

SAĞLIK BİLİMLERİNDE YENİ KAVRAMLAR VE İLERİ ÇALIŞMALAR



*SAĞLIK
BİLİMLERİNDE
YENİ KAVRAMLAR
VE İLERİ
ÇALIŞMALAR*

Editor
Prof. Dr. Fatih HATİPOĞLU





Sağlık Bilimlerinde Yeni Kavramlar ve İleri Çalışmalar
Editör: Prof. Dr. Fatih HATİPOĞLU

Dizayn: All Sciences Academy Design
Basım Tarihi: Ekim 2025
Yayıncı Sertifika Numarası: 72273
ISBN: 978-625-5794-48-2

© All Sciences Academy

www.allsciencesacademy.com
allsciencesacademy@gmail.com

İÇERİK

1. Bölüm	9
Geçmişten Günümüze Diş Hekimliğinde Yapay Zeka <i>Didem DUMANLI KUSAY</i>	
2. Bölüm	24
Hemşirelik Uygulamalarında Yapay Zekânın Etik Kullanımı <i>İzzettin EKİNCİ, Veysel KIZILARSLAN</i>	
3. Bölüm	34
Toplum Temelli Afet Risk Azaltma Stratejilerinde Hemşirelerin Rolü ve Sürdürülebilirlik Yaklaşımları <i>Veysel KIZILARSLAN, İzzettin EKİNCİ</i>	
4. Bölüm	46
Yapay Zekâ Destekli Klinik Karar Vermede Hemşirelerin Değişen Rolü <i>İzzettin EKİNCİ, Ömer Faruk BAŞYİĞİT</i>	
5. Bölüm	59
Halk Sağlığı Hemşireliği Yaklaşımı ile Akran Zorbalığı <i>Nalan BOSTAN AKMEŞE, İbrahim TOPUZ, Emine ŞİŞKO</i>	
6. Bölüm	74
Fekal Mikrobiyota Trasplantasyon <i>Kerim Aydın ULUSOY, Battal YILMAZ, Nurettin GÜLŞEN</i>	
7. Bölüm	95
Veteriner Hekimliği Eğitiminde 3D Modellerin Öğrenciler İçin Pratik Kullanım Alanları <i>Şükrü Hakan ATALGIN, Mehmet CAN</i>	

8. Bölüm	109
Mitokondriyal Dinamikler: Filyon Ve Füzyon Aktörleri <i>Sercan KAYA</i>	
9. Bölüm	125
Probiyotik ve Prebiyotiklerin Hayvan Beslemede Kullanımı <i>Evrin ÖZEL, Zekeriya Safa İNANÇ, Huzur Derya ARIK</i>	
10. Bölüm	142
İneklerde Kontraseptif Yöntemler <i>Atilla YILDIZ</i>	
11. Bölüm	166
Timus'un Anatomik ve İmmünolojik Rolü <i>Enes KARA</i>	
12. Bölüm	181
ANRIL RNA ve 9p21 Kromozom Lokusu <i>Erdal TUNÇ</i>	
13. Bölüm	199
Geçmişten Günümüze Türkiye'de Sağlıkta Yapısal ve Politik Dönüşümler <i>İbrahim DUMAN</i>	
14. Bölüm	223
Adli Hemşirelik: İnsan Hakları ve Hasta Güvenliğinin Savunucusu <i>İbrahim DUMAN</i>	
15. Bölüm	238
İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemlerinde İnsan Faktörünün Önemi <i>Mustafa TATLİCAN, Fatih ULUKAYA</i>	

16. Bölüm	255
Nutrigenomik ve Epigenetik Perspektiften Bireyselleştirilmiş Beslenme Yaklaşımları	
<i>Yusuf ÖZTÜRK</i>	
17. Bölüm	280
Çölyak Hastalığı ve Gebelik	
<i>Ayşenur YILDIZ, Hacer Ünver KOCA</i>	
18. Bölüm	299
Pelvik İnkontinanstaki Fizyoterapi Yaklaşımları	
<i>Beyza Nur ERDEN (ÇETİN), Tuba İNCE PARPUCU</i>	
19. Bölüm	322
Emzik Gerçeği: Bilimsel Kanıtlarla Yararlar ve Olumsuz Etkiler	
<i>Elif Buse KAPLAN, Aysun AVŞAR</i>	
20. Bölüm	332
Radon Gazının Sağlık Üzerine Etkilerinin İncelenmesi	
<i>Engin TEKİN</i>	
21. Bölüm	345
Tıbbi Görüntüleme Teknolojilerinde Yapay Zekâ Uygulamalarının Bibliyometrik Analizi (2021-2025)	
<i>Engin TEKİN</i>	
22. Bölüm	360
Tele-Onkoloji Hemşireliği	
<i>İlknur PALAZ</i>	
23. Bölüm	370
İç Hastalıkları Hemşireliğinde İnovatif Yaklaşımlar	
<i>İlknur PALAZ</i>	

24. Bölüm	382
Gebeliğin Son Trimesterindeki Kadınlarda Ruhsal Hastalıklar Ve İlişkili Psikososyal Faktörler	
<i>Seda TÜRKLİ, Ayşe Devrim BAŞTERZİ</i>	
25. Bölüm	399
Lohusalarda Covid-19, Posttravmatik Büyüme ve Maternal Bağlanma	
<i>Nilay FİLOĞLU ERSÜ, Hacer ÜNVER KOCA</i>	
26. Bölüm	412
Hemşirelerde İkincil Travma ve Öz-Şefkat Temelli Müdahaleler	
<i>Ömer Faruk BAŞYİĞİT, İzzettin EKİNCİ</i>	
27. Bölüm	423
Çocuk ve Adölesanlarda Yeme Bozuklukları ve Diş Hekimliği Yaklaşımı	
<i>Emine Zehra AYDIN ÇETİN, Aysun AVŞAR</i>	
28. Bölüm	432
Kanatlı Türlerde Alt Ekstremitte İnnervasyonunun Temel Kaynağı: Plexus Lumbosacralis	
<i>Hülya KARA, Derviş ÖZDEMİR</i>	
29. Bölüm	444
Mikroplastikler Hakkında Güncel Değerlendirmeler ve Canlılara Giriş Yolları	
<i>Şükrü Hakan ATALGIN, Zekeriya ÖZÜDOĞRU, Mustafa KORKMAZ</i>	

Geçmişten Günümüze Diş Hekimliğinde Yapay Zeka

Didem DUMANLI KUSAY¹

¹Uzman Dt; Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene Radyolojisi
Anabilim Dalı didem.dumanli@hotmail.com ORCID No: 0000-0001-7409-8096,

ÖZET

Yapay zekâ (YZ), insan zekâsını taklit etmeye çalışan bir bilgisayar bilimi alanıdır (Krittawong vd., 2017:2657-64), (Khanam vd., 2019:1832-9). Bu teknoloji düşünebilir, öğrenebilir, karmaşık ve çoklu soruları değerlendirebilir ve bunlara çözümler bulabilir (Holzinger vd., 2019:1312), (Miller ve Brown, 2018:129-133). (Wang vd., 2019:139-54). Günümüzde Alexa ve Siri gibi birçok yapay zeka uygulaması günlük hayatı kolaylaştırmak için aktif olarak kullanılmaktadır (Koch, 2018:531). YZ yalnızca gündelik yaşamda değil, sağlık, mühendislik ve bilim gibi alanlarda da devrim niteliğinde değişimlerin öncüsü olarak görülmektedir (Holzinger vd., 2019:1312), (Jordan ve Mitchell, 2015:255-60). Sağlık hizmetlerinde dijitalleşmeyi hızlandıran YZ, tıpta önemli bir paradigma değişiminin habercisi olarak değerlendirilmektedir (Wilhelm vd., 2020:471), (Koschmann, 1996:1-23). Yapay zekâ; teşhis, tedavi planlama, hasta bilgi kayıt sistemleri, tele-diş hekimliği ve diş hekimliği eğitimi dahil olmak üzere diş hekimliğinde çeşitli alanlarda kullanılabilir (Joda ve Zitzmann, 2022:4283-90), (Katne vd., 2019: 6-9). Genel olarak, yapay zeka ve artırılmış zeka, daha doğru, hızlı ve verimli çalışmayı mümkün kılmayı amaçlamaktadır. Son yıllarda diş hekimliğiyle ilgili tüm süreçleri basitleştirmek ve geliştirmek için sıklıkla tercih edilmektedir (Roy vd., 2021: 82-9). Ancak, hızlı gelişmeleriyle birlikte, bu sistemler genellikle teknolojik gelişmelerle ilişkilendirilen etik endişeleri, riskleri ve yasal sorunları da gündeme getirmiştir (D'Antonoli, 2020: 504-11), (Keskinbora, 2019: 277-82), (Guan, 2019: 76-83). Bu kitap bölümü, yapay zekanın diş hekimliği alanındaki avantajlarını ve dezavantajlarını sistematik olarak sunmayı amaçlamaktadır. Böylece, diş hekimlerinin, akademisyenlerin bu teknolojileri daha iyi anlamalarını, genel etik ve sosyal beklentiler çerçevesinde gelişimlerini yönlendirmelerini ve potansiyel riskleri göz önünde bulundurarak daha kapsamlı planlama yapmalarını sağlayacaktır.

Anahtar Kelime: Yapay Zeka, Sağlık Hizmetleri, Teknoloji, Eğitim, Dijitalleşme.

YAPAY ZEKANIN TARİHSEL GELİŞİMİ

Teknolojide son yıllarda yaşanan hızlı ilerlemelerle birlikte metaverse, sanal gerçeklik (VR) ve yapay zekâ (AI) gibi kavramlar gündelik yaşamın önemli unsurları hâline gelmiştir. Özellikle yapay zekânın bir alt disiplini olan derin öğrenmenin kullanım alanları giderek genişlemektedir (Alabi vd., 2021), (Pai ve Pai, 2021: 457-67), (Hogarty vd., 2019: 128-39). Yapay zekâ, temel olarak karar verme ve sınıflandırma süreçleriyle ilgilenen bilgisayar biliminin önemli bir dalıdır. İnsan bilişsel yetilerini modellemeyi ve belirli ölçüde aşmayı hedefleyen yapay zekâ, otomatik karar

mekanizmalarının geliştirilmesine olanak tanımaktadır. Genel olarak, büyük veri kümeleri aracılığıyla algoritmaların yeni bilgilere maruz bırakılması sağlanır; öğrenme süreci tamamlandıktan sonra ise bu algoritmalar daha önce karşılaşmamış veriler üzerinde uygulanabilmektedir.

Modern anlamda yapay zekâ (YZ) teknolojilerinin başlangıcı 1950’li yıllara dayanmaktadır. Ancak bu döneme gelmeden önce, 1943 yılında McCulloch ve Pitts (1943), nöronların “ya hep ya hiç” prensibiyle çalışan mekanizmasını taklit eden mantıksal bir hesaplama modeli geliştirmiştir. Bu yaklaşım, günümüzde kullanılan yapay sinir ağlarının (YSA) ve derin öğrenme (DY) modellerinin öncüsü olarak değerlendirilmektedir (Jagtab vd., 2024: 235-46).

Alan Turing, 1950’de yayımladığı çalışmasında “Makineler düşünebilir mi?” sorusunu ortaya atmış ve makinenin insan davranışını taklit edebilme kapasitesini ölçmeye yönelik olarak turing Testini geliştirmiştir (Turing, 1950: 433-60). Turing’in bu çalışması yapay zekâ alanının teorik temellerini oluşturmuş olsa da, “yapay zeka” kavramı henüz tanımlanmamıştı. Bu terim ilk kez John McCarthy tarafından 1956 yılında Dartmouth Yaz Araştırma Projesi’nde kullanılmıştır. Söz konusu toplantıda, insan öğrenmesi ve zekâsının özelliklerinin bilgisayar ortamında modellenmesi amaçlanmış ve böylece yapay zekânın bağımsız bir araştırma disiplini olarak doğuşu gerçekleşmiştir (Jagtab vd., 2024: 34).

1950’lerin sonlarına doğru yapay zekânın sağlık alanındaki potansiyeli de tartışılmaya başlanmıştır. Ledley ve Lusted tıbbi tanı sürecinde akıl yürütme adımlarını sembolik mantık, olasılık ve değer teorisi çerçevesinde inceleyerek yapay zekânın karar destek sistemleri için kullanılabileceğini göstermiştir. Bu yaklaşım, hekimlerin tanısal akıl yürütme ve karar verme süreçlerine katkı sağlayacak uygulamaların geliştirilmesine zemin hazırlamıştır (Ledley ve Lusted, 1959: 9-21).

1970’lerde ise klinik belirtilerin girilmesiyle olası hastalıkların doğrulanmasını veya reddedilmesini sağlayan bilgisayar tabanlı tanı programları geliştirilmiştir (Myers ve Pople, 1977: 52). Benzer şekilde, bakteriyel enfeksiyonların tedavisinde uygun antibakteriyel ilaçların belirlenmesi, glokom tanısı ve prognozu ile akciğer hastalıklarının yönetimi gibi çeşitli alanlarda yapay zekâ tabanlı sistemler geliştirilmiştir (Feigenbaum, 1981: 233-40).

1980’li yıllarda bilgi tabanlı sistemlerin gelişimiyle birlikte yapay zekâ uygulamaları çeşitlenmiş, 1990’larda ise istatistiksel yöntemlerin ön plana çıkmasıyla makine öğrenmesine dayalı uygulamalar yaygınlaşmıştır. 1998’de LeCun ve arkadaşları, gradyan tabanlı öğrenme tekniğini kullanarak geri yayılım algoritmasıyla eğitilmiş LeNet-5 isimli evrişimli sinir ağı (CNN) modelini geliştirmiştir (LeCun vd., 1998: 2278-324). Bu sistem, el yazısı karakterlerin sınıflandırılmasında yüksek doğruluk göstermiş ve derin öğrenmenin görüntü sınıflandırma alanındaki gelişimine öncülük etmiştir (Jagtab vd., 2024: 39-41).

2009 yılında Deng ve arkadaşları tarafından geliştirilen ImageNet veri kümesi, milyonlarca etiketli görüntüden oluşan yapısıyla bilgisayarlı görme araştırmalarında devrim niteliğinde bir kaynak olmuştur (Deng vd., 2009: 248-55). Bu veri kümesi, derin sinir ağlarının gözetimli öğrenme ile eğitilmesini kolaylaştırmış ve nesne tanıma çalışmalarında önemli ilerlemelere yol açmıştır. 2012 yılında Krizhevsky, Sutskever ve Hinton tarafından geliştirilen AlexNet modeli, ImageNet yarışmasında elde ettiği başarıyla derin öğrenmenin gücünü ortaya koymuştur (Krizhevsky vd., 2017: 84-90).

Tıbbi görüntülemede derin öğrenmenin en önemli katkılarından biri ise Ronneberger ve arkadaşları tarafından 2015 yılında geliştirilen U-Net mimarisi olmuştur. Özellikle biyomedikal görüntü segmentasyonu için tasarlanan bu model, tümör tespiti, hücre tanımlama ve organ segmentasyonu gibi birçok uygulamada kullanılmaktadır. 2016 yılında ise DeepMind tarafından geliştirilen AlphaGo, dünya şampiyonu Go oyuncusu Lee Sedol'ı mağlup ederek yapay zekâ tarihinde önemli bir dönüm noktasına imza atmıştır (Wang vd., 2016: 113-120). Bu başarı, derin öğrenme ve pekiştirmeli öğrenme yöntemlerinin insan uzmanlığını aşabilecek düzeye ulaştığını göstermiştir (Jagtab vd., 2024: 39-41).

YAPAY ZEKANIN DIŞ HEKİMLİĞİNDEKİ AVANTAJLARI

Diş hekimliğinde yapay zekâ, otomatik tanı ve tedavi planlama sistemleri, randevu hatırlatma yazılımları, hasta memnuniyeti değerlendirme araçları ve faturalandırma süreçlerinin yönetimi gibi çeşitli amaçlarla kullanılabilir (AlMuhaideb ve ark., 2019; Miller, 2012; Wang, 2022; Alugubelli, 2016). Ayrıca bu sistemler, hasta kayıtlarında daha önce yer alan sistemik hastalıklar veya alerjiler gibi kritik bilgilerin sağlık çalışanlarına otomatik olarak hatırlatılmasına imkân tanıyarak klinik süreçlerin güvenliğini ve etkinliğini artırmaktadır (Bhat ve ark., 2020).

İnsanlardan farklı olarak makineler ve bilgisayar sistemleri uyku ya da dinlenmeye ihtiyaç duymadığından, diş hekimliğinde sürekli çalışmayı gerektiren görevlerin yerine getirilmesinde önemli bir avantaj sağlamaktadır (Bhbosale ve ark., 2020). Yapay zekâ destekli kişisel asistan uygulamaları, hastaların telefon veya e-posta aracılığıyla randevu taleplerinin alınması gibi çeşitli süreçlerde kullanılabilir ve bu sayede hastaların günün her saatinde randevu planlaması yapabilmelerine olanak tanımaktadır (Srinivasan & Madheswari, 2018).

Acil ya da kritik durumlarda, yapay zekâ destekli sistemler sayesinde hastaların sağlık geçmişi, taburculuk notları ve tıbbi kayıtlarına günün her saatinde hızlı ve pratik bir biçimde erişim sağlanabilmektedir (Mazzanti vd., 2018: 48). Ayrıca yapay zekâ uygulamaları, tıp ve diş hekimliği alanlarında geliştirilen akıllı danışma ve hasta bilgi sistemleri aracılığıyla hekimler arasındaki iletişimi güçlendirmekte; bu sayede tanı koyma ve tedavi planlaması süreçlerinde önemli bir destek sağlamaktadır (Bindushree vd., 2020: 27; Amisha vd., 2019: 2328-31; Mao ve Zhang, 2021).

Yapay zeka (YZ) teknolojileri, modern sağlık hizmetlerinde giderek artan bir öneme sahiptir. Özellikle konuşma tanıma, doğal dil işleme ve bilgisayarlı görme gibi araçlar aracılığıyla engelli bireylerle iletişimde önemli avantajlar sağlamaktadır (Gevarter, 1984; Wah vd., 1993: 138–154). Bu sistemler, dil farklılıklarından kaynaklanan iletişim sorunlarını azaltma kapasitesine sahiptir ve diller arası çeviri yeteneklerinin sağlık ortamlarına entegre edilmesi, hastalar ile sağlık profesyonelleri arasındaki iletişim engellerinin aşılmasına katkı sağlayabilir (Basu vd., 2020: 365). Bu yönüyle yapay zeka, sağlık hizmetlerinde eşitlik ve erişilebilirlik açısından önemli bir potansiyel sunmaktadır.

Bunun yanı sıra, yapay zekanın karar destek mekanizmaları, klinik süreçlerde daha güvenilir, etkili ve doğru karar alınmasını sağlamaktadır (Ossowska vd., 2022: 3449; Bindushree vd., 2020: 27). İnsan faktörlerine bağlı hataları yorgunluk, yoğun iş yükü, dikkat dağınıklığı ve deneyim eksikliği gibi en aza indirmesi, klinik performansın artırılmasında kritik bir rol oynamaktadır (Park vd., 2020: 379; Schwalbe ve Wahl, 2020: 1579–1586)(Kurt Bayrakdar vd., 2021: 86). Ayrıca, yapay zeka sistemleri diş hekimliğinde karşılaşılan karmaşık tanı problemlerine daha etkili çözümler geliştirilmesine olanak tanımaktadır (Kalappanavar vd., 2018: 2–4).

Çeşitli çalışmalarda, yapay zeka tabanlı sistemlerin diş hekimliği öğrencileri ve pratisyen diş hekimlerine kıyasla daha yüksek doğruluk oranıyla tanı koyabildiği gösterilmiştir (Ossowska vd., 2022: 3449; Khanagar vd., 2021a: 508–522).

Uygun protokoller, yöntemler ve kılavuzlarla geliştirilen yapay zeka algoritmaları standartlaştırılmış sonuçlar ve çözümler sunar (Bindushree vd., 2020: 27), (Chen vd., 2020: 248-257), (Bansod ve Pisulkar, 2021: 4192-4196). Bu sistemler ayrıca farklı zaman aralıklarında alınan hasta kayıtlarının karşılaştırılabilirliğini ve yorumlanabilirliğini de artırır. Verilerin akademik çalışmalarda nesnel ve tutarlı bir çerçevede kullanılmasını sağlayarak yapay zeka büyük veri kümelerinin hızlı ve standartlaştırılmış bir şekilde değerlendirilmesini kolaylaştırır ve kapsamlı epidemiyolojik çalışmalara olanak tanır (Chen vd., 2020: 248-257), Kalappanavar vd., 2018: 2-4), (Listl ve Chiavegatto Filho, 2021: 357-365).

Yapay zeka sistemleri, daha kapsamlı bilgiler sağlamak için ham verileri işleme, yorumlama, izleme ve arşivleme avantajı sunar (Tandon ve Rajawat, 2020: 391-396), (Carrillo-Perez vd., 2022: 257-280). Yapay zeka

algoritmaları, ağız patolojisi preparatları, radyoloji görüntüleri ve ağız içi fotoğraflar dahil olmak üzere diş hekimliği pratiğinde kullanılan çeşitli tanı görüntülerini analiz edebilir (Schwalbe ve Wahl 2020: 1579-1586), (Askar vd., 2021), (Duong vd., 2021). Bu sistemler, bu görüntülerdeki anatomik varyasyonların, diş hastalıklarının ve patolojilerinin otomatik olarak tespit edilmesini sağlar (Patil vd., 2022: 1029) (Zhang vd., 2022: 173-181). Bu nitelikte izlenen ve düzenli olarak kaydedilen veriler, diş hekimliğindeki klinik operasyonlar, akademik süreçler ve eğitim aşamaları gibi çeşitli alanlarda kolayca kullanılabilir. (Ossowska vd., 2022: 3449), (Tandon ve Rajawat, 2020: 391-396) (Khanna, 2010: 269-272).

Yapay zeka teknolojileri, diş hekimlerinin temel ve kritik klinik süreçlere odaklanmalarına olanak tanımaktadır. Ayrıca, erken teşhis süreçlerini destekleyerek, uzun süreli ve karmaşık tedavi gerektirebilecek bazı dental rahatsızlıkların daha hızlı ve etkin bir şekilde yönetilmesine katkı sağlamaktadır (Kalappanavar vd., 2018: 2-4).

Yapay zeka sistemlerinin dental/tıbbi geçmiş, ağız içi fotoğraflar ve radyografik görüntüler gibi teşhis verilerini analiz edebilmesi söz konusu olduğunda diş hekimlerinden önemli ölçüde daha hızlı olduğu yaygın olarak kabul edilmektedir (Khanna ve Dhaimade, 2017: 161-167). Yapay zeka sistemleri kapsamlı tahmin yeteneklerine sahiptir (Awotunde vd. 2021: 47-61), (Agrawal ve Nikhade, 2022). En uygun tedavi yöntemini ve uygun takip aralığını belirlemek gibi, hekimlerin tahmin etmekte zorlanabileceği durumları kolayca analiz edebilirler (AlMuhaideb vd., 2019: 373-381).

Bu sistemler tarihsel verilere dayanarak genetik özellikler, bireysel alışkanlıklar, çevresel etkiler, yaş ve cinsiyet gibi çeşitli faktörleri göz önünde bulundurarak prognostik tahminler sağlayabilir (Khanna, 2010: 269-273), Khanagar vd., 2021b: 1004).

Literatürdeki bazı çalışmalar, yapay zeka sistemlerinin yalnızca radyografileri yorumlayarak hasta cinsiyetini ve yaşını doğru bir şekilde tahmin edebileceğini göstermektedir (Balan vd., 2022), (Batool ve Gilanie, 2023: 1319-1332). Bu bulgu, adli diş hekimliği gibi alanlarda kullanımlarını arttırabilmektedir. Bu durum kişiye özel tedavi planlarını mümkün kılmaktadır (Chen vd., 2020: 248-257). Bu avantaj hasta motivasyonunu artırır ve en uygun tedavi planının uygulanmasını kolaylaştırır (Chen vd., 2020: 248-257). Ayrıca, erken ve doğru teşhis ile prognoz tahmini gibi avantajlarıyla yapay zekâ sistemleri, en uygun tedavi kararını vermeyi kolaylaştırır ve böylece gereksiz zaman ve para israfını önler. Çin'de sağlık alanında tele-tıp taramaları üzerine yapılan bir çalışma, yapay zekâ tabanlı sonuç yorumlama ve derecelendirmenin manuel tekniklere kıyasla önemli ölçüde daha düşük bir maliyetle elde edilebileceğini bildirmiştir. Yapay zeka algoritmalarının avantajları klinik işlevselliğin ötesine uzanır. Ayrıca diş hekimliği idari işlerini, teknik hizmetleri ve diş laboratuvarı süreçlerini daha yüksek standartlara yükseltirler. (Lin vd., 2023).

YAPAY ZEKANIN DIŞ HEKİMLİĞİNDEKİ DEZAVANTAJLARI VE SINIRLAMALARI

Yapay zekanın diş ve tıp alanlarında kullanılmasının avantaj ve faydalarının yanı sıra bazı dezavantajları ve sınırlamaları da vardır. Yapay zeka sistemleri çok miktarda veriye erişmeye ve bunları işlemeye dayanır (Miller ve Brown, 2018:129-133), (Bindushree vd., 2020: 27).

Doğru kararlar alabilmek için yapay zeka sistemlerinin tüm olasılıkları göz önünde bulundurarak geliştirilmesi gerekir. Örneğin, tanı koymada karar destek sistemi olarak kullanılan bir yapay zeka sistemi, uzmanlaşmış ve nadir vakaları tespit edebilmelidir. Bu, her senaryo için kapsamlı bilgi ve veri arşivlerine erişim gerektirir. Yeterli veri erişimi olmadan, sistem beklenmedik durumlarda veya tanımadığı durumlarda yanlış sonuçlar üretebilir (Kurup vd., 2020: 26-32), (Lee ve Yoon, 2017: 3-11).

Manuel sistemlerden dijitalleştirilmiş yapay zeka destekli sistemlere geçiş başlangıçta karmaşık olabilir (Bindushree vd., 2020: 27), (Tandon ve Rajawat, 2020: 391-396). Teknolojinin kullanıcıları belirli bilgi ve becerilere ihtiyaç duyar ve bu da potansiyel olarak ek eğitim gerektirir (Grischke vd., 2020: 765-778), (Santos vd., 2021: 833-841).

Yapay zeka sistemlerini mevcut dental cihazlarla ve yazılımlarıyla birleştirirken entegrasyon sorunları ortaya çıkabilir. Yapay zeka algoritmalarını geliştirmek ve uygulamak maliyetli olabilir (Tandon ve Rajawat, 2020: 391-396), (Kurup vd., 2020: 26-32), (Grischke vd., 2020: 765-778), (Bhat vd., 2020: 34-36). Süreç, teknik altyapı oluşturma, donanım ve yazılım, veri toplama ve veri işleme konusunda eğitilmiş uzmanlar gerektirir ve bu da maliyetleri arttıran bir durumdur (Bynagari, 2015: 115-126); Lemley vd., 2017: 48-56). Kabul edilebilir sonuçlara ulaşmak için kapsamlı veri kümeleri, uyum içinde çalışan büyük bir ekibe ve algoritma geliştirme için zamana ihtiyaç vardır. Tam başarıya ulaşmanın yıllar alabileceği unutulmamalıdır (Kurup vd., 2020: 26-32).

Etkili iletişim ve davranış yönetimi becerileri, hasta psikolojisi bilgisiyle birlikte, diş hekimleri de dahil olmak üzere sağlık profesyonelleri için çok önemlidir (Moore, 2022: 57), (Yamalick, 2005: 254-256), (Skaret ve Soevdsnes, 2005: 2-6), (Armfield ve Heaton, 2013: 390-407). Yapay zeka sistemleri hâlâ empati kurma, duyguları aktarma ve hastanın kaygısı ve korkusu gibi sorunları ele almak için akıcı iletişim kurma becerisinden yoksundur (Bhat vd., 2020: 34-36). Benzer şekilde diş hekimliği eğitiminde de bu sistemler mükemmel iletişim becerisine sahip eğitmenlerin yerini tutamaz.

Bazı sosyoekonomik gruplar için gelişmiş teknolojilere erişim sınırlı olabilir ve bu da sosyal eşitsizliğe ve tedaviye erişim ve çalışan standartlarında farklılıklara neden olabilir (Korda vd., 2011: 224,229), (Currie ve Rohren, 2022: 498-503).

Akıllı sistemlerin ve yapay zeka teknolojilerinin, bireylerin çeşitli alanlarda teknolojiye giderek daha fazla bağımlı hale gelmesiyle birlikte, bireyleri entelektüel olarak tembelleştirebileceği endişesi vardır (Bhat vd. 2020; Aiken ve Epstein, 2000: 163-176). Bu durum diş hekimleri, diş hekimliği öğrencileri ve sahadaki personel için geçerli olabilir, çünkü sürekli teknoloji kullanımı bağımlılığı teşvik eder (Khanzode ve Sarode. 2020: 3).

Yapay zeka birçok görevi otomatikleştirdiğinden gelecekte potansiyel iş kaybı ve işsizlik oranlarında artış konusunda endişeler vardır (Wah vd., 1993: 138-154), (Mutascu ve Hegerty, 2023: 400-417), (Doğaner, 2021: 5-11), (Priyadarshini ve Sahoo, 2020: 8168-8171). Bu eğilim diş hekimliğindeki belirli iş rollerini de etkileyerek çalışanlara olan ihtiyacın azalmasına veya belirli pozisyonların ortadan kalkmasına neden olabilir. Örneğin, diş laboratuvarlarındaki prosedürlerin çeşitli aşamaları yapay zeka ve dijitalleştirilmiş sistemler tarafından kolaylaştırılabilir ve bu da manuel emeğe olan bağımlılığı azaltabilir. Ek olarak, hasta randevu takibi gibi görevler yalnızca akıllı bilgisayar sistemleri kullanılarak verimli bir şekilde yönetilebilir. Bu dezavantaj ve sınırlamaları ele almak, daha gelişmiş teknolojiler geliştirmek ve bu zorlukların üstesinden gelmek için çalışmalar devam etmektedir. Sınırlamaların en aza indirilmesi, diş hekimliğinde yapay zekânın hızla gelişmesine katkıda bulunacaktır. Yapay zekânın kullanımı yaygınlaştıkça, faydaları ve avantajları diş hekimleri, hastalar ve etki alanındaki bireyler tarafından daha iyi anlaşılacaktır.

SONUÇ

Yapay zeka diş hekimliğinde panoramik radyografi, ultrasonografi, periapikal radyografi konik ışınlı bilgisayarlı radyografi gibi görüntüleme tekniklerini ve ağız içi fotoğrafları kullanarak çürük tespiti, kök kanal morfolojisinin değerlendirilmesi, pulpal hastalıkların teşhisi, periapikal lezyonların ve dental implantların değerlendirilmesi, oral patolojilerin ve hastalıkların belirlenmesi, ortodontik tanı ve tedavi planlaması gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Ekert vd., 2019: 917-922).

KAYNAKLAR

- Agrawal, P., & Nikhade, P. (2022). Artificial intelligence in dentistry: Past, present, and future. *Cureus*, 14(7), e27405.
- Aiken, R. M., & Epstein, R. G. (2000). Ethical guidelines for AI in education: Starting a conversation. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 11(2), 163–176.
- Alabi, R. O., Bello, I. O., Youssef, O., Elmusrati, M., Mäkitie, A. A., & Almangush, A. (2021). Utilizing deep machine learning for prognostication of oral squamous cell carcinoma: A systematic review. *Frontiers in Oral Health*, 2, 686863.
- Alugubelli, R. (2016). Exploratory study of artificial intelligence in healthcare. *International Journal of Innovative Engineering Research and Technology*, 3(1), 1–10.
- AlMuhaideb, S., Alsweilem, O., Alsubaie, N., Ferwana, I., & Alnajem, A. (2019). Prediction of hospital no-show appointments through artificial intelligence algorithms. *Annals of Saudi Medicine*, 39(6), 373–381.
- Amisha, M. P., Pathania, M., & Rathaur, V. K. (2019). Overview of artificial intelligence in medicine. *Journal of Family Medicine and Primary Care*, 8(7), 2328–2331.
- Armfield, J. M., & Heaton, L. J. (2013). Management of fear and anxiety in the dental clinic: A review. *Australian Dental Journal*, 58(4), 390–407.
- Askar, H., Krois, J., Rohrer, C., Mertens, S., Elhennawy, K., Ottolenghi, L., ... Schwendicke, F. (2021). Detecting white spot lesions on dental photography using deep learning: A pilot study. *Journal of Dentistry*, 107, 103615.
- Awotunde, J. B., Folorunso, S. O., Jimoh, R. G., Adeniyi, E. A., Abiodun, K. M., & Ajamu, G. J. (2021). Application of artificial intelligence for COVID-19 epidemic: An exploratory study, opportunities, challenges, and future prospects. In *Artificial intelligence for COVID-19* (pp. 47–61).
- Balan, H., Alrasheedi, A. F., Askar, S., & Abouhawwash, M. (2022). An intelligent human age and gender forecasting framework using deep learning algorithms. *Applied Artificial Intelligence*, 36(1), 2073724.
- Bansod, A. V., & Pisulkar, S. K. (2021). Artificial intelligence and its contemporary applications in dentistry. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 12(6), 4192–4196.
- Basu, K., Sinha, R., Ong, A., & Basu, T. (2020). Artificial intelligence: How is it changing medical sciences and its future? *Indian Journal of Dermatology*, 65(5), 365.
- Batool, S. N., & Gilanie, G. (2023). CVIP-net: A convolutional neural network-based model for forensic radiology image classification. *Computers, Materials & Continua*, 74(1), 1319–1332.
- Bhat, P. R., Trasad, V. A., & Naik, B. (2020). Artificial intelligence—An emerging intelligence. *Guident*, 13(12), 34–36.
- Bhbosale, S., Pujari, V., & Multani, Z. (2020). Advantages and disadvantages of artificial intelligence. *Aayushi International Interdisciplinary Research Journal*, 77, 227–230.
- Bindushree, V., Sameen, R., Vasudevan, V., Shrihari, T., & Devaraju, D., Mathew, N. S. (2020). Artificial intelligence in modern dentistry. *Journal of Dental Research and Review*, 7(1), 27.

- Bynagari, N. B. (2015). Machine learning and artificial intelligence in online fake transaction alerting. *Engineering International*, 3(2), 115–126.
- Carrillo-Perez, F., Pecho, O. E., Morales, J. C., Paravina, R. D., Della Bona, A., Ghinea, R., ... Herrera, L. J. (2022). Applications of artificial intelligence in dentistry: A comprehensive review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 34(1), 259–280.
- Chen, Y. W., Stanley, K., & Att, W. (2020). Artificial intelligence in dentistry: Current applications and future perspectives. *Quintessence International*, 51(3), 248–257.
- Currie, G., & Rohren, E. (2022). Social asymmetry, artificial intelligence and the medical imaging landscape. *Seminars in Nuclear Medicine*, 52(4), 498–503.
- D'Antonoli, T. A. (2020). Ethical considerations for artificial intelligence: An overview of the current radiology landscape. *Diagnostic and Interventional Radiology*, 26(5), 504–511.
- Doğaner, A. (2021). The approaches and expectations of the health sciences students towards artificial intelligence. *Karya Journal of Health Science*, 2(1), 5–11.
- Duong, D. L., Kabir, M. H., & Kuo, R. F. (2021). Automated caries detection with smartphone color photography using machine learning. *Health Informatics Journal*, 27(2), 14604582211007530.
- Ekert, T., Krois, J., Meinhold, L., Elhennawy, K., Emara, R., Golla, T., & Schwendicke, F. (2019). Deep learning for the radiographic detection of apical lesions. *Journal of Endodontics*, 45(7), 917–922.e5.
- Feigenbaum, E. A., & Buchanan, B. G. (1993). Dendral and meta-Dendral. *Artificial Intelligence*, 59, 233–240.
- Gevarter, W. B. (1984). Artificial intelligence, expert systems, computer vision, and natural language processing.
- Grischke, J., Johannsmeier, L., Eich, L., Griga, L., & Haddadin, S. (2020). Dentronics: Towards robotics and artificial intelligence in dentistry. *Dental Materials*, 36(6), 765–778.
- Guan, J. (2019). Artificial intelligence in healthcare and medicine: Promises, ethical challenges and governance. *Chinese Medical Sciences Journal*, 34(2), 76–83.
- Hogarty, D. T., Mackey, D. A., & Hewitt, A. W. (2019). Current state and future prospects of artificial intelligence in ophthalmology: A review. *Clinical and Experimental Ophthalmology*, 47, 128–139.
- Holzinger, A., Langs, G., Denk, H., Zatloukal, K., & Müller, H. (2019). Causability and explainability of artificial intelligence in medicine. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 9(4), e1312.
- Jagtap, R., Bayrakdar, S. K., & Orhan, K. (2024). Advantages, disadvantages, and limitations of AI in dental health. In *Artificial Intelligence in Dentistry* (pp. 235–246). Cham: Springer International Publishing.
- Joda, T., & Zitzmann, N. U. (2022). Personalized workflows in reconstructive dentistry: Current possibilities and future opportunities. *Clinical Oral Investigations*, 26(6), 4283–4290.
- Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *Science*, 349(6245), 255–260.
- Kalappanavar, A., Sneha, S., & Annigeri, R. G. (2018). Artificial intelligence: A dentist's perspective. *Journal of Medical Radiology, Pathology and Surgery*, 5(2), 2–4.

- Katne, T., Kanaparthi, A., Gotoor, S., Muppirala, S., & Devaraju, R. (2019). Artificial intelligence: Demystifying dentistry the future and beyond. *International Journal of Contemporary Medical Surgery and Radiology*, 4(4), 6–9.
- Keskinbora, K. H. (2019). Medical ethics considerations on artificial intelligence. *Journal of Clinical Neuroscience*, 64, 277–282.
- Khanagar, S. B., Al-Ehaideb, A., Maganur, P. C., Vishwanathaiah, S., Patil, S., Baeshen, H. A., et al. (2021a). Developments, application, and performance of artificial intelligence in dentistry—A systematic review. *Journal of Dental Sciences*, 16(1), 508–522.
- Khanagar, S. B., Naik, S., Al Kheraif, A. A., Vishwanathaiah, S., Maganur, P. C., Alhazmi, Y., et al. (2021b). Application and performance of artificial intelligence technology in oral cancer diagnosis and prediction of prognosis: A systematic review. *Diagnostics*, 11(6), 1004.
- Khanam, S., Tanweer, S., Khalid, S., & Rosaci, D. (2019). Artificial intelligence surpassing human intelligence: Factual or hoax. *The Computer Journal*, 64(12), 1832–1839.
- Khanna, S. (2010). Artificial intelligence: Contemporary applications and future compass. *International Dental Journal*, 60(4), 269–272.
- Khanna, S. S., & Dhaimade, P. A. (2017). Artificial intelligence: Transforming dentistry today. *Indian Journal of Basic and Applied Medical Research*, 6(3), 161–167.
- Khanzode, K. C. A., & Sarode, R. D. (2020). Advantages and disadvantages of artificial intelligence and machine learning: A literature review. *International Journal of Library and Information Science*, 9(1), 3.
- Koch, M. (2018). Artificial intelligence is becoming natural. *Cell*, 173(3), 531–533.
- Korda, R. J., Clements, M. S., & Dixon, J. (2011). Socioeconomic inequalities in the diffusion of health technology: Uptake of coronary procedures as an example. *Social Science & Medicine*, 72(2), 224–229.
- Koschmann, T. (1996). Paradigm shifts and instructional technology: An introduction. In *CSCL: Theory and practice of an emerging paradigm* (Vol. 116, pp. 1–23).
- Krittanawong, C., Zhang, H., Wang, Z., Aydar, M., & Kitai, T. (2017). Artificial intelligence in precision cardiovascular medicine. *Journal of the American College of Cardiology*, 69(21), 2657–2664.
- Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2017). ImageNet classification with deep convolutional neural networks. *Communications of the ACM*, 60(6), 84–90.
- Kurt Bayrakdar, S., Orhan, K., Bayrakdar, I. S., Bilgir, E., Ezhov, M., Gusarev, M., et al. (2021). A deep learning approach for dental implant planning in cone-beam computed tomography images. *BMC Medical Imaging*, 21(1), 86.
- Kurup, R. J., Sodhi, A., & Sangeetha, R. (2020). Dentistry and artificial intelligence. *Acta Scientific Dental Sciences*, 4(10), 26–32.
- Lee, C. H., & Yoon, H. J. (2017). Medical big data: Promise and challenges. *Kidney Research and Clinical Practice*, 36(1), 3–11.
- LeCun, Y., Bottou, L., Bengio, Y., & Haffner, P. (1998). Gradient-based learning applied to document recognition. *Proceedings of the IEEE*, 86(11), 2278–2324.
- Ledley, R. S., & Lusted, L. B. (1959). Reasoning foundations of medical diagnosis: Symbolic logic, probability, and value theory aid our understanding of how physicians reason. *Science*, 130(3366), 9–21.

