farklılıklar gösterilmiş ve klinik uygulamaya dönük yaşa göre referans tablo önerilmiştir (Azaria, Adler, Silfen, Regev & Hauben, 2003).

5.2. Cinsiyet: Seksüel Dimorfizm

Türk genç yetişkinlerde iki boyutlu fotoantropometri ile yapılan çalışmada erkeklerde kulak uzunluğu ve genişliği ile bazı açısal parametrelerin daha yüksek bulunduğu, buna karşın bazı oran/indekslerin cinsiyetler arasında fark göstermediği raporlanmıştır (Bahşi, Orhan, Kervancioğlu, Karatepe & Sayin, 2023).
Yetişkinlerde yapılan bir diğer çalışmada ise yaş ve cinsiyetin lobulus auricula uzunluğuna katkısı özellikle vurgulanmıştır (Azaria vd., 2003).

5.3. Popülasyon

Kulak morfometrisi popülasyonlar arasında değişebildiği için, normatif veri kullanımı ideal olarak aynı popülasyon veya en azından benzer demografik örneklemden seçilmelidir.
Yaş ve cinsiyete ek olarak etnik gruplar arasında kulak ölçülerindeki farklılıkların mevcut olduğu ve özellikle kepçe kulak gibi klinik açıdan önemli durumların popülasyonlar arasında kıyaslanabildiği bildirilmektedir (Sforza vd., 2009).

5.4. Beden Yapısı

Kulak antropometrik ölçüm değerlerinin yalnızca yaş ve cinsiyete değil, beden yapısına da kısmen duyarlı olabildiği gösterilmiştir (Schonauer, De Luca, Razzano & Molea, 2012).
Yetişkinlerde lobulus auricula uzunluğuna en güçlü katkının yaş ve cinsiyetten geldiği; bazı alt analizlerde kilo veya beden kitle indeksi gibi değişkenlerin sınırlı etkiler gösterebileceği belirtilmiştir (Azaria vd., 2003).

6. KLİNİK DEĞERLENDİRME: ENDİKASYONLARA GÖRE KULAK ANTROPOMETRİSİNİN KULLANIMI

Kulak antropometrisi klinikte ölçüm, yorum ve karar bütünlüğünü standardize etmek için kullanılmaktadır. Mikroti rekonstrüksiyonunda ve kepçe kulakta objektif ölçüm yöntemlerinin heterojen olduğuna dikkat çekilmekte; klinik faydanın artması için endikasyona özel ölçüm parametrelerinin seçilmesi özellikle desteklenmektedir (Lin vd., 2023).

6.1. Kepçe Kulak ve Otoplasti

Kepçe kulakta, kulağın baştan ne kadar uzak olduğu ve operasyon sonrası estetik hedefe ulaşılıp ulaşılmadığı konuları önem arz etmektedir. Otoplasti sonuçları sıklıkla fotoğraf veya öznel değerlendirme ile raporlansa da, objektif ölçümler (mesafe ve açılar) hem pre-op planlamayı hem de post-op izlemeyi güçlendirmektedir (Saliba & Alves, 2017). Kulak–skalp mesafesi klinikte en yaygın kullanılan pratik yaklaşım olarak göze çarpmaktadır (Saliba & Alves, 2017). Aurikulosefalik açının protrüzyonu özetleyen bir parametre olarak kulak–skalp mesafesi ile birlikte kullanımı değerlendirilmiştir (Ozturan vd., 2015). Conchomastoid veya conchoscapal açı ise özellikle konka hipertrofisi baskın olgularda anlamlıdır (Kelley, Hollier & Stal, 2003).

6.2. Konjenital Anomaliler ve Mikroti

Mikroti rekonstrüksiyonu sonrası kulağın boyut, oran ve projeksiyon olarak normal referans değerlerine ne kadar yaklaştığı klinik açıdan değer taşımaktadır. Mikroti rekonstrüksiyon sonuçlarının değerlendirilmesinde temel omurgayı antropometrik ölçümler ve üç boyutlu analizler oluşturmaktadır (Lin vd., 2023). Mikroti için klinikte kullanılması önerilen antropometrik ölçüm parametreleri kulak uzunluğu, kulak genişliği, kulak-skalp mesafesi, kulak yüzey alanı ve kulak çevresidir (Sun vd., 2022). Mikroti hastalarında normal kulağın üç boyutlu ölçümleri kullanılarak auricula yüzey alanı tahmin edilmeye çalışılmış ve antropometrinin doğrudan cerrahi lojistik

kararlarına bağlanabileceği ifade edilmiştir (Sun vd., 2022). Mikroti rekonstrüksiyonunda karşı kulağın yüksek çözünürlüklü olarak taranıp aynalanarak intraoperatif kılavuz (üç boyutlu model/şablon) üretimi; cerrahi planlama ve simetri hedefinin somutlaştırılmasında giderek daha çok rapor edilmektedir (Rodríguez-Arias vd., 2022).

6.3. Travma, Yanık ve Epitez

Travma ve yanık durumlarında kaybedilen auricula'nın karşı tarafla form ve boyut olarak ne kadar eşleştiği kritik öneme sahip bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durumlarda izlenebilecek iki ana yol mevcuttur: cerrahi rekonstrüksiyon ve auriküler epitez (protez). Antropometri her iki yaklaşımda da karşı kulağı "altın standart" kabul ederek aynalanmış hedef geometri üretmektedir (Schoenfeld vd., 2025; Tarba vd., 2025).

6.4. İşitme Cihazları ve Kulak İçine Oturan Cihazlar

Kulakla temas eden ürünlerin uyumunda en kritik bölge concha auricularis'tir. Bu yapının şekil ve boyutunun nicellenmesi; hem ürün tasarımında hem de klinikte "uyumsuzluk/konfor" şikayetlerini anlamlandırmada temel veri sağlamaktadır. Üç boyutlu tarama verisine dayalı concha şekil analizleri ve sınıflandırma yaklaşımları bu nedenle geliştirilmiştir (Zhu, Yao, Cao, Zhou & Ji, 2021).

İşitme problemleri ile daha sık karşılaşan yaşlı grupta concha boyutlarının işitme cihazı boyutlandırma açısından yararlı olabileceğini özellikle vurgulayan antropometrik çalışmalar mevcuttur (Chantajitr & Wattanawong, 2021). Cihaz uyumu için concha genişlik ve yükseklik ölçümleri ile incisura intertragica'ya odaklanmanın optimum verimi sağlayacağı düşünülmektedir (Song, Shin, Yoon & Bahn, 2020).

6.5. Sendromik Değerlendirme

Dış kulak anomalileri izole olarak görülebileceği gibi, başka malformasyonlar veya sendromlarla birlikte de görülebilmektedir; bu nedenle erken fark edilmesi ve uygun yönlendirme kritik öneme sahiptir. Konjenital dış kulak anomalilerinin popülasyonlar arasında değişkenliğine ve erken onarımın önemine dikkat çekilmiştir (Acosta-Rodríguez, Reza-López, Aguilar-Torres, Hinojos-Gallardo & Chávez-Corral, 2025).

Antropometri bu alanda tek başına tanı koydurmasa da boyut ya da oran sapmasını objektifleştirerek genetik ve teratolojik değerlendirmeler için kanıtlayıcı bir katman sağlamaktadır. Klinik raporlamada mutlaka anomalinin tipi, ölçümler, fotoğraf veya üç boyutlu dökümantasyon ve eşlik eden bulgular birlikte verilmelidir (Acosta-Rodríguez vd., 2025).

7. SONUÇ

Kulak antropometrik ölçümleri, kulağın üç boyutlu morfolojisini standart referans noktaları üzerinden sayısallaştırarak klinik değerlendirmeyi daha nesnel ve karşılaştırılabilir hale getirmektedir. Antropometri yalnızca tanımlayıcı ölçüm üretmekten ziyade**;** tanısal değerlendirme**,** cerrahi planlama**,** tedavi sonrası izlem**,** cihaz uyumu **ve** adli uygulamalar gibi farklı klinik senaryolarda karar destek rolü üstlenmektedir. Bu rolün güçlü olabilmesi, ölçümlerin uygun landmark tanımı, standart protokol ve güvenirlik raporlaması ile alınmasına; sonuçların da yaş, cinsiyet ve popülasyon bağlamında doğru normatif referans ile yorumlanmasına bağlıdır.

Klinik pratikte en sık kullanılan ölçümler kulak uzunluğu ve genişliği gibi lineer ölçümler, protrüzyonu yansıtan açısal parametreler ve bunları normalize eden indekslerdir. Auricula'nın kompleks geometrisi, özellikle rekonstrüksiyon ve simetri hedeflerinin söz konusu olduğu durumlarda, klasik ölçümlerin yanında üç boyutlu yüzey temelli analizlerin değerini artırmaktadır. Bu nedenle modern yaklaşım; endikasyona göre belirlenen temel ölçüm parametrelerini kullanmak ve gerektiğinde üç boyutlu ölçümlerle bu setleri genişletmektir.

KAYNAKÇA

Japatti, S. R., Engineer, P. J., Reddy, B. M., Tiwari, A. U., Siddegowda, C. Y., & Hammannavar, R. B. (2018). Anthropometric assessment of the normal adult human ear. Annals of Maxillofacial Surgery, 8(1), 42–50.

Petekkaya, E., Özandaç Polat, S., Kabakcı, A. G., & Çevik, Y. (2020). Assessment of ear metric properties in young Turkish adults. Journal of Surgery and Medicine, 4(8), 698-701.

Sun, H., Sun, P., Jiang, H., Yang, Q., Li, T., & Pan, B. (2022). Anthropometric assessment of microtia patients' normal ears and discussion on expander selection in auricular reconstruction surgery. Scientific Reports, 12(1), 4521.

Lin, Y., Dobbe, J. G. G., Lachkar, N., Ronde, E. M., Smit, T. H., Breugem, C. C., & Streekstra, G. J. (2024). A three-dimensional algorithm for precise measurement of human auricle parameters. Scientific Reports, 14(1), 10760.

McNeil, M. L., Aiken, S. J., Bance, M., Leadbetter, J. R., & Hong, P. (2013). Can otoplasty impact hearing? A prospective randomized controlled study examining the effects of pinna position on speech reception and intelligibility. Journal of Otolaryngology - Head & Neck Surgery, 42(1), 10.

Liu, B. S. (2008). Incorporating anthropometry into design of ear-related products. Applied Ergonomics, 39(1), 115-121.

Angelakopoulos, N., Franco, A., Sezgin, N., Cevik, Z. A., Canturk, N., Panciera, M. C., Pinto, P. H. V., Alves da Silva, R. H., Balla, S. B., Kumagai, A., Zolotenkova, G., Silveira Sousa, A. M., Ferrante, L., & Cameriere, R. (2023). Ear identification: A multi-ethnic study sample. Morphologie : Bulletin de l'Association des Anatomistes, 107(359), 100602.

Dindaroğlu, F., Kutlu, P., Duran, G. S., Görgülü, S., & Aslan, E. (2016). Accuracy and reliability of 3D stereophotogrammetry: A comparison to direct anthropometry and 2D photogrammetry. The Angle Orthodontist, 86(3), 487–494.

Fu, F., & Luximon, Y. (2020). A systematic review on ear anthropometry and its industrial design applications. Human Factors and Ergonomics in Manufacturing, 30(1), 176-194.

Ocakoğlu, G., Turan Özdemir, S., Ercan, İ., & Etöz, A. (2013). The shape of the external human ear: a geometric morphometric study. Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences, 33(1), 184-190.

Katina, S., McNeil, K., Ayoub, A., Guilfoyle, B., Khambay, B., Siebert, P., Sukno, F., Rojas, M., Vittert, L., Waddington, J., Whelan, P. F., & Bowman, A. W. (2016). The definitions of three-dimensional landmarks on the human face: an interdisciplinary view. Journal of Anatomy, 228(3), 355–365.

Saliba, G. A. M., & Alves, J. C. R. R. (2017). Digital computerized analysis of auricle measures in otoplasties. Revista Brasileira de Cirurgia Plástica, 32(1), 3-8.

Lin, Y., Dobbe, J. G. G., Lachkar, N., Smit, T. H., Breugem, C. C., & Streekstra, G. J. (2025). Human auricles are not symmetrical: a comparative study using landmark-based and surface-based software. The Journal of Craniofacial Surgery, 36(7), 2559–2563.

Chen, Z. C., Albdour, M. N., Lizardo, J. A., Chen, Y. A., & Chen, P. K. (2015). Precision of three-dimensional stereo-photogrammetry (3dMD™) in anthropometry of the auricle and its application in microtia reconstruction. Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery, 68(5), 622–631.

Pandit, R., Sharma, N., Shrestha, R., Shrestha, S., & Yadav, P. K. (2017). Morphometric study of external ear of medical students in College of Medical Sciences and Teaching Hospital, Bharatpur, Chitwan, Nepal. International Journal of Anatomy and Research, 5(3.2), 4269-4274.

Ozturan, O., Dogan, R., Ozucer, B., Yildirim, Y. S., & Meric, A. (2015). Dynamometric analysis of normative auricular stiffness and comparison with operated prominent ears. The Journal of Craniofacial Surgery, 26(7), 2155–2159.

Acharya, S., Gupta, C., Palimar, V., Guruprasad Kalthur, S., & Adhikari, P. (2025). Morphological and morphometric analysis of human external ear with its implications in sex and stature estimation -- a preliminary observational study. F1000Research, 14, 119.

Major, M., Mészáros, B., Würsching, T., Polyák, M., Kammerhofer, G., Németh, Z., Szabó, G., & Nagy, K. (2024). Evaluation of a structured light scanner for 3D facial imaging: a comparative study with direct anthropometry. Sensors (Basel, Switzerland), 24(16), 5286.

Oladipo, G. S., Adheke, O. M., & Eke, J. N. (2023). Linear morphometric analysis of auricular measurements of a Nigerian Igbo population. Anthropological Review, 86(3), 41-50.

Fatima, F., Hallolli, C., Tubaki, R., Shah, I. F., Thekiya, A. H., Tabassum, H., & Gupta, S. (2025). Comparative evaluation of photogrammetric, radiographic, and direct measurements in facial analysis: a cross-sectional study. Cureus, 17(3), e81445.

Schoenfeld, L., Ad-El, D., Hayun, Y., Meshulam-Derazon, S., Shilo-Yaacobi, D., Kershenovich, A., & Olshinka, A. (2025). Novel 3D-printed aids for total ear reconstruction. 3D Printing in Medicine, 11(1), 55.

Sforza, C., Grandi, G., Binelli, M., Tommasi, D. G., Rosati, R., & Ferrario, V. F. (2009). Age- and sex-related changes in the normal human ear. Forensic Science International, 187(1-3), 110.e1–110.e1107.

Barone, A. A., Farley, G., Vieira Alves, V. P., Bredemeier, N. O., Hogan, E., Madzia, J., Woodyard, K., Schwentker, A. R., & Fleck, R. J. (2023). Characterization of auricular growth within the pediatric population using Computed Tomography scan measurements. Plastic and Reconstructive Surgery Global Open, 11(8), e5210.

Niemitz, C., Nibbrig, M., & Zacher, V. (2007). Human ears grow throughout the entire lifetime according to complicated and sexually dimorphic patterns--conclusions from a cross-sectional analysis. Anthropologischer Anzeiger; Bericht uber die biologisch-anthropologische Literatur, 65(4), 391–413.

Azaria, R., Adler, N., Silfen, R., Regev, D., & Hauben, D. J. (2003). Morphometry of the adult human earlobe: a study of 547 subjects and clinical application. Plastic and Reconstructive Surgery, 111(7), 2398–2404.

Bahşi, İ., Orhan, M., Kervancioğlu, P., Karatepe, Ş., & Sayin, S. (2023). External ear anthropometry of healthy Turkish young adults. The Journal of Craniofacial Surgery, 34(8), e799–e803.

Schonauer, F., De Luca, S., Razzano, S., & Molea, G. (2012). Do the ears grow with age?. European Archives of Oto-rhino-laryngology, 269(4), 1307–1308.

Kelley, P., Hollier, L., & Stal, S. (2003). Otoplasty: evaluation, technique, and review. The Journal of Craniofacial Surgery, 14(5), 643–653.

Zhu, Z., Yao, J., Cao, B., Zhou, K., & Ji, X. (2021). Statistical analysis of shape of auricular concha for mass customization of OTC hearing aids. International Journal of Morphology, 39(6), 1655-1662.

Acosta-Rodríguez, A., Reza-López, S. A., Aguilar-Torres, C. R., Hinojos-Gallardo, L. C., & Chávez-Corral, D. V. (2025). A systematic review of congenital external ear anomalies and their associated factors. Frontiers in Pediatrics, 13, 1520200.

Rodríguez-Arias, J. P., Gutiérrez Venturini, A., Pampín Martínez, M. M., Gómez García, E., Muñoz Caro, J. M., San Basilio, M., Martín Pérez, M., & Cebrián Carretero, J. L. (2022). Microtia ear reconstruction with patient-specific 3D models-a segmentation protocol. Journal of Clinical Medicine, 11(13), 3591.

Chantajitr, S., & Wattanawong, K. (2021). Anthropometric study of the normal external ear in adult Thai people; age and sex-related difference. The Journal of the Medical Association of Thailand, 104(Suppl 5), S61-S69.

Tarba, C. I., Dragomir, I., Baciu, I. M., Vatamanu, O. E. B., Ghionea, I. G., & Cristache, C. M. (2025). A hybrid workflow for auricular episthesis: proof of concept integrating mold design and the virtual patient. Prosthesis, 7(5), 114.

Lin, Y., Ronde, E. M., van den Brule, K. E. J., Lachkar, N., van Etten-Jamaludin, F. S., Smit, T. H., & Breugem, C. C. (2023). Objective quantitative methods to evaluate microtia reconstruction: A scoping review. JPRAS Open, 38, 65–81.

Song, H., Shin, G. W., Yoon, Y., & Bahn, S. (2020). The effects of ear dimensions and product attributes on the wearing comforrt of wireless earphones. Applied Sciences, 10(24), 8890.

Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programını Tercih Eden Öğrencilerin Coğrafi Profillerinin Analizi

Engin TEKİN

Öğr. Gör. Dr. Uşak Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, engin.tekin@usak.edu.tr, ORCID No: 0000-0002-7073-3301.

ÖZET

Yükseköğretime katılma süreci, öğrenciler ve aileler için hem heyecanlı hem de zorlu bir süreçtir. Bu süreçteki en önemli sorular, hangi üniversitenin tercih edileceği ve hangi bölüm veya programın seçilmesi gerektiğidir. Öğrenciler için hangi açıdan tercih yapacakları önemli bir sorundur. Tercih aşamasında önemli unsurlardan biri de coğrafi konum olarak kabul edimektedir. Bu nedenle, "YÖK ATLAS" uygulaması üzerinden Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı öğrencilerinin coğrafi dağılımları açısından profillerinin ortaya konulması önem arz etmektedir. Bu çalışmada, Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarının birinci sınıflarında okuyan öğrencilerin şehir ve bölge tercihleri ve tercihlerine yönelik eğilimleri incelenerek, Tıbbi Görüntüleme öğrencilerinin coğrafi olarak profilinin ortaya çıkarılması amaçlanmaktadır. Bu sayede, tercih zamanlarında üniversitelerin odaklanması gereken şehir ve bölgeleri belirleme konusunda bir rehber harita oluşturulması da amaçlanmaktadır.

Bu çalışma kapsamında, Türkiye'deki 55 devlet üniversitesinde bulunan 56 Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı YÖK ATLAS veri tabanı kullanılarak incelenmiştir. Bu bağlamda, YÖK ATLAS "ÖN LİSANS ATLASI" veri tabanı kullanılarak, 2024 yılında Tıbbi Görüntüleme programlarına yerleşen öğrencilere ait istatistikler, "Yerleşimlerin Coğrafi Bölgeleri", "Yerleşenlerin Yerleşim Yerleri" ve "Yerleşenlerin Tercih Ettiği Eğilimler" içerik analizi ile incelenip yorumlanmıştır. Bu çalışmada, Türkiye'deki 55 Devlet üniversitesinde bulunan 56 Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı incelenmiş olup, 2024-2025 akademik yılında Tıbbi Görüntüleme Programlarına 2262 öğrencinin yerleştiği belirlenmiştir. İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerindeki devlet üniversitelerinin öğrenci sayılarında bakımından ilk iki sırada olduğu görülmektedir. Bölgesel tutuculuğunun yüksek olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı incelenmiş olup, 2024-2025 akademik yılında Tıbbi Görüntüleme Programlarına yerleşen öğrencilerin tercih eğilimleri incelendiğinde, öğrencilerin yüksek oranda kendi bölgelerini ve yakın bölgelerdeki üniversiteleri tercih ettikleri ortaya çıkmaktadır. Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinden diğer bölgelerdeki üniversitelere öğrenci transferinin fazla olduğu da belirlenmiştir. Tıbbi Görüntüleme öğrencileri %36,91 oranında kendi şehirlerindeki üniversitelere yerleşmiştir.

Anahtar Kelimeler – Tıbbi Görüntüleme Teknikleri, Tercih Eğilimi, YÖKATLAS, Coğrafi Profil

GİRİŞ

Üniversitelerde yükseköğretim görmek için sınava giren ve tercihte bulunan öğrenciler ve öğrencilerin aileleri için tercih süreci zorlu, zorlu olduğu kadar da heyecanlı ve umutlu bir süreçtir. Tercih dönemlerinde en çok sorulan sorular "hangi üniversite tercih edilmeli, hangi bölüm seçilmeli" şeklinde olmaktadır. Üniversite ve bölüm tercihlerinde öğrencilerin kararlarını etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Özellikle öğrencilerin hangi kriterlere göre tercihte bulunacakları ve bu tercihlerin öğrenci açısından doğru olup olmadığının objektif olarak değerlendirilmesi çok zordur. Bu zorlukla birlikte öğrenciler tercihlerini yaparken kendi istek ve hayallerinin yanısıra, ailelerinden, akranlarından, öğretmenlerinden, okullarının sağladığı rehberlik hizmetlerinden etkilenmektedir. Öğrencilerin hayalindeki mesleğe ulaşabilmek için tercihte bulunmakla birlikte Öğrenci Seçme ve Yerleştirme Merkezi (ÖSYM) tarafından yapılan merkezi yerleştirme sınavlarından aldıkları puanlar belirleyici olmaktadır. Öğrencilerin istedikleri üniversiteye veya bölüme puanı yetmemesi durumunda puanlarının yettiği üniversite ve bölümlere tercih etmek zorunda kaldıkları bilinen bir gerçektir (Karataş ve Gizir, 2013: 260). Ayrıca, öğrenciler tercih sürecinde internette yer alan kaynaklardan da yararlanmaktadır (Dikener, 2011: 153).

Günümüzde internette öğrencilerin tercihlerini yaparken yararlanabileceği bir çok kaynak bulunmaktadır. Öğrenciler, internet kullanarak kendine uygun meslekleri belirleyebilir, bu meslekler hakkında bilgi toplayabilir, bu mesleklere ilişkin bölümlerin bulunduğu ülke, bölge, il ve üniversiteleri inceleyebilir. Dolayısıyla internet diğer alanlarda olduğu gibi üniversite tercihlerinde de bilinçli ve doğru bir şekilde kullanıldığında fayda sağlamaktadır. Üniversitelerin kariyer merkezleri, web sayfaları ve ilgili bölümler de tercih dönemlerinde bilgilendirme yapmaktadır. 2016 yılında ise Yükseköğretim Kurulu (YÖK) tarafından üniversitelerle ilgili tercihlerde kullanılabilecek hememn hemen tüm bilgilerin yer aldığı "YÖK ATLAS" adı verilen bir platform oluşturulmuştur. Öğrenciler üniversite tercihlerini yaparken YÖK ATLAS veri tabanını kullanmaktadırlar. YÖK ATLAS veri tabanında yer alan bilgiler, öğrencilerin daha doğru ve bilinçli tercih yapmasına olanak sağlamaktadır (Kaya ve Alkan, 2019: 416)

YÖK ATLAS veri tabanında üniversite ve bölümlere ilişkin şu bilgiler yer almaktadır: *"Kontenjan bilgileri, yerleşen, kayıt yaptıran, ek yerleşen, ek kayıt yaptıran sayıları – Yerleşenlerin cinsiyet dağılımı-Yerleşenlerin geldikleri coğrafi bölgeler – Yerleşenlerin geldikleri iller – Yerleşenlerin öğrenim durumu – Yerleşenlerin liseden mezuniyet yılları – Yerleşenlerin mezun oldukları lise alanları – Yerleşenlerin mezun oldukları lise grupları / lise tipleri – Yerleşenlerin mezun oldukları liseler – Yerleşen okul birincileri – Taban puan ve başarı sırası istatistikleri – Yerleşen son kişinin profili – Yerleşenlerin YKS net ortalamaları – Yerleşenlerin YKS puanları – Yerleşenlerin YKS başarı sıraları – Ülke genelinde tercih edilme istatistikleri*

– Yerleşenlerin ortalama kaçıncı tercihlerine yerleştikleri – Yerleşenlerin tercih eğilimleri – Üniversite türleri, Yerleşenlerin tercih eğilimleri – Üniversiteler, Yerleşenlerin tercih eğilimleri – İller, Yerleşenlerin tercih eğilimleri – Aynı/Farklı programlar, Yerleşenlerin tercih eğilimleri – Programlar (Meslekler), Yerleşme koşulları." Bu bilgiler üniversite ve bölümlere ilişkin tercih eğilimlerini göstermesi açısından önemlidir. Ayrıca tercih yapacak öğrenciler YÖK ATLAS veri tabanından tercih yapmayı düşündükleri bölüm ile *"Öğretim üyesi sayısı ve unvan dağılımı – Kayıtlı öğrenci sayısı – Kayıtlı yabancı öğrenci sayısı – Programdan mezun olan öğrenci sayısı – Değişim Programları ile giden/gelen öğrenci sayısı – Yatay geçiş ile gelen öğrenci sayısı"* gibi verilere ulaşabilmektedir. Bu bilgiler öğrencilere tercih edecekleri bölümün sunduğu olanaklarını inceleme imkânı sağlanmaktadır.

Öğrenciler üniversite ve bölüm tercihlerinde mezun olduktan sonar iş bulma ve istihdam istihdam olanakları etkili olmaktadır. Özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde kamuda istihdam olanakları fazla olan bölümlerin tercih edilme oranı daha yüksektir. Tercih edilen bölümün mezun öğrencilerinin iş bulma oranları, aldıkları ücretler, topluma tarafından saygın bir meslek olarak kabul edilmesi ve iş güvencesi gibi unsurlar tercih sürecinde etkili olmaktadır. Üniversite ve bölümün sunduğu imkanların yanısıra üniversitenin coğrafi konumu da tercihlerde etkili olmaktadır (Welki ve Navratil, 1987: 147; Amca, 2011: 2). Öğrenciler tercih edecekleri üniversitenin bulunduğu coğrafi konumu bir kaç faktör nedeniyle önemli bir tercih kriteri olarak görmektedir. Birincisi öğrencilerin ikamet ettikleri yer ile tercih ettikleri üniversitenin bulunduğu il arasındaki uzaklıktır. Tercih edilen üniversitenin çok uzak olması eğitim maliyetlerini artırabilmektedir (Akar, 2012: 99). İkinci olarak eğitim maliyetlerinin yanısıra öğrencinin ailesinden ve arkadaşlarından uzakta yaşamasının getirdiği psikolojik zorluklar da bulunmaktadır (Absher ve Crawford, 1996: 60-62). Üçüncü olarak ise üniversitenin bulunduğu ilin imkanları önemlidir. Üniversiteni bulunduğu ilin sunduğu sosyal ve mesleki olanakları, güvenli olması, meslekle ilgili sektörün gelişmiş olması önemli bir tercih kriteridir. Dolayısıyla öğrencilerin tercih kararlarını etkileyen önemli faktörlerden biri de üniversitenin bulunduğu coğrafi konumdur.

Radyoloji, günümüzde hastalıkların doğru bir şekilde teşhisinde ve tedavi süreçlerinin etkinliğinde kritik bir rol oynamaktadır. Bu nedenle Radyoloji modern tıbbın temel taşlarından birisi olmuştur (Türkmen vd., 2024:185). Radyoloji fizik, elektronik mühendisliği ve bilgisayar teknolojilerindeki ilerlemelerle birlikte sürekli gelişim halindedir. Radyoloji birçok hastalık için ana teşhis aracı haline gelmiştir. Tedavilerin izlenmesinde, hastalık tahmin ve öngörüsünde artık radyoloji çok önemli rol oynamaktadır (Emikönel vd., 2023:197). Radyoloji, tıbbi görüntüleme sistemlerini kullanarak canlıların vücutlarında bulunan hastalıkların teşhis ve tedavi edilmesini sağlayan bir disiplindir. Tibbi görüntülerden elde edilen bilgiler

teşhislerin doğruluğunu ve tedavilerin zamanında etkin bir şekilde yapılmasını sağlamaktadır. Radyoloji "x-ışınları ve diğer görüntüleme yöntemlerinin tıpta tanı ve tedavi amacıyla kullanılması" anlamına gelir. Radyolojide "manyetik rezonans görüntüleme (MR), ultrason, bilgisayarlı tomografi (BT), nükleer tıp yöntemleri ve mamografi gibi görüntüleme yöntemlerinden yararlanılmaktadır. Görüntüleme yöntemlerinden elde edilen görüntüler radyologlar tarafından yorumlanarak raporlanmaktadır. Radyoloji Raporları tanı ve tedavi süreçlerinde kullanılmaktadır. Radyolojide görüntülerin elde edilmesi için tıbbi görüntüleme tekniklerini uygulayan teknik personel, önlisans düzeyinde üniversitelerin Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarında öğrenim görmektedir. Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarında öğrenim gören öğrenciler radyoloji teknikeri olarak hastanelerin ve özel görüntüleme merkezlerinde tıbbi görüntüleme yöntemlerini uygulamaktadır (Uyar, 2020).

Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarının müfredatında Radyoloji, Nükleer Tıp, Radyasyon Onkolojisi birimlerinde kullanılan tıbbi cihazların kullanımı ve çalışma prensipleri, hekim tarafından istemi yapılan görüntüler için hastaların hazırlanması, görüntüleme sürecinde hastaya gerekli pozisyonun verilmesi, görüntülemenin yapılması ve süreçte hastayla iletişim kurma ve bilgi vermeyle ilgili dersler bulunmaktadır. Program müfredatında yer alan dersler ile hem hekim tarafından istenilen görüntülerin doğru bir şekilde alınması hem de hastaların bilgilendirilerek görüntüleme sürecinde kaygı ve stres gibi psikolojik sorunların yönetilmesi amaçlanmaktadır. Program mezunları; kamu ve özel hastanelerin radyoloji birimlerinde veya özel görüntüleme merkezlerinde çalışma imkanına sahip olmaktadır. Ancak programdan mezun olan öğrenciler bireysel olarak çalışma yetkisi bulunmamaktadır.

Türkiye'de sağlıkta dönüşüm programı ile birlikte sağlık yatırımları artmaktadır. Sağlık hizmetlerine ve hastaneye erişimin kolaylaştırılmasıyla birlikte Sağlık hizmetlerine olan talep de artmaktadır. Özellikle tıbbi görüntüleme alanında yapılan yatırımlarla birlikte tıbbi görüntüleme cihaz sayılarında önemli artışlar meydana gelmiştir. Ayrıca hastanelerde dış kaynak kullanımı ile tıbbi görüntüleme sürecinde kullanılan cihaz sayıları katlanarak artmıştır. Hem görüntüleme hizmetine talebin artması hem de görüntüleme cihazlarındaki sayısal artış görüntüleme teknikerlerine duyulan ihtiyacı artırmaktadır. Hem kamu hem de özel sağlık kurumlarının görüntüleme teknikeri ihtiyacının artması Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı mezun öğrencilerinin istihdam olanaklarını da artırmaktadır. Ayrıca sağlık sektörü çalışanlarına toplum tarafından saygınlık atfedilmektedir. Toplumda sağlık meslekleri maddi ve manevi olarak saygın bir meslek olarak kabul edilmektedir. Görüntüleme hizmetlerine olan talebin artması, tıbbi görüntüleme cihaz sayılarındaki artış ve topluma tarafından saygın bir meslek olarak kabul edilmesi, tıbbi görüntüleme teknikerliği mesleğinin geleceğinin parlak ve kritik önemde mesleklerden biri olduğu söylenebilir (Uyar, 2020).

Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı'nın amacı, görüntüleme hizmetlerine yönelik temel bilgi, beceri ve yeteneğe sahip, nitelikli sağlık teknikeri yetiştirmektir. Tıbbi Görüntüleme Teknikerliğinde nitelikten kasdedilen "çağdaş bilgi ve beceri ile donanılmış, hasta ve çalışma ekibiyle iletişim yeteniği gelişmiş, sorunlara karşı çözüm odaklı, radyoloji birimi güncel cihaz hakimiyeti ve teknolojik anlamda araç ve gereçleri kullanabilen, insan sağlığı ve psikolojisine önem veren, etik kavramları hiçbir zaman göz ardı etmeyen" sağlık personeli yetiştirmektir. Dolayısıyla Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı'nda üniversitelerde teorik ve uygulama eğitimleri birlikte verilmektedir. Ayrıca öğrencilerin radyoloji birimlerinde yaptıkları uygulama ve stajlar mesleki bilgi, beceri ve yeteneklerinin gelişmesine katkı sağlamaktadır (Dündar, 2019: 32).

Tıbbi Görüntüleme Teknikeri Görev Tanımı

Tıbbi görüntüleme teknikerleri aşağıdaki belirtilen alanlarda görev ve yetkisi bulunmaktadır (Akyurt, 2017:33):

- "Radyoloji, Nükleer Tıp ve Radyoterapi kliniklerindeki ilgili tıbbi görüntüleme/tedavi cihazlarını ve ilgili tıbbi görüntüleme/tedavi ortamını incelemeye hazır hale getirir."
- "Tıbbi görüntüleme öncesinde hastayı hazırlar ve hastaya/hasta yakınına/diğer personele bilgi verir."
- "İlgili uzmanlıkların istemleri doğrultusunda radyasyonu tanı ve tedavide kullanabilir."
- "Girişimsel uygulamalarda ekip içerisinde görüntüleme ile ilgili görevleri üstlenir."
- "Kontrast maddeleri tanır ve tetkike uygun şekilde verilmesini sağlar."
- "Radyasyondan hastayı, çalışanı ve çevreyi korumaya yönelik önlemleri alır."
- "Cihazların kalibrasyonunu kontrol eder, bakım ve tamirinin zamanında yapılması için ilgililere bilgi verir."
- "Radyoloji, Nükleer Tıp ve Radyoterapi birimlerinde elde edilen tıbbi görüntülerin işlenmesi, kaydı ve saklanması ile ilgili görevleri yapar."
- "Mesleki değerler doğrultusunda etik ilkeler ve yasal düzenlemeleri bilir ve uygular."
- "Radyoaktif atıkların muhafazasında ve imha edilmesinde görev alır".

Radyoloji birimleri sağlık sektörünün gören gözü konumundadır. Bu birimlerde cihaz kullanım ve yönetimlerini TGT programından mezun olan teknikerler yapmaktadır. Türkiye, tıbbi görüntüleme teknikerlerinin bir ayda hizmet verdiği kişi sayısı bakımından Avrupa ülkeleri ve Dünya genelinde birinci sırada yer almaktadır. Görüntüleme sayılarının yüksek olması radyoloji

çalışanlarının iş yülkünü artırmaktadır. İş Yükünün yanısıra radyoloji birimi çalışanları özellikle teknikerler çalışma sahasında radyasyon gibi son derece tehlikeli ve riskli bir unsurla karşılaşmaktadırlar. Yeterli eğitim almadan radyoloji birimlerinde çalışan teknikerler kendilerine ve sağlık hizmeti verdiği kişilere zarar verme ihtimali bulunmaktadır (Dündar, 2019: 16). İşte Tıbbi Görüntüleme Teknikerliği mesleğinin bu kritik öneminden ve öğrencilerin üniversite tercihlerinde en önemli ölçütlerin başında coğrafi bölge unsuru geldiğinden, bu çalışmada, YÖK Atlas veri tabanı yardımıyla Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı öğrencilerinin coğrafi dağılımlar açısından profillerinin çıkartılmasının önem arz ettiği düşünülmüş ve araştırma bu doğrultuda kurgulanmıştır. Bu çalışmada 2024-2025 döneminde Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarına yerleşen birinci sınıf öğrencilerinin şehir tercihleri ve tercih eğilimleri incelenerek, Tıbbi Görüntüleme programı öğrencilerinin coğrafi profilinin çıkartılması amaçlanmaktadır.

YÖNTEM

Bu çalışmada nitel araştırma yöntemi uygulanmıştır. Araştırma verileri doküman inceleme yöntemi ile toplanmıştır. İncelenen dokümalardan elde edilen veriler doküman analizi ile analiz edilmiştir. Doküman incelemesi ya da analizi yöntemi, "amaçlanan hedef doğrultusunda bu hedefe yönelik olgu ya da olgular hakkında çeşitli bilgilerin yer aldığı yazılı materyallerin incelenmesi ve analizi" olarak tanımlamak mümkündür (Yıldırım ve Şimşek, 2008: 187). Doküman analizi bir araştırma yöntemi olarak kullanılmasının yanısıra nitel araştırmalarda geçerliğin artırılması için kullanılan bir veri kaynağı olarak da kanul edilmektedir (Creswell, 2016: 185).

Çalışma kapsamında YÖK ATLAS veri tabanı kullanılarak Türkiye'de Tıbbi Görüntüleme Teknikleri ön lisans eğitimi veren 55 devlet üniversitesinde bulunan 56 Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı incelenmiştir. Bu kapsamda YÖK ATLAS (www.yokatlas.yok.gov.tr), "Ön Lisans Atlası" kullanılarak, 2024 yılında Tıbbi Görüntüleme programlarına yerleşen öğrencilere ait, "Yerleşenlerin Geldikleri Coğrafi Bölgeler", "Yerleşenlerin Geldikleri İller" ve "Yerleşenlerin Tercih Eğilimleri" sekmelerinde yer verilen istatistikler incelenmiştir.

BULGULAR

Türkiye'nin yedi coğrafi bölgesindeki Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programları bulunan devlet üniversitelerinin sayısı ve bu üniversitelerdeki program sayıları Tablo 1'de evrilmiştir.

Tablo 1. Coğrafi Bölgelere Göre Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı Bulunan Üniversite Sayıları

BÖLGE	ÜNİVERSİTE SAYISI	PROGRAM SAYISI
Akdeniz	6	6
Doğu Anadolu	10	10
Ege	8	9
Güneydoğu Anadolu	3	3
İç Anadolu	14	14
Karadeniz	6	6
Marmara	8	8
TOPLAM	**55**	**56**

Kamu Üniversiteleri bağlamında, Türkiye'de 55 üniversitede 56 Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı bulunmaktadır. Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarının 6'sı Akdeniz Bölgesinde, 10'u Doğu Anadolu Bölgesinde, 8'i Ege Bölgesinde, 3'ü Güneydoğu Anadolu Bölgesinde, 14'ü İç Anadolu Bölgesinde, 6'sı Karadeniz Bölgesinde, 8'i Marmara Bölgesindedir. Cografi Bölgelerimizdeki üniversitelerde bir Program bulunurken, sadece Ege Bölgesinde Aydın Adnan Menderes Üniversite'sinde iki tane Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı vardır (Tablo 2).

Tablo 2. Ege Bölgesindeki Üniversitelerde Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı Öğrenci Sayıları

EGE BÖLGESİ ÜNİVERSİTELERİ ÖĞRENCİ SAYILARI	
ÜNİVERSİTE	ÖĞRENCİ SAYISI
AFYONKARAHİSAR SAĞLIK BİLİMLERİ	42
ADNAN MENDERES	42+42
9 EYLÜL	41
EGE	41
KÜTAHYA SAĞLIK BİLİMLERİ	41
CELAL BAYAR	42
PAMUKKALE	42
UŞAK	42
TOPLAM	**375**

Türkiye'deki devlet üniversitelerinde öğrenim gören Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı öğrenci sayılarının bölgesel dağılımı Tablo 3'de verilmiştir:

Tablo 3. Kamu Üniversitelerindeki Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarındaki Öğrenci Sayılarının Bölgesel Dağılımı

BÖLGELER	**Öğrenci Sayısı**	**Oran %**	**Program Sayısı**	**Oran %**
Akdeniz	230	10,16	6	10,71
Doğu Anadolu	416	18,39	10	17,85
Ege	375	16,57	9	16,07
Güneydoğu Anadolu	123	5,43	3	5,35
İç Anadolu	544	24,04	14	25
Karadeniz	241	10,65	6	10,71
Marmara	333	14,72	8	14,28
TOPLAM	**2262**	**100**	**56**	**100**

Tablo 3'den Kamu üniversitelerindeki Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı öğrenci sayılarının bölgesel dağılımı incelendiğinde, en yüksek öğrenci sayılarının sırasıyla İç Anadolu (544 (%24,04)), Doğu Anadolu (416 (%18,39)) ve Ege Bölgesinde (375 (%16,57)) yer aldığı görülmektedir. Bu üç bölgedeki öğrenci sayısı, Türkiye'deki tüm Tıbbi Görüntüleme Programı öğrenci sayısı olan 2262 sayısının %59'unu oluşturmaktadır. Program sayısı olarak da benzer sonuç ortaya çıkmaktadır.

Tıbbi Görüntüleme Programı Teknikleri Programı öğrencilerinin hangi bölgeden hangi bölgeye gittiklerinin sayısal dağılımı Tablo 4'de sunulmaktadır:

Tablo 4'ün değerlendirilmesi yapıldığında, Tıbbi Görüntüleme Programı öğrencilerinin kendi coğrafi bölgelerindeki üniversiteleri tercih etmeyi ön planda tuttukları görülmektedir. Bu durum, kendi şehrine yakın olan şehirlerdeki üniversiteleri tercih etme isteği, bölgesel tutuculuk olarak nitelendirilebilir. Bölgesel tutuculuğun en fazla görüldüğü bölgeler sırasıyla Güneydoğu Anadolu, Akdeniz ve İç Anadolu bölgeleridir. Bölgesel tutuculuk en az Ege Bölgesinde görülmüştür (Tablo 5). Güneydoğu Anadolu bölgesindeki öğrencilerin çok büyük bir kısmının kendi bölgelerini tercih etmelerinde, kendi bölgelerinin kültürleri dışına çıkmak istememeleri ve ailelerin ekonomik koşullarının etkili olduğu düşünülebilir. Akdeniz bölgesindeki öğrencilerin çoğunluğunun kendi bölgelerini tercih etmelerinde bölgenin gelişmişlik düzeyi ve bölgedeki üniversitelerin tercih puanlarının yüksek olmasının etkili olmuş olması değerlendirilmektedir. Ege Bölgesinde

bölge tutuculuğunun en düşük kalması, Ege Bölgesindeki öğrencilerin özellikle kendilerine yakın olan gelişmişlik düzeyi yüksek Marmara Bölgesindeki üniversiteleri tercih etme isteğinden kaynaklanmış olabilir.

Herhangi bir bölgeye farklı bölgelerden gelen öğrenci sayıları açısından dağılım incelendiğinde, Akdeniz bölgesine Güneydoğu Anadolu'dan, Doğu Anadolu bölgesine Güneydoğu Anadolu'dan, Ege bölgesine Akdenizden, İç Anadolu Bölgesine Akdenizden, Karadeniz Bölgesine İç Anadoludan ve Marmara Bölgesine Güneydoğu Anadoludan öğrenciler gelmiştir. Ege Bölgesi ve Marmara Bölgesinin kendi bölgesi dışındaki diğer bölgelerden dengeli bir şekilde öğrenci aldığı belirlenmiştir.

Tablo 4. Kamu Üniversitelerindeki Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı Öğrencilerinin Geldikleri Bölgeler Açısından Dağılımı

Bölge/Sayı-Oran	**Akdeniz**		**Doğu Anadolu**		**Ege**		**Güneydoğu Anadolu**		**İç Anadolu**		**Karadeniz**		**Marmara**	
	Öğr. S.	**Oran %**	**Öğr. S.**	**Oran %**	**Öğr. S.**	**Oran %**	**Öğr. S.**	**Oran %**	**Öğr. S.**	**Oran %**	**Öğr. S.**	**Oran %**	**Öğr. S.**	**Oran %**
Akdeniz	153	66,52	3	1,3	7	3,04	44	19,13	9	3,91	3	1,3	1	0,43
Doğu Anadolu	18	4,32	234	56,25	2	0,48	132	31,73	14	3,36	13	3,12	3	0,72
Ege	37	9,86	13	3,46	204	54,4	37	9,86	35	9,33	12	3,2	33	8,8
Güneydoğu Anadolu	2	1,62	2	1,62	-	-	119	96,74	-	-	-	-	-	-
İç Anadolu	73	13,41	11	2	17	3,12	26	4,77	352	64,7	52	9,55	13	2,38
Karadeniz	18	7,46	18	7,46	2	0,82	18	7,46	36	14,93	137	56,84	12	4,97
Marmara	18	5,4	18	5,4	25	7,5	26	7,8	21	6,3	22	6,6	203	60,96

Bölge üniversiteleri bazında, örnek olarak Ege Bölgesindeki üniversitelere diğer bölgelerden gelen öğrenci sayıları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 5. Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı Bölgesel Tutuculuk Açısından Öğrenci Sayıları

Bölgesel Tutuculuk	Öğrenci Sayısı	% Oran
Akdeniz-Akdeniz	153	%66,5
Doğu Anadolu-Doğu Anadolu	234	%56,25
Ege-Ege	204	%54,54
Güneydoğu Anadolu-Güneydoğu Anadolu	119	%96,74
İç Anadolu-İç Anadolu	352	%64,7
Karadeniz-Karadeniz	127	%56,84
Marmara-Marmara	203	%60,96

Tablo 6. Ege Bölgesi Üniversitelerindeki Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı Öğrencilerinin Geldikleri Bölgeler Açısından Dağılımı

Ege Bölgesi Üniversiteleri	Akdeniz	Doğu Anadolu	Ege	Güneydoğu Anadolu	İç Anadolu	Karadeniz	Marmara
	Öğr. S.	Öğr. S.	Öğr. S.	Öğr. S.	Öğr. S.	Öğr. S.	Öğr. S.
Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri	5	1	22	2	7	1	4
Aydın Adnan Menderes	3	5	18	7	3	4	2
Aydın Adnan Menderes (Söke SHMYO)	6	2	19	8	5	-	2
Dokuz Eylül	5	-	26	5	2	1	2
Ege	6	1	22	4	3	-	5
Kütahya Sağlık Bilimler	3	-	12	6	8	2	10
Manisa Celal Bayar	-	1	28	4	1	3	5
Pamukkale	4	2	32	-	2	-	2
Uşak	5	1	27	3	4	1	1

Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı öğrencilerinden devlet üniversitelerine yerleşenlerin, kendi şehirlerindeki ve farklı şehirlerdeki üniversitelere yerleşme sayıları Tablo 7'de verilmiştir:

Tablo 7. Kamu Üniversitelerindeki Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı Öğrencilerinin Aynu şehir-Farklı Şehir Dağılımı

	Yerleşen Sayısı	**% Oran**
Aynı Şehir	835	% 36,91
Farklı Şehir	1427	% 63,09

Tablo 7'ye göre, Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarına yerleşen öğrencilerin, çoğunlukla farklı şehirlerden geldiği görülmekle birlikte, kendi şehirlerindeki üniversitelere yerleşen öğrenci sayısı da azımsanmayacak orandadır. Bölgesel tutuculuğun yüksek olduğu düşünüldüğünde, öğrencilerin kendi bölgelerindeki komşu şehirlerdeki üniversiteleri tercih edildikleri görülmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye'de 66 üniversitede 68 sağlık yönetimi bölümü bulunmaktadır. Çalışmada genel olarak bu bölümü tercih eden öğrencilerin tercih eğilimleri açısından coğrafi profillerinin çıkartılması amaçlanmıştır.

Çalışmada devlet üniversitelerindeki Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarına yerleşen öğrencilerin, İç Anadolu bölgesi üniversitelerine en yüksek sayıda, Güneydoğu Anadolu bölgesi üniversitelerine en az sayıda yerleştiği tespit edilmiştir. Öğrenciler yüksek oranda kendi coğrafi bölgelerindeki üniversitelere yerleşmiştir. Kendi şehrindeki üniversiteye yerleşen öğrenci oranı da %37 olmuştur. Bu durumun en önemli nedeni ailelerin ekonomik koşullarıdır. Diğer bir nedeni de bölgesel tutuculuk ve aidiyet hissidir. Öğrencilerin yerleşme oranlarında bölgesel tutuculuk en az oranda Ege Bölgesindedir. Buna neden olarak, Ege Bölgesindeki öğrencilerin, yüksek puanlı ve gelişmişlik düzeyi yüksek olan Marmara Bölgesindeki üniversiteleri yüksek sayıda tercih etmeleri gösterilebilir.

Sonuç olarak çalışmada; Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programlarına yerleşen öğrencilerin, üniversite tercihi yaparken bölgesel tutuculuğu ön planda tuttukları belirlenmiştir. İleride gerçekleştirilecek araştırmalarda, coğrafi bölge tercihi konusunda 5 yıllık bir eğilim analizi yapılmalı, öğrenci tercihlerinde farklılık olup olmadığı içerik analizi ile değerlendirilmelidir. Böylece bu çalışmadaki sonuçların daha da anlam kazanacağı düşünülmektedir.

REFERANSLAR

Absher, K., Crawford, G., (1996). "Marketing the community college starts with understanding students' perspectives". Community College Review, 23(4), 59-67.

Akar, C., (2012), "Üniversite Seçimini Etkileyen Faktörler: İktisadi Ve İdari Bilimler Öğrencileri Üzerine Bir Çalışma", Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, Nisan, 7(1), 97-120.

AKYURT, N., (2017). Mesleki Eğitimin Önemi, Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Eğitiminde Yeni Trend "Ulusal Çekirdek Eğitim Programı (ÇEP) Örneği". Turkiye Klinikleri J Radiol-Special Topics , vol.201710, 531-544.

Amca, H., (2011), "Üniversite Seçerken Nelere Dikkat Etmeliyiz?", Doğu Akdeniz Üniversitesi, https://docplayer.biz.tr/5117649-Universite-secerken-nelere-dikkat-etmeliyiz-prof-dr-hasan-amca-dogu-akdeniz-universitesi-muhendislik-fakultesi-dekani.html, Erişim Tarihi: 13.12.2025.

Creswell, J. W., (2016), "Araştırma Deseni", Eğiten Kitap, 2. Baskı, Ankara.

Dikener, O., (2011), "İnternet Reklamcılığında Web Sitesi Tasarımının Önemi", Erciyes İletişim Dergisi, 2(1), 152-166.

Dündar, M. (2019). Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı Eğitim Süresinin Değerlendirilmesi ve Uluslararası Örnekleri ile Karşılaştırılması. Yüksek Lsans Tezi, İstanbul.

Emikönel S., Tekin E., Türkmen İ., (2023). Radyoloji Derneklerinin Radyoloji Uzmanlarının Yaşadıkları Sorunlara Yönelik Sağladığı Destekler: Türkiye Bağlamında Bir İnceleme. İçinde A. Mısırlıoğlu (Ed.), Yöntemden Yönetime: Sağlıkta İlerleme Haritası (ss. 196 -230). BİDGE Yayınları.

KARATAŞ, A., GİZİR, C. A., (2013), "Üniversite Öğrencilerinin Psikolojik Danışma Gereksinimlerinin Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi". Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 28(28-3), 250-265.

Kaya, R. R., Alkan, A. (2019). Türkiye'de Sağlık Yönetimi Bölümünü Tercih Eden Öğrencilerin Coğrafi Profillerinin Tespiti. 4. International Health Sciences and Management Conference, İstanbul / Turkey.

Türkmen, İ., Emikönel, S., Tekin, E., (2024). *Radyolojide Dış Kaynak Kullanımı*. İçinde F. Hatipoğlu (Ed.), *Sağlık Bilimlerinde Yeni Trendler ve Sınırlar* (ss. 183-206). All Sciences Academy: Konya.

Uyar, T. (2020). https://www.iienstitu.com/tr/blog/tibbi-goruntuleme-teknikleri-bolumu-myo Erişim Tarihi: 20.12.2025.

Welki, A. M., Navratil, F. J., (1987), "The role of applicants' perceptions in the choice of a college, College and University", 62(2), 147–160.

Yıldırım, A., Şimşek, H., (2008), "Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri", Seçkin yayıncılık, 7. Baskı, Ankara.

https://yokatlas.yok.gov.tr. Erişim Tarihi: 13.12.2025.

Küçük Hayvanlarda

Göz Muayenesine Güncel Yaklaşımlar

Servet KILIÇ[1]

Ezgi Sude AYBAK[2]

1- Prof. Dr.;Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı. skilic@nku.edu.tr ORCID No: 0000-0002-0310-5014
2- Araş. Gör.; Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı esaybak@nku.edu.tr ORCID No: 0000-0001-5701-6159

ÖZET

Muayenenin kolaylığı ve kesin tanıya ulaşmanın mümkün olması dikkate alındığında göz muayenesi yararlı bir uygulama olarak karşımıza çıkmaktadır. Bozuklukları kaçırmamanın en önemli yolu muayenenin basamak basamak gerçekleştirilmesidir. Kesin tanıya ulaşmada zorlanıldığında ilave testler ve analizler, görüntüleme tekniklerinden yararlanmak gerekir.

Oftalmolojik muayene bir sistematik içinde gerçekleştirilirken bulgular kayıt altına alınmalıdır. Gözyaşı ölçüm testleri, boya testleri, gözden örnek alma, göz ölçüm testleri, görüntüleme gibi diyagnostik göz muayene yöntemleri kesin tanıya ulaşmada ihtiyaç duyulan bazı tanı testlerindendir. Muayeneler için oftalmoskop, tonometre, elektroretinograf, ultrasonografi cihazı, fundus kamerası, özel lensler ve ışık kaynakları gibi ekipmalara ihtiyaç duyulur. Ayrıca muayene esnasında midriyatikler, sempatomimetikler, parasempatolitik ve myotiklerden faydalanılabilmektedir.

Kesin tanı sayesinde gözün fonksiyon kaybının ve hayvanın çekeceği rahatsızlıkların önüne geçilmiş olur.

Anahtar Kelimeler: Fluorescein, Göz içi basıncı, Palpebral refleks,Retinografi, Schirmer

GENEL DEĞERLENDİRME

Göz, yapı ve fonksiyon açısından kendine özgü bir organ olmasına rağmen birçok sistemik hastalığın klinik belirtisini yansıtma potansiyeline sahip olduğundan genel muayenenin bir parçası olarak değerlendirilmesi önerilir (Aroch ve diğerleri, 2009; Scountzou, 2017; Miller, 2018; Nabi ve diğerleri ,2024). Sistemik göz muayenesi ile birçok göz ve sistemik hastalık önceden belirlenebilir (Aroch ve diğerleri, 2009; Maggs, 2018; Santos Martins ve diğerleri, 2022). Çoğu göz hastalıklarının klinik belirtisi erken evrede fazla belirgin olmadığından kolay göz ardı edilebildiğinde erken tanı ancak sistemik göz muayenesi ile sağlanabilir (Santos Martins ve diğerleri, 2022). Göz muayenesi genel fiziksel muayenenin önemli (Scountzou, 2017) ve zor kısmı kabul edilir (Williams, 2010; Balicki ve diğerleri, 2013; Santos Martins ve diğerleri, 2022). Rutin fiziksel muayeneye eklenmesi göz hastalıklarının kayda alınması açısından da önemlidir (Santos Martins ve diğerleri, 2022; Scountzou, 2017).

Hayvan türleri içinde göz problemleri en çok artan geriatrik popülasyon nedeniyle köpeklerde karşılaşmaktadır (Westermeyer ve diğerleri, 2019; Santos Martins ve diğerleri, 2022). Göz muayenesi primer rahatsızlıkların yanında oküler belirtilerin eşlik ettiği sistemik hastalığa sahip her hayvanda yapılması gereken bir işlemdir (Santos Martins ve diğerleri, 2022; Bunel ve diğerleri, 2019). Göz köpeklerde önemli yapısal farklılıklar

içerdiğinden anormal yapı ancak bol pratik ve kapsamlı bilgi ile belirlenebilir (Santos Martins ve diğerleri, 2022).

Göz hastalıklarının asıl nedeni genellikle eksik hastalık öyküsü, detaylı muayenenin göz ardı edilmesi, eksik bilgi, deneyim ve pratik nedeniyle çoğu zaman belirlenememektedir (Santos Martins ve diğerleri, 2022). Burada göz muayenesinin imkan, teknik ve bilgi açısından gözden geçirilmesi amaçlanmıştır.

Doğru bir göz muayenesi hastanın genel durumu ve şikayetinin dahil edildiği kapsamlı bir anamnezle başlar. Sonra göz ve eklentilerinin muayenesi yapılır, gerekirse uygun testlerle desteklenir (Maggs, 2018). Işığı ayarlanabilir ortamda uzak ve yakın gözlem yapılır. Palpasyonla orbita sınırı muayene edilir. Üst göz kapaklarına parmakla basılarak bulbar basınç ve retropulsiyon durumu değerlendirilir. Pupillar ışık refleksi, korneal, okulosefalik ve okulokardiak refleksler gibi nörolojik testler gerçekleştirilir. Karanlık odada önden arkaya doğru göz kapakları, sklera, konjunktiva ve nazolakrimal sistem gibi gözün dış, kornea, ön ve arka kamera, iris , pupilla, lens, vitreous, koroidea, retina ve optik sinir başı gibi iç yapıların direkt ve indirekt oftalmoskop muayenesi yapılır. Göz yaşı miktarı STT (Schirmer Teat Test) ile ölçülür, oküler yüzey hasarı fluorescein ve Rose Bengal boyaları ile değerlendirilir. Konjunktiva ve skleradan alınan kazıntı ve sürümlerde mikrobiyolojik muayene edilir, göz tansiyonu günümüzde applanasyon, impresyon veya rebound özellikli tonometrelerle ölçülür. Nazolakrimal kanal drenajı, tehdit refleksi, engel ve hareketli objelerle görme olayı test edilerek tamamlanır (Scountzou, 2017).

Sedatif ve anestezikler gözün refleks ve uyarılarını inhibe eder, görmeyi azaltır veya önler, pupillada ışığa bağlı olmayan değişikliğe neden olur, STT değerini düşürür, oküler yüzeyin ıslaklığını azaltır, yansıma özelliğini düşürür, palpebral yarığın konum ve büyüklüğünde farklılık oluşturur, gözün hareketini önler. Ekseninde değişikliğe, ventrale doğru deviasyona, gözü içeri çekerek enoftalmusa ve üçüncü göz kapağı tarafından tamamen kapanmasına yol açtığından muayenesi sırasında mümkün olduğu kadar kullanmaktan kaçınmak gerekir (Kılıç ve Ünsaldı, 2009; Maggs, 2018).

MUAYENEYE SİSTEMATİĞİ

Birçok sistemik hastalık gözde problem oluşturduğundan göz hastalıkları şikâyeti ile gelen her hasta önce sistemik muayeneden geçirilmelidir. Yine her iki göz mutlaka birlikte ve mümkünse önce sağlam göz muayene edilmelidir. Bu yaklaşım gözdeki problemin asıl nedeni belirlemeye katkı sağlayacaktır (Şekil 1)(Mitchell, 2011).

Göz muayenesi göz muayene dosyasındaki bilgiler doğrultusunda sürdürülmeli, bulgular dosyaya (Şekil 2) lezyonlarda büyütme özelliği olan mikro ayar kameralara kaydedilmelidir. Bu sayesinde hem hastalığın takibi hem de hasta sahiplerine sağaltımın gidişatını anlatmak kolaylaşacaktır (Mitchell, 2011; Heinrich, 2015; Maggs, 2018).

Muayene kademeli olarak tüm oküler ve ektraoküler yapıları kapsayacak şekilde ilerletilmelidir. Bu önemli detayların gözden kaçmasını önlediği gibi örneğin STT öncesi göze topikal anestetik veya başka ilaçlar uygulamak; pupiller ışık refleksi, iris yüzey değişikleri ve göz tansiyonunu değerlendirmeden midriatik veya sikloplejik ilaç kullanmak, bir testin diğer bir testi etkisiz hale getirmesi önlenmiş olur. Ek testlere bu süreçte karar verilir. Tam göz muayenesi zaman alıcı görünürse de süreç deneyim, bol pratik, göz muayene tablosu (Şekil 1) ve muayene sistematiği şeması (Şekil 2) gibi dokümanlarla kısaltılabilir (Maggs, 2018; Mitchell, 2011). Aşağıda detaylı göz muayene için önerilen yaklaşımlar sunulmaktadır.

PROTOKOL NO: TARİH:

OFTALMOLOJİK MUAYENE

Anamnez:

T: **P:** **R:** **Wt:**

Pupillar ışık refleksi (direkt): OD: OS:
Pupillar ışık refleksi (consensual): OD: OS:
Tehdit Yanıt: OD: OS:

Tür: **Irk:**
Cinsiyet: **Yaş:**

Hasta Sahinin;
Adı-Soyadı:
Tel Numarası:
Adresi:

Gözkapakları: Trişiazis OD: OS:
Distişiazis OD: OS:
Ektropion OD: OS:
Entropion OD: OS:
Diğer.....

Konjunktiva: Hiperemi OD: OS:
Şemozis OD: OS:
Diğer.....

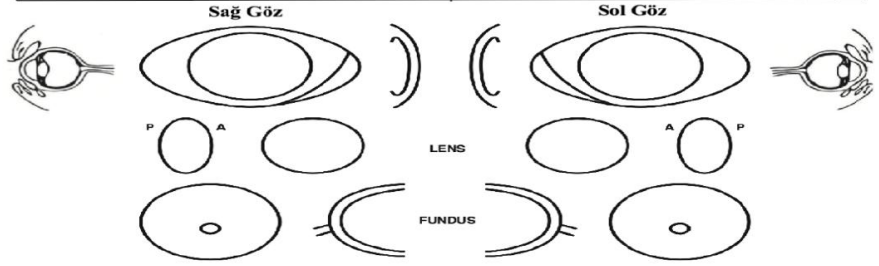
Lens: Katarakt OD: OS:
Luksasyon OD: OS:
Diğer.....

Bulbus: Ekzoftalmi OD: OS:
Endoftalmi OD: OS:
Diğer.....

İris: Midriyazis OD: OS:
Myosis OD: OS:
Diğer.....

Schirmer Testi: OD: OS:
Intraoküler Basınç: OD: OS:
Floresein Boyama: OD: OS:
USG Bulgusu:

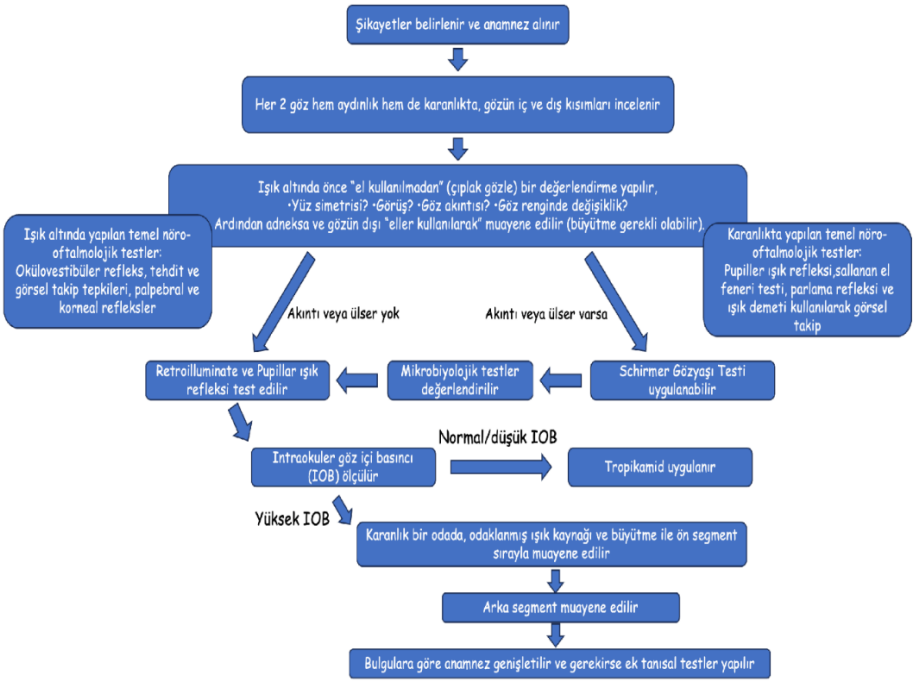
Sağ Göz **Sol Göz**



Klinik Bulgular:	Tanı:	Tedavi:	İlgilenen Veteriner Hekim:

Kısaltmalar. T:Vücut sıcaklığı;P: Nabız sayısı;R: Solunum sayısı;Wt:Vücut ağırlığı;OD:Sağ göz;OS: Sol göz

Şekil 1: Oftalmolojik muayene formu örneği.



Şekil 2: Oftalmolojik muayene sistematiği.

GÖZ MUAYENE ODASI

Göz muayenesi ışığın yansımadığı aydınlanıp karartılabilen bir ortam gerektirir. Oküler yüzey ve gözün saydam ortamları loş ortamda kolay muayene edilir. Karanlıkta pupillalar genişlediğinden lens, corpus vitreous, retina daha geniş bir pencereden muayene edilmiş olur (Maggs, 2018).

ZAPTURAPT

Muayene öncesi hastanın ortama adapte olması beklenir. Küçük hayvanlar masada, büyükler yerde tercihen odanın köşesinde, bir yardımcı eşliğinde muayene edilir. Muayene yardımcı olmaksızın pratik kazanarakta yapılabilir. Göz muayenesi hayvanların çoğunda çene altından destekle gerçekleştirilebilir. Saldırgan ve hırçın köpeklerde ağızlık takmak gerekebilir ancak takılan ağızlık muayeneye engel olmamalıdır. Muayene edilen hastanın kooperatif olması, hastanın uygun pozisyonda tutulması ve topikal anestezikle mevcut rahatsızlığı giderilmesi derinlemesine göz muayenesini mümkün kılar. Derin sedasyon ve anestezi enoftalmus, göz yuvarlağında deviasyon,

üçüncü göz kapağında protrüsyon, pupilla, göz yaşı miktarı ve intraoküler basınçta değişikliğe yol açtığında zorunlu olmadıkça bu ajanlar muayenede kullanılmamalıdır (Heinrich, 2015; Maggs, 2018).

EKİPMAN VE GEREKSİNİMLER

Bilinenin aksine detaylı göz muayenesi nispeten uygun fiyatlarla temin edilebilen birkaç temel alet yardımıyla mümkündür (Scountzou, 2003; Mitchell, 2011). Bazı göz bozukluklarını yorumlamak zordur ancak göz muayenesi belli bir mantık ve önden arkaya doğru anatomik düzen içinde yapıldığı takdirde çoğu hastalık kolayca tespit edilebilir. Göz muayenesinde en fazla ışığı ayarlanabilen bir oda, fokal ışık kaynağı ve gözle direkt ilişkili olmayan nesnelere gereksinim duyulur. Ayrıca indirekt lens, Schirmer tear test (STT), fluorescein boyası ve flaş özelliği olan kamera da sık kullanılır (Mitchell, 2011; Pimard, 2023). Fokal ışık kaynağı olarak genellikle kalem fener, otoskop/oftalmoskop seti ve Finnoff transillüminatörü kullanılır. Fener ve Finnoff transillüminatörün aydınlatma oranı genellikle yeterlidir. Ancak oftalmoskopun aydınlatma fonksiyonu yanında görüntüyü büyütme, ışık ayarı yapma gibi avantajlara da sahiptir. Bu özelliklerine rağmen genellikle göz muayenelerinde daha çok el feneri olarak kullanılır. Birçok farklı çeşidi, her birinde kendine ait özelliği vardır. Özelliklerini pratik hale getirmek zaman alsa da netice itibariyle muayeneye önemli katkı sağlar. Işığı ayarlanabilir özelliğe sahiptir, direkt oftalmoskop muayenesinde genellikle düşük ışık yoğunluğu tercih edilir. Birkaç renk ve şekil seçeneği mevcuttur. Daha çok yuvarlak, bazen de slit-lamp seti kullanılır. Beyaz renk birinci tercihtir, fluorescein testinde ise kobalt mavisi tercih edilir. Üstünde rakamlarla belirlenmiş birçok lens bulunur. Nötr lens 0 rakamı ile belirlenmiştir. Pozitif lens siyah-yeşil ile, negatif lens kırmızı ile tanımlanmıştır. + lens odağı yakınlaştırır,- lens odağı uzaklaştırır. Ayar göz numarasına göre yapılır. Gözlük kullanmayanların başlangıç yeri 0, miyoplar ayarlamayı kırmızı, hipermetroplarda siyah-yeşil lens üzerinde ayarlama yapar (Mitchell, 2011).

Glakoma ve uveitise bağlı göz tansiyonunu ölçmek için tonometre, göz fundusunu ölçmek için oftalmoskop seti ile indirekt fundus muayenesi için 2-4X büyüteç, yine fundus ve gözün saydam ortamlarını değerlendirmek için 20-30 diopter diskler gerekir (Mitchell, 2011; Öfri, 2022).Detaylı muayenede slitlamp, operasyon mikroskobu, gonilens (Ocular İnstruments) ve tonometre gibi aletlerden faydalanılır (Şekil 3) (Mitchell, 2011; Parker, 2019).

Şekil 3: a.Slit-lamp b.Goniolens c. Kalem fener d. Tonometre d. Fundus kamerası f. Elektroretinografi cihazı g. Oftalmoskop h. Ultrason cihazı

Göz muayenesinde pamuk, steril serum fizyolojik veya göz yıkama solüsyonu, midriatik (1% tropicamide, Mydferin, Alcon) göz damlası, %1 fluorescein sodium solüsyonu (Kimyalab), fluorescein sodium oftalmik strip (ERC sağlık), topikal göz anestezik damla (Alcaine, Novartis; Topicaine,Pharmtak), Schirmer tear test (STT, Liuuifilm tears, Allergan), pamuk uçlu çubuk, Bishop-Harmon gibi hassas uçlu pens, steril skalpel, steril bakteriyel ve viral kültür svabı, yumuşak sitoloji fırçası ve steril plastik taşıyıcı ve lakrimal kanülasyon seti gibi tek kullanımlık sarf malzemelerine gereksinim vardır. Flaş özelliğine sahip kameralar, vakanın ilk hali, sağaltım sonuçlarını takip etmede, bulguları başka uzmanlarla konsülte etmede çok kullanışlı bir araçtır (Mitchell, 2011; Maggs, 2018; Öfri 2022).

ANAMNEZ

Kapsamlı bir anamnez problem odaklı tanısal yaklaşımın önemli bir kısmını oluşturur (Maggs, 2018). Göz hastalıkları şikayeti ile gelen hastalarda örneğin diyabetin köpeklerde kataraktta, sistemik hipertansiyonun kedilerde ani körlüğe neden olması gibi şikayetin sistemik veya nörolojik bir bozukluğun bir sonucu olma ihtimali göz önünde bulundurularak kapsamlı bir öykü alınması elzemdir (Öfri, 2022).

Anamnez sırasında hastanın yaşı, türü, ırkı, yaşam yeri, geçmişte geçirdiği sistemik, özellikle oküler rahatsızlık ve travma, davranış değişikleri, aldığı ilaçlar, görme güçlüğü, belirginleştiği yer ve zaman, gözde ağrı ve akıntı durumu, başladığı zaman, gidişatı, belirlenen matite, kızarıklık, pigmentasyon gibi değişiklikler, ilişkili durumlar, diğer hayvanlarla temas durumu not edilir (Maggs, 2018; Mitchell, 2011). Özellikle genetik orijinli göz hastalığı yaygın bir durudur. Bazı ırklar bazı hastalıklara predispoze durumdadır. Bu nedenle

hastanın yaşı ve ırkı gibi bilgilerine özel önem verilmelidir (Mitchell, 2011; Öfri 2022).

UZAKTA GÖZ MUAYENESİ

Sistemik göz muayenesinin ilk basamağı olarak kabul edilir (Öfri, 2022). Tüm hayvan türlerinde göz muayenesi sürecinde en önemli bulgu genellikle uzaktan gözlemle elde edilir. Hastayla ilk karşılaştığından ve hasta sahibinden bilgi alma sırasında hayvanı dikkatli izlemek önemlidir. Bu sırada dermatolojik problemler, yüzde asimetri, göz ve burun akıntısı, göz kuruluğu, palpebral yarık büyüklüğü, görme ekseninde deviasyon, gözde kızarıklık, renk değişikliği, korneal parlaklık ve matlık gibi değişikler gözlemlenebilir (Maggs, 2018). Göz ağrısının açık belirtileri olan fotofobi ve epifora gibi durumlar not edilir. Bu aşamada entropion ve ektropion gibi göz kapağı problemlerin görünümü ile göz yaşı miktarında artışına neden olabilecek direkt göz kapağı manipülasyonlarından kaçınmak gerekir. Göz yaşı testi ve gözde svap alma bu aşamada tavsiye edilir. Hasta sahibinden hastalık öyküsü alınırken hayvanın odada serbest dolaşması sağlanır (Mitchell, 2011; Maggs, 2018; Öfri 2022). Alışık olmadığı bu ortamda sandalye, kutu, kova gibi engellerden geçişi, yürüyüş ve başı tutuş şeklinden görme bozukluğu değerlendirilir (Mitchell, 2011; Maggs, 2018).

Dokunma hayvanda tedirginlik oluşturduğundan gözlem hayvana dokunmadan yapılmalıdır (Öfri, 2022). Görüş kaybı şüphesi olan olgularda uygulama farklı ışık yoğunluklarında, odanın değişik yerlerine konan farklı büyüklük ve renkte engellerle tekrar edilir. Labirent, kedilerde davranış gereği fazla anlamlı olmasa da köpek görmeyi test etmede oldukça faydalı bir uygulamadır (Maggs 2018). Labirent testi karanlıkta (skotopik) ve aydınlıkta (fototopik) yapılmalıdır. Karanlıkta rod veya erken rod-kon dejenerasyonu veya vitamin yetersizliği, aydınlık kon dejenerasyonu test etmede etkilidir. Hayvanlar konan engelleri kısa sürede çözümlediğinde yerlerini sık sık değiştirmeyi unutmamak gerekir (Maggs, 2018). Görme olayı aşağıda nörooftalmik muayene başlığı altında sunulan testler, retinoskopi, elekroretinografi ve görüntüleme yöntemleri ile daha kapsamlı test edilebilir.

GENEL FİZİKSEL GÖZ MUAYENESİ

Hayvan masaya alındıktan sonra önce şikayeti dışındaki bozukluklar araştırılır. Yüz ve gözlerde asimetri, gözlerin büyüklüğü, hareket şekli ve bakış yönü incelenir (Mitchell, 2011). Gözün dışarıya doğru çıkıntı oluşturması ektraoküler kitle, retrobulbar apse, mastikatör myozitisi; göz yuvarlağında genişleme glakom ihtimalini akla getirir (Mitchell, 2011; Öfri 2022). Göz ve çevre dokular asimetri ve hassasiyet açısından değerlendirilir. Parmakla her iki göz kapağına gözde yırtılma riski yoksa aşağı, yukarı, sağa, sola ve geriye bastırılarak göz çevresinde herhangi bir engelin olup olmadığı (retropulsiyon) tespit edilmeye çalışılır. Retropulsiyon en çok brakisefalik ırk

köpeklerde en az da kedilerde belirgindir (Maggs, 2018). Enoftalmi durumu ağrıya bağlı aktif retraksiyon, horner sendromu, phitisis bulbi, kongenital mikroftalmi veya anoftalmiyi akla getirmelidir (Mitchell, 2011; Öfri 2022).

Göz akıntısının varlığı ve karakteri değerlendirilir. Pet hayvanlarında anormal göz yaşı akıntısı genellikle kuru göz sendromu, konjunktivitis, göz kapağı ve kirpik anomalileri, göz yaşı kanalı tıkanıklığı, kornea ülseri gibi nedene bağlanır (Mitchell, 2011; Kulualp ve diğerleri, 2019).

Akıntı genel olarak koyu sarıdan mavi renge kadar değişen koyu yapışkan kıvamda veya kabuklu olur. Kızarıklık, ödem ve ağrıyla eşzamanlı akıntılar ciddiye alınmalıdır. Sulu göz yaşı iritasyon, alerji, göz yaşı kanal tıkanıklığı veya yabancı cisim kaynaklı olabilir. Yeni ve hafif formları takibe alınır, gözde kızarıklık, şişlik, fotofobi gibi belirtilerin eşlik ettiği durumunda dikkatli ve detaylı muayene gerektirir. Bazı köpek ve kedilerde medial göz açısından aşağıya doğru uzanan kıllarda kırmızı/kahve leke bırakan akıntı gözlemlenir. Leke genellikle gözyaşının içerdiği porfirinden kaynaklanır. Medial kantusta ıslaklık aşırı göz yaşı üretimi veya lakrimal kanal drenaj yetmezliği sonucu da olabilir Bu durum birçok kaynakta epifora olarak tanımlanır. Medial göz açısının sürekli ıslak olması, damla şeklinde göz yaşı akıntısı daha çok kozmetik sorun oluşturur. Aşırı göz yaşı viral veya bakteriyal konjunktivitisi, alerji, göz yaralanması, trişiazis, diştiazis veya ektopik silia gibi anormal kirpik oluşumu, kornea ülseri, göz enfeksiyonları, ektropion ve entropion gibi göz kapağı anormallikleri ve glakom kaynaklı olabilir. Drenaj yetmezliği nazolakrimal kanal enfeksiyonu, daha çok yeni doğan ve gençlerde karşılaşılan punktal oklüzyon, brakisefallik ırklarda göz kapağı uyumsuzluğuna bağlı punktan drenaj bozukluğu, punktumların kirpik ve çevre kıllarla, kanalikküllerin debris ve yabancı cisimlerle tıkalı olması gibi nedenlerden kaynaklanabilir. Drenaj kanalı kaynaklı bozukluk fluoresein damlatılarak test edilebilir. Boyanın burunda gözükmesi drenaj kanalının açık olduğunu gösterirken görülmemesi bazı vakalarda akıntının genze olması nedeniyle tıkalı olduğu durumu tamamen ekarte etmez. Tespit için daha detaylı değerlendirme yapmak gerekir. Akıntıya kızarıklık, şişlik ve ağrının eşlik ettiği durumlarda altta yattan enfeksiyon veya başka nedenler araştırılır (Heinrich, 2015; Maggs, 2018; Maggio 2019).

Beyaz/gri mukus genellikle kuru göz sendromu kaynaklıdır. Azalan göz yaşı nedeniyle göz yaşı buharlaşmasını önlemeye, göz ve kapaklar arasından artan friksiyonu kompanse etmeye yönelik fizyolojik bir süreçtir. Bu akıntıya kızarıklık, ağrı, aşırı göz kırpma ve pigmentasyon eşlik ettiği durumlarda müdahale edilir. Gecikmiş olgularda kuru göz sendromuna bağlı huzursuzluk, kornea ülseri hatta görme kaybı görülebilir. Sarı yeşil akıntı gözde enfeksiyon varlığına işarettir. Olaya genellikle kızarıklık, şişlik, fotofobi, kaşıntı göz yaşı miktarında artış eşlik ettiği görülür. Olay lokal veya sistemik kaynaklı bir bakteri, virüs ve diğer patojen kaynaklı enfeksiyon

olabilir. Altta yatan nedeni ve uygun sağaltım seçeneği yapılacak detaylı bir göz muayenesiyle belirlenebilir.

YAKIN GÖZ MUAYENESİ

Bu muayenede fener, Finnoff transilluminatör veya oftalmoskop gibi bir ışığı kaynağı eşliğinde yapılması önemli kolaylık ve büyük detay sağlar. Önce gözün dış yapıları incelenir. Göz kapakları göz yuvarlağı ile tam bir uyum içinden olmalıdır. Uyumu bozan entropion, ektropion, makropalpebral fissur gibi anormallikler ile punktumların varlığı ve lokasyonu not edilir. Üçüncü göz kapağı deformasyon, protrusyon, harder bez fıtıklaşması (cherry eye, kiraz göz), posterior yüzü bez hiperplazisi; palpebral ve bulbar şemozis, konjunktivada vaskülarizasyon, renk değişikliği, kalınlaşma, inflamasyon; sklera, episklera, limbus, gözün tüm yüzeyi gözyaşı film varlığı ve stabilitesi açısından değerlendirilir. Kornea şeffaf, yüzeyi pürüzsüz olmalıdır, neovaskülarizasyon, pigmentasyon, ülser, apse gibi bozukluklar; anterior kamera uygun derinlikte olmalı, hyphema, hypopyon, aköz flara gibi anormallikler içermemelidir. İris rengi düzenli, serbest kenarı yuvarlak ve pürüzsüz olmalıdır. İris atrofi, renk değişikliği, ışığa hassasiyet; pupillalar şekil ve büyüklük yönünden gözler karşılıklı olarak incelenerek değerlendirilir. Lens pupillanın gerisinde yer alır, beyaz veya bulutumsu görüntü kataraktta işarettir (Mitchell, 2011; Heinrich, 2015; Maggs, 2018).

FOKAL IŞIK KAYNAĞI VE BÜYÜTEÇLE MUAYENE

Fokal ışık kaynağı olarak kalem fener, transillüminatör ve otoskop yeterli olsa da oftalmoskop gibi ayarlanabilir bir ışık kaynağından yararlanmak daha avantajlı olabilir. Büyütmeli muayene lup, otoskop, diopter özellikli oftalmoskop veya slit-lamp biyomikroskop kullanılarak gerçekleştirilen muayene şeklidir. Doğru muayene için kullanılan aletin temiz ve hasarsız olması gerekir. Göz ve eklentilerinin muayenesinde bahsedilen hususlar burada tekrar edilir, bazı değişikleri karanlıkta saptamak daha kolay olabilir (Heinrich, 2015). Bu muayene göz kapaklarının serbest kenarı ve konjunktival yüzeyleri ektopik silia ve diştiazis gibi kirpik anomali ve deformasyonlar; oküler yüzeyi düzensizlik ve matite, ön kamerayı bulanıklık açısından değerlendirme kolaylığı sağlar (Heinrich, 2015; Maggs, 2018).

DİREKT OFTALMOSKOP MUAYENESİ

Veteriner hekimlikte daha çok bu yöntem tercih edilir. Karanlık bir ortamda oftalmoskopla yaklaşık 50 cm öteden gözün saydam ortamlarının muayenesidir (Şekil 4). Önce tapetal refleks saptanmaya çalışılır, hasta gözlerini sık sık hareket ettiğinden işlemin birkaç saniye içinde gerçekleşmesi gerekir (Heinrich, 2015; Maggs, 2018).

Muayenede genellikle üzerinden 0-20 diopter arasında kalın ve ince kenar mercek ve her mercek için küçük bir gözlem deliği olan bir diske sahip ayarlanabilir farklı renk ve şekilde ışık özelliğine sahip oftalmoskoplardan yararlanılır. Mercek retinadaki lezyonu odaklama, yaklaşık 15 kat büyütme, refraksiyon hatasını giderme gibi işlev görür. Tüm fundus 10-150 gibi kısıtlı ışık hareketiyle muayene edilebilir. Direk muayenede görüntü gerçek ve düzdür. Muayene sırasında hayvanının burun engeli sağ göz sağ gözle, sol gözü sol gözle muayene edilerek aşılır. Hayvanın gözünü sürekli hareket etmesi muayenede zorlaştırmaktadır. Her görüntü kaybından hayvandan 20-25 uzaklaşıp retinal refleks belirledikten sonra muayeneye devam edilir. Önce lens diski 0'a ayarlanır. Gözlük kullananlar gözlükleri çıkardıkları için rakamı gözüne göre ayarlar. Ayar düğmesinde ışık ayarı yapılır, hayvanı fazla tedirgin etmemek için muayeneye düşük ışıkla başlanmalıdır. Kullanıcı oftalmoskopu gözüne olabildiğince yakın tutmalıdır. Önce 20-25 cm'de retina refleksi, kısa mesafede tapetal refleksi belirlenir. Önce optik sinir başı, sonra fundusu oluşturan tapetal ve nontapetal kısımlar belirlenip muayene edilir. Yeşil ışık kontrastı artırdığından retinal pigmenti retinal hemorajiden ayırt etmede kullanılır. Oftalmoskop korneaya iyice yaklaştırılarak kornea, lens ve gözün eklentileri 10-20 arası diopter lenslerle incelenir. Bu saydam ortamların bozulmasına yol açan katarakt, kornea opasitesi ve vitreus hemorajisi gibi durumunda yapılamaz (Mitchell, 2011, Heinrich 2015, Santos Martins ve ark 2022).

Şekil 4: Gözün oftalmoskop ile muayenesi

Bu muayene sırasında aniskoria, tapetal refleks kaybı, kataraktt, lens lukzasyonu gibi bozukluk saptanabilir. Kataraktının nükleer sklerozla karıştırılması yaygın bir surumdur. Nükleer skleroz katarakttan tapetal refleks varlığı ve belirgin halka görünümü ile ayırt edilir. Yine uzaktan direkt muayene ile korneal pigmentasyon gibi fokal opak odaklar görülebilir. Lens lukzasyonu afakiden hilal görünüme tapetupumun aşırı yansımasına eşlik

etmesiyle ayırt edilir. Stabismus oküler deviasyondan bakış açsıyla kolaysa saptanabilir (Maggs 2018, Heinrich 2015).

İNDİREKT OFTALMOSKOP MUAYENESİ

Muayeneyi yapanla muayene edilen göz arasına 20-30 diopter bir konveks lens konularak yapılan işlemdir. Lens baş ve işaret parmağı ile tutulurken diğer parmaklarla göz kapaklarına manipülasyon yapılır. Lensin dış bükey kısmı muayene edene dönük olması durumunda daha iyi bir görüntü elde edilmiş olur. Lensin merkezi pupillanın merkezi ile örtüşmeli, lens irise paralel durmalıdır. Lensin önünde göz dibinin sanal ters görüntüsü elde edilir. Tam bir fundus muayenesi loş ortamda tam dilate olmuş pupilla durumunda sağlanır (Mitchell, 2011; Parker, 2019; Martin ve diğerleri, 2017; Santos Martins ve diğerleri, 2022).

Burada fundusun yaklaşık 3,5 kez büyütülmüş sanal ters görüntüsü elde edilir. Muayene her iki gözle yapıldığından bu sayede görüntü derinliğini elde etmek mümkün olmaktadır. Bol pratik ve tecrübe gerektiren bir uygulamadır (Parker, 2019). İşlem hastadan yaklaşık 50 cm öteden hayvanın gözüne fokal bir ışık gönderilerek tapetal refleks elde edilerek başlanır. Mercek hasta gözünün yaklaşık 5 cm önüne yerleştirilir. Muayeneyi yapan başını ve lensi bir miktar hareket ettirerek görüntünün netleşmesini sağlanır. İç doğru ters derinlemesine bir görüntü elde edilir. Fundusu sistemik değerlendirmesi bir miktar pratik gerektirir. Lens görülen lezyonun aksi yönünde hareket ettirilmelidir. Fokal ışık yerine başa monteli indirekt oftalmoskop kullanılabilir. Serbest kalan el daha fazla manipülasyon olanağı sunar. İndirekt muayene küçük bir alanda daha geniş bir görüntü sağladığından retinanın kısa sürede detaylı değerlendirilebilir (Mitchell, 2011; Heinrich 2015; Santos Martins ve ark 2022).

ÖN KAMERA MUAYENESİ

Gözün uzakta ve retropulsif muayenesi ile görme testlerinden sonra göz kapakları, punktalar, nazolakrimal kanal, konjunktiva, kornea ve limbus gibi ektraoküler yapılarla, ön kamera, iris, lens ve kameral açıyı içeren ön kamera muayenesine geçilir. Muayene loş bir ortamda oftalmoskop, slit-lamp veya biomikroskop eşliğinde direkt aydınlatma, transillümünasyon ve retroillümünayon formlarında gerçekleştirilir. Direk aydınlatma muayenesinde yüksek lokal ışık gönderme özelliği olan finnoff transillümünatörü tercih edilmelidir. Bu ışık kaynağının ön kamerada oluşturduğu gölgeler, perspektif ve ışık yansıma özellikleri kameral derinliği detaylı değerlendirme olanağı sunar. Retroillümünasyon ışıklı göz muayenesinin esas ve tamamlayıcı kısmıdır, muayene gözün iris ve fundus gibi arka yüzeylerinden yansıyan ışık kullanılarak gerçekleştirilir. Direk ışıkla

muayene edilemeyen gözün kornea, göz yaşı tabakası, ön kamera ve lens gibi saydam ortamları değerlendirme olanağı sunar. Korneadaki hayali damarlar, lensteki vakaolleri gibi çok küçük detayları bile gösterme potansiyeli vardır. Ayrıca kornea, iris, iris kisti gibi yapıların kalınlığını ölçme potansiyeli vardır (Heinrich, 2015; Maggs, 2018).

Transillüminasyonun bu kısmında pupillar simetri testinden farklı olarak, kol boyu geriden ışık verme yerine ışık kaynağı göze yaklaştırılarak yapılır. Bu muayene kataraktı nükleer sklerozdan ayırma kolaylığı sağlar (Maggs, 2018).

FUNDUS MUAYENESİ

Klinik pratike her göz muayenesi sırasında direkt (Tablo 3) veya indirekt (Tablo 4) oftalmoskopi birbirinin tamamlayıcısı olarak rutin bir uygulama şeklinde yapılması gerekir. İndirekt yöntem daha geniş bir muayene olanağı sunar (Heinrich, 2015; Santos Martins ve diğerleri, 2022).

Fundus yapısı türler arasında, hatta aynı türün farklı ırkları arasında önemli varyasyonlar gösterdiğinden muayene sırasında bu varyasyonlara aşına olmak büyük önem arz etmektedir. Farklılık gözün anatomik yapısı, tapetumun renk ve büyüklüğü, nontapetal bölgenin pigmentasyon durumu, optik sinir başındaki myelinize sinir miktarı, optik sinir başı esaslı tapetal ve non tapetal bölge geçiş sınırları gibi yapılardan gelmektedir. Fundusun detaylı değerlendirmesi ancak tam bir pupillar diatasyon yani midriazis sağlandıktan sonra gerçekleştirilebilir. Pratikte midriazis %1 tropikamid damlatılarak sağlanır. İlaç damlatıldıktan 20-30 dakika sonra tam bir dilatasyon gerçekleşir. Atropin geç dilatasyon sağlaması, dilatasyonun fazla uzun sürmesi, göz içi basıncında artışa yol açması dolayısıyla pek önerilmez. Fundusta öncelikli olarak indirekt muayeninin yapılması tavsiye edilir (Şekil 5) (Heinrich 2015; Maggs 2018).

Şekil 5: A) Fundus kamerasıyla görüntü alınırken. B) Retinanın fundus kamerasındaki görüntüsü.

NÖROOFTALMİK MUAYENELER

Görme nöral sisteminin normal fonksiyonu içinde oluşan bir işlevdir (Mitchell, 2011). Nörooftalmoloji göz ile merkezi sinir sistemi arasındaki kompleks ilişkiyi araştırır. Göz ve merkezi sinir sistemi bağlantısını sağlayan afferent ve efferent sinir yolakların iyi bilinmesi gerekir. Bu yolaklarda oluşan bozukluklar görme kaybı, gözde deviasyon, göz yaşı üretiminde değişiklik, gözde fonksiyon bozukluğu, göz dokularında his kaybı, pupillanın şekil, büyüklük ve cevabında değişiklik gibi klinik belirtilerle karakterize olabilir. Görme kaybı ile komplike bu değişikler nörooftalmik muayeneyi elzem kılar (Mitchell, 2011; Şengöz Şirin ve diğerleri, 2024). Acil göz travmalarında oftalmoskop muayenesinin ilave edilmesi önerilir (Gent, 2013).

Nörooftalmik muayene gözle ilgili bozukluklar yanında yangı ve enfeksiyonla seyreden merkezi sinir sistem hastalıklarının tanı ve tedavi sürecine olumlu katkı sağlar (Şengöz Şirin ve diğerleri, 2024). Kedi ve köpeklerde nörooftalmik muayene kapsamında nistagmus, strabismus, anisocoria, palpebral ve okulosefalik refleks, transiliminasyon yoluyla pupillar simetri, pupillar ışık refleksi (PIR), sarkaç flaş testi, kamaştırma refleksi, pamuk topu testi, tehdit refleksi, palpebral refleks, korneal refleksi gibi test veya refleksler değerlendirilir (Mitchell, 2011; Maggs, 2018; Şengöz Şirin ve diğerleri, 2024) Göz refleks yolakları ancak bu refleks arklarında sorumlu kranial sinir kollarının iyi bilinmesiyle anlaşılır. Görme ile PIR'in afferent yolağında 2. kraniyal, PIR'in afferent yolağında 3. kraniyal sinir sorumludur. Üçüncü kraniyal sinir ayrıca gözü hareket ettiren medial, ventral ve dorsal rektus kasları ile ventral oblik kasların, üst göz kapağının açılmasını sağlayan süperior levator palpebra kasının innervasyonundan da sorumludur. Gözün dorsal oblik kası 4. kraniyal sinir tarafından innerve edilir. Yüz ve oküler yüzeyin innervasyonu 5. kraniyal sinir sağlar. Göz yaşı bezi bu sinirin parasempatik lifleri, pupillanın dilatatör kasları ise sempatik lifler tarafından innerve edilir. Retraktör bulbi ve lateral rektus kaslarının sağladığı göz hareketini 6. kraniyal sinir düzenler. Klinik belirtiler eşliğinde yapılacak nörolojik testlerle bu sinirlerin birçoğunun fonksiyonları hakkında kolayca bilgi edinebilir. Bu test veya işlemler sırasında gözde enoftalmus, ventrale deviasyon ve üçüncü göz kapağının göz üzerine düşmesine yol açarak muayeneyi zorlaştıran sedasyon ve anesteziden mümkün olduğu kadar kaçınmak gerekir (Mitchell, 2011; Maggs 2018). Nörolojik testlerden bazıları aşağıda detaylı olarak tanımlanmaya çalışılmıştır.

Palpebral refleks

Göz kapaklarının normal fonksiyonelliğinin testidir. Göz kırpma olayının olup olmadığı ve yeterliliği değerlendirilir. Medial veya lateral kantusa dokunduğunda kırpmanın tam gerçekleşmesi yani göz kapaklarının

tam kapanmasıdır (Şekil 6) (Mitchell, 2011; Maggs, 2018; Şengöz Şirin ve diğerleri, 2024).

Şekil 6: Palpebral refleks.

Hayvanlar medial göz açısına dokunmaya daha çok tepki verir (Maggs, 2018). Bu testin göz kırpmayı değerlendiren tehdit ve kamaştırma refleks testlerinden önce yapılması önerilir. Hayvanın göz kırpmaya pozitif cevap verdiği anlaşılır. Refleksin varlığı göz kapaklarının sensör innervasyonundan sorumlu trigeminal sinir ile motor innervasyonundan sorumlu fasiyal sinir yolağının sağlıklı ve fonksiyon olduğunu gösterir. Refleksin olmaması duyunun zayıf olduğu veya fasiyal sinir paralizine işaret eder (Mitchell, 2011; Maggs, 2018; Espinosa ve diğerleri, 2020). Ayrıca göz kapağı hareketini zorlaştıran ırka bağlı makropalpebral fissur, buftalmus ve ekzoftalmus gibi durumlarda refleks zayıf veya şekillenmez (Muggs, 2018).

Okulosefalik refleks

Baş sağa sola; yukarı aşağı ve saat ve saat yönünün tersi istikamette ya da her iki yana horizontal düzlemde hareket ettirildiğinde merkezi konumda olan gözün intraoküler kaslar tarafından merkezi pozisyonda bu hareketlerin etkisiyle genellikle hareketin aksi yönünde dönmesi veya uzaklaşmasıyla oluşan refleks durumudur. Yandan yana hareket sırasında oluşan refleks horizontal fizyolojik refleks ya da oyuncak göz refleksi olarak ta tanımlanır. Hayvan gözü yanda yer aldığında saat ve tersi yönde yapılan sarkaç hareketi daha kolay tespit edilir. Okulokardiak refleks uysal hayvanlarda daha rahat test edilir. Refleksin negatif olması merkezi ve periferal vestibüler sistem, serebellum, 3,4 ve 6. kranial sinirlerin disfonksiyonuna işaret etmektedir (Maggs 2018).

Kornea refleksi

Korneaya pamuk gibi zararlı ve tahriş edici olmayan bir materyalle dokundurularak test edilir. Dokunma sırasında kırpma ve gözü içeri çekme gerçekleşirse refleks pozitif olarak kabul edilir. Kornea refleksine afferent olarak 5. kraniyal (n. trigeminus), efferent olarak 7. kraniyal sinir (n. fasiyalis) lifleri aracılık eder (Espinosa ve diğerleri, 2020; Şengöz Şirin ve diğerleri, 2024). Kornea refleksi sırasında kırpma olayı gerçekleştiğinde bu refleks aynı zamanda kırpma refleksi olarakta tanımlanır. Bu refleks parlak ışık, göze herhangi bir nesne yaklaştırma, yüksek ses, kornea, konjunktiva ve kirpiklere dokunma gibi dış uyarılar tarafından gerçekleştirilir. Trigeminal sinirin afferent ve fasiyal sinirin efferent liflerinin duyarlığını test eden güvenilir bir testtir. Pupilla ışık refleksi gibi direkt ve reflektörik olmak üzere iki şekilde gerçekleştir. Göze ışık verildiğinde pupilla refleksi ile birlikte gerçekleştir (Espinosa ve diğerleri, 2020).

Tehdit yanıt

Hayvan her iki görüş açısından ayrı ayrı tehdit edilerek veya korkutularak gerçekleştirilir. Bu eylemler sırasında test edilmeyen göz kapatılır (Mitchell, 2011; Şengöz Şirin ve diğerleri, 2024; Maggs 2018). Hayvan eylemi fark eder veya görürse gözlerini kırpar, başını sakınır, yan yutarak kaçırmaya çalışır (Şekil 7). Bu hareketle hem kırpma refleksi hem de görme olayı test edilir. Bu testi yaparken bazı noktalara dikkat etmek gerekir. Korkutma veya tehdit sırasında hayvana direkt temas ve dokunma veya korkutma eylemi sırasında oluşan hava akımından hayvanın fark etmesi yanlış görme veya göz kırpma refleksi varlığı algısına yol açabileceğinden kaçınmak gerekir. Korkak hayvanlar bu tehdit karşısında göz kırpma yerine daha dikkatli bakmayı yeğler. Ayrıca bu refleks sonradan öğrenilen bir durum olduğundan kedi ve köpek yavruları 10-14 haftalık olana kadar tepki vermeyebilirler (Mitchell, 2011; Maggs, 2018). Test doğru yapıldığında görmeyi kanıtlayan değişikler olmaması, testin negatif olduğu yani görmenin olmadığını gösterir (Mitchell, 2011).

Bu refleks arkının efferent kolu retina, afferent kolu n. fasiyalistir. Refleksin test edilebilmesi için gözün saydam ortamlarının sağlıklı olması, ışığın retinaya ulaşması üzerinde engelin olmaması gerekir (Şengöz Şirin ve diğerleri, 2024). Olay retina, optik sinir ve görme merkezi arasında olduğundan tehdit refleksinin negatif olması görme dışında serebral hasar kaynaklı da olabileceği unutulmamalıdır (Mitchell, 2011; Şengöz Şirin ve diğerleri, 2024).

Şekil 7: Tehdit yanıt.

Sarkaç ışık testi

Görme sinir kuşağı üzerindeki lezyonu belirlemek ve lokalize etme konusunda PLR'yi destekleyen bir testtir. Hayvanlarda göz sinir lifleri şiazma optikusta çaprazladığından hem ışık verilen tarafla hem de karşı pupillada daralma meydana gelir (Maggs, 2018). Işık verilen taraftaki PLR direk, karşı tarafta istemli (reflektorik) kasılma olarak tanımlanır (Mitchell, 2011; Şengöz Şirin ve diğerleri, 2024).

Bir tarafa ışık verildiğinde karşı taraftaki pupillada da büzülme gerçekleşir, ışık karşı taraftaki göze verildiğinde pupillar daralma devam ediyorsa o taraftaki retinal fonksiyon normaldir, dilatasyon gerçekleşiyorsa ilgili tarafta retina ışığı algılamıyor, bu durumda ileri derece bir retina ve preşiazmal dejenerasyon söz konusudur. Pozitif sarkaç ışık test veya Marcus Gunn pupillası olarak tanımlanan bu durum dilatasyonun şekillendiği tarafta preşizamal bir lezyonun varlığı açısından patognomonik bir durum kabul edilir (Maggs, 2018).

Kamaştırma Refleksi

Her göze ayrı ayrı şiddetli ışık vererek gerçekleştirilir. Bunun sonucunda tam veya kısmi göz kırpma (Mitchell, 2011; Şengöz Şirin ve diğerleri, 2024) başı kaçırma (Mitchell, 2011) gibi eylemlerle karakterize istem dışı gelişen normal korunma tepkileri gerçekleşir. Bu refleks yolağı tam olarak anlaşılmamış olmasına rağmen afferent kolunun n. optikus, efferent dalının ise PLR ve tehdit refleksi gibi n. ~~fasial~~fasiyalis olduğu tahmin edilmektedir (Şengöz Şirin ve ark 2024, Spiess, 2019). Kısmı kırpmalarda refleks zayıf (Şengöz Şirin ve diğerleri, 2024) refleksin negatif olması görme kaybı açısından prognozun kötüye gittiğine işarettir (Mitchell, 2011).

Negatiflik durumunda retina, optik sinir, şiazma optikus, kanalis optikus, n. fasiyaliste lezyon veya göz kapaklarında kapanma sorununun olduğunu gösterir. Bu subkortikal bir refleks olduğundan pozitif olması göz

ile beynin ön kortikal kısmı arasındaki kısımda görme sorunun olmadığını gösterir, görme merkezi hakkında bilgi sağlamaz, dolayısıyla görme merkezinin testinde kullanılan bir refleks değildir. PLR ve tehdit refleksiyle birlikte lezyonun daha fazla lokalize olmasına yardımcı olur (Maggs, 2018). Bu test gözün saydam ortamları üzerine oluşan hifema, katarakt gibi durumlarda hayvanın görme fonksiyonunu değerlendirmede kullanılır (Mitchell, 2011).

Pupillar simetrinin değerlendirmesi

Bu anizokori, diskori, korektopi, iris lezyonları ve karşıt PLR farkını değerlendiren bir testtir. İşlem siliyer cisim, lens, vitreus, retina, tapetum, optik sinir başı, koroid ve posterior sklera gibi gözün arka segment muayenesi amacıyla yapılan pupillar dilatasyon öncesi yapılmalıdır. Loş ortamda kol mesafesi öteden iki gözün ortasına gönderilen fokal ışıkla fundus refleksi belirlenir, sonra pupilların simetrik genişleme veya daralma derecesi anormal durumda ise lezyon yeri belirlenmeye çalışılır. Kedilerde pupilla vertikal şekilde elips, köpeklerde yuvarlaktır, tam genişlediğinde her ikisinde de yuvarlak şekle dönüşür (Maggs 2018).

Pupillar ışık refleksi

Pupilla oldukça değişken bir yapıdır, refleks irisin sfinkter ve dalatatör kaslarının ışık uyarısı karşısında yaptıkları antagonist hareketler sonucu papillalarının büzülüp genişleme eylemidir. İrisin sfinkter kasları parasempatik, dilatatör kasları ise sempatik sinirlerin etkisinde olduğundan bu refleks retinanın görme kalitesini değerlendirdiği gibi ilgili sinir sisteminin sistemik durumu hakkında da bilgi verir. Otonom sinir sistemi hakkında önemli veri sağladığında klinik pratikte nörodejeneratif hastalıklar, toksik ve bağımlılık yapan ilaçlarla zehirlenmeler hatta travma hakkında önemli veri sağlar. Pupilla çapını etkileyen değişkenler arasında yaş, cinsiyet, iris rengi, retina ve optik sinirin sağlık durumu, gözün saydam ortamlarının şeffaflığı sayılsa da en fazla ortamdaki ışık miktarından etkilenir (Hall ve Chilcott, 2018).

Bu testte geçmeden önce pupillanın dinlenme halindeki şekli, büyüklüğü ve simetrik durumu kaydedilir (Maggs, 2018). Her iki göze yandan dönüşümlü olarak parlak ışık uygulayarak gerçekleştirilir (Mitchell, 2011; Maggs, 2018; Şengöz Şirin ve diğerleri, 2024). Uygulama sırasında ışık verilen tarafla karşı taraftaki pupillada küçülme gerçekleşir. Hayvan gözleri yana doğru olduğundan iki gözü birden incelemek kolay olmayabilir. Işığı verenle muayeneyi yapan kişiler farklı olmalıdır (Maggs, 2018). Hayvanlarda göz sinir lifleri çaprazladığından ışık verilen tarafla karşı taraf arasında hafif bir farklılık olur (Maggs, 2018). Işık verilen taraftaki PLR direk, karşı tarafta istemli (reflektorik) kasılma gerçekleşir (Mitchell, 2011; Şengöz Şirin ve

diğerleri 2024). Bu test sırasında PLR'nin büzülme miktarı ve hızı hesaplanır. İki göz arasında karşılaştırma yapılır. Kedilerde köpeklere göre daha hızlı olduğu belirtilmiştir (Maggs, 2018). Direk ve reflektorik refleksin birlikte değerlendirilmesi ve refleks nörofizyolojik ve nöroanatomik yolağının iyi anlaşılması lezyonun ilgili sinirlerin efferent ve afferet kollardaki yerini belirlemeye yardımcı olur (Maggs, 2018). Bu refleks sinirlerin normal ve anormal fizyolojik fonksiyonları hakkında önemli kalitatif bilgi sunar. Kuşlar hariç diğer evcil hayvanlarda N. optikus sinir lifleri göz arkasında kısmen çaprazladığından her iki gözdeki pupillanın simetrisi ve pupillomotor sürümü hakkında da bilgi vermektedir (Şekil 8) (Hall ve Chilcott 2018).

Şekil 8: Pupillar ışık refleksi testi.

PLR'nin testi ile retina, optik sinir, şiazma optikus, optik yol, pretektal bölgenin yansıra pupillar sinusun kasılmasını sağlayan 3. Kran,yal sinirin parasempatik fibrilleri gözden geçirilmiş olur (Maggs, 2018).

Pupillar büzülme; ışık kaynağı çok zayıf olabilir; özellikle ürkek hayvanlarda aşırı korku ve stres hali, yine korkak ve ürkek hayvanlarda aşırı sempatik sinirsel uyarı nedeniyle kan dolaşımında yükselen epinefrin konsantrasyonu nedeniyle pupillaların aşırı dilate olma durumu; yaşlanmaya bağlı iris kaslarında atrofi, iris kaslarının zayıflığı gibi durumlarda gerçekleşmeyebilir. Bu olgularda midriazis vardır. İris stroması yer yer yıpranmış, yırtık görünür, delikler içerir. Retina, optik sinir, optik kanalda dejenerasyon vardır. Olay tek taraflı ise sağlıklı göz dinlenme haline daha fazla genişlediğinden anizikori görülür. Hastalıklı gözde direkt ve reflektorik

pupilla reflekslerinin ikisi de görülmez. Sağlıklı göze ışık verildiğinde PLR görülürken, hasta olan gözde reflektorik ışık refleksi gözlenmez. Lezyonun çift taraflı olması durumunda her iki pupilla dinlenme anında midriatik durumdadır, her iki gözde de ne direkt nede reflektorik pupilla refleksi vardır. Bu durumda 3. kraniyal sinir n. oculamatorius fonksiyon yapmadığı anlamına gelir. Olay tek taraflı ise pupilla dinlenme anında dilate olacaktır, ancak karşı tarafta reflektorik puplla ışık refleksi nedeniyle kısmen küçülür. Direk pupillar ışık refleksi yok fakat reflektorik ışık refleksi vardır. Diğer taraftan okulamotor sinirle ilişkili olduğundan ve görme siniri etkilediğinden tehdit refleksi pozitif sonuç verir (Mitchell, 2011; Maggs 2018). Yine akut glakoma bağlı iris işemisi, şinesi ve lens dislokasyonu gibi iris hareketlerini mekanik olarak etkileyen durumlarda bu refleks negatif olabilir. PLR subkortikal bir reflekstir, tepki için minimum retina fonksiyonu yeterlidir, dolayısıyla retinal ve optikal hasara bağlı körlük ve kataraktttta pupillar ışık refleksi pozitif, iris atrofisine sahip, görmesi olan hastalarda ise pupillar ışık refleksi negatif sonuç verdiğinden bunu tek başına bir görme testi olarak görmek doğru değildir (Mitchell, 2011; Maggs 2018).

GÖZ MUAYENESİNDE KULLANILAN DİAGNOSTİK TESTLER

Kesin tanıya ulaşmaya katkı sağlar, hastalığın yönetimi ve sağaltım sürecinin takibini kolaylaştırır, hastalığın prognozu hakkında önemli bulgu sağlar (Parker 2019, Robinson ve ark 2014).

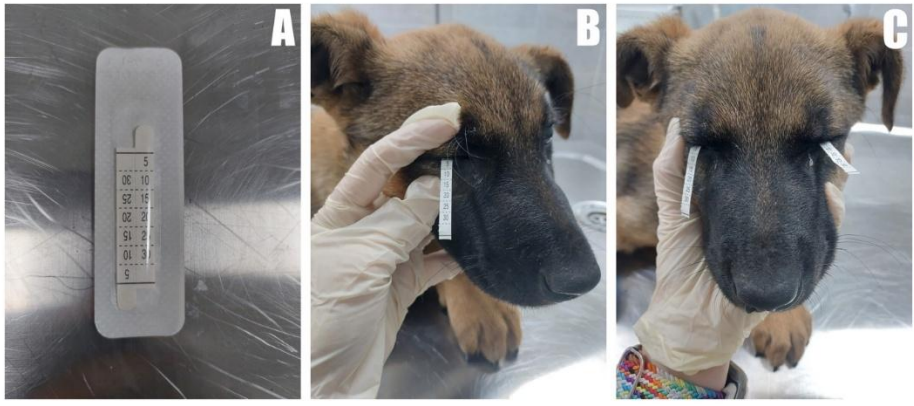
GÖZYAŞI ÖLÇÜM TESTLERİ

Schirmer Tear test (STT)

Lakrimal ve niktitans bezler tarafından bir dakika içinde üretilen göz yaşı miktarının aköz kısmını ölçen bir testtir (Mitchell, 2011; Whelan, 2025). Test göz yaşı akıntısı, konjunktivitis, keratitis ve acil oküler müdahale gerektiren her olguda uygulanmalıdır (Mitchell, 2011; Gent, 2013). Kuru gözün teşhisinde kullanılır, hayvanın yeterli göz yaşı üretip üretmediği hesaplanır. Uygulanması kolaydır (Mitchell, 2011). Göze lokal anestetik gibi herhangi bir topikal ajan uygulamadan önce yapılmalıdır (Mitchell, 2011; Whelan, 2025). Testte özel bir strip (ör Intervet Schering-Plough) kullanılır. Üstündeki çentik kullanımını kolaylaştırır. Stripteki mavi boya ölçümünü kolaylaştırır. Üstündeki mm'lik skala ölçümünü, mavi boya ıslak kısmın görünümü kolaylaştırmaktadır. Şerit açılmadan önce çentik 90º bükülür. Strip karşı uçtan açılır ve bu uçtan tutulmalıdır, elden geçen yağ şeridin apsorsiyon özelliğini düşürerek yanlış ölçüme yol açabilir. Hayvanın alt göz kapağı hafifçe dışarı çekilir, çentik palpebral konjunktiva ve kornea ile temas edecek şekilde yerleştirilir. Strip gözde 60 saniye bekletilir, ıslaklık mesafesi ölçülür. Mümkünse diğer gözde de aynı anda strip konur ve her iki gözün kısa süre

içinde ölçülmesini sağlar (Şekil 9). Muayene sırasında hayvanın patileriyle şeritleri düşürmemesi için boyun altında başı bir elle tutulmalıdır (Mitchell, 2011).

Bazal ve reflektorik (STT I) veya sadece reflektorik (STT II) olmak üzere iki tür ölçüm yapılır. STT I göze herhangi bir topikal anstetik uygulamadan önce alınır. STT II göze topikal anestezik damlatıldıktan ve burun mukozası kürdanla uyarılarak alınan bir testtir (Heinrich, 2015; Whelan, 2025). Bu test daha çok insanlarda kullanılır (Whelan, 2025). Normalde sağlıklı bir köpekte STT değeri 15-25 mm/dakika'dır, 10-15mm/dakika şüpheli, 10-0 mm/dakika ise keratokonjunktivitis sikka açısından diagnostik olarak kabul edilir (Mitchell, 2011; Heinrich, 2015). Kedilerde STT köpekler kadar net sonuç vermez. Normal kedilerde STT 3-32mm/dakika, ortalama 17mm/dakika kabul edilir. Bazı keratokonjunktivitis sicca olmayan normal kedilerde göz yaşı 0 veya sıfıra yakın olabilir. Nedeni göz yaşı üretiminin stres benzeri faktörler dolayısıyla geçici olarak durması gösterilmektedir (Heinrich, 2015).



Şekil 9: A) Schirmer test stripleri. B ve C) Schirmer Tear Test I uygulanışı.

Fenol kırmızısı pamuk ipliği testi

Pamuk ipliğine fenol kırmızısı boyası emdirilerek elde edilmiştir bir pH belirtecidir. İplik alkalin göz yaşı karşısından kırmızıdan sarıya dönüşür. STT gibi alt göz konjunktivasına yerleştirilir, 15 saniye bekletilir, bu sürede ölçülen normal değer köpek ve kedilerde sırasıyla 34 ve 29 mm olmalıdır. STT'ye göre daha hızlı ölçüm sağlar, küçük egzotik hayvanlarda daha elverişli kabul edilir (Maggs, 2018; Whelan, 2025).

BOYA TESTLERİ

Fluorescein boya testi

Fluorescein suda çözülebilme göz yaşı ve kornea stroması gibi hirofilik yapılar tarafından tutulan, ancak kornea yüzey epiteli ve Descement zar gibi hidrofobik yapılar tarafından tutulma özelliği olmayan bir boyadır (Mitchell, 2011; Heinrich, 2015; Whelan, 2025). Bir veya iki damlalık tüplerde (Minims, %2 Fluorescein sodium, Chauvin) veya fluorescein boyası emdirilmiş stripler (Fluorets 1mg; Chauvin) şeklinde satılır (Mitchell, 2011). Göz yaşı stabilitesi (göz yaşı kırılma zamanı, BUN), korneanın epitel tabakasının bütünlüğünün ulkusta olduğu gibi kaybını belirlemede, tüm kornea bütünlüğünü (Seidel test), nazolakrimal kanalının açıklığı (Jones testi) ve intaoküler anjiografide ve acil göz travmalarında kullanılır (Şekil 10). Mikrobiyolojik ve kültür svapları boya uygulamadan önce alınmalıdır (Gent, 2013; Heinrich 2015; Whelan, 2025).