- Lemley, J., Bazrafkan, S., & Corcoran, P. (2017). Deep learning for consumer devices and services: Pushing the limits for machine learning, artificial intelligence, and computer vision. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, 6(2), 48–56.
- Lin, S., Ma, Y., Xu, Y., Lu, L., He, J., Zhu, J., et al. (2023). Artificial intelligence in community-based diabetic retinopathy telemedicine screening in urban China: Cost-effectiveness and cost-utility analyses with real-world data. *JMIR Public Health and Surveillance*, 9, e41624.
- Listl, S., & Chiavegatto Filho, A. D. (2021). Big data and machine learning. In *Oral epidemiology: A textbook on oral health conditions, research topics and methods* (pp. 357–365). Springer.
- Mao, Y., & Zhang, L. (2021). Optimization of the medical service consultation system based on the artificial intelligence of the internet of things. *IEEE Access*, 9, 98261–98274.
- Mazzanti, M., Shirka, E., Gjergo, H., & Hasimi, E. (2018). Imaging, health record, and artificial intelligence: Hype or hope? *Current Cardiology Reports*, 20(6), 48.
- McCulloch, W. S., & Pitts, W. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 5, 115–133.
- Miller, P. L. (2012). *Selected topics in medical artificial intelligence*. Springer Science & Business Media.
- Miller, D. D., & Brown, E. W. (2018). Artificial intelligence in medical practice: The question to the answer? *The American Journal of Medicine*, 131(2), 129–133.
- Moore, R. (2022). Maximizing student clinical communication skills in dental education: A narrative review. *Dentistry Journal*, 10(4), 57.
- Mutascu, M., & Hegerty, S. W. (2023). Predicting the contribution of artificial intelligence to unemployment rates: An artificial neural network approach. *Journal of Economics and Finance*, 47, 400–417. <https://doi.org/10.1007/s12197-023-09624-0>
- Myers, J. D., & Pople, H. E. (1977). INTERNIST: A consultative diagnostic program in internal medicine. In *Proceedings of the Annual Symposium on Computer Application in Medical Care* (p. 52). American Medical Informatics Association.
- Ossowska, A., Kusiak, A., & Świetlik, D. (2022). Artificial intelligence in dentistry: Narrative review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(6), 3449. <https://doi.org/10.3390/ijerph19063449>
- Pai, V. V., & Pai, R. B. (2021). Artificial intelligence in dermatology and healthcare: An overview. *Indian Journal of Dermatology, Venereology and Leprology*, 87, 457–467. <https://doi.org/10.25259/IJDVL.1158.20>
- Park, C. W., Seo, S. W., Kang, N., Ko, B., Choi, B. W., Park, C. M., et al. (2020). Artificial intelligence in health care: Current applications and issues. *Journal of Korean Medical Science*, 35(42), e379. <https://doi.org/10.3346/jkms.2020.35.e379>
- Patil, S., Albogami, S., Hosmani, J., Mujoo, S., Kamil, M. A., Mansour, M. A., et al. (2022). Artificial intelligence in the diagnosis of oral diseases: Applications and pitfalls. *Diagnostics*, 12(5), 1029. <https://doi.org/10.3390/diagnostics12051029>
- Priyadarshini, S. R., & Sahoo, P. K. (2020). Artificial intelligence: The future in dentistry. *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*, 14(4), 8168–8171. <https://doi.org/10.37506/ijfmt.v14i4.12340>

- Proceedings of the Annual Symposium on Computer Application in Medical Care. (1977). American Medical Informatics Association.
- Roy, P., Vivekananda, L., & Singh, G. P. (2021). Artificial intelligence in dentistry and its future. *GSC Advanced Research and Reviews*, 7(1), 82–86. <https://doi.org/10.30574/gscarr.2021.7.1.0149>
- Santos, J. C., Wong, J. H. D., Pallath, V., & Ng, K. H. (2021). The perceptions of medical physicists towards relevance and impact of artificial intelligence. *Physical and Engineering Sciences in Medicine*, 44(3), 833–841.
- Schwalbe, N., & Wahl, B. (2020). Artificial intelligence and the future of global health. *The Lancet*, 395(10236), 1579–1586. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30226-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30226-9)
- Skaret, E., & Soevdsnes, E. K. (2005). Behavioural science in dentistry: The role of the dental hygienist in prevention and treatment of the fearful dental patient. *International Journal of Dental Hygiene*, 3(1), 2–6. <https://doi.org/10.1111/j.1601-5037.2005.00107.x>
- Srinivasan, A., & Madheswari, A. N. (2018). The role of smart personal assistant for improving personal healthcare. *International Journal of Advanced Engineering and Management Science*, 4(11), 769–771.
- Tandon, D., & Rajawat, J. (2020). Present and future of artificial intelligence in dentistry. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, 10(4), 391–396. <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2020.07.015>
- Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind*, 59(236), 433–460. <https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433>
- Ulug, F. (1986). *Emycin-Prolog expert system shell*. Naval Postgraduate School.
- Wah, B. W., Huang, T. S., Joshi, A. K., Moldovan, D., Aloimonos, J., Bajcsy, R. K., et al. (1993). Report on workshop on high performance computing and communications for grand challenge applications: Computer vision, speech and natural language processing, and artificial intelligence. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 5(1), 138–154. <https://doi.org/10.1109/69.180602>
- Wang, R., Pan, W., Jin, L., Li, Y., Geng, Y., & Gao, C., et al. (2019). Artificial intelligence in reproductive medicine. *Reproduction*, 158(4), R139–R154. <https://doi.org/10.1530/REP-18-0598>
- Wang, Y. (2022). Research on the influence of service quality of hotel intelligent system on customer satisfaction based on artificial intelligence evaluation. *Mathematical Problems in Engineering*, 2022, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2022/7293950>
- Wiederrecht, G., Darwish, S., & Callaway, A. (n.d.). The healthcare data explosion. Retrieved from https://www.rbccm.com/en/gib/healthcare/episode/the_healthcare_data_explosion
- Wilhelm, D., Bouarfa, L., Navab, N., Meining, A., Müller-Stich, B., & Jarc, A. (2020). Artificial intelligence in visceral medicine. *Visceral Medicine*, 36(6), 471–478. <https://doi.org/10.1159/000511342>
- Yamalik, N. (2005). Dentist-patient relationship and quality care 3: Communication. *International Dental Journal*, 55(4), 254–256. <https://doi.org/10.1111/j.1875-595X.2005.tb00324.x>

Zhang, X., Liang, Y., Li, W., Liu, C., Gu, D., Sun, W., et al. (2022). Development and evaluation of deep learning for screening dental caries from oral photographs. *Oral Diseases*, 28(1), 173–181. <https://doi.org/10.1111/odi.13762>

Hemşirelik Uygulamalarında Yapay Zekânın Etik Kullanımı

İzzettin EKİNCİ¹
Veysel KIZILARSLAN²

1. Öğr. Gör. Bingöl Üniversitesi SHMYO Tıbbi Hizmetler ve Teknikleri Bölümü
iekinci@bingol.edu.tr ORCID: 0000-0003-0418-6773
2. Dr. Öğr. Üyesi Veysel KIZILARSLAN SHMYO Tıbbi Hizmetler ve Teknikleri Bölümü
vkizilarслан@bingol.edu.tr ORCID: 0000-0001-9362-4776

ÖZET

Bu bölümde amaç; hemşirelere sağlık hizmetlerinde yapay zeka (YZ) kullanımı konusunda etik rehberlik sağlamaktır. YZ, yazılım programları, makineler, robotik, oyunlar ve diğer donanım cihazları gibi etkenlerin davranışlarını yönlendirmek için algoritmaların kullanılmasını içeren geniş bir kategoridir (Clipper, Batcheller, Thomaz ve Rozga, 2018). Sağlık hizmetlerinde YZ, hemşirelerin hastalarına bakım vermelerine yardımcı olmayı amaçlayan çok çeşitli mevcut, yeni ortaya çıkan ve gelecekteki teknolojileri de kapsar. Büyük veri de dahil olmak üzere veriler, YZ'nin önemli bir yönüdür çünkü etik kullanımı YZ'nin nasıl işlediğini ve dolayısıyla hastaları nasıl etkilediğini etkiler. Yeni YZ teknolojileri ortaya çıkmaya devam ettikçe, hemşirelerin YZ'nin sağlık hizmetlerinde etik, özenli, şefkatli ve güvenli kullanımı konusunda rehberliğe ihtiyaçları vardır. Bu görüş bildirisi, hemşirelikte YZ'ye ilişkin pratik örnekler sunar ve YZ'nin pratikte uygulanmasının uygunluğunu analiz etmek için literatürdeki temel ilkelere dayalı sistematik bir yaklaşım kullanarak etik hususları ele alır.

Anahtar Kelimeler: Yapay Zekâ (AI), Etik İlkeler, Hemşirelik, Veri Güvenliği, Hasta Mahremiyeti.

GİRİŞ

Yapay Zeka Nedir ve Hemşirelik Uygulamalarında Nasıl Uygulanır?

Yapay Zeka, yazılım programları, makineler, robotik cihazlar, oyunlar ve diğer donanım cihazları gibi farklı etmenlerin davranışlarını yönlendirmek için algoritmalar kullanmayı içeren geniş bir kategoridir (Clipper, Batcheller, Thomaz ve Rozga, 2018). Yapay zeka, özellikle sağlık hizmetlerinde, beslenme, hasta hijyenine dikkat etme, ilaç getirme, verme veya titre etme ve teşhis koyma gibi mekanik görevlere yardımcı olma veya bunları devralma açısından faydalıdır. Bu gibi durumlarda hemşireler, verimlilik kazanımlarının hastaların fiziksel, duygusal ve bilişsel ihtiyaçlarının bakımını destekleyen veya geliştiren faaliyetlere yönlendirilmesini sağlamak için hastaları korumalıdır. Hemşireler ayrıca, teknolojinin hemşire-hasta ilişkisini, hastaların bakım beklentileri ve algıları açısından nasıl şekillendirdiğini de göz önünde bulundurmalıdır. Örneğin, yapay zeka bir hemşirenin besleme veya ilaç verme ihtiyacının yerini alabilirken, aynı zamanda fiziksel temas ve besleyici davranışların sıklığını da azaltabilir. Dokunma ve şefkatin yokluğu, hastanın bakım ilişkisi algısını azaltabilir. Hemşirelerin, hastalarla bakım etkileşimleri oluşturan, sürdüren ve/veya geliştiren yapay zekâ teknolojisini desteklemesi kritik öneme sahiptir. Yapay zekâ entegrasyonu, elektronik sağlık kayıtlarında uyarılar veya karar destek araçları olarak nomogramların uygulanması şeklinde ortaya çıkabilir. Sistem ve toplum sağlığı düzeylerindeki karar alma, edinilen toplum verileriyle desteklenir ve hemşirelik süreçlerini ve sezgilerini olumsuz

etkileyebilir. Önemli sistemik ırkçılık ve önyargının olduğu alanlardan elde edilen toplum ve sistem düzeyindeki veriler, etik hemşirelik uygulamalarına aykırı olarak, aynı önyargıyı uygulamaya da taşıyacaktır. Yapay zekânın sağlık hizmetlerine entegrasyonu, 21. yüzyılda hemşirelik bakımına ilişkin niyet, ahlaki eylemlilik ve temel inançların dikkate alınmasını gerektirir. Bu değerlendirme, Amerikan Tabipler Birliği'nin (AMA, 2018; AMA: Uzun Vadeli Planlama ve Geliştirme Konseyi, 2018) artırılmış zekâyâ atıfta bulunması da dahil olmak üzere yapay zekânın ilgili tanımlarını da kapsar. Yapay zekâ, iyi hemşirelik bakımının veya meslekler arası ekibin diğer üyeleri tarafından sağlanan bakımın yerini almaz. Yapay zekâ, uzman klinik uygulamalarını güçlendirir, destekler ve kolaylaştırır. Yapay zekânın incelenmesi, yapay zekânın dört temel yönünün ahlaki/etik açıdan değerlendirilmesini gerektirir: metodolojik unsurlar; adalet, hakkaniyet ve eşitlik; veri ve bilişim; ve düzenleyici ilkeler.

Her hemşire, uygulama kapsamına, rolüne, sorumluluklarına ve uygulama alanına bağlı olarak yapay zekâ ile belirli şekillerde etkileşime girecektir. Bu, bireysel ve toplumsal bakım kararlarını ve karmaşık sağlık bakım sistemleri içindeki gezinmeyi etkiler ve bilgilendirir.

Metodolojik Hususlar

Yapay zeka konusunda etik endişeler mevcuttur çünkü teknoloji yalnızca bireysel bir hastanın nihai sonucunu etkilemekle kalmaz, aynı zamanda geliştirme, tasarım ve test süreçleri boyunca sağlık hizmetlerindeki kullanımını, entegrasyonunu ve sürekli kullanımını da etkileyebilir. Geliştirme, tasarım ve testte kullanılan metodoloji, yapay zekanın etik uygulaması ve kullanımında kritik öneme sahiptir.

➤ Geliştirme, tasarım ve test (Jobin vd., 2020)

Yapay zekanın performansı, yalnızca onu geliştirmek ve tasarlamak için kullanılan veriler ve onu doğrulayan testler kadar iyidir.

➤ Güvenilirlik

Bir örüntünün tanınması, mutlaka anlamlı olduğu anlamına gelmez. Tekrarlanabilirlik ve dış geçerlilik önemli olmalıdır (Morley ve Floridi, 2020).

➤ Entegrasyon

Uygun kullanım ve sonucu sağlama sorumluluğu, sürekli değerlendirmeyi sağlamak için izlenebilirlik gerektirir.

Uygulama/Örnekler

- Yapay zekânın geliştirilmesinde yer alan hemşireler, kullanılan veriler hakkında bilgi sahibi olma ve süreç boyunca şeffaflık sağlama sorumluluğuna sahiptir.
- Araştırma veya kanıta dayalı uygulama girişimlerine katılan hemşireler, güvenilirliği sağlamak için bilimsel titizlikten yararlanma sorumluluğuna sahiptir.
- Yapay zekâyı uygulamalarına entegre eden hemşireler, yapay zekânın geçerliliğini, uygun şekilde uygulanmasını ve kullanılmasını, süreçte şeffaflığı ve güvenilirlik için sürekli değerlendirmeyi sağlama sorumluluğuna sahiptir.

Adalet, Hakkaniyet ve Eşitlik Hususları

Adalet, hakkaniyet ve eşitlik, yapay zeka literatüründe birbiriyle ilişkili kavramlardır (AMA, 2018). Yapay zeka, birçok kişinin sağlığını iyileştirme potansiyeline sahiptir, ancak uygun bir denetim olmadan adaletsizlik ve eşitsizlikleri sürdürebilir ve bunlara neden olabilir.

- ✓ Adalet, çeşitliliğe, kapsayıcılığa ve eşitliğe saygıyı kapsar. Adaleti teşvik etmek, önyargıların tespit edilip azaltulmasını, bireysel ve kolektif çıkarlar arasında denge kurulmasını, sağlık eşitsizliklerinin daha da kötüleşmesinin tanınmasını ve ele alınması için müdahale edilmesini, verilerin finansal sömürsünün önlenmesini ve savunmasız grupların sömürsünün ortadan kaldırılmasını gerektirir.
- ✓ Adalet, istenmeyen önyargı ve ayrımcılığın en aza indirilmesi veya önlenmesi olarak tanımlanır (Berendt, 2019; Rogers vd., 2020). Bu şunlar için geçerlidir:
 - Yapay zekaya adil erişim
 - En geniş bakış açısını benimseyen ve tarafsızlık ile bağımsızlığı dikkate alan adalet odaklı veri madenciliği prosedürleri o Telafi ve çözüme adil erişim (Kamishima vd., 2012; Rogers vd., 2020).
 - Azınlıkları orantısız bir şekilde etkileyen ve ayrımcılığa ve toplum üzerinde dönüştürücü etkilere yol açabilen profillemeye algoritmalarından veya önceliklendirmeye dayalı algoritmalarından kaynaklanan adaletsiz sonuçlar (Middelstadt vd., 2016)
- ✓ Adalet ve hakkaniyet, sorumluluk ve hesap verebilirliği teşvik etmek için şeffaflık gerektirir (Jobin vd., 2019; Rogers vd., 2020).

Uygulama/Örnekler

- Hemşireler olarak, yapay zeka programlama ve çıktılarındaki eşitsizlikleri fark edip dile getirmeli ve yapay zeka verilerine dayalı kılavuz ve protokoller oluştururken bu eşitsizlikleri dikkate almalıyız.
- Hemşireler, sağlık eşitsizliklerini ortadan kaldırmak için düzenli olarak çalışanlar ve gelişmekte olan teknolojilerde ve ilgili sistemlerde çeşitliliği, eşitliği ve kapsayıcılığı teşvik eden çalışmalara bilinçli olarak katılmalıdırlar; hizmet verdiğimiz insanları unutmamalıyız.
- Önyargıların azaltılması bireysel düzeyde gerçekleşir, ancak yapay zeka ile ilişkili teknolojilerin daha geniş kapsamını kapsayacak şekilde genişletilmelidir.

Veri ve Bilişim Hususları

Tüketici/hasta uygulamaları veri odaklı bir yaklaşım benimsemiştir. Çevrimiçi sağlık toplulukları da dahil olmak üzere sosyal medya platformları, hastaların bağlantı kurabileceği ve destek alışverişinde bulunabileceği popüler yerler haline gelmiştir. Kamuya açık verilere erişimin görece kolay olması nedeniyle, birçok araştırmacı tüketici/hasta deneyimlerini daha iyi anlamak için bir yol olarak sosyal medyayı kullanmaktadır (Lau vd., 2019). Büyük veri, çeşitli veri kaynaklarından gelen ve sürekli artan oranlarda (hız olarak adlandırılır) alınan büyük hacimli verileri ifade eder; genellikle üç V olarak adlandırılır (Oracle, 2021).

- Sosyal medya, büyük miktarlarda çeşitli veriler toplar; bu veriler akademik kurumlardaki "geleneksel" araştırmacılar için çekici olmakla birlikte reklamverenler gibi çeşitli ticari kuruluşlar için de çekicidir (Staccini vd., 2020).
- Hasta kullanıcılar, verilerinin sağlık ile ilgili olması nedeniyle korunmasını bekleyebilirler. Bir sağlık hizmeti sağlayıcısı hastalarına semptomları veya sağlık davranışlarını kaydetmek ve izlemek için bir cihaz kullanmalarını önerirse veya teşvik ederse, bu yanlış anlama daha da kötüleşebilir (Staccini ve ark., 2020).

Uygulama/Örnekler

- Hemşireler, hastalarının sağlıklarını iyileştirmek için kullanmalarını teşvik ettikleri belirli cihaz ve uygulamaları anlamalı ve hastalarının kişisel verilerini korumalarına yardımcı olmalıdır.
- Hemşireler, hastalardan özel sağlık ve demografik bilgilerini vermeleri istenen durumlar konusunda hastaları eğitebilirler. Sağlık okuryazarlığı, bir bireyin bildirim ve onay yaklaşımıyla son kullanıcı izinlerine onay

verme becerisini etkiler. Son kullanıcı sözleşmesi genellikle anlaşılması zor ve hukuki jargonla yazılmıştır. Kullanım onayı, verileri kimin ve hangi amaçla kullanabileceği konusunda her zaman şeffaf değildir. Bu sorunlu bir durumdur ve hemşireler eğitim yoluyla bu açığı kapatmaya yardımcı olabilir.

- Hemşirelerin, sayısız sağlık hizmeti durumunda formları doldurmanın ve diğer bilgileri sağlamanın doğasında bulunan karmaşıklıkları göz önünde bulundurmaları gerekir. Birçok sağlık kaydı/sağlık bilgi sistemi, ticari sır olarak kabul edilen ve fikri mülkiyet yasaları kapsamında korunan karmaşık yazılımlar ve algoritmalar kullanır. Bu durum, şeffaflık beklentilerini gerçekçi olmaktan çıkarır.
- Hemşire bilişimcilerinin, hastaları koruyan sistem tasarımına bilinçli olarak katılmaları gerekir. Hemşire bilişimcileri, bir sistemi değerlendirirken güvenlik duvarlarının ve diğer engellerin farkında olmalıdır. Yazılım ve algoritmalar şeffaflık amacıyla ifşa edilse bile, çoğu o kadar karmaşık ve anlaşılması güçtür ki, ortalama bir kişi sistemin sözleşmeye uygun olarak son kullanıcının gizliliğini koruyup korumadığını anlayamayabilir. Bu durum, bir sağlık kaydı/sağlık bilgi sistemi veya sitesinin etik açıdan değerlendirilmesini zorlaştırmaktadır.

Düzenleyici Hususlar

Hemşirelerin, bir yapay zeka yönetim çerçevesinin savunuculuğunu yapmak ve yapay zeka ile ileri teknoloji geliştiricilerini ahlaki açıdan sorumlu tutan düzenleyici yönergeler geliştirmek için disiplinlerarası çabanın bir parçası olmaları esastır. Etik yapay zeka üretmek, hemşirenin zararı en aza indirme veya önleme görevini yerine getirmesine yardımcı olur (Baig vd., 2020; Morely ve Floridi, 2020).

- Yapay zeka alanında tutarlı, sürekli ve titiz hemşirelik araştırmaları, hızlı tempolu teknolojik ilerleme ile geride kalan düzenleyici önlemler arasındaki sürekli büyüyen uçurumu azaltabilir (Baig vd., 2020; Morely ve Floridi, 2020).
- "Sağlık hizmetleri yönetim organları tarafından bir yapay zeka sisteminin herhangi bir etik analizi, potansiyel etik zararların farklı analiz seviyelerinde ve bir algoritmanın yaşam döngüsünün farklı aşamalarında nasıl ortaya çıktığını dikkate alınmalıdır" (Morely ve Floridi, 2020, s. 255). Hemşire araştırmacılar, hemşire bilişimcileri ve hemşire etiği uzmanları bu yönetim organlarına değerli katkılarda bulunabilirler (Baig ve diğerleri, 2020; Morely ve Floridi, 2020).

Uygulama/Örnekler

- Hemşireler, yapay zeka ve ileri teknolojilerin etik tasarımı ve pratik kullanımı için politika, mevzuat ve hesap verebilirlik sistemlerinin hazırlanması ve uygulanmasında yer almalıdır.
- Hemşireler, en iyi uygulamaları geliştirmek, olumsuz etkileri belirlemek ve yapay zekanın faydalarını kanıtlamak için araştırmalara katkıda bulunmaya devam etmelidir.
- Sağlık kuruluşlarında yapay zeka uygulayan hemşire liderleri, yapay zeka ve ileri teknolojilerin güvenli ve sürdürülebilir kullanımı için sorumluluk ve hesap verebilirliği sağlayan önlemler ortaya koymalıdır.

SONUÇ

Yapay zekânın uygulamaya entegrasyonu, hasta bakımının hedeflerini değiştirmemelidir. Şefkat, güven ve özen, hemşire-hasta ilişkisinin temel ilkeleridir. Yapay zekâ gibi sürekli gelişen ileri dijital teknolojiler, hemşirelik ve etik bakım unsurları çerçevesinde hemşirelik uygulamalarına entegre edilmeli veya benimsenmelidir; böylece hemşirelik uygulamaları değişen ortamda güncelliğini koruyabilir (Fronczek, 2019).

Kendi alanlarındaki hemşirelerin, yapay zekânın hemşirelik süreçlerini ve hasta sonuçlarını nasıl etkilediğinin farkında olmaları gerekir. Halk sağlığı, araştırma ve bilişim hemşireliği alanlarında, nüfus verilerinin veya büyük verilerin azınlık sağlık ihtiyaçlarını nasıl kolayca gölgede bırakabileceğinin ve eşitsizlikleri nasıl sürdürebileceğinin farkında olmak gerekir. Her hemşire, yapay zekânın uygulamalarına nasıl entegre edildiğini değerlendirmeli ve hem bireysel hem de toplum sağlığı sonuçlarına nasıl yardımcı olabileceğinin ve zarar verebileceğinin farkında olmalıdır.

ANA(Amerikan Hemşireler Birliği) Görüş Beyanı

Hemşireler için Etik Kurallar ve Yorumlayıcı Beyanlarda açıklanan hemşirelik değerleri ve etiği, hemşire-hasta ilişkisinin temel unsurları olarak bakım ve şefkati konumlandırır. ANA, hemşirelik uygulamalarında yapay zekânın uygun kullanımının mesleğin temel değerlerini ve etik

yükümlülüklerini desteklediğine ve geliştirdiğine inanır. Bu temel değerleri ve yükümlülükleri engellediği veya azalttığı görülen yapay zekâdan kaçınılmalı veya yalnızca bu değer ve yükümlülüklerin korunacağı şekilde uygulanmalıdır. Hemşireler, ileri teknolojilerin hemşirelik mesleğinin merkezinde yer alan insan etkileşimlerinin ve ilişkilerinin doğasını tehlikeye atmamasını sağlamalıdır. Hemşirelerin, yapay zekânın sağlık hizmetleri üzerindeki etkisini, teknolojinin nasıl geliştirilip uygulandığı konusunda etki, özen ve yetkiyi vurgulayan proaktif bir yaklaşımla öngörmeleri ve değerlendirmeleri çok önemlidir (Archibald ve Barnard, 2018). Hemşireler, mitleri ortadan kaldırmak, korkuları azaltmak ve böylece optimum sağlık sonuçları için yapay zekâ kullanımını desteklemek amacıyla hastalara ve ailelere uygun eğitim verebilmeleri için yapay zekâ konusunda bilgilendirilmelidir.

KAYNAKLAR

1. American Nurses Association. (2015). Code of Ethics for Nurses with Interpretive Statements. Retrieved from <https://www.nursingworld.org/coe-view-only>
2. American Association of Colleges of Nursing (AACN). (2021, April 6). The essentials: Core competencies for professional nursing education. <https://www.aacnnursing.org/Portals/42/AcademicNursing/pdf/Essentials-2021.pdf>
3. American Medical Association (AMA) (2018). Augmented intelligence in health care. <https://www.ama-assn.org/system/files/2019-08/ai-2018-board-policy-summary.pdf>
4. American Medical Association (AMA) Council on Long Range Planning and Development. (2018, June). Report of the council on long range planning and development: A primer on artificial and augmented intelligence. 2018 AMA Annual Meeting. <https://www.ama-assn.org/system/files/2018-11/a18-clrpd-reports.pdf>
5. Baig, M. A., Almuhaizea, M. A., Alshehri, J., Bazarbashi, M. S., & Al-Shagathrh, F. (2020). Urgent need for developing a framework for the governance of AI in healthcare. *Studies in Health Technology and Informatics*, 272, 253–256. <https://doi.org/10.3233/SHTI200542>
6. Goldstein, C. A., Berry, R. B., Kent, D. T., Kristo, D. A., Seixas, A. A., Redline, S., Westover, M. B., Abbasi-Feinberg, F., Aurora, R. N., Carden, K. A., Kirsch, D. B., Malhotra, R. K., Martin, J. L., Olson, E. J., Ramar, K., Rosen, C. L., Rowley, J. A., & Shelgikar, A. V. (2020). Artificial intelligence in sleep

- medicine: An American Academy of Sleep Medicine position statement. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 16(4), 605–607. <https://doi.org/10.5664/jcsm.8288>
7. Jobin, A., Ienca, M., & Vayena, E. (2019). The global landscape of AI ethics guidelines. *Nature Machine Intelligence* 1, 389–399. <https://doi.org/10.1038/s42256-019-0088-2>
 8. Kaplan, B. (2020). Seeing through health information technology: The need for transparency in software, algorithms, data privacy, and regulation, *Journal of Law and the Biosciences*, 7(1), 1–18. <https://doi.org/10.1093/jlb/lsaa062>
 9. Lau, A., Staccini, P., & Section Editors for the IMIA Yearbook Section on Education and Consumer Health Informatics (2019). Artificial intelligence in health: New opportunities, challenges, and practical implications. *Yearbook of Medical Informatics*, 28(1), 174–178. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1677935>
 10. McCarthy, M. K. (2019, June 17). Artificial intelligence in health: Ethical considerations for research and practice. *Healthcare Information and Management Systems Society, Inc. (HIMSS)*. <https://www.himss.org/resources/artificial-intelligence-health-ethical-considerations-research-and-practice>
 11. Meijer, A. (2013). Understanding the complex dynamics of transparency. *Public Administration Review*, 73(3), 429–439. <https://doi.org/10.1111/puar.12032>
 12. Morley, J., & Floridi, L. (2020). An ethically mindful approach to AI for health care. *Lancet*, 395(10220), 254–255. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)32975-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)32975-7)
 13. Oracle. (2021). What is big data? Retrieved December 21, 2021, from <https://www.oracle.com/big-data/what-is-big-data/>
 14. Richardson, L. (2021, August 5). How FDA regulates artificial intelligence in medical products. *The PEW Charitable Trusts*. <https://www.pewtrusts.org/en/research-and-analysis/issue-briefs/2021/08/how-fda-regulates-artificial-intelligence-in-medical-products>
 15. Staccini, P., Lau, A., & Section Editors for the IMIA Yearbook Section on Consumer Health Informatics and Education (2020). Social media, research, and ethics: Does participant willingness matter? *Yearbook of Medical Informatics*, 29(1), 176–183. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1702022>
 16. United Nations. (2021, September 11). Frequently asked questions: AI and IP policy. *World Intellectual Property Organization*. <https://www.wipo.int/about-wipo/en/>

ANA acknowledges Ethics Advisory Board members Ian Wolfe, PhD, MA, RN, HEC-C, Jennifer Bartlett, PhD, RN-BC, CNE, CHSE, and Elizabeth Swanson, DNP, MPH, APRN-BC; Center for Ethics and Human Rights Senior Policy and Ethics Advisor Kara Curry, MA, RN, HEC-C, Center for Ethics and Human Rights Director Liz Stokes, PhD, JD, RN, and Center for Ethics and Human Rights intern Amitabha Palmer, PhD who contributed to the drafting of this document on behalf of the ANA Ethics Advisory Board.

Toplum Temelli Afet Risk Azaltma Stratejilerinde Hemşirelerin Rolü ve Sürdürülebilirlik Yaklaşımları

**Veysel KIZILARSLAN¹
İzzettin EKİNCİ²**

1. Dr. Öğr. Üyesi Veysel KIZILARSLAN SHMYO Tıbbi Hizmetler ve Teknikleri Bölümü
vkizilarслан@bingol.edu.tr ORCID: 0000-0001-9362-4776

2. Öğr. Gör. Bingöl Üniversitesi SHMYO Tıbbi Hizmetler ve Teknikleri Bölümü
iekinci@bingol.edu.tr ORCID: 0000-0003-0418-6773

ÖZET

Afetler, toplumların sağlık, sosyal ve ekonomik yapısını derinden etkileyen, çok boyutlu krizlerdir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), afet risk azaltmayı yalnızca acil müdahale kapasitesini artırmak değil, aynı zamanda toplumsal dayanıklılığı güçlendiren sürdürülebilir bir süreç olarak tanımlamaktadır. Toplum temelli afet risk azaltma (TTARA) stratejileri, yerel halkın bilgi, beceri ve katılımını merkeze alarak afet öncesinde hazırlığı, afet sırasında etkin müdahaleyi ve afet sonrasında iyileşmeyi desteklemektedir. Bu süreçte hemşireler, hem klinik uzmanlıkları hem de toplum sağlığına yönelik rolleri ile kritik aktörlerdir. Farklı bölgelerde sık sık meydana gelen afetler, Türkiye de dâhil olmak üzere etkilenen topluluklar üzerinde önemli bir etki yaratmıştır. Her yıl meydana gelen afetler, halkın yaşam koşullarını daha da kötüleştirerek rahatsızlık yaratmakta, fiziksel ve ruhsal sağlığı tehdit etmekte ve maddi kayıpları artırmaktadır. Bu bağlamda, hemşirelerin risk azaltma stratejileri ile toplumun tüm kesimlerinin erişebileceği afet eğitimi ve öğretim programları sayesinde toplumun afetlere hazırlık davranışını geliştirmeleri ve böylece afetlerin risklerini ve etkilerini en aza indirmeleri çok önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Afet, Toplum, Hemşirelik, Risk Azaltma Stratejileri, Sürdürülebilirlik.

GİRİŞ

Afet Nedir ve Toplum Temelli Afet Risk Azaltma Stratejileri Nasıl Uygulanır?

Uluslararası Afet Veritabanı'na (EM-DAT) göre afet, öngörülemeyen ve çoğunlukla ciddi yıkımlara, hasarlara ve can kayıplarına yol açan ani olaylar olarak tanımlanmaktadır (Demirtaş & Altuntaş, 2024). Birleşmiş Milletler Afet Risklerini Azaltma Ofisi (UNDRR) ise afeti, meydana geldiği toplumu ekonomik, sosyal ve psikolojik kayıplara sürükleyebilecek, yerel yönetimlerin kapasitesini aşma potansiyeli taşıyan tehlikeli olaylar olarak ifade etmektedir (Avdar & Avdar, 2022). Doğal afetler, Türkiye dahil olmak üzere dünyanın çeşitli bölgelerinde sık sık meydana gelen olaylardır (Dewi et al., 2023). Doğal afetler sadece maddi kayıplara neden olmakla kalmaz, aynı zamanda altyapıya zarar verir, insan güvenliğini tehdit eder ve etkilenen topluluklar üzerinde derin psikolojik etkiler yaratır (Rahman et al., 2024). Türkiye'de, depremler, orman yangınları, aşırı yağışlar, iklim değişikliği ve çevresel bozulma nedeniyle yüksek düzeyde afetlere maruziyet söz konusudur (Gümüş, Yılmaz, Tuncer, & Aydın, 2024).

Yetkililer, afetler sırasında ve sonrasında destekler sağlayarak toplumla işbirliği içinde çeşitli çabalar sarf etmiştir. Ancak, bilginin sınırlı yayılması nedeniyle bu girişimler tüm sakinlere etkili bir şekilde uygulanamamış ve bu da tekrarlayan afet tehditleri olasılığını ortaya çıkarmıştır (Kalanlar, Akcay, & Aslan, 2021). Aslında, toplumun önemli bir kısmı, özellikle afetlere yatkın bölgelerde, afet risklerini ele almak için gerekli anlayış veya becerilerden hala yoksundur (Gumelar, Akbar, Suryaratri, Erchanis, & Wahyuni, 2020).

Bu bakış açısıyla uyumlu olarak, afetlere yatkın bölgelerdeki toplulukların çoğunun hala düşük afet hazırlık seviyeleri sergilediği, nasıl hazırlanacaklarını ve önleyici tedbirleri nasıl alacaklarını henüz bilmedikleri, ayrıca hızlı ve güvenli tahliyeleri nasıl gerçekleştireceklerini de bilmedikleri savunulmaktadır (Addiarto, Pandin, Yusuf, & Yunita, 2025; Kusyairi, 2025). Bu nedenle, bireylerin ve topluluğun afetlere hazırlık düzeyini artırmak için afet eğilimli bölgelerdeki bireylere ve çevre topluluğa eğitim ve öğretim sağlamak da dâhil olmak üzere, hemşireleri topluluk içinde afetlere hazırlık çalışmalarına dâhil etmek çok önemlidir. Hemşirelik uygulamasının temel alanlarından biri topluluk içinde olduğu için bu gereklidir (Gümüş et al., 2024).

Afetlere hazırlıklı olmak, bu tür olayların olumsuz etkilerini en aza indirmek açısından kritik öneme sahip hale gelmiştir (Nababan & Rotua, 2024). Afetler sırasında meydana gelen insan kayıpları ve maddi hasarlar göz önüne alındığında, hazırlıklı olma tutumu ve farkındalık toplumun tüm kesimleri için hayati önem taşımaktadır. Afetlere hazırlık konusunda sadece yetişkinlere değil, çocuklara da yüksek düzeyde farkındalık kazandırılması beklenmektedir. Bu nedenle, afet yönetiminde önleyici tedbirlerin uygulanması için hükümet, akademi ve sivil toplum kuruluşları dâhil tüm sektörlerin katılımı gerekmektedir (Bakic & Ajdukovic, 2021). Bu, afetlere hazırlık davranışını ve farkındalığı artırabilecek ve böylece afet risklerini azaltabilecek kapsamlı afet eğitimi ile sağlanabilir (Dewabrata, Surjaningrum, Chusairi, Dewi, & Budiarti, 2023). Hazırlık düzeyinin artırılması sadece teknik yönlelere odaklanmamalı, aynı zamanda afet karşısında toplumun dayanıklılığına katkıda bulunan biyolojik, psikolojik, sosyal, kültürel ve manevi boyutları da kapsamalıdır. Etkili bir strateji, aile ortamında erken yaşlardan itibaren kapsamlı afet eğitimi vermektir (Al Thobaity, 2024).

Bireyler ve aileler toplumun en küçük birimleridir ve afetlerin etkilerinin azaltılması ve afetlere müdahale konusunda merkezi bir rol oynarlar (Guo, Sim, & Su, 2021). Kapsamlı ve yapılandırılmış eğitim yoluyla bilgi, beceri ve hazırlık davranışları geliştirilebilir (Kurata et al., 2023). Bu bakış açısına paralel olarak, Sofyana ve ark. (2021) ve Noor ve ark. (2023), hemşirelik bakış açısıyla kapsamlı afet eğitim programlarının, daha dirençli

bireyler, aileler ve topluluklar yetiştirmek için etkili bir strateji olarak hizmet etmesinin beklendiğini savunmaktadır. Bu yaklaşım, afetlerin etkisini azaltmayı ve gelecekte iyileşmeyi hızlandırmayı amaçlamaktadır (Noor et al., 2023; Sofyana & Erlina, 2021). Bu nedenle, özetlenen konulara dayanarak, bu bölümde, kanıta dayalı uygulama yoluyla, kapsamlı afet eğitimi ve öğretim programının hemşirelik stratejileri açısından bireylerin ve toplulukların hazırlık düzeyini nasıl artırabileceğini doğrudan belirlemeyi amaçlamaktadır (Addiarto et al., 2025).