Gözde özellikle kızarık ve ağrı ile seyreden kornea hasarının belirlemede kullanılır. Her bir göze bir damla damlatılır, fazla boya kornea yüzeyinde düzensiz birikim, aşırı emilim izlenimi verdiğinde serum fizyolojikle yıkanarak uzaklaştırılır (Mitchell 2011). Boya lipofobik ve hidofilik özelliklere sahiptir (Mitchell 2011, Whelan 2025). Fluorescein boyası kornea yüzey epitel tabakasının lipofilik yapısından dolayı normal şartlarda emilemez, ancak kornea epitel tabakası hasar veya ülser nedeniyle bozulduğunda stroma açığa çıkar, hidrofilik stroma fluoresin boyasını absorbe eder. Desement zarı boya tutmaz, ulkuslu korneanın ortasında görülen boya almayan kısım Descement zarıdır, Descementosel olarak tanımlanır. Fluorescein boyası en iyi ultraviole ve kobalt mavisi ışık altında gözlemlenir (Mitchell 2011, Heinrich 2015, Whelan 2025). Boyanmış kornea hasta sahiplerine problemin önemi açısından gösterilebilir.

Şekil 10: Fluorescein boya testi.

Seidel testi

Konsantre fluorescein boyasıyla yapılan bir testir. Korneanınn bütünlüğü değerlendirilir. Uygulandıktan sonra kornea yüzeyi kobalt mavisi veya ultraviole ışık altından incelenir. Sarı veya yeşil göz yaşı filmi içinde aşağıya doğru uzanan berrak veya açık yeşil bir akıntı gözlemlenir (Heinrich, 2015; Whelan, 2025).

Jones testi

Fluorescein boyası göze damlatıldıktan yaklaşık 5-15 dakika sonra burunda görülmeye başlar (Mitchell, 2011; Whelan 2025). Boyanın burun boşluğunda görülmesi Jones testi pozitif olarak tanımlanır, nazolakrimal kanalın açık olduğunu gösterir. Ancak boyanın görülmemesi nazolakrimal kanalın tıkalı olduğunu göstermez. Özellikle brakiosefalık ırklarda boya daha çok farinkse akar (Mitchell, 2011; Whelan, 2025). Nazolakrimal kanalının açıklığı ayrıca alt ve üst punktumların sondayla irigasyonuyla da test edilebilir (Heinrich, 2015).

Rose Bengal ve Lissamine Green boyaları

Kornea ve konjunktivadaki hasara uğramış yüzeysel epitel hücreleri belirlemeden kullanılan benzer özellikler sahip göz testleridir. korneanın epitel tabakanın henüz tam olarak hasar görmediği yüzeyindeki devitalize ve desukame hücreleri belirlediğinden Keratokonjunktivitis sikkanın erken tanısı, kalitatif göz yaşı yetmezliği ve kedilerde özellikle felin herpes virsunun neden olduğu dendritik ülseri belirlemede fluoresceine üstünlük sağlarlar (Heinrich, 2015; Whelan 2025).. Rose Bengal sağlıklı hücreleri boyama ve gözde ağrı ve yanmaya neden olma gibi dezavantajlara sahiptir. Lissamine green konjunktiva ve korneal dokular tarafından daha iyi tolere edilir (Heinrich, 2015).

GÖZDE ÖRNEK ALMA TEKNİKLERİ

Steril serum fizyolojik veya viral kültür taşıma ortamına batırılmış svap örnek alınacak kısma dikkatlice uygulanır. Alınan örnekler mikrobiyolojik, sitolojik ve PCR araştırmalarında kullanıldığından işlem göze topikal anestezik, fluorescein, topikal ilaç uygulamadan önce yapılmalıdır. Topikal anestezik içindeki bazı taşıyıcılar yanlış sonuç elde etmeye yol açabilir. Fluorescein immunofluoresin analiz sonucunu olumsuz etkiler. Örnek kornea ve konjunktival yüzeyden Kimura spatülü veya skalpelin küt ucu, alt konjunktival forniksten sitobraş (fırça) veya konjuntivadan direkt impresyonla alınır. Svap daha çok mikrobiolojik analiz, sitobraş veya impresiyonla alınan örnekler sitolojik analizler, Kimura spatülü veya skalpelin

küt ucu ile alınan kazıntılar daha çok PCR'da kullanılır. Alınan svap örnekleri lamelin üzerine sürülür, havada kurutulur, boyandıktan sonra yine sitolojik olarak muayene edilir (Heinrich, 2015).

GÖZ MUAYENESİNDE KULLANILAN İLAÇLAR

Otonom sinir sistem ajanları

İris ve siliar cisim sempatik ve parasempatik sinirlerin etkisinde faaliyet gösterir. Sempatik sinirler kaslarda kasılma, parasempatikler gevşeme sağlar. Kasılma myozis, dilatasyon midriazis olarak tanımlanır. Myozis intraoküler yangı ve korneal hasara bağlı siliar cismin kasılması ve göz içi ağrıya işarettir. Aköz flaranın varlığında damarlarda hasar olduğunu gösterir (Whelan, 2025).

Midriyatikler

Pupillada dilatasyon oluştururlar. Etki mekanizmalarına göre sempatomimetik ve parasempatolitik olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Sempatomimetikler veya agonistler siliar kaslarda gevşeme sağlayarak, parasempatolitikler veya antagonistler iris ve siliar cismin kaslarında paraliz oluşturarak dilatasyon sağlarlar (Whelan, 2025).

Sempatomimetikler

Fenilefrin

Grubun en belirgin oküler ajanıdır. Alfa adrenerjik sempatomimetik olan bu ajan %2,5-10 oranında kullanılır. İntraoküler hemostaz, pupiller dilatasyon ve vazokonstriksiyon sağlamada destek amaçlı kullanılır. İris dilatatör kasları takviye ederek işlev görür, Horner sendromunun tanısında kullanılır (Whelan, 2025).

Parasempatolitik

Tropikamid

İris ve siliar düz kaslar üzerine asetilkolin etkisini inhibe ederek dilatasyon sağlar. Epinefrinden farklı olarak irisin dilatatör kasların antagonistini bloke ettiğinde midriazis, kısmende siliar cisim kaslarını etkilediğinden siklopleji sağlar. Etkisi 15-20 dakika içinde başlar yaklaşık 3-5 saat devam eder. Genellikle lens ve göz dibi (fundus) muayenesinde pupillayı genişletmek için kullanılır.

Atropin

Genellikle %1 oranında kullanılan parasempatolitik bir ajandır. Midriazis yanında güçlü bir sikloplejik etkiye sahiptir. Etkisi 15-30 dakika içinden başlar 24 saatten 7 güne kadar etkisi devam edebilir. Genellikle myozisin tedavisinde kullanılan yegane ilaçtır. Kan-aköz bariyeri stabilize eder, kornea ve anterior uveitise bağlı siliar kas spazmına bağlı gelişen şiddetli intraoküler ağrıyı azaltmada kullanılır. Lens ve fundus muayenesi amacıyla kullanılmamalıdır. Dikkatli kullanılmalıdır, küçük hayvanlarda sistemik absorpsiyon nedeniyle toksisiteye, atlarda kolite neden olabilir.

Miyotikler

Pupilla daralması parasempatomimetik veya sempatolitik ajalar kullanarak gerçekleştirilir. Parasempatomimetikler iris ve siliar düz kas muskarin reseptörleri üzerine asetil kolin benzeri etki gösterirler. Myozis ve siliar kaslarda konstraksiyon kameral açının genişlemesini sağlar. Artan kameral açı aköz humor akışı kolaylaştığından glakomla yükselen göz içi basıncı düşer. Bu amaçla daha çok % 1-2 pilokarpin kullanılır. Etkisi 15 dakika içinde başlar maksimum etkiye 4 saat içinde ulaşır, 8-12 saat sonra düştüğünden 8-12 saat aralıkla tekrar edilmesi önerilir. Topikal antikolinesteraz blokörü olan demekarium bromid % 0,125 veya % 0,25 oranında alternatif olarak her 12–24 saatte bir uygulanır. Parasempatomimetikler uzun süreli siliar kas kasılmasına neden olduğundan ağrıya ve damar permeabilitesini artırdığından mevcut uveitinin şiddetlenmesine neden olabilir. Pilokarpin ayrıca % 0,1 veya 0,2 konsantrasyonlarda nörojenik keratokonjunktivitis sikka ve göz içi felçlerde pupillar kasılmaların sağaltımında da kullanılır (Whelan, 2025).

GÖZ ÖLÇÜM TESTLERİ

Tonometri

Göz içi basınç ölçümü rutin göz muayenesi ve acil göz travmalarında kullanılan temel bir tanı tekniğidir. Akut ve kronik glakoma bağlı yüksek göz içi basıncı (>25 mmHg) ve uveitise bağlı düşük göz içi basıncının (<10 mmHg) teşhis ve tedavilerin takibinde oldukça önemli bir testtir. Buftalmus, göz yaralanmaları ve göz atrofisini değerlendirmede kullanılır. Tonometre göz muayenesinde tanı değeri yüksek bir test olarak kabul edilir (Mitchell, 2011; Gent, 2013; Kravetz de Oliveira ve diğerleri, 2018; Wrześniewska, 2018). Göz içi basıncını doğru şekilde ölçmede ve tedavi yaklaşımlarını belirlemede kritik öneme sahiptir (Şekil 11). Yanlış ölçümlerin göz basıncı ile ilişkili hastalıkların morbiditesinde artışa yol açtığı bildirilmiştir (Kravetz de Oliveira, 2018).

Şekil 11: İntraoküler göz içi basıncının ölçülmesi

Günümüzde küçük hayvan pratiğinde birçok tonometre kullanılır. Tonometreler aplanasyon ve impresyon özelliklerine göre çalışırlar (Wrześniewska, 2018). Schiotz tonometresi impresyon özelliğe sahiptir, kullanımı sırasında anestezi gerektirir. Tonopen vet ve tonopen XL gibi rebound tonometreler ile pnömatik tonometreler aplanasyon özelliğe sahiptir, anestezi gerektirmez (Mitchell, 2011; Kravetz de Oliveira ve diğerleri, 2018; Wrześniewska, 2018). Hayvan nazikçe tutulmalıdır, vena jugularis üzerine basınç göz içi basınç artışına neden olabilir. Atropin, ketamin göz içi basınç artışına neden olurken medetomidin gözde öngörülemeyen değişiklere neden olabilir. Glakomdan şüphesi olan olgular derhal uzman hekime sevk edilmelidir.

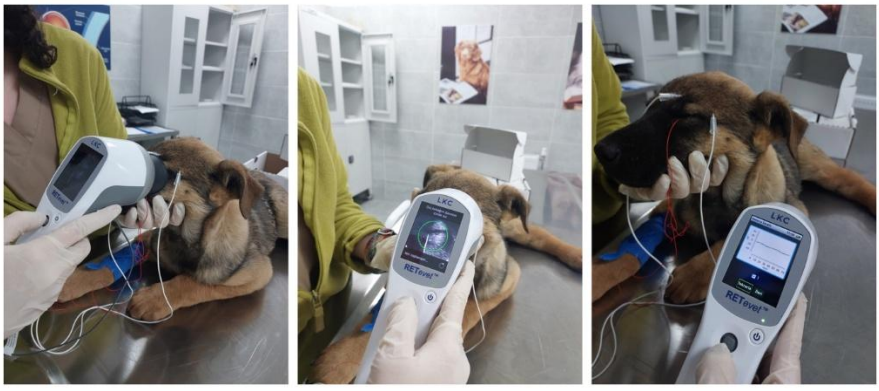
Gonioskopi

İridokorneal açının değerlendirilmesinde kullanılır, pupiller diatasyon sağlamadan önce yapılmalıdır. Dar açılı pektina ligament displazisi ya da malforme pektina ligament glakom oluşumunda etkili olduğu düşünülmektedir (Şekil 12).

Şekil 12: Gonioskopi lensi yardımıyla iridokorneal açının değerlendirilmesi.

RETİNOGRAFİ

Retinanın ışığa duyarlılığını ölçmede başvurulur. Genellikle akut kazanılmış retina dejenerasyon sendromu ve retinitis gibi ani görme kaybına neden durumlarda uygulanır. Ayrıca katarakt operasyonu öncesi retinanın fonksiyonel olup olmadığını belirlemek için de başvurulur. İşlem uyanık, sedasyon veya anestezi altında yapılabilir, ancak detaylı değerlendirme derin sedasyon veya anestezi gerektirir. Grafi gözün üzerine ve çevresine yerleştirilen elektrotlar vasıtasıyla gerçekleştirilir (Şekil, 13 Heinrich 2015).



Şekil 13: Elektroretinografi işleminin gerçekleştirilişi ve çıkan sonuçlar.

GÖRÜNTÜLEME

Birçok klinikte ultrason ve röntgen bulunur. Ultrason basit ve güvenilir bir tanı tekniğidir. Göz ve ekstraoküler yapılar ultrasonla anestezi edilmeden hafif bir zapturaptla kolayca muayene edilebilir. Muayene topikal anestezi ve K-Y jel eşliğinde direkt kornea üzerinde de gerçekleştirilebilir. Ultrasonografi kornea, humor aköz, lens ve vitreous gibi gözün saydam ortamlarının bulanıklık veya matitesinde (Mitchell, 2011; Dennis ve diğerleri, 2015; Malik ve Pandey, 2021), lens dislokasyonu, göz yırtıkları, retrobulbar ve intraoküler hemoraji acil müdahale gerektiren göz muayenelerinde, küt travmalarla gelen aşırı doku hasarı ve ödemin zorlaştırdığı ektraoküler dokuların muayenesinde (Malik ve Pandey, 2021; Gent, 2013) endikedir. Yine akut retinal dekolman, ana arter ve ven tıkanıkları gibi durumlarda da ultrason muayenesi önem arz etmektedir (Malik ve Pandey 2021).

Gözde genellikle 7,5-50 MHz problar kullanılır (Malik ve Pandey 2021). 10MHz prob yüksek yakın alan rezolüsyon derinliği sağlar (Mitchell, 2011). B mod ultrason normal intraoküler yapıların teyidi veya patolojik değişiklerin yaygınlık ve özelliği belirlemede elverişlidir (Mitchell 2011; Malik ve Pandey, 2021). Göz içi kitle, göz travmasının yaygınlığı, kataraktt, retina ayrılması, göz içi yabancı cisim durumu, retrobulbar alan daraltıcı

kitleleri değerlendirmede yararlı bir tanı aracıdır. Bütün muayene yöntemlerinden olduğu gibi ultrasonda da normal yapı hakkında iyi bir deneyime sahip olmak gerekir (Şekil 14) (Mitchell, 2011; Dennis ve diğerleri, 2015).

Şekil 14: Ultrasonografik muayene.

Normal kornea kalınlığını köpeklerde göz ve görme sağlığını değerlendirmede elzem kabul edilir. Kornea kalınlığı spectral-domainoptical coherence tomography (SD-OCT) ve yüksek rezolüsyonlu ultrasonla değerlendirilir (Wolfel ve diğerleri, 2018). Nörolojik belirti kaynaklı problerle neoplazik durumlarda ultrason ve radyografi yanında bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans görüntüleme gibi ileri görüntüleme tekniklerine başvurmak yararlı olabilir (Mitchell, 2011).

RETİNOSKOPİ

Retinanın ışığı yansıtma durumunun retinoskopik olarak değerlendirme işlemidir. Hastanın emmetropi (normal görme), miyop (yakın görme), hipermetrop (uzağı görme) veya astigma (korneanın farklı yerlerinin ışığı farklı yansıtma özelliğine sahip olması) olma durumu değerlendirilir. İşlem uyanık olan hayvanda oftalmoskop ve portatif retinoskopi disk cetveli veya cihaz üzerine monteli farklı mercek diskleri (skiaskopi) kullanılarak gerçekleştirilir. Köpekler genelde 1 diopter emmetrop kabul edilir ancak Rottweiler, Labrador Retriever ve Alman Çoban Köpeği gibi bazı büyük köpek ırklarında bazen miyop tespit edildiği bildirilmiştir. Retinoskopi ayrıca oftalmoskop muayenesinde sorun görülmeyen görme problemi olan hastalar ile çalışan köpeklerin performanslarının değerlendirmesinde kullanılmaktadır (Heinrich, 2015).

REFERANSLAR

Aroch, I., Ofri, R., Sutton, G.A. (2009). Ocular Manifestations of Systemıc Diseases. In Slatter's Fundamentals of Veterinary Ophthalmology, Eds Maggs DJ, Miller PE, Ofri R, 5:374–418.

Balicki, I., Nestorowicz, N., Ofri, R. (2013). Funduscopic abnormalities and electroretinography in cases of retinopathy in German Shepherd dogs. Vet Ophthalmol. 16(6),397–408.

Bunel, M., Chaudieu, G., Hamel, C., et al. (2019). Natural models for retinitis pigmentosa: progressive retinal atrophy in dog breeds. Hum Genet. 138(5),441–53.

Espinosa, J., Pérez, J. ve Mas, D. (2020). Comparative analysis of spontaneous blinking and the corneal reflex. Royal Society Open Science, 7(12),201016.

Gent, G. (2013). Ocular emergencies in the dog and cat: part 1. Companion Animal,18(6).

Hall, C.A., Chilcott, R.P. (2018). Eyeing up the Future of the Pupillary Light Reflex in Neurodiagnostics. Diagnostics, 8(1), 19.

Kılıç, S., & Ünsaldı, S. (2009). Effects of isoflurane and enflurane on ocular parameters in dogs. Yüzüncü yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 2009, 20 (1): 1-3.

Kravetz de Oliveira, J., Montiani-Ferreira, F., Williams, D.L. (2018). The influence of the tonometer position on canine intraocular pressure measurements using the Tonovet rebound tonometer. Open Veterinary Journal, 8(1): 68-76.

Kulualp, K., Yurdakul, İ., & Kılıç, S. (2019). Kangal Irkı Köpeklerde Fenol Kırmızısı Pamuk İpliği Testi (FKPT) Kullanılarak Fizyolojik Aköz Gözyaşı Üretim Miktarının Belirlenmesi. Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 8(1), 64-69.

Maggio, F. (2019). Ocular surface disease in dogs part 1: aetiopathogenesis and clinical signs. Companion animal, 24(5), 240-245.

Maggs, D.J. (2018), The Ophthalmic Examination and Diagnostic Testing. In Slatter's Fundamentals of Veterinary Ophthalmology, Maggs DJ, Miller PE, Ofri R. (Eds), 6th Ed., Elsevier, St. Louis, Missouri, USA, pp 18-50.

Malik, V., Pandey, R.P. (2021). Ocular Affections in Dogs. Indian Journal of Canine Practice, 13(2): 63-70.

Martins, T.G., Costa, A.L.F., Helene, O., Martins, R.V., Helene, A.F., Schor, P. (2017). Training of direct ophthalmoscopy using models. Clin Teach. 14(6),423–6.

Miller, P.E. (2018). Evolution of the Eye. In Slatter's Fundamentals of Veterinary Ophthalmology, Maggs DJ, Miller PE, Ofri R. (Eds), 6th Ed., Elsevier, St. Louis, Missouri, USA, pp 1-17.

Mitchell, N. (2011). Approach to ocular examination in small animals. Companion Animal Practice, In Practice,33, 146–154.

Nabi, B., Yousuf, J., Upadhyay, S. R., & Singh, R. (2024). Occular manifestation of infectious and noninfestious disease of dogs and cats. In Introduction to Diseases, Diagnosis, and Management of Dogs and Cats (pp. 289-295).

Parker, J. (2019). Getting the most from companion animal eye examinations-Part 1. Vet Times, 6-10.

Pinard, C. L. (2023). Diagnostic tests used during the ocular examination. Veterinary Clinics: Small Animal Practice, 53(2), 279-298.

Robinson, N.J., Dean, R.S., Cobb, M., Brennan, M.L. (2015). Diagnostic testing in first opinion small animal consultations. VeterinaryRecord, 176 (7), 174.
Santos Martins, T.G., Schor, P., Stuchi, J.A., Fowler, S.B. (2022). New Direct and Indirect Ophthalmoscopy Teaching Methodology for Veterinary Doctors. JVME, 49(2): 204-209.
Scountzou (e. σκουντζου), E. (2017). Ophthalmic examination in dogs and cats. Part I. Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society, 54(3), 221–229.

Scountzou (e. σκουντζου), E. (2017). Ophthalmic examination in dogs and cats. Part II. Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society, 54(4), 329–334.
Şengöz Şirin, Ö., Şirin, M.Y., Elvan, A.N. (2024). Evaluation of neuroophthalmologic examination in cats and dogs: A retrospective study: 110 cases (2023). Medit Vet J, 9(1): 230-235.
Westermeyer, H.D., Druley, G.E., Royal, K.D., Mowat, F.M. (2019). Use of a versatile, inexpensive ophthalmoscopy teaching model in veterinary medical student education increases ophthalmoscopy proficiency. J Vet Med Educ.46(4),518–22
Whelan, N. (2021). Diagnostic Tests Pertaining to Ocular Medications in Animals. MSD Veterinary Manuel. https://www.msdvetmanual.com/pharmacology/systemic-pharmacotherapeutics-of-the-eye/diagnostic-tests-pertaining-to-ocular-medications-in-animals adresinden 2025 tarihinde alınmıştır.
Williams, D.L. (2010). Welfare issues in farm animal ophthalmology. Vet Clin North Am Food Anim Pract. 26(3),427–35.
Wolfel, A.E., Pederson, S.L., Cleymaet, A.M., Hess, A.M., Freeman, K.S. (2018). Canine central corneal thickness measurements via Pentacam-HRâ, optical coherence tomography (Optovue iVueâ),and high-resolution ultrasound biomicroscopy. Veterinary Ophthalmology 21, 4, 362–370
Wrześniewska, K., Madany, J., Winiarczyk, D. (2018). Comparison of intraocular pressure measurement with Schiotz tonometer and Tono-Pen Vet tonometer in healthy dogs. J Vet Res, 62, 243-247.

Psikiyatri Kliniklerinde Çalışan Hemşirelerin İntihara Yönelik Bilgi Düzeyi

Nisanur SİVİLCİKAYA[1]

Gülcan KENDİRKIRAN[2]

1- Yüksek Lisans Öğrencisi, Haliç Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Hemşirelik Ana Bilim Dalı, Tezli Yüksek Lisans Programı.
nssvlcky@outlook.com ORCID ID: 0009-0009-6773-1856

2- Doç. Dr.; Haliç Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü. gulcank_87@hotmail.com ORCID ID: 0000-0002-3243-9590

ÖZET

İntihar, çok boyutlu yapısı ve yüksek mortalite riski nedeniyle küresel ölçekte önemli bir halk sağlığı sorunu olarak kabul edilmektedir. Dünya genelinde her yıl yüz binlerce birey intihar nedeniyle yaşamını yitirmekte; intihar girişimleri ise bireyler, aileler ve sağlık sistemleri üzerinde ciddi psikososyal ve ekonomik yük oluşturmaktadır. Ruhsal bozukluklar, intihar davranışı için en önemli risk etkenleri arasında yer almakta olup, bu durum psikiyatri kliniklerinde sunulan bakımın niteliğini kritik hale getirmektedir. Psikiyatri kliniklerinde çalışan hemşireler, intihar riski bulunan bireylerle en sık ve en uzun süreli temas halinde olan sağlık profesyonelleridir. Bu nedenle, psikiyatri hemşirelerinin intihara yönelik bilgi düzeyleri, erken risk tanılaması, uygun bakım planlaması ve etkili önleme girişimlerinin uygulanmasında belirleyici rol oynamaktadır.

Bu çalışmanın amacı, psikiyatri kliniklerinde çalışan hemşirelerin intihara yönelik bilgi düzeyini literatür doğrultusunda ele almak, bilgi düzeyini etkileyen faktörleri irdelemek ve hemşirelik uygulamalarına yönelik çıkarımlar sunmaktır. Bu çalışmada, ulusal ve uluslararası güncel literatür sistematik biçimde incelenmiş; intihar olgusuna ilişkin temel kavramlar, risk ve koruyucu faktörler, psikiyatri hemşirelerinin rolleri ve bilgi eksikliğinin klinik sonuçları bütüncül bir çerçevede değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, psikiyatri hemşirelerinin intihara yönelik bilgi düzeyinin hasta güvenliği ve intiharın önlenmesi açısından kritik öneme sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda, psikiyatri hemşirelerinin intihara yönelik bilgi düzeylerinin artırılmasına yönelik eğitim ve destekleyici stratejilerin güçlendirilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Ayrıca psikiyatri hemşirelerinin, intihar girişimi olmadan bireylerin davranışlarını fark edebilmeleri ve belirtileri ayırt edebilmeleri yönünde de güçlendirilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: İntihar, psikiyatri kliniği, psikiyatri hemşireliği, bilgi düzeyi, ruh sağlığı

GİRİŞ

İntihar, bireyin yaşamına bilinçli olarak son verme davranışı olarak tanımlanmakta; biyolojik, psikolojik, sosyal ve çevresel etmenlerin karşılıklı etkileşimi sonucunda ortaya çıkan karmaşık ve çok boyutlu bir olgu olarak değerlendirilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü, intiharı yalnızca bireysel bir sorun olarak değil, aynı zamanda önlenebilir bir halk sağlığı problemi olarak ele almaktadır (World Health Organization, 2023). Güncel küresel veriler, intiharın özellikle genç ve orta yaş gruplarında önde gelen ölüm nedenlerinden

biri olduğunu göstermekte; buna karşın intihar girişimlerinin, ölümle sonuçlanan vakalardan çok daha yüksek oranlarda gerçekleştiği bildirilmektedir (Turecki vd., 2019; World Health Organization, 2023).

Ruhsal bozukluklar ile intihar davranışı arasında güçlü bir ilişki bulunduğu güncel araştırmalarla ortaya konmuştur. İntihar sonucu yaşamını yitiren bireylerin büyük bir kısmında tanı almış ya da tanı almamış bir psikiyatrik bozukluğun eşlik ettiği belirtilmektedir (Brådvik, 2018). Psikiyatri kliniklerinde sunulan bakımın niteliği, yalnızca klinik iyileşme sürecini değil, aynı zamanda intiharı önlemeye yönelik girişimlerin etkinliğini de doğrudan etkilemektedir (World Health Organization, 2023).

Psikiyatri kliniklerinde çalışan hemşireler, hastalarla kesintisiz temas hâlinde olmaları nedeniyle intihar riskinin erken fark edilmesi ve etkili biçimde yönetilmesinde kilit bir role sahiptir. Hemşireler; hastaların duygu durumundaki ve davranışlarındaki değişimleri gözlemleme, intihar riskine işaret eden belirtileri tanılama, terapötik iletişim kurma ve kriz durumlarında hızlı ve uygun müdahalelerde bulunma sorumluluğunu üstlenmektedir (Akçe ve Doğan, 2020). Ancak bu sorumlulukların etkili bir şekilde yerine getirilebilmesi, hemşirelerin intihara yönelik yeterli, güncel ve kanıta dayalı bilgiye sahip olmalarını zorunlu kılmaktadır (Bolster vd., 2015).

Psikiyatri hemşirelerinin intihara yönelik bilgi düzeylerinin değişkenlik gösterdiği; özellikle intihar riskinin değerlendirilmesi, kriz müdahalesi ve güvenlik planlaması alanlarında bilgi eksikliklerinin devam ettiği bildirilmektedir (Aldalaykeh vd., 2021; Zalsman vd, 2016). Bu bilgi eksikliklerinin, intihar riskinin yeterince değerlendirilememesine ve sunulan bakımın niteliğinde azalmaya yol açabileceği belirtilmektedir. Bununla birlikte, hemşirelerin intihara ilişkin bilgi düzeyleri ile tutumları ve damgalama eğilimleri arasında anlamlı ilişkiler bulunduğu; yetersiz bilgi düzeyinin damgalayıcı ve olumsuz yaklaşımları güçlendirebildiği vurgulanmaktadır (Brådvik, 2018).

İntihar Kavramı ve Kuramsal Çerçeve

İntihar kavramı, tarihsel süreç boyunca farklı disiplinler tarafından ele alınmış; felsefi, sosyolojik, psikolojik ve tıbbi yaklaşımlar doğrultusunda çeşitli tanımlar geliştirilmiştir. Güncel literatürde intihar, bireyin yaşamına bilinçli ve kasıtlı olarak son verme davranışı olarak tanımlanmakta; intihar girişimi ise ölümle sonuçlanmayan ancak bireyin yaşamını sonlandırma niyetiyle gerçekleştirilen davranışlar olarak kabul edilmektedir (World Health Organization, 2023; Zalsman vd, 2016). Bu tanımlar, intihar davranışının yalnızca ortaya çıkan bir sonuçtan ibaret olmadığını; biyolojik, psikolojik ve sosyal etmenlerin etkileşimiyle süreç içinde gelişen çok boyutlu bir olgu olduğunu ortaya koymaktadır (Cusack vd., 2023).

İntihar davranışı, tek bir nedene indirgenemeyecek kadar karmaşık bir yapı sergilemektedir. Biyolojik yatkınlık, psikiyatrik bozukluklar, kişilik özellikleri, travmatik yaşam olayları, sosyal destek yetersizliği ve çevresel stresörlerin intihar davranışının ortaya çıkmasında birlikte rol oynamaktadır (Brådvik, 2018; Franklin vd., 2017). Bu nedenle intiharın anlaşılmasında kuramsal modeller önemli bir açıklayıcı çerçeve sunmakta; biyopsikososyal yaklaşımlar, risk etmenleri ile koruyucu faktörlerin birlikte değerlendirilmesine olanak tanımaktadır (Turecki vd., 2019; World Health Organization, 2023).

Psikolojik ve Sosyolojik Kuramlar

İntihar davranışını açıklamaya yönelik en erken kuramsal yaklaşımlardan biri, Émile Durkheim'in sosyolojik intihar kuramıdır. Durkheim, intiharı bireysel bir patolojiden ziyade toplumsal yapı, sosyal bütünleşme ve toplumsal düzen düzeyiyle ilişkili bir olgu olarak ele almış; egoistik, altruistik, anomik ve fatalistik olmak üzere dört temel intihar türü tanımlamıştır. Güncel araştırmalar, sosyal bütünleşmenin azalması, sosyal destek ağlarının zayıflaması ve toplumsal bağların kopmasının intihar riskini anlamlı biçimde artırdığını göstermekte; bu durum Durkheim'in kuramsal yaklaşımının güncelliğini koruduğunu ortaya koymaktadır (Turecki vd., 2019; World Health Organization, 2023).

Psikodinamik kuramlar, intihar davranışını bireyin içsel çatışmaları, bastırılmış duyguları ve bilinçdışı süreçleri bağlamında ele almaktadır. Sigmund Freud, intiharı bireyin saldırgan dürtülerinin dışa değil, benliğe yönelmesi ve kayıp nesneyle özdeşleşme süreci üzerinden açıklamıştır. Güncel psikodinamik yaklaşımlar, özellikle depresyon, yoğun suçluluk ve kendine yönelmiş öfke duygularının intihar davranışında belirleyici rol oynadığını vurgulamaktadır (Gabbard, 2014; Turecki vd., 2019). Bu kuramsal çerçeve, depresyon ve melankoli ile intihar arasındaki güçlü ilişkiyi anlamada günümüzde de önemli bir temel sunmaktadır.

Bilişsel kuramlar ise intihar davranışını bireyin düşünce biçimleri, inanç sistemleri ve bilişsel çarpıtmaları üzerinden açıklamaktadır. Aaron T. Beck'e göre intihar eğilimi, umutsuzluk, çaresizlik ve değersizlik düşüncelerinin yoğunluğu ile yakından ilişkilidir. Olumsuz otomatik düşünceler ve geleceğe yönelik karamsar beklentiler, bireyin yaşamı sürdürülemez olarak algılamasına yol açabilmektedir (Beck vd., 2020). Son yıllarda yapılan çalışmalar, bilişsel katılık, siyah-beyaz düşünme ve geleceği olumsuz öngörme eğiliminin intihar riskini anlamlı düzeyde artırdığını göstermektedir (Franklin vd., 2017; Zalsman vd, 2016).

Stres-Diyatez ve Bütüncül Yaklaşımlar

İntihar davranışı sıklıkla stres–diyatez modeli çerçevesinde ele alınmaktadır. Bu modele göre intihar davranışı, bireyin biyolojik, genetik ve psikolojik yatkınlıkları ile çevresel stresörlerin karşılıklı etkileşimi sonucunda ortaya çıkmaktadır. Özellikle psikiyatrik bozukluklar, önceki intihar girişimleri ve madde kullanımı önemli yatkınlık faktörleri arasında yer alırken; yaşam kayıpları, ilişkisel sorunlar, travmatik yaşantılar ve sosyoekonomik güçlükler intihar davranışını tetikleyebilen başlıca stresörler olarak değerlendirilmektedir (Batterham vd., 2013; Franklin vd., 2017).

Stres–diyatez modeli, intihar davranışının tek bir risk etmeniyle açıklanamayacağını; riskin zamana duyarlı, dinamik ve çok bileşenli bir yapı sergilediğini ortaya koymaktadır. Bu bütüncül yaklaşım, intiharın önlenmesinde yalnızca semptom odaklı ya da tek boyutlu müdahalelerin yetersiz kalacağını göstermekte ve biyopsikososyal bakış açısının gerekliliğini vurgulamaktadır (Brådvik, 2018; World Health Organization, 2023).

Psikiyatri kliniklerinde yürütülen bakım süreçlerinde stres–diyatez modeli, intihar riskinin değerlendirilmesi ve bireye özgü bakım planlarının oluşturulması açısından temel bir rehber niteliği taşımaktadır. Güncel çalışmalar, bu model doğrultusunda yapılan çok boyutlu risk değerlendirmelerinin, erken müdahale ve koruyucu ruh sağlığı hizmetlerinin etkinliğini artırdığını göstermektedir (Aldalaykeh vd., 2021; Zalsman vd, 2016).

İntiharda Risk ve Koruyucu Faktörler

İntihar davranışının ortaya çıkmasında etkili olan faktörler, güncel literatürde genellikle risk faktörleri ve koruyucu faktörler olarak sınıflandırılmaktadır. Risk faktörleri, bireyin intihar davranışında bulunma olasılığını artıran biyolojik, psikolojik ve sosyal unsurları ifade ederken; koruyucu faktörler, bireyin stresörlerle başa çıkma kapasitesini güçlendiren, dayanıklılığı artıran ve intihar riskini azaltan etmenler olarak tanımlanmaktadır (Turecki vd., 2019; World Health Organization, 2023).

Güncel çalışmalar, depresyon ve diğer ruhsal bozukluklar, önceki intihar girişimleri, madde kullanımı, sosyal izolasyon, kronik hastalıklar ve ekonomik güçlüklerin başlıca risk faktörleri arasında yer aldığını göstermektedir (Franklin vd., 2017; Brådvik, 2018). Buna karşılık güçlü sosyal destek ağları, aile ve toplumla kurulan sağlıklı ilişkiler, ruh sağlığı hizmetlerine erişim, etkili problem çözme becerileri ve umut duygusu koruyucu faktörler arasında sayılmaktadır (Zalsman vd, 2016; World Health Organization, 2023).

Risk ve koruyucu faktörlerin birlikte değerlendirilmesi, intihar davranışının dinamik yapısını anlamada kritik öneme sahiptir. Bu bütüncül yaklaşım,

psikiyatri kliniklerinde yürütülen risk değerlendirme ve bakım planlama süreçlerinde yalnızca risk etmenlerine odaklanmak yerine, bireyin güçlü yönlerinin ve koruyucu kaynaklarının da dikkate alınmasını gerekli kılmaktadır (Aldalaykeh vd., 2021; Turecki vd., 2019).

İntiharda Risk Faktörleri

İntihar risk faktörleri, güncel literatürde bireysel, klinik ve çevresel düzeylerde ele alınmaktadır. Psikiyatrik bozukluklar, intihar davranışı için en güçlü risk faktörleri arasında yer almaktadır. Özellikle majör depresyon, bipolar bozukluk, şizofreni, anksiyete bozuklukları ve madde kullanım bozuklukları ile intihar arasında güçlü bir ilişki olduğu bildirilmektedir (Turecki vd., 2019; Brådvik, 2018). Bunun yanı sıra önceki intihar girişimi öyküsü, gelecekteki intihar davranışı için en önemli öngörücülerden biri olarak kabul edilmekte ve riskin sürekliliğini artırmaktadır (Franklin vd., 2017; Zalsman vd, 2016).

Bireysel düzeyde; umutsuzluk, dürtüsellik, problem çözme becerilerinde yetersizlik ve düşük benlik saygısı intihar riskini artıran başlıca psikolojik özellikler arasında yer almaktadır. Güncel çalışmalar, özellikle umutsuzluk düzeyinin intihar düşüncesi ve girişimleriyle güçlü biçimde ilişkili olduğunu göstermektedir (Beck vd., 2020; Turecki vd., 2019). Bunun yanı sıra travmatik yaşam olayları, çocukluk çağı istismarı ve erken dönem kayıp deneyimleri, bireyin stresle başa çıkma kapasitesini zayıflatarak intihar davranışı riskini artırmaktadır (Henderson vd., 2020; World Health Organization, 2023).

Çevresel ve toplumsal faktörler arasında sosyal izolasyon, yalnızlık, işsizlik, ekonomik güçlükler ve aile içi çatışmalar öne çıkmaktadır. Özellikle sosyal destek ağlarının zayıflaması, intihar davranışı için önemli bir risk oluşturmakta ve bireyin yardım arama davranışını olumsuz etkilemektedir (Brådvik, 2018; Zalsman vd, 2016). Ayrıca yüksek ölümcüllüğe sahip yöntemlere kolay erişim, intihar girişimlerinin ölümle sonuçlanma olasılığını artırmaktadır. Bu durum, psikiyatri kliniklerinde çevresel güvenlik önlemlerinin ve yöntemlere erişimin kısıtlanmasına yönelik düzenlemelerin kritik önemini ortaya koymaktadır (Aldalaykeh vd., 2021; World Health Organization, 2023).

Koruyucu Faktörler

Koruyucu faktörler, bireyin stresle başa çıkma kapasitesini artırarak intihar riskini azaltan unsurlar olarak tanımlanmaktadır. Güncel literatür, güçlü sosyal destek ağları, aile bağları ve anlamlı kişilerarası ilişkilerin intihara karşı en önemli koruyucu faktörler arasında yer aldığını göstermektedir. Sosyal destek, bireyin yalnızlık algısını azaltmakta; kriz durumlarında yardım arama davranışını teşvik ederek intihar riskini anlamlı düzeyde düşürmektedir (Nyblade vd., 2019; World Health Organization, 2023).

Bireysel düzeyde; etkili problem çözme becerileri, duygusal düzenleme kapasitesi, umut duygusu ve yaşam amacı algısı koruyucu rol oynamaktadır. Özellikle umut ve yaşamda anlam algısının güçlenmesi, stresörler karşısında bireyin dayanıklılığını artırmakta ve intihar düşüncelerinin ortaya çıkmasını engelleyici bir etki göstermektedir (Zalsman vd, 2016; Franklin vd., 2017). Bunun yanı sıra ruh sağlığı hizmetlerine erişim ve bu hizmetlerin sürekliliği, erken müdahale ve riskin izlenmesi açısından intiharın önlenmesinde kritik öneme sahiptir (Aldalaykeh vd., 2021).

Psikiyatri kliniklerinde sunulan bütüncül ve terapötik bakım, koruyucu faktörlerin güçlendirilmesi açısından önemli bir fırsat alanı oluşturmaktadır. Hemşirelerin destekleyici yaklaşımları, terapötik iletişim becerileri ve risk odaklı izlem uygulamaları; bireyin güven duygusunu artırmakta, yardım arama davranışını desteklemekte ve koruyucu etkiyi güçlendirmektedir (Bolster vd., 2015; World Health Organization, 2023). Bu bağlamda psikiyatri hemşireliği uygulamaları, intiharı önlemeye yönelik koruyucu ruh sağlığı hizmetlerinin temel bileşenleri arasında yer almaktadır.

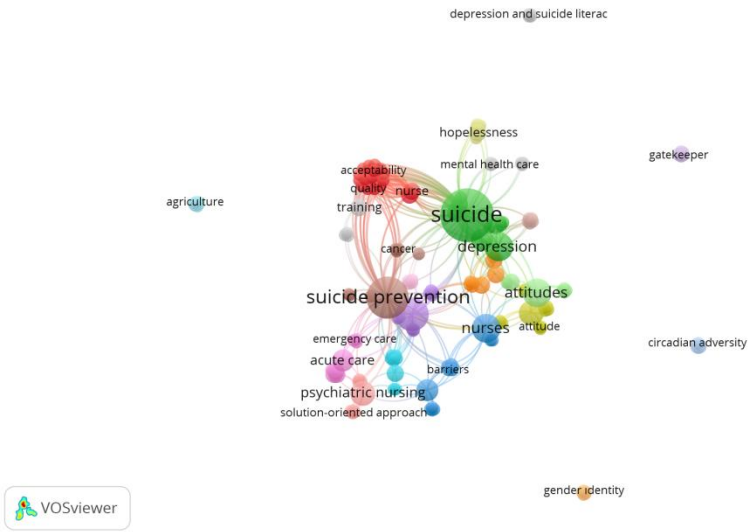
Psikiyatri Kliniklerinde Hemşirelerin Rolü

Psikiyatri klinikleri, intihar riski taşıyan bireylerin tanı, tedavi ve bakım süreçlerinin yoğun olarak yürütüldüğü sağlık ortamlarıdır. Bu kliniklerde sunulan bakımın niteliği, yalnızca psikiyatrik belirtilerin kontrol altına alınmasını değil, aynı zamanda intiharın önlenmesine yönelik koruyucu, destekleyici ve risk azaltıcı girişimleri de kapsamaktadır. Güncel literatür, psikiyatri kliniklerinde uygulanan bütüncül ve yapılandırılmış bakım yaklaşımlarının, intihar riskinin erken dönemde belirlenmesinde ve önlenmesinde belirleyici bir rol oynadığını ortaya koymaktadır (World Health Organization, 2023; Turecki vd., 2019).

Psikiyatri kliniklerinde çalışan hemşireler, hasta ile 24 saat kesintisiz temas hâlinde olmaları nedeniyle intihar riskinin erken fark edilmesi, izlenmesi ve yönetilmesinde merkezi bir konuma sahiptir. Hemşireler, hastaların duygu durumundaki değişimleri, düşünce içeriklerini ve davranış örüntülerini sürekli olarak gözlemleyerek risk belirtilerini erken dönemde tanılama sorumluluğunu üstlenmektedir. Bu sürekli temas, intihar düşüncesi ve davranışlarının zamanında fark edilmesine olanak tanımakta ve erken müdahaleyi mümkün kılmaktadır (Aldalaykeh vd., 2021; Bolster vd., 2015).

Psikiyatri hemşireliği, biyopsikososyal yaklaşımı temel alan; terapötik ilişki, empatik iletişim ve bütüncül bakım anlayışı üzerine yapılandırılmış bir uzmanlık alanıdır. Güncel çalışmalar, terapötik hemşire–hasta ilişkisinin, bireyin güven duygusunu artırarak yardım arama davranışını güçlendirdiğini ve intihar riskini azaltıcı bir etki oluşturduğunu göstermektedir (Zalsman vd, 2016; World Health Organization, 2023). Bu bağlamda psikiyatri kliniklerinde çalışan hemşirelerin rolleri; intihar riskinin değerlendirilmesi, bireye özgü

bakım planlarının oluşturulması ve koruyucu faktörlerin güçlendirilmesi açısından kritik öneme sahiptir.



Şekil 1. Psikiyatri Hemşirelerinin Bilgi Düzeyine Yönelik Yapılan Çalışmaların Anahtar Kelime Bulutu

Bu çalışma için yapılan bibliyometrik analiz sonucunda, Şekil 1'de ortaya konan kelime bulutunda en sık kullanılan kelimenin *"suicide"* olduğu, onu sırasıyla *"suicide prevention", "mental health", "depression", "nurse"* ve *"training"* kelimelerinin takip ettiği görülmüştür.

İntihar Riskinin Tanılanması ve İzlemi

İntihar riskinin tanılanması, psikiyatri hemşirelerinin temel klinik sorumlulukları arasında yer almaktadır. Hemşireler, hastaların sözel ifadeleri, davranışsal ipuçları ve duygusal değişimlerini sürekli olarak gözlemleyerek intihar riskine işaret eden belirtileri erken dönemde fark edebilmektedir. Umutsuzluk ifadeleri, ölüm temalı konuşmalar, içe çekilme, ajitasyon, ani duygu durum ve davranış değişiklikleri, hemşireler tarafından dikkatle değerlendirilmesi gereken başlıca uyarı işaretleri arasında yer almaktadır (Ludwig vd., 2022; World Health Organization, 2023).

İntihar riskinin değerlendirilmesi, yalnızca tek bir zaman dilimine özgü olmayıp dinamik ve süreklilik gösteren bir süreç olarak ele alınmaktadır. Psikiyatri kliniklerinde yatış süresince hastaların ruhsal durumlarında meydana gelen değişimler, intihar riskinin belirgin biçimde artmasına ya da azalmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle risk değerlendirmesinin düzenli aralıklarla yinelenmesi ve klinik gözlemlerle desteklenmesi gerekmektedir (Turecki vd., 2019; Zalsman vd, 2016).

Hemşirelerin intihar riskini etkin biçimde değerlendirebilmeleri, intihara yönelik bilgi düzeyleri, klinik farkındalıkları ve değerlendirme becerileri ile doğrudan ilişkilidir. Güncel çalışmalar, yeterli bilgi ve eğitim düzeyine sahip hemşirelerin, risk belirtilerini daha erken fark edebildiğini ve uygun müdahaleleri zamanında başlatabildiğini göstermektedir. Bu durum, psikiyatri kliniklerinde hasta güvenliğinin sağlanması ve intiharın önlenmesi açısından hemşirelik eğitimi ve hizmet içi eğitimlerin önemini ortaya koymaktadır (Bolster vd., 2015; Aldalaykeh vd., 2021).

Terapötik İletişim ve Destekleyici Yaklaşımlar

Terapötik iletişim, psikiyatri hemşireliğinin temel bileşenlerinden biri olup, intihar riski taşıyan bireylerle çalışmada vazgeçilmez bir araçtır. Hemşirelerin empatik, yargılayıcı olmayan ve güven temelli bir iletişim yaklaşımı benimsemeleri, hastaların duygu ve düşüncelerini açıkça ifade etmelerini kolaylaştırmaktadır. Güncel çalışmalar, terapötik iletişimin bireyin yardım arama davranışını güçlendirdiğini ve intihar riskinin azalmasına anlamlı katkı sağladığını göstermektedir (Zalsman vd, 2016; World Health Organization, 2023).

Psikiyatri kliniklerinde çalışan hemşireler, hastaların kriz anlarında duygusal destek sunmakta ve baş etme becerilerini güçlendirmeye yönelik girişimlerde bulunmaktadır. Bu girişimler; bireyin yalnızlık algısını azaltmakta, umut duygusunu desteklemekte ve koruyucu faktörlerin etkinliğini artırmaktadır (Turecki vd., 2019; Shannonhouse vd., 2018). Özellikle aktif dinleme, duyguların yansıtılması ve destekleyici geri bildirim gibi iletişim tekniklerinin, intihar düşüncelerinin paylaşılmasını kolaylaştırdığı bildirilmektedir (Bolster vd., 2015).

Terapötik ilişkinin niteliği, hemşirenin intihara yönelik bilgi birikimi, klinik deneyimi ve mesleki yeterliliği ile yakından ilişkilidir. Güncel literatür, intihar konusunda eğitim almış ve klinik farkındalığı yüksek hemşirelerin, terapötik ilişkiyi daha etkili biçimde kurabildiğini ve kriz müdahalelerinde daha güvenli bakım sunabildiğini ortaya koymaktadır (Aldalaykeh vd., 2021; World Health Organization, 2021). Bu bağlamda terapötik iletişim becerilerinin güçlendirilmesi, psikiyatri kliniklerinde intiharı önlemeye yönelik hemşirelik uygulamalarının temel unsurları arasında yer almaktadır.

Güvenli Bakım Ortamının Sağlanması

İntiharın önlenmesinde çevresel güvenlik önlemleri, psikiyatri kliniklerinde yürütülen bakımın temel bileşenleri arasında yer almaktadır. Psikiyatri kliniklerinde çalışan hemşireler, bakım ortamının güvenliğini sağlamakla sorumlu olup; intihar riski yüksek hastalar için çevresel düzenlemelerin yapılması, potansiyel risk oluşturabilecek nesnelerin kontrol altına alınması ve uygun gözlem düzeylerinin belirlenmesi gibi kritik görevler üstlenmektedir. Güncel literatür, bu önlemlerin intihar girişimlerinin

önlenmesinde etkili olduğunu ve hasta güvenliğini anlamlı düzeyde artırdığını göstermektedir (World Health Organization, 2023; Akyol 2023).

Çevresel güvenlik uygulamaları, yalnızca fiziksel zarar riskini azaltmakla sınırlı olmayıp, aynı zamanda hastaların kendilerini güvende hissetmelerini desteklemektedir. Güvenli bir bakım ortamı, bireyin kaygı düzeyini azaltmakta ve terapötik ilişkiyi güçlendirmektedir. Özellikle yüksek riskli dönemlerde uygulanan yapılandırılmış gözlem ve çevresel kontrol önlemlerinin, intihar girişimlerini önleyici bir etki oluşturduğu bildirilmektedir (Zalsman vd, 2016; Aldalaykeh vd., 2021).

Psikiyatri kliniklerinde oluşturulan güvenli bakım ortamı, terapötik sürecin etkinliğini artırarak hemşirelik girişimlerinin sürdürülebilirliğini desteklemektedir. Hemşirelerin çevresel riskleri sistematik biçimde değerlendirmesi ve güvenlik önlemlerini bakım planlarına entegre etmesi, intiharın önlenmesine yönelik bütüncül yaklaşımın önemli bir parçasını oluşturmaktadır (Darvishi vd., 2023; World Health Organization, 2023).

HEMŞİRELERİN İNTİHARA YÖNELİK BİLGİ DÜZEYİ KAVRAMI VE ÖNEMİ

Bilgi düzeyi, bireyin belirli bir konuya ilişkin sahip olduğu kavramsal ve uygulamaya dönük bilgilerin bütününü ifade etmektedir. Psikiyatri kliniklerinde çalışan hemşirelerin intihara yönelik bilgi düzeyleri; risk faktörlerini tanıma, uyarı işaretlerini değerlendirme ve uygun müdahaleleri planlama açısından belirleyici bir faktördür.

Tablo 1. Psikiyatri Hemşirelerinin Bilgi Düzeyine Yönelik Yapılan Çalışmaların Yıllara Göre Sıralanması

Yayın Yılı	n	%
2020	15	15,152
2024	14	14,141
2018	11	11,111
2023	10	10,101
2017	8	8,081
2019	7	7,071
2025	6	6,061
2021	6	6,061
2016	6	6,061
2022	5	5,051
2015	3	3,03
2012	2	2,02
2014	1	1,01
2011	1	1,01
2009	1	1,01
2006	1	1,01
1999	1	1,01
1997	1	1,01

Bu çalışma için yapılan bibliyometrik analiz sonucunda, Tablo 1'de çalışmaların yayım yıllarına göre dağılımı yer almaktadır.

Literatürde, hemşirelerin intihara yönelik bilgi düzeylerinin farklılık gösterdiği ve bu farklılıkların klinik uygulamalara yansıdığı bildirilmektedir. Bilgi eksikliği, intihar riskinin yeterince değerlendirilememesine ve koruyucu girişimlerin gecikmesine yol açabilmektedir. Bu durum, hasta güvenliği açısından önemli bir risk oluşturmaktadır.

Bilgi Düzeyini Etkileyen Faktörler

Hemşirelerin intihara yönelik bilgi düzeylerini etkileyen faktörler, güncel literatürde bireysel ve kurumsal düzeyde ele alınmaktadır. Bireysel düzeyde; eğitim düzeyi, mesleki deneyim süresi ve psikiyatri alanında çalışma süresi, hemşirelerin intihara yönelik bilgi ve klinik farkındalık düzeylerini etkileyen temel değişkenler arasında yer almaktadır. Özellikle psikiyatri kliniklerinde uzun süre çalışan hemşirelerin, intihar riskine ilişkin uyarı işaretlerini daha erken fark edebildikleri ve risk değerlendirmesini daha etkin biçimde gerçekleştirebildikleri bildirilmektedir (Aldalaykeh vd., 2021; Bolster vd., 2015).

Kurumsal düzeyde ise hizmet içi eğitim programları, kanıta dayalı klinik rehberlerin varlığı ve ekip içi iletişim olanakları, hemşirelerin intihara yönelik bilgi düzeylerinin geliştirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Güncel çalışmalar, intihara yönelik düzenli ve yapılandırılmış eğitimlerin uygulandığı kurumlarda çalışan hemşirelerin bilgi ve öz-yeterlik düzeylerinin anlamlı biçimde daha yüksek olduğunu göstermektedir (Zalsman vd, 2016; World Health Organization, 2023). Buna karşılık, intihara yönelik eğitimlerin sınırlı olduğu ya da sistematik biçimde sunulmadığı klinik ortamlarda, hemşirelerin bilgi düzeylerinin yetersiz kalabildiği ve bu durumun bakım kalitesini olumsuz etkileyebildiği vurgulanmaktadır (Aldalaykeh vd., 2021; Turecki vd., 2019).

Bu bulgular, psikiyatri kliniklerinde çalışan hemşirelerin intihara yönelik bilgi düzeylerinin artırılmasında, bireysel deneyimin yanı sıra kurumsal destekleyici yapıların ve sürdürülebilir eğitim politikalarının kritik öneme sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Bilgi Düzeyinin Klinik Uygulamalara Etkisi

Psikiyatri kliniklerinde intihar riski taşıyan bireylerle çalışmada, hemşirelerin intihara yönelik bilgi düzeyleri klinik uygulamaların niteliğini doğrudan etkilemektedir. Yeterli ve güncel bilgiye sahip hemşireler, intihar riskini yalnızca mevcut belirtiler üzerinden değil, riskin dinamik ve değişken yapısını dikkate alarak bütüncül biçimde değerlendirebilmekte; uygun bakım girişimlerini zamanında ve güvenli şekilde planlayabilmektedir (Turecki vd., 2019; Aldalaykeh vd., 2021). Bu durum, erken müdahale olasılığını artırmakta ve intihar girişimlerinin önlenmesinde kritik bir rol oynamaktadır.

Bilgi düzeyinin yüksek olması, hemşirelerin klinik karar verme süreçlerini, risk önceliklendirmesini ve kriz yönetimini güçlendirmektedir. Güncel çalışmalar, intihara yönelik yeterli bilgiye sahip hemşirelerin; risk değerlendirme, terapötik iletişim kurma ve çevresel güvenlik önlemlerini uygulama konusunda daha yetkin olduklarını göstermektedir. Bu yetkinlik, hasta bakımında sürekliliği sağlamakta ve hasta güvenliğini artıran koruyucu bir etki oluşturmaktadır (Bolster vd., 2015; Zalsman vd, 2016).

Buna karşın, intihara yönelik bilgi eksikliği; hemşirelerde güvensizlik hissi, klinik belirsizlik ve kaçınma davranışları ile ilişkilendirilmektedir. Bilgi yetersizliği yaşayan hemşirelerin, intihar düşüncelerini doğrudan sorgulamaktan kaçınabildiği, riskli durumlarda karar vermekte zorlandığı ve terapötik iletişimden uzaklaşabildiği bildirilmektedir. Bu durum, hemşire–hasta ilişkisinin zayıflamasına ve intihar riskinin gözden kaçmasına neden olabilmektedir (Rallis vd., 2018; World Health Organization, 2023).

Bu bağlamda hemşirelerin intihara yönelik bilgi düzeylerinin artırılması, yalnızca bireysel mesleki yeterliliğin geliştirilmesi açısından değil; hasta güvenliğinin sağlanması, etik bakım ilkelerinin korunması ve intiharın önlenmesine yönelik klinik sorumluluğun yerine getirilmesi açısından da temel bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir. Psikiyatri kliniklerinde güvenli bakımın sürdürülebilmesi, bilgi temelli klinik uygulamaların yaygınlaştırılması ve hemşirelerin karar verme süreçlerinin güçlendirilmesi ile doğrudan ilişkilidir (Demesmaeker vd., 2023; World Health Organization, 2023).

HEMŞİRELERİN İNTİHARA YÖNELİK BİLGİ EKSİKLİĞİNİN KLİNİK SONUÇLARI

Psikiyatri kliniklerinde çalışan hemşirelerin intihara yönelik bilgi düzeyleri, sunulan bakımın niteliğini ve hasta güvenliğini doğrudan etkilemektedir. Güncel literatür, intihara ilişkin bilgi eksikliğinin; risk değerlendirmesi, kriz müdahalesi, terapötik iletişim ve bakım planlaması gibi birçok temel klinik süreçte ciddi yetersizliklere yol açabildiğini ortaya koymaktadır (Puntil vd., 2013; Turecki vd., 2019). Bu durum, intihar girişimlerinin önlenebilirliğini azaltmakta ve klinik sonuçlar üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır.

Bilgi eksikliğinin en önemli klinik sonuçlarından biri, intihar riskinin yeterince tanılanamamasıdır. Hemşirelerin risk faktörleri, uyarı işaretleri ve riskin dinamik yapısı konusundaki bilgi yetersizliği, özellikle yüksek riskli bireylerde riskin gözden kaçmasına neden olabilmektedir. Oysa intihar davranışı, sabit değil; zamana duyarlı ve değişken bir süreçtir. Bu sürecin yeterince fark edilememesi, bakımda sürekliliğin bozulmasına ve hasta güvenliğinde ciddi boşluklar oluşmasına yol açmaktadır (World Health Organization, 2023; Zalsman vd, 2016).

Risk Değerlendirmesinde Yetersizlikler

İntihar riskinin doğru ve zamanında değerlendirilmesi, etkili önleme stratejilerinin temelini oluşturmaktadır. Ancak bilgi eksikliği, hemşirelerin risk değerlendirme araçlarını etkin biçimde kullanamamalarına ve klinik gözlemleri bütüncül bir bakış açısıyla yorumlayamamalarına neden olabilmektedir. Bu durum, riskin hafife alınmasına, yanlış sınıflandırılmasına ya da yalnızca belirgin belirtilerle sınırlı değerlendirmeler yapılmasına yol açmaktadır (Ergene vd., 2019; Bolster vd., 2015).

Yetersiz risk değerlendirmesi, uygun gözlem düzeylerinin belirlenememesine ve çevresel güvenlik önlemlerinin gecikmesine neden olabilmektedir. Özellikle kapalı psikiyatri servislerinde bu tür eksiklikler, hasta güvenliğini doğrudan tehdit eden sonuçlar doğurabilmekte ve önlenebilir intihar

girişimlerine zemin hazırlayabilmektedir (Turecki vd., 2019; World Health Organization, 2023).

Terapötik İlişki ve İletişim Üzerindeki Etkiler

İntihara yönelik bilgi eksikliği, hemşirelerin hastalarla kurduğu terapötik ilişkiyi de olumsuz yönde etkilemektedir. Bilgi düzeyi düşük olan hemşirelerin, intihar düşüncesini doğrudan ele almaktan kaçınabildiği; bu konuyu açmanın hastayı olumsuz etkileyebileceğine dair yanlış inanışlara sahip olabildiği bildirilmektedir. Bu kaçınma davranışı, hastaların duygu ve düşüncelerini ifade etmelerini zorlaştırmakta ve yardım arama davranışlarını sınırlamaktadır (Zalsman vd, 2016; Aldalaykeh vd., 2021).

Terapötik iletişimin zayıflaması, hastaların kendilerini anlaşılmamış, yalnız ve değersiz hissetmelerine neden olabilmekte; bu durum intihar riskini artıran önemli bir psikososyal etken olarak değerlendirilmektedir. Dolayısıyla bilgi eksikliğinin dolaylı etkileri, doğrudan klinik sonuçlar kadar kritik ve riskli bir sorun alanı oluşturmaktadır (Turecki vd., 2019; World Health Organization, 2023).

Klinik Karar Verme ve Bakım Kalitesi

Hemşirelerin klinik karar verme süreçleri, sahip oldukları bilgi birikimi ile yakından ilişkilidir. İntihara yönelik yeterli bilgiye sahip olmayan hemşirelerin, kriz durumlarında kararsızlık yaşadıkları, sorumluluk almaktan kaçınabildikleri ve müdahaleleri geciktirebildikleri bildirilmektedir. Bu durum, bakımın sürekliliğini ve etkinliğini olumsuz yönde etkilemekte; hasta güvenliğini zayıflatmaktadır (Bolster vd., 2015; Litteken & Sale 2018).

Bakım kalitesindeki düşüş, yalnızca bireysel hasta sonuçlarını değil; aynı zamanda ekip içi iş birliğini, klinik koordinasyonu ve bakım standartlarının sürdürülebilirliğini de etkilemektedir. İntihara yönelik bilgi eksikliğinin sistematik bir sorun haline gelmesi, psikiyatri kliniklerinde güvenli bakım kültürünü tehdit eden yapısal bir risk faktörü olarak değerlendirilmektedir (Puntil vd., 2013; World Health Organization, 2023).

İntihara Yönelik Bilgi Düzeyinin Artırılmasına Yönelik Eğitim ve Geliştirme Stratejileri

Psikiyatri kliniklerinde çalışan hemşirelerin intihara yönelik bilgi düzeylerinin artırılması, intiharın önlenmesine yönelik en etkili ve sürdürülebilir stratejilerden biri olarak kabul edilmektedir. Güncel literatür, bilgi temelli hemşirelik uygulamalarının; intihar riskinin erken tanılanması, uygun müdahalelerin zamanında başlatılması ve hasta güvenliğinin sağlanması açısından kritik öneme sahip olduğunu ortaya koymaktadır (Aldalaykeh vd., 2021; World Health Organization, 2023).

Eğitim ve geliştirme stratejileri, yalnızca hemşirelerin bireysel bilgi ve becerilerinin güçlendirilmesini değil; aynı zamanda kurumsal bakım kalitesinin, klinik standartların ve hasta güvenliği kültürünün geliştirilmesini hedeflemektedir. İntihara yönelik yapılandırılmış ve düzenli eğitim programlarının uygulandığı kliniklerde, hemşirelerin risk değerlendirme becerilerinin ve klinik özgüvenlerinin anlamlı düzeyde arttığı bildirilmektedir (Bolster vd., 2015; Zalsman vd, 2016).

Güncel eğitim yaklaşımlarında, intihara yönelik bilgilerin teorik içeriklerle sınırlı kalmaması, vaka temelli öğrenme, simülasyon uygulamaları ve klinik senaryolarla desteklenmesi önerilmektedir. Bu tür uygulamaların, hemşirelerin kriz anlarında karar verme becerilerini güçlendirdiği ve klinik uygulamalara bilgi transferini kolaylaştırdığı belirtilmektedir (Alvarez-Subiela vd., 2022; Aldalaykeh vd., 2021).

Kurumsal düzeyde geliştirilen eğitim stratejileri; klinik rehberlerin güncellenmesi, ekip içi eğitim toplantıları ve disiplinler arası iş birliğini destekleyen uygulamalarla bütünleştirildiğinde daha etkili sonuçlar vermektedir. Özellikle intihara yönelik hizmet içi eğitimlerin süreklilik göstermesi, bilgi eksikliğine bağlı klinik risklerin azaltılmasında önemli bir koruyucu faktör olarak değerlendirilmektedir (World Health Organization, 2023).

Hizmet İçi Eğitim Programları

Hizmet içi eğitim programları, psikiyatri kliniklerinde çalışan hemşirelerin intihara yönelik güncel bilgi ve klinik becerilerle donatılmasında temel bir rol üstlenmektedir. Güncel literatür, intihara yönelik düzenli ve yapılandırılmış hizmet içi eğitimlerin; hemşirelerin risk faktörlerini tanıma, uyarı işaretlerini fark etme ve kriz durumlarında uygun müdahaleleri zamanında başlatma becerilerini anlamlı düzeyde geliştirdiğini göstermektedir (Aldalaykeh vd., 2021; World Health Organization, 2023).

Bu eğitim programlarının; intihar risk faktörleri, koruyucu faktörler, uyarı işaretleri, kriz müdahalesi, terapötik iletişim becerileri ve çevresel güvenlik önlemleri gibi temel başlıkları kapsaması gerekmektedir. Düzenli aralıklarla ve süreklilik gösteren biçimde gerçekleştirilen eğitimlerin, yalnızca bilgi düzeyini artırmakla kalmadığı; aynı zamanda hemşirelerin klinik özgüvenlerini güçlendirdiği ve hasta güvenliğini desteklediği bildirilmektedir (Bolster vd., 2015; Zalsman vd, 2016).

Eğitimlerin yalnızca teorik bilgi aktarımı ile sınırlı kalmaması, vaka temelli, senaryo odaklı ve uygulamaya yönelik içeriklerle desteklenmesi önerilmektedir. Bu yaklaşım, hemşirelerin öğrendikleri bilgileri klinik pratiğe daha etkin biçimde yansıtmalarını sağlamakta; kriz anlarında hızlı ve doğru karar verme becerilerini güçlendirmektedir (Turecki vd., 2019; Aldalaykeh vd., 2021).

Kurumsal Destek ve Klinik Rehberler

Kurumsal düzeyde geliştirilen klinik rehberler ve standart bakım protokolleri, psikiyatri hemşirelerinin intihara yönelik bakım süreçlerinde yol gösterici bir işlev üstlenmektedir. Kanıta dayalı olarak hazırlanan rehberler, intihar riskinin değerlendirilmesinde ortak bir dil oluşturmakta; bakım uygulamalarında tutarlılık ve sürekliliğin sağlanmasına katkı sunmaktadır (World Health Organization, 2023; Stanley vd., 2018).

Bunun yanı sıra ekip içi iletişimin güçlendirilmesi ve multidisipliner yaklaşımın desteklenmesi, intiharın önlenmesinde etkili bir strateji olarak öne çıkmaktadır. Psikiyatri hemşirelerinin hekimler, psikologlar, sosyal hizmet uzmanları ve diğer ruh sağlığı profesyonelleri ile iş birliği içinde çalışmaları; risk değerlendirmesinin bütüncül yapılmasını ve bakım planlarının daha etkin biçimde uygulanmasını sağlamaktadır (Zalsman vd, 2016; Aldalaykeh vd., 2021).

Kurumsal destek mekanizmalarının yetersiz olduğu klinik ortamlarda, hemşirelerin bilgi ve becerilerini uygulamaya aktarmakta zorlandıkları ve klinik risklerin arttığı bildirilmektedir. Bu nedenle eğitim programlarının, kurumsal politikalar ve klinik rehberlerle bütünleştirilmesi kritik önem taşımaktadır (World Health Organization, 2023).

Sürekli Mesleki Gelişim

Sürekli mesleki gelişim, psikiyatri hemşirelerinin intihara yönelik bilgi ve becerilerini güncel ve sürdürülebilir biçimde korumalarını sağlamaktadır. Bilimsel yayınların izlenmesi, mesleki eğitimlere katılım, kongre ve sempozyumlar aracılığıyla güncel kanıtlara erişim, hemşirelerin klinik uygulamalarını geliştirmelerine önemli katkı sunmaktadır (Aldalaykeh vd., 2021; Dreier vd., 2023).

Sürekli mesleki gelişimi destekleyen kurumlarda çalışan hemşirelerin, intihar riskine ilişkin farkındalıklarının daha yüksek olduğu ve klinik karar verme süreçlerinde daha etkin rol aldıkları bildirilmektedir. Bu durum, bakım kalitesinin ve hasta güvenliğinin sürdürülebilirliği açısından önemli bir kazanım olarak değerlendirilmektedir (Bolster vd., 2015; World Health Organization, 2023).

Bu bağlamda eğitim ve geliştirme stratejileri, yalnızca bireysel çabalarla sınırlı kalmamalı; kurumsal, sistematik ve sürdürülebilir bir yaklaşımla ele alınmalıdır. Böylece psikiyatri kliniklerinde çalışan hemşirelerin intihara yönelik bilgi düzeyleri güçlendirilerek, intiharın önlenmesine yönelik bakım hizmetlerinin etkinliği ve güvenliği artırılabilecektir (Leira-Sanmartín vd., 2021).

SONUÇ

İntihar, çok boyutlu yapısı ve yüksek mortalite riski nedeniyle ruh sağlığı alanında öncelikli ele alınması gereken bir halk sağlığı sorunu olmaya devam etmektedir. Psikiyatrik bozukluklar ile intihar davranışı arasındaki güçlü ilişki, psikiyatri kliniklerini intiharın önlenmesinde kritik sağlık ortamları haline getirmektedir. Bu bağlamda psikiyatri kliniklerinde çalışan hemşireler, intihar riski taşıyan bireylerle en yoğun ve sürekli etkileşim içinde bulunan sağlık profesyonelleri olarak önemli bir sorumluluk üstlenmektedir. Hemşirelerin intihara yönelik bilgi düzeylerinin hasta güvenliği, bakım kalitesi ve intiharın önlenmesine yönelik girişimlerin etkinliği açısından belirleyici olduğunu ortaya konmaktadır.

Hemşirelerin intihara yönelik bilgi eksiklikleri; risk değerlendirmesinde yetersizlikler, terapötik iletişimde aksaklıklar ve klinik karar verme süreçlerinde güçlükler gibi önemli sonuçlara yol açabilmektedir. Bu durum, intihar girişimlerinin önlenebilirliğini azaltmakta ve psikiyatri kliniklerinde sunulan bakımın niteliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Buna karşın yeterli ve güncel bilgiye sahip hemşirelerin, intihar riskini daha etkin biçimde değerlendirebildikleri ve koruyucu bakım girişimlerini zamanında uygulayabildikleri görülmektedir. Bu doğrultuda, psikiyatri kliniklerinde çalışan hemşirelerin intihara yönelik bilgi düzeylerinin artırılması, bireysel bir yeterlilikten öte kurumsal ve sistematik bir gereklilik olarak ele alınmalıdır. Hizmet içi eğitim programlarının güçlendirilmesi, klinik rehberlerin yaygınlaştırılması ve sürekli mesleki gelişim olanaklarının desteklenmesi, hemşirelerin bilgi düzeylerini sürdürülebilir biçimde artırabilecek temel stratejiler arasında yer almaktadır. Psikiyatri hemşirelerinin intihara yönelik bilgi düzeylerinin güçlendirilmesi, intiharın önlenmesine yönelik bakım hizmetlerinin etkinliğini artırmakta ve ruh sağlığı hizmetlerinin kalitesine önemli katkılar sunmaktadır. Ayrıca psikiyatri hemşirelerinin, intihar girişimi olmadan bireylerin davranışlarını fark edebilmeleri ve belirtileri ayırt edebilmeleri yönünde de güçlendirilmesi önemlidir.

REFERANSLAR

Akçe, İ., & Doğan, H. (2020). İntihar ve sosyal hizmet: İnternet haberleri üzerine bir inceleme. Toplum ve Sosyal Hizmet, 31(4), 1624–1652.

Akyol, M. E. (2023). Ergen intiharlarına yönelik okul temelli müdahalelerin incelenmesi. Erciyes Akademi, 37(4), 1663–1679.

Aldalaykeh, M., Al-Hammouri, M. M., Rababah, J., Al-Shannaq, Y., & Al-Dwaikat, T. (2021). Knowledge of Jordanian nurses and attitudes toward patients with suicidal attempt. Archives of Psychiatric Nursing, 35(6), 664–668. https://doi.org/10.1016/j.apnu.2021.10.004

Alvarez-Subiela, X., Castellano-Tejedor, C., Villar-Cabeza, F., Vila-Grifoll, M., & Palao-Vidal, D. (2022). Family factors related to suicidal behavior in adolescents. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(16), 9892. https://doi.org/10.3390/ijerph19169892

Batterham, P. J., Calear, A. L., & Christensen, H. (2013). The stigma of suicide scale: Psychometric properties and correlates of the stigma bradvikof suicide. Crisis: The Journal of Crisis Intervention and Suicide Prevention, 34(1), 13–21. https://doi.org/10.1027/0227-5910/a000156

Beck, A. T., Davis, D. D., & Freeman, A. (2020). Cognitive therapy of personality disorders (3rd ed.). Guilford Press.

Bolster, C., Holliday, C., Oneal, G., & Shaw, M. (2015). Suicide assessment and nurses: What does the evidence show? Online Journal of Issues in Nursing, 20(1), Manuscript 2. https://doi.org/10.3912/OJIN.Vol20No01Man02

Brådvik, L. (2018). Suicide risk and mental disorders. International Journal of Environmental Research and Public Health, 15(9), 2028. https://doi.org/10.3390/ijerph15092028

Cusack, E., Killoury, F., & Nugent, L. (2023). Mental health nurses' attitudes, knowledge and confidence in suicide risk assessment. Journal of Psychiatric and Mental Health Nursing, 30(1), 85–95.

Darvishi, N., Farhadi, M., Azmi-Naei, B., & Poorolajal, J. (2023). The role of problem-solving skills in the prevention of suicidal behaviors: A systematic review and meta-analysis. PLOS ONE, 18(10), e0293620. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0293620

Demesmaeker, A., Baelde, N., Amad, A., Roche, J., Playe, M., Vaiva, G., Amariei, A., Blervaque, W., Defebvre, M. M., Caron, B., Puisieux, F., & Plancke, L. (2023). Assessment of a suicide prevention gatekeeper training program for nursing home staff. Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology, 36(4), 309–315. https://doi.org/10.1177/08919887221149142

Dreier, M., Ludwig, J., Härter, M., von dem Knesebeck, O., Rezvani, F., Baumgardt, J., Pohontsch, N. J., Bock, T., Liebherz, S. (2023). Evaluation of an online suicide prevention program to improve suicide literacy and to reduce suicide stigma: A mixed methods study. PLOS ONE, 18(4), e0284944. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0284944

Ergene, T., Özer, A., Gençtanırım-Kurt, D., Arıcı-Şahin, F., Demirtaş-Zorbaz, S., Kızıldağ, S., Acar, T., & Hoard, P. (2019). The risk behaviors of high school students and causes thereof: A qualitative study. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 34(1), 197–217. https://doi.org/10.16986/HUJE.2018037862

Franklin, J. C., Ribeiro, J. D., Fox, K. R., Bentley, K. H., Kleiman, E. M., Huang, X., Musacchio, K. M., Jaroszewski, A. C., Chang, B. P., & Nock, M. K. (2017). Risk factors for suicidal thoughts and behaviors: A meta-analysis of 50 years of research. Psychological Bulletin, 143(2), 187–232. https://doi.org/10.1037/bul0000084

Gabbard, G. O. (2014). Psychodynamic psychiatry in clinical practice (5th ed.). American Psychiatric Publishing.

Leira-Sanmartín, M., Madoz-Gúrpide, A., Ochoa-Mangado, E., & Ibáñez, Á. (2021). Psychological impact of COVID-19 pandemic and related variables: A cross-sectional study in a sample of workers in a Spanish tertiary hospital. International Journal of Environmental Research and Public Health, 18(7), 3608. https://doi.org/10.3390/ijerph18073608

Litteken, C., & Sale, E. (2018). Long-term effectiveness of the Question, Persuade, Refer (QPR) suicide prevention gatekeeper training program: Lessons from Missouri. Community Mental Health Journal, 54(3), 282–292. https://doi.org/10.1007/s10597-017-0158-z

Ludwig, J., Dreier, M., Liebherz, S., Härter, M., & von dem Knesebeck, O. (2022). Suicide literacy and suicide stigma: Results of a population survey from Germany. Journal of Mental Health, 517–523. https://doi.org/10.1080/09638237.2021.1875421

Nyblade, L., Stockton, M. A., Giger, K., Bond, V., Ekstrand, M. L., Lean, R. M., Mitchell, E. M. H., Nelson, R. E., Sapag, J. C., Siraprapasiri, T., Turan, J., & Wouters, E. (2019). Stigma in health facilities: Why it matters and how we can change it. BMC Medicine, 17(1), 25. https://doi.org/10.1186/s12916-019-1256-2

Puntil, C., York, J., Limandri, B., Greene, P., Arauz, E., & Hobbs, D. (2013). Competency-based training for PMH nurse generalists: Inpatient intervention and prevention of suicide. Journal of the American Psychiatric Nurses Association, 19(4), 205–210. https://doi.org/10.1177/1078390313496275

Rallis, B. A., Esposito-Smythers, C., Disabato, D. J., Mehlenbeck, R. S., Kaplan, S., Geer, L., Adams, R., & Meehan, B. (2018). A brief peer gatekeeper suicide prevention training: Results of an open pilot trial. Journal of Clinical Psychology, 74(7), 1106–1116. https://doi.org/10.1002/jclp.22590

Shannonhouse, L. R., Elston, N., Lin, Y. W. D., Mize, M. C., Rumsey, A., Rice, R., & Porter, M. J. (2018). Suicide intervention training for counselor trainees: A quasi-experimental study on skill retention. Counselor Education and Supervision, 57(3), 194–210. https://doi.org/10.1002/ceas.12110

Stanley, B., Brown, G. K., Brent, D. A., Wells, K., Poling, K., Curry, J., Kennard, B. D., Wagner, A., & Cwik, M. (2018). Comparison of the safety planning intervention with follow-up telephone calls vs usual care after emergency department visits for suicidal ideation or behavior: A randomized clinical trial. JAMA Psychiatry, 75(9), 894–900. https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2018.1776

Turecki, G., Brent, D. A., Gunnell, D., O'Connor, R. C., Oquendo, M. A., Pirkis, J., & Stanley, B. H. (2019). Suicide and suicide risk. Nature Reviews Disease Primers, 5(1), 74. https://doi.org/10.1038/s41572-019-0121-0

Zalsman, G., Hawton, K., Wasserman, D., van Heeringen, K., Arensman, E., Sarchiapone, M., Carli, V., Höschl, C., Barzilay, R., Balazs, J., Purebl, G., Kahn, J. P., Sáiz, P. A., Lipsicas, C. B., Bobes, J., Cozman, D., Hegerl, U., Zohar, J., & Fleischmann, A. (2016). Suicide prevention strategies revisited: 10-year systematic

review. The Lancet Psychiatry, 3(7), 646–659. https://doi.org/10.1016/S2215-0366(16)30030-X

World Health Organization. (2021). Suicide prevention through health care systems: A global framework. World Health Organization.

World Health Organization. (2023). Suicide worldwide in the 21st century: Global health estimates. World Health Organization.

Sağlık Bilişiminde Etik, Gizlilik Ve Veri Güvenliği

Ayşe Banu PAK[1]

1- Öğr. Gör. Dr. Ayşe Banu PAK; Trabzon Üniversitesi, Türkiye. aysebanu.pk@gmail.com
ORCID No: 0000-0002-9490-3504.

ÖZET

Sağlık bilişimi, dijital teknolojilerin sağlık hizmetlerine entegrasyonu yoluyla tanı, tedavi ve bakım süreçlerinde önemli dönüşümler yaratmaktadır. Yapay zekâ, büyük veri analitiği ve klinik karar destek sistemleri, sağlık hizmetlerinin etkinliğini artırırken; veri güvenliği, mahremiyet ve etik sorumluluklar gibi kritik sorunları da beraberinde getirmektedir. Özellikle kişisel sağlık verilerinin dijital ortamda işlenmesi, saklanması ve paylaşılması, bireysel hakların korunmasını ve güvenilir yönetişim mekanizmalarının oluşturulmasını zorunlu kılmaktadır.

Bu bağlamda, sağlık bilişiminde etik ilkeler; adalet, şeffaflık, hesap verebilirlik ve hasta özerkliğinin korunması çerçevesinde ele alınmalıdır. Yapay zekâ temelli sistemlerin sunduğu olanaklar, ancak veri güvenliği, mahremiyet ve açıklanabilirlik ilkeleriyle desteklendiğinde sürdürülebilir ve güvenilir hâle gelebilir. Dolayısıyla sağlık bilişiminde etkili bir dijital dönüşüm, yalnızca teknolojik yeniliklerle değil; aynı zamanda etik yönetişim, hukuki düzenlemeler ve insan merkezli yaklaşımlarla mümkün olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Sağlık Bilişimi, Yapay Zeka, Etik, Biyoinformatik

SAĞLIK BİLİŞİMİNDE ETİK, GİZLİLİK VE VERİ GÜVENLİĞİ

GİRİŞ

Sağlık Bilişimi ve Etik Çerçeve

Sağlık bilişimi; biyolojik verilerin analizi, klinik karar destek sistemleri ve dijital sağlık hizmetlerinin entegrasyonu aracılığıyla sağlık hizmetlerinin niteliğini artırmayı amaçlayan disiplinler arası bir alandır. İnsan Genomu Projesi ile ivme kazanan bu alan, biyoinformatik, yapay zekâ ve veri bilimi gibi disiplinlerin sağlık alanına sistematik biçimde entegre edilmesini mümkün kılmış; veriye dayalı ve kişiselleştirilmiş sağlık hizmeti sunumunu güçlendirmiştir. Günümüzde sağlık bilişimi, yalnızca teknolojik bir dönüşümü değil; aynı zamanda etik, hukuki ve toplumsal sorumlulukları da içeren çok katmanlı bir dönüşümü ifade etmektedir.

Sağlık bilişimi, sağlık verisi yönetimini iyileştirmek üzere bilgi teknolojileri (IT), veri analitiği ve sağlık uzmanlığını bir araya getirmektedir. Klinik Karar Destek Sistemleri (CDSS), Sağlık Bilgi Alışverişi ve Elektronik Sağlık Kayıtları gibi bileşenler, klinik iş akışlarının daha akıcı yürütülmesine ve karar süreçlerinin nitelik kazanmasına katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte, dijital sağlık kayıtlarının ve büyük verinin yaygınlaşması; veri güvenliği, kişisel gizlilik ve siber tehditler gibi risk alanlarını da belirgin hâle getirmiştir. Özellikle hassas sağlık verilerine akademisyenler, gazeteciler ve hukukçular gibi farklı paydaşların erişim talepleri ile bireysel hakların korunması arasındaki dengenin gözetilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Bu nedenle yapay zekâ ve genomik teknolojilerin gelişimiyle birlikte, güvenli ve şeffaf bir veri paylaşım ekosistemi oluşturmak için uluslararası standartlara dayalı ve disiplinler arası iş birliğini içeren yönetişim yaklaşımlarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Bilişim uygulamaları, klinik ortamlarda verimliliği artırmak ve hasta bakım kalitesini yükseltmek amacıyla giderek daha fazla kullanılmaktadır. CDSS'ler, hasta verilerine dayanarak kanıta dayalı öneriler sunmakta; klinik sonuçları iyileştirme ve hata oranlarını azaltma potansiyeli taşımaktadır. Teletıp ve uzaktan izleme çözümleri ise hastaların uzaktan takibini mümkün kılarak hizmete erişimi kolaylaştırmakta ve yeniden yatışları azaltabilmektedir. Ancak sağlık sektöründe bilgi toplama, paylaşma ve kullanma süreçlerindeki yapısal verimsizlikler devam etmekte; bu durumun yıllık ölçekte çok yüksek ekonomik kayıplar doğurduğu ve bazı ülkelerde önlenebilir hata oranlarının dikkate değer düzeylerde raporlandığı ifade edilmektedir. Bu çerçevede sağlık bilişimi, klinik çıktıları iyileştirmenin yanı sıra sistemik verimsizlikleri azaltmaya dönük bir dönüşüm alanı olarak da konumlanmaktadır.

Etik, genel olarak davranışları ve faaliyetlerin yürütülme biçimini yöneten ahlaki ilkeler bütünü olarak tanımlanmaktadır. Tıbbi etik ise özerklik, adalet, iyilik yapma ve zarar vermeme ilkeleri üzerine temellenmektedir. Sağlık bilişiminde etik (EHI) ise, söz konusu ilkelerden

hareketle biyomedikal bilişimdeki ilerlemelerle birlikte gelişmekte; hem hastaların hem de sağlık profesyonellerinin karar süreçlerinde düşünce, niyet ve eylem özgürlüklerinin korunması gerektiğini vurgulamaktadır (Séroussi, Hollis, and Soualmia 2020). Ayrıca sağlık teknolojilerinin ürettiği fayda ve yüklerin tüm paydaşlar arasında eşit ve adil biçimde dağıtılmasının etik bir gereklilik olduğu belirtilmektedir (Séroussi et al. 2020).

Teknolojik dönüşüm öncesinde tıbbi etik çoğunlukla hekim–hasta ilişkisi bağlamında gizlilik ve kayıt güvenliği ile sınırlı bir çerçevede ele alınırken, dijitalleşme bu sınırları genişletmiş ve yeni etik sorun alanlarını görünür kılmaktadır. Elektronik Sağlık Kayıtlarının yaygınlaşmasıyla hasta verileri farklı profesyoneller arasında ve farklı ortamlarda daha yoğun biçimde paylaşılmaya başlamış; bu durum veri paylaşımında yeni etik zorunluluklar doğurmuştur. Sağlık verilerinin hastaların tıbbi durumları, tedavileri ve genetik yapıları hakkında son derece hassas bilgiler içermesi (Lee 2022; Ahmed et al. 2025), bu verilerin işlenmesi ve paylaşılmasında bilgilendirilmiş onam ve açık rıza süreçlerini daha kritik hâle getirmektedir. Bu bağlamda, hastanın bilgisi ve açık rızası olmaksızın özel nitelikli kişisel verilerin ifşa edilmesi riski, sağlık bilişiminde temel etik kaygılardan biri olarak öne çıkmaktadır. Bu bağlamda dijital sağlık araçlarının hastanın iyiliği ve yararı gözetilerek tasarlanması ve uygulanması; aynı zamanda bilişim sistemlerinin kullanımında hastaya zarar verilmesinden kaçınılması etik açıdan zorunlu görülmektedir. Sonuç olarak, sağlık verilerinin işlenmesi ve paylaşımı süreçlerinde öne çıkan en temel etik sorun alanlarından biri bireysel gizliliğin korunmasıdır (Rahmani et al. 2022).

Veri Güvenliği: Kapsam ve Tehditler

Sağlık bilişiminde güvenlik, yalnızca teknik bir mesele olarak değil; etik, yasal ve operasyonel boyutları olan çok katmanlı bir kavram olarak ele alınmalıdır (Javeedullah, 2025.). Veri güvenliği, sağlık verilerini yetkisiz erişim, siber saldırılar, veri ihlalleri ve kaza kaynaklı kayıplara karşı korumayı hedeflemektedir. Bu çerçevede sağlık bilişimi güvenliğinin temelini; verinin gizliliği, bütünlüğü ve sistem kullanılabilirliğinin korunması oluşturmaktadır. Gizlilik, yalnızca yetkili kullanıcıların erişimini; bütünlük, verinin doğruluğunu ve yetkisiz değişikliklere karşı korunmasını; erişilebilirlik ise ihtiyaç duyulduğunda veriye kesintisiz ve hızlı erişimi ifade etmektedir. Bu teknik ilkelerin yanında, mevzuata uyum da veri güvenliğinin ayrılmaz bir bileşenidir. Amerika Birleşik Devletleri'nde Sağlık Sigortası Taşınabilirlik ve Hesap Verebilirlik Yasası (HIPAA) ve Avrupa Birliği Genel Veri Koruma Tüzüğü (GDPR) gibi düzenlemeler, sağlık verilerinin korunmasına ilişkin yükümlülükleri tanımlayarak kurumların güvenlik yönetimini yönlendirmektedir (Javeedullah, 2025.). Sağlık verilerinin ekonomik ve stratejik değerinin yüksek olması, bu verileri siber saldırganlar açısından cazip bir hedef hâline getirmekte; dolayısıyla sağlık sektörü veri ihlallerine karşı daha kırılgan bir risk profili sergileyebilmektedir.

Veri ihlalleri hem kurum içi hem kurum dışı kaynaklardan meydana gelebilmektedir. Kurum içi riskler arasında; personelin kasıtlı veri hırsızlığı, zayıf parola kullanımı, yetki sınırlarının aşılması ve yanlış alıcıya e-posta gönderme gibi insan hataları öne çıkmaktadır. Kurum dışı tehditler ise kimlik avı (phishing), fidye yazılımı (ransomware), kötü amaçlı yazılımlar ve sistemlere yetkisiz giriş girişimleri gibi saldırı türlerini kapsamaktadır. Bununla birlikte güvenlik riskleri yalnızca dijital ortamla sınırlı değildir; sunucuların bulunduğu fiziksel alanlara yetkisiz erişim sağlanması veya veri içeren taşınabilir cihazların (ör. dizüstü bilgisayarlar) çalınması gibi olaylar da fiziksel tehditler kapsamında değerlendirilmektedir. Veri ihlalleri içeriden ve dışarıdan gelen tehditlerden kaynaklanmaktadır. Birçok ihlal olayı dışarıdan kaynaklı olsa da, en büyük zararı veren olaylar genellikle içeriden kaynaklanmaktadır (Choi, Martins, and Bernik 2018).

Kamu kurumları, verimliliği artırmak ve değişen ihtiyaçlara uyum sağlamak amacıyla yenilikçi teknolojilere yönelmekte; ancak bu dönüşüm süreci kurumların "teknolojik kırılganlık" düzeyini de etkileyebilmektedir (Fusi, Jung, and Welch 2025). Nitekim teknolojik güvenlik açığı, yalnızca belirli bir siber zafiyetten ibaret değildir; aynı zamanda siber güvenlik yönetim sisteminin olgunluğu, güvenlik duvarı ve antivirüs çözümlerinin etkinliği, güncelleme süreçlerinin sürekliliği ve güvenlik protokollerinin tutarlı uygulanması gibi kurumsal kapasite unsurlarını da içermektedir (Fusi, Jung, and Welch 2025).

Hassas Sağlık Verisi Türleri

Sağlık bilişimi sistemlerinde işlenen ve aktarılan veriler, içerdiği bilginin niteliğine göre farklı düzeylerde hassasiyet ve koruma gerektirmektedir. Bu kapsamda Kişisel Sağlık Bilgileri (Personal Health Information–PHI), Elektronik Sağlık Kayıtları (Electronic Health Records–EHR), genomik veriler, biyometrik veriler ve mobil sağlık verileri, yüksek riskli veri kategorileri arasında değerlendirilmektedir. Söz konusu veri türleri; bireyin kimliğini doğrudan ya da dolaylı biçimde ortaya çıkarabilmesi, sağlık durumuna ilişkin mahrem bilgileri içermesi ve kötüye kullanımı hâlinde bireysel/kurumsal düzeyde ciddi sonuçlar doğurabilmesi nedeniyle özel güvenlik mekanizmalarıyla korunmalıdır.

Kişisel Sağlık Bilgileri (PHI), bireyin tıbbi geçmişi, kimlik özellikleri, tanıları ve tedavi planları gibi, kişinin aldığı sağlık hizmetleriyle ilişkili fiziksel ve zihinsel durumuna dair verileri kapsamaktadır. PHI'nin ayırt edici özelliği, sağlık bilgisini bireyi tanımlayan unsurlarla ilişkilendirebilmesidir; bu durum, veri ihlallerinde mahremiyet riskini önemli ölçüde artırmaktadır.

Elektronik Sağlık Kayıtları (EHR) ise tıbbi geçmiş, laboratuvar sonuçları, tanılar, reçeteler/ilaçlar ve tedavi planları gibi farklı veri bileşenlerini bütünleştiren hasta kayıtlarının dijital sürümüdür. EHR sistemlerinde ortaya çıkabilecek güvenlik açıkları; yetkisiz erişim, kimlik

hırsızlığı, veri manipülasyonu ve ayrımcılık gibi ciddi gizlilik ihlallerine yol açabilmektedir. Bu nedenle EHR'ler, hem teknik güvenlik hem de erişim yetkilendirme politikaları açısından en sıkı koruma gerektiren sistemler arasında yer almaktadır.

Genomik veriler, DNA temelli genetik özellikleri ve hastalıklara yatkınlıkla ilişkili bilgileri içermektedir. Genomik veriler, gelecekteki sağlık risklerine ilişkin öngörü üretme potansiyeli taşıdığı için yalnızca bireyi değil, biyolojik akrabalık nedeniyle aile üyelerini de dolaylı biçimde etkileyebilen sosyal, etik ve hukuki sonuçlar doğurabilmektedir. Özellikle çocuk ve ergenlerde genetik test uygulamaları; bilgilendirilmiş onamın sınırları, ilerleyen yaşlarda bireyin "bilme/bilmeme hakkı", psikolojik etkiler ve olası damgalanma/ayrımcılık riskleri nedeniyle ayrı bir etik değerlendirme gerektirir. Bu bağlamda genomik verilerin yönetimi, veri minimizasyonu, güçlü anonimleştirme, sıkı erişim kontrolü ve açık rıza süreçlerinin dikkatle yapılandırılmasını zorunlu kılmaktadır.

Biyometrik veriler, parmak izi, retina taraması ve yüz tanıma gibi kişisel doğrulama amacıyla kullanılan benzersiz kimlik belirleyicileri içermektedir. Bu veriler, kimlik doğrulamada yüksek doğruluk sağlamakla birlikte, ele geçirilmesi durumunda "değiştirilemez" nitelikte olmaları nedeniyle diğer veri türlerine kıyasla daha yüksek risk taşımaktadır. Dolayısıyla biyometrik veriler, saklama süresi, erişim yetkisi ve işleme amaçları bakımından sıkı yönetişim ilkeleriyle sınırlandırılmalıdır.

Mobil sağlık verileri ise akıllı saatler, giyilebilir cihazlar ve mobil sağlık uygulamaları tarafından toplanan kalp atış hızı, aktivite düzeyi, uyku düzeni gibi sürekli ve ayrıntılı yaşam verilerini kapsamaktadır. Bu verilerin bulut tabanlı platformlarda depolanması ve üçüncü taraf uygulamalarla paylaşılabilmesi, veri güvenliği açısından ek risk katmanları oluşturmaktadır. Bu nedenle mobil sağlık verilerinde, uygulama izinleri, veri paylaşım şeffaflığı, üçüncü taraf risk yönetimi ve güvenli veri aktarım protokolleri kritik öneme sahiptir.

Güvenlik Tehditleri ve Güvenlik Mekanizmaları

Sağlık verilerinin korunması, dijital sağlık ekosisteminde yalnızca teknik bir gereklilik değil; aynı zamanda etik, hukuki ve yönetsel boyutları olan çok katmanlı bir sorumluluktur. Sağlık bilişimi alanında güvenlik, verinin depolanması, iletilmesi ve yetkilendirilmiş erişim süreçlerinin tamamını kapsayan bütüncül bir yaklaşımı zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda, güvenlik mekanizmaları yalnızca tekil teknik çözümlerle değil; çok katmanlı ve entegre bir yapı içerisinde ele alınması gerektiği düşünülmektedir. Sağlık bilişiminde güvenlik mekanizmaları genel olarak şifreleme, erişim kontrolü, blok zinciri ve denetim başlıkları altında sınıflandırılmaktadır. Bu mekanizmalar, sağlık verilerinin gizliliğini, bütünlüğünü ve erişilebilirliğini sağlamayı amaçlayan temel yapı taşlarını oluşturmaktadır.

Şifreleme (encryption), verilerin yetkisiz kişiler tarafından okunmasını engelleyen temel güvenlik yöntemlerinden birini oluşturmaktadır. Gelişmiş Şifreleme Standardı (AES) ve açık anahtarlı kriptografi sistemleri, Elektronik Sağlık Kayıtları (EHR) ve Kişisel Sağlık Bilgileri (PHI) gibi hassas verilerin hem depolama hem de iletim süreçlerinde korunmasını sağlamaktadır. Bu teknikler, veri güvenliğinin temelini oluşturarak sağlık bilgilerinin yetkisiz erişimlere karşı korunmasına katkı sunmaktadır.

Erişim kontrolü (Access Control), sağlık verilerine yalnızca yetkili bireylerin erişebilmesini sağlamak amacıyla kullanılan temel bir güvenlik yaklaşımıdır. Rol Tabanlı Erişim Kontrolü (RBAC), kullanıcıların görev ve sorumluluklarına göre yetkilendirilmesini mümkün kılarak gereksiz veri erişimlerini sınırlandırmaktadır. Buna ek olarak Çok Faktörlü Kimlik Doğrulama (Multi-Factor Authentication – MFA) sistemleri, kimlik doğrulama süreçlerini güçlendirerek yetkisiz erişim riskini önemli ölçüde azaltmaktadır.

Blok zinciri (blockchain) teknolojisi ise sağlık verilerinin bütünlüğünü ve izlenebilirliğini artırmaya yönelik yenilikçi bir çözüm olarak öne çıkmaktadır. Merkezi olmayan yapısı sayesinde verilerin değiştirilmesini zorlaştırmakta, veri paylaşım süreçlerinde şeffaflığı artırmakta ve hasta odaklı veri yönetimine olanak tanımaktadır. Bu özellikleriyle blok zinciri, güvene dayalı veri ekosistemlerinin oluşturulmasında önemli bir potansiyel taşımaktadır.

Denetim (audit) mekanizmaları, sağlık bilgi sistemlerinde gerçekleştirilen tüm erişim ve işlem hareketlerinin izlenmesini sağlayarak olası ihlallerin tespit edilmesine imkân tanımaktadır. Denetim kayıtlarının düzenli olarak incelenmesi, anormal davranışların erken aşamada belirlenmesine olanak sağlamaktadır. Böylece hem önleyici hem de düzeltici güvenlik önlemlerinin uygulanmasına katkı sunmaktadır.

Sonuç olarak, sağlık bilişiminde güvenliğin sağlanması; yalnızca teknik altyapıların güçlendirilmesiyle değil, aynı zamanda yönetişim, etik sorumluluk ve sürekli denetim mekanizmalarının birlikte işbirliği içerisinde işletilmesiyle mümkün olabilir. Güvenli, şeffaf ve sürdürülebilir bir dijital sağlık ekosistemi, ancak bu bütüncül yaklaşım sayesinde inşa edilebilir.

Etik Meseleler ve Yapay Zeka Yönetişimi

Yapay zekânın (YZ) sağlık bilişiminde kullanımı, klinik karar süreçlerini destekleme, verimliliği artırma ve hasta bakım kalitesini yükseltme potansiyeline sahip olmakla birlikte, önemli etik tartışmaları da beraberinde getirmektedir. Bu bağlamda yapay zekânın güvenli, adil ve sorumlu biçimde kullanımı; yalnızca teknik bir mesele değil, aynı zamanda etik ve yönetişim temelli bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir.

Yapay zekâya dayalı sistemlerin geliştirilmesi ve uygulanmasında en temel etik sorunlardan biri, algoritmik önyargı ve ayrımcılık riskidir. Eğitim

verilerindeki temsil eşitsizlikleri, hatalı modelleme veya önyargılı veri kümeleri, sağlık hizmetlerinde adaletsiz sonuçlara yol açabilmektedir. Bu durum, özellikle kırılgan gruplar açısından sağlık hizmetlerine erişimde eşitsizliklerin derinleşmesine neden olabilmektedir. Bu nedenle yapay zekâ sistemlerinin tasarım, geliştirme ve kullanım süreçlerinde şeffaflık, hesap verebilirlik ve denetlenebilirlik ilkelerinin gözetilmesi büyük önem taşımaktadır.

Sağlık bilişimi bağlamında etik tartışmaların önemli bir boyutunu da veri gizliliği ve bireysel hakların korunması oluşturmaktadır. Yapay zekâ temelli uygulamalar, büyük miktarda kişisel ve hassas sağlık verisinin işlenmesini gerektirmekte; bu durum, bireylerin mahremiyetine yönelik riskleri artırmaktadır. Özellikle biyometrik veriler, genetik bilgiler ve davranışsal sağlık verileri gibi hassas veri türlerinin kullanımı, bireylerin açık rızasının alınmasını ve verilerin amaçla sınırlı biçimde işlenmesini zorunlu kılmaktadır. Aksi hâlde, sağlık verilerinin ticari, politik ya da ayrımcı amaçlarla kullanılması ciddi etik ihlallere yol açabilmektedir. Hastaların ve sağlık profesyonellerinin, algoritmik kararların nasıl üretildiğini anlayamaması, güven ilişkisini zedeleyebilmekte ve teknolojinin benimsenmesini olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle açıklanabilir yapay zekâ yaklaşımlarının geliştirilmesi, etik yönetişimin temel bileşenlerinden biri olarak öne çıkmaktadır.

Sonuç olarak, sağlık bilişiminde yapay zekânın etik kullanımı; yalnızca teknik güvenlik önlemleriyle değil, aynı zamanda adalet, şeffaflık, hesap verebilirlik ve insan onuruna saygı ilkeleriyle birlikte ele alınmalıdır. Etkili bir etik yönetişim modeli, hem bireylerin temel haklarını koruyacak hem de yapay zekâ temelli sağlık uygulamalarının toplumsal kabulünü ve sürdürülebilirliğini güçlendirecektir.

Sağlık Bilişimi ve Üretken Yapay Zekanın Yükselişi: Fırsatlar, Zorluklar ve Gelecek Yönelimleri

Üretken Yapay Zekâ (GAI), sağlık bilişimi alanında kişisel sağlık verilerinin analiz edilmesi, yorumlanması ve karar destek süreçlerinin güçlendirilmesi açısından önemli fırsatlar sunmaktadır. Özellikle bireyselleştirilmiş sağlık takibi, veri temelli öneriler ve klinik karar destek uygulamalarında, kullanıcıların yaşam tarzı verileri, biyometrik ölçümleri ve sağlık geçmişi üzerinden daha kişiselleştirilmiş geri bildirimler almasına katkı sağlayabilmektedir. Bununla birlikte, bu sistemlerin etkili biçimde kullanılabilmesi; farklı kaynaklardan gelen verilerin doğru biçimde entegre edilmesine, bağlamsal olarak anlamlandırılmasına ve kullanıcıların bu çıktıları eleştirel biçimde değerlendirebilmesine bağlıdır.

Araştırmalar, kullanıcıların yapay zekâ tabanlı sistemleri sağlıkla ilgili kararlarında destekleyici bir araç olarak gördüklerini; ancak bu sistemlere duyulan güvenin sınırlı kalabildiğini göstermektedir. Özellikle kişisel sağlık verilerinin paylaşılması, kullanıcılar açısından belirgin bir

endişe kaynağıdır. Bu nedenle üretken yapay zekâ uygulamalarının şeffaf, denetlenebilir ve açıklanabilir biçimde tasarlanması; kullanıcı güveninin inşası ve teknolojinin benimsenmesi açısından kritik önem taşımaktadır.

Öte yandan, üretken yapay zekânın sağlık alanındaki kullanımı birtakım etik riskleri de beraberinde getirmektedir. Yanlı veri kümeleri ve algoritmik önyargılar, kırılgan gruplar açısından adaletsiz sonuçlar üretebilirken, şeffaf olmayan karar mekanizmaları hesap verebilirliği zayıflatabilmektedir. Ayrıca GAI'nin "halüsinasyon" olarak adlandırılan yanlış veya yanıltıcı bilgi üretme riski, sağlık gibi yüksek hassasiyete sahip bir alanda güvenilirlik sorununu büyütmektedir. Bu tür içeriklerin ikna edici bir dille sunulması, kullanıcıların yapay zekâ çıktılarını "kesin doğru" olarak algılamasına ve eleştirel değerlendirme becerilerinin zayıflamasına yol açabilir.

Bu çerçevede veri güvenliği ve mahremiyetin korunması, dijital sağlık ekosisteminin sürdürülebilirliği açısından temel bir öncelik olarak öne çıkmaktadır. Veri güvenliği yalnızca teknik önlemlerle sınırlı değildir; etik ilkeler, yasal düzenlemeler ve kurumsal sorumluluklarla birlikte ele alınmalıdır. Kişisel verilerin nasıl toplandığı, saklandığı ve kimlerle paylaşıldığı konusunda şeffaflığın sağlanması, kullanıcı güveninin tesis edilmesinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Sonuç olarak, üretken yapay zekâ sağlık hizmetlerinde önemli fırsatlar sunarken, bu potansiyelin sorumlu, adil ve güvenli biçimde hayata geçirilebilmesi; güçlü yönetişim yapıları, etik ilkeler ve sürekli denetim mekanizmalarıyla mümkündür. Bu yaklaşım, hem bireysel hakların korunmasını hem de dijital sağlık sistemlerinin uzun vadeli sürdürülebilirliğini destekleyecektir.

SONUÇ

Sağlık bilişimi, ileri teknolojilerin sağlık hizmetlerine entegrasyonu yoluyla tanı, tedavi ve bakım süreçlerinde önemli kazanımlar sağlamaktadır. Bununla birlikte, sağlık verilerinin giderek artan biçimde dijital ortamlarda üretilmesi, işlenmesi ve paylaşılması; veri güvenliği, gizlilik ve etik sorumluluklara ilişkin yeni risk alanlarını da beraberinde getirmektedir. Özellikle kişisel ve hassas sağlık verilerinin korunması, yalnızca teknik bir gereklilik değil, aynı zamanda temel bir etik yükümlülük olarak ele alınmalıdır.

Yapay zekâ, büyük veri analitiği ve otomasyon teknolojileri, sağlık hizmetlerinin etkinliğini ve erişilebilirliğini artırma potansiyeline sahip olmakla birlikte, bu teknolojilerin güvenli, şeffaf ve adil biçimde kullanılmaması durumunda önemli toplumsal riskler doğurabilmektedir. Bu bağlamda güvenilirlik, mahremiyet ve hesap verebilirlik ilkeleri; sağlık bilişimi uygulamalarının tasarımından uygulanmasına kadar tüm süreçlerin merkezinde yer almalıdır. Teknolojik ilerlemenin sunduğu olanaklar, ancak

bu ilkelerle uyumlu biçimde yönetildiğinde sürdürülebilir bir değere dönüşebilecektir.

Sağlık bilişiminde güvenlik ve etik yönetişim, durağan değil; sürekli izleme, değerlendirme ve iyileştirme gerektiren dinamik bir süreçtir. Bu süreç, yalnızca teknik önlemlerle değil; aynı zamanda sağlık profesyonellerinin farkındalığı, kurumsal sorumluluk bilinci ve etkili politika çerçeveleriyle desteklenmelidir. Güvenliğin yalnızca sistemler üzerinden değil, insan davranışları ve kurumsal kültür üzerinden de inşa edildiği unutulmamalıdır.

Sonuç olarak, dijital sağlık ekosisteminde güven inşa etmek; teknolojik yenilikler ile etik sorumluluklar arasında dengeli bir yaklaşım gerektirir. Veri güvenliği, mahremiyet ve adalet ilkeleri gözetilmeden geliştirilen çözümler uzun vadede sürdürülebilir olmayacaktır. Bu nedenle sağlık bilişiminin geleceği, teknolojik ilerleme kadar güçlü etik yönetişim, şeffaflık ve toplumsal güven temelleri üzerine inşa edilmelidir.

REFERANSLAR

Ahmed, Mohamed Mustaf, Olalekan John Okesanya, Majd Oweidat, Zhinya Kawa Othman, Shuaibu Saidu Musa, and Don Eliseo Lucero-Prisno III. 2025. "The Ethics of Data Mining in Healthcare: Challenges, Frameworks, and Future Directions." *BioData Mining* 18(1):47.

Choi, SeEun, Jorge Tiago Martins, and Igor Bernik. 2018. "Information Security: Listening to the Perspective of Organisational Insiders." *Journal of Information Science* 44(6):752–67.

Fusi, Federica, Heyjie Jung, and Eric Welch. 2025. "Technological Vulnerability and Knowledge of Cyber-Incidents: Threats to Innovativeness in Local Governments?" *Public Management Review* 27(3):545–71.

Javeedullah, Mohammed. n.d. "Security and Privacy in Health Informatics: Safeguarding Patient Data in A Digital World." *AlgoVista: Journal of AI and Computer Science* 2(3):52–68.

Kalkman, Shona, Johannes Van Delden, Amitava Banerjee, Benoît Tyl, Menno Mostert, and Ghislaine Van Thiel. 2022. "Patients' and Public Views and Attitudes towards the Sharing of Health Data for Research: A Narrative Review of the Empirical Evidence." *Journal of Medical Ethics* 48(1):3–13.

Lee, In. 2022. "Analysis of Insider Threats in the Healthcare Industry: A Text Mining Approach." *Information* 13(9):404.

Rahmani, Mohammad Khalid Imam, Mohammed Shuaib, Shadab Alam, Shams Tabrez Siddiqui, Sadaf Ahmad, Surbhi Bhatia, and Arwa Mashat. 2022. "[Retracted] Blockchain-Based Trust Management Framework for Cloud Computing-Based Internet of Medical Things (IoMT): A Systematic Review." *Computational Intelligence and Neuroscience* 2022(1):9766844.

Séroussi, Brigitte, Kate Fultz Hollis, and Lina F. Soualmia. 2020. "Transparency of Health Informatics Processes as the Condition of Healthcare Professionals' and Patients' Trust and Adoption: The Rise of Ethical Requirements." *Yearbook of Medical Informatics* 29(01):7–10.

Üzümsü Meyvelerin Potansiyel Sağlık Yararları

Reyhan İRKİN[1]

1-Prof. Dr.; İzmir Demokrasi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü. reyhan.irkin@idu.edu.tr ORCID No: 0000-0002-6838-2215

ÖZET

Üzümsü meyve olarak sınıflandırılan böğürtlen (*Rubus* türleri), siyah ahududu (*Rubus occidentalis*), yaban mersini (*Vaccinium corymbosum*), kızılcık (*Vaccinium macrocarpon*), kırmızı ahududu (*Rubus idaeus*) ve çilek (*Fragaria ananassa*), sahip oldukları zengin biyoaktif bileşenler nedeniyle son yıllarda bilimsel araştırmaların odağı hâline gelmiştir. Bu meyveler, özellikle polifenoller, vitaminler, mineraller ve diyet lifleri açısından yüksek içerikleriyle dikkat çekmekte; serbest radikallerin neden olduğu oksidatif hasarı azaltarak önemli sağlık yararları sağlamaktadır. Ayrıca bu bileşikler; antimutajenik, antioksidan, antimikrobiyal, nöroprotektif ve antikanserojen etkileri ile fizyolojik sistemler üzerinde çok yönlü koruyucu roller üstlenmektedir. Son yıllarda fenolik bileşiklerin özellikle antimikrobiyal aktiviteleri üzerine yapılan çalışmaların artması, üzümsü meyvelerinin hem gıda endüstrisinde hem de tıbbi uygulamalarda doğal antimikrobiyal ajan olarak kullanım potansiyelini güçlendirmiştir. Üzümsü meyvelerin fenolik maddelerin antibiyotiğe dirençli bakterilerin neden olduğu enfeksiyonların kontrolünde kullanılabileceğine ilişkin bulgular, bu alanda yeni yaklaşım ve ürün geliştirilmesine yönelik araştırmaları hızlandırmaktadır. Bu bölümde, üzümsü meyvelerinin potansiyel sağlık yönlerine ilişkin güncel bilimsel veriler ve potansiyel uygulama alanları kapsamlı bir şekilde özetlenmektedir. Üzümsü meyveler, doğal biyolojik aktiviteye sahip bileşikleri sayesinde fonksiyonel gıdalar, sağlık ürünleri ve farmakolojik uygulamalar açısından önemli bir araştırma alanı oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler – Üzümsü meyveler, çilek, böğürtlen, kızılcık, ahududu, yaban mersini

GİRİŞ

Günümüzde üzümsü meyvelerin üretimindeki artan global talepler açıkça görülmektedir. Bu meyvelerin üretimlerine bakıldığında 2021 yılında çilek, ahududu ve yaban mersini için sırasıyla 9175,4, 886,5 ve 1113,6 kiloton'a ulaştığı gözlenmektedir. Örneğin, küresel taze çilek pazarının büyüklüğünün, 2020'deki 18.370 milyon dolardan 2026 yılına kadar 22.450 milyon dolara ulaşması ve yıllık bileşik büyüme oranının (CAGR) %3,4 olması beklenmektedir; 2021 yılında dünyadaki başlıca üretim ülkeleri Çin, Amerika Birleşik Devletleri, Türkiye ve Meksika'dır. Aynı yıllarda başlıca ahududu üreten ülkeler ise Rusya, Meksika, Polonya ve Amerika Birleşik Devletleri'dir. Küresel taze yaban mersini pazarı ise 1071,9 milyon dolara ulaşmış durumda ve 2021'den 2028'e kadar %4,7'lik bir yıllık bileşik büyüme oranıyla (CAGR) gelişmesi beklenmektedir. Başlıca üretici ülkeler ise Amerika Birleşik Devletleri, Peru, Kanada ve Şili'dir. Üzümsü

meyvelere verilen önemin en önemli nedenleri antioksidan aktivitelerinin yanı sıra kanserden koruma ve yaşlanma karşıtı potansiyelleri gibi faktörlerle, insanların daha sağlıklı bir beslenme düzenine ulaşmalarına yardımcı olmak için tercih edilen meyvelerdendir (Bezerra ve ark., 2024:2).

Böğürtlen, ahududu ve frenk üzümü kültivarlarından elde edilen meyve ekstraktlarının serbest radikal inhibitörleri olarak etkili bir şekilde işlev gördüğü bildirilmektedir. Üzümsü olarak sınıflandırılan meyveler; yüksek polifenol, antioksidan, vitamin, mineral ve lif içerikleri nedeniyle önemli sağlık yararları sağlamaktadır. Polifenoller, hidroksibenzoik asitler, hidroksisinamik asitler, antosiyaninler, proantosiyanidinler, flavonoller, flavonlar, flavanoller, flavanonlar, izoflavonlar, stilbenler ve lignanlar gibi çeşitli sınıflara ayrılan çok geniş bir bileşik yelpazesinden oluşmaktadır ve bu bileşikler üzümsü meyvelerde doğal olarak bulunmaktadır. Ayrıca genotipin üzümsü meyvelerindeki biyoaktif bileşiklerin konsantrasyonları üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu meyvelerin ekstraktları, potansiyel sağlık faydaları nedeniyle bitkisel diyet takviyesi formlarında yaygın olarak tüketilmektedir. Pek çok laboratuvar ve hayvan çalışması, üzümsü meyvelerinin antikanser, antioksidan ve antiproliferatif özelliklere sahip olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle biyoaktif bileşenleri; metabolizma enzimlerinin indüksiyonu, gen ekspresyonunun modülasyonu, hücre proliferasyonu, apoptoz ve hücresel sinyal iletim yolları üzerindeki etkileri de dâhil olmak üzere birbirini tamamlayan ve örtüşen çeşitli etki mekanizmaları aracılığıyla antikanser etkiler göstermektedir. Çilek ve siyah ahududu gibi bazı türler, kanser kemopreventif potansiyele sahip gallik asit ve ellajik asit gibi fenolik bileşiklerin önemli kaynakları olarak tanımlanmıştır (Nile ve Park, 2014: 138).