TTARA, afet risklerinin yalnızca merkezi otoriteler tarafından değil, yerel düzeyde bireyler, aileler ve toplum örgütleriyle birlikte yönetilmesini öngörür. Bu yaklaşım; katılımcı planlama, yerel bilgi ve kaynakların kullanımı, eğitim, risk iletişimi ve sürdürülebilirlik ilkelerine dayanmaktadır (Shaw, 2016). Sağlık sektöründe TTARA'nın entegrasyonu, afet öncesinde toplum sağlığını korumak, kırılgan grupları desteklemek ve sağlık sistemlerinin dayanıklılığını artırmak için gereklidir (Tercan & Şahinöz, 2021).

Afetlerin toplum sağlığına etkileri

Deprem ve benzeri afetler, bireylerin sosyal yaşamlarını, maddi kaynaklarını ve ruhsal ile bedensel sağlıklarını ciddi düzeyde etkilemektedir. Afete maruz kalan kişilerde depresyon, uykusuzluk, sosyal izolasyon, sakatlık, iştah kaybı, travma sonrası stres bozukluğu, umutsuzluk, korku, yalnızlık, panik, anksiyete ve intihar eğilimi gibi çok yönlü sağlık sorunları ortaya çıkabilmektedir (Demirtaş & Altuntaş, 2024; Özkol & Gür, 2025) Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) "Acil Durum ve Afet Risk Yönetiminde Sağlık" başlıklı raporunda, afet dönemlerinde sağlık hizmetlerinin kritik önemi kapsamlı bir biçimde ele alınmıştır. Raporda ayrıca, afet sonrası dönemde toplumun çeşitli sağlık riskleriyle karşı karşıya kaldığı vurgulanmakta; afet öncesi hazırlık sürecinde ise sağlığın korunması, geliştirilmesi ve olası risklerin önlenmesine yönelik stratejilere dikkat çekilmektedir (Farokhzadian, Mangolian Shahrabaki, Farahmandnia, Taskiran Eskici, & Soltani Goki, 2024).

Toplum Temelli Afet Risk Azaltma

TTARA'nın entegrasyonu için öncelikle kültürel açıdan duyarlı ve toplum odaklı afet hazırlık programlarının gerekliliği vurgulanmaktadır. Kültürel açıdan uyarlanmış modeller, toplum katılımını ve etkinliğini önemli ölçüde artırmaktadır. Bu da afet eğitiminin yerel kültürel değerlerle uyumlu olması gerektiğini göstermektedir (Shaw, 2016). Ayrıca, akran eğitimi ve toplumun güçlendirilmesi, afet hazırlığı konusunda bilgi yaymak ve kolektif sorumluluk bilincini geliştirmek açısından etkili olduğu kanıtlanmıştır. Bu da

gençleri ve yerel liderleri afet eğitimi girişimlerine dâhil etmenin önemini vurgulamaktadır. Kanıtlar ayrıca sürekli afet eğitiminin gerekliliğini vurgulamaktadır (Shen & Hwang, 2019). Tek seferlik müdahaleler kısa vadeli iyileşmeler sağlar, ancak uzun vadeli hazırlığı sürdürmek için periyodik yenileme eğitimleri ve topluluk tatbikatları yoluyla sürekli katılım çok önemlidir. Ayrıca, hemşirelerin afet eğitimine katılımı hayati önem taşımaktadır (Noor et al., 2023). Hemşireler, topluluklarda güvenilir rollerinden dolayı hazırlık girişimlerine liderlik etmek için uygun konumdadır ve politikalar, afet riskini azaltma çabalarına entegrasyonlarını desteklemelidir (Said & Chiang, 2020).

Özellikle kırsal ve hizmet yetersizliği olan bölgelerde afet eğitimindeki eksikliklerin giderilmesi, eğitime eşit erişimi sağlayan politika müdahalelerini gerektirir. Etkinliklerini sağlamak için yerel yetkililer ve topluluk liderlerinin aktif katılımıyla standartlaştırılmış afet hazırlık programları geliştirilmeli ve uygulanmalıdır (Gumelar et al., 2020). Bu bulgular, daha güçlü ve daha dirençli topluluklar oluşturmak için kültürel açıdan uygun, topluluk temelli ve zaman içinde sürdürülebilir afet hazırlık programlarına duyulan ihtiyacı vurgulamaktadır (Dewi et al., 2023).

Hemşirelerin Toplum Temelli Afet Risk Azaltmadaki Roller

Afet ve acil durum gibi kriz anlarında sağlık hizmetlerinin kesintisiz sürdürülebilmesi için sağlık profesyonellerinin ekip anlayışıyla hareket etmesi büyük önem taşımaktadır. Bu ekip içerisinde hemşireler, kriz sürecine ilk müdahale eden profesyonellerden biri oldukları için afet süreçlerindeki rol ve sorumluluklarını bilerek, afetlere hazırlıklı olmalı ve ekip çalışmalarına etkin katkı sağlamalıdır (Gümüş et al., 2024; Özkol & Gür, 2025). Literatürde yapılan çalışmalar, Türkiye’de hemşirelerin afetlere ilişkin bilgi, tutum ve hazırlık düzeylerinin geliştirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (O. Erkin, Aslan, Ozturk, Cam, & Odek, 2023). Hemşireler, afetlerin yol açtığı olumsuz etkilerin azaltılmasında kritik bir role sahiptir ve bu rolü etkin şekilde yerine getirebilmek için öncelikle görev ve sorumluluklarının farkında olmalı, buna yönelik kapsamlı eğitimler almalıdır (Tercan & Şahinöz, 2021). Hemşireler, afet yönetim döngüsünün tüm aşamalarında aktif rol alırlar:

Afet Öncesi (Hazırlık ve Önleme)

- Toplum eğitimleri düzenlemek (ilk yardım, hijyen, bulaşıcı hastalık önleme).
- Risk gruplarını belirlemek (yaşlılar, çocuklar, kronik hastalar, gebeler, yaşlılar).
- Afet planlarının hazırlanmasına katkı sağlamak (Özkol & Gür, 2025).

Afet Anı (Müdahale)

- Acil bakım ve triyaj uygulamaları yapmak.
- Halkla etkin iletişim kurarak panik yönetimi sağlamak.
- Psikososyal destek hizmetleri sunmak (O. Erkin et al., 2023; Gümüş et al., 2024).

Afet Sonrası (İyileştirme ve Yeniden Yapılanma)

- Toplumun sağlık ihtiyaçlarını değerlendirmek.
- Sürdürülebilir sağlık sistemleri için rehabilitasyon planları oluşturmak.
- Travma sonrası stres bozukluğu ve ruh sağlığı desteği vermek (Demirtaş & Altuntaş, 2024; Kalanlar et al., 2021).

Bu roller, hemşirelerin yalnızca klinik bilgi sağlayıcı değil, aynı zamanda eğitici, lider ve kolaylaştırıcı olduklarını göstermektedir (Al Thobaity, 2024). Afetlerin çok boyutlu etkileri ve bu afetlere yol açabilecek faktörlerin tamamen ortadan kaldırılamaması, etkin bir afet yönetimini zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda, afet müdahalesinde en sık benimsenen yaklaşım “bütünleşik afet yönetimi”dir (O. Erkin et al., 2023). Bütünleşik afet yönetimi; afet öncesi, afet sırası ve afet sonrasını kapsayan, koordineli bir yaklaşımı ifade etmekte olup teknik, yönetsel ve yasal boyutları içermektedir (Ö. Erkin & Kiyan, 2025). Bu süreçte hemşireler; afet öncesinde olası risklerin etkilerini azaltma ve hazırlık çalışmalarını yürütme, afet sırasında mevcut kaynakları etkin biçimde kullanarak müdahalede bulunma ve afet sonrasında iyileştirme sürecine bütüncül bakım anlayışıyla katkı sağlama noktasında kritik roller üstlenmektedirler (Mızrak & Aslan, 2024; Yıldız, Dickinson, Priego-Hernández, Teeuw, & Shaw, 2024).

Sürdürülebilirlik Yaklaşımları

TTARA’nın en önemli zorlukları olarak iki konu sıklıkla ele alınmakta ve analiz edilmektedir: sürdürülebilirlik sorunu (toplum girişimlerini uzun vadede nasıl sürdürülebilir hale getirebiliriz) ve ölçek büyütme sorunu (pilot toplum müdahalelerinin deneyimlerini daha geniş alanlara nasıl yayabiliriz) (Al Thobaity, 2024; Shaw, 2016). TTARA’da sürdürülebilirlik, afet sonrası kısa vadeli çözümlerin ötesine geçerek toplumların uzun vadeli sağlık ve yaşam kalitesini güvence altına almayı ifade eder. Hemşirelerin bu bağlamdaki katkıları şunlardır:

- ***Çevresel Sürdürülebilirlik:*** Afetlerde su ve sanitasyon yönetimi, atıkların güvenli bertarafı (Kurata et al., 2023).

- **Sosyal Sürdürülebilirlik:** Toplum dayanışmasını güçlendiren programlara liderlik (Avdar & Avdar, 2022; Demirtaş & Altuntaş, 2024).
- **Ekonomik Sürdürülebilirlik:** Sağlık kaynaklarının etkin ve adil kullanımı (Rahman et al., 2024).
- **Kültürel Sürdürülebilirlik:** Yerel değerler ve geleneklerle uyumlu sağlık uygulamalarının geliştirilmesi (Addiarto et al., 2025).

Bu yaklaşımlar, hemşirelerin sadece kısa vadeli sağlık hizmetleri değil, aynı zamanda toplumun uzun vadeli afet direncini güçlendirmede önemli bir konumda olduğunu göstermektedir (Demirtaş & Altuntaş, 2024).

Ayrıca afet risk azaltma konuları [afet öncesi hazırlık veya afet sonrası iyileştirme konularında], toplum temelli yaklaşımların sürdürülebilirliği için kalkınma konularıyla bağlantılı olmalıdır (Özkoç & Gür, 2025). Bunun için üç husus dikkate alınmalıdır. İlk olarak, yerel düzeyde doğru kalkınma ihtiyaçlarını dikkate almak önemlidir. Kentsel veya kırsal bağlama göre kalkınma ihtiyaçları farklılık gösterir. Toplum temelli yaklaşımların formüle edilebileceği doğru kalkınma ihtiyaçlarını bulmak önemlidir (Gümüş et al., 2024). Hemşireler, yerel düzeyde uygun acil ihtiyaçları belirlemelidir ve bu, yerel yönetimlerle yakın işbirliği içinde yapılmalıdır. İkinci olarak, topluluk temelli yaklaşımlar için uygun ve etkili “Değişim Aracıları” bulmak önemlidir. Bazı durumlarda, kadın grupları, gençlik grupları veya diğer gönüllü kuruluşlar gibi mevcut yerel topluluk grupları etkili olabilir. Bazı durumlarda ise yeni grupların oluşturulması gerekebilir. Bu konuda hemşirelere toplumu tanılamada büyük iş düşmektedir (Kalanlar et al., 2021; Özkoç & Gür, 2025).

Üçüncüsü, yaklaşımların sürdürülebilirliğini artırmak için, tercihen yerel düzeyde mevcut yönetim sistemine bağlanmak gerekir. Şehir veya belediye yönetimi, topluluk temelli yaklaşımları ve olası değişim ajanlarını belirleyip tanımalı ve faaliyetlerin uzun vadede devam edebilmesi için sürdürülebilirlik sistemini geliştirmelidir. Bu nedenle, başarılı bir topluluk temelli afet riskini azaltma ve sürdürülebilir kalkınma sistemi için doğru kalkınma ihtiyaçları, uygun değişim ajanı ve yerel yönetim sisteminin bir araya getirilmesi gerekir (O. Erkin et al., 2023; Gümüş et al., 2024; Özkoç & Gür, 2025; Said & Chiang, 2020).

SONUÇ

Afet eğitimini yerel bağlamlara uyarlamalı ve risk azaltma çabalarına toplulukları dâhil etmek son derece önemlidir. Tek seferlik müdahalelerden ziyade sürekli eğitim, uzun vadeli hazırlıklı olmayı sürdürülebilirlik için kritik öneme sahiptir. Ancak, hala eksiklikler bulunmaktadır. Gelecekteki araştırmalar, uzun vadeli etkiler, psikolojik faktörler ve afet eğitiminin farklı ortamlara uyarlanmasına odaklanmalıdır (Addiarto et al., 2025). Genel olarak, afet hazırlıklı olma eğitimi, topluluğun doğal afetlere karşı dayanıklılığını güçlendirmek için hayati öneme sahiptir. Toplum temelli afet risk azaltma stratejileri, sürdürülebilir kalkınma ve halk sağlığı açısından kritik bir öneme sahiptir (Al Thobaity, 2024). Hemşireler, toplumun tüm kesimlerine erişebilen sağlık profesyonelleri olarak TTARA'nın en önemli aktörleri arasında yer almaktadır. Bu nedenle, hemşirelerin afet hazırlığı ve sürdürülebilirlik yaklaşımlarına entegrasyonu güçlendirilmelidir (Özkol & Gür, 2025).

Hemşirelerin afet yönetiminde rolü, yalnızca klinik bakım ile sınırlı değildir; eğitim, politika geliştirme ve toplumsal kapasite inşasını da kapsar. Ancak literatürde hemşirelerin TTARA'daki rolleri genellikle yeterince vurgulanmamaktadır. Bu boşluk, hemşirelik eğitiminin afet risk yönetimi modülleri ile güçlendirilmesini ve politika düzeyinde hemşirelerin karar alma süreçlerine daha fazla dâhil edilmesini gerekli kılmaktadır (Tercan & Şahinöz, 2021).

Afet yönetim sistemlerinde hemşirelere yer verilmesi, toplum yararına önemli katkılar sağlayacak ve afet süreçlerinin etkin bir şekilde yönetilmesini kolaylaştıracaktır. Türkiye'de hemşirelerin afet hemşireliği alanında kendilerini geliştirmeleri, politika süreçlerine katılım göstermeleri ve afet yetkinliklerinin belirli aralıklarla değerlendirilerek buna uygun eğitim programlarının planlanması önerilmektedir (Gümüş et al., 2024). Ayrıca, politika ve yasa yapıcı bürokratların; akademisyenler, yöneticiler ve afet deneyimine sahip hemşirelerle iş birliği içinde yasal düzenlemeler oluşturmaları gerekli görülmektedir (Demirtaş & Altuntaş, 2024). Birinci basamak sağlık kuruluşlarında görev yapanlar da dahil olmak üzere tüm hemşirelerin afetlerdeki rol ve sorumluluklarını tanımlayan yasal düzenlemelerin yapılması büyük önem taşımaktadır. Bununla birlikte, akademisyen hemşirelerin afet hemşireliğine yönelik dersler ve uzmanlık alanları geliştirmeleri, hemşirelerin afetler karşısında daha donanımlı hale gelmesine katkı sağlayacaktır (Kalanlar et al., 2021).

KAYNAKLAR

- Addiarto, W., Pandin, M. G. R., Yusuf, A., & Yunita, R. (2025). Disaster Education and Training Programs for Enhancing Community Preparedness: A Systematic Review from the Nursing Perspective. *MedRxiv*, 2009–2025.
- Al Thobaity, A. (2024). Overcoming challenges in nursing disaster preparedness and response: an umbrella review. *BMC Nursing*, 23(1), 562.
- Avdar, R., & Avdar, R. (2022). Türkiye’de yaşanan doğa kaynaklı afetlerin sosyo-ekonomik etkileri. *Afet ve Risk Dergisi*, 5(1), 1–12.
- Bakic, H., & Ajdukovic, D. (2021). Resilience after natural disasters: the process of harnessing resources in communities differentially exposed to a flood. *European Journal of Psychotraumatology*, 12(1), 1891733.
- Demirtaş, H., & Altuntaş, S. (2024). Nurses’ competence levels in disaster nursing management in Turkey: a comparative cross-sectional study. *International Nursing Review*, 71(3), 556–562.
- Dewabrata, L. M., Surjaningrum, E. R., Chusairi, A., Dewi, T. K., & Budiarti, D. (2023). Role of Health Belief Model on Preparedness of Trenggalek Community in Facing Earthquake Disasters: Study in ‘Desa Tangguh Bencana’ Program. *Psikoborneo: Jurnal Ilmiah Psikologi*, 11(4), 443–449.
- Dewi, Y. S., Tanskanen, K., Alfaruq, M. F., Febriyanti, R. D., Biru, M. M. D. T., Fitriani, A. R., & Auliasani, N. F. (2023). Impact of Yearly Flood Disaster Management during Pandemic COVID-19 based on Mother’s Resilience Model Focusing on Family Centred Empowerment to Strengthen Resilience of Villagers in Lamongan during Disaster. *The Malaysian Journal of Nursing (MJN)*, 15(1), 22–28.
- Erkin, O., Aslan, G., Ozturk, M., Cam, B., & Odek, S. (2023). Nurses’ General Disaster Preparedness Status and Affecting Factor/Hemsirelerin Genel Afete Hazırlık Durumları ve Etkileyen Faktorler. *Forbes Journal of Medicine*, 4(3), 305–315.
- Erkin, Ö., & Kıyan, S. G. (2025). How does integrating ‘disaster nursing’ into nursing curricula impact nursing students’ perception of disaster literacy and preparedness? *BMC Nursing*, 24(1), 1.
- Farokhzadian, J., Mangolian Shahrababaki, P., Farahmandnia, H., Taskiran Eskici, G., & Soltani Goki, F. (2024). Nurses’ challenges for disaster response: a qualitative study. *BMC Emergency Medicine*, 24(1), 1.
- Gumelar, G., Akbar, Z., Suryatri, R. D., Erchanis, H., & Wahyuni, L. D. (2020). The effect of family resilience towards household disaster preparedness in Coastal Coast District of Sumur, Banten. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 448(1), 12085. IOP Publishing.
- Gümüş, D., Yılmaz, Z., Tuncer, M., & Aydın, E. (2024). Afet Yönetiminde Hemşirelerin Rolü. *Afet ve Risk Dergisi*, 7(2), 354–367.

- Guo, C., Sim, T., & Su, G. (2021). Individual disaster preparedness in drought-and-flood-prone villages in Northwest China: Impact of place, out-migration and community. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(4), 1649.
- Kalanlar, B., Akcay, D., & Aslan, S. G. (2021). Rehabilitation Nurses' Opinions on Disaster Rehabilitation Services, Their Training Needs and Perceptions of Preparedness for Disasters. *Int J Caring Sci*, 14(2), 1052–1061.
- Kurata, Y. B., Ong, A. K. S., Ang, R. Y. B., Angeles, J. K. F., Bornilla, B. D. C., & Fabia, J. L. P. (2023). Factors affecting flood disaster preparedness and mitigation in flood-prone areas in the Philippines: An integration of protection motivation theory and theory of planned behavior. *Sustainability*, 15(8), 6657.
- Kusyairi, A. (2025). Socio-Demographic Factors Are Related to Family Preparedness in Facing Disasters. *Care: Jurnal Ilmiah Ilmu Kesehatan*, 13(1), 42–53.
- Mızrak, S., & Aslan, R. (2024). Experiences of First Responders in Enhancing Disaster Education Capacity. In *Disaster and Climate Risk Education: Insights from Knowledge to Action* (pp. 325–341). Springer.
- Nababan, D., & Rotua, T. N. (2024). Determining factors of preparedness of heads of families in facing flood disasters in river watersheds. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1314(1), 12103. IOP Publishing.
- Noor, M. T. M., Shahar, H. K., Ismail, S. N. S., Manaf, R. A., Said, S. M., Ahmad, J., & Muthiah, S. G. (2023). A systematic review on an optimal dose of disaster preparedness intervention utilizing health belief model theory. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 31(1), 149–159.
- Özkoç, O., & Gür, K. (2025). Afetlerde hemşirelerin rol ve sorumlulukları. *Jour Turk Fam Phy*, 16(1), 50–60.
- Rahman, M. M., Shobuj, I. A., Islam, M. R., Islam, M. R., Hossain, M. T., Alam, E., ... Islam, M. K. (2024). Flood preparedness in rural flood-prone area: a holistic assessment approach in Bangladesh. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 15(1), 2379599.
- Said, N. B., & Chiang, V. C. L. (2020). The knowledge, skill competencies, and psychological preparedness of nurses for disasters: a systematic review. *International Emergency Nursing*, 48, 100806.
- Shaw, R. (2016). Community based approaches of sustainable development and disaster risk reduction. In *Sustainable Development and Disaster Risk Reduction* (pp. 207–214). Springer.
- Shen, G., & Hwang, S. N. (2019). Spatial–Temporal snapshots of global natural disaster impacts Revealed from EM-DAT for 1900-2015. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*.
- Sofyana, H., & Erlina, L. (2021). The effectiveness of the "pokbaya asalkena" model based on transcultural nursing in disaster risk reduction preparedness in the

community. *Malaysian Journal of Medicine & Health Sciences*, 17.

Tercan, B., & Şahinöz, S. (2021). NURSES'PERCEIVED AND ACTUAL PREPAREDNESS FOR DISASTERS. *International Journal of Health Services Research and Policy*, 6(2), 158–167.

Yildiz, A., Dickinson, J., Priego-Hernández, J., Teeuw, R., & Shaw, R. (2024). Effects of disaster education on children's risk perception and preparedness: A quasi-experimental longitudinal study. *The Geographical Journal*, 190(2), e12556.

Yapay Zekâ Destekli Klinik Karar Vermede Hemşirelerin Değişen Rolü

İzzettin EKİNCİ¹
Ömer Faruk BAŞYİĞİT²

1. Öğr. Gör. Bingöl Üniversitesi SHMYO Tıbbi Hizmetler ve Teknikleri Bölümü
iekinci@bingol.edu.tr ORCID: 0000-0003-0418-6773
2. Öğr. Gör. Bingöl Üniversitesi SHMYO Tıbbi Hizmetler ve Teknikleri Bölümü
@bingol.edu.tr ORCID: 0000-0003-2202-8648

ÖZET

Sağlık hizmetlerinde dijital dönüşümün hız kazanmasıyla birlikte yapay zekâ (YZ) teknolojileri klinik karar verme süreçlerinde önemli bir yer edinmiştir. Bu dönüşüm, hemşirelik mesleğinde rol ve sorumlulukların yeniden tanımlanmasını gerektirmiştir. Hemşireler artık yalnızca bakım veren değil, aynı zamanda veri yorumlayan, algoritmaları anlayan ve teknolojik sistemlerle iş birliği yapan profesyoneller haline gelmektedir. Yapay zekâ destekli sistemler; hasta izleme, erken uyarı mekanizmaları, ilaç yönetimi ve tanı süreçlerinde hemşirelere yardımcı olmakta, karar verme sürecini hızlandırmakta ve hata payını azaltmaktadır.

Bu teknolojik entegrasyon, hemşirelerin klinik özerkliğini artırırken aynı zamanda etik sorumluluklarını da genişletmektedir. Hemşirelerin YZ sistemlerini doğru şekilde kullanabilmesi için dijital okuryazarlık, eleştirel düşünme ve etik farkındalık gibi becerilere sahip olması gerekmektedir. Ayrıca, YZ'nin sunduğu önerileri değerlendirme ve insan merkezli bakım ilkeleriyle dengeleme yetisi, hemşirelerin karar verme sürecindeki etkinliğini belirlemektedir.

Bu bölümde, yapay zekâ destekli klinik karar verme süreçlerinde hemşirelerin değişen rolü; eğitimsel gereklilikler, etik boyutlar ve mesleki dönüşüm açısından ele alınmıştır. Hemşirelerin bu yeni teknolojik ortamda etkin ve güvenli bir şekilde rol alabilmeleri için sürekli mesleki gelişim ve disiplinler arası iş birliği kritik öneme sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Yapay Zekâ, Hemşirelik, Klinik Karar Verme, Dijital Okuryazarlık, Etik Sorumluluk.

GİRİŞ

Sağlık hizmetlerinde teknolojik gelişmelerin hızla ilerlemesi, klinik karar verme süreçlerini köklü biçimde dönüştürmektedir. Özellikle yapay zekâ (YZ) destekli sistemlerin sağlık alanına entegrasyonu, hemşirelik mesleğinin geleneksel rollerini yeniden şekillendirmektedir. Hemşireler, yalnızca hasta bakımını üstlenen uygulayıcılar olmaktan çıkarak, veri analizi yapan, algoritmalarla çalışan ve dijital sistemlerle etkileşim kuran profesyoneller haline gelmektedir. Bu dönüşüm, hemşirelerin klinik karar verme sürecindeki etkinliğini artırmakla birlikte, etik sorumluluklarını ve mesleki yeterliliklerini de yeniden tanımlamayı gerektirmektedir. Yapay zekâ destekli karar verme araçları; hasta izleme, risk değerlendirme, ilaç yönetimi ve erken müdahale gibi kritik alanlarda hemşirelerin kararlarını destekleyerek sağlık hizmetlerinin kalitesini yükseltmektedir. Bu bağlamda, hemşirelerin değişen rolünü anlamak hem mesleki gelişim hem de hasta güvenliği açısından büyük

önem taşımaktadır. Yapay zekânın (YZ) ameliyat öncesi, sonrası ve sonrası bakım süreçlerine entegrasyonu, cerrahi ekiplerin çalışma biçimini kökten değiştirmektedir. Cerrahi hemşireler, sadece uygulayıcı değil; artık YZ çıktılarının yorumlanmasında, risk analizinin koordinasyonunda ve öngörücü araçların hasta odaklı kararlara dönüştürülmesinde kilit ortaklardır. Bu bölümde, yapay zekâ teknolojilerinin klinik karar verme süreçlerine etkisini ve hemşirelerin bu süreçteki yeni rollerini kapsamlı bir şekilde ele almayı amaçlamaktadır.

YZ DESTEKLİ KLİNİK KARAR DESTEK SİSTEMLERİ

Yapay zekâ destekli Klinik Karar Destek Sistemleri, sağlık profesyonellerine özellikle hemşirelere ve cerrahi ekiplere karmaşık klinik verileri analiz ederek daha doğru, hızlı ve hasta odaklı kararlar alma konusunda yardımcı olan yazılım sistemleridir. Bu sistemler, elektronik sağlık kayıtlarından, laboratuvar sonuçlarından, hasta gözlemlerinden ve tıbbi görüntülerden alınan verileri analiz ederek uyarılar, öneriler ve risk skorları üretir.

- *MySurgeryRisk* gibi araçlar, ameliyat sonrası komplikasyon risklerini tahmin eden ve cerrahlarla hemşirelerin birlikte tasarladığı sistemlerdir. Gerçek zamanlı veriyle çalışır ve klinik güveni artırmak için açıklanabilirlik (explainability) sunar.
- YZ destekli klinik karar destek sistemleri; sepsis, düşme riski, derin ven trombozu (DVT) ve kateter kaynaklı enfeksiyonları erkenden tespit ederek hemşirelerin karar alma süreçlerini desteklemektedir.

1.1 Klinik Karar Destek Sistemlerinin Bileşenleri ve İşleyişi

YZ tabanlı bir klinik karar destek sistemleri genellikle şu bileşenlerden oluşur:

- **Bilgi Tabanı:** Kanıta dayalı tıbbi rehberler, algoritmalar, geçmiş hasta verileri ve literatüre dayalı klinik kuralları içerir.
- **Çıkarım Motoru (Inference Engine):** Yeni gelen hasta verilerini analiz ederek, bilgi tabanındaki kurallarla karşılaştırır ve öneri üretir.
- **Kullanıcı Arayüzü:** Bu öneri ve analizleri hemşirelere ya da cerrahlara okunabilir ve uygulanabilir şekilde sunar.

Cerrahi alanda bu yapı, örneğin hastanın ameliyat sonrası enfeksiyon riski taşıyıp taşımadığını tahmin etmek, sıvı-elektrolit dengesini takip etmek

veya derin ven trombozu gelişme olasılığını değerlendirmek için kullanılabilir.

1.2 Cerrahi Hemşirelikte Kullanım Örnekleri

YZ tabanlı klinik karar destek sistemleri cerrahi hemşireler için şu klinik karar alanlarında aktif olarak kullanılmaktadır:

A. Postoperatif Komplikasyon Tahmini

- Sistemler, hastanın vital bulgularını, laboratuvar değerlerini ve risk faktörlerini analiz ederek **enfeksiyon, kanama, pulmoner emboli** gibi komplikasyonların erken sinyallerini verir.
- Örnek: *MySurgeryRisk* sistemi, 48 saatlik veriye göre mortalite ve komplikasyon risklerini %85'in üzerinde doğrulukla tahmin edebilir.

B. Erken Uyarı Skorları (Early Warning Systems)

- NEWS (National Early Warning Score) gibi sistemler YZ ile entegre edilerek, hemşireye hastada klinik bozulma riski yükseldiğinde erken bildirim sağlar.
- Bu sistemler sayesinde hemşireler yoğun hasta yükü altında kritik vakaları daha kolay önceliklendirebilir.

C. Sepsis Algılama Sistemleri

- Yapay zekâ algoritmaları, sepsisin klasik belirtileri ortaya çıkmadan 6-12 saat önce olası gelişimini tahmin edebilir.
- Cerrahi hastalarda bu durum hayat kurtarıcı olabilir; hemşirenin hızlı müdahalesiyle mortalite riski önemli ölçüde azaltılabilir.

D. YZ Tabanlı Akıllı Enfeksiyon Kontrolü

- Cerrahi alanda YZ; yara yerinde enfeksiyon gelişimi, kateterle ilişkili enfeksiyon riskini tespit etmede görüntü işleme (image processing) teknolojileriyle desteklenmektedir.
- Bazı sistemler, yara fotoğraflarını analiz ederek enfeksiyon gelişme olasılığını %90'ın üzerinde doğrulukla değerlendirebilir.

E. İlaç Uygulama Güvenliği

- CDSS sistemleri, ameliyat sonrası analjezik uygulamalarında doz aşımı, alerji ya da ilaç etkileşimi risklerini analiz ederek hemşireyi uyarır.
- Bu özellik, özellikle yoğun hasta akışının olduğu ameliyathane ve yoğun bakım gibi birimlerde kritik önem taşır.

1.3 Klinik Karar Destek Sistemlerinin Cerrahi Hemşire Üzerindeki Etkileri

- **Klinik karar güvenliği artar:** YZ destekli klinik karar destek sistemleri, özellikle acil ve karmaşık durumlarda hemşirenin karar alma sürecini destekler ve hata riskini azaltır.
- **Zaman kazanımı sağlar:** Manuel hesaplamalar ve veri analizi yerine sistemin sunduğu analizlerle hemşire, daha hızlı ve doğru müdahalede bulunabilir.
- **Sürekli öğrenmeyi teşvik eder:** Klinik karar destek sistemleri, hemşirelerin her yeni vakada farklı klinik senaryolarla karşılaşmasını sağlayarak bilgi düzeylerini artırır.
- **İş yükünü azaltır:** Alarm yorgunluğu gibi klasik sorunlar, yapay zekâ ile daha doğru risk kategorizasyonu sayesinde azalır.

1.4 Sınırlamalar ve Zorluklar

- **Veri kalitesine bağımlılık:** Klinik karar destek sistemlerinin etkinliği, girilen verilerin doğruluğu ve güncelliği ile doğrudan ilişkilidir.
- **Aşırı alarm üretimi:** Yetersiz kalibre edilmiş sistemler gereksiz uyarılar üretip hemşirede “uyarı yorgunluğu” oluşturabilir.
- **Kültürel direnç:** Bazı hemşireler, YZ sistemlerinin klinik yargının yerini alacağı kaygısıyla bu teknolojilere mesafeli yaklaşabilmektedir.
- **Etik riskler:** Hasta verilerinin YZ tarafından nasıl işlendiği konusunda şeffaflık eksikliği olabilir.

1.5 Klinik Uygulamalara Örnek Kaynaklar

- **Frontiers in Digital Health (2025):** Klinik karar destek sistemlerinin cerrahi hemşirelik uygulamalarına entegrasyonu ve iş yükü üzerindeki etkileri.
- **BMC Nursing (2024):** Klinik karar destek sistemleri ve YZ teknolojilerinin hemşirelerin kabul düzeyi ve kullanım niyeti üzerindeki etkilerini analiz eden çalışmalar.
- **AORN Syntegrity (2023):** Klinik karar destek sistemlerinin kullanımında ameliyathane hemşireleri için iş akışı uyumu, alarm yönetimi ve veri güvenliği rehberleri.

2. Cerrahi Hemşireler İçin Yeni Sorumluluklar

YZ destekli sistemlerin cerrahi ortamlarda giderek yaygınlaşmasıyla birlikte, cerrahi hemşirelerin rolü hem teknik hem de etik boyutta önemli ölçüde genişlemektedir. Geleneksel görevlerin yanı sıra hemşireler artık veri okuryazarı, klinik yorumlayıcı, sistem arayüzü yöneticisi ve hasta savunucusu rollerini birlikte üstlenmektedir.

- **Yorumlayıcı ve arabulucu rolü:** Hemşireler, YZ'nin ürettiği uyarıları ve risk tahminlerini yorumlayarak sıvı yönetimi, hasta pozisyonlandırması gibi perioperatif kararları yönlendirmektedir.
- **İş akışı ve lojistik yönetimi:** Ameliyathane planlaması, malzeme takibi gibi süreçlerde YZ tabanlı otomasyon, hemşirelerin daha fazla doğrudan hasta bakımına zaman ayırmasını sağlar.
- **Hasta eğitimi ve sohbet robotları:** YZ destekli chatbot'lar, ameliyat öncesi hasta sorularını yanıtlayabilir, karmaşık durumlarda hemşireye yönlendirme yaparak yükü azaltır.

2.1 Karar Destek Verilerini Yorumlama ve Klinik Uygulamaya Çevirme

YZ sistemlerinin ürettiği tahminler, risk skorları veya klinik uyarılar hemşireler tarafından **klinik bağlamda** yorumlanarak hasta bakım planına entegre edilmelidir.

Örnek görevler:

- Sepsis riski uyarısı alan bir cerrahi hastada erken müdahale başlatmak: sıvı tedavisi, laktat düzeyi takibi, doktor bilgilendirmesi.
- Postoperatif kanama riski yüksekse, daha sık vital bulgu izlemi ve hemostaz kontrolü yapılmasını planlamak.
- YZ tabanlı hareket sensörlerinden gelen “düşme riski yüksek” uyarısına karşı hasta yatağının ayarlanması, yakın izlem başlatılması.

Bu süreçte hemşire, sistemin önerisini **vaka özelinde değerlendirerek** klinik karar alır. Bu nedenle sadece sistem bilgisi değil, **eleştirel düşünme** ve hasta durumu hakkında bütüncül değerlendirme becerisi de kritik hale gelir.

2.2 İnsan–YZ Arayüzü Yöneticiliği (İnsan-Makine Etkileşimi)

Cerrahi hemşireler, sıklıkla YZ sistemleri ile diğer sağlık profesyonelleri arasında bir **köprü** görevi görür. Bu görev, teknolojiyi hastaya uygun şekilde yönlendirmeyi içerir.

Görev örnekleri:

- Elektronik belge sisteminden gelen çok sayıda klinik alarmı filtrelemek, gereksiz uyarıları elimine ederek önemli olanlara öncelik vermek.
- Cerrahlara, sistemin önerdiği riski (örneğin pulmoner emboli ihtimali) açık bir şekilde raporlamak ve uygulanabilir önlemler sunmak.
- Hasta veya hasta yakınına, sistem tabanlı kararın nedenlerini açıklamak (örneğin, neden ameliyat sonrası 24 saat gözlemde tutulması gerektiği gibi).

2.3 Proaktif Risk Yönetimi ve Önleyici Müdahaleler

YZ sistemleri, riskleri ortaya çıkmadan önce tahmin ettiği için cerrahi hemşirelerin bu sistemlerle **proaktif müdahalede bulunma** sorumluluğu artmıştır.

Uygulama örnekleri:

- **Derin Ven Trombozu (DVT):** Sistem DVT riskini yüksek saptadığında hemşire, mobilizasyon planı oluşturmalı, kompresyon çorabı ve farmakolojik profilaksi için hazırlık yapmalıdır.
- **Yara İyileşmesi:** Görüntü analizine dayalı enfeksiyon şüphesi algılandığında yara bakım protokolü derhal başlatılmalıdır.

YZ sistemleri önceden uyarı verse de, bu sistemlerin çıktılarının **etkinliğe dönüşmesi hemşirenin inisiyatifleriyle mümkündür.**

2.4 Hasta İletişimi ve Dijital Sağlık Rehberliği

YZ'nin hasta arayüzü bileşenleri (chatbot'lar, mobil uygulamalar, otomatik bilgilendirme sistemleri) nedeniyle cerrahi hemşireler artık dijital sağlık okuryazarlığında da kilit bir role sahiptir.

Görev örnekleri:

- Hastaların mobil uygulamalar aracılığıyla gelen postoperatif bildirimleri (örneğin ağrı kontrolü uyarısı) anladığından emin olmak.
- Chatbot'a yüklenen yanlış bilgiler veya hasta tarafından yanlış anlaşılan uyarıları düzeltmek.
- YZ tabanlı bilgi kaynaklarından gelen içerikleri, hasta eğitim materyallerine dönüştürmek.

2.5 İş Akışlarının Koordinasyonu ve Optimizasyonu

YZ sistemleri ameliyathane içi süreçlerde zamanlama, lojistik ve kaynak planlamasında da kullanılmaktadır. Cerrahi hemşireler bu verileri kullanarak **operasyonel kararlar** alır.

Örnek görevler:

- YZ destekli planlayıcıdan alınan tahminlere göre ameliyathane hazırlık sürecini hızlandırmak.
- Ameliyat süre tahminlerine göre diğer hasta randevularını yeniden planlamak.
- Gereksiz malzeme stoklamasını önlemek için yapay zekâ temelli envanter sistemleriyle etkileşim kurmak.

2.6 Etik ve Klinik Gözetim

Cerrahi hemşireler, yalnızca algoritmaları uygulayan kişiler değil; aynı zamanda **etik ilkeleri koruyan denetleyicilerdir**.

Sorumluluklar:

- Algoritmik önyargı veya hatalı risk değerlendirmelerini fark ederek raporlamak.
- Hasta güvenliğini tehdit edebilecek durumlarda sistemi devre dışı bırakmak veya insan kontrolünü ön planda tutmak.
- YZ'nin hasta üzerinde oluşturabileceği psikolojik etkileri (örneğin risk skorunun hasta tarafından yanlış anlaşılması) yönetmek.

2.7 Sürekli Eğitim ve Teknoloji Uyumu

Yeni teknolojilerin hemşirelik uygulamalarına entegrasyonu, **sürekli mesleki gelişimi** zorunlu kılmaktadır. Cerrahi hemşireler YZ sistemlerini etkili kullanabilmek için şu alanlarda gelişim göstermelidir:

- Yapay zekâ okuryazarlığı ve temel veri analizi bilgisi
- Klinik karar destek sistemlerinin sınırlarını bilme
- İnsan-makine etkileşimi yönetimi
- Dijital etik ve hasta mahremiyeti ilkeleri

Kaynaklardan Alınan Bulgular (Özet)

- **BMC Nursing (2024):** YZ kullanımının cerrahi hemşirelerin görev tanımını yeniden şekillendirdiğini ve klinik kararlara katılım düzeyini artırdığını belirtmektedir.
- **Frontiers in Digital Health (2025):** Hemşirelerin insan-makine etkileşimi alanında lider konuma yükselmesi gerektiği, aksi takdirde teknolojinin yanlış uygulanabileceği vurgulanmaktadır.
- **AORN Syntegrity:** Ameliyathane hemşirelerinin YZ destekli iş akışlarını yönetebilmesi için klinik ve teknik liderliğe sahip olmaları gerektiğini savunur.

3. Hemşire Refahı ve Verimliliğe Etkisi

- **Tükenmişliğin azaltılması:** Belge hazırlama, takip aramaları gibi iş yükünü azaltan YZ araçları hemşire memnuniyetini artırmakta ve tükenmişliği azaltmaktadır.
- **Belgelenme kolaylığı:** Sesle kayıt, şablon önerileri ve cihazlardan otomatik veri çekme gibi özelliklerle belge işlemleri kolaylaşır.