Üzümsü meyveler iyi bir polifenol kaynağıdır, ve epidemiyolojik ve klinik çalışmalarda, bu bileşenler gelişmiş kardiyovasküler risklerin önlenmesinde göz önüne alınmaktadır. Kızılcık, yaban mersini ve çilek (taze veya meyve suyu veya dondurularak kurutulmuş) tüketimi ile LDL oksidasyonunda, lipid peroksidasyonunda, toplam plazmada, dislipidemi ve glukoz metabolizmasının düzenlenmesinde fonksiyonlara sahip oldukları belirtilmektedir (Basu ve ark., 2010:170-173).

(Poli)fenoller ayrıca iskelet kası kan akışını artırarak endotel fonksiyonunu da etkileyebilir. Bu etkinin, nitrik oksit (NO) biyoyararlanımının artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir, çünkü (poli)fenoller, NO biyoyararlanımını azaltan bir enzim olan nikotinamid adenin dinükleotid fosfat (NADPH) oksidazı inhibe eder. Artan kan akışı, iskelet kasına besin ve oksijen tedarikini artırarak ve ayrıca yorgunluk yaratan metabolitlerin temizlenmesini hızlandırarak egzersiz performansını iyileştirebilmektedir (Martinez ve ark., 2024:445).

Suda çözünen biyoaktif polifenoller (WBP), DNA hasarı ve hücre içi oksidatif stres yoluyla insan meme kanseri MCF-7 hücrelerinin apoptozunu indüklemekten sorumludur. Dahası, sindirim sistemi işlevselliğinin, uyku

kalitesinin iyileştirilmesi de WBP açısından zengin meyve tüketimiyle ilişkilendirilmiştir. Polifenolik içeriğin yanı sıra, üzümsü meyvelerinin hepatoprotektif, antitümör ve antiviral özellikleriyle bilinen serebrositler ve oleanolik ve ursolik asitler gibi fitokimyasallar içerdiği bulunmuştur. Kızılcık meyvesi bir savunma mekanizması olarak üretilen ve anti-inflamatuar özelliklere sahip bir grup bitki glikoziti olan iridoidler içerirler, aynı zamanda elde edilen kızılcık meyvesi özleri, karaciğer, beyin, kalp ve böbrek hücreleri gibi birçok organ hücresi üzerinde koruyucu etkileriyle bilinmektedir. Genel olarak, söz konusu mekanizma ve sağlık durumundan bağımsız olarak, üzümsü meyvelerin hastalıklara karşı faydalı, koruyucu ve önleyici etkiler açısından günlük beslenmeye dahil edilmelerinin faydalı olacağı belirtilmektedir (Dumitrascu ve ark., 2024: 22).

Doğada 1100'den fazla doğal olarak oluşan karotenoid tanımlanmıştır ve bunlar farklı yapılarına (siklik veya siklik olmayan) göre iki gruba ayrılabilir: karoten - karbon ve hidrojen atomlarından oluşan kimyasal yapılar; ksantofiller - karotenoidlerden türetilen oksijenli yapılardır. Her iki karotenoid türü de üzümsü meyvelerinde yaygındır. Karotenoidlerin tamamı diyetteki başlıca biyoyararlanılabilir karotenoidlerdir ve insan vücut sıvıları ve dokularında belirgin şekilde bulunurlar ve farklı yapısal özellikler sergilemektedirler. İlk üçü moleküler yapılarında sadece iki element olan karbon ve hidrojen içerir ve oksijen içermezken, lutein ve zeaksantin oksijen içerir ve likopen, diğer dördünde görülen halka yapılı kapalı döngü formlarının aksine, halka yapısı olmayan açık döngülü bir forma sahiptirler. Karotenoidler görme fonksiyonlarını koruyucu, antioksidan, nöroprotektif, kardiyoprotektif, kanser önleyici ve obezite karşıtı etkilere sahip bileşiklerdir (Li ve ark., 2024: 2).

Üzümsü Meyvelerin Sağlık Yönüyle İlgili Yapılmış Bazı Çalışmalar

Yaban mersini (mavi yemiş); taze meyve olarak, meyve suyu sanayisinde, süt ve süt ürünleri teknolojisinde, meyveli ekmek, çörek, kek, puding ve pastalarda, baharat sanayisinde, meyve salatalarında, reçel, marmelat ve konserve sanayisinde, çay, diyet menülerinde, gıda sektöründe kullanılmaktadır. Yapılan bir çok çalışmada sahip olmuş olduğu bu özellikler ile kansere karşı, tümör inhibisyonda, endotel doku fonksiyonun ve beyin gelişimi, üremi sistemi üzerine etkileri, bağırsak, karaciğer, kalp damar, şeker, tansiyon, diyabet, kronik ve göz hastalıklarının önlenmesinde yaygın olarak tüketilmesi önerilmektedir. Ayrıca, nöral dokuların korunmasında, reseptörlerdeki ışığa duyarlılıkta, romatizmal hastalıklar, hidroksilasyon ve glikozilasyon, serum antioksidan kapasitesinin artırılmasında, nöronal ve davranışsal fonksiyonlarda, sperm motilite, vitalite ve morfolojisinde, mide ve bağırsaklarla ilgili rahatsızlıklarında, özellikle aktif bağışıklık sağlama, agız içi yaralarını iyileştirmesinde etkili olduğuna dair bilgiler yer almaktadır. Bu bilgiler doğrultusunda yaban mersininin

sadece bir besin maddesi ya da gıda olarak değil aynı zamanda; sağlık alanında kullanılan aktif tedaviler için tamamlayıcı bir ilaç hammaddesi haline geldiği ifade edilmektedir (Aydemir ve ark., 2022: 159).

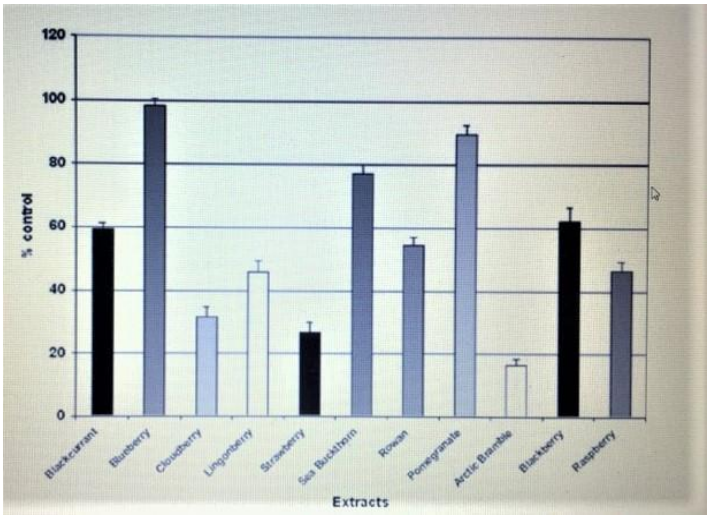
Yaban mersini takviyesi ile ilgili yapılmış bir çalışmada yumurtalıkları alınmış sıçanlarda dondurulmuş yaban mersini tozu ile zenginleştirilmiş diyetlerin tüm vücut kemik mineral yoğunluğu kaybını önlediğini, kemik mineral içeriğini iyileştirdiğini ve serum osteokalsini azalttığını göstermiştir; bu durumun kemik döngüsünün stabilizasyonunu sağladığını düşündürmektedir. Ek çalışmalar, yaban mersininden elde edilen fenolik asitlerin p38 MAPK/β-katenin sinyal yolunun aktivasyonu yoluyla kemik büyümesini desteklediğini, osteoblast farklılaşmasını arttırdığını ve osteoklastogenezi engellediğini göstermiştir. Ayrıca, yaşamın erken dönemlerinden itibaren yaban mersini tüketiminin osteoblast yaşlanmasını önlediği ve yetişkin kemik kaybını azalttığı gösterilmiş, bu durumun meyve polifenollerinin potansiyel uzun vadeli koruyucu etkilerini vurgulamaktadır (Perna ve ark., 2025: 10).

Yapılmış bir çalışmada bazı üzümsü meyve özütlerinin kanser hücrelerine olan inhibisyon oranları Şekil 1 de verilmiştir. En etkili özütün yaban mersini, ikinci sırada nar özütü olduğu tespit edilmiştir (Battino ve ark., 2009: 146).

Antosiyaninler, diyet antioksidan alımının büyük bir kısmına katkıda bulunan bir polifenol alt sınıfı olan flavonoid grubuna dahildir. Bu bileşikler doğal kaynaklardan elde edilen suda çözünür pigmentlerdir. Meyvelerin, sebzelerin, çiçeklerin ve diğer bitki dokularının veya ürünlerinin kırmızı, mavi ve mor renklerinin çoğundan sorumludurlar. Yapılan başka bir çalışmada, yaban mersini alımı vücut yağ birikimini desteklerken, yaban mersini veya yaban mersini tozundan elde edilen antosiyanin özütü, C57BL/6 farelerinde yüksek yağlı öğünlere (enerjinin %45'i) ek olarak verildiğinde, antosiyanin özütünün alınması vücut ağırlığı artışını ve vücut yağ birikimini önemli ölçüde inhibe ettiği gözlenmiştir. Antosiyanin alımının, obez fare modellemesinde, yüksek yağlı bir diyetin neden olduğu kan şekeri seviyesinin yükselmesini engelleyebileceğini bildirmiştir (Afacan ve Sönmezdağ, 2020: 20).

Acai (*Euterpe oleraceae* mart) meyvesinin, yara iyileşmesi ve bağışıklık sistemini güçlendirme için uzun yıllardır bitkisel ilaç olarak kullanıldığı bildirilmiştir. Yapılmış bir çalışmada acai'nin sulu ekstraktının, alkollü ekstraktına kıyasla önemli ölçüde yüksek yara iyileştirme kapasitesi gösterdiği kanıtlanmıştır. Çalışmada 6 haftalık Sprague-Dawley sıçanlarında asetik asit ile oluşturulan ağız yaralarının, 6 gün boyunca günde 50 µl acai ekstraktı ile tedavi edildiği ve ağız yaralarının iyileştiği gösterilmiştir. Benzer şekilde, fibroblast hücreleri (HS68) ve inflamasyon kaynaklı osteoklastogeneze, 1 mg^{-1} /mL^{-1} acai ekstraktı ile 24 saat uygulama ile daha iyi iyileşme özellikleri gözlendiğini belirtmiştir. Acai ekstraktının terapötik özellikleri, proinflamatuar belirteçleri düzenleyerek ve hücre çoğalmasını,

kolajen sentezini, mukoza rejenerasyonunu ve yeniden epitelizasyonu teşvik ederek anti-inflamatuar etkiler gösteren mevcut polifenollerle bağdaştırılarak teşvik ettiği bildirilmiştir (Jain ve ark., 2025:3-6).



Şekil 1: Bazı üzümsü meyve özütleri ile HeLa kanser hücrelerinin inhibisyon oranları (Battino ve ark., 2009: 146).

Üzümsü meyvelerin tüketiminin gözlemlenen uzun vadeli sağlık yararları için fitokimyasal bileşenlerin (ve metabolitlerinin), mikro besinlerin, yüksek lif içeriğinin ve sindirim ve kolonik fermantasyon sırasında diğer besinler ve metabolitlerle olan sinerjik etkileşimlerin birleşik etkisi olarak düşünülebilir. Gelecekteki araştırmalar, bu meyvelerin faydalı etkilerine yol açan altta yatan mekanizmaları anlamak için uzun vadeli klinik

Tablo 1: Bazı Üzümsü Meyvelerin İçerikleri ve Sağlık Yönünden Etkileri
(Nile ve ark. 2014:141, Szajdek ve Browska, 2008: 151, Pappas ve ark., 2009: 756).

Meyve	Başlıca İçerik	Sağlık Etkisi
Blueberry Mavi Yemiş (Yaban Mersini)	Yüksek oranda antioksidan, C, B kompleks, E ve A vitaminleri içerir. Selenyum, çinko, demir ve manganez bakımından zengindir. Beta-karoten, lutein ve zeaksantin içerir.	Kanser önleyici, iltihap önleyici, diyabet önleyici özelliklere sahiptir. Kilo kaybını ve maküler dejenerasyonu önler. Alzheimer hastalığını önlemeye yardımcı olur; yaşlanma belirtilerini tersine çevirir; dolaşımı korur ve iyileştirir; kolesterolü düşürür
Böğürtlen	Yüksek oranda antioksidan, polifenol, manganez, folat, lif, siyanür-3-O-glukozit ve C vitamini içerir. Salisilat ve yüksek oranda tanen içerir.	Serbest radikal hasarıyla savaşır; antiseptik, antibakteriyel/antiviral, antikanser; kolesterolü düşürür; yaşlanma sürecini geciktirir; ağrı kesici ve analjeziktir; ağrı gidericidir; kan damarlarına güç verir.
Kızılcık	C, A vitaminleri, kalsiyum, demir, folat, magnezyum ve manganez açısından zengindir. İncelenen diğer meyvelere göre daha yüksek oranda fenolik madde içerir.	Antibakteriyel, antiseptik ve idrar söktürücü; sindirime yardımcı olur; lenfatik sistemden yağları uzaklaştırır; ve kardiyovasküler sağlığı destekler.
Yaban Mersini (Bilberry)	Antosiyanin ve flavonol bakımından zengindir. C, E vitaminleri ve manganez bakımından zengindir. Karotenoid, lutein ve zeaksantin içerir.	Göz, ağız ve diş eti sağlığı için iyidir. Güç verir; güçlü iltihap önleyicidir; kan damarlarını korur ve atardamarları güçlendirir; ve dolaşımı iyileştirir.
Ahududu	C, B, U-3 vitaminleri, lifler, gallik asit, ellagik asit açısından zengindir ve güçlü bir antioksidan görevi görür. Folat, demir, potasyum, bakır ve lutein içerir.	Kanser önleyici; serbest radikal hasarını önler; antimikrobiyaldir; ve metabolizma hızını artırarak yağ yakımını hızlandırır. Göz sağlığı ve gücü için mükemmeldir.
Kara Mürver	C, A ve B vitaminleri açısından zengindir. Yüksek miktarda flavonoid ve karotenoid içerir. Kalsiyum ve demir bakımından zengindir.	DNA'yı serbest radikallerden kaynaklanan hasardan korur; artrit rahatsızlıklarına yardımcı olur; solunum ve astımı iyileştirir; bağışıklık sistemini güçlendirir; ve sindirim sistemini uyarır.
Siyah Frenk Üzümü	Antosiyaninler, kalsiyum, çinko, magnezyum, potasyum, A, B2 vitaminleri ve gibberellik asitler açısından zengindir.	İltihap önleyici, kanı temizler ve kolesterolü düşürür; sindirimi, karaciğeri, pankreası, dalağı ve böbrekleri uyarır.

çalışmalardan güvenilir veriler ve destekleyici kanıtlar toplanarak daha bilimsel hale getirilebilecektir (Aguilera, 2024:19). Üzümsü meyvelere ait sağlık etkileri Tablo 1'de görülmektedir.

Üzümsü meyveler oksidatif stresi azaltan yüksek antioksidan potansiyele sahip meyvelerdir. Böylelikle DNA'ya, lipidlere ve proteinlere zarar veren radikalleri engelleyerek, sinerjik bir etkiyle multikomplex yapıda fitokimyasallar ile iyi bir koruma sağladıkları bildirilmiştir (Ma ve ark., 2019:5).

25 -200 µg / mL arasında değişen konsantrasyonlarda üzümsü meyve özleri ile insanlarda ağız, göğüs, kolon ve prostat tümör hücre hatlarında hücre çoğalmasını önlemede etkili oldukları belirlenmiştir (Seeram ve ark., 2006: 9329).

Ellajik asit, çeşitli bitki türlerinde, özellikle meyvelerde bulunan, doğal olarak oluşan bir fenolik lakton bileşiğidir. Ellajik asit bitkilerde, bitki hücre duvarı ve hücre zarının yapısal bileşenleri olarak ellagitanninler olarak adlandırılan hidrozlanabilir tanenler formunda bulunur. Ellagitanninler, hidrolize edildiğinde ellajik asit veren ellajik asitli glikoz esterleridir. Ellajik asit, çilek, ahududu, kızılcık ve üzüm gibi birçok meyvelerde yüksek konsantrasyonlarda bulunmaktadır (Landete, 2011:1156). Ellajik asidin güçlü bir antikanserojen ajan olduğu gösterilmiştir ve ellajik asidin antikanser yararları olduğu öne sürülen ana mekanizmalardan biri, çevresel toksinlerin metabolizmasını modüle etmek ve dolayısıyla bu kimyasallar tarafından indüklenen karsinojenezin başlamasını önlemektir. Ayrıca bu karsinojenlerin DNA'ya doğrudan bağlanmasını engelleyerek antimutajenik aktiviteye sahip olduğu da ileri sürülmektedir. Oral uygulamada, ellajik asit, hem *in vitro* hem de *in vivo* karbon tetraklorüre karşı hepatoprotektif aktivite de sergilemektedir (Vattem ve Shetty, 2005:245).

Son yıllarda, yaşlı nüfus diğer tüm nüfusa göre daha yüksek oranlarda artmıştır. Nüfus grubunda, kognitif bozukluklara bağlı nörodejeneratif hasarlara ve yaşlanmaya bağlı hastalıklarda artışa neden olan çözümler için arayışlara girmek gerekmektedir. Yaşlanma ile ilişkili temel nörobilişsel sorunları önleyebilecek diyet stratejileri çok önemlidir. Yapılmış bir çalışmada kakao flavanollerinin ve kırmızı üzümsü meyvelerin tüketilmesinin etkisi analiz edilmiştir. Beyin kaynaklı nörotrofik faktör (BDNF) ve sinir büyüme faktörü reseptörü üzerindeki dut antosiyaninleri (NGF-R) ve bilişsel performansta olası iyileşmeler saptanmıştır. Sonuç olarak, çalışmada nörotrofin seviyelerinde herhangi bir değişiklik olmaksızın yürütücü işlevlerde gelişme görülmüştür (García-Cordero et al., 2022:12).

Üzümsü meyvelerden böğürtlen, yaban mersini ve dut da dahil olmak üzere pek çoğunun potansiyel nöroprotektif özelliklere sahip çeşitli biyoaktif metabolitler içerdikleri gösterilmiştir. Bu metabolitler arasında flavonoidler, karotenoidler, C ve E vitaminleri ve antosiyaninlerin yer aldığı bilinmekte olup, klinik öncesi çalışmalardan elde edilen bulgular, bu metabolitlerin nörodejeneratif hastalıklarda (Alzheimer ve Parkinson hastalıkları), serebrovasküler kazalarda, amnezide ve yaşa bağlı bilişsel gerilemede rol oynayan süreçleri düzenleme yeteneğine sahip olduğu raporlanmıştır. Örneğin, askorbik asit (C vitamini) güçlü antioksidan aktivite göstererek,

iskemik inme sırasında serbest radikal üretimini ve ardından gelen nöronal hasarı potansiyel olarak hafifletebileceği, benzer şekilde, ellajik asitin (EA), beyindeki temel sinyal moleküllerinin azalmasını önleyerek hafıza eksikliklerine karşı koruma sağlayabileceği bildirilmiştir. Üstelik, ön bulgular, gallik asit (GA) ve laktik asit gibi bazı meyve metabolitlerinin yaralanmalar sonrasında antiinflamatuar mekanizmalar ve gelişmiş hücresel direnç yoluyla nöroprotektif etkiler gösterebileceğini düşündürmektedir (Norouzkhani ve ark., 2024: 2).

Kuş üzümü ve kızılcık diyetleri, striatal dopamin salınımı ile ölçülen nöronal sinyal iletimini güçlendirirken, yaban mersini ve kızılcık diyetleri, motor performans ve hipokampal açıkları iyileştirmede etkili bulunmuştur. Yaban mersini, kızılcık ve kuş üzümündeki polifenollerin nöronal işleyişi arttırma ve beyindeki nöroprotektif bir tepki üretme kabiliyetine sahip olduğu bulunurken, yaban mersini ve kızılcık polifenollerinin yaşlı sıçanlarda kas tonusu, mukavemet ve dengeyi geliştirme yeteneğine sahip olduğu belirtilmektedir (Özkan, 2020: 41).

Ellajik asit ve diğer ilgili fenolikler, antimikrobiyal aktiviteler farklı etki tarzlarına da sahip olabilir. Fenolik fitokimyasallar, özellikle fenolik asitler, zayıf asitlerdir ve biyolojik pH 6,8–7,2'de hücre zarında ayrışabilirler. Tanenler gibi fitokimyasallar ve ellajik asit hidrolize ürünleri, mikrobiyal büyüme ve metabolizma için kritik olan metal iyonlarını ayırarak mikroorganizmaların gelişmesini de engelleyebilmektedirler (Vattem ve Shetty, 2005: 251).

Diğer bir çalışmada narın ana polifenol bileşiği olan ellajik asidin izole edilmiş ve saflaştırılmış MRSA üzerinde antimikrobiyal etkilerinin olduğu tespit edilmiştir (Bindu ve ark., 2016: 251).

Benzer şekilde yapılmış bir başka çalışmada ahududu özütlerinin içerdiği ellajik asidin gram pozitif bakterilere ve mayalara karşı etkili olduğu gözlenmiştir (Bobinaitė ve ark., 2013:341).

Bağırsak mikrobiyomunda en önemli iki bakteri filumu olan *Firmicutes* ve *Bacteroidetes*, bağırsakta bulunan tüm bakterilerin %90'ından fazlasını oluşturarak metabolizmada kritik rol oynarlar ve konakçının metabolik ve bağışıklık homeostazının korunmasında önem taşımaktadırlar. Meyvelerde bulunan kompleks karbonhidratlar ve polifenoller, bunları metabolize eden *Firmicutes* ve *Bacteroidetes*'in belirli alt gruplarını seçici olarak modüle etme kapasitesine sahiptirler ve böylece metabolik ve bağışıklık risk faktörlerinin ilerlemesiyle ilişkili olan *Firmicutes*/*Bacteroidetes* oranını artırabilir veya azaltabilirler. Gelecekte, insan mikrobiyomunun ve genel sağlığa katkısının, istenen fizyolojik sonuçlar için seçilen meyvelerle hassas bir şekilde hedeflenmesi, kronik sağlık sorunlarını yönetmeye ve optimal sağlığı desteklemeye yardımcı olan beslenme stratejilerini kişiselleştirmek için kullanılabilecektir ve üzümsü meyvelerin bu anlamda potansiyelinin yüksek olacağı düşünülmektedir (Komarnytsky ve ark., 2023: 162).

Amerika Birleşik Devletleri'ndeki yetişkinlerden oluşan ulusal düzeyde temsili örneklemde, yaklaşık %17'sinin meyve tükettikleri ve en sık tüketilen meyve türünün çilek olup, bunu yaban mersini ve böğürtlen takip ettiği gözlenmiştir. Meyve tüketicilerinin eğitim düzeyi ve fiziksel aktivite gibi daha yüksek sağlık göstergelerine sahip olma eğiliminde oldukları görülmüş ve katılımcılar 8 yıl boyunca takip edilmiştir. Toplam meyve tüketimiyle tüm nedenlere bağlı ölüm riskinde %21'lik bir azalma gözlenmiştir. Çilek, yaban mersini ve kızılcık tüketicilerinde de tüm nedenlere bağlı ölüm riski azalmıştır. Ayrıca, toplam ve çoğu flavonoid sınıfının (flavanonlar hariç) yüksek alımının, tüm nedenlere bağlı ölüm riskinin azalmasıyla anlamlı derecede ilişkili olduğu raporlanmıştır (Zhang ve ark., 2024:738).

Meyvelerin alerjenik potansiyeli, çeşidine ve bileşimine bağlıdır. Öte yandan, birçok meyve, sebze ve çilekte bulunan bir flavonol olan kuersetinin, antijene özgü IgE antikor oluşumunu kısıtladığı bildirilmiştir. Saskatoon çileklerinde (*Amelanchier alnifolia*) (307 mg/kg'a kadar), kızılcıklarda (*Cornus mas*) (120–360 mg/kg) ve siyah chokeberry'lerde (*Aronia melanocarpa*) yüksek miktarda kuersetin bulunmuştur. Üzümsü meyvelerin işlenmesi sırasında alerjenliğin, işleme yöntemi, sıcaklık, proteinlerin moleküler özellikleri ve reaktivite (Maillard reaksiyonu oluşumu gibi) gibi birçok faktöre bağlı olarak artabileceği veya azalabileceği de unutulmamalıdır (Dumitrascu ve ark., 2024: 24).

SONUÇ

Üzümsü meyveler; zengin polifenol, antosiyanin, karotenoid, vitamin ve mineral içerikleri sayesinde antioksidan, antikanser, kardiyoprotektif, nöroprotektif ve metabolik düzenleyici etkilere sahip önemli fonksiyonel gıdalardır. Küresel üretim ve tüketime yönelik artan talep, bu meyvelerin sağlık üzerindeki olumlu etkilerine ilişkin bilimsel kanıtlarla paralellik göstermektedir. Klinik, epidemiyolojik ve deneysel çalışmalar; üzümsü meyvelerin kardiyovasküler hastalıklar, kanser, nörodejeneratif hastalıklar, obezite ve diyabet gibi kronik hastalıkların önlenmesi ve yönetiminde potansiyel rol oynadığını ortaya koymaktadır. Ayrıca bağırsak mikrobiyotası, bağışıklık sistemi ve yaşlanma süreçleri üzerindeki olumlu etkileri, bu meyvelerin günlük beslenmede düzenli ve çeşitli biçimde tüketilmesini desteklemektedir. Bununla birlikte, üzümsü meyvelerin sağlık alanındaki kullanımına yönelik daha uzun süreli ve kapsamlı klinik çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Nutrosötik meyveler ilaç kullanımı olan yaşlı bireylerde kullanılırken besin ilaç etkileşimine dikkat edilmelidir. Özellikle greyfurt ve nar, kullanılan ilaçların etkisini değiştirebilmekte ve yeni doz ayarlaması gerekebilmektedir. Her meyvenin sağlığımız üzerinde

farklı faydalı etkileri olduğu için tek tür meyve tüketimi yerine çeşitli renklerde ve türlerde meyvelerin tüketilmesine özen gösterilmelidir.

REFERANSLAR

Afacan, F.Ö., Sönmezdağ, A.S. (2020). Antosiyaninlerin beslenmedeki önemi ve sağlık üzerine etkileri. Karya Journal of Health Science, 1(1), 19-24.

Aguilera, J.M. (2024). Berries as foods: Processing, products, and health implications. Annual Review of Food Science and Technology, 15, 1–26.

Aydemir, E., Altan, M., Tekşam, A.B. (2022). Blueberry' nin Yapısal Özellikleri ve Alternatif Kullanım Alanı Olarak Sağlık. 2nd International Congress of Engineering and Natural Sciences Studies Kongresinde Sunulmuş Bildiri, 153-162.

Basu, A., Rhone, M., Lyons, T.J. Berries: emerging impact on cardiovascular health. Nutrition Reviews, 68(3),168–177.

Battino, M., Beekwilder, J., Denoyes- Rothan, B., Laimer, M., McDougall, G.J., Mezzetti, B. Bioactive compounds in berries relevant to human health. Nutrition Reviews, 67(Suppl. 1),145–150.

Bezerra, M., Ribeiro, M., Cosme, F., & Nunes, F.M. (2024). Overview of the distinctive characteristics of strawberry, raspberry, and blueberry in berries, berry wines, and berry spirits. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 23, e13354.

Bindu, I., Jayachandran, V.P., Elcey, C.D. (2016). Evaluation of Antistaphylococcal Activity of Ellagic Acid Extracted from Punica granatum Fruit Peel on MRSA. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 5(2), 245-253.

Bobinaite, R., Viskelis, P., Sarkinas, A., Venskutinos, P.R. (2013). Phytochemical composition, antioxidant and antimicrobial properties of rasberry fruit, pulp, and marc extracts. CyTA-Journal of Food, 11(4), 334-342.

Dumitrascu, L., Banu, I., Patrascu, L., Vasilean, I., & Aprodu, I. (2024). The influence of processing on the bioactive compounds of small berries. Applied Sciences, 14, 8713.

García-Cordero, Pino, A., Cuevas, C., Puertas-Martin, V., Roman, R.S., Pascual-Teresa, S. (2022). Neurocognitive Effects of Cocoa and Red-Berries Consumption in Healthy Adults. Nutrients 14, 1.

Jain, S., Sivapragasam, N., Maurya, A., Tiwari, S., Dwivedy, A.K., Thorakkattu, P., Koirala, P., & Nirmal, N. (2025). Edible berries: An update on nutritional composition and health benefits—Part I. Current Nutrition Reports, 14, 7.

Komarnytsky, S., Wagner, C., Gutierrez, J., & Shaw, O.M. (2023). Berries in microbiome-mediated gastrointestinal, metabolic, and immune health. Current Nutrition Reports, 12, 151–166.

Landete, J. M. (2011). Ellagitannins, ellagic acid and their derived metabolites: A review about source, metabolism, functions and health. Food Research International, 44, 1150–1160

Li, Y., Li, T., Yan, Z., Bariami, W., Wu, C., Yan, S., Fan, G., Li, X., Zhou, D., Cong, K., & Cheng, J. (2024). Carotenoids in berries: Composition, benefits, metabolic processes and influencing factors – A review. Scientia Horticulturae, 329, 112956.

Ma, Z.F., Zhang, H., Teh, S. S., Wang, C. C., Zhang, Y., Hayford, F., Wang, L., Ma, T., Dong, Z., Zhang, Y., Zhu, Y. (2019). Goji Berries as a Potential Natural Antioxidant Medicine: An Insight into Their Molecular Mechanisms of Action. Oxidative Medicine and Cellular Longevity, 1, https://doi.org/10.1155/2019/2437397.

Martínez, A.P., Coutiño Diaz, M., Anaya Romero, L., Redha, A.A., Zare, R., Ventura Hernandez, S., Prokopidis, K., & Clifford, T. (2024). Effects of Vaccinium berries (blueberries, cranberries and bilberries) on oxidative stress, inflammation, exercise performance, and recovery: A systematic review. Food & Function, 15, 444–460.

Nile, S.H., Park, S.W. (2014). Edible berries: Bioactive components and their effect on human health. Nutrition, 30, 134–144.

Norouzkhani, N., Afshari, S., Sadatmadani, S.-F., Mollaqasem, M.M., Mosadeghi, S., Ghadri, H., Fazlizade, S., Alizadeh, K., Akbari Javar, P., Amiri, H., Foroughi, E., Ansari, A., Mousazadeh, K., Davany, B.A., Akhtari Kohnehshahri, A., Alizadeh, A., Dadkhah, P.A., & Poudineh, M. (2024). Therapeutic potential of berries in age-related neurological disorders. Frontiers in Pharmacology, 15, 1348127.

Özkan, N. (2020). Bazı Nutrasötik Meyvelerin Nörodejeneratif Etkileri. ERÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 7(1), 37-45.

Pappas, E., Schaich, M. (2009). Phytochemicals of cranberries and cranberry products: Characterization, potential health effects and processing stability. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 49, 741–781.

Perna, S., Ruina, G.F., Acharya, A., Mazzola, G., Rondanelli, M., & Riso, P. (2025). Berries derived polyphenols and bone health: A systematic review. Nutrients, 17, 3440.

Seeram, N.P., Adams, L.S., Zhang, Y., Lee, R., Sand, D., Scheuller, H.S., & Heber, D. (2006). Blackberry, black raspberry, blueberry, cranberry, red raspberry, and strawberry extracts inhibit growth and stimulate apoptosis of human cancer cells in vitro. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54(25), 9329–9339.

Szajdek, A., Borowska, J.E. (2008). Bioactive compounds and health-promoting properties of berry fruits: A review. Plant Foods for Human Nutrition, 63, 147–156.

Vattem, D.A., Shetty, K. (2005). Biological functionality of ellagic acid: a review. Journal of Food Biochemistry, 29, 234–266.
Zhang, L., Muscat, J.E., Chinchilli, V.M., Kris-Etherton, P.M., Al-Shaar, L., Richie, J.P. (2024). Consumption of berries and flavonoids in relation to mortality in NHANES, 1999–2014. The Journal of Nutrition, 154, 734–743.

Antikoagülan Kullanan Hastalarda Hemşirelik Bakımı

Cevriye ALTUNTAŞ[1]
Züleyha SEKİ[2]

1. Uzman Hemşire Cevriye Altuntaş; Denizli devlet Hastanesi Kardiyoloji Servisi, cevriye20_7@hotmail.com ORCID No:0000-0002-6348-7202
2. Dr. Öğretim Üyesi Züleyha Seki Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü. Cerrahi Hastalıklar Hemşireliği ABD, zuleyhaseki@mu.edu.tr ORCID No:0000-0001-5262-257

Özet

Tıp ve teknoloji alanındaki gelişmeler, sağlıklı yaşam sürecini olumlu etkilemiştir. Yaşam sürecinin uzamasının olumlu etkilerinin yanı sıra, hemşirelerin farklı sağlık sorunlarını önleme ve yönetme sorumluluğunu da arttırmıştır. Başlangıçta sadece bireyin fiziksel gereksinimleriyle ilişkili sorunlarını hedef alan hemşirelik, zaman içinde hem hasta hem de sağlıklı bireyin fiziksel, ruhsal ve sosyal durumlarına bütüncül bir bakış açısıyla yaklaşmaya başlamıştır (Açıkgöz ve Baykal, 2023). Hemşirelik bakımı, sağlığın korunması, geliştirilmesi, hastalıkların iyileştirilmesi için bireylere ve topluma yaşamları boyunca en iyi olan sağlık sonucuna ulaşma çabasını gösterirken, hemşire ve hasta arasında kişilerarası etkileşimi gerektiren duygu ve davranış paylaşımını gerektiren bir süreçtir (Hadadian-Chaghaei ve ark., 2022). Bu bakım, bireylerin kültürüne uygun olarak verilen, etkili, profesyonel, yetkin, insancıl ve bilimsel temellere dayanan mesleki bir eylemdir (Arnold ve Boggs, 2019). Hemşirelerin bakım rolleri 13 başlık altında toplanmıştır. Bunlar bakım verici rolü, hasta savunucu rolü, iletişim ve eşgüdüm sağlayıcı rolü, rehabilite edici rolü, yönetici rolü, karar verici rolü, hasta savunucu rolü, özerk ve sorumluluk sahibi olma rolü, danışman rolü olarak sıralanmaktadır (Aydemir Gedük, 2018).

Antikoagülan ilaçlar; kardiyovasküler hastalıkların tedavisinde yaşam kurtarıcı olmalarına rağmen zarar verme potansiyelleri yüksek olan ilaçlardır ve yanlış kullanımda tekrarlı hastane yatışları görülebilmektedir. Tedavi edici aralığının üzerinde ilaç kullanımına bağlı diş eti ve burun kanaması, gastrointestinal ve intrakraniyal kanama ya da kalp tamponadı gibi komplikasyonlar gelişebilmektedir. Tedavi edici aralığın altında ilaç kullanımına bağlı ise miyokard enfarktüsü, pulmoner emboli ve inme gibi ölüm ve sakatlıkla sonuçlanabilecek komplikasyonlar gelişebilmektedir. Bu nedenle antikoagülan ilaçların doğru ve güvenli kullanımı sağlanarak tedaviye uyumun arttırılması önemlidir (Claire vd., 2021; Schulman ve Levine, 2020).

Anahtar Kelimeler: Hemşirelik Bakımı, Kardiyovasküler Hastalıklar, Antikoagülan Tedavi, Hasta Eğitimi, Taburculuk Sonrası Takip

Giriş

Hemşireliğin temeli olan bakım rolü sağlığı korumak, hastalık durumunu yönetebilmek, iyileşme süresi boyunca maksimum işlev ve bağımsızlığın kazanılmasına yardım etmeyi içermektedir. Bakım kavramı hemşireliğin temel amacını oluşturur. Hemşirelerin bakım rolünü kullanırken bağımsız karar verme yetkisi vardır. Günümüzde yürürlükte olan hemşirelik yönetmeliğinde; hemşire hasta bakımını planlar, uygular, değerlendir ve denetler ifadesi yer almaktadır Ancak hemşireler rollerini kullanmakta çeşitli zorlukların yaşandığını belirtilmektedir. Bunun nedenleri arasında; yüksek oranda iş yükü ve hasta-hemşire sayısındaki adaletsizlikler, hekimlerin kendilerini hemşirelerin amirleri olarak görmesi, hemşirelerin görev tanımlarına aykırı iş yaptırılmaya çalışılması ve sorumlu tutulması, okul ve

klinik deneyimin farklı oluşu gibi faktörler sayılmaktadır (Cihangiroğlu, 2023).

Cerrahi klinikler, uygulanan cerrahi işlemler nedeni ile iş yoğunluğunun fazla olduğu, hastaların tüm ihtiyaçlarının sağlık profesyonelleri ve özellikle de hemşireler tarafından karşılandığı ve bakım rollerinin ön plana çıktığı kliniklerdir. Ameliyat için kliniğe gelen hastanın kliniğe kabul süreci ile başlayan, ameliyathanede cerrahi pozisyon verilmesi ile devam eden ve taburculuk ile sonlanan ameliyat süreci sırasındaki ve sonrasındaki bütün bakım sorumluluğu hemşirelere aittir (Atakoğlu vd., 2020).

Cerrahi kliniklerde hemşire iş yükü; hasta başına düşen hemşire sayısı, hasta bakım gereksiniminin karmaşıklığı (postoperatif izlem, ağrı yönetimi, dren/kateter bakımı, mobilizasyon, yara bakımı vb.), vardiya düzeni ve destek personeli gibi değişkenlerin eklenmesi ile bakımın niteliğini ve hasta güvenliğini doğrudan etkileyen kritik bir belirleyicidir. İş yükünün yükselmesi, hemşirelerin zorunlu önceliklendirme yapmasına ve bazı bakım faaliyetlerinin gecikmesine ya da hiç yapılamamasına neden olabilir. Ayrıca cerrahi süreçte kliniklerde çalışan hemşireler, hastaların bilinmezlik korkusu, beden imajındaki değişiklikler, bağımlı hissetmek gibi birçok olumsuz duygular ile baş etmede rol oynamaktadır. Bu süreçte hasta merkezli bakım kapsamında; bilgilendirme, psikolojik destek, beslenme, boşaltım, hareket, ağrı kontrolü ve iyileşmeyi destekleyen eğitimler ile hastaların sağlığını geri kazandırmaya yönelik birçok hemşirelik uygulaması yer almaktadır (Cihangiroğlu, 2023).

Hasta bireylerin sağlığı ile ilgili olumlu ve olumsuz çıktıların tamamı kurumun ve hemşirelik bakım kalitesinin göstergesi olarak kabul edilmektedir (Karaca ve Durna, 2018). Cerrahi kliniklerdeki öngörülemeyen iş yoğunluğu, hasta sirkülasyonu hemşirelerde tükenmişlik, iş verimsizliği, hatalı uygulama, psikolojik ve fiziksel problemlere neden olmaktadır. Bu olumsuzluklar cerrahi kliniklerde çalışan hemşirelerin bakım rolünü ve kalitesini etkilemektedir (Akuzun, 2019).

Doku ve organların beslenmesi ve oluşan atık ürünlerin taşınmasında rol alan arteriyel damarlar, venöz damarlar ve kalbin oluşturduğu sisteme kardiyovasküler sistem denir. Bu sistemde gelişen patolojilere ise kardiyovasküler sistem hastalıkları denir. Kardiyovasküler hastalıkların nedenlerine bakıldığında en yaygın olanının tromboz kaynaklı olan kalp ve damar hastalıkları olduğu bilinmektedir. Kardiyovasküler hastalıklarda morbidite ve mortalitenin çoğunlukla tromboz kaynaklı olduğu ve her 4 kişiden birinin hayatını kaybetme nedeni olduğu bilinmektedir. Amerika'da 2011 yılında trombozun en ciddi komplikasyonlarını içeren venöz tromboembolizm (VTE) nedeni ile yıllık 27 milyon dolar harcandığı, 900.000 tekrarlayan VTE geliştiği bildirilmekte ve her yıl VTE gelişen 9 kişiden birinin hayatını kaybedeceği tahmin edilmektedir. Covid-19 pandemisi nedeni ile bu rakamların da artması beklenmektedir (Pracon, vd. 2022).

Kardiyovasküler hastalıkların tedavisinde ve önlenmesinde diüretikler, antihipertansifler, renin-anjiotensin-aldestron üzerine etki eden ilaçlar, antilipidemikler ve antikoagülanlar gibi çeşitli ilaçlar kullanılmaktadır. Bu ilaç tedavileri içerisinde antikoagülan ilaçlar trombozun tedavisi ve önlenmesinde altın standartlardandır. Antikoagülan ilaçlar pıhtılaşma faktörlerinin sentezine ya da etkinliğine etki ederek pıhtılaşma süresini uzatan ilaçlardır. Dolaşım sistemi içerisindeki kanın akışkanlığını sürdürmek amacı ile bu ilaçların kullanılmasına antikoagülan tedavi denir. Antikogülan tedaviler, mekanik kalp kapağı replesmanı, venöz tromboembolizm (VTE), atriyal fibrilasyon (AF), miyokard infarktüsü veya kalp yetmezliği gibi hastalıklarda trombozun neden olduğu tromboembolik komplikasyonları önlemek ve tedavi etmek amacıyla uygulanmaktadır. Kardiyovasküler hastalıkların tedavisinde önemli bir yere sahip olan antikoagülan ilaçlar tüm dünyada 2018 yılında %2.2 ile 19 milyar dolara mal olmuştur. Bu maliyetin 2024 yılında 25 milyar dolara yükseldiği tahmin edilmektedir. Farklı bir oral antikoagülan olan VKA (Vitamin K antagonistleri) için her yıl 632 milyon dolar fazla harcama yapılmaktadır (Tıraş, 2020).

Antikoagülan tedavi uygulanan hastalara en uygun yöntemler ile antikoagülan türüne göre düzenlenmiş eğitimler hastalar hastaneden ayrılmadan önce verilmelidir. Eğitim başlıkları, antikoagülan ilacın vücuttaki etkisi, uygulama ve kullanma yöntemi, tedavi edici aralıktaki INR değerleri, izlenmesi gereken kan tahlilleri, ilaç-besin ve ilaç-ilaç etkileşimleri, ilaç kullanımına bağlı ortaya çıkabilecek komplikasyonlar ve yönetimi, günlük yaşam aktivitelerinde yapılması gereken değişiklikler ve takiplerin sıklığını içermelidir (Amaraneni vd, 2022).

Kalp-damar cerrahisi ile mekanik kalp kapağı değişimi sağlanan hastalarda tromboz oluşumunu önlemek ya da var olan plakların tedavisi için ameliyat sonrası dönemden başlayan antikoagülan tedavi uygulanmakta ve bu hastaların tedavisi ömür boyu sürmektedir. Antikoagülan kullanan hastaların bilgi düzeylerinin değerlendirildiği çalışmalarda, hastaların antikoagülan ilaç kullanımı ile ilgili bilgi düzeylerinin yetersiz olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmalarda, güvenli ve etkili antikoagülan kullanımını sağlamak için periyodik bilgilendirmelerin gerekliliği ortaya çıkmıştır (Crader, vd. 2021; Konieczynsk, vd. 2018).

Antikoagülan ilaçlar, birçok hastalığın tedavisinde hem kliniklerde hem de taburculuk sonrası yaşam kurtarıcı olarak kullanılmaktadır. Ancak ciddi morbidite-mortalite ile sonuçlanan komplikasyonlara ve tekrarlı hastane yatışlarına neden olabilen bu ilaçlar, bu özellikleri nedeni ile de riskli ilaçlar listesinde de yer almaktadır. Antikoagülan tedavinin başarısı, bireyin ilaç kullanımı hakkında yeterli bilgiye sahip olmasına, tedaviye uyumuna ve güvenli antikoagülan ilaç kullanımına bağlıdır (Tıraş, 2020; Schulman ve Levine, 2020).

Hastaların bilgi düzeyinin arttırılması, antitrombolitik tedavide yaşanan sorunların azaltılmasını sağlar. Mevcut sağlık sistemi içerisinde hastaların, yeterli eğitim almadığı ya da içeriği standart olmayan yöntemler ile

yetersiz eğitim aldıkları bilinmektedir. Trombozun önlenmesi ve tedavisi için antikoagülanlar, antiplatelet ilaçlar ve fibrinolitikler olmak üzere üç ilaç grubu kullanılmaktadır. Antikoagülanlar ilaçlar tromboemboli riski olan birçok tanıda trombozu önlemek için yalnız veya antiplatelet ve 6 fibrinolitik ilaçlar ile kombine edilerek kullanılabilir. Antikoagülan tedavide kullanılan ilaçlar pıhtılaşma mekanizmasına farklı basamaklardan etki eder ve pıhtılaşmayı baskılarlar. Antiplatelet ilaçlar koroner trombüs ve diğer arteriyel hastalıklarda görülen trombüslerin tedavisinde kullanılır. Bunun yanında trombosit aktivasyonu ve pıhtılaşma mekanizması üzerinde de etkileri vardır. Fibrinolitik ilaçlar damar içinde oluşan trombüsü eritmek için ise kullanılır (Ramakrishnan, vd., 2018, Hart, vd. 2018).

Antikoagülan ilaçlar pıhtılaşma faktörlerinin etkinliğini ya da sentezini bozarak pıhtılaşma sürecini sekteye uğratan dolayısıyla pıhtılaşma yeteneğini azaltarak pıhtılaşma süresini uzatan bir ilaç sınıfıdır. Mekanik kalp kapağı replesmanı, venöz tromboembolizm (VTE), AF, miyokard infarktüsü veya kalp yetmezliği gibi tromboz riski olan durumlardan kaynaklanan tromboembolik komplikasyonların önlenmesinde yaygın olarak kullanılırlar. Tromboembolik komplikasyonların önlenmesinde kullanılmasına rağmen bu ilaçların kullanımı ile de çeşitli komplikasyonlar görülebilmektedir. Bu nedenle Güvenli İlaç Uygulamaları Enstitüsü bu ilaçların güvenli kullanımının sağlanmasını önermektedir. Ayrıca antikoagülan ilaçlar etki mekanizmalarına göre VKA'lar, direk trombin inhibitörleri, indirekt trombin inhibitörleri ve Direk Xa inhibitörleri olmak üzere dört grupta, uygulama yoluna göre parenteral ve oral olmak üzere iki sınıflandırılır (Hart vd, 2018; Koenig-Oberhuber ve Filipovic, 2016; Umerah ve Momodu, 2021).

Oral antikoagülanlar

Oral antikoagülanlar genellikle hastaya ayaktan tedavi için verilen kullanımı kolay ilaçlardır. En yaygın kullanılan oral antikoagülan ilaç VKA olan varfarindir. 1900'lerin ikinci çeyreğinde keşfedilen bu ilaç 70 yılı aşkın süredir antikoagülan etkinin sağlanmasında kullanılır. Bu nedenle varfarinin etki mekanizması, endike olduğu durumlar, kontrendike olduğu durumlar ve komplikasyonları gibi konularda bilgi birikimi mevcuttur. Bunun gibi olumlu özelliklerinin yanında halen tam anlamıyla yerini alabilecek bir ilaç grubunun olmaması nedeniyle antikoagülan tedavideki yerini korumaktadır. Fakat hasta bireylerin ilaç duyarlılıklarının tahmin edilememesi ve sık kan tahlili izlemlerinin olması gibi olumsuz özelliklere de sahiptir. Bu nedenlerden dolayı yeni antikoagülan ilaçlara ihtiyaç duyulmuştur (Grzesk, vd. 2021).

<u>DOAC ilaçlar</u>

2008 yılında varfarine alternatif olarak yeni oral antikoagülanlar olarak adlandırılan DOAC ilaç grubu ilaçlar kullanılmaya başlamıştır (Grzesk vd, 2021). Direkt trombin inhibitörü olan dabigatran ile direkt faktör Xa inhibitörleri olan rivaroksaban, apiksaban ve edoksabandır. Varfarine kıyasla antikoagülan etkiyi sağlamada kısa bir geçmişe sahiptir. VTE, kapak dışı

AF'da, pulmoner embolide (PE) ve ortopedi ameliyatları sonrası tedavide kullanılmaktadır. DOAC ilaçlar kullanılmaya başlandıktan hemen sonra literatürde yer almaya başlayan araştırmalarda, bu ilaç grubunun sabit dozlarda uygulanan varfarine kıyasla daha geniş bir tedavi edici aralığı olduğu ve daha az ilaç- besin etkileşimine neden olduğu bildirilmiştir. Yakın zamanda yapılan araştırmalar ise yeni ilaç- ilaç ve ilaç-besin etkileşimleri olduğunu, kanama ve trombotik olay gibi komplikasyonlar gelişebildiğini ortaya koymaktadır. DOAC ilaç kullanan hastalarda, varfarin kullananlara göre daha az kan testi ve takip yapılmaktadır. Bu nedenle DOAC ilaç kullananlarda gelişen ilaç-ilaç etkileşimleri ve ilaç-besin etkileşimlerinin tespit edilmesi ve önlenmesi zorlaşmaktadır. Bu nedenle DOAC ilaç kullanmaya başlayan hastaların aldıkları tedavinin etki, yan etki ve komplikasyonları açısından bilgilendirilmeleri oldukça önemlidir (Aloysius, vd. 2021; Chavarria vd, 2022; Claire Gouriou vd, 2021).

Vitamin K antagonistleri (K vitamini redüktaz enzimi inhibitörleri)

K vitamini pıhtılaşma mekanizmasında önemli bir kofaktördür. Pıhtılaşma faktörleri II, VII, IX, X'un sentezinde ve protrombinin aktivasyonunda rol alır (Hart ve diğerleri, 2018). VKA, pıhtılaşma mekanizması üzerinde K vitamini ile ters yönde etki ederek temel pıhtılaşma faktörlerinin sentezinin dolaylı olarak bloke olmasını ve K 10 vitamini redüktaz enzimini inhibe ederek antikoagülan etkiyi sağlamaktadır. Bu ilaçlar varfarin, fenprokumon ve asenokumaroldur. İlk olarak 1941'de keşfedilmiştir. Varfarin kalp kapakçığı değişimi, AF, VTE, C ve S protein eksikliği ve Faktör V Leiden gibi durumlarda tromboembolik komplikasyonların önlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Bunlara ek olarak, warfarin, yüksek riskli hastalarda miyokard enfarktüsü ve PE'de kullanımı için FDA onayı olan bir ilaçtır Gastrointestinal sistemden hızla ve neredeyse tamamen emilen bu ilaç yaklaşık 40 saatlik bir yarı ömre sahiptir. Tedaviye başlandıktan sonra istenilen antikoagülan etkiye ulaşılması 2 ila 7 gün sürebilmektedir. Herhangi bir nedenle tedavi durdurulduğunda etkisi 5 güne kadar devam edebileceği unutulmamalıdır. Hastaların ilaç duyarlılığı, ilacın antikoagülan etkisini önemli ölçüde etkilediği için VKA ilaçların antikoagülan etkisi hasta bazlı değişiklik gösterebilmektedir. Hastaların ilaca bağlı duyarlılığını ise yaş, cinsiyet, genetik yapı, ek ilaç kullanımı, besin etkileşimi ve hastanın aldığı tedavi hakkında bilgi düzeyi gibi faktörler etkilemektedir. İlacın antikoagülan etkisini değiştiren bu faktörlerin yanında tedavi edici aralığının da dar olması ciddi komplikasyonları beraberinde getirmektedir (Schulman ve Levine, 2020; Hart vd, 2018, Crader vd., 2021).

Varfarinin güvenli kullanımı ve etkili antikoagülan etkinin sağlanabilmesi için uluslararası normalleştirilmiş oran (INR), aktive parsiyel tromboplastin zamanı (APTT) ve trombin zamanı gibi kan pıhtılaşma parametreleri ile takibinin en az ayda bir kez yapılması önerilmektedir. Bu ilacın kullanıldığı birçok durumda tedavi edici INR aralığı 2.0 ila 3.0 olarak kabul edilir. Mekanik kapak replasmanı yapılan hastalar için bu değer 2.5 ile

3.5 arasındadır (Fahmi, vd., 2022; Schulman ve Levine, 2020). Literatürde yer alan çalışmalar tedavi edici aralıkta kalınan süre ile hastalarda komplikasyon gelişme durumu arasında ilişki olduğu belirtilmektedir. Hastalarda ciddi kanama ve trombo-emboli gelişimini önlemek için INR değerinin tedavi edici aralıkta kalma süresinin %70 ve üzerinde olması gerekmektedir (Vranckx vd. 2018).

Doğrudan Oral Antikoagülanlar (Direkt trombin inhibitörleri ve Direkt faktör Xa İnhibitörleri)

Apiksaban (Eliquis) Apiksaban pıhtılaşma mekanizmasına faktör Xa'yı inhibe ederek etki eder. FDA tarafından kapak dışı atriyal fibrilasyon vakalarında inme ve tromboembolizmin önlenmesinde kullanılmak üzere 2012 yılında onay almıştır. Yarı ömrü 9-12 saat arasında değişmektedir. Piyasadaki ticari ismi eliquistir. Önerilen dozda her gün aynı saatte günde iki kez alınmalıdır. Karaciğerde metabolize edilir ve büyük ölçüde karaciğer tarafından atılır (%75 karaciğer, %25 böbrek). Kreatin klirensi (CrCl)'si 30 ml/dk'nın altında olan hastalar için önerilmez. Bilinen bir tersine çevirme ajanı yoktur. Bazı durumlarda aktif kömür ilaç atılımını hızlandırmak için kullanılır. Betriksaban (Bevyxxa) Betrixaban doğrudan faktör Xa inhibitörü olarak işlev gören oral antikoagülandır. Tromboembolik komplikasyon riski taşıyan akut bir hastalık nedeniyle hastaneye yatırılan yetişkinlerde venöz trombozun önlenmesi için FDA tarafından onaylanmıştır. Piyasa ticari ismi Bevyxxa'dır. Betriksabanın yarılanma ömrü 37 saat iken ilaç etkisinin yarılanma ömrü yaklaşık 19-27 saattir. DOAC ilaçlar arasında en uzun yarı ömrüne sahip olan bu ilacın günde bir kez alınması uygundur. Uzun yarı ömür ve düşük tepe-dip oranı, antikoagülan etkinin değişkenliğini azaltır. Betriksabanın %90 karaciğer %10 böbrek yolu ile atılır. Betriksaban kanama riskini artıracağından patolojik kanaması olanlarda kontrendikedir (Skelley, vd., 2018).

Dabigatran (Pradaxa)

Dabigatran FDA tarafından kapak dışı atriyal fibrilasyonda, VTE tedavisi tedavisinde ve tromboz oluşumunun önlenmesi için kullanılan ilk doğrudan trombin 12 inhibitörüdür. AF hastalarında tromboz oluşumunu önlemek için kullanıldığında, genellikle günde iki kez alınırken kalça protezi ameliyatından sonra DVT veya PE'yi önlemek için kullanıldığında ise ameliyattan sonraki bir ay boyunca günde bir kez alınır. Piyasada pradaxa ticari adıyla oral formda bulunur. İlacın parenteral formu da bulunmaktadır. Etkisinin pik noktaya ulaşma süresi 2 saatten daha kısadır ve yarılanma ömrü 12-17 saattir. Büyük ölçüde (%80) böbrek yoluyla atılır. CrCl'si 30 ml/dk'nın altında olan hastalar için ilaç tavsiye edilmez. Geniş tedavi edici aralığa sahip olduklarından laboratuvar izlemine gerek duyulmaz.

Edoksaban (Lıxıana)

Edoxaban faktör Xa'ya etki ederek antikoagülan etkiyi sağlar. DVT, PE ve AF olan hastaların tedavisi için 2015 yılında onaylanmıştır. İlaç piyasa da Lıxıana ticari ismi ile bilinir. Günde bir kez kullanılır. En yüksek etki süresi

yaklaşık bir ila iki saattir ve yarı ömür sadece 10-14 saattir. İlacın metabolizması büyük ölçüde safra ve bağırsak sistemi ile olur. Atılımı ise dışkı ve idrarla eşit miktarda olur. GFR'nin 15 mL/dk'dan az ise kontrendikedir

Rivaroksaban (Xarelto)

Rivaroksaban DVT, PE ve kapak dışı atriyal fibrilasyon olan hastalarda tedavisi ve tromboz oluşunun önlenmesi için kullanılan geri dönüşümlü bir faktör Xa inhibitörüdür. Xarelto ve çeşitli isimlerde piyasada bulunur. 5-9 saatte bu ilaç sınıfındaki en kısa yarı ömürlerden birine sahiptir. Atılımı %66 idrar yolu ile %33'ü de dışkı ile gerçekleşir. İlaç günde iki kez kullanılır. Yemekle birlikte alındığında önemli ölçüde daha yüksek bir emilim oranına (%39) sahiptir.

Parenteral Antikoagülanlar

İndirekt trombin inhibitörleri Fraksiyone olmayan heparin pıhtılaşma mekanizmasında trombin ve faktör Xa dahil olmak üzere çeşitli noktalardan antitrombinin etkisini güçlendirecek şekilde etki eder. Parenteral yolla verildiğinde hemen etkisini gösterir. İntravenöz yolla verildiğinde plazmada yarılanma ömrü 30 dakika ile 120 dakika arasında doza bağlı olarak değişir. Deri altı enjeksiyon yolu ile daha uzun sürede (10 saat) etki eder. Hızlı etki göstermesi nedeniyle, VTE ve PE'nin başlangıç tedavisinde kullanılır. Fraksiyone Olmayan Heparinin antikoagülan etkisi aPTT ile en az günlük olarak izlenmelidir. Fraksiyone olmayan heparin, trombozun hastaneye yatış gerektiren hastaların yatarak tedavisinde kullanılır. Günümüzde fraksiyone olmayan heparin kullanımının yerini DMAH kullanımı almıştır. Başlangıç etkisinin hızlı olması istenen durumlarda ve böbrek yetmezliğinde fraksiyone olmayan heparin tercih edilebilmektedir. aPTT, aktive pıhtılaşma süresi ve anti-faktör Xa aktivitesi kullanılarak fraksiyone olmayan heparinin etkisi izlenebilir. aPTT önerilen hedef oranı, hastaların aPTT sonucunun 1.5 ile 2.2 katıdır. Fraksiyone olmayan heparin ve türevlerinin tedavilerinde 5-20 gün sonrasında trombositopeni ortaya çıkabilir. Uzun süreli kullanımda osteoporoz ve kırık gibi komplikasyonlar görülebilir. Fraksiyone olmayan heparine başlamadan önce heparinle ilişkili trombositopeni ve diğer olumsuz durumları belirlemek için gerekli kan testleri yapılmalıdır (Umerah ve Momodu, 2021).

Düşük moleküler ağırlıklı heparinler

Fraksiyone olmayan heparinden üretilen DMAH'lar anti-Xa'yı etkileyerek antikoagülan etkiyi sağlarlar. DMAH'ın enoksaparin, deltaparin, natroparin, tinzaparin ve ardeparin gibi türleri vardır. aPTT etkilemezler ve anti-Xa düzeyi izleminde kullanılabilirler. Günlük kulanım dozu ve klinik etkililiği farklıdır. DMAH güvenli doz 14 avantajına sahiptir ve yarı ömürleri 6-8 saattir. Riskli popülasyonlar (çok yaşlılar, hamile kadınlar ve böbrek fonksiyonu azalmış olanlar) dışında sık izlem gerektirmezler. Bu özellikleri ile fraksiyone olmayan heparine alternatif oluşturmaktadır. DMAH esas

olarak böbrekler tarafından atılırlar bu nedenle böbrek yetersizliği olan hastalarda kullanılmamalıdır (Schulman ve Levine, 2020).

Fondaparinuks Fondaparinuks

Etkisini antitrombini destekleyerek ve faktör Xa'yı inhibe ederek gösterir. Ortopedik cerrahi geçiren hastalarda VTE önlenmesinde DMAH'dan daha etkilidir. Yaygın damar içi pıhtılaşma ve PE olan hastalarda heparin ve DMAH kadar etkilidir. Yaklaşık 17 saatlik bir yarı ömre sahiptir. Koruyucu amaçlı uygulanması ve tedavi edici aralıktaki dozların rutin izlemi gerekli değildir. Fondaparinuks böbrekler yoluyla atılır bu nedenle böbrek yetersizliği olan hastalarda genellikle kullanılmaz. İzlemi için aPTT ve Anti-Xa seviyelerine bakılarak yapılır (Warnock ve Huang, 2021).

Danaparoid Danaparoid

Domuz bağırsağı mukozasından elde edilir ve faktör Xa'yı etki eder. Hem parenteral hem de subkutan formu vardır. Ticari formu Orgaran'dır (Myllylahti, Pitkanen, Magnani ve Lassila, 2022). İzlemi anti-Xa testi ile yapılır. Danaparoid, genel veya ortopedik cerrahi geçiren hastalarda VTE profilaksisi için kullanılabilir, ancak daha çok Heparin ile ilişkili trombositopeni ve parenteral antikoagülan tedavide kullanılır.

Direkt Trombin İnhibitörleri

Argatroban ve bivalirudin Argatroban ve bivalirudin, fibrinojenin fibrine dönüşümünü engelleyerek antikoagülan etki gösteren doğrudan trombin inhibitörleridir. Parenteral formları mevcuttur. Argatrobanın etkisi 2-4 saatte pik seviyeye ulaşır ve bivalirudin 1 saatte pik 15 seviyeye ulaşır. Böbrek ve bağırsaklar yolu ile vücuttan atılırlar ve ilaç etkileşimleri en az olan ilaçlardır. Bu ilaçlar daha önce heparin ile ilişkili trombositopeni görülen hastalarda heparine alternatif olarak kullanılabilir (Umerah ve Momodu, 2021).

Antikoagülan İlaçların Endikasyonları

Bu ilaçlar mekanik kalp kapakçıkları, AF, koroner arter hastalığı, derin ven trombozu, iskemik inme, miyokart enfarktüsü, pulmoner emboli, restenoz, hiperpıhtılaşabilir durumlar (örneğin, faktör v leiden), kardiyopulmoner baypas ve kalp yetmezliği gibi tromboemboli risklerinde kullanılır (Pracon vd, 2022).

Oral antikoagülanlardan varfarin doğası gereği aktif kanama veya kanama eğilimi olan durumlarda (anevrizması, hemofili) kontrendikedir. Varfarin kullanımı düşük ve ölü doğum riskinde artışa neden olur. Gebelikte VTE riski beş kat, lohusalıkta 20 kat daha yüksektir. Bu nedenle tromboembolizm riski yüksek olan protez kalp kapağı takılmış olan hamilelerde kullanılabilir (Umerah ve Momodu, 2021). Yüksek hipertansiyonu olan hastalarda hemorajik inme riski nedeniyle varfarin kullanmamalıdır. Varfarinin kanama riskini artıran ilaçlarla birlikte kullanımında dikkatli olunmalıdır. Peptik ülser, iskemik inme, gastrointestinal

kanama öyküsü olanlarda ve yakın zamanda cerrahi işlem geçirmiş kişilerde kanama riskini artıracağı için dikkatli kullanılmalı, hemorajik inme ya da belirgin kanamada kullanılmamalıdır (Amaraneni, vd., 2022).

Diğer oral antikoagülanlar içeren DOAC'lar genel olarak CrCl 30 ml altında, 60 kg'ın altında ve patolojik kanaması olanlarda kontrendikedir (Li vd, 2020). Parenteral antikoagülanlardan fraksiyone olmayan heparin gebelerde ve böbrek yetersizliği olanlarda kullanılabilir ancak fondaparinux ve DMAH 'de böbrek yetersizliği olanlarda kullanılmamalıdır (Aloysius vd, 2021; Chavarria vd, 2022; Li vd, 202).

Antikoagülan İlaç Kullanımda Hemşirelik Bakımı

Antikoagülan kullanan bireylerin eğitim gereksinimleri hastaların antikoagülan ilaç kullanımı ile ilgili eğitimi, tedaviye uyumun artırılması ve olumsuz komplikasyonların önlenmesi için hayati önem taşımaktadır. Hemşirenin ilaç kullanımına yönelik eğitimlerini, hastaların kullandığı antikoagülan türüne, izlem planına ve gereksinimlerine göre değiştirilebilir. Antikoagülan tedavi ile ilgili eğitim hastalar tedaviye başlanmadan hemen önce ya da başlandıktan hemen sonra, hastaneden ayrılmadan önce verilmelidir. Bireylerin eğitim içeriğinde kullanılan antikoagülan ilacın tanıtımı, vücuttaki etkisi, kullanma nedeni, tedavi edici INR değeri aralıkları, ilaç kullanımı, ilaç-besin ve ilaç-ilaç etkileşimleri, ilaç kullanımına bağlı ortaya çıkabilecek komplikasyonlar, komplikasyon belirtileri, komplikasyonların hasta tarafından yönetimi, günlük yaşam aktivitelerindeki yapılması gereken değişiklikler, kan tahlilleri ve takiplerin sıklığı gibi konuları içermelidir. Ek olarak subkutan uygulayacakları ilaçlar için uygulama eğitimini içermelidir (Amaraneni vd, 2022).

Antikoagülanlar ile İlaç-İlaç Etkileşimleri

Antikoagülan ilaçlar ilaç-ilaç etkileşimine yatkındır. VKA antagonistleri yani varfarin karaciğer enzimatik yolakları tarafında metabolize edildikleri için ilaç-ilaç etkileşimine oldukça yatkındırlar. Bu ilaçları kullanan hastaların ilaç-ilaç etkileşimleri varfarinin emilim, dağılım, metabolizma ve atılımını etkiler. Bu da INR değerinin tedavi edici aralıkta kalmasını engeller. Tedavi edici aralıktan sapmalar hastalarda kanama ve tromboembolik komplikasyonların gelişmesine yol açabilir. Merkezi sinir sistemine etki eden ilaçlar, anti inflamatuar ilaçlar, bazı kalp hastalıklarında kullanılan ilaçlar ve antikoagülan etkiye sahip olan ilaçlarla kullanıldığında kanama riskini artırırlar (Crader vd, 2021). Antikoagülan tedavi süresince tedaviye eklenen veya çıkartılan ilaçlar olduğunda kan tahlilleri yapılmalıdır. Sağlık uzmanının bilgisi olmadan ilaç tedavisi değiştirmemelidir 17 DOAC ilaçların ilaç-ilaç etkileşimleri olması ve sık takiplerinin yapılmaması nedeniyle hastaların bu konuda gerekli eğitimleri almaları oluşabilecek hayati riskleri önlemede büyük önem taşımaktadır (Vranckx vd., 2018).

Antikoagülanların İlaç-Besin Etkileşimleri

Antikoagülan ilaçlar diyette alınan gıda ve gıda takviyeleri ile etkileşimleri olan ilaçlardır. Diyette yer alan besinler antikoagülan ilaçların

etkilerini değiştirebilir. Bir VKA olan varfarinin bazı besin, gıda takviyesi ve vitamin grupları alındığında besin ilaç etkileşimleri ortaya çıkabilir ve varfarinin vücuttaki etkisinin değişmesine neden olabilmektedir. Varfarin etkisi K vitamini içeren besinler ile alındığında etkisi değişmektedir. Diyette aşırı miktarda K vitamini içeren gıdaların tüketilmesi yasaklanmalıdır. Fakat tamamen K vitamini alımının durdurulması önerilmez.

Günlük alınması gerekenden fazla K vitamini alımı ilacın antikoagülan etkisini ilaç kadar etkili bir şekilde tersine çevirebilir. Bu nedenle bireylerin günlük alması gerekenden fazla miktarda K vitamini içeren gıdalar alması antikoagülan ilaçların etkisinde istenmeyen dalgalanmalara ve INR değerlerinin tedavi edici aralığın altına inmesine neden olabilir (Grzesk vd, 2021). Bu durum, hastaların tedaviye uyumunu olumsuz etkileyerek tromboemboli riskini artırabilir. Bu nedenle eğitimlerde besin etkileşimleri konusuna daha kapsamlı yer verilmelidir. Hastalara günlük K vitamini ihtiyacı ve K vitamini içeren besinlerin bir listesi ile ilgili bilgi verilmelidir. Zeytin ve soya fasulyesi yağı gibi bazı yağların tüketimi ile brokoli, brüksel lahanası, lahana, karalahana, hindiba, marul, ıspanak, maydanoz, su teresi, sarımsak, yeşil soğan, avokado, hardal yeşillikleri ve şalgam yeşilliklerinin diyette alımı varfarinin etkinliğini değiştirebilir. Bazı içecekler örneğin; ginseng suyu, kızılcık suyu, yeşil çay, papatya çayı gibi bitkisel çaylar varfarinin etkisini değiştirebilir. Yine balık yağı, C, K ve E vitaminleri gibi gıda takviyeleri de varfarinin etkinliğini değiştirebilir. Alkol varfarinin etkisini artırabilir. Bu nedenle varfarin tedavisi süresince alkol alınmamalıdır (Cleveland Clinic, 2019). DOAC ilaçlar ilk kullanılmaya başlandığında önemli gıda etkileşimleri olmayan ilaçlar olarak kabul edilmişti. Fakat bugün, diyette alınan besinler, gıda takviyeleri ve şifalı bitkiler DOAC ilaçlar farmakokinetiğini ve farmakodinamiğini etkileyebildikleri bilinmektedir. Bu nedenle DOAC ilaç tedavisi uygulanan hastaların eğitim programlarında besin etkileşimlerine yer verilmelidir.

DOAC'larla kullanıldığında kanama riskini artırır. Safran Tüm DOAC’ların kan plazmasındaki seviyesini artırır. Papatya Melisa DOAC’larla kullanıldığında kanama riskini artırır. Kırmızı biber Acı biber Dabigatran ve betrixabanın kan plazmasındaki seviyesini artırır. Yulaf DOAC’ların kan plazmasındaki seviyesini artırır. At kestanesi Tarçın DOAC'larla kullanıldığında kanama riskini artırır. Zerdeçal Tüm DOAC ilaçların kan plazma seviyelerini artırarak kanama riskini artırır. Soya fasulyesi Rivaroksaban, apiksaban ve edoksabanın kan plazmasındaki seviyesini artırır. Mandarin Tüm DOAC ilaçların kan plazmasındaki seviyesini artırır. Balık Yağı DOAC ilaçlarla kullanıldığında kanama riskini artırır. Karabiber Uzun biber Tüm DOAC ilaçların kan plazmasındaki seviyesini artırır. Sarımsak DOAC ilaçların kan plazmasındaki seviyesini kanama riskini artırır. Yeşil çay yaprağı DOAC ilaçların kan plazmasındaki seviyesini ve kanama riskini artırır, Üzüm Dabigatran, edoxaban ve betrixabanın kan plazmasındaki seviyesini artırır. Biberiye Melisa Nane DOAC ilaçların kan plazmasındaki

seviyesini artırır Çemen otu Apiksaban ve rivaroksabanın kan plazmasındaki seviyesini azaltır. Sarı kantaron DOAC ilaçların kan plazmasındaki seviyesini ve kanama riskini artırır. Mango DOAC ilaçların kan plazmasındaki seviyesini artırır. Greyfurt DOAC ilaçların kan plazmasındaki seviyesini artırır. Nane Dabigatran, edoxaban ve betrixabanın kan plazmasındaki seviyesini artırır. DOAC ilaç kullanan bireyler besin etkileşimleri sonucunda ciddi sorunlarla karşılaşabileceği konusunda bilgilendirilmelidir. DOAC ilaç kullanımı sırasında uzun süreli açlık ilaç emiliminde olası değişikliklere ve etkisiz tedaviye neden olabilir. Oruç tutma isteği olan hastalar bu konuda bilgilendirilmelidir (Grzesk vd, 2021). Diyette olmayan besini diyete ekleme, kilo kontrolü için yapılan diyet düzenlemelerinde önce sağlık uzmanına danışılmalıdır.

Antikoagülan Kullanan Hastalarda Gelişebilecek Komplikasyonlar ve Bulguları

Varfarinin en yaygın ve ciddi komplikasyonu vücudun çeşitli bölgelerinde oluşabilecek kanamalardır. INR değerindeki değişimlere göre kanama bölgesi ve şiddeti değişir. Hastalara kanama görülebilecek bölgeler, bulguları nasıl tanıyabilecekleri, kanama belirtileri ve kanama kontrolü eğitimleri verilmelidir. İntrakraniyal kanama Antikoagülan tedavinin en ciddi komplikasyonu kafa içi kanamalardır. Antikoagülan tedaviye bağlı kafa içi kanamaları ölüm oranı %67'dir. Morotti ve Joshua'ya göre oral antikoagülan alan hastalarda yıllık intrakraniyal kanama riski %0.25 ile %1.1 arasında değişmektedir. Bu risk genel popülasyona göre 7-10 kat daha fazladır. Bu riski artıran faktörler yaş, hipertansiyon, INR değerinin 4'ün üzerinde olması, iskemik veya hemorajik inme öyküsünün varlığı, küçük kanamalar ve eşzamanlı antiplatelet tedavidir (Morotti ve Joshua, 2020). Antikoagülan kullananlarda basit kafa travmaları bile kafa içi kanamalara neden olabilmektedir. Bu nedenle hastalarda; hafif bilinç bulanıklığı, sersemlik halinden koma haline değişen bilinç bozukluğu, şiddetli baş ağrısı, bulantı, kusma, baş dönmesi, epilepsi nöbeti atağı, kanamanın etkilediği beyin bölgesine göre beyin fonksiyonlarında bozulma görülebilir. Hastalar belirtilerden herhangi birisi ile karşılaştıklarında en kısa sürede bir sağlık kuruluşuna başvurmaları konusunda eğitilmelidir (Tenny ve Thorell, 2022). Gastrointestinal kanama Antikoagülan ilaç kullanımı gastrointestinal kanama riskini önemli ölçüde artırdığı için en sık görülen ciddi kanama komplikasyonu gastrointestinal kanamadır (Aloysius vd, 2021).

Gastrointestinal kanama riski açısından DOAC ilaçlar ile VKA'lar karşılaştırıldığında DOAC ilaçlarda %25'lik bir artış söz konusudur. Dabigatran ve rivaroksaban kullanan hastaların gastrointestinal kanama riski VKA kullanan hastalara göre daha yüksektir. Bu nedenle DOAC ilaç kullanan ve kanama eğilimini artıran faktörlere sahip olan hastalara gastrointestinal kanama riskinin yüksek olduğu açıklanmalıdır. Eğitimlerde koyu renkli dışkı, kanlı dışkı, ağızdan kahve telvesi şeklinde veya normal kan gelmesi ve hemorajik şok belirtileri gibi gastrointestinal kanama belirtileri

açıklanmalıdır. Hastalara bu belirtiler ile karşılaştıklarında sağlık kuruluşuna başvurmaları gerektiği açıklanmalıdır (Claire Gouriou vd, 2021; Aloysius vd, 2021; Amaraneni vd, 2022; Dugdale ve Zieve, 2019). Diğer kanama komplikasyonları Antikoagülan ilaç kullananlarda karşılaşılan diğer komplikasyonlar ise göz içi ve eklem içine kanamadır (hemartroz). Ayrıca basit kanamalar olarak nitelendirilen burun, diş eti ve miktar/süresi artan adet kanamaları da meydana gelebilmektedir. INR değerinde dalgalanmalar özellikle ilaç dozu ayarlama aşamasında ekimoz (morarma) da görülebilmektedir. Hastalar bu komplikasyon belirtilerini takip etme ve yöneteme konularında eğitilmelidir (Amaraneni vd, 2022). Diğer komplikasyonlar Kanama komplikasyonlarına ek olarak mide bulantısı, kusma, karın ağrısı, şişkinlik en nadiren mor ayak sendromu (ayak parmaklarında ve yanlarında mor lezyonların gelişmesi) gibi yan etkiler de görülebilir. Bu komplikasyon genellikle antikoagülan tedavinin başlangıcından 3-8 hafta sonra görülür. Tüm bu komplikasyonlara ek olarak uzun süre heparin tedavisine bağlı trombositopeni görülebilir. Trombositopeni, trombosit sayısının 100.000'in altına düşmesi ile tromboembolik komplikasyon gelişme riskinin arttığı genellikle belirti vermeyen tehlikeli bir komplikasyondur (Warnock ve Huang, 2021).

Antikoagülan İlaç Kullanan Hastalarda Kan Tahlilleri ve İzlemi

Varfarinin İzlemi Varfarin etkileri, güvenli antikoagülan ilaç yönetimi için tedavi boyunca yakından izlenmelidir. Varfarin etkisini izlemek için kullanılan kan tahlili PT/INR'dir. PT'nin sağlıklı bir yetişkinde normal değeri yaklaşık 30 saniyedir. Takipte genellikle INR değeri esas alınır. Sağlıklı bir yetişkinde normal INR değeri yaklaşık 1.0'dır. Varfarin tedavisi uygulanan hastalar için hastaya ve tanısına bağlı tedavi edici INR değer aralığı belirlenir. Varfarin tedavisine başlanacak hastaların tedavi edici aralığa ulaşana kadar INR değeri yakından izlenir. Hastanede yatan hastalar için tedavi dozu ayarlanana kadar INR takibi günlük olarak yapılır. Hastanın tedavi dozu ayarlandığında ise laboratuvar takibi en az dört haftada bir yapılır. Tedavi edici aralıktan sapmalar yaşandığında haftada bir izlem gerekebilir. Laboratuvar takibinin gerekli olduğu diğer bir durum ise varfarin kullanan hastanın tedavisinde değişiklik yapıldığı durumlardır. Bu durumlar ise varfarin ile etkileşime girdiği bilinen ilaçların tedaviye eklendiği, dozunun değiştiği ya da durdurulduğu durumları içerir. Varfarin kullanan hastaların takibinde koagülasyon parametrelerinin (INR, PT) dışında tedaviye başlamadan önce ve tedavi sırasında altı ayda bir hemoglobin ve hematokrit düzeyi de değerlendirilmelidir. Bazı hastalarda komorbidite varlığı veya öyküsüne göre karaciğer fonksiyonunun, böbrek fonksiyonunun ve gizli kanama takibinin yapılması gerekebilir. DOAC İlaç İzlemi DOAC ilaç yaygın kullanılan pıhtılaşma testleri üzerinde de etkileri vardır. DOAC ilaç kullanan hastaların takiplerinin yılda bir yapılması tavsiye edilmektedir. Laboratuvar takipleri bazı riskli gruplar ve durumlarda (böbrek veya karaciğer yetmezliği, şüpheli aşırı doz, ciddi kanama veya trombotik olaylar ve acil perioperatif

yönetim gibi) daha sık yapılmaktadır. DOAC ilaçlar için laboratuvar testleri farklılık göstermektedir (Poli vd, 2018).

Günlük Yaşam Aktivitelerinin Düzenlenmesi

Antikoagülan ilaçlar kanın pıhtılaşma süresini uzatır. Pıhtılaşma süresinin uzaması kanamaya yatkınlığı artırarak oluşan küçük kanamaların bile durmasını engelleyebilir. Bu nedenle hasta eğitim programları, kanama oluşumunu önleyecek şekilde günlük yaşam aktivitelerinin düzenlenmesini içermelidir. Günlük yaşam aktivitelerinin düzenlenmesinde kişisel bakıma yönelik açıklamalar yapılmalıdır. Ağız bakımı konusunda eğitimler yumuşak uçlu fırça kullanımının önemi ve diş fırçalamada basınç uygulamanın riskleri üzerine olmalıdır. Kişisel bakım yapılırken kesilmeleri önlemek için elektrikli tıraş aleti kullanımı önerilmelidir. Yine ev işlerinde ya da bahçe işlerinde kesici delici aletlerle çalıştığı durumlarda eldiven kullanımının gerekliliği vurgulanmalıdır. Bireylerin boşaltım alışkanlığı konusunda ise konstipasyon varlığı sorgulanmalıdır. Konstipasyonun sakıncaları konusunda hasta bilgilendirilmelidir. Konstipasyon varlığı durumda ayrıca bir hemşirelik bakım planı oluşturulabilir. Bakım planının hemşirelik girişimleri etkisiz kaldığı durumda medikal çözümler üzerine reçete edilen dışkı yumuşatıcı ilaçlar kullanımı üzerine hemşirelik girişim uygulanabilir. Bireylerin mesleğini icra ederken iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uygun davranmalarının gelişebilecek yaralanmaya bağlı oluşabilecek kanama riskini önlemede etkin olacağı konusunda bilinçlendirilmelidir. Bireyler hobi seçimi yaparken yaralanma ve kanama riskleri olmayan spor ve aktiviteleri tercih etmesi konusunda yönlendirilmelidir. Hastalara antikoagülan ilaç kullandığını gösteren bir kart taşımanın veya bir bileklik takmanın önemi hakkında bilinçlendirilmelidir (Edemekong, vd., 2022). Antikoagülan kullanan bireyler seyahat planı yaparken seyahat öncesinde veya sırasında kan testi yaptırmanın gerekliliği konusunda uzman görüşü almalıdır. Seyahat sırasında yaptırdığı kan testlerini sağlık uzmanıyla değerlendirmelidir. Seyahat sırasında kanama veya bir belirtisi olduğunda seyahat dönüşüne bırakmadan tıbbi yardım alınmalıdır. Örneğin; tromboz belirtileri (bacakta şişme/kızarıklık, nefes darlığı, göğüs ağrısı, yüz sarkması/gecikmeli konuşma) gibi durumlarda acil müdahale gerektiren durumlardır. Seyahat sırasında ilaçlarını iki kaba ayırmak iki ayrı çantada taşımak ilaç kaybolması veya çalınması durumunda ayrı bir yedekleme olanağı sağlayacaktır. İlaçların zarar görmemesi için bagaj kontrol cihazından geçmemesine özen gösterilmelidir. İlaçlar, 24 yüksek ısı ve güneş ışınlarından korumak için araçta bırakılmamalıdır. Seyahat sırasında, diz altını uygun şekilde saran kompresyon çoraplarının giyilmesi, uzun süre oturulmaması ve 2-3 saatte bir kısa yürüyüşler yapılması önerilir. Hareket alanının kısıtlı olduğu durumlarda oturarak bacakların esnetilmeli ve hareket ettirilmelidir.

Antikoagülan Kullanan Hastaların Dikkat Etmesi Gereken Durumlar

Antikoagülan kullanan bireyler tedaviye uyum sağlayamazlar ise çeşitli ciddi komplikasyonlar görülebilmektedir. Bu nedenle eğitim

programlarında, sağlık uzmanına bildirilmesi veya bir sağlık kuruluşuna başvurulması gereken durumlara yer verilmelidir. Bu durumlar arasında araç içi-dışı trafik kazaları, kesici-delici alet yaralanmaları, darp, yüksekten düşme, şiddetli baş çarpması, ciltte morarma, ani ve şiddetli baş ağrısı, baş dönmesi, güçsüzlük, kusma, ishal ve yüksek ateş gibi durumlardır. Bunlara ek olarak aktif kanamanın olduğu ve basit müdahale ile 15-20 dakika içinde durmayan burun veya diş eti kanamaları, koyu kahverengi idrar veya dışkı görülen durumlar, ağızdan normal veya kahve telvesine benzer kan gelmesi de bu durumlar arasındadır. Bunlardan herhangi birisi ile karşılaşıldığında sağlık kuruluşuna başvurulması gereklidir. Hasta bireyin tedavisinde herhangi bir değişiklik (örneğin; ilaç dozunda değişiklik olması, tedaviye eklenen ilaç olması veya tedaviden çıkartılan ilaç olması durumunda) sağlık uzmanın bilgisi dahilinde olmalıdır. Hamile kalınması veya hamilelik planlanması durumunda sağlık uzmanı haber verilmelidir. Antikoagülan ilaç kullanımı VKA'ların tablet formları 1 ila 10 mg arasında değişen dozlarda bulunur. Türkiye'de 5 ve 10 mg olan tablet formları bulunmaktadır. Bu durumun, bireylerin yarım doz veya çeyrek doz alması gerektiği durumlarda yanlış doz almalarına neden olabileceği düşünülmektedir. Hasta bireyin kan tahlili ile PT-INR düzeyine göre belirlenen doz günde bir kez olmak üzere alınmaktadır. Bu ilacın her gün aynı saatte ve öğleden sonra 17.00'de alınması önerilir. Belirtilen saatte ilaç alınması antikoagülanın etkisinin pik noktaya ulaştığı zamanın gece saatlerinde yaşanmasını sağlar. Genellikle kaza ve yaralanmaların yaşandığı gündüz saatlerinde antikoagülan etkinin pik düzeyde olması istenmez.

Varfarin gıdalarla da etkileşime girdiği için genellikle yemeklerden 3 saat önce veya 3 saat sonra alınması önerilmektedir. İlaç almayı unutan hastalar 24 saatten fazla zaman geçmediyse hatırladığı anda, o gün için önerilen dozu almalıdır. 24 saatten fazla zaman geçtiği durumlarda ise unutulan doz alınmamalıdır. İki dozun alınması unutulduğu durumlarda (unutma süresi>48 saat) sağlık uzmanı ile görüşülmelidir. Sağlık uzmanının gerekli gördüğü durumlarda laboratuvar testi sonucuna göre doz ayarlaması yeniden yapılabilir ancak ilaç dozu kesinlikle hasta tarafında değiştirmemelidir. Bireyleri doz atlama veya tekrarlı doz alınımından korunmak için haftalık dozların hazırlanabileceği ilaç dozlarının ve günlerinin yazılı olduğu bir ilaç kutusu kullanması veya bir takvim kullanması önerilmelidir. İlaç kutusu hazırlarken antikoagülan ilacın renkleri bir önceki ilacın rengi ile aynı olduğundan emin olunmalıdır. Antikoagülan ilaç bitmeden bir yedek bulundurmak doz atlamalarına önleyecektir. Antikoagülan kullanımı sağlık uzmanıyla görüşmeden durdurulmamalıdır (Amaraneni vd, 2022). VKA'ların farklı renk, doz, boyut ve şekillerde bulunur. Her dozun kendine özgü bir rengi vardır. 9 farklı doz ve rengi mevcuttur. Türkiye'de ise 5mg ve 10 mg formları kullanılmaktadır. Şeftali rengi 5 mg ve beyaz rengi 10 mg'ı temsil etmektedir (Amaraneni vd, 2022; Cleveland Clinic, 2019). Bir DOAC ilaç olan dabigatran ve apiksaban 12 saatte bir kullanılmaktadır.

Rivaroksaban, edoksaban ve betriksaban gibi diğer DOAC ilaçlar ise günde bir kez alınmaktadır fakat halen bu konuda çalışmalar yapılmaktadır. Rivaroksaban tokken alınmalıdır. Edoksaban, Apiksaban ve Dabigatran aç veya tok alınabilir. Günde iki kez uygulanan DOAC ilaç (apiksaban ve dabigatran) kullanan hastalar ilacını almayı 6 saat içinde hatırlarsa dozunu almalı ancak sonraki dozu zamanında almalıdır. Eğer ilaç dozu 6 saatten sonra hatırlanırsa o doz alınmamalı ve sonraki dozdan devam edilmelidir (Gülpen, vd., 2019). Heparin ise ülkemizde flakon ve enjekte edilmeye hazır formlarda bulunmaktadır. Hastanın klinik durumuna göre doz ve uygulama sıklığı değişmektedir. Flakon olarak reçete edildiğinde enjeksiyonun hazırlanması ve uygulanması konusunda demonstrasyon yöntemi ile eğitim verilmesi önerilir. Heparin kullanıma hazır formda reçete edildi ise enjeksiyonun uygulaması konusunda eğitim verilmelidir (Dugdale ve Zieve, 2022; Warnock ve Huang, 2021).

Kullanıma hazır enjektörde doğru ilacı doğru dozda ve son kullanma tarihi kontrol edildikten sonra "uygulama" aşamasına geçilmelidir (Dugdale ve Zieve, 2022). Heparin enjeksiyonunda önce sabun ve suyla eller yıkanmalı ve kurutulmalıdır. Daha sonra uygulama yapılacak bölge seçilmelidir. Heparinin emilimini etkileyebileceğinden dolayı cilt nekrozu, şişlik olan alanlardan 2.5 santimetre ve göbeğinizden 5 santimetre uzakta olan alanlar seçilmelidir. Alan seçiminde diğer önemli nokta ise seçilen bölgenin temiz ve kuru olmasıdır. Seçilen alan gözle görülür şekilde kirliyse sabun ve su ile temizlenmeli veya alkollü pamuk ile tek seferde silinmelidir. Enjeksiyonun yapmadan önce cildin kurumasını beklenmelidir. Heparinin derinin altındaki yağ tabakasına uygulanmalıdır. Bu işlem için önce uygulama bölgesindeki deriyi hafifçe sıkıştırılmalıdır. Daha sonra iğne ile deri altı dokuya (deri altı doku hacmi ve hastanın yaş, ağırlık ve kas özelliklerine göre) 45º-90º açıyla girilmelidir (Çit ve Şenturan, 2022). İğneyi deri altı dokuya kadar itilmeli ve sıkışmış cilt bırakılmalıdır. Heparinin tamamı içeri girene kadar yavaş ve düzenli bir şekilde enjekte edilmelidir. Tüm ilaç girdikten sonra 5 saniye boyunca beklenmelidir. Daha sonra iğne girdiği açıyla dışarı çekilmelidir. Birkaç saniye gazlı bezle enjeksiyon bölgesine bastırılmalıdır. Ovalama veya masaj yapılmamalıdır (Dugdale ve Zieve, 2022). Heparini her zaman aynı yere uygulamamak için kullanılan bölgelerin bir çizelgesini tutulabilir. İğneyi ve şırıngayı güvenli, sert bir kaba atılması gereklidir. Kap çocuklardan ve hayvanlardan güvenli bir şekilde uzaklaştırılmalıdır. Enjektörler asla tekrar kullanılmamalıdır. Enjeksiyonu yaptığınız vücut üzerine tarih, saat ve yeri yazılabilir (Dugdale ve Zieve, 2022).

Antikoagülan Kullanan Hastalarda Hemşirenin Rolü ve Sorumlulukları

Antikoagülan ilaçların farmakolojik ve biyokimyasal özelliklerine bakıldığında hastaların tedavileri boyunca yakından takip edilmeleri gerektiği görülmektedir. Hemşireler hastaların tedaviye uyum sağlayamamalarına bağlı görülen hemorajik ve tromboembolik komplikasyonların önlenmesi için

bakım ve eğitimleri planlamalıdır. Bu bakımlar ile hasta-hemşire arasındaki iletişim geliştirilmeli ve sürekliliği sağlanmalıdır (Umerah ve Momodu, 2021).

Hemşireler, antikoagülan kullanmaya başlayan hastalardan detaylı anamnez almalıdır. Yaş, kilo, cinsiyet, eğitim, meslek, geçirmiş olduğu veya halen devam eden hastalık öyküsü (kontrolsüz hipertansiyon, karaciğer hastalıkları, kanser tanısı, gebelik durumu, ameliyat öyküsü, sürekli kullandığı ilaçlar, beslenme alışkanlıkları ve hobileri (tehlikeli sporlar vs.) sorgulanmalı ve kaydedilmelidir. Kullanılan antikoagülan ilacın türünü ve dozunu etkileyecek faktörler ekip üyeleri ile paylaşılmalıdır. Hemşireler klinikte yatan hastaların (örnek: kalp kapak replesmanı uygulanan hastalar) hastane sürecinde antikoagülan tedavi bağlı 'bilgi eksikliği' hemşirelik tanısı kapsamında hastanın eğitim gereksinimlerini yönelik eğitimleri tamamlamalıdır (Wilkinson ve Barcus, 2018). Bu eğitimlerde, hastanın kullanacağı ilacın türü, vücuda etkisi, ilacın izleme planı, kullanma nedeni, doz ayarlamasının nasıl yapıldığı ve tanısına özel istenilen INR değeri, ilaç-besin ve ilaç- ilaç etkileşimleri, ilaç kullanımına bağlı ortaya çıkabilecek komplikasyonlar, bu komplikasyonların belirtileri ve geliştiği durumlarda yapılması gerekenler, kan tahlilleri, kontrol sıklığı ve sağlık kuruluşuna başvurulması gereken durumlar yer almalıdır (Amaraneni vd, 2022).

Bu eğitimler ile hastaların ilaç yönetimine yönelik bilgi ve becerilerinin geliştirilmesi ve majör komplikasyonların önlemesi beklenir. Hemşirelerin, hasta birey ve ailesinin eğitim gereksinimlerini, öğrenmeye hazır oluşluk durumlarını ve öğrenme biçimlerini göz önünde bulundurarak eğitimleri hazırlamalıdır. Hemşire hazırladığı eğitimi uygun ortam ve koşullarda hastaya vermelidir (Amaraneni vd, 2022; Claire Gouriou vd, 2021; Cleveland Clinic, 2019). Hemşireler bu eğitimleri hastanın ana dilinde sade, anlaşılır (kısaltmalar ve tıbbı terimlerden olabildiğince arındırılmış) eğitim düzeyine göre, eğitim gereksinimlerini kapsayacak ve öğrenmesini destekleyecek şekilde planlamalıdır (Dugdale ve Zieve, 2019; Gayle, 2021). Antikoagülan kullanan hastanın bakımında uygulanan tedaviye bağlı kanamaya yatkın olması nedeni ile 'kanama riski' hemşirelik tanısı kapsamında hastanın antikoagülan kullanımına uygun şekilde günlük yaşam aktivitelerini düzenlenmesi, kanama belirtileri ve yönetimi konusunda hemşirelik girişimleri planlamalı, uygulanmalı ve sonuçları değerlendirmelidir (Wilkinson ve Barcus, 2018).

Hemşireler ilaç kullanım hatalarında örneğin: yaşanan doz atlaması, çift doz alımı, ilaç alımının durdurulması gibi durumlarda tedavinin etkili sürdürülememesine bağlı 'sağlığı sürdürmede etkisizlik' hemşirelik tanısına yönelik hemşirelik girişimleri planlamalı, uygulamalı ve değerlendirmelidir. Antikoagülan ilaç kullanımına bağlı ortaya çıkabilecek komplikasyonlara bağlı 'tedaviye uyum eksikliği' veya 'sağlığını yönetmede etkisizlik' hemşirelik tanılarına yönelik hemşirelik girişimleri planlamalı, uygulamalı ve değerlendirmelidir. Bazen oral antikoagülan kullanan hastalarda INR

değerinde gözlenen aşağı doğru sapmalarda, hızlı etki sağlamak için hastaların tedavilerine subkutan heparin eklenebilmektedir. Bazen de hamilelik durumunda ve ortopedi ameliyatlarından sonra hastanın tedavisi subkutan heparin ile yapılabilmektedir. Bu gibi durumlarda güvenli antikoagülan ilaç uygulamaları kapsamında hemşire hastasına ilaç kullanımında sekiz doğru ilke doğrultusunda heparin uygulama tekniği konusunda eğitim vermelidir. Kullanılan antikoagülan ilacın tedavi edici aralıkta olduğu durumda hastaların bilgi edinme isteği ile geri dönüş yapmasına bağlı "Özbakımda güçlendirilmeye hazır oluş" hemşirelik tanısına yönelik hasta eğitimi verilebilir (Wilkinson ve Barcus, 2018). Hemşireler antikoagülan tedavinin etkili ve güvenli bir şekilde sürdürülebilmesi için INR değerlerini tedavi edici aralıkta olması, ilaç kullanımı, kanama önleyici tedbirler, seyahat, hobi ve alışkanlıkları konularında hastaya danışmanlık yapabilirler. Yine hastaların besin ve ilaç etkileşimleri ile ilgili eğitim ve destek sağlayabilirler.

SONUÇ

Antikoagülan kullanan hastaların ilgi düzeylerini arttırmak için işitme ve görme duyularına hitap eden birden fazla yöntem ile eğitimlerin verilmesinin etkili olacağı düşünülmektedir. Antikoagülan kliniğinde verilen eğitimin hastaların bilgi düzeyini artırdığı ve bu artışın INR değeri kontrolünü sağlamada etkili olduğu, INR düzeylerinin hastaların bilgi düzeyleri ile doğrudan bir ilişkisi olduğu ve yeterli bilgi düzeyinin iyi derecede INR kontrolü sağlamada etkili olduğu bildirmiştir

KAYNAKLAR

1. Açıkgöz G ve Baykal Ü (2023). Hemşirelerin Mesleki Rolleri Ve Özerkliğini Destekleyen Yasal Düzenlemeler. Istanbul Kent University J Health Sciences, 2(1): 29-34. Erişim Adresi: https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2851101
2. Akuzun H (2019). Hemşirelerin İş Motivasyonlarını Etkileyen Faktörlerin Değerlendirilmesi ve Bir Örnek Uygulama. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Tekirdağ
3. Aloysius MM, Perisetti A, Goyal H, Boregowda U, Jecmenica M, Cheryala M, Bajaj A, Milekic B, Babic M, Bansal P, Enders GH (2021). Direct-acting oral anticoagulants versus warfarin in relation to risk of gastrointestinal bleeding: a systematic review and meta- analysis of randomized controlled trials. Annals of gastroenterology, 34(5), 651–659. doi: 10.20524/aog.2021.0658
4. Amaraneni A, Chippa V, ve Rettew AC (2022). Anticoagulation Safety. Mart 12, 2022 tarihinde National Center for Biotechnology Information: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK519025/
5. Arnold EC ve Boggs KU (2019). Interpersonal Relationships E-Book: Professional Communication Skills for Nurses. Saunders
6. Atakoğlu R, Gül A, Türen S, Madenoğlu Kıvanç M ve Kara Özçalık C (2020). Hemşirelik Eğitiminde Simülasyon Kullanımının Önemi. Türkiye Sağlık Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi, 3(2), 52-60. Erişim Adresi: https://dergipark.org.tr/tr/pub/tusbad/issue/ 58783/753105

7. Aydemir Gedük E (2018). Hemşirelik Mesleğinin Gelişen Rolleri. Sağlık Bilimleri ve Meslekleri Dergisi, 5(2). 253-258. Erişim Adresi: https://dergipark.org.tr/tr/pub/hsp /issue/ 36209 /358458
8. Chavarria M, Bourgeau M, Kinsella E, Knapp M, Lee D, Szymanski R ve Wells K (2022). History anticoagulants. Western Mıchıgan University: https://scholarworks.wmich.edu/medicine_research_day/60/ adresinden alındı.
9. Cihangiroğlu Ü (2023). Ameliyathane Hemşirelerinin Perioperratif Dönemde Birey Merkezli Yaklaşımın Hemşirelik Bakım Kalitesine Etkisinin İncelenmesi. İstinye Ünivesitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul
10. Claire Gouriou GB, Garioud A, Lenhardt SD, Pauwels A ve Zanditenas D (2021). Outcomes of upper gastrointestinal bleeding are similar between direct oral anticoagulants and vitamin K antagonists. Alimentary Pharmacology and therapeutics, 53(6), 688-695. doi:10.1111/apt.16236
11. Cleveland Clinic (2019). Drugs, devices and supplements. Cleveland Clinic: https://my.clevelandclinic.org/health/drugs/16182-warfarin-a-blood-thinning-drug-what-you-need-to-know-
12. Crader MF, Johns T ve K.Arnold J (2021). Warfarin drug ınteractions. Treasure Island. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441964/ adresinden alındı
13. Çit N ve Şenturan L (2022). Pressure application to prevent bruising in subcutaneous heparin ınjection. International Journal of Health Sciences & Research, 12(3), s. 159-165.
14. Dugdale DC ve Zieve D (2019). Choosing effective patient education materials. National libirary of medicine: https://medlineplus.gov/ency/patientinstructions/000455.htm adresinden alındı.
15. Dugdale DC ve Zieve D (2022). How to give a Heparin shot? (A. H. Solutions, Editör) Mart 21, 2022 tarihinde Medlineplus: https://medlineplus.gov/encyclopedia.html adresinden alındı.
16. Edemekong PF, Deb L, Bomgaars Sukumaran S ve Levy SB (2022). Activities of Daily Living. (StatPearls Publishing, Treasure Island (FL)) Mart 27, 2022 tarihinde National Center for Biotechnology Information: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470404/ adresinden alındı.
17. Fahmi AM, Elewa H ve Jilany IE (2022). Evolution of warfarin dosing strategies and progression in the precision medicine era, a narrative review. International Journal of Clinical Pharmacy. doi:/10.1007/s11096-022-01386-8
18. Gayle M (2021). 10 Ways Nurses and Nurse Leaders Can Improve Patient Education. Mart 30, 2022 tarihinde Nurse Journal: https://nursejournal.org/articles/tips-to-improve-patient- education/ adresinden alındı.
19. Grzesk G, Rogowicz D, Wołowiec L, Ratajczak A, Gilewski W ve Sinkiewicz A (2021). The clinical significance of drug–food ınteractions of direct oral anticoagulants. International Journal of Moleculer Sciences, 22(16), 2-18. doi: 10.3390/ijms22168531
20. Gülpen AJ, Cate H, Henskens YM, Oerle R, Wetzels R, Schalla S, Crijns H ve Arina J (2019). The daily practice of direct oral anticoagulant use in patients with atrial fibrillation; an observational cohort study. Plos One, 14(6). doi:10.1371/journal.pone.0217302
21. Hadadian-Chaghaei F, Haghani F, Taleghani F, Feizi A ve Alimohammadi N (2022). Nurses as Gifted Artists in Caring: An Analysis of Nursing Care Concept. Iran J Nurs

Midwifery Res, 27(2):125-133. DOI: 10.4103/ijnmr.ijnmr_465_20. PMID: 35419266; PMCID: PMC8997175
22. Hart BM, Ferrell SM, Motejunas MW, Bonneval CA, Cornett DM, Urman RD ve Kaye AD (2018). New anticoagulants, reversal agents, and clinical considerations for perioperative practice. Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology, 32(2), 166-178. doi:10.1016/j.bpa.2018.06.008
23. Karaca A ve Durna Z (2018). Hemşirelik Bakım Kalitesi ve İlişkili Faktörler. Sağlık ve Toplum Dergisi. Derleme. 16-23. Erişim Adresi: https://search.trdizin.gov.tr/tr/yayin/ detay/297482/ hemşirelik-bakim-kalitesi-ve-ilişkili-faktörler
24. Koenig-Oberhuber V ve Filipovic M (2016). New antiplatelet drugs and new oral anticoagulants.
a. British Journal of Anaesthesia, 117(2). doi:10.1093/bja/aew214
25. Konieczynsk M, Ewa S, Bryk Agata H, Debski M, Polak M, Podolec P, Malecka B, Pajak A, Desteghe Li, Heidbuchel H, Undas A (2018). Differences in knowledge among patients with atrial fibrillation receiving non-vitamin K antagonist oral anticoagulants and vitamin K antagonists. Polish Heart Journal, 76(7), 1089-1096. doi:10.5603/KP.a2018.0069
26. Poli D, Antonucci E ve Caterina RD (2018). Mechanical prosthetic heart valves: Quality of anticoagulation and thromboembolic risk. The observational multicenter PLECTRUM study. İnternational Jounal of Cardiology, 267, 68-73. doi:10.1016/j.ijcard.2018.04.042
27. Pracon R, Zielinski K, Bangalore S, Konka M, Kruk M, Kepka C, Trochimiuk P, Dębski M, Przyłuski J, Kaczmarska E, Dzielinska Z, Kurowski A, Witkowski A ve Demkow M (2022). Residual stroke risk after left atrial appendage closure in patients with prior Oral anticoagulation failure. İnternational Journal of Cardiology, 2-12. doi:10.1016/j.ijcard.2022.02.030
28. Ramakrishnan A, Nadasdy Z, Cowperthwaite M ve Fanale C (2018). Higher insidence of ischemic in patients taking novel oral anticoagulants. Stroke, 49(12), 2851-2856. doi:10.1161/STROKEAHA.118.022636
29. Schulman S ve Levine GN (2020). Antithrombotic and antiplatelet therapy. L. Goldman, & Schafer içinde, Goldman-Cecil Medicine (26 b., s. 495-501). Elsevier.
30. Skelley JW, Thomason AR ve Nolen JC (2018). Betrixaban (Bevyxxa). Pharmay and therapeutics, 43(2), s. 85-88. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5768296/ adresinden alındı.
31. Tenny S ve Thorell W (2022). Intracranial hemorrhage. Mart 15, 2022 tarihinde StatPearls [Internet].: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470242/#:~:text=https%3A//www.ncbi.nlm.n ih.gov/books/NBK470242/ adresinden alındı.
32. Tıraş HH (2020). Türkiye'de İlaç Sektörünün Gelişimi; Bir Durum. Journal of Economic Research, 1(1), 42-59. Mart 13, 2022 tarihinde http//jer.org.tr/ adresinden alındı.
33. Umerah ve Momodu II (2021). Anticoagulation. (T. I. Publishing, Dü.) Mart 28, 2022 tarihinde The National Center for Biotechnology Information: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560651/ adresinden alındı.

34. Vranckx P, Valgimigli M ve Heidbuchel H (2018). Importance of drug-drug and drug-food ınteractions of oral anticoagulation. Arrhythm Electrophysiol Review, 7(1), s. 55-61. doi:10.15420/aer.2017.50.1
35. Warnock L ve Huang D (2021). Heparin. Mart 30, 2022 tarihinde StatPearls [Internet]: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538247/ adresinden alındı.
36. Wilkinson JM ve Barcus L (2018). Ç. Kapucu, İ. Akyar, & F. Korkmaz) içinde, Nursing Diagnosis Handbook (s. 1016-1111). Ankara: Pelikan Yayınevi .

Ameliyathanede Hasta Güvenliği Ve Hemşirelerin Sorumlulukları

Züleyha SEKİ[1]

1. Dr. Öğretim Üyesi.; Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü. Cerrahi Hastalıklar Hemşireliği ABD, zuleyhaseki@mu.edu.tr ORCID No:0000-0001-5262-2571

ÖZET

Sağlık hizmetleri geliştikçe ve hastalar haklarını öğrendikçe sağlık hizmeti sunumunda çeşitlilik ve kalite unsuru giderek öne çıkmaktadır. Bu öne çıkan konulardan en önemlilerinden birisi de hasta güvenliğidir (Chellam vd. 2023). Hasta güvenliği, bir hastanede meydana gelebilecek tüm hata, yanlışlık ve kazaları kapsar (Makary et al. 2006).

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tıbbi hataların önemli bir sağlık problemi olduğunu görünce 2004 yılında bir hasta güvenliği birimi oluşturmuştur ve böylelikle hasta güvenliğine yönelik uygulamalar daha sistematik halde yürütülmeye başlanmıştır.

Tüm güvenlik kontrollerine rağmen, cerrahi hastalarda istenmeyen olaylara yol açabilecek hata riski her zaman mevcuttur (Rodziewicz vd. 2018). Bu nedenle hemşirelerin hasta güvenliği konusunda bilgi sahibi olmaları ve hasta savunucusu olarak düzeltici girişimlerde bulunmaları zorunludur. Hastalar açısından cerrahi riskler dikkate alındığında, hastaların ameliyat sürecindeki savunmasızlı dikkate çekmektedir. Bu noktada da ameliyathane koordinasyonundan sorumlu hemşirelere önemli sorumluluklar düşmektedir.

Sağlık profesyonellerinin, ortaya çıkabilecek istenmeyen olayları daha iyi anlayabilmeleri için farklı tıbbi hata türleri konusunda bilgi sahibi olmaları gerekir. Cerrahi işlemlerin uygun şekilde planlanması, cerrahi ortamın hazırlanması, kullanılan aletler, sütür materyalleri ve ilaçların hazırlanmasdiğer, yanlış hasta, yanlış taraf/bölge, yanlış işlem ve vücutta yabancı cisim unutulması gibi tüm önlenebilir tıbbi ve cerrahi hatalar ameliyathanede hasta güvenliği unsurları arasında yer alır. Tıbbi hatalar hemşire önderliğinde, ekip üyeleri ve hastalar ile etkili iletişim ve standardizasyon aracılığı ile önlenebilir (Taaffe vd. 2018).

Anahtar kelimeler: Cerrahi ekip, hemşirelik, hasta güvenliği, tıbbi hata, Güvenli ameliyat.

GİRİŞ

Ameliyathanede verilen bakım, yoğun teknoloji kullanımı içermesi nedeniyle hastanenin diğer birimlerinde sunulan bakımdan farklıdır. Ameliyathane hemşireleri; enfeksiyonların önlenmesi, asepsinin sürdürülmesi, cerrahi aletlerin yönetimi, tıbbi tekniklerin uygulanması, komplikasyonların önlenmesi ve biyolojik preparatların yönetimi konularında kritik bir rol üstlenir. Buna ek olarak hemşireler; bakımın planlanmasında, hasta ile cerrahi ekip ve diğer sağlık profesyonelleri arasında iş birliğinin sağlanmasında da temel bir role sahiptir (Flaubert vd. 2021). Hastanın ameliyathaneye (OR) kabul edilmesiyle başlayan

intraoperatif dönem, ve hastanın postoperatif servise transfer edilmesiyle sona erer (Salazar Maya, 2022).

Ameliyatanede farklı disiplinlerden personelin bulunması, farklı eğitim geçmişlerine sahip olması ve ekip halinde çalışmaları sonucu cerrahi karışıklıklar nedeni ile ameliyathanede hatalar daha sık meydana gelmektedir. Bu nedenle, önlenebilir cerrahi hatalar azaltmak ameliyathane personeli, hemşireler ve hastalar arasında etkili iletişim, hasta güvenliği konusunda yetkin ameliyathane personeli, açık ve sistematik kontrol süreçleri ile azaltılabilir (Ingvarsdottir vd. 2018).

Hasta Güvenliği Kavramı

Sağlık bakım hizmetlerinin kişilere vereceği zararı önlemek amacıyla sağlık kuruluşları ve bu kuruluşlardaki çalışanlar tarafından alınan önlemlerdir. Tıbbi hatalar veya hasta güvenliği sağlık hizmetlerinde kalite programlarının önemli konularından birisidir. Tıbbi hataları sağlık bakım hizmeti sunulan her alanda görmek olası iken, bazı alanlarda bu oran daha yüksektir. Tıbbi hata görülme oranı yüksek olan alanlardan birisi de hastanelerin ameliyathane bölümleridir (Park 2024).

Cerrahi tedavinin uygulandığı yerler olan ameliyathaneler, karmaşık içyapısı, stresli çalışma ortamı ve kullanılan tıbbi cihazların çeşitliliğiyle birlikte işleyişlerindeki karmaşa açısından özel bilgi, beceri, donanım ve dikkat gerektiren özel yerlerdir. Bu özelliklerinden dolayı ameliyathanelerin hasta güvenliğini tehdit edebilecek birçok unsuru bünyesinde barındırır.

Tıbbi Hata Nedir

Tıbbi hatalar, son yıllarda ciddi sağlığı sorunu olarak kabul edilmektedir. ABD'de üçüncü ölüm nedeni olarak rapor edilen tıbbi hatalar kapsamına yanlış tanılama, ilaç hataları ve ramak kala durumları dahil edilip edilmediği ile ilgili kesin bir bilgi yoktur. Hastaların zarar görmediği olayların kayıtlarının güvenirliği kesin olmaması nedeni ile tıbbi hata görülme sıklığına ilişkin tahminler farklılık göstermektedir (Singh vd. 2023).

"Planlanan bir eylemin amaçlandığı şekilde sonuçlanmamsı ya da bir amaca ulaşmak için yanlış bir yöntem kullanılması" olarak tanımlanmaktadır. Tanım ne olursa olsun hasta zararına yol açabilen ya da açmayan bir bakım başarısızlığı olarak tanımlanan tıbbi hatalar yüksek morbidite, mortalite ve ekonomik yük ile ilişkilidir. Ayrıca hasta, hasta yakınları, sağlık personeli, sağlık kurumu ve toplum üzerinde olumsuz etkilere yol açabilir. Sağlık profesyonelleri başarısızlık, güveni kötüye kullanma ve özgüvende azalmaya gibi olumsuz duygular yaşayabilirler (Singh vd. 2023).

"Hata" ifedesinin suçlayıcı olduğudü ve hasta kayıtlarında bu terimin sınırlı kullanılmamasını önerilmektedir, hatta hiç kullanılmamasını savunan görüşler vardır. Ancak tıbbi hatalar, istenmeyen olaylar olaylar olarak ifade edilmesi bu hataları önlemeye veya azaltmaya yetmez. Hataların

nedenlerini ortaya çıkarmak ve tekrarını önleyecek uygulanabilir çözümler geliştirmek zordur.

Sağlık profesyonellerinin, ortaya çıkabilecek istenmeyen olayları daha iyi anlayabilmeleri için farklı tıbbi hata türleri konusunda bilgi sahibi olmaları gerekir. İstenmeyen olaylara yol açan eksiklikleri ve risk faktörlerini belirleyerek benzer hataları önlemeye yönelik düzenlemeler yapılabilir. İş yeri kültürünün değiştirilmesi ve tıbbi hataların ele alınmasına yönelik protokollerin geliştirilmesi, hata bildirimini artırabilir. Hataları önlemeye yönelik sürecin her aşamasında bireyler tıbbi hataları bildirmeye teşvik edilmelidir. Sistem içindeki eksiklikleri ya da başarısızlıkları ortaya koyabilmek için gizli bildirim seçenekleri gereklidir.

Hasta güvenliği kültürünü benimseyen ve düzeltici müdahaleleri uygulayan kurumlar, hem hastalar hem de sağlık çalışanları için daha güvenli bir sağlık hizmeti ortamı oluşturabilir. Sağlık profesyonelleri birlikte çalışarak; tıbbi hatalara yol açan etkenleri ve olayları belirleyebilir, çok yönlü önleme protokolleri geliştirebilir ve bu stratejileri sağlık sisteminin farklı düzeylerinde uygulayarak hasta güvenliğini artırabilir (Flaubert vd. 2021)

AMELİYATHANEDE HASTA GÜVENLİĞİ İLE İLİŞKİLİ FAKTÖRLER

Doğru hastaya ve doğru yere ameliyat yapılması

Ağrıyı ortadan kaldırırken anestetik madde verilmesine bağlı zararı önleyecek yöntemlerin kullanması

Havayolu tıkanmaları ya da solunum durmalarının tanınması ve böyle durumlara karşı etkin biçimde hazırlıklı bulunulması

Aşırı kan kaybı riskinin belirlenmesi ve buna karşı hazırlıklı olunması

Hasta için risk oluşturacak alerji ya da ilaç reaksiyonlarına yol açılmaması

Ameliyat yapılan yerde enfeksiyon riskini en aza indirecek yöntemlerin kullanılması

Ameliyat yerinde gazlı bez, havlu ya da alet unutulmaması

Patolojiye gönderilmek üzere alınan örneklerin güvenliğinin sağlanması ve doğru işaretleme yapılması

Hastayla ilgili önemli bilgilerin ameliyat ekibi arasında etkili biçimde değişiminin ve iletişiminin sağlanması

Hastanın Doğru Kimliklendirilmesi

Etkili İletişimin Artırılması

Yüksek Riskli İlaçların Güvenliğinin İyileştirilmesi

Hastanelerin ve halk sağlığı sistemlerinin cerrahi kapasiteleri, cerrahi hacmi ve sonuçları konusunda sürekli çalışacak bir gözlem sistemi kurmasıdır.