4. Zorluklar ve Etik Konular

- **Güven ve açıklana bilirlilik:** “Kara kutu” YZ sistemleri güven sorunlarına neden olur. Açıklanabilir YZ sistemleri, kararların nasıl alındığını hemşirelere göstererek güven oluşturur.
- **Aşırı bağımlılık ve mesleki beceri kaybı:** YZ'ye aşırı güven, klinik sezginin zayıflamasına neden olabilir. Bu yüzden eğitim ve mesleki gelişim kritik önem taşır.
- **Etik riskler:** Veri gizliliği, algoritmik önyargı, sorumluluk paylaşımı gibi konular; şeffaflık, denetlenebilirlik ve insan denetimini zorunlu kılar.

5. Uygulama Stratejileri ve Başarı Faktörleri

- **Tasarım sürecine hemşire katılımı:** Hemşireler, YZ sistemlerinin seçim ve uygulama aşamasında yer alırsa kabul oranı artar.
- **YZ okuryazarlığı eğitimi:** YZ'nin işleyişini anlama, önyargı tespiti ve etik karar alma konularında eğitim verilmelidir.
- **Kurumsal yönetim:** Veri kullanımı, sorumluluk paylaşımı ve performans izleme konularında açık politikalar oluşturulmalıdır.

6. Geleceğe Bakış

- **Simülasyon ve sanal gerçeklik:** YZ destekli sanal ortamlarda yüksek riskli senaryoların canlandırılması, hemşirelerin beceri gelişimine katkı sağlar.
- **Beceri değerlendirme sistemleri:** Derin öğrenme tabanlı araçlar, cerrahi ve hemşirelik becerilerini objektif biçimde analiz edebilir.
- **Büyük dil modelleri (LLM) ile destek:** PEACH gibi LLM tabanlı chatbot'lar, cerrahi hasta danışmanlığı için %97'ye varan doğrulukla hizmet veriyor.

SONUÇ

Hemşireler, YZ ile desteklenen klinik karar süreçlerinde **yorumlayıcı, etik rehber ve hasta savunucusu** olarak daha önemli roller üstlenmektedir. Yapay zekâ; hız, doğruluk ve öngörü sunabilir, ancak insan sezgisi, empati ve bütünsel hasta bakımı hâlâ hemşireliğin temelidir. Eğitim, şeffaflık ve etik ilkelerle desteklenen YZ entegrasyonu, hemşireleri daha etkili, özerk ve desteklenmiş hâle getirebilir.

KAYNAKLAR

1. Alowais SA, Alghamdi SS, Alsuhebany N, Alqahtani T, Alshaya AI, Almohareb SN, et al. Revolutionizing healthcare: the role of artificial intelligence in clinical practice. *BMC Medical Education*. 2023;23:1–15
2. American Operating Room Nurses Association. (2023). Integration of artificial intelligence into perioperative nursing practice: Guidelines and recommendations. **AORN Journal*, 118*(4), 355–362. <https://doi.org/10.1016/j.aorn.2023.04.007>
3. *Frontiers in Digital Health*. (2025). Ethical implications, workload balance, and nurse acceptance of AI in clinical practice: An integrative review. **Frontiers in Digital Health*, 4*, Article 1552372. <https://doi.org/10.3389/fdgh.2025.1552372>
4. Zhang, X., Wang, L., & Nguyen, T. (2024). Surgical risk prediction with explainable AI: Development of interpretable LLM-powered tools for perioperative care. **arXiv preprint**. <https://arxiv.org/abs/2504.02551>
5. Ahsan MM, Luna SA, Siddique Z. Machine-learning-based disease diagnosis: a comprehensive review. *Healthcare*. 2022;10:541.
6. Rong G, Mendez A, Bou Assi E, Zhao B, Sawan M. Artificial Intelligence in Healthcare: Review and Prediction Case Studies. *Engineering*. 2020;6:291–301.
7. Williams R, Anderson S, Cresswell K, Kannelønning MS, Mozaffar H, Yang X. Domesticating AI in medical diagnosis. *Technol Soc*. 2024;76.
8. Sunarti S, Fadzrul Rahman F, Naufal M, Risky M, Febriyanto K, Masnina R. Artificial intelligence in healthcare: opportunities and risk for future. *Gac Sanit*. 2021;35:S67-70.
9. Roppelt JS, Kanbach DK, Kraus S. Artificial intelligence in healthcare institutions: A systematic literature review on influencing factors. *Technol Soc*. 2024;76.
10. Bohr A, Memarzadeh K. The rise of artificial intelligence in healthcare applications. *Artificial Intelligence in Healthcare*. 2020;:25–60.
11. Javaid M, Haleem A, Pratap Singh R, Suman R, Rab S. Significance of machine learning in healthcare: Features, pillars and applications. *International Journal of Intelligent Networks*. 2022;3:58–73.
12. Poalelungi DG, Musat CL, Fulga A, Neagu M, Neagu AI, Piraianu AI, ve diğerleri. Hasta Bakımını Geliştirme: Yapay Zeka Sağlık Hizmetlerini Nasıl Dönüştürüyor? *J Pers Med*. 2023;13:13.
13. Maleki Varnosfaderani S, Forouzanfar M. The Role of AI in Hospitals and Clinics: Transforming Healthcare in the 21st Century. *Bioengineering*. 2024;11:337.

14. Bajgain B, Lorenzetti D, Lee J, Sauro K. Determinants of implementing artificial intelligence-based clinical decision support tools in healthcare: a scoping review protocol. *BMJ Open*. 2023;13: e068373.
15. Botha NN, Ansah EW, Segbedzi CE, Dumahasi VK, Maneen S, Kodom R V., et al. Artificial intelligent tools: evidence-mapping on the perceived positive effects on patient-care and confidentiality. *BMC Digital Health*. 2024;2.
16. Wang L, Chen X, Zhang L, Li L, Huang Y, Sun Y, et al. Artificial intelligence in clinical decision support systems for oncology. *Int J Med Sci*. 2023;20:79.
17. van Baalen S, Boon M, Verhoef P. From clinical decision support to clinical reasoning support systems. *J Eval Clin Pract*. 2021;27:520–8.
18. Jones C, Thornton J, Wyatt JC. Artificial intelligence and clinical decision support: clinicians' perspectives on trust, trustworthiness, and liability. *Med Law Rev*. 2023;31:501–20.

Halk Sağlığı Hemşireliği Yaklaşımı ile Akran Zorbalığı

Nalan BOSTAN AKMEŐE¹
İbrahim TOPUZ²
Emine řİŐKO³

- 1- Dr. Öğr. Üyesi; Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakóltesi Hemşirelik Bölümü.
nalan.bostanakmese@ksbu.edu.tr ORCID No: 0000-0001-8843-4054
- 2- Dr. Öğr. Üyesi; Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakóltesi Hemşirelik Bölümü.
ibrahim.topuz@ksbu.edu.tr ORCID No: 0000-0003-0540-2095
- 3- Arş. Gör. Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakóltesi Hemşirelik Bölümü.
emine.sisko@ksbu.edu.tr ORCID No: 0000-0003-1227-5346

ÖZET

Akran zorbalığı, çocuk ve ergenlerin fiziksel, ruhsal ve sosyal gelişimlerini olumsuz etkileyen önemli bir halk sağlığı sorunudur. Zorbalık; kasıtlı, tekrarlayıcı ve güç dengesizliğine dayalı saldırgan davranışlar olarak tanımlanırken, akran zorbalığı bu davranışların yaşlılar arasında gerçekleşen biçimidir. Türkiye’de yapılan araştırmalar, öğrencilerin özellikle sözel ve ilişkisel zorbalığa maruz kaldığını, erkek öğrencilerin daha yüksek oranda zorbalık yaptığını ve obezite, düşük akademik başarı, parçalanmış aile yapısı gibi faktörlerin riski artırdığını göstermektedir. Zorbalığın sonuçları yalnızca mağdurlarda değil, zorbalık yapanlarda da depresyon, anksiyete, düşük özsaygı ve akademik başarısızlık gibi sorunlarla kendini göstermektedir. Ayrıca okul ortamında huzursuzluk, motivasyon kaybı ve şiddet kültürünün yaygınlaşmasına yol açmaktadır.

Önleme ve müdahalede aile, okul ve toplum düzeyinde işbirliği önemlidir. Ailelerin bilinçlendirilmesi, öğretmenlere hizmet içi eğitimler verilmesi, okul rehberlik birimlerinin aktif rol üstlenmesi ve medya denetimlerinin güçlendirilmesi gerekmektedir. Çocuklarla açık iletişim kurulması, özgüvenin desteklenmesi ve çevrimiçi ortamlarda rehberlik sağlanması da etkili stratejilerdendir. Bu süreçte halk sağlığı hemşireleri kilit bir rol üstlenmektedir. Okul sağlığı hemşireleri, erken tanılama yaparak riskli grupları belirlemeli, farkındalık eğitimleri düzenlemeli ve öğrencilerin empati, iletişim ve problem çözme becerilerini geliştirecek programlar yürütmelidir. Multidisipliner yaklaşımlar ve toplum temelli müdahaleler, akran zorbalığının önlenmesinde sürdürülebilir sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler – Halk Sağlığı Hemşireliği, Okul Sağlığı, Öğrenci, Şiddet, Zorbalık.

GİRİŞ

Akran zorbalığı literatürde yeni olan bir kavram ya da davranış olmayıp gün geçtikçe artış gösteren bir halk sağlığı problemidir. Akran zorbalığı, zorbalık yapan ve zorbalığa maruz kalan çocukların ruhsal, sosyal ve akademik gelişimini olumsuz etkileyerek yaşam boyu sürecek sonuçlara yol açabilmektedir (Özcan vd., 2024). Bu durumun çocuklarla birlikte aile, okul ve toplum düzeyinde etkileri de kaçınılmaz olmaktadır. Bu nedenle sağlığın korunması ve geliştirilmesi kapsamında özellikle halk sağlığı alanında çalışan profesyonellere önemli sorumluluklar düşmektedir.

Akran zorbalığı alanında tanımlayıcı veya girişimsel düzeyde çok fazla akademik çalışma bulunmaktadır. Bunlara yer vermeden önce zorbalık ve akran zorbalığının tanımlarının bilinmesi önem arz etmektedir. Zorbalık, bir

kişinin kendini savunmakta güçlük çeken başka bir kişiye kasıtlı olarak tekrar tekrar zarar ve rahatsızlık verdiği istenmeyen olumsuz eylemleri içeren bir saldırgan davranış türüdür (Olweus, 1993a; Shetgiri, 2013; MEB, 2024). Çoğu zorbalık hedeflenen çocuk veya genç tarafından belirgin bir kışkırtma olmadan gerçekleştiğinden, genellikle proaktif saldırganlığın bir biçimi olarak kabul edilir. Dolayısıyla zorbalık, asimetrik güç ilişkisi ve bir miktar tekrarlama gibi belirli özelliklere sahip saldırgan bir davranıştır (Olweus, 2013). Bir davranışın zorbalık olarak sınıflandırılmasında üç kriterin kullanılması (kasıtlılık, belirli bir tekrar etme durumu ve güç dengesizliği), hem araştırmacılar hem de uygulayıcılar arasında uzun yıllardır kabul görmektedir (Olweus, 2013). Bununla birlikte zorbalık doğrudan (fiziksel, sözlü) olabileceği gibi dolaylı (ilişkisel, siber) yollarla da olabilmektedir (Dolgun, 2018).

Zorbalık (bullying) ve akran zorbalığı (peer bullying) kavramları sıklıkla birbirinin yerine kullanılsa da, bilimsel açıdan aralarında belirli farklar bulunmaktadır. Akran zorbalığı genel zorbalık tanımının, benzer yaş grubundaki bireyler, yani akranlar arasında gerçekleşen bir alt türüdür. Olweus (1993b), akran zorbalığını, sistematik olarak zayıf durumda olan yaşıt bir bireyin, diğer birey veya bireylerce psikolojik ya da fiziksel olarak hedef alınması şeklinde tanımlar. Her iki kavram arasında temel fark, zorbalığın daha geniş bir kapsama sahip olması (örneğin yetişkin-çocuk arasında da olabilirken), akran zorbalığının yaşıtlar arasında gerçekleşmesidir. Ayrıca akran zorbalığı genellikle okul ortamında gözlenmektedir (Espelage & Swearer, 2003).

AKRAN ZORBALIĞI: YAYGINLIK, NEDENLER VE İLİŞKİLİ FAKTÖRLER

PISA olarak adlandırılan "Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı" 15 yaş grubu çocukların bilgi ve becerilerini değerlendiren bir araştırmadır. Bu araştırmada öğrencilere okulda zorbalıkla ilişkilendirilebilecek davranışlarla ilgili deneyimleri sorulmakta ve dört farklı zorbalık türü (fiziksel, ilişkisel, sözel ve gasp) ölçülmektedir. PISA 2022 verilerinden elde edilen bazı bulgular şu şekildedir:

- Zorbalık, uygulamaya katılan ülkelerin tamamında görülmektedir.
- Türkiye'deki öğrencilerin en sık yaşadıklarını bildirdikleri zorbalık deneyimleri sözel ve ilişkisel zorbalık olmuştur.
- Türkiye'deki öğrencilerin %18'i okula giderken, %13'ü okuldaki sınıflarında, %20'si okuldaki diğer yerlerde kendilerini güvende

hissetmediğini bildirmiştir. Bu oranların her biri OECD ortalamasından yüksektir (OECD ortalaması sırasıyla %8, %7, %10 şeklindedir).

-Türkiye'deki öğrencilerin ise %27'si zorbalık içeren davranışlardan herhangi birine uğradığını bildirmiştir (OECD ortalaması %20).

-Türkiye'de erkek öğrencilerin, en az ayda birkaç defa herhangi bir tür zorbalığa uğradığını bildirme oranları kızlara göre daha yüksektir.

-Türkiye'deki öğrencilerin %11'i sık sık zorbalığa uğrayanlar olarak sınıflandırılmıştır. Bu oran OECD ortalamasından yüksektir.

-"Diğer öğrenciler beni bilerek yalnız bıraktı." ve "Diğer öğrenciler benimle alay etti." davranışlarıyla en az ayda birkaç defa karşılaştığını bildiren öğrenci oranları 2015 ve 2022 yılları arasında sırasıyla yaklaşık %4 ve %6 artmıştır (MEB, 2024).

Bilge Kadın Araştırma Merkezi (BİLKA), Türkiye'nin 7 bölgesinde ve 34 şehirde ilk kapsamlı "akran zorbalığı" araştırmasını gerçekleştirmiştir. Sınıf veya branş öğretmeni ile psikolojik rehberlik ve danışma birimi öğretmenlerini içeren 360 kişi ile anket yapılmıştır. Bu rapora göre;

-Okul yönetimin otoriter davrandığı ve disiplin kurulunun etkili olduğu durumlarda akran zorbalığı davranışının görülme oranlarının düştüğü,

-Zorbalık davranışını gösteren çocukla ilgilenildiği, yeterli sevgi alış verişinde bulunulduğu ve zorbalık davranışını gösteren çocuğa sorumluluk verildiği zaman işi zorbalığa dökmeyi,

-Zorbalık yapan çocuğun ilgi ve enerjisini spor ya da sosyal aktiviteye yönlendirilmediği zaman enerjisini zorbalıkta harcayarak zorbalık yaptığı,

-Aile yapısının son derece önem arz ettiği (bölünmüş, parçalanmış aileye mensup çocukların zorbalığa daha fazla eğilim gösterdiği),

-Ailenin sosyo-kültürel seviyesinin düştükçe zorbalığa eğilimin arttığı,

-Aile içinde şiddet uygulanan çocuğun zorba olma eğiliminin arttığı,

-Zorbanın genelde ailenin en büyük çocuğu olduğu,

-Gerek zorba gerekse kurban çocukların anne profilinin hemen hemen aynı olduğu görülmüştür (BİLKA, 2015).

Okullarda akranlar arası şiddetin normale indirgenmesine sebep olan bazı toplumsal düşünceler vardır:

-Akran zorbalığının büyütülecek kadar ciddi bulunmaması,

-Akran zorbalığının büyüme ve gelişmenin bir parçası olarak görülmesi,

-Yapılan zorbaca davranışların masumiyete indirgeyerek şaka olarak görülmesi ve mağdur çocukta bıraktığı etkiye bakılmaması,

-Zorbalığın sadece erkek çocukları arasında yapılan bir şiddet türü olarak değerlendirilmesi,

-Akran zorbalığının görmezden gelinirse yapılmakta olan davranışın sonlanacağı,

-Akran zorbalığının sadece okul dışarısında gerçekleşen bir davranış olduğunun düşünülmesi,

-Fiziksel bir akran zorbalığına maruz kalmadığı sürece; çocuğun akranı tarafından sözel, sosyal ve siber şiddete maruz kalınmasının göz ardı edilmesidir (Şiddeti Önleme ve Rehabilitasyon Derneği, 2021).

Türkiye’de okul sağlığına yönelik akademik çalışmaların incelendiği bir makalede akran zorbalığının az sayıda çalışılan konulardan biri olduğu ifade edilirken yapılan analizde de akran zorbalığının incelenen 240 çalışmadan yalnızca 6’sında alt tema, 7’sinde ise genel tema olarak işlendiği görülmüştür (Kurt, Serdaroğlu ve Özcan, 2024).

Kapadokya’da 6,7 ve 8. sınıf öğrencileri ile yürütülen bir çalışmada öğrencilerin %12,0’sinin zorbalık yaptığı, %15,9’unun zorbalığa maruz kaldığı, zorbalık alt boyutları incelendiğinde en sık maruziyetin sözel zorbalık (%52,1) ve fiziksel zorbalık (%13,4) şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada erkek öğrencilerin kızlara göre, okulu sevmeyen öğrencilerin sevenlere göre ve ebeveynleri ayrı olan öğrencilerin birlikte olan öğrencilere göre daha fazla zorbalık yaptığı, yaş arttıkça da zorbalık yapma eğiliminin arttığı belirtilmiştir. Bununla birlikte fazla kilolu, düşük gelirli ve okulu sevmeyen öğrencilerin ise daha fazla zorbalığa maruz kaldığı tespit edilmiştir. Bu bulgular, zorbalık davranışlarının bireysel (yaş, cinsiyet), sosyal (aile yapısı, okul tutumu), ve ekonomik faktörlerden etkilendiğini göstermektedir. Zorbalığa verilen tepkilere bakıldığında öğrencilerin %23,1’i zorbalığa maruz kaldıklarında sakin kalıp onları görmezden gelmiş, %16,9’u zorbalıyı uyarılmış, %16,8’i olayı okul yönetimine ve öğretmenlerine bildirmiş, %12,1’i ise aynı şekilde tepki göstermiştir (Çalışkan vd., 2019).

İzmir’in farklı merkez ilçelerinden altı devlet okulunun 5.-8. sınıflarında okuyan 1740 öğrenci ile yürütülen başka bir çalışmada öğrencilerin %2,8’inin zorba, %34,9’unun (n=608) kurban, %27,0’ının zorba-kurban ve %35,3’ünün izleyici statüsünde olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte erkek öğrencilerin ve sekizinci sınıfların daha fazla zorba-kurban statüsünde yer aldığı tespit edilmiştir (Gökkaya ve Sütücü, 2020).

Lise öğrencileriyle yürütülen bir çalışmada 880 öğrencinin %34,2’si zorbalığa uğradığını, %13,9’u ise zorbalık yaptığını bildirmiştir. Zorbalık türleri arasında en yaygın olanlar sırasıyla sözlü (%18), ilişki temelli (%16,6), fiziksel (%15,5), inanç temelli (%4,4), cinsel (%8) ve siber zorbalıktır (%5,6). Zorbalığa uğrama oranı alkol/madde kullanan ve obez olan öğrencilerde anlamlı şekilde daha yüksek iken zorbalık yapma oranı erkek cinsiyet, disiplin cezası alma, okuldan uzaklaştırma, sigara/alkol kullanımı, babanın eğitimsiz olması ve obezite ile anlamlı olarak ilişkili bulunmuştur. Yapılan analizde zorbalığa uğrama riskinin obezite ile 2.69 kat arttığı, zorbalık yapma riskinin de erkek cinsiyette 1.78, alkol kullananlarda 3.12 ve obez bireylerde 1.85 kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Kilicaslan vd., 2022).

Bir şehir merkezindeki iki lisede öğrenim gören 1548 öğrenci ile yürütülen başka bir çalışmada ise akran zorbalığı oranı %15,3 bulunurken akran zorbalığının erkek cinsiyet, düşük akademik başarı, alt sınıflarda olma

ve zayıf arkadaş ilişkileri ile anlamlı düzeyde ilişkili olduğu saptanmıştır (Şahin ve Ayaz-Alkaya, 2023).

Türkiye'deki dört ortaokuldaki 6. ve 7. sınıf öğrencileriyle yürütülen bir çalışmada 7. sınıf öğrencisi olan, aile geliri giderlerinin üzerinde olan, obez olan, sağlık durumunu iyi algılayan, akademik başarısı düşük olan ve okulunu sevmediğini belirten öğrencilerin akran zorbalığı eğilimlerinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Çalışmada yapılan analizde, kendi algılanan sağlık durumu, sınıf düzeyi ve akademik başarı durumu, çocukların akran zorbalığı eğilimlerini önemli ölçüde etkileyen faktörler olarak belirlenmiş ve bu faktörler bu eğilimlerdeki toplam varyansın %26,3'ünü açıklamıştır. Akran zorbalığını önlemek ve olumsuz etkilerini azaltmak için okul hemşirelerinin okul çocuklarının akran zorbalığı eğilimlerini ve ilişkili faktörleri periyodik olarak belirlemeleri son derece önemlidir (Özcan, Kocabacak ve Kolcu, 2024).

AKRAN ZORBALIĞININ ETKİLERİ

Akran zorbalığı yalnızca zorbalık mağdurları için değil aynı zamanda zorbalar için de önemli sorunlara neden olmaktadır. Lise öğrencileriyle yapılan bir çalışmada hem zorbalığa uğrayan hem de zorbalık yapan öğrencilerin depresyon, anksiyete ve stres puanlarının, bu döngüde yer almayanlara göre anlamlı şekilde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Kilicaslan vd., 2022).

Okul rehber öğretmenleriyle yürütülen bir çalışmada öğretmenlerin akran zorbalığının sonuçlarına yönelik algıları: özgüven eksikliği, şiddet kültürünün gelişmesi, mutsuzluk, dışlanma ve kaygı şeklinde belirlenmiştir (Bayar ve Balcı, 2023). Yine öğretmenlerle yürütülen başka bir çalışmada akran zorbalığının okul ve sınıf ortamına yansımalarına yönelik öğretmen görüşleri incelenmiştir. Bu doğrultuda zorbalığın öğrenciler üzerinde motivasyon düşüklüğü, diğer öğrencilere yayılma, huzursuzluk ve masum öğrencilerin suçlanması; sınıf yönetimi üzerinde ise şikayet artışı, zaman kaybı, okul ve sınıfta gerginlik gibi etkileri olduğu ifade edilmiştir (Doğan ve Keleş, 2022).

KORUYUCU VE ÖNLEYİCİ YAKLAŞIMLAR

Büyüme yolculuğunda her çocuk benzer kalıp davranışlar göstermez; çocuklar evde alıştığı dille, kurallar ya da kural dışlıklarla okula gelirler. Okulda da evde öğrendiği dili ve ön öğrenmelerini devam ettirme eğilimindedirler. Örneğin evde “Sofra hazır, haydi yemeğe!” cümlesini duyar duymaz oyunu bırakıp mutfığa gelen çocuklar genelde okulda da ders zilini duyduğunda sınıfa gidip derse hazır olur. Evde oyunu bırakıp mutfığa gelmesi için onlarca uyarı cümlesi duyan çocuklar, okulda da ders zili çaldığında öğretmeninden ancak üst üste uyarı cümlesi aldığı teneffüsteki oyunu bırakarak sınıfa yönelir. Evde sözü sürekli kesilen, birbirlerinin konuşmasının bitmesini beklemeyen ebeveynle büyüyen çocukların konuşmak için sınıfta arkadaşlarının sözünün bitmesini beklemesi oldukça güçtür (Ataman, 2024).

Çocukların aile ortamında edindikleri dil, iletişim biçimi ve davranış kalıpları okul yaşantısına da yansımaktadır. Bu durum, akran ilişkilerinde ve sınıf içi uyumda farklılıklar yaratabilmekte, böylece zorbalık davranışlarının ortaya çıkmasına da zemin hazırlayabilmektedir. Bu noktada koruyucu ve önleyici yaklaşımlar önem kazanmaktadır. Bayar ve Balcı (2023) tarafından akran zorbalığının ortadan kaldırılmasıyla ilgili öneriler şu şekilde sıralanmıştır;

- “Eğitim aileden başlar” ilkesinden yola çıkarak, akran zorbalığına ilişkin ailelere eğitimler verilmelidir.
- Öğretmenlere akran zorbalığına yönelik hizmet içi eğitimler sunulmalıdır.
- Okul rehber ve sınıf rehber öğretmenleri tarafından zorbalık davranışının önlenmesi için farkındalık çalışmaları yürütülmelidir.
- Okullarda akran zorbalığı konusunda toplumsal bilinç sağlanmalıdır.
- Toplumun ekonomik düzeyinin iyileştirilmesine yönelik çalışmalar yapılmalıdır.
- Zorbalık davranışına ilişkin yaptırımların caydırıcı olması yönünde yasal mevzuat yeniden gözden geçirilmelidir.
- Medyada zorbalık davranışlarının sergilendiği haber ve içeriklerle ilgili yasal düzenlemelere dikkat edilerek gerektiğinde bu içeriklere yönelik kısıtlama mekanizmaları devreye girmelidir.
- Zorbalık davranışı sergileyen ve zorbalığa maruz kalan bireyler için psikolojik destek verilmelidir (Bayar ve Balcı, 2023).

Zorbalık önleme müdahalelerinin yalnızca mağduriyeti değil, aynı zamanda öğrencilerin kaygı düzeyleri ve akran sosyal iklimi algılarını da olumlu yönde etkilediği gösterilmiştir (Kilicaslan vd., 2022). Williford ve arkadaşları, çalışmalarında akran zorbalığının mağduriyeti hafifletildiğinde öğrencilerin sosyal etkileşimlere katılma konusunda daha iyi hissettiklerini ve böylece sosyal kaygılarının ve tekrar mağdur olma korkularının azaldığını göstermiştir (Williford vd., 2012).

Yüz yüze veya çevrimiçi ortamlarda çocuğun güvende tutulabilmesi için atılması gereken ilk adım, bu konuda bilgi sahibi olduğundan emin olmaktır (UNICEF, Akran Zorbalığı Önleme, 2024).

Çocukların zorbalık konusunda bilinçlendirilmesi

Çocuklar zorbalığın ne olduğunu bilirse, çocuğun kendisinin ya da bir başkasının zorbalığa uğrayıp uğramadığını daha kolay fark edebilecektir. Akran zorbalığı, çocukların fiziksel, duygusal ve sosyal gelişimlerini olumsuz etkileyen yaygın bir sorundur. Bu nedenle çocukların, zorbalığın ne olduğunu, hangi davranışların zorbalık sayıldığını ve böyle bir durumla karşılaştıklarında ne yapmaları gerektiğini bilmeleri büyük önem taşır (Bhatia, 2023). Zorbalıkla ilgili farkındalık kazanmış çocuklar, hem zorbalık yapmaktan kaçınır hem de başkalarına yapılan zorbalığa karşı daha duyarlı olur. Bilinçlendirme çalışmaları sayesinde çocuklar, empati kurmayı, sağlıklı iletişim kurmayı ve yardım istemenin zayıflık değil, bir güç göstergesi olduğunu öğrenirler. Ayrıca, izleyici konumundaki çocukların da sessiz kalmak yerine destekleyici ve müdahil bir tutum sergilemeleri teşvik edilmelidir (Steenkamp vd., 2021).

Çocuklarla açık bir şekilde ve sık sık konuşulması

Çocuklarla zorbalık hakkında ne kadar çok konuşulursa, zorbalığa şahit olduklarında veya maruz kaldıklarında bu durumu ebeveyni ile daha rahat paylaşabilir. Çocuklarla her gün sohbet edilmeli; okulda ve internette neler yaptıklarını ebeveynlerine anlatmaları istenilmelidir. Yalnızca derslerini ve katıldığı etkinlikleri sormakla kalınmamalı, duygularıyla ilgili sorular da sorulmalıdır (UNICEF, Akran Zorbalığı Önleme, 2024). Akran zorbalığını önlemenin ve fark edilmesini sağlamanın en etkili yollarından biri, çocuklarla açık, güvene dayalı ve düzenli iletişim kurmaktır. Çocuklar, kendilerini güvende hissettiklerinde yaşadıkları olumsuz deneyimleri paylaşma konusunda daha istekli olurlar (Karakus vd., 2023). Bu nedenle ebeveynlerin ve eğitimcilerin, çocuklarla duygular, arkadaş ilişkileri, okul ortamı ve çevrimiçi deneyimler hakkında yargılamadan konuşması büyük önem taşır. Açık iletişim, çocuğun zorbalıkla karşılaştığında yalnız olmadığını hissetmesini ve çözüm yollarını birlikte arayabileceğini bilmesini sağlar. Ayrıca, bu tür konuşmalar çocuklara zorbalıkla başa çıkma stratejilerini öğretmek ve empati, saygı gibi değerleri pekiştirmek için de bir fırsattır (Rettew ve Pawlowski, 2022).

Olumlu bir rol model olması için çocuğa yardım edilmesi

Çocukların kişilik gelişiminde rol modellerin etkisi büyüktür. Bu nedenle, çocuğun olumlu davranışlar sergileyen bireyleri örnek alabilmesi için uygun çevresel koşulların ve rehberliğin sağlanması önemlidir. Aile, öğretmen ve toplumun diğer bireyleri, çocuklara değer temelli yönlendirmeler sunarak onların sağlıklı kimlik geliştirmelerine katkıda bulunmalıdır. Empati, sorumluluk ve dürüstlük gibi temel erdemlerin günlük yaşamda uygulanabilir hale getirilmesi, çocukların bu değerleri içselleştirmesini kolaylaştırır (Wiertsema vd., 2023).

Özgüvenini geliştirilmesinde çocuğa yardımcı olunması

Çocuğun özgüveni, hem bireysel gelişimi hem de sosyal uyumu açısından temel bir yapı taşıdır. Özgüveni yüksek çocuklar, akran ilişkilerinde daha sağlam durabilir, zorbalık karşısında kendilerini ifade edebilir ve gerektiğinde yardım istemekten çekinmezler. Bu nedenle, özgüven eksikliği, çocukları akran zorbalığına karşı daha savunmasız hale getirebilir (Celdrán-Navarro vd., 2024a). Ebeveynlerin, öğretmenlerin ve bakım veren diğer yetişkinlerin çocuğun duygusal ihtiyaçlarını fark ederek onu desteklemesi bu açıdan büyük önem taşır. Çocuğun başarıları takdir edilmeli, hataları ise öğrenme fırsatı olarak değerlendirilmelidir. Aşırı eleştiriden kaçınılarak, çocuğun kendini ifade etmesine ve karar alma süreçlerine katılmasına olanak tanınmalıdır (Celdrán-Navarro vd., 2024b).

Ebeveyn olarak rol model olunması

Ebeveynler, çocukların sosyal davranışları ve değer yargıları üzerinde doğrudan etkisi olan en önemli rol modellerdir. Çocuklar, empati kurmayı, saygılı iletişim kurmayı ve çatışmaları sağlıklı yollarla çözmeyi çoğunlukla aile içindeki gözlemler yoluyla öğrenirler (Samara vd., 2021). Bu nedenle, ebeveynlerin kendi davranışlarıyla hoşgörü, adalet ve başkalarının sınırlarına saygı gibi değerleri günlük yaşamda göstermesi, çocukların bu tutumları içselleştirmesinde kritik rol oynar. Akran zorbalığının önlenmesinde ise bu değerlerin çocuğa erken yaşta kazandırılması büyük önem taşır. Rol model olan ebeveyn, çocuğuna sadece zorbalık yapmaması gerektiğini değil, aynı zamanda zorbalığa tanık olduğunda ya da maruz kaldığında ne yapması gerektiğini de öğretir (Plamondon vd., 2021).

Çevrimiçi ortamlardaki deneyimlerinin bir parçası olunması

Günümüzde çocuklar ve ergenler, sosyal etkileşimlerinin büyük bir kısmını çevrimiçi platformlarda gerçekleştirmektedir. Bu dijital ortamlarda karşılaşılan risklerden biri de siber zorbalıktır; yani bireyin internet üzerinden aşağılanması, dışlanması ya da tehdit edilmesidir. Ebeveynlerin, çocuklarının çevrimiçi deneyimlerinden haberdar olması, onları gözetmesi ve gerektiğinde rehberlik etmesi bu tür zorbalıkların önlenmesinde hayati önem taşır (Henares-Montiel vd., 2023). Yargılayıcı değil, destekleyici bir iletişim dili kurmak, çocuğun çevrim içi sorunları açıkça paylaşabilmesini kolaylaştırır. Ayrıca ebeveynler, dijital etik, mahremiyet ve saygı gibi konularda çocuklarına rehberlik ederek onların hem zorbalık yapmamasını hem de zorbalık karşısında nasıl davranmaları gerektiğini öğrenmelerini sağlayabilir (Santre vd., 2022).

AKRAN ZORBALIĞI VE HALK SAĞLIĞI HEMŞİRELİĞİ

Okullar, öğrencilerin kişilik gelişimlerinin iyileştirilmesinde en etkin olduğu mekânlardır. Öğrencilerin kişisel gelişim sürecinde olumlu veya olumsuz pek çok özellik ortaya çıkmaktadır. Bu olumsuzlukların başında okullarda akran zorbalığı öne çıkmaktadır (Bayar ve Balcı, 2023). Öğrenciler okul ortamında en çok sözel şiddetin olduğunu, diğer öğrencilerin daha çok kendilerini kızdırdıkları için şiddet uygulamadıklarını, şiddetin sorunları çözeceğine inandıklarını ve zorba ile baş etmek için zorbalık yapmak gerektiğini bildirmiştir (Polat ve Sohbet, 2020).

Resmi Gazetede yayımlanan 27910 sayılı Hemşirelik Yönetmeliğine göre halk sağlığı hemşireliği altı alt alanda hizmet vermektedir. Okul sağlığı hemşireliği bu alanlardan biri olup öğrenci ve ailelerle sıklıkla temasta bulunmaktadır (Sağlık Bakanlığı, 2011). Okul sağlığı hemşireleri, zorbalık konusunda çocukları ve ailelerini bilinçlendirmeli, okul yönetimi, öğrenci, öğretmen, velilere iletişim ve şiddet konulu konferanslar vermeli, okulda zorbalığın en çok yapıldığı yer belirlenmeli ve önlemler alınmalıdır. Bunlara ek olarak okul sağlığı hemşireleri öğrencileri yaşadığı zorbalığı öğretmen ve okul idaresine bildirmede cesaretlendirmeli, zorba ve mağdurların grup/bireysel psikolojik danışma hizmetinden yararlandırılması sağlanmalıdır (Polat ve Sohbet, 2020).

Yapılan bir sistematik derlemede akran zorbalığı davranışının önlenmesine yönelik okul temelli eğitim programlarının etkililiği değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda incelenen müdahale araştırmalarında, akran eğitimi, iletişimi güçlendirmek, ebeveyni eğitime dahil etme, öğretmenleri eğitim sürecine katmak, oyun temelli programlar, modele dayalı programlar yer almıştır. Buna göre farklı kültür ve eğitim sistemlerinde yapılan okul temelli eğitim programlarının zorbalık davranışını önlemede etkili olduğu tespit edilmiştir (Uysal Toraman vd., 2021). Okul çağı çocukları, geleceğin toplumsal yapısının temeli olduğundan, sağlıklı gelişim gösterebilmeleri için etkili iletişim kurmaları ve akran zorbalığı gibi riskli davranışlardan uzak durmaları önemlidir. Bu doğrultuda, okullarda zorba, mağdur, hem zorba hem mağdur konumunda olanlar ile olaya tanık olan öğrencilerin belirlenmesine yönelik tarama çalışmalarının yapılması; aileler ve öğretmenler başta olmak üzere okul sağlığı ekibine bilinçlendirme eğitimleri verilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla okul sağlığı hemşireleri, diğer okul çalışanlarıyla iş birliği içinde zorbalığın önlenmesine yönelik stratejilerin planlanması ve uygulanmasında aktif sorumluluk üstlenmelidir. Bu durum, pek çok ülkede olduğu gibi Türkiye’de de okul sağlığı hemşireliği uygulamalarının yaygınlaştırılmasını gerekli kılmaktadır (Avşar & Alkaya, 2018).

Halk sağlığı hemşireleri, okul topluluğu içinde akran zorbalığını önlemede kritik bir köprü rolü üstlenirler. Uluslararası sistematik bir derleme, hemşirelerin zorbalıkla mücadelede farkındalık artırma, baş etme stratejileri

kazandırma, aile ile iş birliği yapma ve doğrudan bakım sağlama yönünde girişimlerde bulunduğunu belirtmektedir (Celdrán-Navarro vd., 2023). Ayrıca Yosep ve arkadaşlarının (2023) çalışması, okul hemşirelerinin zorbalık davranışı sıklığını azaltmada ve öğrencilerin psikososyal iyilik hâlini geliştirmede başarılı programlar uygulayabildiklerini ortaya koymaktadır; bu da hemşireliğin sadece tedavi değil, koruyucu-önleyici hizmet açısından değerini gösterir. Dolayısıyla halk sağlığı hemşirelerinin zorbalığı erken tanı, müdahale ve izleme süreçlerinde, okul yönetimi ve öğretmenlerle koordinasyonu sağlayarak aktif rol alması, okuldaki güç dengesizliklerinin oluşturduğu zararları en aza indirmede temel stratejilerden biridir.

Halk sağlığı hemşireleri ve okul hemşireleri, zorbalık yapan çocukların belirlendiği durumlarda okul ortamında önleyici ve erken müdahale faaliyetlerini kolaylaştırabilir. Zorbalık yapan çocukların olumlu sosyal öğrenme deneyimleri kazanması ve uyumlu duygusal beceriler geliştirmesi için toplum hizmeti grupları ve olumlu akran etkinlikleri teşvik edilebilir; bu aynı zamanda onların akranlarıyla daha yakın ilişkiler kurmasına da fırsat sağlayabilir. Halk sağlığı hemşireleri ayrıca aile merkezli bakımın koordinasyonuna yardımcı olabilir; ebeveynlerle ev içi şiddetin azaltılması, aşırı televizyon izleme gibi potansiyel risk faktörlerinin önemi hakkında iletişim kurabilir (Liu ve Graves, 2011).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Akran zorbalığı çocuk ve ergenlerin sağlığını fiziksel, ruhsal ve sosyal yönden olumsuz etkileyen önemli bir halk sağlığı problemidir. Bu durum aynı zamanda aile, okul ve toplum düzeyinde de ciddi sonuçlar ortaya koymaktadır. Halk sağlığı hemşireleri, akran zorbalığının önlenmesi ve mağdurların desteklenmesinde kilit bir roldedir. Hemşirelerin okul sağlığı hizmetleri kapsamında erken tanılama yapmaları, risk altındaki öğrencileri belirlemeleri, aile ve öğretmenlerle işbirliği içerisinde farkındalık eğitimleri düzenlemeleri önemlidir. Ayrıca hemşire liderliğinde öğrencilerin empati, iletişim ve problem çözme becerilerini geliştirmeye yönelik programların yürütülmesi oldukça değerlidir. Araştırma ve uygulamalarda multidisipliner yaklaşımların desteklenmesi, toplum temelli müdahalelerin güçlendirilmesi ve bu konuda kapsayıcı strateji ve politikaların geliştirilmesi de sürecin sürdürülmesine yardımcı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Ataman, M. (2024). Eyvah, Okuldan Arıyorlar! Anne-Babalar ve Öğretmenler için Akran Zorbalığı. *Kronik Kitabevi*; 101-151.
- Avşar, F., ve Alkaya, S. A. (2018). Akran zorbalığının önlenmesinde okul sağlığı hemşiresinin rolü. *Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, 5(1), 78-84.
- Bayar, A., ve Balcı, M. (2023). Okul rehber öğretmenlerinin bakış açısından akran zorbalığı ve çözüm yolları. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi* 10(4): 87-105.
- Bhatia, R. (2023). The impact of bullying in childhood and adolescence. *Curr Opin Psychiatry*. 36(6):461-465. doi: 10.1097/YCO.0000000000000900.
- BİLKA, Akran Zorbalığı Raporu. (2015). <https://drive.google.com/file/d/1ygkfuuxTCQ-167RcvAokA03K5MFZYha/view>
- Celdrán-Navarro, M.D.C., Leal-Costa, C., Suárez-Cortés, M., Molina-Rodríguez, A., ve Jiménez-Ruiz, I. (2023). Nursing interventions against bullying: a systematic review. *International journal of environmental research and public health*, 20(4), 2914.
- Celdrán-Navarro, M.D.C., Jiménez-Ruiz, I., Leal-Costa, C., Moore, J.R., López-Barranco, P.J. (2024, a). Attitudes, Self-Confidence, and Knowledge of Primary Care Professionals towards School Bullying. *Healthcare (Basel)*. 12(12):1230. doi: 10.3390/healthcare12121230.
- Celdrán-Navarro, M.D.C., Jiménez-Ruiz, I., Seva-Llor, A.M., Moore, J.R., Leal-Costa, C. (2024, b). Cross-Cultural Validation of the Healthcare Provider's Practices, Attitudes, Self-Confidence, and Knowledge Regarding Bullying Questionnaire. *Healthcare (Basel)*. 12(6):606. doi: 10.3390/healthcare12060606.
- Çalışkan, Z., Evgin, D., Bayat, M., Caner, N., Kaplan, B., Öztürk, A., ve Keklik, D. (2019). Peer bullying in the preadolescent stage: frequency and types of bullying and the affecting factors. *Journal of Pediatric Research*, 6(3).
- Doğan, S., ve Keleş, O. (2023). Nedenleri sonuçları ve çözüm önerileri bağlamında akran zorbalığı: Bir olgubilim çalışması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1-32.
- Dolgun, G. (2018). Akran Zorbalığını Önlemede Hemşirenin Rolü. *Sağlık Bilimleri ve Meslekleri Dergisi*; 5(1): 95-101.
- Espelage, D. L., ve Swearer, S. M. (2003). Research on school bullying and victimization: What have we learned and where do we go from here? *School Psychology Review*, 32(3), 365–383.
- Gökkaya, F., ve Sütçü, S. T. (2020). Akran zorbalığının ortaokul öğrencileri arasındaki yaygınlığının incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(1), 40-54.
- Henares-Montiel, J., Pastor-Moreno, G., Ramírez-Saiz, A., Rodríguez-Gómez, M., Ruiz-Pérez, I. (2023) Characteristics and effectiveness of interventions to reduce cyberbullying: a systematic review. *Front Public Health*. 11:1219727. doi: 10.3389/fpubh.2023.1219727.
- Karakus, O., Altinel, B., Kocak Uyaroglu, A. (2023). The relationship between peer bullying, loneliness, and social support in refugee adolescents. *J Child Adolesc Psychiatr Nurs*. 36(3):228-236. doi: 10.1111/jcap.12417.

- Kilicaslan, F., Beyazgul, B., Kuzan, R., Karadag, D., Koruk, F., ve Koruk, I. (2023). The prevalence of peer bullying and psychiatric symptoms among high school students in southeast Turkey. *Nordic journal of psychiatry*, 77(1), 83-90.
- Kurt, G., Serdaroglu, H. U., ve Özcan, C. (2024). Türkiye’de Okul Sağlığı Araştırmaları. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 33(3), 198-209.
- Liu, J. ve Graves, N. (2011). Childhood bullying: A review of constructs, concepts, and nursing implications. *Public health nursing*, 28(6), 556-568.
- MEB. (2024). PISA 2022 Türkiye Raporu. Ölçme, Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara: MEB Yayınları.
- Olweus, D. (2013). School bullying: Development and some important challenges. *Annual review of clinical psychology*, 9(1), 751-780.
- Olweus, D. (1993a). Bullies on the playground: The role of victimization. In C. H. Hart (Ed.) *Children on playgrounds: Research perspectives and applications* (pp. 85–128). New York: State University of New York Press.
- Olweus, D. (1993b). *Bullying at school: What we know and what we can do*. Oxford: Blackwell.
- Özcan, Ö., Kocabacak, O., ve Kolcu, M. (2024). Peer bullying tendencies of school children: The role of demographic, health-related, and school-related factors. *Journal of Pediatric Nursing*, 78, 31-36.
- Plamondon, A., Bouchard, G., Lachance-Grzela, M. (2021). Family Dynamics and Young Adults' Well-Being: The Mediating Role of Sibling Bullying. *J Interpers Violence*. 36(9-10):NP5362-NP5384. doi: 10.1177/0886260518800313.
- Polat, F., ve Sohbet, R. (2020). Ortaöğretim öğrencilerinde akran çatışmasına bakış. *KSÜ Tıp Fakültesi Dergisi*;15(2): 41-51.
- Rettew, D.C., Pawlowski, S. (2022). Bullying: An Update. *Child Adolesc Psychiatr Clin N Am*. 31(1):1-9. doi: 10.1016/j.chc.2021.09.001.
- Sağlık Bakanlığı. (2011). Hemşirelik yönetmeliğinde değişiklik yapılmasına dair yönetmelik. Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/04/20110419-5.htm>
- Samara, M., Massarwi, A.A., El-Asam, A., Hammuda, S., Smith, P.K., Morsi, H. (2021). The Mediating Role of Bullying and Victimization on the Relationship Between Problematic Internet Use and Substance Abuse Among Adolescents in the UK: The Parent-Child Relationship as a Moderator. *Front Psychiatry*. 12:493385. doi: 10.3389/fpsy.2021.493385.
- Santre, S. (2022). Cyberbullying in adolescents: a literature review. *Int J Adolesc Med Health*. Mar 3;35(1):1-7. doi: 10.1515/ijamh-2021-0133.
- Shetgiri, R. (2013). Bullying and victimization among children. *Advances in Pediatrics*. 60(1): 33-51.
- Steenkamp, L.R., Tiemeier, H., Bolhuis, K., Hillegers, M.H.J., Kushner, S.A., Blanken, L.M.E. (2021). Peer-reported bullying, rejection and hallucinatory experiences in childhood. *Acta Psychiatr Scand*. 143(6):503-512. doi: 10.1111/acps.13282.
- Şahin, S. S., ve Ayaz-Alkaya, S. (2023). Prevalence and predisposing factors of peer bullying and cyberbullying among adolescents: A cross-sectional study. *Children and Youth Services Review*, 155, 107216.
- Şiddeti Önleme ve Rehabilitasyon Derneği (İMDAT). (2021). Türkiye Akranlar Arası Şiddet Raporu. https://www.imdat.org/media/raporlar/Imdat-Akranlar_Aras%C4%B1_Siddet_Raporu_.pdf

- UNICEF. (2024). Akran zorbalığını önleme. Erişim adresi <https://www.unicef.org/turkiye/hikayeler/akran-zorbal%C4%B1%C4%9F%C4%B1-nedir-ve-nas%C4%B1-engellenir>
- Uysal Toraman, A., Dağhan, Ş., ve Kısa, Ö. (2021). Akran zorbalığını önlemede okul tabanlı müdahale programları: Sistematik derleme. *Humanistic Perspective*. 3(2): 359-399. doi: 10.47793/hp.936791
- Wiertsema, M., Vrijen, C., van der Ploeg, R., Sentse, M., Kretschmer, T. (2023). Bullying perpetration and social status in the peer group: A meta-analysis. *J Adolesc*. 95(1):34-55. doi: 10.1002/jad.12109.
- Williford, A., Boulton, A., Noland, B., et al. (2012). Effects of the KiVa antibullying program on adolescents' depression, anxiety, and perception of peers. *J Abnorm Child Psychol*. 40(2):289–300.
- Yosep, I., Hikmat, R., ve Mardhiyah, A. (2023). School-Based Nursing Interventions for Preventing Bullying and Reducing Its Incidence on Students: A Scoping Review. *International journal of environmental research and public health*, 20(2), 1577. doi: 10.3390/ijerph20021577

Fekal Mikrobiyota Trasplantasyon

Kerim Aydın ULUSOY¹

Battal YILMAZ²

Nurettin GÜLŞEN³

1- Doktora Öğrencisi; Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü kerimaydinulusoy@gmail.com
ORCID No: 0000-0001-5980-2700

2- Prof Dr.; Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim
Dalı. nurettin gulsen@gmail.com ORCID No: 0000-0002-8555-0743

3- Doktora Öğrencisi; Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü vet.battalyilmaz@gmail.com ORCID
No: 0009-0008-8111-1840

ÖZET

Bu derleme, insan bağırsak mikrobiyotasının kompozisyonu, ekolojik organizasyonu, gelişimsel dinamikleri ve konak fizyolojisi ile immün sistemi üzerindeki temel işlevlerini bütüncül biçimde değerlendirmektedir. Bağırsak mikrobiyotası; başta Firmicutes ve Bacteroidetes olmak üzere daha düşük bollukta Actinobacteria, Proteobacteria ve Verrucomicrobia filumlarını içeren ekosistemdir. Mikrobiyota; kompleks polisakkarit fermentasyonu yoluyla kısa zincirli yağ asitleri üretimi, vitamin ve safra asidi metabolizması, ksenobiyotik dönüşümü, epitel olgunlaşması, mukozal immün toleransın kurulması ve patojen kolonizasyonunun baskılanması gibi çok katmanlı fonksiyonlar üstlenir. Fonksiyonel çekirdek kavramı, taksonomik varyabiliteye rağmen metabolik yol ve gen modüllerinin görece korunmuş olduğunu vurgular. Kültür temelli yaklaşımlardan 16S rRNA ve metagenomik dizilemeye geçiş (MetaHIT, HMP) mikrobiyal çeşitlilik ve gen havuzunun ($\approx$ milyonlarca gen) konak genom kapasitesini tamamlayan “ek metabolik organ” niteliğini desteklemiştir. Mukus tabakasının çift katmanlı yapısı seçici niş ve bariyer işlevi görerek epitel ile yoğun mikrobiyal yük arasındaki homeostazı düzenler. Disbiyoz; inflamatuvar, metabolik ve bariyer disfonksiyonuna eğilim yaratan işlevsel ağ bozulmalarıyla ilişkilidir. Ekosistem düzeyli müdahaleler (ör. fekal mikrobiyota transplantasyonu) mikrobiyal çeşitlilik ve fonksiyonun restorasyonunu hedefler; ancak standart donör seçimi, güvenlik ve uzun dönem kalıcılık konuları kritik araştırma alanları olarak durmaktadır. Derleme, sağlıklı mikrobiyotanın tanımlanmasında takson listelerinden ziyade işlevsel çıktı panellerinin (multi-omik entegrasyon) esas alınması gerektiğini önermekte ve kişiselleştirilmiş mikrobiyota modülasyon stratejilerinin gelişimi için metodolojik standardizasyonun önemini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bağırsak Mikrobiyotası, Disbiyoz, Fekal Mikrobiyota Transplantasyonu.

GİRİŞ

Tüm gelişmiş canlılar, temel olarak bakterilerden oluşan ancak aynı zamanda arkeler, virüsler, mantarlar ve protozoa içeren oldukça çeşitli bir mikrobiyal topluluk içermektedirler. Mikroorganizmalar konakçının tüm mukozal yüzeylerini kaplar, ancak çoğu gastrointestinal sistem içinde bulunur. Araştırmacılar çoğunlukla mikrobiyotanın insanlarda meydana gelen hastalıklar sırasındaki değişimleri, örneğin kolit gibi iltihaplı hastalıklardaki rolünü incelemekteydi. Bununla birlikte, geçtiğimiz yıllarda mikrobiyota araştırma alanı oldukça gelişim göstermiş ve hem bağırsak mikrobiyotasının üyelerini hem de bunların konakçı fizyolojisi üzerindeki geniş kapsamlı etkilerini tanımlayan çok sayıda çalışma yayınlanmıştır. Bu nedenle, bağırsak

mikrobiyotasının patojenik ve immünolojik bir tehdit olarak düşünölen genel görüşü, insan sağlığı üzerindeki esas olarak yararlı etkisinin ortaya çıkması ile sonuçlanmış ve çalışmalar bu yönde önem kazanmıştır (Sommer ve Bäckhed 2013). Konak- mikrobiyota ilişkileri, mikrobiyotanın bulunduğu yer ile ilişkili olup, hastalıklarda nasıl bir tedavi uygulanacağını da belirlemektedir (Sommer ve Bäckhed 2016). Tıbbi tedavi, kan değerleri, bağırsak alışkanlıkları, diyet, sağlık durumu, yaşam biçimi, mikrobiyotayı etkilemektedir (Falony ve ark 2016).

Diğer bir tanımlamada mikrobiyota, sağlıklı bir "işlevsel çekirdek" olarak ifade edilmektedir: mikrobiyom tarafından belirli bir habitat içinde gerçekleştirilen, ancak farklı insanlarda aynı organizmalar tarafından sağlanması gerekmeyen metabolik ve diğer moleküler işlevlerin bir bütünüdür (Ochoa-Repáraz ve Kasper 2016).

Mikrobiyota üzerine yapılan ilk çalışmalarda kültür yoluyla, sağlıklı insanlarda özellikle bağırsakta kolonileőtiren normal mikroorganizma kümesini belirlemeye çalışılmıştır. Bu tür alıőmalar, *Escherichia coli* gibi laboratuvar ortamında iyi büyüyen mikroorganizmaları en iyi şekilde ortaya çıkarmıştır (Kara ve ark 2025). Bu durum, *E. coli*' nin insan bağırsağı mikrobiyomunun bol ve yaygın bir üyesi olduğu algısına yol açtı (Sonnenburg ve Sonnenburg 2015). 1970' lerde anaerobik tekniklerin uygulanması ile, 300'den fazla bakteri türü tek başına bağırsaklardan izole edilmiştir ve ayrıca miktarları belirlenmiştir. Bu döneme ait çalışmalarda, 141 Amerikalıdan farklı diyetler üzerine dışkı örneklerine bakıldığında, *Bacteroides* cinsi bakterilerin ve anaerobik kokların yaygın ve fazla miktarda *Clostridium* cinsinin ise daha az miktarda her yerde bulunduğunu ortaya çıkarmıştır. Diğer yaygın fakat az sayıda bulunan bakteriler arasında *Bifidobacterium*, *Eubacterium*, *Lactobacillus* ve *Streptococcus* cinsinin üyeleri ve *Escherichia* gibi fakültatif anaeroblar yer almaktadır (Kahraman ve ark 2025). Sağlıklı bir kolonda yaklaşık 400 mikrobiyal türün varlığını belirleyen bir çalışma ile çok sayıda insanla ilişkili mikrobiyal türün keőfedilmediėi söylenmektedir. Bunun dışında topluluk kompozisyonu üzerine yapılan bu tür çalışmalarının virüsler ve mantarlar gibi bakteriyel olmayan mikroorganizmaları kapsayacak şekilde genişletilmesinin oldukça zor olduğu ve bağırsaklardan daha az mikrobiyal açıdan zengin olan vücut habitatları üzerine yapılan çalışmalar için de pratik olmadığı sonucu çıkarılmıştır. Sağlıklı mikrobiyomun bu yönlerini incelemek için klasik kültür dışında yeni yöntemler incelenmiştir (Sommer ve Bäckhed 2016, Wasielewski ve ark 2016).

Bağırsak mikrobiyotası (gut microbiota, GM); gastrointestinal sistemi kolonize eden mikroorganizmalar (bakteri, arkeler, mantarlar, virüsler) topluluğu olarak tanımlanır. GM, enerji homeostazı, glikoz ve lipid metabolizması ve safra asidi metabolizması dahil olmak üzere konakçıdaki çeşitli metabolik yolları düzenler. Mikroorganizmaların sayısı ve türü

gastrointestinal sistem boyunca farklılık gösterir ve dağılımları pH, oksijen, besin maddesi, sindirim hızı ve salgılanan enzimler ile belirlenir. Mikrobiyotanın bileşimini ve fiziksel olarak nasıl işlediğini birçok faktör değiştirir, ancak GM oluşumunu tetikleyen ana faktörlerden biri diyetdir. Midede bakteri konsantrasyonu nispeten azdır (10 CFU/ g), ileumda 10^7 CFU/ g ve kalın bağırsakta 10^{12} CFU /g şeklinde artmaktadır. Sindirim sisteminin üst kısmı genellikle aerobik bakteriler tarafından kolonize edilirken, alt kısım ise anaerobik bakteriler tarafından kolonize edilmektedir. İnsan sindirim sisteminde bulunan ana kümeler beş filumdan oluşur: *Firmicutes* (%79.4; *Ruminococcus*, *Clostridium*, *Eubacteria*), *Bacteroidetes* (%16.9; *Porphyromonas*, *Prevotella*), *Proteobacteria* (%1), *Actinobacteria* (%2.5; *Bifidobacterium*) ve *Verrumicrobia* (%0,1). Proksimal bağırsakta bulunan baskın gruplar ise *Lactobacillus* (*Firmicutes*), *Veillonella* (*Firmicutes*) ve *Helicobacter* (*Proteobacteria*)' dir (Moszak ve ark 2020).

Normal bağırsak mikrobiyotasına, aerobik ve fakültatif anaerobik bakterilerin sayısından 100 ila 1.000 kat daha fazla olan anaerobik bakteriler hakimdir. Bağırsak mikrobiyotası bilinen bakteri filumlarından sadece birkaçına ait olan yaklaşık 500-1.000 türden oluşur. İnsan bağırsağındaki en bol filumlar *Firmicutes* ve *Bacteroidetes*' tir, ancak mevcut diğer türler ise *Proteobacteria*, *Verrumicrobia*, *Actinobacteria*, *Fusobacteria* ve *Cyanobacteria* filumlarının üyeleridir. Gastrointestinal sistemde iki dereceli mikrobiyal dağılım bulunabilir: Birincisi, mikrobiyal yoğunluk hem proksimalden distal bağırsağa doğru artar (mide içeriğinin her 1 gramında 10^1 mikrobiyal hücre, duodenumda 10^3 hücre, jejunumda 10^4 hücre, ileumda 10^7 hücre ve kolonda 10^{12} hücre) ve doku-lümen eksenini boyunca (doku veya mukosa çok az bakteri yapışır, ancak lümende çok sayıda bulunur) (Qin ve ark 2010). İkinci mikrobiyal dağılım durumunda bakteri çeşitliliği, mikrobiyal yoğunluk ile aynı eksenlerde ve şekilde artar. Lümeninde birçok bakteri türü bulunurken daha az sayıda ise iyi adapte olmuş türler, birkaç *proteobacteria* ve *Akkermansia muciniphila* dahil olmak üzere, dokuya yakın mukus tabakasına yapışır ve burada bulunur (Sina ve ark 2013). Konağın kolonizasyonu doğum sırasında başlar ve mikrobiyotanın bileşimi konakçı gelişimi boyunca değişir. Yetişkin birey bağırsağında, vücuttaki toplam hücre sayısının on katı yani yaklaşık 10^{14} bakteri hücresi bulunur. Genomları ise (mikrobiyom olarak bilinir) 5 milyondan fazla gen içerir. Bu geniş gen ürünleri, konakçı fizyolojisini tamamlamak için çok çeşitli biyokimyasal ve metabolik aktiviteler sağlar (Swidsinski ve ark 2005). Aslında, bağırsak mikrobiyotasının metabolik kapasitesi karaciğerinkine eşittir ve bu nedenle bağırsak mikrobiyotası ek bir organ olarak düşünülebilir. Bu bakteriler, konakçı biyolojisinin çeşitli yönleri için gereklidir. Örneğin, sindirilemeyen polisakkaritlerin metabolizmasını kolaylaştırırlar ve gerekli vitaminleri üretirler; konakçının bağırsak epitelinin ve bağışıklık sisteminin gelişimi ve farklılaşması için gereklidirler; fırsatçı patojenlerin istilasına karşı koruma sağlarlar ve doku homeostazının korunmasında anahtar bir role sahiptirler.

Son zamanlarda yapılan araştırmalar, insan mikrobiyotasının kemik dahil diğerkonak dokuların gelişimini ve homeostazını etkilediğini de ortaya çıkarmıştır (Sjögren ve ark 2012). Memeli bağırsağı, sabit bir sıcaklıkta tutulan, besin açısından zengin bir ortam olduğu için, mikrobiyota da bu karşılıklı ilişkiden yararlanır. Bununla birlikte diyet, yaşam tarzı, hijyen veya antibiyotik kullanımındaki farklılıklar nedeniyle bağırsak mikrobiyal bileşimini etkileyen, konağın fizyolojik parametrelerinde sürekli ve hızlı değişikliklere uğrayan dinamik bir habitatır (Sommer ve Bäckhed 2013).

Bu nedenle, konakçı genomdan farklı olarak, mikrobiyom topluluğunun bileşimindeki veya tek tek mikrobiyal genomlardaki modifikasyonların bir sonucu olarak mikrobiyom hızla değişebilir ve bu da modifiye edilmiş transkriptomik, proteomik ve metabolik profillerle sonuçlanır. Buna göre, konakçı ve bağırsak mikrobiyotası arasındaki yararlı etkileşimlerin kurulması ve korunması, sağlık için temel gerekliliktir. Mikrobiyotadaki dinamik dalgalanmalar, çok sayıda bakteri hücresi ve bunların epitel dokuya yakınlığı ile birleştğinde, yararlı bir homeostazı sağlamak için mikrobiyal büyümenin sınırlandırılması gerektiğinden, konakçı bağışıklığı için büyük bir meydan okumayı temsil eder. Ayrıca, kronik enflamasyonun zararlı etkilerini önlemek için konakçı bağışıklık sisteminin aktivasyonu kontrol edilmelidir, bu nedenle bağırsak mikrobiyotasının konakçı ile etkileşimi sıkı bir şekilde düzenlenmelidir (Sommer ve Bäckhed 2013).

MİKROBİYOTANIN FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİ

1. Mikrobiyotanın Bağışıklık Sistemi Gelişimi Üzerine Etkileri

Daha önceleri immünoloji bilimi tüm mikroorganizmaların patojen olduğu ve dolayısıyla bulaşıcı hastalıkların nedeni olduğunu varsıymaktaydı. Mikrobiyal olarak baskın bir dünyada yaşadığımızın ve aslında mikrobiyotamızdan büyük ölçüde faydalandığımızın farkına varılması, immünolojide birtakım değişikliklere yol açtı (Lederberg 2000). Böylece, süperorganizma teorisindeki benlik tanımı, hem kendi vücudumuzun hem de mikrobiyotamızın bileşenlerini içerecek şekilde genişletildi. Ayrıca, konağın mukozal bağışıklık sisteminin, yanıt vermektan çok mikroorganizmalara toleransla karakterize edildiği yaygın bir şekilde kabul edilmektedir (McFall-Ngai 2007).

Mukozal bağışıklık sisteminin çalıştığı temel organlardan biri olan bağırsak, iki görevi yerine getirmektedir. Birincisi, besin emilimini kolaylaştırmasıdır ve bu nedenle gastrointestinal sistemin toplam yüzey alanı, insanlarda yaklaşık 200 m² dir (Hooper ve ark 2012). İkincisi, enfeksiyona dirençli olması ve doku bariyeri boyunca mikrobiyal translokasyonu engellemesidir. Bağırsaktaki bakteri yoğunluğu, herhangi bir habitatta bilinen en yüksek sayıdadır ve kalın bağırsakta 1 gramda 10¹² hücreye ulaşır. Bu yoğun mikrobiyal topluluk ve konakçı bağırsak epitel hücresi astarı, yere bağlı olarak ince bağırsakta yalnızca birkaç mikrometre ve kalın bağırsakta birkaç yüz mikrometreye kadar mukusla ayrılır. Bağırsak kanalının bu yapısı nedeniyle, mukozal bağışıklık sisteminin birkaç özel gereksinimi karşılaması gerekir. Bağırsak lümeninde bulunan çok sayıda mutualistik mikroorganizmaya karşı tepkisiz veya toleranslı olması gerekmektedir. Aynı zamanda, mukozal bağışıklık sisteminin, patolojik durumları kontrol altında tutarak, mikrobiyal aşırı büyümeyi sınırlayarak, bağırsağın kimyasal ve fiziksel engellerini (salgılanan immünoglobülin A gibi) penetran mikroorganizmalara tepki vererek yararlı bir mikrobiyota bileşimi sağlaması gerektiği düşünülmektedir. Buna karşılık bağırsak mikrobiyotası, konakçının bağışıklık dokularının, bağışıklık hücresi popülasyonlarının ve bağışıklık araçlarının gelişimi ve düzenlenmesi gibi çeşitli olaylarda anahtar bir role sahiptir (Sommer ve Bäckhed 2013).

2. Mukus Tabakasının Özellikleri ve Etkileri

Bağırsak mukus tabakası, epitel hücrelerini örter ve fiziksel özellikleri nedeniyle, mide-bağırsak taşınmasını kolaylaştıran bir kayganlaştırıcı ve bakteri istilasına karşı koruyucu bir tabaka olarak işlev görür. Kolonik mukus tabakası aslında iki tabakadan oluşur. Hem iç hem de dış mukus tabakaları, goblet hücreleri tarafından salgılanır ve esas olarak, mûsin adı verilen, jel oluşturunucu yüksek glikosile proteinlerden oluşur. Mûsin 2 (MUC2), hem farelerin hem de insanların ince ve kalın bağırsaklarındaki ana mûsindir. Tüm mukus tabakası, yalnızca belirli bakteriler tarafından ifade edilen lektin ve glikozidazlar aracılığıyla mikrobiyal yapışma sayesinde seçici bir mikrobiyal yaşam alanını temsil eder ve aynı zamanda besin kaynağı olarak da hizmet eder (Johansson ve ark 2008). Bununla birlikte, bakteri hücresinden daha küçük gözenekler oluşturan ve böylece penetrasyonu engelleyen birbirine bağlı tabakalardan oluşan mukus tabakasının bir bütün olarak spesifik yapısı nedeniyle bakteriler sadece dış tabakada bulunur (Johansson ve ark 2011).

3. Konak Fizyolojisinin Düzenlenmesi

Mikrobiyom, çoğu biyosentetik enzimleri, proteazları ve glikosidazları kodlayan ve böylece konağın kendi biyokimyasal ve metabolik kapasitesini büyük ölçüde genişleten 5 milyon gen içerir.

Bağırsak mikrobiyotasının konakçı metabolizması üzerindeki etkileri; sindirilemeyen polisakkaritleri metabolize ederek, temel vitaminleri üreterek ve ksenobiyotik metabolizmayı gerçekleştirerek ifade edilmektedir.

Aslında mikrobiyota, organ gelişimi ve morfojeniz, hücre proliferasyonu, kemik kütlesi, adipozite ve hatta davranış dahil olmak üzere, yalnızca konağın genetik programına bağlı olduğu düşünülen çok çeşitli konak süreçlerini ve özelliklerini de etkiler.

Sağlıklı mikrobiyomları sağlıklı mikrobiyomlardan genel olarak ayıran özellikler, mikrobiyomla ilgili hastalıkların teşhisine yardımcı olmak, potansiyel olarak hastalığın başlangıcını önlemek veya prognozu iyileştirmek olarak sayılabilir. Mikrobiyomlar hastalıklı bireylerin dışında sağlıklı bireylerde de oldukça çeşitlilik gösterir. Bu, hastalığa neden olan veya hastalıklı bir durumu yansıtan basit mikrobiyal bileşenlerin veya vücuttaki dengesiz durumların tanımlanmasını zorlaştırır. Sağlıklı bir mikrobiyomun özelliklerinin ve sağlıklı kişilerde karşılaşılan birçok farklı mikrobiyal ekolojinin anlaşılması, hastalıkta yer alan mikrobiyal konfigürasyonları tanımlamak ve düzeltmek için gerekli olan temel koşuldur (Sommer ve Bäckhed 2016).

DNA dizileme ve floresan in situ hibridizasyon (FISH) gibi kültürden bağımsız teknikler günümüzde daha yaygındır ve bu yöntemler, mikrobiyal örneklerin DNA içeriğinin doğrudan sorgulanmasına olanak sağlamıştır (Gregor ve Hotamisligil 2011). Bakteri analizi için moleküler yöntemlerde öncelikle 16S rRNA genleri hedeflenmiştir. 16S rRNA seçilme nedeni, bütün bakterilerde var olması, fonksiyonel olarak korunmuş olması ve yeterli hiper değişken veri tabanı içermesidir. 16S ribozomal RNA genini hedefleyen FISH kullanan ilk çalışmalar, bir batı Avrupa topluluğundaki bağırsak bakterilerinin en az üçte ikisinin, yaklaşık olarak tür/ cins düzeyinde altı grubu tanımlamaktadır: iki *Bacteroides*, iki *Clostridium*, *Streptococcus/Lactococcus* ve *Eubacterium rectale* (Kalip ve Atak 2018).

16S rRNA genlerini doğrudan örneklerden sekanslamak için yapılan ilk çalışmalardan bazıları, bilinen türlere karşılık gelen bakteri türlerinin %85-95' inin *Bacteroides*, *Clostridium cluster XIVa* ve *Clostridium cluster IV* ile ilişkili üç bakteri grubuna ait olduğunu göstermiştir. 16S rRNA çalışmaları ayrıca, hem sağlıklı insanlar arasında hem de tek bir kişinin yakından bağlantılı biyocoğrafik alanlar arasında (mukozal ve dışkı örnekleri gibi) büyük bir çeşitlilik olduğunu göstermiştir.

2010 yılında, İnsan Bağırsak Sistemi Metagenomları (MetaHIT) çalışması, 124 Avrupalı yetişkinden (çoğunlukla sağlıklı bireylerden) oluşan bir gruptan alınan dışkı örneklerinden bağırsak metagenomları belirlenmiş ve bu, o zamana kadar olan tüm mikrobiyom çalışmalarının dizileme hacmini

neredeyse 200 kat oranında aşmıştır. 2012 yılında İnsan Mikrobiyom Projesi (HMP), Amerika Birleşik Devletleri'nden 242 sağlıklı yetişkin üzerinde 16S rRNA profillemenin sonuçlarını ve 139 kişiden oluşan bir alt kümede metagenomik sıralamanın sonuçlarını, beş ana vücut alanı arasında dağıtılmış 18 vücut habitatını temsil eden örneklerle bildirilmiştir (Palacios ve ark 2017).

MİKROBİYOMUN TİPİK BİLEŞENLERİ VE ÇEŞİTLİLİĞİ

1. Sağlıklı Bir Mikrobiyomun Bakteri Bileşenleri

Kolon ekosistemi, insanlar arasında dikkate değer bir çeşitliliğe ve diğer vücut bölgelerini bir kat daha fazla gölgede bırakan bir mikrobiyal biyokütle (hücre sayısı) sahip olduğu için en yoğun çalışılan vücut habitatı olmuştur. İntestinal mikrobiyota, tipik olarak *Bacteroidetes* ve *Firmicutes* türlerinin hakim olduğu çoğunlukla bakterilerden oluşan bir sistemdir. Bu kompozisyon yaş, ırk, cinsiyet, beslenme durumu gibi birçok faktöre göre değişiklikler içerebilmektedir. 16S rRNA gen dizileme ve anaerobik kültür tekniklerinin uygulanmasıyla, bağırsakların bu özellikleri, bakteriyel bağırsak mikrobiyom bileşenleri üzerine güçlü bir odaklanma sağlamıştır. Moleküler filogenetik, sayısı 1000' in üzerinde olan bağırsak bakteri türleri, son yirmi yılda bu türlerin çoğunun yeniden sınıflandırılmasına yol açmıştır. Daha önce bağırsaktaki en yaygın ve bol bakteri cinsi olarak kabul edilen *Bacteroides* içerisindeki türler, beş cins olarak yeniden sınıflandırılmıştır: *Alistipes*, *Prevotella*, *Paraprevotella*, *Parabacteroides* ve *Odoribacter* (Wasielowski ve ark 2016).

MetaHIT grubunun bağırsak mikrobiyomlarında tahminen 1000-1150 bakteri türü bulunmakta ve bunların her biri ortalama olarak ~ 160 tür taşımaktadır. Sekanslama ile değerlendirilen sağlıklı bağırsak mikrobiyomları, sürekli olarak iki filumun (*Bacteroidetes* ve *Firmicutes*) bakterileri tarafından kontrol edilmektedir.

Bağırsaktan daha az çalışılmış olmasına rağmen, sağlıklı bireyler içindeki diğer birçok vücut habitatı mikrobiyal topluluklar tarafından işgal edilmektedir. Oral bölgeler, bağırsak mikrobiyomunun karmaşıklığa benzer şekilde özellikle çeşitli mikrobiyomları barındırır ve *Streptococcus spp.* hakim durumdadır. Deri bölgeleri cildin lokal özelliklerine göre farklılık göstererek

Corynebacterium, *Propionibacterium* ve *Staphylococcus* tarafından kolonize edilir.

2. Arkeler, Virüsler, Mantarlar ve Diğer Ökaryotlar

Sağlıklı mikrobiyomun çalışması, diğer mikrobiyal alanlara daha az dikkat edilerek bakteriler için büyük ölçüde zenginleştirilmiştir. Bununla birlikte, insan mikrobiyomu arke, virüsler ve ökaryotlar içerir. Sağlıklı insan mikrobiyomunda, özellikle bağırsakta az sayıda arkeal cins tanımlanmıştır. *Methanobrevibacter* cinsinin türleri bağırsakta en yaygın olarak bulunan arkelerdir. Özellikle *Metanobrevibacter smithii*'nin insan bağırsağına iyi adapte olduğu ve diyet polisakkaritlerinin diğer mikroorganizmalar tarafından sindirimini optimize ettiği bulunmuştur. Arkeler, virüsler ve ökaryotlar için moleküler profillemeye teknikleri hala bakterilere göre daha az gelişmiş durumdadır.

İnsan vücudunda veya üzerinde bulunan en iyi bilinen ökaryotik mikroorganizmalar (esas olarak mantarlar ve protistalar) tipik olarak patojen olmasına rağmen, bu tür ökaryotların, özellikle *Candida*, *Malassezia* ve *Saccharomyces*' in sağlıklı popülasyonlarda bile yaygın olduğunu belirtilmektedir.

Bebeklik dönemi mikrobiyomunu etkileyen faktörler, sağlıklı bir mikrobiyomun önemli tetikleyicileridir. Mikrobiyal giriş ve kalıcılık, birçok unsurdan etkilenen yarı değişken bir süreçtir. Ancak yaşamın ilk birkaç yılından sonra sağlıklı bir yetişkin benzeri dizilim göstermektedir. *Bacteroides*, *Parabacteroides*, *Clostridium*, *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* ve *Faecalibacterium prausnitzii* gibi simbiyotlar için bebek bağırsak mikrobiyomunun zenginleştirilmesi, sağlıklı bir mikrobiyomun oluşumunu sağlar. Bu türler, sindirilemeyen karbonhidratlardan önemli bir enerji kaynağı olan kısa zincirli yağ asitlerinin (SCFA' lar) ana üreticileridir (Lloyd-Price ve ark 2016). SCFA' lar immünomodülatördür, yaygın patojenleri inhibe eder ve tümör baskılayıcı özelliklere sahip oldukları bildirilmiştir. Bağırsak mikrobiyomu, bağışıklık sistemi için ayrılmaz bir gerekliliktir ve yaşamın erken dönemlerinde bu yararlı cinslerin oluşturulması, bağışıklık toleransını teşvik ederek otoimmün hastalıkları hafifletebilir veya ortadan kaldırabilir.

FEKAL MİKROBİYOTA TRANSPLANTASYONU

İntestinal mikrobiyota transplantasyonu veya bilinen ismi ile fekal mikrobiyota transplantasyonu (FMT), tedavi amacıyla sağlıklı vericiden alınan gaitanın süspanse hale getirilerek alıcının sindirim sistemine nakledilmesi işlemidir (Borody ve Campbell 2012). FMT' nin etkili olduğu mekanizmanın, yararlı mikroorganizmaların ve mikrobiyom çeşitliliğinin artmasına ve normal floranın yenilenmesine bağlı olduğuna inanılmaktadır. Yararlı bağırsak mikroorganizmaları yalnızca bağırsak bariyerini korumada ve besinleri metabolize etmede rol oynamakla kalmaz aynı zamanda bu mikroorganizmalar yerel ve sistemik bağışıklık fonksiyonunu düzenlemeye yardımcı olmaktadır. FMT birkaç yüzyıl önce tanımlanmış olmasına rağmen, ancak son zamanlarda insanlarda ana tedavi yöntemi olarak kullanılmış ve diğer türlerdeki uygulamalar için önemli ölçüde uygulanabilir hale gelmiştir. İnsanlarda ve hayvanlarda, gastrointestinal hastalıklar açık ara en yaygın tedavi yöntemi olarak kabul edilmektedir (Niederwerder 2018).

Fekal transplantasyon (FT), ilk kez 1958'de Eiseman ve arkadaşları tarafından tedavide kullanılmıştır. Eiseman ve arkadaşları, sağlıklı bireylerden aldıkları fekal mikrobiyotayı dört psödomembranöz enterokolitli hastaya, transplante ederek günümüzde uygulanan FT' nin temelini atmışlardır (Seki ve Schnab 2012).

FMT uygulamasında öncelikle hasta için uygun donör seçimi yapılır. Bu seçim için belirli bir standart bulunmamaktadır. Yapılan eski çalışmalarda donörlerin genellikle hastanın birinci derece akrabalarından veya yakın akrabalarından seçildiği görülmektedir (Seki ve Schnabl 2012). Günümüzde ise genellikle FT donör adaylarının rutin olarak; kan biyokimya analizi, gaita mikroskopisi, gaita kültürü, gaitada parazit yumurtası, gaitada *Clostridium difficile* toksin A ve B aranması gibi tetkiklerinin yapılması önerilmektedir. Ayrıca donör adayları viral enfeksiyonlar, maligniteler konusunda da analiz edilmesi gerekmektedir. Bunların dışında donör adaylarının son üç ay içerisinde intestinal mikrobiyota kombinasyonunu bozabilecek tedaviler açısından (örn., antibiyotik tedavisi) dikkatli şekilde kontrol edilmesi önerilmektedir (Borody ve Campbell 2012). Hastalara FT' nin dört gün öncesinde antibiyotik kullanımı bırakmaları ve polietilen glikol bağırsak preparatı kullanmaları söylenmektedir. Kolon peristaltizmini azaltarak transplantasyon materyalinin kolon mukozasına daha çok temas etmesini sağlamak amacıyla FT' nin hemen sonrasında loperamid tedavisi uygulanmıştır (Yılmaz ve Altındış 2017). Tercihen fekal örnek altı saat içinde transplante edilmektedir. Süspansiyonun hazırlanmasında ise fekal örnek, tuzlu su ile ya da % 4 süt ile karıştırılarak bir çözelti hazırlanır. Yapılan bir çalışmada -20 °C' de dondurularak 1- 4 hafta saklanmış gaita örneklerinin

transplantasyonu ile de benzer sonuçlar alındığı belirtilmiştir (Aroniadis ve Brandt 2013). Transplante edilecek gaita miktarı, genellikle 50- 200 gram arasında kullanılmıştır. FT materyali, enema, kolonoskopi, nazogastrik/ duodenal sonda veya özofagogastroduodenoskopi yöntemi ile uygulanabilmektedir (Cammarota ve ark 2014). Tedavi prosedürleri incelendiğinde gastroskop veya nazojejunal tüp aracılığı ile yapılan infüzyonlarda etkinliğin daha düşük olduğu bunun dışında yakın bir donörden yapılan dışkı lavmanı transplantasyonlarında etkinliğin daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Yılmaz ve Altındış 2017). Sindirim sistemi hastalıkları dışında FT’ nin, otizmlı çocuklarda hem nörolojik hem de gastrointestinal semptomlarda başarılı sonuçlar ortaya koyduğu yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Çelebi ve Uygun 2013).