Doğru-Taraf, Doğru-Prosedür ve Doğru-Hasta Cerrahisi'nin Sağlanması

Sağlık Bakımı İlintili Enfeksiyonların Azaltılması

Düşmelerden Kaynaklanan Hastaların Zarar Görme Riskinin Azaltılması (JCU 2021).

Hastanın Kimliğinin Doğru Tanımlanması

Hasta kimliğinin doğrulanmasını temel alan sistemler oluşturulmalı, en az iki tanımlayıcı kullanılmalı ve kimlik doğrulama uygulamaları kurumlar arasında standartlaştırılmalıdır. Kimliği belirsiz veya aynı ada sahip hastalar için açık protokoller geliştirilmesi, hastaların sürece aktif katılımının teşvik edilmesi ve örneklerin hasta huzurunda etiketlenmesi önemlidir. Ayrıca, laboratuvar ve test süreçlerinin tüm aşamalarında örnek kimliğinin korunması, klinik bulgularla uyumsuz sonuçların sorgulanması ve bilgi sistemlerinde oluşabilecek hataların tekrarlayan kontrollerle önlenmesi, hasta güvenliğinin güçlendirilmesinde kritik rol oynar. Hastanın tanınması için, hastaneye yatışından itibaren isim yazılı bileklik/ kol bandı takılması ve hastaya ismiyle hitap edilmesi hasta kimliğinin karıştırılmasını engelleyecektir. Kol bandında; protokol numarası, kimlik numarası, hasta adı-soyadı, doğum tarihi, doğum yeri ve doktorun adı soyadı bilgileri yer almalıdır.

Ameliyathanede bulunan hastalar sedasyon almış olabilecekleri, tamamen uyanık olmama ihtimallerinin bulunması ve oryantasyon bozukluklarının bulunması gibi nedenlerden dolayı yanlış hasta, hatalı tanı ve tedavi neredeyse her alanında görülebilmektedir. Anestezi hatalı ve eksik hasta kimliklendirme; yanlış ilaç uygulamalarına, yanlış kan transfüzyonuna ve başka birçok istenmeyen olayda etken olabilir.

Sağlık Bakanlığının standardize ettiği kol bandı renkleri de hastanın bazı özel durumlarında kimlik tespitine yardımcı olur.

- Lacivert bilezik; aynı serviste yatan aynı isimli hasta için
- Sarı bilezik; bulaşıcı hastalığı olan hasta için
- Beyaz bilezik; normal hastalar için
- Kırmızı bilezik, alerjik hastalar için
- Kol bandı renkleri tüm hastane çalışanları tarafından bilinmelidir.

Sağlık hizmeti sunucularının, hastanın kimliğini kontrol etme/doğrulama konusunda birincil sorumluluğa sahip olduğu vurgulanmalıdır. Hastalar sürece aktif olarak dâhil edilmeli ve doğru hasta kimliklendirmesinin önemi konusunda eğitim almalıdır.Hastanın kabulü sırasında ve bakım uygulanmadan önce, en az iki tanımlayıcı kullanılarak hasta kimliği doğrulanmalıdır. Bu tanımlayıcılardan hiçbiri hastanın oda numarası olmamalıdır. Sağlık sistemi içindeki farklı kurumlar arasında hasta kimliklendirme yaklaşımları standartlaştırılmalıdır.Kimliği olmayan ya da aynı ada sahip hastaların tanımlanmasına yönelik kurumsal bir protokol

geliştirilmelidir. Komada olan hastalar için biyometrik yöntemler gibi sözlü olmayan yaklaşımlar kullanılmalıdır. Sağlık çalışanı hastayı tanıyor olsa bile, doğru hastanın doğru bakımı aldığından emin olmak için hasta kimlik bilgileri mutlaka kontrol edilmelidir (WHO 2007).

Etkili İletişimin Geliştirilmesi

Ekip içi ve ekipler arası iletişim, sağlık kuruluşlarındaki hizmetin seyrini ve kalitesini etkileyen önemli faktörlerden olmakla birlikte, ameliyathaneler bu iletişimin en kritik noktalarda sürdürüldüğü, cerrahi girişimin başarısını ve hasta güvenliğini olumlu ya da olumsuz yönde etkilediği alanlardır. İletişim ile ilgili tıbbi hataların çoğunlukla sözel olarak verilen ve telefonla bildirilen hasta istemlerinden kaynaklanmakta olduğu, bunlar arasında en sık karşılaşılanın ise klinik laboratuvar testlerinin telefonla öğrenilmesi sırasında sonuçların yanlış yorumlanması şeklinde ortaya çıktığı belirtilmektedir (Steelman 2013).

Bu hataları önlemek için;

- Hastayla ilgili telefonla ya da sözel doktor istemi alma politikaları geliştirilmelidir.
- Bu konudaki hataları önlemek için JCI; bir işlemi/uygulamayı ya da kritik test sonuçlarını sözel olarak ya da telefonda rapor ederken sonuçların önce not edilmesi, okunması, tekrarlanması ve alıcıya tekrarlatılmasını önermektedir.
- Yüksek riskli ilaçlar için telefonla ya da sözel olarak doktor istemi alma yasaklanmalı.
- Telefonla ya da sözel olarak istem almanın yüksek riskli ilaçlar için serbest olduğu tek durum cardio pulmoner resusitasyon durumudur.
- Okunuşu benzer olan ilaçlar için ilacın isminin kodlanarak söylenmesi sağlanmalı.
- İstem sözel ya da telefonla alındığında yazılı kayıt oluşturulmalı ve istemi yapan hekim en geç 24 saat içinde bu istemi yazılı hale dönüştürmeli (WHO 2007).

Doğru Alan, Doğru İşlem, Doğru Hasta Cerrahisi

AORN yanlış hasta, yanlış parça, yanlış vücut tarafı, doğru işaretlenmiş anatomik tarafın yanlış düzeyi üzerinde gerçekleşen tüm cerrahi uygulamaları, yanlış taraf cerrahisini olarak tanımlamaktadır. Yanlış alan cerrahisi (wrong-site surgery), hastanın kabul etmesi gereken bir risk değil, asla gerçekleşmemesi gereken ciddi bir tıbbi hatadır ve hasta güvenliğinin en önemli sorunudur. Bu tür olaylar birçok ülkede “never event” kapsamında ele alınmakta, ciddi hukuki, mesleki ve kurumsal sonuçlara yol açmaktadır. Yanlış cerrahi alan hataları; yanlış hasta, yanlış taraf/bölge ve yanlış prosedür şeklinde ortaya çıkabilmekte, bazı durumlarda ramak kala olarak

fark edilirken bazı durumlarda ameliyatın tamamlanmasına kadar ilerleyebilmektedir (Mistri 2023).

Anesteziyologlar, hemşireler ve cerrahlar dâhil olmak üzere tüm ameliyathane ekibinin aktif katılımı, hasta güvenliği açısından kritik öneme sahiptir. Dünya Sağlık Örgütü'nün *Sign In–Time Out–Sign Out* aşamalarını içeren Cerrahi Güvenlik Kontrol Listesi, ekip içi iletişimi güçlendirmeyi ve cerrahi komplikasyonları azaltmayı amaçlamaktadır. Sonuç olarak, yanlış cerrahi alan cerrahisi bireysel hatalardan çok sistem, iletişim ve ekip çalışması sorunlarının bir göstergesi olup; bu tür olayların önlenmesi için herkes tarafından tutarlı biçimde uygulanan, güçlü ve standartlaştırılmış güvenlik protokollerine ihtiyaç vardır. Scrub - sirküle hemşire ve cerrahi ekipler ile iş birliği içinde çalışan uluslararası bir akreditasyon değerlendirmesi olan Joint Commission International (JCI)**,** ilgili tüm cerrahi aletlerin sayımını birlikte gerçekleştirilmesini önermektedir (Abu Mostafa 2019).

Yanlış cerrahi alan cerrahisini önlemek amacıyla; ameliyat öncesi hasta ve işlem doğrulaması, cerrahi alanın işaretlenmesi, girişim öncesi time-out uygulaması, radyolojik tetkiklerin gözden geçirilmesi ve ameliyat sonrası doğrulama gibi çok sayıda protokol geliştirilmiştir. Ancak tek bir önlemin yeterli olmadığı, hasta güvenliğinin süreç boyunca tekrarlanan doğrulamalar, etkili iletişim ve ekip çalışması ile sağlanabileceği vurgulanmaktadır. Özellikle iletişim eksikliği, yanlış cerrahi girişimlerin en sık bildirilen temel nedenidir (Kapoor 2011).

Doğru işaretleme nasıl yapılmalı?

Cerrahi alanın işaretlenmesi sürecini hasta da anlamalı ve işaretleme ilk bakışta tanınabilecek şekilde yapılmalıdır. Bu işaretleme hastanenin belirlediği politikalara göre olmalı, (Yaygın olarak kullanılan işaretleme; hastanın adı ve soyadının baş harflerinin ameliyat yapılacak bölgenin 10 cm' lik alanına silinmeyen bir kalemle işaretlenmesidir). İşaretlemeyi cerrahi işlemi gerçekleştirecek kişi yapmalıdır,işaretleme hasta uyanık ve bilinçliyken yapılmalıdır. Yapılançalışmalarda bu işaretlemenin doğrulanmasıyla malpraktis olarak değerlendirilen bu çeşit yanlış taraf ameliyatlarının üçte ikisinin önlenebileceği bildirilmiştir (Mistri 2023).

Son kontrolde ameliyathane ekibi deri kesisinden önce şlemlere ara verdirerek doğru hasta işlem ve alan olduğunu doğrulamak için teyit işlemini gerçekleştirmelidir. Cerrah hastanın adını, uygulanacak ameliyatı, cerrahi uygulanacak alanı ve tarafı yüksek sesle ifade etmelidir. Hemşire ve anestezist bilgilerin doğruluğunu teyit etmelidir. Joint Commission'ın yaptığı bir çalışmada yanlış taraf cerrahisinin %70 iletişim hatalarından kaynaklandığı, bu hataların ise en sık cerrahi ekip üyeleri arasındaki etkisiz ya da yetersiz iletişimden, eksik kayıt tutma ve taraf işaretlemeye hastanın katılmamasından kaynaklandığı belirtilmiştir (JCI 2021).

Öneriler;

- Anesteziden önce sağlık ekibi üyesi hastanın doğru kimliklendirildiğini doğrulamalı,
- Sağlık ekibi üyesi hastaya aydınlatılmış onam verildiğini doğrulamalı ve hasta ile ilgili işlemi ve güvenli cerrahiyi doğrulamalı,
- Cerrah; başarılı bir ameliyat için cerrahi alanı doğru bir şekilde işaretlemeli.

Güvenli Anestezi ve Resüsitasyon

Ameliyathanede güvenli anestezi uygulaması, hasta güvenliğinin temel bileşenlerinden biri olup perioperatif dönemde mortalite ve morbiditenin azaltılmasında kritik rol oynamaktadır. Anestezi uygulamaları; hasta değerlendirmesi, ilaç yönetimi, hava yolu güvenliği, monitörizasyon ve ekip içi iletişim gibi çok sayıda karmaşık süreci içermektedir. Bu nedenle anesteziye bağlı hatalar, hızlı şekilde ciddi hasta zararlarına yol açabilmektedir. Literatürde, anesteziye bağlı advers olayların büyük bir kısmının önlenebilir insan hataları, iletişim eksiklikleri ve sistemsel yetersizliklerden kaynaklandığı bildirilmektedir (Rodziewicz et al., 2022).

Güvenli anestezi uygulamasının temelini, ameliyat öncesi kapsamlı hasta değerlendirmesi oluşturmaktadır. Hastanın tıbbi öyküsü, mevcut hastalıkları, alerjileri, kullanılan ilaçlar, hava yolu riski ve olası kan kaybı açısından ayrıntılı olarak değerlendirilmesi gereklidir. Özellikle yüksek riskli hastalarda, anestezi planının cerrah ve ameliyathane ekibiyle birlikte oluşturulması, olası komplikasyonların önlenmesine katkı sağlar (Butterworth, Mackey, & Wasnick, 2018). Ayrıca uygun hasta kimlik doğrulaması ve doğru cerrahi girişimin teyidi, güvenli anestezi bakımının ayrılmaz bir parçasıdır.

Ameliyat sırasında sürekli ve etkin monitörizasyon**,** anestezi güvenliğinin vazgeçilmez unsurlarındandır. Oksijen satürasyonu, kan basıncı, kalp ritmi, solunum parametreleri ve end-tidal CO_2 izlemi; olası fizyolojik değişikliklerin erken saptanmasını sağlar. Dünya Sağlık Örgütü'nün Cerrahi Güvenlik Kontrol Listesi'nde yer alan *Sign In*, *Time Out* ve *Sign Out* aşamaları, anestezi uygulamalarında ekip içi iletişimi güçlendirerek hata riskini azaltmayı amaçlamaktadır (World Health Organization [WHO], 2009).

Gelişmekte olan ülkelerde anestezi ile ilişkili önlenebilen ölüm oranı gelişmiş ülkelerdekinden 100-1000 kat daha fazla olduğu tahmin edilmektedir. Bu nedenle anestezi güvenliğinin artırılmasında standart protokollerin kullanımı ve ekip çalışması büyük önem taşımaktadır. Joint Commission International (JCI)**,** hasta güvenliği hedefleri kapsamında doğru hasta doğrulaması, etkili iletişim ve ilaç güvenliğini vurgulamaktadır (Joint Commission International, 2021). Bunun yanında, anestezi uygulamalarında hataların bildirilmesini teşvik eden, cezalandırıcı olmayan bir güvenlik

kültürünün benimsenmesi; öğrenen organizasyon yapısının oluşmasına ve benzer hataların tekrarının önlenmesine katkı sağlar (Rothrock, 2018).

Sonuç olarak, ameliyathanede güvenli anestezi uygulaması; bireysel dikkat kadar sistematik yaklaşımlar, standart kontrol listeleri, etkili iletişim ve multidisipliner ekip çalışması ile mümkündür. Anestezi hemşireleri ve anesteziyologların hasta savunuculuğu rolünü aktif biçimde üstlenmesi, hasta güvenliğinin sürdürülebilirliğinde belirleyici bir faktördür.

Öneriler;

- Tek ve en önemli bileşen anestezi öncesi bakımda eğitimli anestezistler sürekli dikkatli olmalıdır.
- Genel anestezi altındaki bütün hastalar için oksijen desteği sağlanmalıdır. Doku oksijenlenmesi ve perfüzyonu pulse oksimetre kullanılarak sürekli izlenmeli. Ameliyat süresince pulse oksimetrenin sesi kalp atımlarını duyabilecek kadar açık olmalı.
- Hava yolunun ve solunumun yeterliliği; dinleme ve gözlem yöntemi ile sürekli izlenmelidir.
- Dolaşımı dinleme, nabız palpasyonu, kardiyak monitör ya da pulse oksimetredeki kalp atım hızı ekranından takip edilmelidir.
- Arteriyel kan basıncı en az her 5 dakikada bir, klinik durumun koşullarına göre daha sık takip edilmelidir.
- Vücut ısısının ölçümleri için bir araç bulundurulmalı ve klinik duruma göre sık aralıklarla kullanılmalıdır. (uzamış ya da karmaşık anestezi, çocuklarda)
- Anestezi derinliği (bilinçsizlik derecesi) klinik gözlemci tarafından düzenli olarak değerlendirilmelidir.
- Uçucu maddelerin konsantrasyonları sürekli ölçülmeli, nefes alış ve verişteki gaz volümleri ölçülmelidir.
- Elektrokardigrafi; kalp hızını ve ritmini izlemede kullanılmalıdır.
- Kardiyak defibrilatör hazır bulundurulmalıdır.

Hastane İnfeksiyonlarının Önlenmesi

Hastane infeksiyonlarının önlenmesi hasta güvenliği konuları içerisinde önemli yer tutmaktadır. Ulusal Nozokomiyal İnfeksiyon Sürveyans Sistemi National Nosocomial İnfections Surveillance System (NNIS) verilerine göre CAİ tüm hastane kaynaklı infeksiyonlar içerisinde üçüncü (% 14–16), ameliyat geçirmiş kişilerde ise ilk sırada (% 38) yer almaktadır. Cerrahi hastalarda ölümlerin % 77' si CAİ ile ilişkilidir. Ameliyat sırasında havadan, cerrahi aletlerden ve ekipten yara yerine çok sayıda mikroorganizma bulaşabilir Ameliyat bölgesi antimikrobiyal ajanlarla hazırlanmasına karşın deri bakterileri tamamen yok edilemez. Bu nedenlerle CAİ sıklıkla ameliyathane kaynaklı oluşur (Pittet 2006).

Öneriler;

- Temiz ya da kontamine bütün cerrahi olgularda profilaktik olarak antibiyotikler kullanılmalı,
- Bütün kurumların rutin sterilizasyon süreçleri olmalı. Cerrahi aletler steril alanlarda kullanılmadan önce üzerindeki indikatörler ile kontrol edilmeli.
- Cerrahi işlem 4 saatten uzun sürecekse ya da ameliyat sırasında aşırı kanama olasılığı var ise profilaktik antibiyotikler tekrarlanmalı.
- Cerrahi işleme başlamadan hemen önce tüyler uzaklaştırılmalı.
- Ameliyathanedeki süreçte bireysel gereksinimlere göre hastalara oksijen verilmeli
- Bütün hastaların ciltleri cerrahi işlemden önce uygun antiseptikler ile temizlenmeli.
- Cerrahi el antiseptiklerin etkisi antimikrobial sabunlar ile güçlendirilmeli.
- Cerrahi ekip ameliyat süresince saçlarını örtmeli ve steril önlük, eldiven giymeli, maske takmalı.
- Elektif cerrahi işlemlerden en az 30 gün önce sigara bıraktırılmalı.
- Cerrahi hastalara ameliyat öncesinde antiseptik bir solüsyon ile duş aldırılmalı.
- Planlı ameliyatlar öncesinde enfeksiyonlar elimine edilmeli.

İlaç Güvenliği

İlaç hataları; sağlık bakım profesyonellerinin kontrolü altındayken hastaya zarar veren, uygunsuz ilaç kullanımına yol açan, önlenebilir olaylardır. Ameliyathanelerde ilaç güvenliği önemli bir kriterdir. Çünkü en iyi hastanelerde bile her 100 hastanın 6,7' sinde ciddi sonuçları olan ya da ciddi sorunlara yol açabilecek ilaç hataları görülmektedir. Ameliyathanede doğru ilaç kullanımı, ilaç hatalarına bağlı morbidite ve mortalitenin önlendir. Ameliyathane ortamı; yüksek riskli hastalar, güçlü ve hızlı etkili ilaçlar, zaman baskısı ve dikkat dağıtıcı unsurlar nedeniyle ilaç hatalarına açık bir alandır. Özellikle anestezik ajanlar, opioidler, kas gevşeticiler ve yüksek riskli ilaçlar, yanlış doz, yanlış yol veya yanlış hasta gibi hatalar sonucunda ciddi advers olaylara yol açabilir (Rodziewicz et al., 2018).

Doğru ilaç kullanımının ilkelerinin eksiksiz uygulanması ve bu ilkelerin ameliyathanede standartlaştırılması, ilaç uygulama hatalarını azaltılmada etkili bir stratejidir. İlaçların hazırlanması ve uygulanması sırasında çift kontrol mekanizmalarının kullanılması, uygun şekilde etiketlenmesi ve kilitli dolaplarda muhafaza edilmesi de yanlış ilaç kullanımını önlemede etkilidir (Rothrock, 2018).

Teknolojinin kullanımı, ameliyathanede ilaç güvenliğinin sağlanmasına önemli katkılar sunmaktadır. Akıllı infüzyon pompaları, barkodlu ilaç doğrulama sistemleri ve elektronik ilaç kayıtları; insan faktörüne bağlı hataları azaltarak ilaçların doğru dozda ve doğru zamanda uygulanmasını desteklemektedir. Bunun yanında, ilaç uzlaştırması (medication reconciliation) uygulaması; ameliyat öncesi ve sonrası dönemlerde hastanın kullandığı ilaçların sistematik olarak değerlendirilmesini sağlayarak ilaç etkileşimleri ve atlama hatalarının önüne geçmektedir (World Health Organization 2017).

Uluslararası hasta güvenliği standartları da ameliyathanede doğru ilaç kullanımının önemini vurgulamaktadır. Joint Commission International (JCI), Uluslararası Hasta Güvenliği Hedefleri kapsamında yüksek riskli ilaçların güvenli yönetimini, etkili iletişimi ve standart protokollerin uygulanmasını zorunlu kılmaktadır (Joint Commission International, 2021). Benzer şekilde World Health Organization, ilaç güvenliğini küresel hasta güvenliği önceliklerinden biri olarak tanımlamış ve sistem temelli yaklaşımların benimsenmesini önermiştir (WHO, 2017).

Ameliyathanede ilaç hatalarının nedenlerinden bazıları;

- Ameliyathanelerde maske kullanılıyor olması, ilacın isminin ve dozunun yanlış anlaşılmasına yol açabilir.
- İlacın steril alanda kullanılması gerektiğinde paketinden çıkarılması gerekir, bu aşamada etiketlemenin yeterli olmaması.
- Hastanın alerji öyküsü hakkında bilgi eksikliği.
- Yetersiz kayıt sistemleri.
- Cerrahi hastasının bakımına farklı alanlarda bireylerin katılması nedeni ile birden fazla bireyin öykü, anamnez alması, hasta dosyalarının sürekli bir yerden diğerine gönderilmesidir.

Öneriler:

- LASA Look Like-Sound Like (görünüşü- okunuşu benzer ilaçlar) listesi oluşturulmalı, depolama sırasında bu ilaçların yan yana konması engellenmeli,
- Uzun süreli kullanılacak flakonların üzerine açılma tarihi ve saati kaydedilmeli,
- Yüksek riskli ilaçlar ve bunların ameliyathanede bulundurulması sırasında uygulanacak önlemler tanımlanmalı (kırmızı etiket uygulaması vb.),
- Narkotik ilaçlar çift kilit altında tutulmalı,
- Acil ilaçlar hazır bulundurulmalı,
- Eczane kapalı kalmamalı,
- Hastalara verilen tüm ilaçlar kayıt altında tutulmalı,
- Enjektöre çekilen ilaçlar etiketlenmeli,

- Hastanın alerjik durumu hasta dosyasında kaydedilmeli ve hastanın ameliyathaneye tesliminde de sözel olarak bildirilmeli şeklinde sıralanmalı.

Bası Yaralarının Önlenmesi

Bası yaraları; doku perfüzyonunun azalması, uzun süreli basınç, sürtünme ve nem nedeni ile gelişen postoperatif dönemde morbiditeyi, hastanede kalış süresini ve bakım maliyetlerini artırmaktadır. Ameliyathanede bası yaraları, cerrahi sürenin uzunluğu, hastanın hareketsizliği, uygulanan cerrahi pozisyonlar ve anesteziye bağlı duyusal kayıpları gelişebilir. Ameliyat sırasında bası yaralarının önlenmesinde en önemli adım, ameliyat öncesi risk değerlendirmesidir**.** Yaşlı hastalar, malnütrisyonu olanlar, diyabetik bireyler, dolaşım bozukluğu bulunan hastalar ve uzun süreli cerrahi girişim geçirecek hastalar yüksek risk grubunda yer almaktadır. Bu nedenle, cerrahi öncesinde uygun risk değerlendirme ölçeklerinin kullanılması ve riskli hastalar için bireyselleştirilmiş önleyici bakım planlarının oluşturulması önerilmektedir (National Pressure Injury Advisory Panel 2019).

Ameliyat süresi uzadıkça bası yarası riski belirgin şekilde artmaktadır. Bu nedenle uzun süren cerrahilerde, hasta güvenliği açısından mümkün olan durumlarda mikro pozisyon değişiklikleri, basınç noktalarının periyodik olarak değerlendirilmesi ve ameliyat süresinin ekip tarafından yakından izlenmesi gerekirir. Anestezi altında olan hastalarda ağrı ve rahatsızlık hissi ortadan kalktığı için, bası yaralarının erken belirtileri fark edilemeyebilir; bu durum hemşirelerin dikkatli gözlem ve önleyici girişimlerinin önemini artırmaktadır.Ameliyathane ortamında doğru cerrahi pozisyonlama ve destek yüzeylerinin kullanımı**,** bası yaralarının önlenmesinde temel uygulamalardandır. Basıncı azaltan jel pedler, köpük destekler ve özel ameliyat masası yüzeyleri; kemik çıkıntılar üzerindeki basıncı azaltarak doku hasarını önlemeye yardımcı olur. Ayrıca baş, topuk, sakrum ve dirsek gibi riskli bölgelerin dikkatle korunması ve cerrahi süresince pozisyonun stabilitesinin sağlanması büyük önem taşımaktadır (Rothrock, 2018).

Hareketsiz kalma sonucu dokuların basınca maruz kaldığı düşünülürse, ameliyat olan her hastanın bası yarası oluşumuna karşın risk grubunda değerlendirilmesi gerekir.

<u>Ameliyathanelerde bası yaralarının önlenmesinde;</u>

- solunum ve dolaşımın yeterli olmasına izin verecek şekilde olmalı,
- masa tespit bantları/ kemerleri çok sıkı bağlanmamalıdır.
- sinirler, kaslar ve kemik çıkıntıları silikon yastık gibi pozisyon destek ekipmanlarıyla uygun şekilde desteklenerek sinir ve doku basıları önlenmelidir.

- kol ve bacaklar masadan sarkmamalı, tüm beden ağırlığı tek bir noktaya verilmemelidir.

Yabancı Cisim Unutulması

Ameliyatta yabancı cisim unutulması, hasta güvenliği açısından asla kabul edilemez ("never event") bir cerrahi hata olarak tanımlanmakta ve ciddi morbidite, mortalite, hukuki sonuçlar ve kurumsal itibar kaybına yol açabilmektedir. En sık unutulan yabancı cisimler arasında cerrahi spançlar, gazlı bezler, iğneler ve aletler yer almaktadır. Bu tür olaylar nadir görülmesine rağmen, meydana geldiğinde hasta üzerinde enfeksiyon, sepsis, kronik ağrı, yeniden ameliyat gereksinimi ve uzamış hastanede yatış gibi ciddi sunuçları vardır (Gawande 2003).

Yabancı cisim unutulmasının temel nedenleri arasında acil cerrahiler**,** uzun ve karmaşık operasyonlar**,** beklenmeyen intraoperatif değişiklikler**,** kanamanın fazla olması**,** ekip değişiklikleri **ve** iletişim eksiklikleri yer almaktadır. Literatürde, sayım işlemlerinin eksik ya da hatalı yapılmasının bu olayların en önemli belirleyicilerinden biri olduğu bildirilmektedir. Özellikle cerrahi ekip içindeki hiyerarşik yapı ve zaman baskısı, hemşirelerin şüpheli durumları dile getirmesini zorlaştırarak hata riskini artırabilmektedir (Stanislaw 2012).

Ameliyatta yabancı cisim unutulmasının önlenmesinde standartlaştırılmış cerrahi sayım protokolleri temel bir güvenlik stratejisidir. Cerrahi alet, spanç ve iğne sayımlarının ameliyatın başında, kritik aşamalarında ve cerrahi kapanış öncesinde sistematik olarak yapılması gerekmektedir. Sayım uyumsuzluğu saptandığında, cerrahi alanın kapatılmaması ve sorun giderilene kadar ekip tarafından ortak bir değerlendirme yapılması önerilmektedir (Rothrock, 2018). Bu süreçte dolaşım ve scrub hemşiresinin aktif rolü, hasta güvenliği açısından kritik öneme sahiptir.

Teknolojik uygulamalar, yabancı cisim unutulmasının önlenmesinde önemli destek araçları sunmaktadır. Radyoopak işaretli spançların kullanımı, radyografik doğrulama, radyo frekans tanımlama (RFID) ve barkodlu sayım sistemleri; manuel sayım hatalarını azaltarak güvenliği artırmaktadır. Bununla birlikte, teknoloji tek başına yeterli olmayıp, etkili ekip iletişimi ve hasta güvenliği kültürü ile desteklenmelidir (Greenberg et al., 2008).

Uluslararası hasta güvenliği standartları da bu konunun önemini açıkça vurgulamaktadır. World Health Organization, Cerrahi Güvenlik Kontrol Listesi kapsamında alet ve spanç sayımlarının doğrulanmasını temel güvenlik adımlarından biri olarak tanımlamıştır (World Health Organization [WHO], 2009). Benzer şekilde Joint Commission International (JCI)**,** hasta güvenliği hedefleri doğrultusunda yabancı cisim unutulmasının önlenmesini zorunlu bir kalite göstergesi olarak ele almaktadır (Joint Commission International, 2021).

Sonuç olarak, ameliyatta yabancı cisim unutulmasının önlenmesi; kanıta dayalı sayım protokolleri, teknolojik destek, etkili iletişim ve güçlü bir hasta güvenliği kültürü ile mümkündür. Hemşirelerin savunucu rolü ve cerrahi ekibin tüm üyelerinin ortak sorumluluk bilinci, bu önlenebilir hatanın ortadan kaldırılmasında belirleyici bir faktördür.

Yabancı cisim unutulması ile ilgili hataların önlenmesi ameliyat öncesi, ameliyat sırası ve ameliyat bitiminde insizyon kapanmadan önce alet, gazlı bez gibi ameliyatta kullanılacak tüm malzemelerin sayımı ve kaydedilmesi ile sağlanabilir.

Sayım;

•İşlem başlamadan önce,
•Kavite içinde kavite kapatılmadan önce,
•Yara kapatılmadan önce,
•Prosedür sonrasında cildin kapatılmasında,
•Scrup veya sirküle hemşire değişmesi durumunda gerçekleştirilmektedir.

Yabancı cisim unutulmasına yönelik AORN önerileri;

✓ Yabancı cisim unutulmasını(YCU) önlemek için tutarlı bir multidisipliner yaklaşım, tüm cerrahi ve invaziv işlemler sırasında kullanılmalıdır.

✓ Steril alan üzerinde açılan radyoopak tekstil cerrahi malzemelerin(örneğin spançlar, havlular ve diğer tekstil ürünleri) sayımı bu tür malzemelerin kullanıldığı bütün işlemler esnasında gerçekleştirilmelidir.

✓ Steril alana açılan kesici/delici(örn.iğne,bistüri) ve diğer öğelerden kullanılanların sayımı bütün işlemler sırasında yapılmalıdır.

✓ Ayrılmış cihaz parçaları ile ilgili risk azaltılmalı ve riski belirlemek için önlemler alınmalıdır.

✓ Spanç,kesici/delici öğeler ve cerrahi aletlerin sayıları hastanın dosyasına sirküle hemşire tarafından kaydedilmeli

Cerrahi Kaynaklı Yanıkların Önlenmesi

Ameliyathane ekibinin eğitimi, cerrahlar, anestezistler ve ameliyathane hemşireleri veya uygulayıcıları arasındaki iletişim kanallarının güçlendirilmesi **ve** yangın üçgeninin unsurlarının bilinçli şekilde birbirinden ayrılması gibi basit adımların bir araya getirilmesi, cerrahi yangınların görülme sıklığını neredeyse tamamen ortadan kaldırabilir. Tahmin edilenden daha sık meydana gelen ameliyathane yangını güvenliği her ekip üyesinin sorumluluğundadır. Ameliyathanelerde cerrahi işlemlerden kaynaklı yangınların olası etyolojilerini anlamak önemlidir. Yangınları azaltmak için uygun güvenlik önlemleri alınmalı ve hasta yönetimi etkinliği sağlanmalıdır. Hemşireler, cerrahlar, anestezi uzmanları, ameliyathane teknisyenleri ve yöneticilerinin etkili iletişimi, koordinasyonu ile bir güvenlik kültürü oluşturulmalıdır. Güvenlik önlemleri eğitimler, uygun cerrahi teknikler ve

ameliyathane yangınları önlenebilir. Ayrıca yangınların sıklığını ve etkilerini inceleyen ulusal bir kayıt sisteminin geliştirilmesi ile de ameliyathane yangınları önlenebilir (WHO 2009).

Tıbbi teknolojik cihazların çok sayıda bulunduğu ameliyathanelerde sıklıkla kullanılan elektrikli cihazlar, alkol bazlı cilt antiseptikleri, disposable kâğıt ürünler ve ortamdaki oksijen gibi yanıcı gazlar nedeniyle yangın ile karşılaşma riski oldukça yüksektir.

Öneriler

- Koter cihazı kullanılacak ise hasta üzerinde metal eşya olmamalıdır,
- Koter plağının uygun yerde olduğundan ve doğru yere yapıştırıldığından emin olunmalıdır,
- Bağlantılar yapışkanlı bantlar ile hasta üzerine tespit edilmelidir. Çamaşır klembi kullanılacaksa hasta ile teması önlenmelidir,
- Hasta ısıtıcıları da yanıklara neden olabilir, dikkatli kullanılmalıdır.

Düşmeler

Hastanede yatarak tedavi edilen hastaların en sık yaralanma nedenlerinden biri de düşmelerdir. Düşmeye neden olabilecek durumların izlenmesi ve düşme riski bulunan hastaların önceden belirlenmesi ve rapor edilmesi düşme riskini azaltacaktır.Bu nedenledir ki, hastaya cerrahi servisinde ya da girişim öncesi derlenme ünitesinde premedikasyon uygulanıp uygulanmadığı kontrol edilmeli, hastanın ilaçların etkisiyle baş dönmesi olabileceği göz önünde bulundurularak sedye kenarlıkları kaldırılmalıdır. Hastanın ameliyathaneye transferini eğitimli bir hasta nakil/ transfer personel ekibi gerçekleştirmeli, nakil için kilit sistemli, IV solüsyonlar için askısı bulunan, kenar korumalı ve emniyet kemerli transfer sedyeler kullanılmalı, hasta nakil talimatı oluşturulmalı ve yeni personel hasta transferiyle ilgili eğitilmelidir. Ayrıca kaymaları önleyici zemin yüzeyi, ıslak zemin kontrolü ve iyi aydınlatma hastalar kadar personel içinde tehdit oluşturan düşmeleri engelleyecektir (Rothrock, J. C. 2018).

SONUÇ

Uluslararası Hemşireler Konseyi'nin (ICN) hasta güvenliğine ilişkin yeni pozisyon bildirgesi, "sağlık çalışanı güvenliği ile hasta güvenliğinin ayrılmaz bir biçimde bağlantılı olduğunu" vurgulamaktadır. Bildirgede; hemşirelerin maruz kaldığı şiddet ve istismar, tükenmişlik, stres, ahlaki yaralanma, fiziksel hastalık ve damgalanmanın bakımın güvenliği ve kalitesinin kötüleşmesiyle ilişkili olduğu ifade edilmektedir. Güvenli çalışma ortamlarının oluşturulması ve hemşireler ile sağlık çalışanlarının ruh sağlığının korunması; hasta zararının önlenmesi dâhil olmak üzere geniş çaplı olumlu sonuçlar doğurur ve kaliteli bakım sunumu için vazgeçilmezdir.

Hasta güvenliğinin sağlanması için hükümetlere çağrıda bulunmanın yanı sıra, bu pozisyon bildirgesi ulusal hemşirelik birlikleri ve bireysel hemşireler için aşağıdaki eylem noktalarını sunmaktadır:

- Hasta güvenliği mevzuatının geliştirilmesine katkı sağlamak; uygulanmasını ve sürdürülebilirliğini güvence altına almak.
- Ulusal hasta güvenliği iyileştirme önceliklerini planlayan, geliştiren ve uygulayan klinik liderlik gruplarında hemşirelerin kilit üyeler olmasını savunmak.
- Tüm sağlık kuruluşlarında olay bildirim sistemlerinin kullanılmasını ve hemşirelerin herhangi bir zarar ya da misilleme korkusu olmadan hasta güvenliği olaylarını raporlayabilmesini destekleyen politika ve süreçleri savunmak.
- Lisans ve lisansüstü hemşirelik eğitim müfredatlarında, disiplinler arası ekip temelli bir yaklaşımla hasta güvenliği standartlarının yer almasını sağlamak.
- Ulusal hasta güvenliği kuruluşlarıyla iş birliği yapmak.
- Hasta ve ailelerin hasta güvenliğine katılımını ve güçlendirilmesini desteklemek.
- Hemşirelerin hasta güvenliği gözetim (sürveyans) sistemlerinin kurulmasına, uyumlaştırılmasına ve ölçeklendirilmesine katılımını desteklemek.
- Hasta güvenliği temel yeterliliklerinin hemşirelik düzenleyici standartlarının bir parçası olmasını sağlamak.
- İşlevsel çok disiplinli ekipleri teşvik eden; disiplinler arası öğrenime yatırım yapan; ekip temelli bakımı destekleyen yönetişim ve finansman modellerini içeren ulusal politikaları savunmak.

KAYNAKÇA

1. Abu Mostafa F, Saadallah A, El Barazi H, Alghammas H. (2019). Assessing knowledge and compliance of patient identification methods in a specialized hospital in Saudi Arabia. Glob J Qual Saf Healthc;2:53–7.
2. Butterworth, J. F., Mackey, D. C., & Wasnick, J. D. (2018). Morgan & Mikhail's clinical anesthesiology (6th ed.). New York, NY: McGraw-Hill Education.
3. Flaubert, J. L., Le Menestrel, S., Williams, D. R., Wake eld, M. K. &National Academies of Sciences,. (2021). The role of nurses in improving health care access and quality. In The future of nursing 2020–2030: Charting a path to achieve health equity. Engineering, and Medicine National Academies Press (US).
4. Gawande, A. A., Studdert, D. M., Orav, E. J., Brennan, T. A., & Zinner, M. J. (2003). Risk factors for retained instruments and sponges after surgery. New England Journal of Medicine, 348(3), 229–235. https://doi.org/10.1056/NEJMsa021721

5. Greenberg, C. C., Diaz-Flores, R., Lipsitz, S. R., Regenbogen, S. E., Mulholland, L., Mearn, F., … Gawande, A. A. (2008). Bar-coding surgical sponges to improve safety: A randomized controlled trial. Annals of Surgery, 247(4), 612–616. https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e31816a918f
6. Ingvarsdottir, E., & Halldorsdottir, S. (2018). Enhancing patient safety in the operating theatre: From the perspective of experienced operating theatre nurses. Scandinavian Journal of Caring Sciences, 32(2), 951–960. https://doi.org/10.1111/scs.12532
7. Joint Commission International. (2021). International patient safety goals: Hospital accreditation standards. Oakbrook Terrace, IL: Joint Commission Resources.
8. Kapoor D., Anand L.K., Khanna A. 2019) Wrong side surgery: Are we on the 'right side' of patient care? Egyptian Journal of Anaesthesia Volume 27, 2011 - Issue 3. Pages 193-196 https://doi.org/10.1016/j.egja.2011.02.002
9. Makary MA, Sexton JB, Freischlag JA, et al. Operating room teamwork among physicians and nurses: teamwork in the eye of the beholder. J Am Coll Surg 2006; 202: 46–752.
10. Mistri IU, Badge A, Shahu S., (2023). Enhancing patient safety culture in hospitals. Cureus 15:e51159
11. National Pressure Injury Advisory Panel. (2019). Prevention and treatment of pressure injuries: Clinical practice guideline. Washington, DC: NPIAP.
12. Park J. H., Lee N.J., Lee H., Park G. (2024). "Determinants of clinical nurses' patient safety competence: a systematic review protocol". BMJ Open;14:e080038. doi:10.1136/ bmjopen-2023-080038
13. Patient Identification. (2007) Patient Safety Solutions | volume 1, solution 2 | WHO
14. Pittet D, Donaldson L. (2006). Challenging the world:Patient safety and health care-associated infection. Int J Qual Health Care;18:4–8.
15. Rodziewicz, T. L., Houseman, B., & Hipskind, J. E. (2022). Medical error reduction and prevention. PMID: 29763131 Bookshelf ID: NBK499956
16. Rothrock, J. C. (2018). Alexander's care of the patient in surgery (16th ed.). St. Louis, MO: Elsevier.
17. Salazar Maya, Á. M. (2022). Nursing care during the perioperative within the surgical context. Investigación y Educación en Enfermería, 40(2).
18. Singh B.C., Arulappan J. (2023) Operating Room Nurses' Understanding of Their Roles and Responsibilities for Patient Care and Safety Measures in Intraoperative Practice SAGE Open Nursing Volume 9: 1–13 DOI: 10.1177/23779608231186247
19. Stanislaw P A Stawicki [1], Susan D Moffatt-Bruce, Hesham M Ahmed, Harry L Anderson 3rd, Tara M Balija, Irina Bernescu, Liza Chan, Laurie Chowayou, James Cipolla, Susette M Coyle, Vicente H Gracias, Oliver L Gunter, Raffaele Marchigiani, Niels D Martin, Jigar Patel, Mark J Seamon, Eileen Vagedes, E Christopher Ellison, Steven M Steinberg, Charles H Cook (2012). Retained surgical items: a problem yet to be solved. J Am Coll Surg Jan;216(1):15-22. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2012.08.026. Epub Oct 4.
20. Steelman V. M., Graling P.R., Perkhounkova Y.D. (2013). Priority Patient Safety Issues Identified by Perioperative Nurses AORN Journal. Volume 97, Issue 4 pp. 402-418 https://doi.org/10.1016/j.aorn.2012.06.016

21. Taaffe, K., Lee, B., Ferrand, Y., Fredendall, L., San, D., Salgado,C.,…& S. Reeves (2018). The in uence of traf c, area location, and other factors on operating room microbial load. InfectionControl & Hospital Epidemiology, 39(4), 391–397. https://doi.org/10.1017/ice.2017.323
22. World Health Organization. (2009). WHO guidelines for safe surgery 2009: Safe surgery saves lives. Geneva: World Health Organization.

Kedi ve Köpeklerde Konjunktivitis ve Keratitisin Güncel Literatürler Işığında Değerlendirilmesi

Servet KILIÇ[1]
Ezgi Sude AYBAK[2]

1- Prof. Dr.;Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı. skilic@nku.edu.tr ORCID No: 0000-0002-0310-5014

2- Araş. Gör.; Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı esaybak@nku.edu.tr ORCID No: 0000-0001-5701-6159

ÖZET

Kornea göz küresinin öne doğru bombe yapan şeffaf kısmıdır, ışığı geçirme ve kırma gibi önemli özellikleri vardır, konjunktiva ise göz kapağının iç ve dış yüzeylerini ve limbusa bitişik göz küresinin ön kısmını kaplayan hareketli, ince, şeffaf bir zardır ve göz için bir bariyer görevi görmektedir. Bu yapıların yangılanması ciddi görüş problemlerine ve hatta körlüğe sebep olmaktadır. Etiyolojilerinde bakteri, virüs, mantar, parazit, travma, duyusal bozukluk, göz kapağı deformiteleri, kirpik anormallikleri, yabancı cisim, gözyaşı eksikliği ve alerjenler gibi pek çok farklı faktör rol oynamaktadır. Detaylı bir klinik ve oftalmolojik muayene gereklidir, klinik muayene bulguları not edilmelidir. Tedavileri için ayırıcı tanı yöntemlerine dikkat edilmelidir. Schirmer, floresein testi, kültür ve duyarlılık için örnek alma ve biyopsi gibi tanı yöntemlerine başvurulmalıdır. Tedavinin keratitis ve konjunktivitisin altında yatan nedene spesifik olarak yapılması tedavinin başarı şansını yükseltmektedir.

Bu bölümde göz sağlığına ciddi tehdit oluşturan, hayvanlarda ağrı ve görüş kayıplarına neden olabilen keratitis ve konjunktivitisin tipleri, etiyolojisi, klinik bulguları, tanısı ve tedavisi güncel literatürler ışığında değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Konjunktiva, Kornea, Oftalmoloji, Veteriner, Yangı

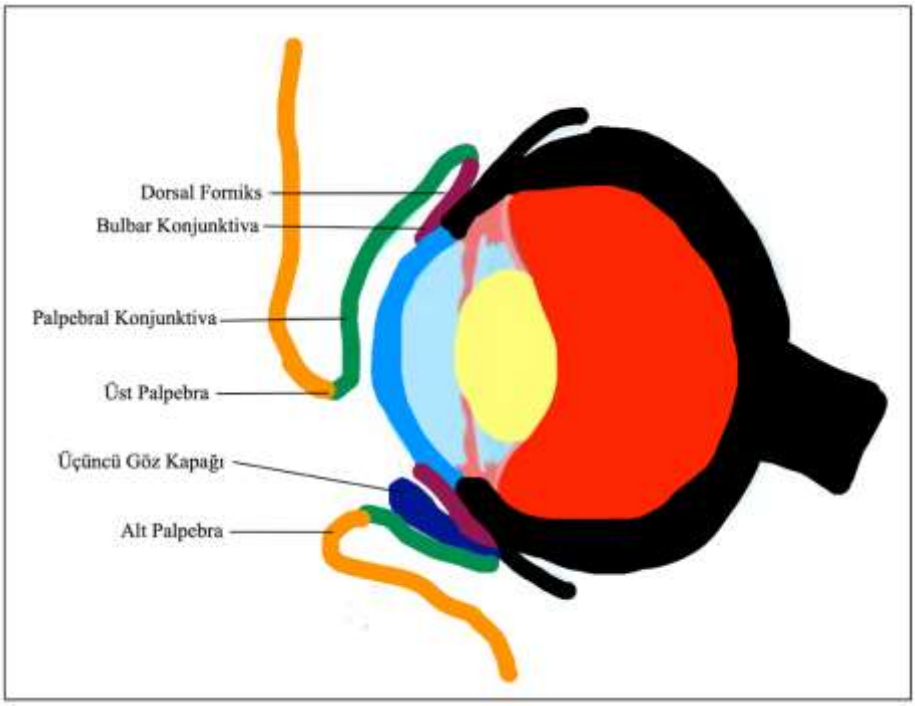
GİRİŞ

Konjunktivitis konjunktivanın enfeksiyöz veya non-enfeksiyöz etkenlere bağlı yangısal reaksiyondur. Keratitis, evcil hayvanlarda çok çeşitli nedenlerden kaynaklanan, farklı görünümlere sahip sık karşılaşılan körlüğe yol açabilen bir göz hastalığıdır (Barnett, 2006; Green ve diğerleri, 2007). Keratititis ve konjunktivitis kornea ve konjunktiva birbiriyle olan yakın ilişkisinden dolayı genellikle keratokonjunktivitis şeklinde seyretmektedir. Bir çok formu bulunur, etiyolojisine göre sınıflandırmaları daha çok tercih edilmektedir (Crispin, 2009; Gülaydin ve diğerleri, 2024).

KONJUNKTİVA ve KORNEA ANATOMİSİ

Konjunktiva, göz kapaklarının iç yüzeyini, üçüncü göz kapağının iç ve dış yüzeylerini ve limbusa bitişik göz küresinin ön kısmını kaplayan hareketli, ince, şeffaf bir zarıdır. Gözün konjunktiva ile kaplı boşluğa konjunktival kese olarak tanımlanır. Bulbar ve palpebral olmak üzere iki kısma ayrılır, forniks denilen yerde birleşirler. Bulbar konjunktiva özellikle kedilerde oldukça soluk renkte görülür. Palpebral konjunktiva, yaygın damar

ağı nedeniyle daha kırmızı bir görünüşe sahiptir (Şekil 1) (Stades ve diğerleri, 2007; Maggs ve diğerleri, 2013).



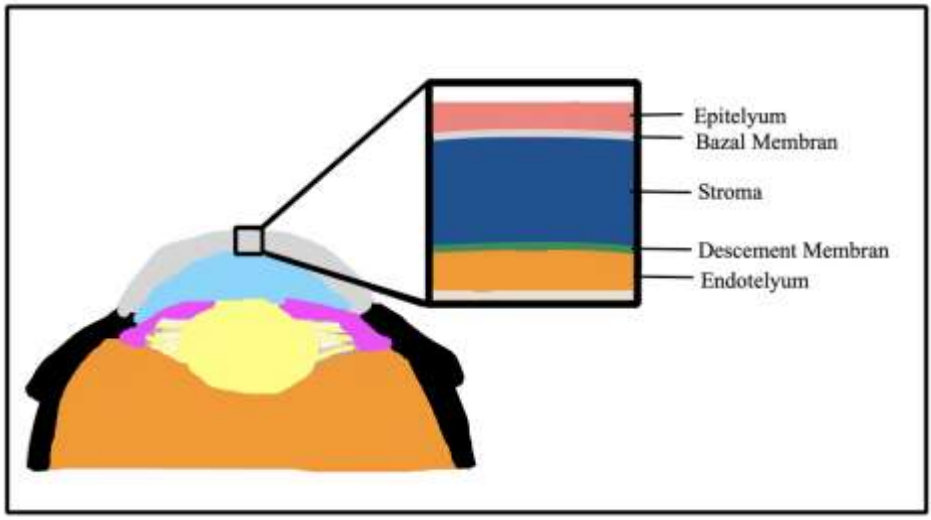
Şekil 1: Konjunktivanın şematize edilmiş görüntüsü.

Palpebral konjunktiva, göz kapaklarının iç yüzüne sıkıca bağlıdır (Esson ve Calvarese, 2022). Dorsal fornikste konjunktiva, levator palpebrae ve dorsal rektus kaslarının kas kılıfının ön uzantısı tarafından desteklenir. Bu bant, forniksin gevşek konjunktivasını göz küresi ile birlikte hareket ettirir ve kornea üzerine düşmesini önler. Bulbar konjunktiva, episkleraya göz küresinin ön kısmında gevşek, limbus yakınında daha sıkı bir şekilde bağlıdır. Konjunktiva, goblet hücreleri içeren keratinize olmayan kolumnar epitelden oluşur, substantia propria tarafından desteklenir ve gözyaşı filmi ile kaplanır. Korneayı kaplayan ve besleyen gözyaşı filmi, konjunktiva için de önemli bir koruyucu ve besleyici tabakadır (Maggs ve diğerleri, 2013).

Epitel içinde ve özellikle inferiomedial olarak fornikslere doğru yoğunlaşan, gözyaşı filminin önemli bir bileşeni olan müsin üretiminden sorumlu olan, eşit aralıklarla yerleştirilmiş konjunktival goblet hücreleri bulunur. Konjunktivanın epitel tabakası altında, yaygın multifokal yoğun agregatlar halinde lenfoid doku içeren ince bir stroma bulunur.

Konjunktivanın duyusal innervasyonu, trigeminal sinirin oftalmik dalı aracılığıyla gerçekleşir (Gould ve McLellan, 2014).

Kornea, göz küresinin fibröz tabakasının öne doğru saat camı şekilde bombe yapan şeffaf kısmıdır. Lameller şeklinde düzenlenmiş düzenli paralel kollajen liflerinden oluşur. Şeffaf kornea, ışığı geçirme ve kırma gibi iki önemli optik özelliğe sahip, görme için gerekli gözün penceresi görevi görür. Korneanın en yüksek kısmı tepe noktası, çevresi ise limbus olarak adlandırılır. Kornea beş katmandan oluşur: dıştan içe doğru epithelium anterior, lamina limitans anterior (bazal membran veya Bowman tabakası), substantia propria (stroma), lamina limitans posterior (Descemet zarı) ve epithelium posterior (endotelyum) olarak sıralanır (Şekil 2) (Liebich, Sótonyi ve König, 2020; Gelatt ve diğerleri, 2022).



Şekil 2: Korneanın şematize edilmiş görüntüsü.

Karnivorların korneası yuvarlaktır, kalınlığı türe ve korneanın bölgesine göre farklılık göstermesine rağmen genellikle 0,5-0,8 mm arasındadır (Liebich ve diğerleri, 2020; Gelatt ve diğerleri, 2022). Gözü dış travmalardan korur. Korneanın mekanik dayanıklılığı ve şeffaflığı kendine özgü ultrastrüktürel yapısından gelmektedir. Korneanın, ışık geçirme, kırma ve akomodeasyon işlevleri yanında intaroküler basınca karşı dirençli, gözü dış etkilerden koruyan gözün dış yapısal ve fizyolojik bir sınırıdır (Maggs ve diğerleri, 2008; Nautscher ve diğerleri, 2016).

Kornea konveks ve konkav yüzleri olan kubbemsi bir şekle sahiptir. Şeffaf ve avaskülerdir. Yapısında protein, albümin, globulin ve kollajen bulundurur. Kollajen, özellikle kornea hasarlarında iyileşme reaksiyonları için

önemlidir. Kornea oksijenasyonu ve beslenmesi; humor aköz, prekorneal gözyaşı, limbal kapiller ağ ve palpebral konjunktivadan sağlanır. Kornea çok hassas ve duyarlı bir sinir ağına sahip olduğundan, bu dokuyu etkileyen hastalıkların seyri sırasında şiddetli ağrı ve fotofobi oluşabilir (Yaşar, 2021; Gelatt ve diğerleri, 2022).

Kornea epiteli olarak bilinen gözün şeffaf ön tabakası, ışığın geçmesine izin veren şeffaf bir zar görevi görür. Sağlıklı bir korneanın anatomik, mekanik, immünolojik ve mikrobiyolojik mekanizmalar aracılığıyla çeşitli bakterilerin istilasını önlediği bildirilmektedir. Kornea abrazyonuna bağlı gelişen oküler yüzey enfeksiyonları, ülserasyon ve doku yıkımı görme için ciddi bir tehdit oluşturabilir (Hindley ve diğerleri, 2016; Aslan ve Erol, 2024).

Kornea, trigeminal sinirden önemli ölçüde duyusal innervasyonun yanı sıra superior servikal ganglion yoluyla bir miktar otonom innervasyon alır. Korneal duyusal ve sempatik sinirler, proliferasyon, farklılaşma, adezyon ve migrasyon dahil olmak üzere hücresel fizyoloji üzerinde önemli nöromodülatör etkiler gösterir.

Skleral kabuk ağırlıklı olarak kollajenden oluşur ve oküler içerik için yapısal destek sağlar, ekstraoküler kasların yapıştığı yerdir. Ayrıca optik sinirin poröz lamina cribrosa yoluyla globdan posterior olarak çıkmasına izin verir (Esson ve Calvarese, 2022). Skleranın ön kısmı yarı saydam bulbar konjunktiva ile kaplıdır. Kornea, sklera ve bulbar konjunktivanın birleştiği noktaya limbus adı verilir (Maggs ve diğerleri, 2013; Nautscher ve diğerleri, 2016).

KERATİTİS ve KONJUNKTİVİTİS TİPLERİ VE ETİYOLOJİSİ

Keratitis, evcil hayvanlarda çok çeşitli nedenlerden kaynaklanan, farklı görünümlere sahip sık karşılaşılan körlüğe yol açabilen bir göz hastalığıdır. Belirtileri vakaya, ciddiyete ve nedene göre önemli ölçüde değişiklik gösterir. Bazılarının özellikle köpeklerde etiyoloji bilinmemektedir. Konjunktivitis ile birlikte keratokonjonktivitis formunda görülebilir. Şiddetli ve kronik formu ek tedavi gerektirebilecek üveit ile komplike olabilir. Bazı formları sistemik kaynaklı olabilir (Barnett, 2006; Green ve diğerleri, 2007).

Keratitis kornea veya korneal-konjunktival primer problemlerinden kaynaklanabileceği gibi kılların tahrişi, yabancı cisim, yetersiz gözyaşı üretimi, glokom veya iritasyon gibi nedenlere sekonder olarak da ortaya çıkabilir. Yüzeysel veya derin (interstisyel/profunda) oluşu, doku artışı

(granülasyon, pannus) veya doku kaybı (ülserasyon) ile ilişkisi floresein boyama testi gibi testlerle belirlenebilir. Klinik belirtiye superfisiyal keratitis, kronik superfisiyal keratitis, eozinofilik keratitis, intersitisyel/derin keratitis, ülseratif keratitis gibi sınıflandırılabilir (Stades ve diğerleri, 2007). Ayrıca superfisiyal, interstisyel (stroma), punktat, pigmenter, maruziyet, kronik superfisiyal (pannus), eozinofilik keratitis (kedi), fungal keratitis (at) ve bulaşıcı keratokonjunktivitis (sığır) olarakta sınıflandırılabilmektedir (Tablo 1) (Barnett, 2006).

Superfisiyal Keratitis

Daha çok virüs, bakteri ve mantar gibi enfeksiyöz nedenlerden kaynaklanır. Otoimmün nedenler de mümkündür. Genellikle köpek ve kedilerde görülür, unilateral veya bilateral seyirli olabilir. Kedilerde en önemli nedeni üst solunum yolu hastalıklarıdır. Bazı vakalarda yaygın plazma ve eozinofil hücre infiltrasyonunun eşlik ettiği görülür (Stades ve diğerleri, 2007).