FT uygulanan çalışmalara bakıldığında 2 ile 90 yaş arası birçok olguda başarı ile uygulandığı görülmektedir. FT’ nin pediatrik ve geriatrik popülasyonda en sık uygulandığı durum psödomembranöz enterokolit iken, sindirim sistemi dışında da birçok hastalıkta kullanımı bulunmaktadır (Çelebi ve Uygun 2013). Tablo 1.’ de FMT’ nin genel olarak uygulandığı durumların uygulamasının endikasyon ve kontrendikasyonları verilmiştir.

Tablo 1. FMT Uygulamasının Endikasyon ve Kontrendikasyonları (Yılmaz ve Altındış 2017)

Endikasyonlar	Kontrendikasyonlar
<i>C. difficile</i> enfeksiyonu	İmmünsüpresif tedavi
İnflamatuvar bağırsak hastalığı	Homoseksüelite
İrritabl bağırsak sendromu	Sindirim sistemi maligniteleri
Kronik diyare	Kemoterapi/Radyoterapi
Kronik konstipasyon	Aktif HIV, HBV, HCV enfeksiyonu
Kronik kolon ülserleri/ Soliter	İV ilaç bağımlıları
rektal ülser	Dövme/ piercing yaptıran olgular
Obezite	Multipl cinsel partneri olanlar
Alkolik olmayan yağlı karaciğer	Homoseksüelite
hastalığı	

Kanserin gelişimi disbiozisin yarattığı DNA hasarı ve genetik değişiklikler ve kronik inflamasyonun meydana getirdiği proinflamatuvar durum ile ilişkilendirilmiştir. Mikrobiyotanın özellikle sindirim sistemi kanserlerinde önemli katkısı olduğu son yıllarda yapılan çalışmalarda ortaya

konmuştur. Multifaktoriyel bir süreç olan karsinogenezde mikrobiyotanın özellikle bakteriyel translokasyon ile inflamatuvar yolağı tetiklemesi, genotoksik etkisi, diyet bileşenleriyle etkileşime girerek metabolizmayı kontrol etmesi ortaya konmuştur. Yapılan bir çalışmada, mikroorganizmasız ortamda yetiştirilen germ-free sıçanların bilinen mikroorganizmalar ile kolonize edildiğinde kanser gelişimi konusunda önemli sonuçlar elde edilmiştir. Kolon kanserli hastaların taze dışkı örnekleri sağlıklı germ-free sıçanlara gavaj ile verildiğinde, sıçanlarda kanserin erken bir göstergesi olan hücre proliferasyonu ve insanlardaki adenomatöz polip benzeri aberrant kript odakları (ACF) meydana gelmiştir. Kanser tedavisi ve önlenmesinde probiyotik ve prebiyotik kullanımı, fekal transplantasyon, diyet uygulamaları, etkin ve zararsız kombine tedavilerin uygulanması için yeterli çalışmaların yapılması gerekmektedir (Aroniadis ve Brandt 2013). Kolon kanseri bakteri ilişkisi konusunda yapılan ilk çalışmalarda *Streptococcus bovis* ile arasında ilişki olduğu belirtilmiştir. Kolorektal kanser hastalarının %33- %100' ünde *S. bovis* saptandığı bildirilmiştir. Yeni yöntemlerinin gelişmesiyle *Bacteroides fragilis*, *Enterococcus faecalis*, *Clostridium septicum*, *Fusobacterium spp.* ve *Escherichia coli* gibi bakterilerin yanısıra *Peptostreptococcus*, *Prevotella*, *Parvimonas*, *Leptotrichia*, *Campylobacter* gibi etkenler de bulunmaktadır (Wiest ve Garcia-Tsao 2005). Mide kanseri etkenlerinden biri olan *Helicobacter pylori*' nin CagA (+) suşları inflamasyon yollarını aktive ederek ve reaktif oksijen ve nitrojen türevlerini serbestleyerek kolon kanseri gelişimine katkıda bulunmaktadır. Kanserden sorumlu tutulan bir diğer bakteri kolibaktin salgılayan *E. coli* adenomlu hastaların %62' sinde karsinomu olan hastaların %77' sinde mukozada bulunur ve çeşitli genleri exprese ederek DNA hasarı ve genomik instabiliteye yol açar. Bazı gram negatif bakterilerin de, azoxymethane' a maruz bırakılan sıçanlarda cytolethal distending toxin (CDT) aracılığıyla kolorektal kansere yol açtıkları gösterilmiştir (Tözün 2017).

Bağırsak mikrobiyomu, konakçı hayvan için önemli metabolik fonksiyonlar sağlar. Bakteriyel, viral ve parazitik gastrointestinal enfeksiyonların bir sonucu olarak bakteriyel disbiyoz, metabolizmayı, üretkenliği ve genel sağlığı olumsuz etkileyebilmektedir. Bağırsak mikrobiyomunun konakçı üzerindeki en belirgin özelliği ve işlevi, yem maddelerinden enerji ekstraksiyonu, vitaminler gibi temel yan ürünlerin üretimi, patojenik mikroorganizmalara karşı savunma ile lokal ve sistemik bağışıklık sistemi tepkilerinin modülasyonu ile ilgilidir. Bunların gerçekleşmesi için bireysel sindirim kapasitesinin mikrobiyom bileşimine bağlı olduğunu belirtmek gerekmektedir (Krajmalnik-Brown ve ark 2012, Turnbaugh ve ark 2006). İnsan gastrointestinal mikrobiyomunun bileşimi, fare mikrobiyomunun bileşimine benzer. *Bacteroidetes* ve *Firmicutes* filumu, mikrobiyomun %10' unu veya daha azını içeren diğer filumlarla birlikte genellikle bağırsakta baskın durumdadır. *Bacteroidetes* filumuna ait bakteriler konakçıya sindirilemeyen yem maddelerinin fermantasyonu yoluyla diyetten enerji sağlanmasından

karakteristik olarak sorumludur. İnsanlarda bu bakteriler genellikle distal bağırsaklarda ve polisakkaritlerin sindirimi sonucunda bulunur. Diyet lif açısından zengin olduğunda, günlük kaloringin % 10' una kadar kısa zincirli yağ asitleri (SCFAlar) üretimi sağlanmaktadır. Bunun aksine, geviş getiren hayvanlarda, bu filuma ait bakteriler ön midelerdeki nispi yoğunluğun % 90' dan fazlasını oluşturur, çünkü sindirimin birincil yöntemi bitki bazlı diyetlerin fermentasyonudur (Magne ve ark 2020). Mikrobiyota, yağ dokusundan yağ asidi alımı yoluyla lipid metabolizmasını etkilediğinden, iki ana gastrointestinal bakteriyel filum ve enerji alım metabolizması arasında pozitif bir ilişki gösterilmiştir. Araştırmacılar, fareleri kullanarak, yüksek konsantrasyonda *Firmicutes*'e sahip hayvanların, yem maddelerinden enerji elde etme kapasitesinde artış gösterdiklerini, buna karşılık karbonhidrat veya yağ bakımından sınırlı bir diyet sunulan farelerin, *Bacteroidetes* filumuna ait bakteri yoğunluğunun arttığını gösterdiğini bildirmişlerdir (Stockler 2021). Backhed ve ark. (2004), mikroorganizmasız ve geleneksel olarak yetiştirilmiş farelerin doğumdan yetişkinliğe kadar bağırsak mikrobiyotasını incelemişlerdir. Sonuçlar, geleneksel olarak büyütülen farelerin, mikroorganizmasız gruba kıyasla daha yüksek vücut yağ yüzdesi ile daha fazla yağ dokusu sunduğunu göstermiştir. Ayrıca araştırmacılar, geleneksel olarak büyütülmüş farelerin sekum içeriklerini yetişkin, mikroorganizmasız farelere nakletmiş ve 2 haftalık bir süre içinde mikroorganizmasız farelerin vücut yağında %50' den fazla bir artış olduğunu bildirmişlerdir (Bäckhed ve ark 2004). Başka bir çalışmada fareler üzerinde çalışma yapan Ley ve ark. (2005) zayıf fareleri ve genetik olarak obez fareleri incelemişlerdir. Çalışmada, *Bacteroidetes*lerde %50' lik bir azalma ve *Firmicutes* yoğunluğunda bir artış tespit etmişlerdir. Bu önemli değişikliklerin, enerji ve besinlerin taşınması ile ilişkili çeşitli metabolik ve sindirim mekanizmalarını büyük ölçüde etkilediği gösterilmiştir (Ley ve ark 2005). Mikrobiyomun anormal hücre proliferasyonu (neoplazi) üzerindeki etkisi ve hücrelerin hasarlı mukozal bariyerleri onarma kapasitesini değiştirme yeteneği oldukça açık ifade edilmiştir (Pull ve ark 2005). Farelerde, bakteriyel kolonizasyonun mukozal bağışıklık tepkisinin ve hücre fonksiyonunun bir modülatörü olduğu bilindiğinden, bağırsak epitel hücreleri, mikroorganizmasız farelerde kolonize farelere göre daha yavaş yeni hücre değişimi tespit edilmiştir (Ley ve ark 2005). Karbonhidratların ve kompleks bitki materyallerinin parçalanması, ön midelerden bağırsak yolu boyunca uzanan besin emilimi ile rumende başlar. Diğer türlerde olduğu gibi, *Bacteroidetes* ve *Firmicutes*, bağırsakların koruyucu mukozal tabakasının münislerine veya kondroitin sülfatlarına bağlı partiküller de dahil olmak üzere, bitki duvar bileşiklerini ve konakçıdan türetilen karbonhidratları parçalamada kritik bir role sahip birincil metabolik olarak aktif bakteriler arasındadır. *Bacteroidetes* ve *Firmicutes* oranındaki değişikliklerin, diyetten enerji alımını ve domuzlarda, farelerde ve insanlarda obezite gelişimine katkıda bulunan enerji harcamasını etkilediği gösterilmiştir (Krajmalnik-Brown ve ark 2012). Bağırsak mikrobiyotası, belirli bakteri

toplulukları tarafından üretilen substratların mevcudiyetini azaltarak konakçıyı patojenik bakterilerden korumaktadır (Hooper ve Gordon 2001). Mikrobiyotanın, adipositlerdeki lipoprotein lipaz aktivitesinin inhibisyonunu baskılayarak lipid metabolizmasını olumlu yönde etkilediği de gösterilmiştir. Ayrıca sağlıklı bir metabolom sağlamak için, kommensal organizmalar genel olarak serumdaki piruvik asit, sitrik asit, fumarik asit ve malik asit konsantrasyonlarını arttırmaktan sorumludur ve bu artışın daha yüksek enerji metabolizmasının göstergeleri olduğu bilinmektedir (Velagapudi ve ark 2010). *Firmicutes*’ e ait belirli bakteriler, düşük konsantrasyonlarda epitel bariyer fonksiyonunu artıran butirat üretebilirken, *Bacteroidetes* filumuna ait bakteriler genellikle laktat ve kısa zincirli yağ asitlerinin (SCFA) üretiminden sorumludur (Stockler 2021). Spesifik olarak, *Bacteroides* cinsinin üyeleri, karbonhidrat metabolizmasına katılan baskın organizmalardır. Bu tip bakteriler, glikozil transferazlar, glikozit hidrolazlar ve polisakkarit liyazlar gibi enzimleri eksprese etme kabiliyeti nedeniyle bu işlevi yerine getirmektedirler (Hooper ve Gordon 2001).

Ruminantlarda, fermantasyonun bir yan ürünü olarak uçucu yağ asitlerinin (VFA) üretimi, yalnızca mikrobiyal büyüme için enerji mevcudiyetini sağlamak için değil, aynı zamanda glikoneojenez ve lipid metabolizması için gerekli olan substratları sağlamak için de önemlidir. Azot içeren bileşiklerin mikrobiyal metabolizması, kas ve süt gibi protein üretimi için bir amino asit kaynağında kullanılan mikrobiyal protein sentezi için gerekmektedir (McCann ve ark 2017). VFAlara ek olarak, karbondioksit ve hidrojen de fermantasyonun yan ürünleri olarak üretilir ve metanojenler ve asetojenik mikroorganizmalar tarafından sırasıyla metan gazı ve asetat sentezlemek için enerji kaynağı olarak kullanılırlar (Morgavi ve ark 2010). Ruminantlarda GIT’ in farklı yerlerindeki bakteri çeşitliliği önemlidir, bu nedenle in vivo olarak mikrobiyomu belirlemek ve bunların spesifik metabolik süreçlerle ilişkilerini daha fazla incelemek, fonksiyonel önemi ve bunların GIT homeostazındaki rolünü tam olarak anlamak için gereklidir (Stockler 2021).

SIĞIRLARDA GASTROİNTESTİNAL MİKROBİYOM ÇALIŞMALARI

Siğirlarda görülen enterik hastalıkların, siğir solunum yolu hastalıklarının yanı sıra, yem tüketimindeki azalmaya, yavaş kilo artışına, süt siğirlerinde süt üretiminde azalmaya ve genç hayvanlarda ciddi ekonomik kayıplara neden olan yavru ölümlerine neden olan en büyük etmenlerden biri olduğu bilinmektedir. Siğir eti üreticileri ile birlikte yapılan çalışmalarda, 3 haftalıktan küçük buzağılarda, 3 haftalıktan büyük buzağılarda ve üreme çağındaki siğirlarda toplam ölüm oranının sırasıyla % 16, % 18 ve % 2' sinin sindirim sistemi hastalığı ile ilgili olduğu bildirilmiştir (Firkins ve Yu 2015). Siğirlarda GIT mikrobiyomu ise henüz tam olarak anlaşılamamıştır. Rumen ve fekal mikrobiyomun karakterizasyonu ve bunun siğir sağlığı ve üretimi üzerindeki etkisi daha önce araştırılmış olsa da, çalışmaların çoğu sadece ölüm sonrası izole edilen intralüminal numuneleri incelemiştir (Stockler 2021).

Mikrobiyal fermentasyon, yem maddesini bozmakta ve kısa zincirli uçucu yağ asitleri, karbondioksit, metan ve amonyak gibi son ürünlerin üretilmesine sebep olmaktadır. Metabolik enerji, mikrobiyal büyüme ve diğer işlevler için gerekli olan hücresel bileşenlerin sentezinde kullanılırken, uçucu yağ asitleri büyük ölçüde emilir ve konakçı tarafından ana enerji kaynağı olarak kullanılır (Arık ve ark 2024). Bu fermentasyon ürünleri, süt üretimi ve kalitesi gibi konakçının fizyolojik parametreleri üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir (Hurtaud ve ark 1993). Rumen mikrobiyotasının aksine, kalın bağırsak mikrobiyotasının temel rolleri ve geviş getirenlerin sağlığına ve üretimine katkısı tam olarak anlaşılamamıştır.

1. Yem Verimliliği ve Kalın Bağırsak

Bakteriler, siğirların kalın bağırsak sindiriminde (sekum, kolon, rektum) 10^{12} - 10^{14} hücre/ ml seviyelerinde bulunur. Kalın bağırsakta mikrobiyal fermentasyon, geviş getiren hayvanlarda % 30 ' a varan selüloz ve hemiselüloz indirgemesinden sorumlu olmaktadır. Kalın bağırsak bölmelerindeki daha düşük diyet enerjisi üretimi, rumene kıyasla arka bağırsak bölmelerinde sindirimin azaltılmış tutma süresinin yanı sıra sekum ve kolona giren substratların rumendeki mikrobiyal ve ince bağırsaktaki enzimler tarafından kısmen sindirilmiş olması gibi faktörlerin bir kombinasyonundan kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte, kalın bağırsaktan elde edilen diyet enerjisi, siğirlarda enerji mevcudiyetine önemli bir katkıda bulunur ve kalın bağırsak fermentasyonu, rumen tam olarak gelişmeden önce, buzağı için yaşamın ilk günleri ve haftalarında oldukça önemlidir.

2. Kalın Bağırsak Mikrobiyomunun Bağırsak Sağlığına Katkısı

Rumenden farklı olarak, kalın bağırsak bölgeleri, fiziksel (mukozal/epitel tabakaları) ve kimyasal (antimikrobiyal peptidler, salgılayıcı IgA) bariyerlerinin yanı sıra model tanıma reseptörleri (örn., toll benzeri reseptörler, TLRler) ve konakçı savunmasına katkıda bulunan çok çeşitli bağışıklık hücreleri içeren mukozal bağışıklık sistemi ile bağışıklık fonksiyonu açısından oldukça aktiftir. Bu bağlamda, erken yaşam buzağı yönetiminin bir parçası olarak başlangıç beslemesi hem bakteriyel çeşitliliği hem de kalın bağırsaktaki konakçı mukozal immün tepkisinin etkinliği ile ilgili genlerin (TLR10 ve TLR2) ekspresyonunu etkilemektedir. *Lactobacillus* baskın buzağuların ileal dokusundan türetilen fonksiyonel metagenomik profiller üzerine yapılan bir çalışma, lökosit ve lenfosit kemotaksisi ve sitokin / kemokin aracılı sinyal yolu ile ilgili genlerin ekspresyonunun arttığını göstermiştir. Bu çalışma süt buzağularında bağışıklık sistemi gelişiminde kalın bağırsak mikrobiyotasının önemini ortaya koymaktadır ve bu durum beslenme manipülasyon stratejileri yoluyla yenidoğan buzağuların sağlığını iyileştirmenin temelini oluşturabileceği ifade edilmiştir. Başka bir çalışmada, hızlı sindirilebilir karbonhidratların fermantasyon için kalın bağırsağa ulaştığında ortaya çıkan kalın bağırsak asidozunun başlangıcı ele alınmıştır. Kısa zincirli yağ asitleri gibi asidik fermantasyon ürünlerinin birikmesinin lümen pH' sını düşürdüğünden, bunun da mikrobiyal kompozisyonda değişikliklere ve bağırsak epitelinde hasara yol açarak hayvan üretkenliği ve sağlığı üzerinde zararlı etkilere yol açtığı ifade edilmiştir. Rumen mikroorganizmaları ve asidoz arasındaki ilişki kesinleşmiş olsa da geviş getiren hayvanlarda kalın bağırsak asidozu ile kalın bağırsak mikrobiyotasındaki değişiklikler arasındaki ilişkiler henüz tam olarak anlaşılamamıştır.

Bir süt ineğinin verimi büyük ölçüde metabolik sağlık durumuna bağlıdır. Yapılan epidemiyolojik çalışmalar, süt ineklerinde plazma metabolitlerinin profilinde sindirim bozuklukları ve karışıklıkların yaygın olduğunu göstermektedir. Yağlı karaciğer sendromu, ketozis, süt humması, mastitis, metritis, abomasum deplasmanı ve yatalak inek sendromu gibi önemli hastalıklar, çoğu süt ürünleri üretiminin karlılığında önemli bir düşüşe neden olmaktadır. Bazı alanlarda önemli ilerleme kaydedilmesine rağmen, metabolik hastalıkların görülme sıklığı hala yüksektir (Goff 2006). Bir sürüdeki iki süt ineğinden biri, özellikle doğum sonrası dönemde bir veya birden fazla metabolik hastalıktan etkilenmektedir. Metabolik hastalıkların çoğu, belirli bir metabolitin varlığı ile ilişkilendirilmiştir (Ingvarsen 2006).

Örneğin süt humması oluşumu, kalsiyum homeostazının bozulmasına bağlanmıştır. Yağlı karaciğer ise peripartum sırasında negatif enerji dengesinin (NEB) bozulması ve yağ dokusundan esterleşmemiş yağ asitlerinin (NEFA) salınımının artması ve ardından karaciğerde trigliseridler

(TG) şeklinde depolanması ile açıklanmıştır. Ketozis, mitokondride NEFA' nın oksidasyonunun bir sonucu olarak, karaciğer hepatositlerinden keton cisimlerinin salınımının artmasıyla ilişkilendirilmiştir. Rumen asidozu, karbonhidrat bakımından zengin diyetlerin hızlı sindirimi ve rumen sıvısında laktat ve uçucu yağ asitlerinin (VFA) oluşması ile meydana gelmektedir. Yatalak inek sendromu, meme ödemi, abomasum deplasmanı veya laminit gibi bazı metabolik hastalıklar belirli bir metabolitin bozulmasına bağlı değildir ve etiyojileri hakkında henüz belirli bir değişkenin olup olmaması kesin olarak ifade edilmemiştir (Ametaj ve ark 2010).

Beslenme ve enflamatuvar durumlarını birbirine bağlayan yeni bir disiplinlerarası yaklaşım olan “beslenme immünolojisi”, diyet ile gastrointestinal sistemi barındıran mikrobiyota ve metabolik hastalıkların gelişiminde konakçı ve mikrobiyota arasındaki güçlü ilişkiyi incelemektedir (Cani ve Delzenne 2009).

3. Yüksek Tahıllı Diyetler ve Mikrobiyota

Birçok araştırmacı, süt ineklerini yüksek tahıllı diyetlerle beslemenin, rumen asidozu, laminitis, yağlı karaciğer, karaciğer apseleri ve abomasum deplasmanı gibi metabolik hastalıkların yüksek insidansı ile ilişkili olduğunu belirtmiştir. Hem insan hem de hayvanlarda yapılan çalışmalar, kolay elde edilebilen karbonhidratlar açısından zengin beslemenin, daha fazla metabolik hastalık insidansı ile bağlantılı olarak, gastrointestinal sistem mikrobiyotasının bileşiminde büyük değişikliklere neden olduğunu göstermektedir. Son zamanlarda yapılan araştırmalar, doğuma yakın orta derecede enerji veren yemlerle fazla beslenen süt ineklerinin doğum sonrası daha fazla yağlı karaciğer sendromu ve ketozis insidansı yaşadıklarını ve bu olaydan önce bir akut faz tepkisinin aktivasyonunun gerçekleştiğini göstermiştir. Yapılan çalışmalarda, süt ineklerinde tahıl veya yem peleti bazlı bir diyet ile beslemenin subakut rumen asidozunu (SARA) indüklediği belirlenmiştir. Tahıl kaynaklı SARA' ya rumen sıvısında *Streptococcus bovis* ve *Escherichia coli* suşlarının eşlik ettiği, hafif tanecikli SARA' da ise başka bir Gram-negatif bakteri olan *Megasphaera elsdenii* nin hakim olduğu belirtilmiştir.

KAYNAKÇA

- Ametaj BN, Zebeli Q, Iqbal S, 2010. Nutrition, microbiota, and endotoxin-related diseases in dairy cows. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 433-444.
- Amin, N., & Seifert, J. (2021). Dynamic progression of the calf's microbiome and its influence on host health. *Computational and structural biotechnology journal*, 19, 989.
- Arik, H. D., Inanc, Z. S., Kahraman, O., Damar, S., Akkaya, AB., 2024. Effects of quebracho tannin supplementation in early lactation dairy cow rations on milk yield parameters, rumen fermentation, digestibility and blood parameters. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 33(3), 321-330.
- Aroniadis OC, Brandt LJ, 2013. Fecal microbiota transplantation: past, present and future. *Curr Opin Gastroenterol*; 29: 79-84
- Bäckhed F, Ding H, Wang T, Hooper LV, Koh GY, Nagy A, Gordon, JI. 2004. The gut microbiota as an environmental factor that regulates fat storage. *Proceedings of the national academy of sciences*, 101(44), 15718-15723.
- Borody TJ, Campbell J, 2012. Fecal microbiota transplantation: techniques, applications, and issues. *Gastroenterol Clin North Am*; 41: 781-803.
- Cani PD, ve Delzenne NM, 2009. Bağırsak mikrobiyotasının enerji metabolizması ve metabolik hastalıktaki rolü. *Mevcut farmasötik tasarım*, 15 (13), 1546-1558.
- Çelebi G, Uygun A, 2013. İntestinal mikrobiyota ve fekal transplantasyon. *Güncel Gastroenterol Derg*; 17: 148-157.
- Falony G, Joossens M, Vieira-Silva S, Wang J, Darzi Y, Faust K, Raes J. 2016. Population-level analysis of gut microbiome variation. *Science*, 352(6285), 560-564.
- Firkins JL, Yu Z, 2015. Ruminant nutrition symposium: how to use data on the rumen microbiome to improve our understanding of ruminant nutrition. *Journal of animal science*, 93(4), 1450-1470.
- Gevers D, Knight R, Petrosino JF, Huang K, McGuire AL, Birren BW, Huttenhower C, 2012. The Human Microbiome Project: a community resource for the healthy human microbiome. *PLoS Biol*, 10(8), e1001377.
- Goff JP, 2006. Major advances in our understanding of nutritional influences on bovine health. *Journal of dairy science*, 89(4), 1292-1301.
- Gregor MF, Hotamisligil GS, 2011. Inflammatory mechanisms in obesity. *Annual review of immunology*, 29, 415-445.
- Hooper LV, Gordon JI, 2001. Commensal host-bacterial relationships in the gut. *Science*, 292(5519), 1115-1118.
- Hooper LV, Littman DR, Macpherson AJ, 2012. Interactions between the microbiota and the immune system. *Science* 336, 1268–1273.
- Hurtaud C, Rulquin H, Verite R, 1993. Effect of infused volatile fatty acids and caseinate on milk composition and coagulation in dairy cows. *Journal of dairy science*, 76(10), 3011-3020.
- Ingvartsen KL, 2006. Feeding-and management-related diseases in the transition cow: Physiological adaptations around calving and strategies to reduce feeding-related diseases. *Animal feed science and technology*, 126(3-4), 175-213.
- Johansson ME, Larsson JMH, Hansson GC, 2011. The two mucus layers of colon are organized by the MUC2 mucin, whereas the outer layer is a legislator of host-microbial interactions. *Proceedings of the national academy of sciences*, 108(Supplement 1), 4659-4665.

- Johansson ME, Phillipson M, Petersson J, Velcich A, Holm L, Hansson GC 2008. The inner of the two Muc2 mucin-dependent mucus layers in colon is devoid of bacteria. *Proceedings of the national academy of sciences*, 105(39), 15064-15069.
- Kahraman, O., İnal, F., Alataş, M. S., İnanç, Z. S., Damar, S., Ahmed, I., Çalikoğlu, T, 2025. Substitution of Poultry Fat with Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Larvae Fat in Dog Diets: Effects on Digestibility, Palatability, Peroxidation of Dry Food, Immunity, Blood Biochemistry, and Faecal Characteristics of Adult Dogs. *Veterinary Sciences*, 12(4), 311.
- Kalip K, Atak N, 2018. Bağırsak mikrobiyotası ve sağlık. *Turkish Journal of Public Health*, 16(1), 58.
- Kara, K., Kahraman, O., İnal, F., İnanç, Z. S., Yılmaz Öztaş, S., Alataş, M. S., Ahmed, I, 2025. Digestion, faeces microbiome, and selected blood parameters in dogs fed extruded food containing Black soldier fly (*Hermetia illucens*) meal. *Italian Journal of Animal Science*, 24(1), 466-483.
- Korkut E, Özden A, 2012. Fekal Transplantasyon. *Güncel Gastroenterol Derg*; 16: 143-146
- Krajmalnik-Brown R, Ilhan ZE, Kang DW, DiBaise JK, 2012. Effects of gut microbes on nutrient absorption and energy regulation. *Nutrition in clinical practice*, 27(2), 201-214.
- Lederberg J, 2000. Infectious history. *Science*, 288(5464), 287-293.
- Ley RE, Bäckhed F, Turnbaugh P, Lozupone CA, Knight RD, Gordon JI, 2005. Obesity alters gut microbial ecology. *Proceedings of the national academy of sciences*, 102(31), 11070-11075.
- Lloyd-Price J, Abu-Ali G, Huttenhower C, 2016. The healthy human microbiome. *Genome medicine*, 8(1), 1-11.
- Magne, F., Gotteland, M., Gauthier, L., Zazueta, A., Pesoa, S., Navarrete, P., & Balamurugan, R. (2020). The Firmicutes/Bacteroidetes ratio: a relevant marker of gut dysbiosis in obese patients?. *Nutrients*, 12(5), 1474.
- McCann JC, Elolimy AA, Loor JJ, 2017. Rumen microbiome, probiotics, and fermentation additives. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 33(3), 539-553.
- McFall-Ngai M, 2007. Adaptive immunity: care for the community. *Nature* 445, 153
- Morgavi DP, Forano E, Martin C, Newbold CJ, 2010. Microbial ecosystem and methanogenesis in ruminants. *animal*, 4(7), 1024-1036.
- Moszak M, Szulińska M, Bogdański P, 2020. You are what you eat—The relationship between diet, microbiota, and metabolic disorders—A review. *Nutrients*, 12(4), 1096.
- Niederwerder, M. C. (2018). Fecal microbiota transplantation as a tool to treat and reduce susceptibility to disease in animals. *Veterinary immunology and immunopathology*, 206, 65-72.
- Ochoa-Repáraz J, Kasper LH, 2016. The second brain: is the gut microbiota a link between obesity and central nervous system disorders?. *Current obesity reports*, 5(1), 51-64.
- Palacios T, Vitetta L, Coulson S, Madigan CD, Denyer GS, Caterson ID, 2017. The effect of a novel probiotic on metabolic biomarkers in adults with prediabetes and recently diagnosed type 2 diabetes mellitus: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 18(1), 1-8.

- Pull SL, Doherty JM, Mills JC, Gordon JI, Stappenbeck TS, 2005. Activated macrophages are an adaptive element of the colonic epithelial progenitor niche necessary for regenerative responses to injury. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(1), 99-104.
- Qin J, Li R, Raes J, Arumugam M, Burgdorf KS, Manichanh C, Wang J, 2010. A human gut microbial gene catalogue established by metagenomic sequencing. *nature*, 464(7285), 59-65.
- Rooks, M. G., & Garrett, W. S. (2016). Gut microbiota, metabolites and host immunity. *Nature reviews immunology*, 16(6), 341-352.
- Seki E, Schnabl B, 2012. Role of innate immunity and the microbiota in liver fibrosis: crosstalk between the liver and gut. *J Physiol*; 590: 447-458.
- Sina C, Lipinski S, Gavrilova O, Aden K, Rehman A, Till A, Rosenstiel P, 2013. Extracellular cathepsin K exerts antimicrobial activity and is protective against chronic intestinal inflammation in mice. *Gut*, 62(4), 520-530.
- Sjögren K, Engdahl C, Henning P, Lerner UH, Tremaroli V, Lagerquist MK, Ohlsson C, 2012. The gut microbiota regulates bone mass in mice. *Journal of bone and mineral research*, 27(6), 1357-1367.
- Sommer F, Bäckhed F, 2013. The gut microbiota—masters of host development and physiology. *Nature reviews microbiology*, 11(4), 227-238.
- Sommer F, Bäckhed F, 2016. Know your neighbor: Microbiota and host epithelial cells interact locally to control intestinal function and physiology. *Bioessays*, 38(5), 455-464.
- Sonnenburg J, Sonnenburg E, 2015. Gut feelings—The “second brain” in our gastrointestinal systems. *Scientific American*, 313, 24-27.
- Stockler R, 2021. Taxonomic Profiling of the Lumen and Epimural Surface of the Duodenum, Rumen and Ileum Using a Cannulated Bovine Model.
- Swidsinski A, Loening-Baucke V, Lochs H, Hale LP, 2005. Spatial organization of bacterial flora in normal and inflamed intestine: a fluorescence in situ hybridization study in mice. *World journal of gastroenterology: WJG*, 11(8), 1131.
- Tözün N, 2017. Mikrobiyota ve kanser: tehlikeli ilişkiler. Tüba-mikrobiyota ve insan sağlığı sempozyumu raporu, p. 70-76, Ankara.
- Turnbaugh PJ, Ley RE, Mahowald MA, Magrini V, Mardis ER, Gordon JI, 2006. An obesity-associated gut microbiome with increased capacity for energy harvest. *nature*, 444(7122), 1027-1031.
- Velagapudi VR, Hezaveh R, Reigstad CS, Gopalacharyulu P, Yetukuri L, Islam S, Bäckhed F, 2010. The gut microbiota modulates host energy and lipid metabolism in mice. *Journal of lipid research*, 51(5), 1101-1112.
- Wasielwski H, Alcock J, Aktipis A, 2016. Resource conflict and cooperation between human host and gut microbiota: implications for nutrition and health. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1372(1), 20-28.
- Wiest R, Garcia-Tsao G, 2005. Bacterial translocation (BT) in cirrhosis. *Hepatology*;41:422-433
- Yılmaz K, Altındış M 2017. Sindirim sistemi mikrobiyotasi ve fekal transplantasyon. *Nobel Medicus*, 13(1), 9-15.

Veteriner Hekimliği Eğitiminde 3D Modellerin Öğrenciler İçin Pratik Kullanım Alanları

Şükrü Hakan ATALGIN¹

Mehmet CAN²

- 1- Prof. Dr.; Balıkesir Üniversitesi Veteriner Fakültesi Temel Bilimler Bölümü.
sukruhakan@balikesir.edu.tr ORCID No: 0000-0001-9436-6270
- 2- Prof. Dr.; Balıkesir Üniversitesi Veteriner Fakültesi Temel Bilimler Bölümü.
mehmetcan@balikesir.edu.tr ORCID No: 0000-0001-9409-026X

ÖZET

Bu kitap bölümü, veteriner hekimliği eğitiminde 3D yazıcı teknolojisinin öğrenciler için pratik kullanım alanlarını incelemektedir. Geleneksel öğretim yöntemlerinin sınırlamaları, kadavra bulma zorlukları ve etik sorunlar gibi engeller, 3D yazıcıların eğitimdeki önemini artırmaktadır. 3D yazıcılar, gerçekçi hayvan anatomisi modelleri üretme, cerrahi simülasyonlar için organ prototipleri hazırlama ve nadir patolojik vakaların eğitim materyali olarak kullanılmasını sağlamaktadır.

Bölüm, 3D yazıcı teknolojisinin temel ilkelerini, çalışma prensiplerini ve malzeme çeşitlerini açıklayarak başlamakta, ardından sağlık bilimlerinde ve veteriner eğitiminde kullanım örneklerine değinmektedir. 3D baskı, anatomi, cerrahi, ortopedi eğitiminde önemli avantajlar sunmakta; etik sorunları azaltmakta ve öğrencilerin pratik becerilerini geliştirmektedir. Ayrıca, öğrencilerin 3D modellerle çalışma deneyimlerinin olumlu etkileri ve gelecekteki potansiyel gelişmeler de ele alınmaktadır.

Anahtar Kelimeler – 3D yazıcı teknolojisi, veteriner hekimliği eğitimi, pratik eğitim, anatomik modeller

GİRİŞ

Veteriner hekimliği eğitimi, teorik bilgilerin yanında yoğun pratik uygulamaları da içeren disiplinler arası bir alan olarak tanımlanır. Öğrencilerin mesleki yeterlilik kazanabilmeleri için anatomi, cerrahi, doğum ve jinekoloji, farmakoloji, ortopedi ve patoloji gibi pek çok farklı alanda hem teorik hem de pratik bilgi edinmeleri gerekmektedir. Ancak, geleneksel öğretim yöntemleri çoğu zaman bazı kısıtlamalarla karşı karşıya kalmaktadır. Özellikle kadavra bulma güçlükleri, etik sorunlar, yüksek maliyetler, lojistik engeller ve zaman kısıtlamaları, öğrencilere yeterli düzeyde pratik eğitim verilmesini zorlaştırmaktadır.

Bu noktada, teknolojik gelişmelerin sunduğu yeni çözümler devreye girmektedir. Üç boyutlu (3D) yazıcı teknolojisi, sağlık bilimlerinde olduğu gibi veteriner hekimliği eğitiminde de giderek artan bir ilgi görmektedir. Bu teknoloji sayesinde hayvan anatomisine uygun gerçekçi modeller üretmek, cerrahi simülasyonlarda kullanılacak organ prototipleri hazırlamak ve hatta nadir görülen patolojik vakaları çoğaltarak öğrencilerin eğitime kazandırmak mümkün hale gelmektedir.

Bu kitap bölümünde, veteriner hekimliği eğitiminde 3D yazıcılarla üretilen modellerin öğrenciler için pratik alanda nasıl kullanıldığı incelenecektir. Öncelikle teknolojinin gelişimi ve eğitimdeki yeri açıklanacak, ardından veterinerlik özelinde kullanım örnekleri tartışılacak ve

son olarak avantajlar, dezavantajlar ve geleceğe yönelik öneriler ele alınacaktır.

LİTERATÜR TARAMASI

Sağlık Bilimlerinde 3D Yazıcıların Kullanımı

Son on yıl içerisinde 3D yazıcı teknolojisi tıp alanında önemli bir yer edinmiştir. Özellikle anatomi eğitiminde organ modelleri, ortopedide kemik replika üretimi, diş hekimliğinde protez tasarımı ve cerrahi planlamada hasta-spesifik modeller ön plana çıkmıştır. Literatürde birçok çalışmada 3D yazıcıların, öğrencilerin öğrenme motivasyonunu artırdığı ve pratik becerilerin geliştirilmesine katkıda bulunduğu vurgulanmaktadır (Ventola, 2014; Mitsouras vd., 2015).

Veteriner Eğitiminde 3D Yazıcıların Yeri

Veteriner hekimliği alanında 3D yazıcı kullanımı daha yeni olmakla birlikte, giderek artmaktadır. Köpek ve kedilerde kardiyak anatomiye göstermek amacıyla kalp modelleri, atlarda eklem yapılarının anlaşılabilmesi için kemik prototipleri, ineklerde doğum mekanizmasının öğretilmesine yönelik pelvis modelleri üretilmiştir. Bu tür uygulamalar, kadavra teminindeki zorlukları aşmak ve öğrencilerin tekrar edilebilir eğitim materyallerine erişimini kolaylaştırmak açısından büyük önem taşımaktadır (Garcia vd., 2018).

Simülasyon Eğitiminde Yeni Yaklaşımlar

Veteriner eğitiminde simülasyon, öğrencilere gerçek hayvanlar üzerinde işlem yapmadan önce beceri kazandırmayı hedefler. Geleneksel simülatörler genellikle silikon, plastik veya kauçuktan üretilmekteydi. Ancak bu materyaller gerçek anatomik yapıyı sınırlı düzeyde yansıtabiliyordu. 3D yazıcılarla üretilen modeller ise, CT veya MRI verilerinden alınan görüntülerden üretilbildiği için birebir anatomik doğruluk sağlayabilmektedir.

3D YAZICI TEKNOLOJİSİNİN TEMEL İLKELERİ

3D yazıcı teknolojisi, son yıllarda üretim süreçlerinde devrim yapan bir yenilik olarak öne çıkmaktadır. Bu teknoloji, dijital modellerin fiziksel nesnelere dönüştürülmesini sağlar ve birçok endüstride, özellikle mühendislik, mimarlık, sağlık ve üretim alanlarında geniş bir uygulama yelpazesi bulur. Bu bölümde, 3D yazıcı teknolojisinin temel ilkeleri, çalışma prensipleri, malzeme çeşitleri ve uygulama alanları ele alınacaktır.

3D Yazıcı Teknolojisinin Tanımı

3D yazıcılar, dijital bir modelin katman katman inşa edilerek fiziksel bir nesneye dönüştürülmesini sağlayan cihazlardır. Bu süreç, "eklemeli üretim" (additive manufacturing) olarak adlandırılır ve geleneksel üretim yöntemlerinin tersine, malzemenin eklenmesi ile nesnenin oluşturulmasını içerir. 3D yazıcılar, CAD (Computer-Aided Design) yazılımları kullanılarak oluşturulan 3D modelleri alır ve bu modelleri fiziksel nesnelere dönüştürür. Bu teknoloji, hızlı prototipleme, özelleştirilmiş üretim ve karmaşık geometrilerin oluşturulmasında önemli avantajlar sunar (Gibson vd., 2015).

Çalışma Prensipleri

3D yazıcılar, temel olarak üç ana aşamada çalışır: modelleme, kesim ve yazdırma. Her bir aşama, yazdırılacak nesnenin kalitesini ve doğruluğunu etkileyen kritik adımlardır.

- **Modelleme**

Modelleme aşaması, 3D yazıcıda üretilecek nesnenin dijital tasarımının oluşturulması ile başlar. Bu tasarım, CAD yazılımı kullanılarak yapılır ve STL (Stereolithography) formatında kaydedilir. STL dosyası, nesnenin yüzey geometrisini tanımlayan üçgenlerden oluşur (Schmidt vd., 2017). CAD yazılımları, tasarımcıların karmaşık geometrileri ve detayları kolayca oluşturmalarına olanak tanır. Bu aşamada, tasarımın işlevselliği ve estetiği göz önünde bulundurularak, nesnenin boyutları ve özellikleri belirlenir.

- **Kesim**

Kesim aşaması, 3D modelin katmanlara ayrılması sürecidir. Bu işlem, bir dilimleme yazılımı (slicer) kullanılarak gerçekleştirilir. Dilimleme yazılımı, 3D modelin her bir katmanını hesaplar ve yazıcıya hangi hareketlerin yapılması gerektiğini belirtir. Bu aşamada, yazıcının ayarları, malzeme türü ve yazdırma hızı gibi parametreler de belirlenir (Böhle vd., 2019). Kesim işlemi, yazıcının katman kalınlığını, dolgu oranını ve destek yapılarının gerekliliğini belirleyerek, yazdırma sürecinin verimliliğini artırır.

- **Yazdırma**

Yazdırma aşaması, kesilmiş verilerin 3D yazıcıya gönderilmesi ile başlar. Yazıcı, malzemeyi katmanlar halinde ekleyerek nesneyi inşa eder. Bu süreç, FDM (Fused Deposition Modeling), SLA (Stereolithography Apparatus) veya SLS (Selective Laser Sintering) gibi farklı yazdırma

yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilebilir (Kumar vd., 2020). Her bir yazdırma yöntemi, malzeme özelliklerine ve istenen sonuca göre farklı avantajlar sunar.

Malzeme Çeşitleri

3D yazıcılar, farklı malzeme türleri kullanarak çeşitli nesneler üretebilir. En yaygın kullanılan malzemeler aşağıda verilmiştir.

- **Termoplastikler:** FDM yazıcılarında en yaygın olarak kullanılan malzemelerdir. PLA (Polylactic Acid) ve ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) gibi malzemeler, dayanıklılık ve işlenebilirlik açısından tercih edilir (Taufiq vd., 2021). PLA, biyolojik olarak parçalanabilir bir malzeme olup, çevre dostu özellikleri ile öne çıkar. ABS ise yüksek sıcaklık dayanıklılığı ve darbe direnci ile bilinir.
- **Reçineler:** SLA yazıcılarında kullanılan sıvı malzemelerdir. Bu malzemeler, UV ışığı ile sertleşerek katılaşır ve yüksek detay seviyesi sunar (Khan vd., 2018). Reçineler, genellikle yüksek çözünürlük gerektiren uygulamalarda tercih edilir, örneğin diş hekimliği ve mücevher tasarımı gibi alanlarda.
- **Tozlar:** SLS yazıcılarında kullanılan malzemelerdir. Metal veya plastik tozları, lazer ile eritilerek katmanlar halinde birleştirilir (Gibson vd., 2015). Bu yöntem, metal parçaların üretiminde yaygın olarak kullanılır ve karmaşık geometrilerin oluşturulmasına olanak tanır.
- **Kompozit Malzemeler:** Son yıllarda, 3D yazıcılar için özel olarak geliştirilmiş kompozit malzemeler de kullanılmaktadır. Bu malzemeler, farklı malzemelerin birleşimi ile oluşturulmuş olup, mekanik özellikleri artırmak için kullanılır. Örneğin, karbon fiber takviyeli PLA, yüksek dayanıklılığa sahip hafif yapılar üretmek için tercih edilir (Kumar vd., 2020).

Uygulama Alanları

3D yazıcı teknolojisi, birçok sektörde geniş bir uygulama yelpazesine sahiptir:

- **Mimarlık:** Mimari modellerin hızlı bir şekilde üretilmesi için kullanılır. Bu, tasarım sürecini hızlandırır ve daha iyi görselleştirme sağlar (Köhler vd., 2019). Mimarlıkta, 3D yazıcılar, karmaşık yapılar ve detaylar için prototipler oluşturmak amacıyla kullanılmaktadır.

- **Sağlık:** 3D yazıcılar, kişiye özel protezler, implantlar ve cerrahi modellerin üretilmesinde kullanılmaktadır. Bu, hastaların ihtiyaçlarına göre özelleştirilmiş çözümler sunar (Mota et al., 2020). Örneğin, 3D yazıcılar sayesinde hastaların anatomisine tam uyum sağlayan implantlar üretmek mümkün hale gelmiştir.
- **Otomotiv ve Havacılık:** Parça prototipleri ve hafif yapılar için 3D yazıcılar kullanılmaktadır. Bu, üretim süreçlerini hızlandırır ve maliyetleri düşürür (Boeing, 2016). Özellikle, karmaşık geometriye sahip parça üretiminde 3D yazıcılar önemli bir rol oynamaktadır.
- **Eğitim:** Eğitim kurumları, 3D yazıcıları öğrencilere tasarım ve mühendislik becerilerini öğretmek amacıyla kullanmaktadır. Öğrenciler, kendi projelerini hayata geçirebilir ve yenilikçi çözümler geliştirebilir (Kelley ve Knowles, 2016).
- **Sanat ve Tasarım:** Sanatçılar ve tasarımcılar, 3D yazıcıları kullanarak özgün eserler yaratmaktadır. Bu teknoloji, sanatın sınırlarını zorlayarak yeni ifade biçimleri sunar (Meyer, 2018).

Avantajlar ve Dezavantajlar

3D yazıcı teknolojinin birçok avantajı bulunmaktadır:

- **Hızlı Prototipleme:** Geleneksel üretim yöntemlerine göre daha hızlı bir şekilde prototipler oluşturulabilir.
- **Özelleştirme:** Kullanıcıların ihtiyaçlarına göre özel tasarımlar üretmek mümkündür.
- **Atık Azaltma:** Eklemeli üretim, malzeme israfını azaltır çünkü yalnızca gerekli miktarda malzeme kullanılır.
- **Karmaşık Geometriler:** Geleneksel yöntemlerle üretimi zor olan karmaşık yapılar kolayca üretilebilir.

Ancak, bazı dezavantajları da vardır:

- **Malzeme Sınırlamaları:** Her malzeme 3D yazıcılarla işlenemez ve bazı malzemelerin kullanımı sınırlıdır.
- **Yavaş Üretim Hızı:** Büyük ölçekli üretim için 3D yazıcılar genellikle yavaş kalabilir.
- **Yüksek Maliyetler:** Yüksek kaliteli 3D yazıcılar ve malzemeler, başlangıçta yüksek maliyetler gerektirebilir.
-

3D YAZICILARIN KULLANIMI HAKKINDA SONUÇ

3D yazıcı teknolojisi, modern üretim süreçlerinde önemli bir yer edinmiştir. Eklemeli üretim yöntemleri, geleneksel üretim yöntemlerine göre birçok avantaj sunmaktadır. Modelleme, kesim ve yazdırma aşamaları ile birlikte, çeşitli malzeme seçenekleri ve geniş uygulama alanları, bu teknolojinin gelecekte daha da yaygınlaşacağını göstermektedir. 3D yazıcıların sağladığı esneklik ve özelleştirme imkanı, birçok endüstride devrim niteliğinde değişikliklere yol açmaktadır. Gelecekte, 3D yazıcı teknolojisinin daha da gelişmesi ve yeni malzeme türlerinin ortaya çıkması beklenmektedir, bu da daha yenilikçi ve sürdürülebilir üretim yöntemlerinin kapılarını açacaktır.

VETERİNER HEKİMLİĞİ EĞİTİMİNDE 3D YAZICI KULLANIM ALANLARI

Anatomi Eğitimi

Veteriner anatomi derslerinde kadavra kullanımı yaygındır, ancak lojistik ve etik kısıtlamalar nedeniyle her zaman mümkün değildir. kadvraları saklama solüsyonun kimyasal özelliği sağlık açısından sakıncalıdır. bazı kaynaklarda kanserojen olduğu belirtilmektedir. Ayrıca ömrü biten kadvraların yerine yenilerinin alınması ve kimyasal solüsyonun değiştirilmesi aşırı maliyetlidir. Mezbahannede kesim sonrası alınan organlar nispeten daha kolay elde edilmekle beraber yine de bir maliyeti vardır. bunun dışındaki hayvanlar ise (kedi köpek ve at gibi) elde edilmesi etik olarak çok uygun değildir. 3D yazıcılar sayesinde Daha az maliyetli ve devamlı kullanılabilir maketler laboratuvarlarda kullanılacaktır böylece hem masraf konusunda önlem alınmış olacak hem de etik kaygılar giderilmiş olacaktır. 3 d baskı ile köpek kalbi, kedi karaciğeri veya inek pelvis modeli gibi yapılar gerçeğe uygun ölçekte üretilebilmekte, öğrenciler derslerde birebir inceleme yapabilmektedir.

Anatomi Eğitiminde 3D Baskı Modellerinin Önemi

Anatomi eğitimi, teorik bilgilerin yanı sıra pratik bir eğitim yaklaşımını da zorunlu kılar. Yüksek öğrenci sayısı, uygulama ders saatlerinin azalması, kadavra bağışlarındaki yetersizlik ve tehlikeli kimyasallar, dünya genelinde veterinerlik fakültelerinin uygulamalı eğitiminde karşılaşılan başlıca zorluklardır (Bartikian vd., 2019). Son birkaç on yılda, eğitimde tıbbi görüntüleme tekniklerinin ilerlemesiyle birlikte üç boyutlu (3B) görselleştirme ve 3B baskı modellerinin kullanımı önemli ölçüde artmıştır (Javan vd., 2020). Modern tıpta kritik bir rol oynayan anatomi eğitiminde 3B baskı modelleri, öğrencilerin öğrenme süreçlerini desteklemektedir (Bartikian vd., 2019).

Anatomik model üretimi, eklemeli üretimin temel uygulama alanlarından biri olmaya devam etmektedir (Msallam vd., 2020). Eğitimcilerin, operatörlerin veya araştırmacıların kendi ihtiyaçları doğrultusunda özelleştirilmiş modeller üretme eğilimi de artmaktadır. 3B baskı modellerinin kullanımı, fiziksel örneklerin hızlı ve maliyet etkin bir şekilde üretilmesini mümkün kılmaktadır (Bartikian vd., 2019).

Veteriner osteolojisi açısından, at parmakları, toynak bölgesindeki stres miktarı nedeniyle en yaygın topallık alanlarından biridir. Bu nedenle, bu kemiklerin yapıları ve özelliklerinin öğretilmesi, veteriner osteolojisi için kritik bir gereklilik teşkil etmektedir. Ayrıca, cerrahi işlemler sırasında ortaya çıkabilecek komplikasyonları önlemek ve tedavi etmek için tırnak anatomisinin öğrenilmesi de önemlidir (Bartikian vd., 2019).

Geleneksel kemik öğretim yöntemleri arasında iki boyutlu (2B) atlaslar, çizimler, fotoğraflar ve organik materyaller yer almaktadır. Son yıllarda eğitimde 3B sanal görüntülerin kullanımı yaygınlaşsa da, bu görüntüler işlenememektedir. 2B atlaslar ve çizimler, öğrencilerin hayal gücüyle sınırlı kalmasına neden olmaktadır. Organik materyallerin donör yetersizliği, etik kaygılar, yüksek depolama maliyetleri ve uzun hazırlık süreleri gibi bazı dezavantajları mevcuttur (Shen vd., 2019).

Gelişen teknoloji ile birlikte, eklemeli üretim, vasküler modelleme, cerrahi simülasyon, ameliyat öncesi planlama ve anatomik ilişkiler gibi yeniliklerde kullanılmaktadır (Chae vd., 2020). 3B baskı modelleri, 2B çizimler veya şekillerden daha kolay anlaşılabilir hale gelmektedir. Bu bağlamda, 3 boyutlu baskı modelleri, anatomi, patoloji ve cerrahi eğitiminde önemli bir eğitim aracı olarak öne çıkmaktadır (Lima vd., 2019; Shen vd., 2019).

Cerrahi Eğitim

Cerrahi operasyonlarda öğrencilerin beceri kazanması büyük önem taşır. 3D yazıcıyla üretilmiş organ prototipleri, öğrencilerin dikiş atma, kesi yapma, tümör çıkarma gibi işlemleri risksiz ortamda öğrenmesine imkân sağlar.

Ortopedi

Kırıkların anatomik yapısının anlaşılması, eklem hareketlerinin gözlemlenmesi ve implant planlaması için 3D kemik modelleri büyük avantaj sağlar. Öğrenciler, farklı kırık tiplerini öğrenebilir ve sabitleme tekniklerini model üzerinde uygulayabilirler.

Obstetrik Eğitim

İnek pelvis modeli ve buzağı prototipleri doğum ve zor doğum (distosi) senaryolarını öğretmek için kullanılmaktadır. Bu sayede öğrenciler gerçek bir doğum vakasına girmeden doğum manevralarını öğrenebilmektedir.

Diş Hekimliği

Veteriner diş hekimliğinde kedi ve köpek çene kemikleri ile diş modelleri, diş çekimi, kanal tedavisi ve protez uygulamaları için kullanılabilir.

ÖĞRENCİLER İÇİN PRATİK KULLANIM ÖRNEKLERİ

1. **Köpek Kalp Modeli:** Kardiyak anatomiyi öğretmek ve kalp cerrahisi öncesi simülasyon yapmak için.
2. **İnek Pelvis ve Buzağı Modeli:** rektal muayene ve doğum simülasyonları için.
3. **At Bacağı Modeli:** Eklem ve kemik yapılarının incelenmesi ve ortopedik eğitim.
4. **Trakeotomi Simülatörü:** Acil müdahale eğitimlerinde solunum yolu açma uygulamaları için.
5. **Kedi Çene Modeli:** Diş çekimi ve ağız sağlığı eğitimlerinde.

AVANTAJLAR VE DEZAVANTAJLAR

Avantajlar

- Etik açıdan sorunların azalması.
- Kadavra ihtiyacının azalması.
- Tekrar kullanılabilir modeller.
- Daha düşük uzun vadeli maliyet.
- Öğrencilerin derse ilgisini artırma.

Dezavantajlar

- Yüksek kaliteli yazıcıların maliyeti.
- Malzemelerin sınırlı biyomimetik özellikleri.
- Gerçek dokunun esnekliği ve hissinin taklit edilememesi.

ÖĞRENCİLERİN GÖRÜŞLERİ VE EĞİTİMSEL ETKİLER

Çeşitli çalışmalarda öğrenciler, 3D yazıcı modellerin özellikle anatomi derslerinde öğrenmeyi kolaylaştırdığını belirtmiştir. Öğrencilerin %85'i kadavra yerine 3D modellerle çalışmanın daha pratik olduğunu, %70'i

ise cerrahi simülasyonlarda kendilerini daha özgüvenli hissettiklerini ifade etmiştir (Smith vd., 2020).

GELECEK PERSPEKTİFLERİ

- **Biyo-yazıcılar:** Gelecekte canlı doku basımı ile veteriner cerrahilerinde devrim yaşanabilir.
- **Kişiselleştirilmiş Eğitim:** Öğrencilerin farklı vakaları deneyimlemesi için hasta-spesifik modeller üretilebilecek.
- **VR ve AR entegrasyonu:** 3D modeller sanal gerçeklik ile birleştirilerek hibrit eğitim ortamları sağlanacak.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Veteriner hekimliği eğitiminde 3D yazıcıların kullanımı, öğrencilere pratik deneyim kazandırmak açısından devrimsel bir adımdır. Hem anatomi hem cerrahi hem de obstetrik alanlarda öğrencilerin beceri kazanmasını kolaylaştırmakta ve kadavra temininde yaşanan güçlüklerin önüne geçmektedir. Fakültelerin bu teknolojiyi eğitim programlarına entegre etmesi, geleceğin veteriner hekimlerini daha donanımlı hale getirecektir.

REFERANSLAR

Bartikian M, Ferreira A, Gonçalves-Ferreira A, Neto LL (2019): 3D printing anatomical models of head bones. Surg Radiol Anat, 41(10), 1205-1209.

Boeing. (2016). 3D printing in aerospace: The future of manufacturing. Boeing Insights.

Böhle, L., et al. (2019). The role of slicing software in 3D printing. Journal of Advanced Manufacturing Technology.

Chae R, Sharon JD, Kournoutas I, Ovunc SS, Wang M, Abila AA, El-Sayed IH, Rubio RR (2020): Replicating skull base anatomy with 3D technologies: a comparative study using 3d-scanned and 3d-printed models of the temporal bone. Otol Neurotol, 41(3), e392-e403.

Garcia, J., Yang, Z., Mongrain, R., Leask, R. L., ve Lachapelle, K. (2018). 3D printing materials and their use in medical education. Academic Radiology, 25(9), 1224–1235. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2018.01.018>

Gibson, I., Rosen, D. W., ve Stucker, B. (2015). Additive manufacturing technologies: 3D printing, rapid prototyping, and direct digital manufacturing. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2113-3>

Javan R, Rao A, Jeun BS, Herur-Raman A, Singh N, Heidari P (2020): From CT to 3D printed models, serious gaming, and virtual reality: framework for

educational 3D visualization of complex anatomical spaces from within-the pterygopalatine fossa. *J Digit Imaging*, 33(3), 776-791.

Kelley, T., ve Knowles, J. (2016). The impact of 3D printing on education. *Journal of Educational Technology*, 13(2), 15–25.

Khan, S., et al. (2018). A review on the applications of 3D printing in medicine. *Journal of Biomedical Materials Research*, 106(4), 1282–1297. <https://doi.org/10.1002/jbm.b.33947>

Kumar, A., et al. (2020). A comprehensive review on 3D printing technology and its applications. *Materials Today: Proceedings*, 26, 3058–3062. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.634>

Köhler, T., et al. (2019). 3D printing in architecture: A review of the current state of the art. *Automation in Construction*, 107, 102910. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102910>

Lima AS, Machado M, Pereira RCR, Carvalho YK (2019): Printing 3D models of canine jaw fractures for teaching undergraduate veterinary medicine. *Acta Cir Bras*, 34(9), e201900906.

Meyer, R. (2018). 3D printing in art: A new era of creativity. *Art Journal*, 77(4), 12–24.

Mitsouras, D., et al. (2015). Medical 3D printing for the radiologist. *Radiographics*, 35(7), 1965–1988. <https://doi.org/10.1148/rg.2015140320>

Mota, C., et al. (2020). 3D printing in healthcare: A review of applications and challenges. *Journal of Healthcare Engineering*, 2020, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2020/9698463>

Msallem B, Sharma N, Cao S, Halbeisen FS, Zeilhofer HF, Thieringer FM (2020): Evaluation of the dimensional accuracy of 3D-printed anatomical mandibular models using FFF, SLA, SLS, MJ, and BJ printing technology. *J Clin Med*, 9(3), 817.

Shen Z, Yao Y, Xie Y, Guo C, Shang X, Dong X, Li Y, Pan Z, Chen S, Xiong G, Wang FY, Pan H (2019): The process of 3D printed skull models for anatomy education. *Comput Assist Surg*, 24(1), 121-130.

Smith, A. C., Wozny, J., ve Yuen, H. K. (2020). Use of 3D printed models in veterinary anatomy education. *Journal of Veterinary Medical Education*, 47(3), 357–365. <https://doi.org/10.3138/jvme.1117-157r>

Taufiq, M., et al. (2021). A review on the mechanical properties of 3D printed PLA and ABS materials. *Materials Science and Engineering*, 120, 012034. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/120/1/012034>

Ventola, C. L. (2014). Medical applications for 3D printing: Current and projected uses. *P ve T*, 39(10), 704–711.

Mitokondriyal Dinamikler: Fisyon Ve Füzyon Aktörleri

Sercan KAYA¹

1- Doç. Dr.; Batman Üniversitesi Sağlık Hizmetleri MYO, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü.
sercan.kaya@batman.edu.tr

ÖZET

Mitokondriler, hücrenin "güç merkezi"dir çünkü hücrenin hayatta kalması ve diğer birçok hayati hücresel işlev için ATP üretiminin ana merkezidir. Mitokondrilerin geçici ve hızlı morfolojik adaptasyonları, hücre döngüsü, bağışıklık ve apoptoz gibi birçok hücresel süreç için kritik öneme sahiptir. Mitokondriler şekillerini, dağılımlarını ve boyutlarını korumak için ağlarını yeniden düzenleyen oldukça dinamik organellerdir. Mitokondriyal dinamikleri düzenleyen bileşenler dinamin ailesine aittir ve GTPaz enzimleri bu dinamik geçişleri sağlar. Fızyon ve füzyon olayları arasındaki denge, hücrenin metabolik ihtiyaçlarına bağlı olarak mitokondriyal morfolojiyi düzenler. Bununla birlikte mitokondriler de füzyon ve fızyon, lipid zarların ve mitokondriyal içeriğin değişmesine olanak tanır. Bu değişim, mitokondriyal popülasyonun sağlığını korumak için oldukça önemlidir. Ayrıca mitokondrilerin şekli, hücrelerin mitokondrilerini belirli hücre içi konumlara dağıtma yeteneğini etkiler. Bu işlev, nöronlar gibi yüksek polarizasyona sahip hücrelerde özellikle önemlidir. Ek olarak, mitokondriyal fızyon, zarlar arası boşlukta lokalize proteinlerin sitozole salınımını düzenleyerek apoptozu kolaylaştırabilir. Mitokondriyal morfolojideki kusurlar çok sayıda patofizyoloji ile ilişkilendirilmiştir ve bu durum, mitokondriyal morfolojiyi düzenleyen moleküler mekanizmaların aydınlatılmasının önemini vurgulamaktadır. Bu çalışma mitokondriyal fızyonu kontrol eden dinamin ilişkili protein 1 (DRP1) ile mitokondriyal füzyonu yönlendiren mitofusiner (MFN1 ve MFN2) ve optik atrofi 1 (OPA1) gibi temel mitokondriyal dinamik proteinlerin etki mekanizmaları hakkında bilgi sunmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler – Mitokondriyal Dinamikler, Mitokondriyal Fızyon, Mitokondriyal Füzyon, Mitofusin, Dinamin İlişkili Protein 1, Optik Atrofi 1.

GİRİŞ

Mitokondrilerin, erken bir ökaryotla endosimbiyotik bir olay geçiren eski bir prokaryotun soyundan geldiği düşünülmektedir (Archibald, 2015). Bu evrimsel kökene dair kanıtlar, Alfaproteobakterilerinkine homoloji gösteren ribozomal RNA'lar da dahil olmak üzere mitokondriyal genlerin filogenetik analizinden gelmektedir (Carelli ve Chan, 2014). 1950'lerde, seminal elektron mikroskobu çalışmaları mitokondrinin fasulye şeklindeki organeller olarak kanonik görüşüne yol açmıştır. Bu çalışmalar, çift lipid membranlar ve krista adı verilen alışılmadık iç membran kıvrımları gibi mitokondrinin ultrastrüktürel ayırt edici özelliklerini ortaya koymuştur. Sonraki çalışmalar, mitokondriyal yapının son derece dinamik olduğu gerçeğinin anlaşılmasını sağlamıştır (Chan, 2006). Mitokondriler, hücre tipine bağlı olarak büyük ölçüde farklı morfolojilere sahiptir ve aynı hücre

içinde bile, küçük kürelerden veya kısa çubuklardan uzun tübüllere kadar bir dizi morfoloji sergilerler. Daha da dikkat çekici olanı, canlı hücrelerde yapılan görüntüleme çalışmaları, mitokondrilerin sürekli hareket ettiğini ve yapısal geçişler sergilediğini göstermektedir. Mitokondriyal tübüllerin uzun eksenleri sitoskeletal yollar boyunca hizalanmış şekilde hareket ederler (Hollenbeck ve Saxton, 2005). Tek tek mitokondriler bu hareketler sırasında birbirleriyle karşılaşabilir ve füzyona uğrayabilir, bunun sonucunda çift zarlar birleşerek hem lipit zarlar hem de mitokondriyal içerikler karışır. Tersine, tek bir mitokondri, iki veya daha fazla kısa mitokondri oluşturmak üzere fisyon yoluyla bölünebilir.

Mitokondrilerin hücrenin güç merkezi olduğu ve hücre metabolizması için gerekli enerjiyi oksidatif fosforilasyon ile ürettiği bilinmektedir (Kamer ve Mootha, 2015). Bununla birlikte artık mitokondrilerin programlanmış hücre ölümü, doğuştan gelen bağışıklık, otofaji, redoks sinyali, kalsiyum homeostazı ve kök hücre yeniden programlaması gibi çok sayıda başka fizyolojik süreçte de yer aldığı kabul edilmektedir (Nikoletopoulou vd., 2013; Rambold ve Pearce, 2018). Elektron mikroskobu ile görüntülenen mitokondriyal yapı, çift zar sistemiyle karakterize edilir. Dış mitokondriyal membran (DMM) sitozole bakar ve iç mitokondriyal membran (IMM) mitokondriyal DNA'yı (mtDNA) içeren mitokondriyal matrikse doğru çıkıntı yapar. DMM ve IMM tarafından sınırlanan bölüme membranlar arası boşluk (MAB) denir. Ancak son 30 yılda canlı hücre görüntüleme teknolojisinin gelişmesi, mitokondrilerin statik ve izole yapılar olduğu kavramını önemli ölçüde değiştirmiştir. Nitekim mitokondrilerde füzyon ve fisyon süreçlerinin düzenlenmesi, mitokondriyal yapı ve işlevlerin sürdürülmesinde kritik öneme sahiptir (Yalçın ve Kaya, 2023). Bu iki zıt süreç arasındaki denge, sitoplazma içindeki mitokondri sayısını, boyutunu ve konumunu düzenler ve mitokondriyal dinamikler olarak adlandırılır (Liesa vd., 2009).

Mitokondriler, hücrenin hayatta kalması ve farklılaşma sırasında hücre büyümesi, bölünmesi ve mitokondri dağılımı için gereken değişen koşullara uyum sağlaması için gerekli olan sürekli olarak fisyon ve füzyona uğrayan dinamik organellerdir (Kaya ve Yalçın, 2023). Mitokondriyal dinamiklerin dört ana protein medyatörünün her biri, dinaminle ilişkili guanozin trifosfatazların (GTPazlar) daha geniş ailesinin üyeleridir: Mitofusinler (MFN) 1 ve 2, Optik atrofi 1 (OPA1) ve Dinaminle ilişkili protein 1 (DRP1). MFN1, MFN2 ve OPA1 mitokondride lokalizedir. MFN1 ve MFN2, hem amino hem de karboksi terminalleri sitozole bakacak şekilde DMM'a yerleşmiştir ve OPA1 ise IMM'ye lokalizedir. DRP1, mitokondriye gelip birkaç DMM üzerinde ki DRP1 reseptör proteinine bağlanana, bir sirkum-mitokondriyal ilmi oluşturmak için oligomerize olana kadar tamamen sitosolde lokalizedir (Dorn, 2019).

Fisyon ve füzyon dinamin süper ailesi proteinleri (DSP'leri) arasında önemli farklılıklar vardır. Füzyon DSP'leri tipik olarak bir transmembran alanına sahip integral membran proteinleridir. Ancak fisyon DSP'leri,

membranın lipit etkileşimli motifleri aracılığıyla membrana alınan ve membranın kesilmesinden sonra ayrılan periferik proteinlerdir (Jimah ve Hinshaw, 2019). Ayrıca, füzyon DSP'leri genellikle nükleotid bağlanmasının ardından GTPaz alanları aracılığıyla transdimerler oluştururken, fisyon DSP'leri nükleotidden bağımsız bir şekilde sarmal demet etkileşimleri yoluyla oligomerize olur. İlginç bir şekilde, OPA1, translasyon sonrası bölünme nedeniyle hem integral hem de periferik proteinlerin özelliklerini sergiler (Gao ve Hu, 2021).

MİTOKONDRIYAL FİSYON

Mitokondriyal fisyon, bir mitokondrinin iki küçük mitokondriye bölünmesidir (Chan 2020). Mitokondriyal fisyonun merkezi aktörü DRP1'dir (Yalçın vd., 2024). Mitokondriyal bölünme genellikle mitokondriyal işlev bozukluğu veya hücre ölümü gibi yüksek stres durumlarıyla ilişkilidir (Tilokani vd., 2018). Ancak, mitokondriyal fisyon sürecinin ince ayarlı düzenlenmesi hücrel canlılık için esastır. Mitokondriyal bölünme, mitoz sırasında her bir yeni hücre tarafından yeterli sayıda mitokondrinin alınmasını sağlamak için hücre döngüsüne bağlıdır (Kashatus vd., 2011). Dahası, mitokondriler glikolitik koşullar altında (Mishra ve Chan, 2016) ve 5' AMP ile aktive olan protein kinaz (AMPK) (Toyama vd., 2016) ve rapamisin memeli hedefi (mTOR) (Morita vd., 2017) gibi farklı metabolik yolların aktivasyonuna yanıt olarakta bölünebilir. Mitokondriyal bölünme, aynı hücre içerisinde ve hücre bölünmesi sırasında iki yeni hücre arasında mitokondriyal hareketlilik ve uygun organel dağılımı için de kritik öneme sahiptir (Kraft ve Lackner, 2018).

DRP1

Metin Mitokondriyal fisyon, GTPaz DRP1'in katılımının önemli rol oynadığı çok adımlı bir süreçtir. DRP1 evrimsel olarak korunmuştur ve mitokondriyal bölünmedeki rolü ilk olarak *Caenorhabditis elegans* (Labrousse vd., 1999) ve mayada (Bleazard vd., 1999) tanımlanmış, ardından memelilerde kapsamlı bir şekilde incelenmiştir (Tilokani vd., 2018). Esas olarak, mitokondriyal ve peroksizomal membranlara dinamik olarak katılan ve burada oligomerize olarak membran daralmasını GTP'ye bağımlı bir şekilde yönlendiren bir sitosolik proteindir (Ferguson ve De Camilli, 2012). Bölünmeye aracılık etmek için, sitozolik DRP1, adaptörleri tarafından endoplazmik retikulum (ER) yakın olan mitokondrilere çekilir; burada DRP1, zar daralmasını ve fisyonunu yönlendiren halka benzeri yapılara oligomerize olur (Friedman vd., 2011). Mitokondriyal bölünme,

DRP1 toplanmasının hem öncesinde hem de sonrasında farklı adımlar gerektiren karmaşık bir süreçtir. Bu adımlar, önce DRP1'in doğru yerde bir araya gelmesini, ardından DRP1 tarafından yönlendirilen zar daralmasından bölünmeye geçişini içerir (Tábara vd., 2025).

Mitokondriyal dinamikler alanında çığır açan bir keşif, organelin bölünmesinin tercihen mitokondri ve ER tübüllerinin yakın temas halinde olduğu lokalize bölgelerde gerçekleştiğinin gözlemlenmesidir (Friedman ve ark 2011). Mitokondriyal fisyon, tercihen mitokondri-ER temas bölgelerinde (MERC'ler) meydana gelen ilk mtDNA replikasyon adımıyla koordine edilir. MERC'lerdeki lipit trafiği, zar bölünmesi için gereken yeniden şekillendirme olaylarını yönlendirmek için yeterli lipit bulunabilirliğini sağlar (Tábara vd., 2025). Metazoalardaki MERC sayısı, hücre başına düşen mitokondriyal bölünme olaylarının sayısından daha fazladır; bu da MERC'lerin çoğunun fisyonla doğrudan katılmadığını ve muhtemelen mitokondriyal fisyon olayını tetikleyen ek mekanizmaların mevcut olduğunu gösterir (Friedman vd., 2011). Bu bağlamda, MERC'lerde meydana gelen mtDNA replikasyonu, mitokondriyal fisyon için öngörücü bir belirteç olarak ortaya çıkmıştır (Murley vd., 2013). Hücre lokalizasyon analizleri, MERC'lerde meydana gelen fisyon olaylarının çoğunun replike olan mtDNA'ya yakın bir mesafede meydana geldiğini ortaya koymuştur (Lewis vd., 2016). Bu lokalize bölünme olayı, nükleoidlerin bölünme sonrası yeni mitokondrilere uygun şekilde ayrılmasını ve mtDNA'nın hücresel nesiller boyunca iletilmesini sağlar (Ban-Ishihara vd., 2013). Dolayısıyla, ER temas oluşumunu izleyen mtDNA replikasyonu, mitokondriyal bölünmenin gelecekteki yerlerini işaretleyen ilk adımları temsil eder (Lewis vd., 2016).

Tipik mitokondriyal çap, DRP1 tarafından oluşturulan maksimum sarmal halka benzeri yapılardan daha geniştir ve bu da başlangıçta bir ön-büzülme alanı oluşturma ihtiyacını gösterir. Mitokondriyal zarların bu ön-büzülmesi, mitokondriyal çapın 300-500 nm'den yaklaşık 150 nm'ye düşmesini teşvik ederek bölünmeyi yönlendiren oligomerik DRP1 halkalarının toplanmasını ve oluşumunu destekler (Friedman vd., 2011). ER'yi mitokondriye bağlayan aktin filamentleri, mitokondriyal ön daralmayı başlatmak için gereken mekanik kuvvetleri tetikleyebilir (Korobova vd., 2014). Ancak mitokondriyal fisyon, mekanik olarak başlatıldığında aktin birleşiminden bağımsız olarak meydana gelebilir (Helle vd., 2017). Bu durum, hücre içi hareketli patojenler veya fiziksel dış basınç gibi mekanik kuvvetlerin neden olduğu mitokondriyal deformasyonların, aktin bağımlı ön-konstriksiyon bölgelerini taklit edebileceğini ve sonuçta DRP1 alımına aracılık edebileceğini düşündürür (Tábara vd., 2025).

DRP1, öncelikle dimer ve tetramer karışımı olarak bulunur ve dimer formu, sarmal birleşme için çekirdek birimdir (Macdonald vd., 2014). Membranlara alındıktan sonra, DRP1 dimerleri, lipozomları ve membranları tübüle edebilen halka benzeri bir yapı oluşturarak, sarmal bir şekilde arayüzler boyunca oligomerize olur (Francy vd., 2015). DRP1 değişken alanı

ile anyonik fosfolipidler, özellikle kardiyolipin arasındaki etkileşim, DRP1 oligomerizasyonunu stabilize eden ve GTPaz aktivitesini artıran konformasyonel değişiklikleri tetikler (Mahajan vd., 2021). DMM etrafındaki sarmal dönüşler tamamlandıktan sonra, GTP bağlanması bitişik basamaklar arasında G alanı dimerizasyonunu mümkün kılar ve DRP1 kafesini sıkı ve stabil bir şekilde korur (Peng vd., 2025). Daha sonra konformasyonel değişiklikler, potansiyel olarak bitişik filamentlerin mandal benzeri bir şekilde kaymasını tetikleyerek membran daralmasına yol açar (Francy vd., 2015). Alternatif olarak, GTPaz aktivitesi, DRP1'in doğrusal filamentlerinin DMM'de kapalı halkalar halinde kıvrılmasını ve membran daralmasını tetiklemesini sağlayabilir (Kalia vd., 2018). DRP1 oligomerlerinin GTP hidrolizinden sonra parçalandığı ve moleküllerin yeni birleşme ve daralma turları için kullanılabilir hale geldiği tahmin edilmektedir (Francy vd., 2015). Ek olarak mitokondriyal fasyon, mitofaji sırasında fagofor olgunlaşmasıyla eş zamanlı olarak meydana gelebilir. Bu modelde mitokondrinin otofagozomal kapanması, DRP1'den bağımsız olarak zarın mekanik bölünmesini sağlayabilir (Yamashita vd., 2016).

MİTOKONDRIYAL FÜZYON

Mitokondriyal füzyon, mikrotübüller boyunca hareket eden iki mitokondrinin tek bir mitokondriye birleşmesidir (Chan, 2020). Bu süreç, mtDNA, metabolitler ve solunum zinciri proteinleri gibi mitokondriyal içeriklerin mitokondriyal ağ boyunca yeterli dağılımını sağlar (Tábara vd., 2025). Mitokondriyal füzyon, mitokondriyal işlevi sürdürmek ve hücrel homeostazı sağlamak için bir koruma mekanizması olarak kabul edilir. Örneğin, transkripsiyon veya translasyon mekanizmasının inhibisyonu, ultraviyole radyasyona maruz kalma gibi hafif bozulmalara yanıt olarak mitokondriler, oksidatif fosforilasyon aktivitesini artırarak hücrenin hayatta kalmasını desteklerler (Mishra vd., 2014) ve işlevsel mitokondrileri otofajik hasardan korumak için uzarlar (Gomes vd., 2011). Memelilerde mitokondriyal füzyonun aktörleri, füzyon proteinleri MFN1, MFN2 ve OPA1'dir. MFN1 ve MFN2, DMM füzyonundan sorumlu dinaminle ilişkili GTPazlardır. OPA1 ise IMM füzyonundan sorumlu dinaminle ilişkili bir GTPaz'dır (Ni vd., 2015).

Dış Mitokondriyal Zar Füzyonu: MFN1 VE MFN2

DMM ve IMM füzyonu, DRP'ler süper ailesinin büyük GTPazları aracılığıyla gerçekleşir (Ramachandran 2018). DMM'nin ayrılmaz bir

parçası olan DRP'lerin bir alt sınıfı olan MFN'ler, DMM bağlanmasını ve homotipik füzyonunu tetiklemek için GTPaz alanına bağlı bir şekilde *cis*'te (aynı zar üzerinde) ve *trans*'ta (karşıt zarlardan) oto-oligomerize olur (Cohen ve Tareste, 2018). Bu süreç, memeli hücrelerinde MFN1 ve MFN2 aracılığıyla gerçekleşir (Detmer ve Chan, 2007). Özellikle MFN2, ER zarlarına yerleşir ve buradan mitokondriyal MFN1 ve MFN2 ile etkileşime girebilir, böylece ER ve mitokondri arasında bağlanmayı teşvik eder (de Brito ve Scorrano, 2008). Ayrıca MFN2'nin melanozomlar gibi diğer organellerle mitokondriyal bağlanmaya aracılık ettiği de bildirilmiştir (Daniele vd., 2014).