Superfisiyal Punktat Keratitis

Korneada floresein ile boyanmış çok sayıda, yüzeysel, dairesel defektlerin görülmesi ile karakterize bir durumdur. Korneanın tüm yüzeyine yayılmış lezyonlar bazen korneaya portakal kabuğu görünümü sağlar. Shelties ve Dachshund gibi köpek ırklarında genetiktir. Genellikle müsin kaynaklı kalitatif bir gözyaşı filmi eksikliği, diyabetik keratopati ve ilaç toksisitesine bağlı şekillenebilir. Günde iki kez topikal olarak uygulanan siklosporine olumlu yanıt verdiği görülmüştür. Nüksler sık görülür (Kagawa, Itoh ve Shinohara, 2013; Maggs ve diğerleri, 2013; Aslan ve Erol, 2024).

Kronik Superfisiyal Keratitis (Überreiter/Pannus):

Korneanın epitel tabakası ve anterior stromasının ilerleyici lenfoplazmasitik infiltrasyonu ile karakterize yaygın, ülseratif olmayan idiyopatik kronik bir yangısıdır. UV ışığının indüklediği sanılan kronik, yüzeysel, proliferatif immün aracılı bir keratitisdir. Etiyolojisi tam olarak bilinmemektedir (Aslan ve Erol, 2024, Nell, Walde, Billich, Vit ve Meingassner, 2005; Stades ve diğerleri, 2007). Bilateral anormallikler çoğu korneanın ışığa en çok maruz kaldığı kantusta başlar, önlem alınmadığı taktirde proliferasyon genellikle bir yıl içinde tüm korneayı kaplar.

Anormallik Alman Çoban köpeği ve melezlerinde ile Belçika Çoban köpeğinde kalıtsal olduğu, Uzun Tüylü Dachshund'larıda etkilediği görülür. Diğer ırklarda nadiren de olsa benzer tablo görülmektedir (Nell ve diğerleri, 2005; Stades ve diğerleri, 2007).

Eozinofilik Keratitis:

Kedide kornea üzerinde yüzeysel, belirgin bir granülasyon doku üremesiyle karakterize bir durumdur. Etiyolojisi bilinmemektedir ancak bu hastalık eozinofilik granülom kompleksinin bir parçası olabilir. Oldukça seyrek görülür ve unilateral veya bilateral olabilir. Pembe granülasyon dokusundan oluşan bir opasitenin genellikle lateral taraftan korneanın yüzeyini istila ettiği; bazen opasitenin lokal olarak beyaz-sarı floresein pozitif nekrotik plaklarla kaplı olduğu görülür. Genellikle bitişik konjunktivanın bazen üçüncü göz kapağının da olaya katıldığı belirlenir (Stades ve diğerleri, 2007; Dean ve Meunier, 2013).

Bakteriyel Keratitis

Köpek ve diğer evcil türlerde oküler rahatsızlık, görme bozukluğu ve görme kabının önemli bir nedenidir. Enfeksiyöz organizmaların neden olduğu bu hastalık erken teşhis edilmediği ve etkili şekilde sağaltılmadığı taktirde görme kaybına yol açabilir. Hastalığın ilerlemesinde enfeksiyon etkenleri, toksinler ve proteinazlar yanında konakçı kaynaklı faktörlerin etkisi büyüktür (Aslan ve Erol, 2024). Kornea ve konjunktival yüzeylerdeki yerleşik mikroflora, travma ve oküler yüzeyde hasara neden olan diğer faktörler enfeksiyona eğilimi artırmaktadır. Etkili mikrooarganizmalar arasında Staphylococcus türleri, Streptococcus türleri, Pseudomonas türleri ve gram-pozitif basiller sayılabilir (Wong ve diğerleri, 2012; Hewitt ve diğerleri, 2020).

Ülseratif Keratitis

Korneanın epitel tabakası ve stromasında kayıpla karekterize olan ülser veteriner oftalmolojide sık rastlanan bir durumdur. (Gelatt, 2014; Aybak ve Kibar Kurt, 2024). En yaygın oküler yüzey hastalıklarından biri olan ülseratif keratitis, kornea epitelinde meydana gelen ve kornea stromasını açığa çıkararak blefarospazm, fotofobi, lakrimasyon, konjunktival hiperemi, korneal ödem ve aköz flare ile sonuçlanan bir yırtıktır (Iwashita ve diğerleri,

2020; Frejlich ve Payen, 2025). Etiyolojisinde viral, bakteriyel ve fungal enfeksiyonlar, travma ve bağışıklık aracılı hastalıklar önemli rol oynar. Yetersiz kornea koruması ve aşırı epitel kaybının genellikle ülseratif keratitise neden olan faktörler olduğu düşünülmektedir. Gözyaşı yetersizliği ve göz kapağı disfonksiyonu yetersiz kornea korumasına neden olurken, endojen nedenler aşırı epitel hasarını tetikler. Göz kapağı, kirpik ve gözyaşı filmi işlev bozuklukları köpeklerde özellikle de brakiosefalik ırklarda daha sık görülmektedir (Iwashita ve diğerleri, 2020; Frejlich ve Payen, 2025).

Korneadaki derinliğe göre superfisiyal kornea ülserleri, stromal kornea ülserleri, descemetocel ve perforasyonlar olarak ayrılır. Yüzeysel kornea ülserinde kayıp sadece epitel tabakada vardır, stroma sağlıklıdır, derin kornea ülserindeyse kayba stromada karışmıştır. Stromanın tamamen kaybı descemetocelle karekterizedir. Desement zarının hasarı tam kornea yırtığı yada perforasyon olarak tanımlanır (Gelatt, 2014; Aybak ve Kibar Kurt, 2024).

Ülseratif keratitis kendiliğinden oluşan ve göz kapağı anormalliklerine (supernumerer kirpikler, neoplazi, entropion) bağlı olanlar da dahil olmak üzere travma, termal ve kimyasal yanıklar, immun aracılı, fasiyal felç, maruziyet keratitisi ve koruyucu gözyaşı filminin yokluğu; ayrıca bakteri, virüs ve mantar etkenleri ile enfeksiyon kaynaklı şekillenebilmektedir (Barnett, 2006; Kim, Won ve Jeong, 2009).

Fungal Keratitis

Çeşitli mantarların neden olduğu ciddi bir göz rahatsızlığıdır. Çeşitli küf ve mayalardan kaynaklanabilir, durumun etiyolojisi ve epidemiyolojisi coğrafya, iklim koşullarına bağlı olabilir. Fungal keratitis, çoğu vakada genellikle küçük oküler travmaya sekonder olarak ortaya çıkar (Brown ve diğerleri, 2021; Soleimani ve diğerleri, 2023).

Fungal keratitis, küçük hayvanlarda nadir, atlarda ve insanlarda daha sık görülen bir hastalıktır. Genellikle çiftlik ortamlarında veya bitkisel materyallerin bulunduğu ortamlarda kornea yaralanmasının bir sonucu olan mikotik keratitis, geniş spektrumlu antibiyotiklerin aşırı kullanımı, kortikosteroidlerin gelişigüzel kullanımı ve diyabet gibi bağışıklık sisteminin baskılandığı durumlarda ortaya çıkan ve yavaş gelişen bir oküler hastalıktır. Aspergillus spp. ve Fusarium spp. mikotik keratitisin en yaygın etkenleridir.

Alternaria, Curvularia, Helminthosporium, Penicillium ve Candida'nın da mikotik keratitise neden olduğu bildirilmiştir (Pucket, Allbaugh ve Rankin, 2012; Aslan ve Erol, 2024).

Parazitik Keratitis

Korneada paraziter etkenlere bağlı olarak görülen iltihabi bir durumdur. Köpeklerde Leishmania spp. ve Toxoplasma gondii gibi bazı protozoonlar ve Onchocerca spp. gibi nematodların neden olduğu keratitisler tanımlanmıştır. Thelazia callipaeda gibi gözü etkileyen diğer parazitler de köpek türlerinde bildirilmiştir. Sinekler tarafından taşınan ve köpeklerin, kedilerin, vahşi karnivorların, tavşanların ve insanların göz kapaklarında, üçüncü göz kapağında ve konjunktival kesesinde bulunan bu nematod, konjunktivitis, blefaritis, epifora, oküler akıntı, keratitis ve korneal ülserlere neden olabilir. Göz içi parazitliği nispeten nadirdir ve Dirofilaria immitis gözde bildirilen en yaygın parazittir (Morales ve diğerleri, 2018).

Acanthamoeba keratitisi (AK), fırsatçı protozoan Acanthamoeba castellanii'nin trofozoitleri ile akut enfeksiyonun neden olduğu nadir bir paraziter hastalıktır ve enfekte bireyler üzerinde ciddi olumsuz sağlık etkileri olabilir. T4 genotipindeki A. culbertsoni, A. hatchetti, A. griffini, A. rhysodes, A. mauritaniensis ve A. lugdunensis'in yanı sıra T1, T2, T3, T5, T6 ve T11 genotipleri gibi diğer Acanthamoeba türleri de oküler enfeksiyonlarla ilişkili olabilir. Klinik semptomlar genellikle göz ağrısı ve fotofobiyi içerir, ancak ciddi hastalık tedavi edilmezse körlüğe yol açabilir. Acanthamoeba spp. tüm dünyaya yayılmıştır ve toprak, çamurlu su rezervuarları ve hastaneler de dahil olmak üzere çok çeşitli çevresel habitatlarda yerleşebilir, bu da hayvanlar ve insanlarla temas için çok sayıda fırsat sağlar. Acanthamoeba spp. maymun, köpek, bir kanguru, bir Hint mandası, hatta balık, amfibi ve sürüngenler gibi suda yaşayan hayvanlar da dahil olmak üzere çeşitli hayvan türlerinde rapor edilmiştir (Cooper, Cowmeadow ve Elsheikha, 2021).

Sistemik protozoal hastalıkla ilişkili olmayan oküler lokal protozoal enfeksiyonlar veteriner literatüründe nadiren bildirilmektedir. Köpeklerde protozoal keratitis veya konjunktivitis ile ilgili yayınlar, sistemik tutulumu olmayan tek bir oküler toksoplazmozis vakası ile sınırlıdır. Oküler leishmaniasis, sistemik leishmaniasisli köpeklerin yaklaşık %25'inde bildirilmiştir ancak lokal bir oküler hastalık olarak bildirilmemiştir. Sistemik olarak etkilenen köpeklerde lezyonlar genellikle iki taraflıdır ve genellikle

konjunktiva, limbus veya anterior üveayı ve daha az sıklıkla diğer oküler yapıları etkiler. Neospora caninum lezyonları sistemik olarak etkilenen yavru köpeklerin gözlerinde gözlenmiştir ve ekstraoküler miyozit, selülit, retinit ve koroiditi içerir. Diğer evcil hayvanlarda bildirilen protozoal oküler enfeksiyonlar arasında göz içi organizmaları olan kedilerde oküler toksoplazmozis, sığır ve mandalarda oküler kas sarkosistozisi, evcil tavşan ve kedilerde oküler Encephalitozoon cuniculi yer almaktadır; bu tür raporlar ağırlıklı olarak sistemik enfeksiyonu olan hayvanları tanımlamaktadır (Beckwith-Cohen ve diğerleri, 2016).

Pigmenter Keratitis

Pigmenter keratitis, kronik inflamasyonla ilişkili korneal pigmentasyon gelişimini tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Görme eksenine ulaşırsa, önemli görme bozukluğuna ve ciddi vakalarda körlüğe neden olabilir. Pigmenter keratitis, melanositlerin limbal ve perilimbal bölgeden merkezi göçü ve ardından melanositik pigmentin kornea epiteli ve ön stroma içinde birikmesi nedeniyle oluşur. Korneal pigmentasyon ayrıca keratokonjonktivitis sicca (KCS), kronik yüzeysel keratitis (pannus) ve kronik, ülseratif/nonülseratif keratitis gibi inflamatuar korneal patolojilerin bir özelliği olarak da sıklıkla rapor edilmektedir. Pigmenter keratitisin bazı brakisefalik ırklarda daha hızlı ve kolay geliştiği görülmektedir. Kornea pigmentasyonu bir tanı değil, klinik bir belirtidir (Labelle ve diğerleri, 2013; Maini ve diğerleri, 2019).

Pigmenter keratitis bazen korneal melanoz görüldüğünde klinik bir tanı olarak kullanılır. Aslında, korneal melanozis, her biri farklı tedavi ve prognoza sahip herhangi bir nedene bağlı kronik keratitisin bir işaretidir. Kornea pigmentasyonu, çeşitli tahriş edici uyaranlara karşı lokal biyolojik tepki sonucu gelişir. Korneal melanozisin en yaygın nedenleri arasında brakisefalik oküler sendrom nedeniyle kronik maruziyet, kirpik bozuklukları ve gözyaşı filmi disfonksiyonudur (Labelle ve diğerleri, 2013; Maggs ve diğerleri, 2013).

Nörojenik Keratitis

Nörojenik keratitis, korneaya duyusal innervasyon kaybına (trigeminal sinir disfonksiyonu) bağlı nörotrofik keratitis ve göz kapaklarına motor innervasyon kaybına (fasiyal sinir disfonksiyonu) bağlı nöroparalitik keratitis için kullanılan ortak bir terimdir. Nörotrofik keratitisde, kornea patogenezi,

göz kırpma ve korneayı korumak için duyusal uyaranın başarısızlığının yanı sıra trigeminal sinir yoluyla aksoplazmik akış yoluyla korneaya sağlanan trofik faktörlerin kaybını içerir. Ayrıca çiğneme kaslarında atrofi ve enoftalmi de görülebilir (Maggs ve diğerleri, 2013).

Nörojenik keratitis, herpes simpleks viral enfeksiyonu, tümör ve cerrahinin neden olduğu fasiyal trigeminal sinir felci, diyabet, A vitamini eksikliği, glokom ilaçlarıyla uzun süreli lokal damlalar ve kornea dejenerasyonu gibi çeşitli nedenlerden kaynaklanan kornea hipestezi veya kaybına sekonder bir kornea epitelyal dejeneratif hastalık şeklidir (Sun, Guo ve Zhang, 2014).

Keratokonjunktivitis Sikka (KCS)

Keratokonjonktivitis sicca (KCS) veya "kuru göz" genel olarak gözyaşı filmi eksikliği ile ilişkili bir dizi durumu tanımlar. Suboptimal gözyaşı üretimi köpek hastalarda yaygın bir durumdur ve genellikle göz kapağı patolojisi, inflamatuar keratokonjunktivitis, ülseratif keratitis ve/veya sekonder bakteriyel enfeksiyonların altında yatan bir nedendir. KCS'nin kendisi doğuştan veya kalıtsal/genetik faktörlerden, travmanın bir sonucu olarak, bazı ilaçların (özellikle sülfonamidler, etodolak ve atropin) uygulanmasından, üçüncü göz kapağı bezinin (bezlerinin) eksizyonundan, nörojenik faktörlerden ve en sık lakrimal dokunun kendisini etkileyen immün aracılı hastalıktan kaynaklanabilir (Sanchez ve diğerleri, 2007; Esson ve Calvarese, 2022).

Konjunktivit*is*

Unilateral veya bilateral olabilir; yenidoğan dahil her yaşta görülebilir; primer veya başka bir göz hastalığına sekonder olabilir ve hangisinin primer durum olduğunu belirlemek zordur (Barnett, 2006).

Konjunktivitis, süresi, akıntının niteliği, görünümü ve etiyolojisi temelinde sınıflandırılabilir. Etiyolojik olarak, bakteriyel, viral, fungal, parazitik, bağışıklık aracılı, toksik veya kimyasal, gözyaşı filmi anormallikleri, irritasyon; süresi bakımından, akut, subakut, kronik ve tekrarlayan; akıntının niteliği/görünümüne bağlı olarak, mukoid ("kataral"), purulent, mukopurulent, hemorajik, foliküler, membranöz, psödomembranöz ve ligneous şeklinde sınıflandırılabilir (Maggs ve diğerleri, 2013).

Foliküler konjunktivitis genel olarak palpebral konjunktivayı etkiler ve nonspesifik bir etiyolojiye sahiptir. Atopik konjonktivitis de esas olarak

palpebral konjunktivayı ve genellikle periorbital bölgede ve artmış lakrimasyon ile birlikte atopik dermatit eşlik eder (Barnett, 2006).

Tablo 1: Keratitis ve konjunktivitis tiplerinin etiyolojisi, klinik bulguları, tanı ve tedavisi

Tipleri	Etiyoloji	Klinik Bulgular	Tanı	Tedavi
Kronik Superfisiyal Keratitis (Überreiter/Pannus)	Otoimmun	Korneada ödem, neovaskülarizasyon, pigmentasyon, skar doku oluşumu.	Biyopsi	Topikal ve subkonjunktival kortikosteroid, topikal siklosporin
Eozinofilik Keratitis	İdiyopatik, Herpesvirüs enfeksiyonu	Konjunktivitis, mukoid akıntı, belpharospasm, göz kapaklarında depigmentasyon, kornea ödemi, yüzeysel vaskularizasyon, korneada pembe, kaldırım taşı görünümünde plak oluşumu (patognomonik),	Kornea örnek analizlerinde eozinofil tablosu	Topikal kortikosteroid
Bakteriyel Keratitis	Oküler travma veya oküler yüzey hastalıkları, coğrafi ve iklimsel faktörlerden	Korneda inflamasyon, süferfisyal ülserasyon, erime veya opasite, ön	Mikrobiyal kültür ve duyarlılık için kazıntı, smear alma	Klinik yanıt ve duyarlılık testine göre antibiyoterapi

	etkilenir. Göz kapağı deformitesi, kornea duyusal bozukluğu, topikal steroidlerin kronik kullanımı ve sistemik immünosupresyon	üveit, aköz fibröz pıhtı veya hipopiyon,		
Ülseratif Keratitis	Kongenital, alerji, kirpik (trişiyazis, distişiyazis, ektopik kirpik) defromasyonları, entropiyon, travma, yabancı cisim, gözyaşı eksikliği, enfeksiyon (bakteri, mantar, virüs, parazit)	Şiddetli ağrı (fotofobi), belirgin miyozis, kornea ödemi ve erozyon	Schirmer testi, Floresein boya testi, Rose Bengal boyama, göz kırpma refleksleri, sitoloji ve bakteri kültürü	Topikal antibiyotik, sistemik antiinflamatuar. konjunktival greft, tarsorafi, üçüncü göz kapağı flebi, kornea rekonstrüksiyonu (keratoplasti). Kısmi tarsorafi ve grid keratotomi (İndolent ülser).

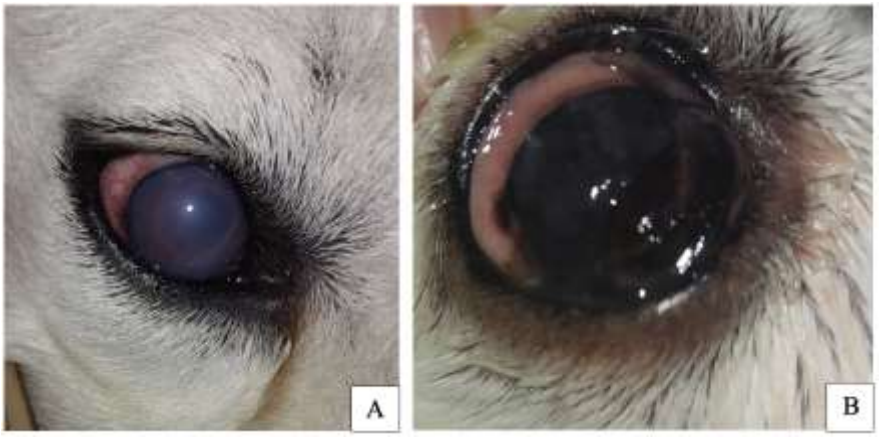
Fungal Keratitis	Fungal patojenler (Aspergillus, Fusarium, Candida, Curvularia ve Penicillium). Travma, bağışıklık yetmezliği, önceki kornea cerrahisi, topikal ve sistemik kortikosteroid ve antimikrobiyal tedavileri predispozisyon yaratır	Gözde ağrı, fotofobi, epifora, yabancı cisim batma hissi ve görmede kademeli azalma. Halka şeklinde infiltrasyon, sulu, kenarı tüylü epitel veya fibrinoid plaklar	Mantar kültürü, kornea biyopsisi	Sistemik ve topikal antifungal ilaçlar ve antibiyotik uygulaması
Pigmenter Keratitis	Entropion, kornea yüzeyinin anormal kıllarla (distişiasis, trişiasis, ektopik kirpikler) tarafından aşınması; korneanın lagoftalmus veya yüz felci nedeniyle maruz kalması; bağışıklık aracılı kronik yüzeysel keratitis (pannus])	Korneal melanoz	Oftalmolojik muayene	Altta yatan nedenin düzeltilmesi

Nörojenik Keratitis	Kornea cerrahisi veya travmaları, topikal anesteziklerin kötüye kullanımı, kronik topikal ilaçlar, kimyasal yanıklar	Kornea epitelinde dejenerasyon ve stromal ödem, kornea kuruması, damarlanma ve melanozise bağlı opasifikasyon, kornea ülseri	Kornea duyarlılık testi, Schirmer testi, Floresein, Rose bengal testi, ayırıcı tanı için mikrobiyolojik muayene	Geçici veya kalıcı kısmi (genellikle lateral) tarsorafi, topikal antibiyotik, suni gözyaşı, altta yatan nedenin giderilmesi
İnfeksiyöz Konjunktivitis	Viral, bakteriyel, fungal ve parazitik etkenler	Şemozis, hiperemi, blefarospazm, mukopürülan akıntı ve hücresel eksüdasyon	Anamnez, klinik bulgular, fiziksel muayene, sitolojik inceleme, immünofloresan ve PCR, biyopsi	Antibiyotik, İmmünosüpresif, antihistaminik, antifungal, antiparaziter ilaçlar
Noninfeksiyöz Konjunktivitis	İrritanlar (duman, toz, kum, topikal ilaçlar), alerjik, otoimmun hastalıklar, radyasyon			

Kaynaklar: (Sirikul ve diğerleri, 2008; Kim ve diğerleri, 2009; Spiess, Sapienza ve Mayordomo, 2009;Sancak, Özgencil ve Sancak, 2011; Pucket ve diğerleri, 2012; Labelle ve diğerleri, 2013; Maggs ve diğerleri, 2013; Gould ve McLellan, 2014; Sun ve diğerleri, 2014; Maggs, Miller ve Ofri, 2017; Esson ve Calvarese, 2022; Gelatt ve diğerleri, 2022; Sharma ve diğerleri, 2022; Tuft ve diğerleri, 2022; Kocaman, 2023; Mamachan, M, Banu, Sharun ve K, 2023; Aybak ve Kibar Kurt, 2024).

KERATİTİS ve KONJUNKTİVİTİS KLİNİK BULGULARI

Keratopatilerin çoğunda değişen derecelerde korneada ödem, neovaskülarizasyon, fibroz veya skar oluşumu, pigmentasyon, beyaz kan hücre bazlı stromal infiltrasyon, stromada genellikle lipid veya mineral yapıda anormal madde birikmesi ve stromal malazi (erime) gibi patolojik reaksiyonlardan bir veya birkaçı görülür (Şekil 3) (Maggs ve diğerleri, 2013; Esson ve Calvarese, 2022).



Şekil 3: A) Kornea ödemi ve sklerada vazkülarizasyon, B) Kornea melanozisi

Ağrı önemli bir belirtidir ve nedeni ne olursa olsun keratitisin çoğu formuna klasik blefarospazm, fotofobi ve lakrimasyon üçlüsü eşlik eder. Bununla birlikte, kornea hastalığında ağrının derecesi yine değişkendir; kornea ülseri ve travma vakalarında şiddetlidir, kornea ödemi ve diğer opasite formlarının çoğunda ise yoktur. Göz yaşarmasının bazı formlarda oküler akıntı eşlik ettiği görülür. Köpeklerde korneada pigment varlığı diğer türlere göre daha yaygın olan bir durumdur. Korneal opasite bir diğer değişken ve önemli bulgudur (Şekil 4). Kornea ödeminde korneanın tamamında, lipid infiltrasyonu, apse veya skar oluşumu durumlarda ise korneanın belli yerinde opasite görülür (Barnett, 2006).

Şekil 4: Şivava ırkı bir köpekte kornea ödemi.

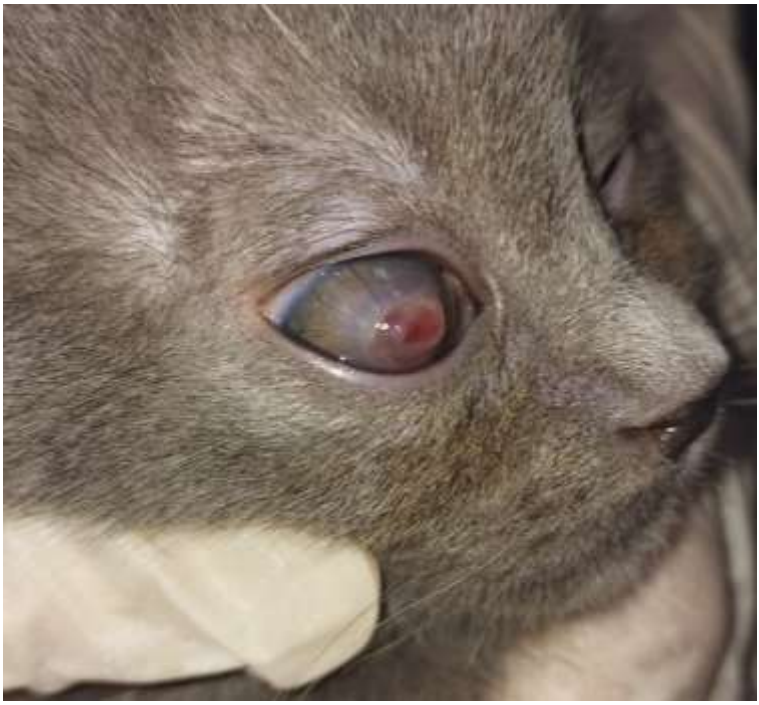
KCS klinik semptomları arasında sekonder meibomian bezi disfonksiyonu/inflamasyonu/enfeksiyonu, mukoid veya mukopürülant akıntı, konjunktival hiperemi, korneada fibrovasküler ve/veya pigmenter keratitisde ve bazen de sekonder ülseratif keratitis yer alabilir (Sanchez ve diğerleri, 2007; Esson ve Calvarese, 2022).

Superfisiyal keratitis ödem, yüzeysel vaskülarizasyon, granülasyon, skar oluşumu ve son olarak pigmentasyon ile karakterizedir. Derin keratitisde hızla ilerleyen yoğun bir opasite, yüzeysel ve derin damarlaşma ve skar oluşumu görülür (Maggs ve diğerleri, 2013).

Kronik superfisiyal keratitisde (Uberreiter) erken evrelerde kornea epitel hücreleri çoğalır ve stromanın yüzeyinde şiddetli bir plazma, lenfosit, makrofaj ve melanositlerden oluşan bir hücresel infiltrasyonu gözlenir. Kornea stromasında damarlanma ve hücre infiltrasyon fibrovasküler dokuya neden olur. Başlangıçta ince pembe renkli olan bu doku hastalık ilerledikçe kalınlaşır ve melanositler, histiyositler ve fibrositler de kornea içine infiltre olmasıyla koyulaşır. İleri evrelerde kornea epitelinde ve stromal tabakada damarlanma çok daha yoğundur ve bölge pigmentli bir görünüme sahiptir (Engın, Sainkaplan ve Şenel, 2021; Kocaman, 2023).

Bakteriyel keratitis genel olarak korneal stromal inflamasyon ve epitel tabakada defekt veya ülserasyonun eşlik ettiği ağrılı bir durumla ile karakterizedir. Konjunktivalar genellikle yaygın bir kızarıklık mevcuttur. Konjunktivite genellikle episkleritin, şiddetli vakalarda nadiren de olsa

skleritisin eşlik ettiği görülür. Genellikle ön üveit, fibrinöz eksüdat veya hipopiyon ile birlikte kornea erimesi ve lokalize bir kornea opasitesi vardır. Kornea erimesi descemetosel ve perforasyona kadar ilerleyebilir, ancak endoftalmi nadirdir (Şekil 5). Bazen, özellikle yaşlı hastalar mikrobiyal keratitis nedeniyle gözlerini kaybedebilirler. Görme kaybı korneada damarlaşma, erime ve incelmenin eşlik ettiği skar, düzensiz opasite ve lökoma kaynaklıolabilir (Tuft ve diğerleri, 2022).



Şekil 5: British Longhair ırkı kedide perfore olmuş kornea.

Korneada görülen tüylü kenarlar, halka şeklinde infiltrasyon, endotel plak, fibrinoid aköz ve uydu şeklinde lezyonlar fungal keratitis şüphesini uyandırmalıdır (Tuli, 2011).

Kornea ülserinin görünümü büyüklük, derinlik ve zamana bağlı olup, silik bir opasiteden (ödem), merkezi, genellikle dairesel, derin ve boyanmayan keratokosele kadar değişir. İndolent ülser dışında damarlanma olağandır. Şiddetli veya uzun süreli ise, hipopiyon ve hifema ile ilişkili bir üveit mevcut olabilir. Ağrı, özellikle üveit mevcut olduğunda, hafiften şiddetliye kadar değişkendir (Barnett, 2006; Aybak ve Kibar Kurt, 2024).

Eozinofilik keratitisin erken belirtileri arasında perilimbal korneanın yüzeysel vaskülarizasyonu vardır. Hastalık ilerledikçe, lezyonlar düzensiz

şekilli, vaskülarize bir kitleye dönüşür. Pembe beyaz renkli infiltratların oluşturduğu kumlu beyaz plaklar korneaya hastalık için patognomonik olan kaldırım taşı görünümü vermektedir. Plakların yanında ayrıca korneal ödem, yüzeysel vaskularizasyon, konjunktivitis, mukoid akıntı, belpharospasm ve göz kapaklarında depigmentasyon görülebilmektedir (Spiess ve diğerleri, 2009; Sancak ve diğerleri, 2011).

Nöroparalitik keratitisde, göz kapaklarının motor innervasyonunun kesintiye uğraması, yetersiz göz kırpmaya, prekorneal gözyaşı filminin dağılımının eksikliğine ve kornea ve konjunktival yüzeylerin sürtünme ve maruziyetten korunmamasına neden olur. Üst ve alt göz kapaklarının normal göz kırpma hareketi yerine, glob genellikle geri çekilir ve bunu takiben üçüncü göz kapağı kornea boyunca pasif hareket eder. İlgili sinirlerin anatomik konumu nedeniyle, nörotrofik keratitis orbital hastalıkla ilişkili olma eğilimindeyken, nöroparalitik keratitis en yaygın olarak guttural kese hastalığı olan atlarda ve kronik otitisli veya kronik otitis için ameliyat sonrası diğer hayvanlarda (özellikle köpeklerde) görülür. Her iki hastalığın erken evrelerinde kornea epitelinde dejenerasyon ve stromal ödem meydana gelir. Daha ileri lezyonlar arasında kornea kuruması, damarlanma ve melanozise bağlı opasifikasyon yer alır (Maggs ve diğerleri, 2013).

Nörojenik keratitisin tipik klinik belirtisi palpebral fissür kısmında yaygın kornea epiteli eksikliği ve ülserdir. Ülser kenar epiteli pürüzsüz, hafifçe kalkık ve çevresi atoniktir, infiltrasyon belirtisi yoktur. Descemet membranında katlanmalar, hatta ciddi vakalarda korneal ülser perforasyonu, hipopiyon ve göz küresi kaybı meydana gelebilir (Sun ve diğerleri, 2014).

Konjunktivitis nispeten düşük ağrılı bir durumdur, ancak oluşan tahriş gözyaşı artışı ve blefarospazma neden olabilir. Akut formu hiperemi, şemozis ve lakrimasyon, kronik formu sürekli kızarıklık, kalınlaşma ve daha az ve daha kuru akıntı ile seyredebilir (Şekil 6) (Barnett, 2006).

Şekil 6: Kedide şemozis ve hiperemi.

Konjunktivitinin klinik belirtilerinden (hiperemi, akıntı, şemozis ve folikül oluşumu) etiyolojik tanı yapmak, primer veya sekonder konjunktivisi ayırt etmek pek mümkün değildir. Aslında, konjunktiva, primer keratitis, orbital hastalık, blefarit, keratokonjonktivit sicca, dakriyosistit, üveit ve glokom dahil olmak üzere neredeyse tüm diğer oküler ve perioküler hastalıklarda sekonder olarak iltihaplanır. Bu nedenle konjunktivitis, çok sayıda ve genellikle körlüğe yol açan oküler hastalıkların potansiyel bir belirtisi ve bazen de sistemik ve potansiyel olarak yaşamı tehdit eden bir hastalığın belirtisi olarak görülmelidir (Maggs ve diğerleri, 2013; Gülaydin ve diğerleri, 2024) .

KERATİTİS ve KONJUNKTİVİTİS TANISI

Kronik superfisiyal keratitis (Überreter) tanısı genellikle klinik gözlemler, ırk, anemnez ve topikal kortikosteroidlere verilen yanıt ile konur. Kornea limbusunda neovaskülarizasyon, fibrovasküler doku oluşumu, kornea ödemi görülür. Neovaskülarizasyon ve pigmenter tipte süperfisiyal stromal keratitis, pigmenter keratitis ve keratokonjonktivitis sicca ile karışabilir. Korneal doku proliferasyonu mevcutsa, süperfisiyal stromal keratitis yabancı cisimlere veya diğer yaralanma reaksiyonundan, proliferatif keratokonjonktivitten, korneal neoplazmlardan, dermoidlerden ve ektopik lakrimal bezlerden ayırt edilmelidir. Vakaların çoğu net bir şekilde tanımlanır ve sadece nadiren kesin tanı için biyopsi gerekir (Kocaman, 2023).

Schirmer (I) gözyaşı testi (SGT) ve ilişkili klinik bulgular sonucunda KCS tanısı kolaylıkla konulabilir. Prekorneal gözyaşı filmi için en yaygın test SGT'dir. Köpekte normal bir SGT 1 için sonuçlar 1 dakikada 14 ila 25 mm ıslanma arasında değişmektedir. Klinik bulguları olan <10 mm SGT, keratokonjunktivitis sicca'nın göstergesidir. Normal kedilerde SGT 1'in 1 dakikada 12 ila 20 mm arasında değiştiği bildirilmiştir; ancak sonuçlar dikkatli yorumlanmalıdır çünkü bazı klinik olarak normal kedilerde SGT 5 mm kadar düşük olabilir (Morreale, 2003; Esson ve Calvarese, 2022).

Gözyaşı filminin bir başka kantitatif ölçümü de fenol kırmızı iplik gözyaşı testidir. Bu testte, pH'a duyarlı bir indikatör emdirilmiş 75 mm'lik bir ipliğin 3 mm'lik ucu 15 saniye boyunca ventral konjunktival kenar içine yerleştirilir. Hafif alkali gözyaşları ipliği soluk sarıdan kırmızıya çevirir. Bu değişim milimetre cinsinden ölçülür. Bu test için ortalama değerler normal köpekte 34.15 mm ± 4.45 mm/15 sn ve normal kedide 23.04 mm ± 2.23 mm/15 sn olarak bulunmuştur (Morreale, 2003).

Bakteriyel keratitis tanısı için direkt mikroskopi ve bakteriyolojik plak besiyerinde kültür kombinasyonu önerilmektedir. Bakteriyel keratitisde çoğunlukla Staphylococcus spp., Streptococcus spp., Pseudomonas spp. ve Serratia spp. gibi gram-negatif ve gram-pozitif bakteriler izole edilmektedir. Enfeksiyöz keratitisin teşhisi klinik muayene, sitoloji ve mikrobiyolojik incelemeye dayanır (Kecová ve diğerleri, 2004; Aslan ve Erol, 2024).

Kornea ülseri yaygındır, genellikle tek taraflıdır, görünüm ülserin nedenine ve evresine göre önemli ölçüde değişir. Ulkusa blefarospazm ve lakrimasyon genellikle eşlik eder. Korneal epitelin bütünlüğünü, korneal epitelin canlılığını ve korneanın tam kalınlıktaki bütünlüğünü değerlendirmek için çeşitli boyalar kullanılabilir. Veteriner oftalmolojide kullanılan en yaygın boyalar sodyum floresein ve rose Bengal'dir. Floresein epitelden yoksun alanları (Şekil 7), Rose Bengal ise devitalize epitel alanları belirlemede kullanılır (Morreale, 2003; Barnett, 2006).

Şekil 7: İran ırkı kedide yapılan floresein testi. Korneanını merkezinde floreseinle boyalı fokal alan epitel tabakada hasar olduğunu göstermektedir.

Enfeksiyöz keratitis ve kornea ülserasyonunun teşhisi, kornea kültürü ve duyarlılığının kullanılmasıyla desteklenir. Stromayı içeren tüm kornea ülserasyonu vakalarında kültür ve duyarlılık endikasyonu vardır. Bu testlerin sonuçları antibiyotik tedavisinin daha iyi seçilmesini sağlayacaktır (Morreale, 2003; Lin ve diğerleri, 2019).

Konjunktivitis tanısında ise bakteriyel kültür ilk tercih edilen yöntem değildir. Genellikle ilk antibiyotik tedavisi başarısız olduktan sonra tanı için tercih edilir. Kültürden farklı olarak, kazıma ve biyopsiler konjunktivitin nedenini ve kronikliğini daha iyi tanımlamak ve tedaviyi yönlendirmek için genellikle son derece yararlıdır (Maggs ve diğerleri, 2013).

Fungal keratitis vakasında klinik tanı, yaralanma şekli, hastanın aldığı tedavi, varsa steroid kullanımı ve geçmişte benzer bir hastalık olup olmadığı göz önünde bulundurularak ayrıntılı bir anamnez alınmasını içerir. Yarık lamba biyomikroskopik muayenesinde, ilişkili uydu lezyonlarla birlikte yıldızsı tüyümsü veya düzensiz kenarlı kuru görünümlü bir ülser genel görünümdür. Etiyolojik ajana bağlı olarak, endotelyal plaklar ve pigmentasyon ve sabit bir hipopiyon olabilir. Sadece klinik muayene ile fungal keratitisin tanısal doğruluğu azdır, bu nedenle mikroskobik inceleme, kültür, in vivo konfokal mikroskopi ve moleküler tanı yöntemleri kullanılarak doğru tanı erken teşhis için zorunlu hale gelmektedir (Raj ve diğerleri, 2021; Sharma ve diğerleri, 2022).

Bir diğer önemli kornea tanı testi de sitolojidir. Hastalıklı korneadan bazı hücrelerin alınması tanı ve tedavi için çok değerli bilgiler verebilir. Kedi

eozinofilik keratitis gibi ülseratif olmayan yüzey hastalıklarının yanı sıra derin veya ilerleyen kornea ülserasyonu için de kullanılır. Kornea ülserasyonu vakalarında kültür ve duyarlılık ile kombine edilmelidir (Morreale, 2003; Spiess ve diğerleri, 2009).

KERATİTİS ve KONJUNKTİVİTİS TEDAVİSİ

Keratitise neden olan en büyük faktör KCS'nin tedavisi için ek kayganlaştırıcılar, antibiyotikler ve anti-enflamatuar tedavi önerilmektedir. Ancak siklosporin A gibi oftalmik immünomodülatör ajanların geliştirilmesi medikal tedavinin başarı oranını artırmış ve cerrahi tedavi sıklığını önemli ölçüde azaltmıştır (Esson ve Calvarese, 2022).

Bakteriyel keratitis için geleneksel klinik protokol, geniş spektrumlu antibiyotik göz damlalarının topikal olarak uygulanmasıdır. Ancak, uygun antibiyotik seçimi için laboratuvar testlerinin gecikmesi hastalığın seyrini değiştirebilir ve yüksek dozda antibiyotik toksisiteye neden olabilir. Bu nedenle, metal nanopartiküller, katyonik türler, fototermal ve fotodinamik terapi gibi yeni tedavi yaklaşımları araştırılmaktadır. Pseudomonas aeruginosa enfeksiyonlarında, güçlü anti-enflamatuar ve immünosupresif özelliklere sahip glukokortikoidlerin yoğun topikal antibiyotik kullanımıyla birlikte kullanılması önerilmektedir. Bakteriyel keratitise yönelik tedavi yaklaşımlarının çoğu, kornea kültürlerinin toplanmasını ve ardından geniş spektrumlu topikal antibiyotiklerin kullanılmasını içerir; cerrahi müdahaleler genellikle kötüleşen enfeksiyon ve/veya stromal incelme ve perforasyon gibi komplikasyonları tedavi etmek için ayrılmıştır. Kornea lezyonunun derinliği kornea kalınlığının %50'si veya daha derin olduğunda, derin kornea ülserasyonunda cerrahi müdahale endikedir (Lin ve diğerleri, 2019; Ung ve Chodosh, 2021; Aslan ve Erol, 2024; Aybak ve Kibar Kurt, 2024).

Kedi ve köpeklerin fungal keratitis tedavisi hem medikal hem de cerrahi tedaviyi içerebilir, ancak medikal tedavi daha sık kullanılır. Fungal keratitis tedavisinde topikal %5 natamisin kullanımının etkili olduğu, topikal amfoterisin B %0,3-0,5'in alternatif olarak kullanılabileceği ancak toksisite nedeniyle kullanımının sınırlı olduğu bildirilmektedir. Ayrıca, yüksek oküler penetrasyon kabiliyetine sahip olan vorikonazol, fungal keratitis tedavisinde popülerlik kazanmıştır. Fungal keratitis tedavisindeki birçok kısıtlama arasında gecikmiş tanı, sistemik ve topikal ajanların sınırlı bulunabilirliği, zayıf ilaç penetrasyonu, toksisite, korneal incelme, nüks ve korneal perforasyon yer almaktadır (Pucket ve diğerleri, 2012; Aslan ve Erol, 2024).

Oftalmolojik kullanım için antifungal ajanlar topikal formülasyonlar/sistemik ajanlar olarak ağızdan veya intrakameral ve intrakorneal enjeksiyonlarla hedefe yönelik tedavide olduğu gibi lokal enjeksiyon şeklinde verilir. Bunlar ağırlıklı olarak şu ilaç sınıflarına aittir: polienler (amfoterisin B, natamisin, nistatin), azoller/imidazoller (ketokonazol, mikonazol, ekonazol), triazoller (itrakonazol, vorikonazol, posakonazol, flukonazol, ravukonazol) ve ekinokandinler (kaspofungin, mikafungin, anidulafungin). Mantar organizmaları, korneada delinme olmadan kornea stromasına nüfuz ederek enfeksiyöz hipopyon veya endotel plakasına neden olabilir. Sorun, antifungal ilaçların çoğunun, özellikle sağlam epitel karşısında çok zayıf penetrasyona sahip olmasıdır. Bakteriyel keratitisten farklı olarak, stromal fungal enfeksiyonun üzerinde bulunan kornea epiteli, tedaviye başlandıktan sonra aktif enfeksiyonun varlığına rağmen iyileşebilir ve tek başına başarılı tedavinin göstergesi olarak kullanılmamalıdır (Raj ve diğerleri, 2021).

Pigmenter keratitis tedavisinde, altta yatan nedenin düzeltilmesi yoluyla melanozun ilerlemesi durdurulmaya çalışılır. Bu genellikle daha fazla melanin birikimini durdurur, ancak zaten mevcut olan melaninin gerilemesi yavaş olabilir. Bu nedenle, ince melanozisin erken tespitinin ve melanozis ilerlemeden önce nedenlerinin düzeltilmesinin önemi yadsınamaz (Maggs ve diğerleri, 2013).

Nörojenik keratitis tedavisinde, kornea travmasını ve kurumayı önlemek için geçici veya kalıcı kısmi (genellikle lateral) tarsorafi uygulanır. Gözyaşı filminin takviyesi gereklidir ve korneal ülserasyon mevcutsa topikal antibiyotik tedavisi yapılır. İlaç tedavisi (yapay gözyaşı, sinir büyüme faktörü, kollajen enzim inhibisyonu ve antibiyotikler) en yaygın kullanılanıdır, ancak uzun bir iyileşme süresi ve zayıf bir iyileştirici etki ile ilişkilidir, cerrahi tedavi (tarsorafi, amniyotik membran transplantasyonu ve konjunktival flep kaplama cerrahisi) nispeten basit olmasına rağmen, gözlem zorluğu, daha yüksek maliyet veya görmenin bozulması gibi komplikasyonlarla ilişkilidir ve daha büyük bir psikolojik ve ekonomik yük taşır (Şekil 8). Prognoz tamamen nörolojik defisite neden olan primer durumun nedenine ve tedavi seçeneklerine bağlıdır. Eğer tedavi mümkün değilse, enükleasyon gerekebilir (Maggs ve diğerleri, 2013; Sun ve diğerleri, 2014).

Şekil 8: Kornea hasarı olan kedide üçüncü göz kapağı flepi uygulaması.

Önemli korneal stromal kayıp ve progresif korneal erime durumlarında cerrahi düşünülmelidir. Medikal tedaviye rağmen progresif kollajenoliz nedeniyle genişleyen ve/veya derinleşen korneal ülserler, eriyen stromanın erken cerrahi debridmanından ve korneal destekleyici ve/veya rekonstrüktif cerrahiden fayda görecektir. Yaygın olarak kullanılan rekonstrüktif teknikler arasında konjunktival pedikül grefti, korneoskleral transpozisyon (CST) ve korneokonjunktival transpozisyondur (Gould ve McLellan, 2014).

Konjunktivitis tedavisinde, konjunktival olmayan faktörlerin etiyolojisi ve tedavisi belirlendikten sonra (örneğin, göz kapağı kusurlarının düzeltilmesi, yabancı cisimlerin çıkarılması, eksik gözyaşı filminin yenilenmesi, dış etkenlerden korunma), topikal antibiyotik, kortikosteroid, göz temizleme solüsyonları, vazoaktif ajanlar, antihistaminler kullanılabilir (Maggs ve diğerleri, 2013).

Normal konjunktival floranın aşırı çoğalmasını sınırlamak amacıyla topikal antibiyotik kullanımı önerilmektedir. Enfeksiyöz nitelik taşımayan ve immün aracılı bir nedenin şüphelenildiği pannus ve alerjik konjunktivitiste ise kortikosteroid kullanımı faydalıdır. Biriken göz akıntısının temizlenmesi için kullanılabilecek solüsyonlar ise maserasyon, blefarit, perioküler dermatit ve göz kapağı veya konjunktival yapışıklıkların önlenmesi ve hastanın konforunun artırılması ve oftalmik ilaçların penetrasyonunun iyileştirilmesi

açısından önemlidir. Sodyum kromoglikat, olopatadin, lodoxamid ve diğer mast hücre stabilizatörleri, alerjik ve eozinofilik konjunktivitis tedavisinde topikal olarak kullanılmaktadır (Maggs ve diğerleri, 2013).

Düşük konsantrasyonda sempatik ajanlar mevcuttur ve vazoaktif etkileri için kullanılırlar. Akut konjunktivitis veya alerjide hiperemi ve şemozisi azaltmak için ampirik kullanımları etkili olabilir, ancak topikal kortikosteroidler daha etkilidir ve nedeni daha iyi giderir (Maggs ve diğerleri, 2013).

REFERANSLAR

Aslan, N. E. ve Erol, H. (2024). Keratitis and Current Treatment Methods in Pets. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, *21*(3), 202-208.

Aybak, E. S. ve Kibar Kurt, B. (2024). Kedi ve köpeklerde kornea ülseri tanı ve tedavisi. M. Bayramoğlu akkoyun, Ö. Gülaydın, H. T. Akkoyun ve M. Yeşilyurt (Ed.), *Sağlık bilimleri alanında uluslararası akademik çalışmalar ve teorik bilgiler-VIII* içinde (pp. 141-162). İksad Publishing House.

Barnett, K. C. . (2006). *Diagnostic atlas of veterinary ophthalmology*. Saunders Elsevier.

Beckwith-Cohen, B., Gasper, D. J., Bentley, E., Gittelman, H., Ellis, A. E., Snowden, K. F., … Dubielzig, R. R. (2016). Protozoal infections of the cornea and conjunctiva in dogs associated with chronic ocular surface disease and topical immunosuppression. *Veterinary Ophthalmology*, *19*(3), 206-213.

Brown, L., Leck, A. K., Gichangi, M., Burton, M. J. ve Denning, D. W. (2021). The global incidence and diagnosis of fungal keratitis. *The Lancet Infectious Diseases*. Lancet Publishing Group.

Cooper, E., Cowmeadow, W. ve Elsheikha, H. M. (2021). Should Veterinary Practitioners Be Concerned about Acanthamoeba Keratitis? *Parasitologia*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute.

Crispin, S. M. (2009). *Notes on Veterinary Ophthalmology* (1. bs.). Blackwell Publishing.

Dean, E. ve Meunier, V. (2013). Feline eosinophilic keratoconjunctivitis: A retrospective study of 45 cases (56 eyes). *Journal of Feline Medicine and Surgery*.

Engın, I., Sainkaplan, S. ve Şenel, O. O. (2021). Clinical assessment of chronic superficial keratitis (Überreiter's syndrome) in dogs: A retrospective study (2012-2019). *Veterinaria*, (2).

Esson, D. W. ve Calvarese, S. (2022). *Clinical Atlas of Canine and Feline Ophthalmic Disease* (2nd bs.). John Wiley & Sons.

Frejlich, M. ve Payen, G. (2025). Prevalence and Characteristics of Feline Ulcerative Keratitis and Corneal Sequestra in a Referral Population and Comparison Between Brachycephalic and Nonbrachycephalic Cats. *Veterinary Ophthalmology*.

Gelatt, K. N. (2014). *Essentials of veterinary ophthalmology*. (K. N. Gelatt, Ed.) (3rd bs.). John Wiley & Sons.

Gelatt, Kirk N, Plummer ve Caryn E. (2022). *Essentials of Veterinary Ophthalmology* (4th bs.). Wiley-Blackwell.

Gould, David. ve McLellan, G. J. . (2014). *BSAVA manual of canine and feline ophthalmology*. British Small Animal Veterinary Association.

Green, M. D., Apel, A. J. G., Naduvilath, T. ve Stapleton, F. J. (2007). Clinical outcomes of keratitis. *Clinical and Experimental Ophthalmology*, *35*(5), 421-426.

Hewitt, J. S., Allbaugh, R. A., Kenne, D. E. ve Sebbag, L. (2020). Prevalence and Antibiotic Susceptibility of Bacterial Isolates From Dogs With Ulcerative Keratitis in Midwestern United States. *Frontiers in Veterinary Science*, *7*.

Hindley, K. E., Groth, A. D., King, M., Graham, K. ve Billson, F. M. (2016). Bacterial isolates, antimicrobial susceptibility, and clinical characteristics of bacterial keratitis in dogs presenting to referral practice in Australia. *Veterinary Ophthalmology*, *19*(5), 418-426.

Iwashita, H., Wakaiki, S., Kazama, Y. ve Saito, A. (2020). Breed prevalence of canine ulcerative keratitis according to depth of corneal involvement. *Veterinary Ophthalmology*, *23*(5), 849-855.

Kagawa, Y., Itoh, S. ve Shinohara, H. (2013). Investigation of capsaicin-induced superficial punctate keratopathy model due to reduced tear secretion in rats. *Current Eye Research*, *38*(7), 729-735.

Kecová, H., Hlinomazová, Z., Rau·er, P. ve Neâas, A. (2004). Corneal Inflammatory Diseases-Infectious Keratitis in Dogs. *ACTA VET.*, *73*, 359-363.

Kim, J. Y., Won, H.-J. ve Jeong, S. (2009). A Retrospective Study of Ulcerative Keratitis in 32 Dogs. *Intern J Appl Res Vet Med*, *7*, 27-31.

Kocaman, Y. (2023). A Case of Chronic Superficial Keratitis in a German Shepherd Dog. *Atatürk University J. Vet. Sci*, *3*(1), 1-5.

Labelle, A. L., Dresser, C. B., Hamor, R. E., Allender, M. C. ve Disney, J. L. (2013). Characteristics of, prevalence of, and risk factors for corneal pigmentation (pigmentary keratopathy) in Pugs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, *243*(5), 667-674.

Liebich, H.-G., Sótonyi, P. ve König, H. E. (2020). Veterinary anatomy of domestic animals: Textbook and colour atlas. H. E. König ve H.-G. Liebich (Ed.), *Veterinary anatomy of domestic animals: Textbook and colour atlas* içinde (7th bs., ss. 597-617). Stuttgart: Thieme.

Lin, A., Rhee, M. K., Akpek, E. K., Amescua, G., Farid, M., Garcia-Ferrer, F. J., … Mah, F. S. (2019). Bacterial Keratitis Preferred Practice Pattern®. *Ophthalmology*, *126*(1), P1-P55.

Maggs, D. J., Miller, P. E., Ofri, Ron. ve Slatter, D. H. (2013). *Slatter's fundamentals of veterinary ophthalmology*. Elsevier Saunders.

Maggs, D., Miller, P. ve Ofri, R. (2017). *Slatter's Fundamentals of Veterinary Ophthalmology* (Fourth.). Saunders.

Maini, S., Everson, R., Dawson, C., Chang, Y. M., Hartley, C. ve Sanchez, R. F. (2019). Pigmentary keratitis in pugs in the United Kingdom: prevalence and associated features. *BMC veterinary research*, *15*(1), 384.

Mamachan, M., M, M. K., Banu, A. S., Sharun, K. ve K, M. S. (2023). An overview of ulcerative keratitis in Dogs and Cats. *Vet. Today*, *1*(8), 162-164.

Morales, A., Perlmann, E., Abelha, A. N. V., Levy, C. E., de Goes, A. C. A. ve Safatle, A. M. V. (2018). Keratitis due to microfilariae in dogs: a newly recognized disease. *Veterinary Ophthalmology*, *21*(3), 305-311.

Morreale, R. J. (2003). Corneal Diagnostic Procedures. *Clinical Techniques in Small Animal Practice*, *18*, 145-151.

Nautscher, N., Bauer, A., Steffl, M. ve Amselgruber, W. M. (2016). Comparative morphological evaluation of domestic animal cornea. *Veterinary ophthalmology*, *19*(4), 297-304.

Nell, B., Walde, I., Billich, A., Vit, P. ve Meingassner, J. G. (2005). The effect of topical pimecrolimus on keratoconjunctivitis sicca and chronic superficial keratitis in dogs: Results from an exploratory study. *Veterinary Ophthalmology*, *8*(1), 39-46.

Pucket, J. D., Allbaugh, R. A. ve Rankin, A. J. (2012). *Treatment of dematiaceous fungal keratitis in a dog*. *Scientific Reports JAVMA* (C. 240).

Raj, N., Vanathi, M., Ahmed, N. H., Gupta, N., Lomi, N. ve Tandon, R. (2021). Recent perspectives in the management of fungal keratitis. *Journal of Fungi*.

Sancak, İ. G., Özgencil, F. E. ve Sancak, A. A. (2011). Kedide eozinofilik keratitis. *Vet Hekim Der Derg*, *82*(2), 3-6.

Sanchez, R. F., Innocent, G., Mould, J. ve Billson, F. M. (2007). Canine keratoconjunctivitis sicca: Disease trends in a review of 229 cases. *Journal of Small Animal Practice*.

Sharma, N., Bagga, B., Singhal, D., Nagpal, R., Kate, A., Saluja, G. ve Maharana, P. K. (2022). Fungal keratitis: A review of clinical presentations, treatment strategies and outcomes. *Ocular Surface*, *24*, 22-30.

Sirikul, T., Prabriputaloong, T., Smathivat, A., Chuck, R. S. ve Vongthongsri, A. (2008). Predisposing Factors and Etiologic Diagnosis of Ulcerative Keratitis. *Cornea*, *27*, 283-287.

Soleimani, M., Izadi, A., Khodavaisy, S., Santos, C. O. dos, Tehupeiory-Kooreman, M. C., Ghazvini, R. D., … Verweij, P. E. (2023). Fungal keratitis in Iran: Risk factors, clinical features, and mycological profile. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, *13*.

Spiess, A. K., Sapienza, J. S. ve Mayordomo, A. (2009). Treatment of proliferative feline eosinophilic keratitis with topical 1.5% cyclosporine: 35 cases. *Veterinary Ophthalmology*, *12*(2), 132-137.

Stades, C. ., Wyman, Milton., Boeve, M. H. ., Neumann, Willy. ve Spiess, Bernhard. (2007). *Ophthalmology for the Veterinary Practitioner, Second, Revised and Expanded Edition*. Schluetersche, Germany, an imprint of Schluetersche.

Sun, Y. Z., Guo, L. ve Zhang, F. S. (2014). Curative effect assessment of bandage contact lens in neurogenic keratitis. *International Journal of Ophthalmology*, *7*(6), 980-983.

Tuft, S., Somerville, T. F., Li, J. P. O., Neal, T., De, S., Horsburgh, M. J., … Kaye, S. (2022). Bacterial keratitis: identifying the areas of clinical uncertainty. *Progress in Retinal and Eye Research*. Elsevier Ltd.

Tuli, S. S. (2011). Fungal keratitis. *Clinical Ophthalmology*, *5*(1), 275-279.

Ung, L. ve Chodosh, J. (2021). Foundational concepts in the biology of bacterial keratitis. *Experimental Eye Research*, *209*.

Wong, R. L. M., Gangwani, R. A., Yu, L. W. H. ve Lai, J. S. M. (2012). New treatments for bacterial keratitis. *Journal of Ophthalmology*.

Yaşar, T. Ö. (2021). Corneal diseases in veterinary opthalmology. T. Ö. Yaşar (Ed.), *Veterinary Medicine and a new look at beekeeping* içinde (pp. 3-20). İksad Publishing House.