MFN1 ve MFN2 proteinleri, yaklaşık %80 oranında benzerlik gösterir, bir GTPaz alanı barındırır ve aşırı ifade edildiğinde mitokondriyal füzyon ve perinükleer kümelenmeye neden olurlar (Santel ve Fuller, 2001). Mitokondriyal füzyon sırasında, iki (veya daha fazla) mitokondri, mikrotübüller boyunca hareket etme, *trans* içinde bağlanma ve DMM'lerini ve ardından IMM'lerini kaynaştırma yetenekleri sayesinde yakın temasa geçerler. DMM'lerin füzyonu, başlangıçta MFN1 ve MFN2'nin homooligomerik veya hetero-oligomerik kompleksleri yoluyla uygulanan geri döndürülemez bir GTPaz tarafından yönlendirilen füzyon reaksiyonunu içerir (Song vd., 2009). MFN'ler komşu mitokondriler arasındaki temaslarda bol miktarda bulunur, burada homotipik veya daha füzyon verimli heterotipik kompleksler oluşturarak DMM temaslarının sıralı olarak bağlandığı, kenetlendiği ve uzamasını artırdığı yerler. Heterotipik kompleksler oluşturma yeteneği nedeniyle, her iki protein de diğerinin genetik ablasyonunu kurtarabilir. Dahası, her iki proteinin aşırı ekspresyonu hipertübülasyona, yani yaygın mitokondriyal füzyon ve uzamaya ve perinükleer mitokondriyal agregasyona neden olur (Eura vd., 2003; Quintana-Cabrera ve Scorrano, 2023). Bununla birlikte MFN2'nin ER, sarkoplazmik retikulum ve melanozomlar gibi diğer ER kaynaklı organellerle mitokondriyal bağlanmada önemli rolü vardır (Naon vd., 2016). MFN2 tarafından ER-mitokondriyal bağlanma, özellikle ER'den mitokondriye Ca^{+2} transferi için önemlidir (Hernández-Alvarez vd., 2019). Ayrıca MFN2 aracılığıyla bağlanma, fosfatidilserinin ER'den mitokondriye transferini kolaylaştırır ve burada fosfatidiletanolamine dönüştürülebilir (Quintana-Cabrera ve Scorrano, 2023).

Negatif yüklü bir DMM ile mitokondriyal füzyon kendiliğinden gerçekleşmez. Genetik veriler, füzyona izin vermek için her iki karşıt DMM'de de MFN'ye ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Bu nedenle, MFN'ler arasındaki *trans* etkileşimi esastır (Chen vd., 2003). Daha önceki çalışmalarda MFN'ler, iki transmembran heliks aracılığıyla DMM'ye bağlanan V şeklinde bir molekül olarak tasvir edilmiştir (Koshiba vd., 2004). Bununla birlikte memeli MFN'lerinin biyokimyasal karakterizasyonu, izole edilmiş mitokondrileri *in vitro* bağlarken homo ve hetero-oligomerler oluşturduklarını ortaya koymaktadır. Daha da önemlisi, bağlama aktivitesi

GTP hidrolizine bağılıdır (Knott vd., 2008). GTP bağlanması ve hidrolizi, GTPaz alanlarının *trans* birleşmesine izin vermek için MFN'deki konformasyonel değişimleri düzenler ve sonunda karşıt DMM'lerin makul bir mesafeden bağlanmasına yol açar (Cao vd., 2017). Ek olarak MFN1 ve MFN2, DMM füzyonunu düzenlemede farklı rollere sahiptir (Gao ve Hu, 2021). MFN1, dimerizasyonu ve ayrışmasıyla birlikte kendi kendini uyarıcı GTPaz aktivitesine sahiptir (Cao vd., 2017). MFN2, MFN1'den çok daha sıkı bir GTPaz arayüzüne sahiptir ve GTP hidrolizinden sonra bile dimerize kalır. Ayrıca insan MFN1'i, MFN2'den >20 kat daha yüksek GTPaz aktivitesine sahiptir (Li vd., 2019).

İç Mitokondriyal Zar Füzyonu: OPA1

IMM füzyonunun mekanizmasının DMM'den daha karmaşık olması muhtemeldir. ER füzyonuna benzer şekilde DMM füzyonunun başarısı %100 olmak zorunda değildir, çünkü bu zarlar geçici olarak bağlanabilir ve daha sonra herhangi bir soruna yol açmadan çözülebilir. Buna karşılık, iki mitokondrinin DMM'leri kaynaştığında, IMM'leri işlemi tamamlamak için hızla birleşmelidir (Gao ve Hu, 2021). IMM füzyonu, IMM füzyonojeni OPA1'in IMM'nin kristallerini şekillendirmesiyle daha da karmaşık hale gelir. OPA1'in silinmesi, yalnızca füzyon aktivitesiyle açıkça bağlantılı olan mitokondriyal parçalanmaya neden olmakla kalmaz, aynı zamanda IMM'nin veziküler hale gelmesiyle kristal biyogenezini de azaltır (Meeusen vd., 2006).

OPA1, IMM'ye N-terminal transmembran bir alan tarafından bağlanan dinamin benzeri bir GTPaz'dır. GTP bağlayıcı ve GTPaz efektör alanları da dahil olmak üzere proteinin büyük kısmı MAB'ta lokalizedir (Wai ve Langer, 2016). OPA1, mitokondriyal uzama için gerekli olup yokluğunda parçalanmaya ve mtDNA kaybına neden olur (Meeusen vd., 2006). OPA1, füzyonu sağlamak için iki karşıt mitokondrinin yalnızca bir IMM'sinde gereklidir (Song vd., 2009). Bununla birlikte OPA1, karşıt mitokondrinin IMM'sindeki lipid kardiyolipine *trans* halinde bağlanabilir (Ban vd., 2018). Bu modelde, OPA1 ve kardiyolipin heterotipik olarak etkileşime girerler ve füzyonu sağlamak için OPA1 aracılı GTP hidrolizine ihtiyaç duyarlar ancak bağlanmaya ihtiyaç duymazlar (Mattie vd., 2019). Ayrıca OPA1, füzyon noktalarını işaretleyen mitokondriyal-ER temas noktalarında MFN1 ile birlikte yer alabilir (Abrisch vd., 2020).

Metabolik ve biyoenerjetik sinyaller, OPA1'i transkripsiyonel olarak kontrol edebilir. AKT serin/treonin kinaz (Akt)-mekanistik mTOR-nükleer faktör kapp B (NFκB) eksenini, insülin tarafından aktive edilerek solunum kapasitesini ve biyoenerjisi geri kazandırarak OPA1'e bağlı mitokondriyal uzamayı artırabilir (Parra vd., 2014). Nitekim, NF-κB ve aktivatörleri (tümör nekroz faktörü α (TNFα) ve nükleer faktör kapp B kinaz alt birimi β (IKKβ) inhibitörü) OPA1 transkriptlerini yukarı doğru düzenler (Müller-Rischart vd., 2013). Tersine, mTORC1 aktivasyonu, MFN2 gerektiren bir süreçte

OPA1'in proteolitik inaktivasyonundan korur (Sood vd., 2014). Ayrıca oksidatif stres, OPA1 işleme veya oligomerizasyonunun doğrudan bir düzenleyicisidir; oligomerizasyon, kristallerin stabilitesini ve hayatta kalmasını sağlamak için reaktif oksijen türleri modülatörü (ROMO1) tarafından kolaylaştırılır (Norton vd., 2014; Quintana-Cabrera ve Scorrano, 2023).

Mitofaji

Mitokondriler, hücrel homeostaz ve hayatta kalmanın sürdürülmesinde birçok önemli rol oynayan dinamik organellerdir. Ayrıca, mitokondriler hücre içi zar boşluklarından pro-hücre ölüm moleküllerini serbest bırakarak veya toksik reaktif oksijen türleri (ROS) üreterek hücre ölümünün merkezi infazcılarıdır. Bu nedenle, mitofaji gibi mekanizmalar aracılığıyla hasarlı mitokondrilerin zamanında uzaklaştırılması hayati önem taşır. Mitokondriyal fisyon ve füzyon ile hareketlilik, mitofajide önemli bir rol oynar (Ni vd., 2015). Mitofaji, işlevsiz veya hasarlı mitokondrilerin otofagozomlar tarafından seçici olarak hedeflendiği ve hücre tarafından geri dönüştürülmek üzere lizozomlara iletildiği süreçtir. Mitokondriyal homeostaz, mitofaji ve mitokondriyal biyogenez arasında mükemmel bir denge gerektirir. Aşırı mitofaji biyoenerjetik başarısızlığa yol açabilirken, aşırı mitokondriyal biyogenez zararlı seviyelerde ROS üretebilir ve apoptozu teşvik edebilir (East ve Campanella, 2016). Bu sebeple, her iki süreçte de dengeli ve sağlıklı bir mitokondriyal popülasyonun sürdürülmesi, hücrel işlev ve hayatta kalma için gereklidir (Suárez-Rivero vd., 2016).

SONUÇ

Mitokondriyal dinamikler hücrel homeostazın temel bir yönünü temsil eder ve enerji üretimi, apoptoz ve hücre içi sinyalleme gibi süreçleri etkiler. Fisyon ve füzyon arasındaki hassas denge, yalnızca mitokondriyal bütünlüğü korumakla kalmaz, aynı zamanda hücrenin metabolik ihtiyaçlarına ve çevresel stres faktörlerine uyum sağlamasını da sağlar. Bu dinamik süreçlerdeki aksaklıklar, hastalık ve metabolik bozukluklar da dahil olmak üzere çeşitli patolojik durumlara katkıda bulunan faktörler olarak giderek daha fazla kabul görmektedir. Bu nedenle, mitokondriyal morfolojinin altında yatan moleküler mekanizmaları, özellikle de DRP1, MFN1, MFN2 ve OPA1 gibi temel düzenleyici proteinlerin rollerini anlamak, hedefli tedavi stratejileri geliştirmek için çok önemlidir. Bu

dinamikler üzerine yapılacak gelecekteki araştırmalar, sağlık ve hastalık üzerindeki etkilerine muhtemelen daha fazla ışık tutacaktır.

REFERANSLAR

- Abrisch, R. G., Gumbin, S. C., Wisniewski, B. T., Lackner, L. L., Voeltz, G. K. (2020). Fission and fusion machineries converge at ER contact sites to regulate mitochondrial morphology. *Journal of Cell Biology*, 219(4), e201911122. <https://doi.org/10.1083/jcb.201911122>
- Archibald, J. M. (2015). Endosymbiosis and eukaryotic cell evolution. *Current Biology*, 25, R911–R921. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2015.07.055>
- Ban, T., Kohno, H., Ishihara, T., Ishihara, N. (2018). Relationship between OPA1 and cardiolipin in mitochondrial inner-membrane fusion. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Bioenergetics*, 1859(9), 951–957. <https://doi.org/10.1016/j.bbabi.2018.05.016>
- Ban-Ishihara, R., Ishihara, T., Sasaki, N., Mihara, K., Ishihara, N. (2013). Dynamics of nucleoid structure regulated by mitochondrial fission contributes to cristae reformation and release of cytochrome c. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(29), 11863–11868. <https://doi.org/10.1073/pnas.1215143110>
- Bleazard, W., McCaffery, J. M., King, E. J., Bale, S., Mozdy, A., Tieu, Q., et al. (1999). The dynamin-related GTPase Dnm1 regulates mitochondrial fission in yeast. *Nature Cell Biology*, 1, 298–304. <https://doi.org/10.1038/13014>
- Cao, Y. L., Meng, S., Chen, Y., Feng, J. X., Gu, D. D., Yu, B., ... and Gao, S. (2017). MFN1 structures reveal nucleotide-triggered dimerization critical for mitochondrial fusion. *Nature*, 542(7641), 372–376. <https://doi.org/10.1038/nature21077>
- Carelli, V., and Chan, D. C. (2014). Mitochondrial DNA: Impacting central and peripheral nervous systems. *Neuron*, 84(6), 1126–1142. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2014.11.022>
- Chan, D. C. (2006). Mitochondrial fusion and fission in mammals. *Annual Review of Cell and Developmental Biology*, 22, 79–99. <https://doi.org/10.1146/annurev.cellbio.22.010305.104638>
- Chan, D. C. (2020). Mitochondrial dynamics and its involvement in disease. *Annual Review of Pathology: Mechanisms of Disease*, 15(1), 235–259. <https://doi.org/10.1146/annurev-pathmechdis-012419-032711>
- Chen, H., Detmer, S. A., Ewald, A. J., Griffin, E. E., Fraser, S. E., Chan, D. C. (2003). Mitofusins Mfn1 and Mfn2 coordinately regulate mitochondrial fusion and are essential for embryonic development. *Journal of Cell Biology*, 160(2), 189–200. <https://doi.org/10.1083/jcb.200211046>

- Cohen, M. M., and Tareste, D. (2018). Recent insights into the structure and function of Mitofusins in mitochondrial fusion. *F1000Research*, 7, 1983. <https://doi.org/10.12688/f1000research.16465.1>
- Daniele, T., Hurbain, I., Vago, R., Casari, G., Raposo, G., Tacchetti, C., Clementi, E. (2014). Mitochondria and melanosomes establish physical contacts modulated by Mfn2 and involved in organelle biogenesis. *Current Biology*, 24(4), 393–403. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.12.061>
- de Brito, O. M., and Scorrano, L. (2008). Mitofusin 2 tethers endoplasmic reticulum to mitochondria. *Nature*, 456(7222), 605–610. <https://doi.org/10.1038/nature07534>
- Detmer, S. A., and Chan, D. C. (2007). Complementation between mouse Mfn1 and Mfn2 protects mitochondrial fusion defects caused by CMT2A disease mutations. *Journal of Cell Biology*, 176(4), 405–414. <https://doi.org/10.1083/jcb.200611079>
- Dorn, G. W. (2019). Evolving concepts of mitochondrial dynamics. *Annual Review of Physiology*, 81(1), 1–17. <https://doi.org/10.1146/annurev-physiol-020518-114444>
- East, D. A., and Campanella, M. (2016). Mitophagy and the therapeutic clearance of damaged mitochondria for neuroprotection. *International Journal of Biochemistry ve Cell Biology*, 79, 382–387. <https://doi.org/10.1016/j.biocel.2016.07.015>
- Eura, Y., Ishihara, N., Yokota, S., Mihara, K. (2003). Two mitofusin proteins, mammalian homologues of FZO, with distinct functions are both required for mitochondrial fusion. *Journal of Biochemistry*, 134(3), 333–344. <https://doi.org/10.1093/jb/mvg147>
- Ferguson, S. M., and De Camilli, P. (2012). Dynamin, a membrane-remodelling GTPase. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 13, 75–88. <https://doi.org/10.1038/nrm3266>
- Francy, C. A., Alvarez, F. J. D., Zhou, L., Ramachandran, R., Mears, J. A. (2015). The mechanoenzymatic core of dynamin-related protein 1 comprises the minimal machinery required for membrane constriction. *Journal of Biological Chemistry*, 290(17), 11692–11703. <https://doi.org/10.1074/jbc.M114.634238>
- Friedman, J. R., Lackner, L. L., West, M., DiBenedetto, J. R., Nunnari, J., Voeltz, G. K. (2011). ER tubules mark sites of mitochondrial division. *Science*, 334(6054), 358–362. <https://doi.org/10.1126/science.1207385>
- Gao, S., and Hu, J. (2021). Mitochondrial fusion: The machineries in and out. *Trends in Cell Biology*, 31(1), 62–74. <https://doi.org/10.1016/j.tcb.2020.10.005>
- Gomes, L. C., Di Benedetto, G., Scorrano, L. (2011). During autophagy mitochondria elongate, are spared from degradation and sustain cell viability. *Nature Cell Biology*, 13(5), 589–598. <https://doi.org/10.1038/ncb2220>
- Helle, S. C. J., Kanfer, G., Kolar, K., Lang, A., Michel, A. H., Kornmann, B. (2017). Mechanical force induces mitochondrial fission. *eLife*, 6, e30292. <https://doi.org/10.7554/eLife.30292>
- Hernández-Alvarez, M. I., Sebastián, D., Vives, S., Ivanova, S., Bartoccioni, P., Kakimoto, P., ... and Zorzano, A. (2019). Deficient endoplasmic reticulum-mitochondrial phosphatidylserine transfer causes liver disease. *Cell*, 177(4), 881–895.e17. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2019.03.018>

- Hollenbeck, P. J., and Saxton, W. M. (2005). The axonal transport of mitochondria. *Journal of Cell Science*, 118(23), 5411–5419. <https://doi.org/10.1242/jcs.02745>
- Jimah, J. R., and Hinshaw, J. E. (2019). Structural insights into the mechanism of dynamin superfamily proteins. *Trends in Cell Biology*, 29(4), 257–273. <https://doi.org/10.1016/j.tcb.2018.11.001>
- Kalia, R., Wang, R. Y. R., Yusuf, A., Thomas, P. V., Agard, D. A., Shaw, J. M., Frost, A. (2018). Structural basis of mitochondrial receptor binding and constriction by DRP1. *Nature*, 558(7710), 401–405. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0211-2>
- Kamer, K. J., and Mootha, V. K. (2015). The molecular era of the mitochondrial calcium uniporter. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 16, 545–553. <https://doi.org/10.1038/nrm4039>
- Kashatus, D. F., Lim, K. H., Brady, D. C., Pershing, N. L. K., Cox, A. D., Counter, C. M. (2011). RALA and RALBP1 regulate mitochondrial fission at mitosis. *Nature Cell Biology*, 13(9), 1108–1115. <https://doi.org/10.1038/ncb2300>
- Kaya, S., and Yalçın, T. (2023). In an experimental myocardial infarction model, L-arginine pre-intervention may exert cardioprotective effects by regulating OTULIN levels and mitochondrial dynamics. *Cell Stress and Chaperones*, 28(6), 811–820. <https://doi.org/10.1007/s12192-023-01373-6>
- Knott, A. B., Perkins, G., Schwarzenbacher, R., and Bossy-Wetzel, E. (2008). Mitochondrial fragmentation in neurodegeneration. *Nature Reviews Neuroscience*, 9(7), 505–518. <https://doi.org/10.1038/nrn2417>
- Korobova, F., Gauvin, T. J., Higgs, H. N. (2014). A role for myosin II in mammalian mitochondrial fission. *Current Biology*, 24(4), 409–414. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.12.048>
- Koshiba, T., Detmer, S. A., Kaiser, J. T., Chen, H., McCaffery, J. M., Chan, D. C. (2004). Structural basis of mitochondrial tethering by mitofusin complexes. *Science*, 305(5685), 858–862. <https://doi.org/10.1126/science.1099793>
- Kraft, L. M., and Lackner, L. L. (2018). Mitochondrial anchors: Positioning mitochondria and more. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 500(1), 2–8. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2017.06.193>
- Labrousse, A. M., Zappaterra, M. D., Rube, D. A., van der Blik, A. M. (1999). C. elegans dynamin-related protein DRP-1 controls severing of the mitochondrial outer membrane. *Molecular Cell*, 4(5), 815–826. [https://doi.org/10.1016/S1097-2765\(00\)80391-3](https://doi.org/10.1016/S1097-2765(00)80391-3)
- Lewis, S. C., Uchiyama, L. F., Nunnari, J. (2016). ER–mitochondria contacts couple mtDNA synthesis with mitochondrial division in human cells. *Science*, 353(6296), aaf5549. <https://doi.org/10.1126/science.aaf5549>
- Li, Y. J., Cao, Y. L., Feng, J. X., Qi, Y., Meng, S., Yang, J. F., ... and Gao, S. (2019). Structural insights of human mitofusin-2 into mitochondrial fusion and CMT2A onset. *Nature Communications*, 10, 4914. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-12912-0>
- Liesa, M., Palacín, M., Zorzano, A. (2009). Mitochondrial dynamics in mammalian health and disease. *Physiological Reviews*, 89(3), 799–845. <https://doi.org/10.1152/physrev.00030.2008>
- Macdonald, P. J., Francy, C. A., Stepanyants, N., Lehman, L., Baglio, A., Mears, J. A., Ramachandran, R. (2014). A dimeric equilibrium intermediate nucleates

- Drp1 reassembly on mitochondrial membranes for fission. *Molecular Biology of the Cell*, 25(13), 1905–1915. <https://doi.org/10.1091/mbc.e13-10-0594>
- Mahajan, M., Bharambe, N., Kumar, S., Karunakaran, S., Singh, R., Singh, A. K., Ramachandran, R. (2021). NMR identification of a conserved Drp1 cardiolipin-binding motif essential for stress-induced mitochondrial fission. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(5), e2023079118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2023079118>
- Mattie, S., Krols, M., McBride, H. M. (2019). The enigma of an interconnected mitochondrial reticulum: New insights into mitochondrial fusion. *Current Opinion in Cell Biology*, 59, 159–166. <https://doi.org/10.1016/j.jceb.2019.05.004>
- Meeusen, S., DeVay, R., Block, J., Cassidy-Stone, A., Wayson, S., McCaffery, J. M., Nunnari, J. (2006). Mitochondrial inner-membrane fusion and crista maintenance requires the dynamin-related GTPase Mgm1. *Cell*, 127(2), 383–395. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2006.09.021>
- Mishra, P., and Chan, D. C. (2016). Metabolic regulation of mitochondrial dynamics. *Journal of Cell Biology*, 212(4), 379–387. <https://doi.org/10.1083/jcb.201511036>
- Mishra, P., Carelli, V., Manfredi, G., Chan, D. C. (2014). Proteolytic cleavage of Opa1 stimulates mitochondrial inner membrane fusion and couples fusion to oxidative phosphorylation. *Cell Metabolism*, 19(4), 630–641. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2014.03.011>
- Morita, M., Gravel, S. P., Hulea, L., Larsson, O., Pollak, M., St-Pierre, J., Topisirovic, I. (2017). mTOR controls mitochondrial dynamics and cell survival via MTFP1. *Molecular Cell*, 67(6), 922–935.e5. <https://doi.org/10.1016/j.molcel.2017.08.003>
- Murley, A., Lackner, L. L., Osman, C., West, M., Voeltz, G. K., Walter, P., Nunnari, J. (2013). ER-associated mitochondrial division links the distribution of mitochondria and mitochondrial DNA in yeast. *eLife*, 2, e00422. <https://doi.org/10.7554/eLife.00422>
- Müller-Rischart, A. K., Pils, A., Beaudette, P., Patra, M., Hadian, K., Funke, M., ... and Winklhofer, K. F. (2013). The E3 ligase parkin maintains mitochondrial integrity by increasing linear ubiquitination of NEMO. *Molecular Cell*, 49(5), 908–921. <https://doi.org/10.1016/j.molcel.2013.01.036>
- Naon, D., Zaninello, M., Giacomello, M., Varanita, T., Grespi, F., Lakshminarayanan, S., ... and Scorrano, L. (2016). Critical reappraisal confirms that Mitofusin 2 is an endoplasmic reticulum–mitochondria tether. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(40), 11249–11254. <https://doi.org/10.1073/pnas.1606786113>
- Ni, H. M., Williams, J. A., Ding, W. X. (2015). Mitochondrial dynamics and mitochondrial quality control. *Redox Biology*, 4, 6–13. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2014.11.006>
- Nikoltopoulou, V., Markaki, M., Palikaras, K., Tavernarakis, N. (2013). Crosstalk between apoptosis, necrosis and autophagy. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Cell Research*, 1833, 3448–3459. <https://doi.org/10.1016/j.bbamcr.2013.06.001>
- Norton, M., Ng, A. C. H., Baird, S., Dumoulin, A., Shutt, T., Mah, N., ... and Screaton, R. A. (2014). ROMO1 is an essential redox-dependent regulator of

- mitochondrial dynamics. *Science Signaling*, 7(310), ra10. <https://doi.org/10.1126/scisignal.2004761>
- Parra, V., Verdejo, H. E., Iglewski, M., Del Campo, A., Troncoso, R., Jones, D., ... and Lavandero, S. (2014). Insulin stimulates mitochondrial fusion and function in cardiomyocytes via the Akt–mTOR–NFκB–Opa-1 signaling pathway. *Diabetes*, 63(1), 75–88. <https://doi.org/10.2337/db13-0194>
- Peng, R., Rochon, K., Hutson, A. N., Stagg, S. M., Mears, J. A. (2025). The structure of the Drp1 lattice on membrane. *Journal of Molecular Biology*, 437(12), 169125. <https://doi.org/10.1016/j.jmb.2024.169125>
- Quintana-Cabrera, R., and Scorrano, L. (2023). Determinants and outcomes of mitochondrial dynamics. *Molecular Cell*, 83(6), 857–876. <https://doi.org/10.1016/j.molcel.2023.01.026>
- Ramachandran, R. (2018). Mitochondrial dynamics: The dynamin superfamily and execution by collusion. *Seminars in Cell & Developmental Biology*, 76, 201–212. <https://doi.org/10.1016/j.semcdb.2017.08.038>
- Rambold, A. S., and Pearce, E. L. (2018). Mitochondrial dynamics at the interface of immune cell metabolism and function. *Trends in Immunology*, 39(1), 6–18. <https://doi.org/10.1016/j.it.2017.08.006>
- Santel, A., and Fuller, M. T. (2001). Control of mitochondrial morphology by a human mitofusin. *Journal of Cell Science*, 114(5), 867–874.
- Song, Z., Ghochani, M., McCaffery, J. M., Frey, T. G., Chan, D. C. (2009). Mitofusins and OPA1 mediate sequential steps in mitochondrial membrane fusion. *Molecular Biology of the Cell*, 20(15), 3525–3532. <https://doi.org/10.1091/mbc.e09-03-0253>
- Sood, A., Jeyaraju, D. V., Prudent, J., Caron, A., Lemieux, P., McBride, H. M., ... and Pellegrini, L. (2014). A Mitofusin-2–dependent inactivating cleavage of Opa1 links changes in mitochondria cristae and ER contacts in the postprandial liver. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(45), 16017–16022. <https://doi.org/10.1073/pnas.1412656111>
- Suárez-Rivero, J. M., Villanueva-Paz, M., De la Cruz-Ojeda, P., De la Mata, M., Cotán, D., Oropesa-Ávila, M., ... and Sánchez-Alcázar, J. A. (2016). Mitochondrial dynamics in mitochondrial diseases. *Diseases*, 5(1), 1. <https://doi.org/10.3390/diseases5010001>
- Tábara, L. C., Segawa, M., Prudent, J. (2025). Molecular mechanisms of mitochondrial dynamics. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 26(2), 123–146. <https://doi.org/10.1038/s41580-024-00628-5>
- Tilokani, L., Nagashima, S., Paupe, V., Prudent, J. (2018). Mitochondrial dynamics: Overview of molecular mechanisms. *Essays in Biochemistry*, 62(3), 341–360. <https://doi.org/10.1042/EBC20170104>
- Toyama, E. Q., Herzig, S., Curchet, J., Lewis, T. L., Losón, O. C., Hellberg, K., ... and Chan, D. C. (2016). Metabolism: AMP-activated protein kinase mediates mitochondrial fission in response to energy stress. *Science*, 351(6270), 275–281. <https://doi.org/10.1126/science.aab4138>
- Wai, T., and Langer, T. (2016). Mitochondrial dynamics and metabolic regulation. *Trends in Endocrinology & Metabolism*, 27(2), 105–117. <https://doi.org/10.1016/j.tem.2015.12.001>
- Yalçın, T., and Kaya, S. (2023). Thymoquinone may alleviate cisplatin-induced muscle atrophy in rats by regulating mitofusin 2 and meteorin-like levels.

Comparative Clinical Pathology, 32(3), 339–345.
<https://doi.org/10.1007/s00580-023-03442-9>

Yalçın, T., Kaya, S., Yiğın, A., Ağca, C. A., Özdemir, D., Kuloğlu, T., Boydak, M. (2024). The effect of thymoquinone on the TNF- α /OTULIN/NF- κ B axis against cisplatin-induced testicular tissue damage. *Reproductive Sciences*, 31(8), 2433–2446. <https://doi.org/10.1007/s43032-024-01567-y>

Yamashita, S., Jin, X., Furukawa, K., Hamasaki, M., Nezu, A., Otera, H., ... and Mihara, K. (2016). Mitochondrial division occurs concurrently with autophagosome formation but independently of Drp1 during mitophagy. *Journal of Cell Biology*, 215(5), 649–665. <https://doi.org/10.1083/jcb.201604048>

Probiyotik ve Prebiyotiklerin Hayvan Beslemede Kullanımı

Evrin ÖZEL

Araç. Gör. Dr. Zekeriya Safa İNANÇ

Prof. Dr. Huzur Derya ARIK

- 1- Doktora Öğrencisi; Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü zevrin06@gmail.com, ORCID No: 0000-0003-2030-8662
- 2- Araç. Gör. Dr.; Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakóltesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı zsafa.inanc@selcuk.edu.tr
ORCID No: 0000-0003-0832-9209
- 3- Prof. Dr.; Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakóltesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı huzurderya@gmail.com
ORCID No: 0000-0002-4046-9386

GİRİŞ

Dünya nüfusunun sürekli artışı, bitkisel ve hayvansal gıdalara olan talebin artmasını da beraberinde getirmektedir. Bu nedenle gıda üretimini yoğunlaştırmanın yanı sıra üretim maliyetlerini düşüren ve hem insanlar hem de çevre için yüksek kalite ve güvenlik standartlarına uygun çözümler aranmaktadır. Kullanılan bir yem katkı maddesinin hayvan sağlığını korumasının yanında kaliteli et, yumurta, süt ve balık üretimini artırması da beklenmektedir. İnsanların beslenmesi için hayvansal üretimin artırılmasının yanı sıra gıdalarda kontaminasyon kaynağı olan ve tüketici sağlığını tehdit eden *Campylobacter*, *Salmonella*, *Listeria* ve *Yersinia* gibi hayvan bağırsak patojenlerinin önlenmesi de oldukça önemlidir. Sindirim sistemi mikrobiyotasını düzenlemek, hayvan verimliliğini ve büyümesini artırmak amacıyla kullanılan antibiyotik bazlı büyüme uyarıcılarının 01 Ocak 2006'da yasaklanmasıyla benzer bazı yararlı etkileri olan katkı maddelerinin kullanımları gündeme gelmiştir. Hayvancılık yöntemlerinin gelişmesiyle birlikte yetiştiricilerin büyüme hızının artırılması, patojenik enfeksiyonlardan sağlığın korunması ve et, süt, yumurta kalitesi gibi üretim parametrelerinin iyileştirilmesini sağlayacak yem katkı maddeleriyle ilgili beklentileri de artmaktadır. Özellikle çiftlik hayvanlarının bağırsak mikrobiyotasının dengesinin korunması için kullanılan probiyotik ve prebiyotikler hem hayvanlar hem de tüketiciler için tehdit oluşturan patojenlerle mücadelede etkili bir yöntem olarak ortaya çıkmaktadır.

Koyun ve keçilerde *Saccharomyces cerevisiae* 2×10^{10} CFU/g ve *Lactobacillus acidophilus* 6×10^9 CFU/g içeren bir probiyotik karışımının 1:1 dozunun (3 g/Kg DM) yemle (pirinç samanı ve konsantre karışımı; 50:50) inkübe edilmesinin *in vitro* besin maddelerinin parçalanabilirliği üzerindeki etkisi incelenmiş ve probiyotik takviyesinin 48 saatlik inkübasyondan sonra *in vitro* kuru madde, organik madde ve nötral deterjan lifi (NDF) parçalanabilirliğinde önemli iyileştirmeler sağladığı tespit edilmiştir (Sheikh ve ark., 2017).

Rasyona [Yonca (%56,2), mısır (%26,4), soya unu (%8,4), buğday ambarı (%73), Ca_2HPO_4 (%0,7) ve vitamin ve mineral karışımı (%1)] canlı *Clostridium butyricum* suşunun beş farklı dozda (diyet KM'sinin %0, 0,025, 0,05, 0,10 ve 0,20'si) ilave edilmesinin *in vitro* kuru madde, NDF ve asit deterjan lifi (ADF) parçalanabilirliğini kontrol grubuna kıyasla %0,05 ve %0,10 probiyotik seviyelerinde iyileştirdiği bulunmuştur (Cai ve ark., 2021).

Ticari bir probiyotiğin etlik piliçlerde büyüme performansı, bağırsak morfolojisi, lipid oksidasyonu ve ileal mikroflora üzerine olumlu etkiler gösterdiği, dolayısıyla antibiyotiklere alternatif olabileceği bildirilmiştir (Kazemi ve ark., 2019) .

Eimeria tenella (*E. tenella*) ile enfekte tavuklarda yemlere *Lactobacillus plantarum* probiyotik takviyesinin *E.tenella* enfeksiyonuna karşı koruyabileceği gösterilmiştir (Mohsin ve ark., 2022).

Sağlıklı köpeklerden izole edilen *Lactobacillus* suşunun *Campylobacter*'e karşı *in vitro* antagonistik aktivite gösterdiği belirlenmiştir (Tomusiak-Plebanek ve ark., 2022). Köpek dışkısında baskın laktik asit bakterisi olarak tanımlanan *Ligilactobacillus animalis*'in enteropatojenlere karşı inhibitör etkiler gösterdiği bildirilmiştir (Lee ve ark., 2022). Köpeklerden izole edilen *Lactobacillus* ve *Enterococcus* suşlarının *in vitro* ortamda belirlenen probiyotik özellikleri nedeniyle yerli mikrobiyotadan izole edilen bu suşlarla en uygun probiyotik suşlarının üretebileceği öne sürülmüştür (Rudenko ve ark., 2021).

Probiyotikler

"Probiyotik" terimi, Yunanca "pro" ve "bios" kelimelerinden gelir ve "yaşam için" anlamına gelir. Probiyotik kavramı ilk olarak 1907 yılında, bakterilerin doğal bağırsak mikroflorası üzerinde faydalı bir etkiye sahip olabileceğini belirten Miecznikow (E. Miecznikow 1907) tarafından ortaya atılmıştır. Probiyotikler Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ile Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından 2002 yılında "yeterli miktarlarda uygulandığında konakçıya sağlık açısından fayda sağlayan, titizlikle seçilmiş mikroorganizmaların canlı suşları" olarak tanımlanmıştır (FAO). Bu tanım, 2013 yılında Uluslararası Probiyotikler ve Prebiyotikler Derneği (ISAPP) tarafından güncellenmiş ve probiyotikler, "yeterli miktarda alındığında konakçının sağlığı üzerinde fayda sağlayan canlı organizmalar" olarak tanımlanmıştır (Kahraman ve ark., 2024; Pyne ve ark., 2012; Hill ve ark., 2014; Markowiak ve Slizewska, 2017). Türk Gıda Kodeksi (TGK) ise, probiyotik mikroorganizmaları sindirim sisteminin düzenlenmesine ve bağışıklık sisteminin güçlendirilmesine katkı sağlayan canlı mikroorganizmalar olarak tanımlamakta ve bu mikroorganizmaların gıdalarda en az 1.0×10^6 kob/g canlı olarak bulunması gerektiğini belirtmektedir.

Hayvan besleme açısından probiyotikler, bağırsak mikrobiyel dengesini geliştirerek konakçı hayvanda yararlı etkiler oluşturan ve böylece hayvanların yemden yararlanmalarını artıran, ağız yoluyla veya yeme katılarak verilen canlı mikrobiyel yem katkı maddeleridir (Kahraman ve ark.1996;Yalçın ve ark.1996). Probiyotikler, sağlık üzerindeki faydalı etkileri ve büyümeyi teşvik etmeleri nedeniyle, özellikle domuz ve kümes hayvanları olmak üzere birçok hayvan yeminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Probiyotik suşların güvenliğinin değerlendirilmesi, kullanımlarının optimizasyonu için gereklidir. Ticari probiyotik ürünler, canlı bakteriler, mantarlar, mayalar ve maya kültürlerinin yanı sıra çeşitli enzimleri de içerebilir. Bu ürünler, tek bir mikroorganizma suşundan veya birden fazla mikroorganizma suşunun kombinasyonundan oluşabilir (Yalçın ve ark.1996). Konak hayvanın türüne ve yaşına bağlı olarak toz, süspansiyon, kapsül, pelet, jel veya macun olarak uygulanabilirler. Periyodik veya sürekli olarak, doğrudan ağızdan verilebilir veya yem ve premikslere katkı maddesi olarak katılabilirler.

Probiyotik mikroorganizmaların faydalı etkilerini gösterebilmesi için bazı özelliklere sahip olmaları gerekmektedir (Yalçın ve ark.1996);

- Bağırsak içinde yeterli sayıda bulunmalıdırlar.
- Zararlı veya toksik etkili olmamalıdırlar.
- Midedeki asidik ortam, bağırsaktaki safra tuzları ve lizozim enzimleri gibi faktörlerden etkilenmeden canlı kalıp hızla çoğalabilmelidirler.
- Yemlerin depolanması ve üretimi sırasında canlılıklarını koruyabilmelidirler.
- Yem içeriğindeki besin maddeleri ve diğer katkı maddelerine karşı dayanıklı olmalıdırlar.
- Probiyotik mikroorganizmaların hem laboratuvar ortamında (*in vitro*) hem de canlı organizma içinde (*in vivo*) üretimleri pratik ve kolay olmalıdır.

Tek ve çok suşlu probiyotikler

Tek suşlu probiyotikler, belirli bir konsantrasyonda tek bir bakteri türü içeren ve konakçı sağlığı üzerine faydalı etkileri olan probiyotiklerdir. Probiyotikler için yaygın olarak kullanılan *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Streptococcus*, *Pedococcus*, *Enterococcus*, *Bacillus*, *Saccharomyces*, *Micrococcus* bakterileri kullanılmaktadır (Babot ve ark., 2018 ; Sanders ve ark., 2019). Çok suşlu probiyotikler, konakçının sağlığı ve bağıışıklığı için

yararlı olan aynı türden veya birden fazla bakteri suşunun bir karışımıdır (Kwoji ve ark., 2021).

Tablo 1. Hayvanlar için probiyotik mikroorganizmalar (EFSA, 2013)

<i>Lactobacillus</i> türü	<i>Bifidobacterium</i> türü	Diğer laktik asit bakterileri	Diğer mikroorganizmalar
<i>L. brevis</i> ^a	<i>B. animalis</i> ^{bir}	<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Bacillus cereus</i>
<i>L. casei</i> ^a	<i>B. longum</i> ^a	<i>Enterococcus faecium</i>	<i>Bacillus licheniformis</i> ^a
<i>L. crispatus</i> ^a	<i>B. pseudolongum</i>	<i>Lactococcus lactis</i> ^{bir}	<i>Bacillus subtilis</i> ^a
<i>L. farciminis</i> ^a	<i>B. termofilum</i>	<i>Leuconostoc citreum</i> ^a	<i>Propionibact. Freudenreichi</i> ^a
<i>L. fermentum</i> ^a		<i>Leuconostoc lactis</i> ^a	<i>Saccharomyces cerevisiae (boulardi)</i> ^a
<i>L. murinus</i>		<i>Leuconostoc mesenteroides</i> ^a	<i>Saccharomyces pastorianus</i> ^{bir}
<i>L. gallinarium</i> ^a		<i>Pediococcus acidilactici</i> ^a	<i>Kluyveromyces fragilis</i>

<i>Lactobacillus</i> türü	<i>Bifidobacterium</i> türü	Diğer laktik asit bakterileri	Diğer mikroorganizmalar
<i>L. paracasei</i> ^a		<i>Pediococcus pentosaceus</i> ^a	<i>Kluyveromyces marxianus</i> ^a
<i>L. pentosus</i> ^a		<i>Streptococcus infantarius</i>	<i>Aspergillus orizae</i>
<i>L. plantarum</i> ^a		<i>Streptococcus salivarius</i>	<i>Aspergillus niger</i>
<i>L. reuteri</i> ^a		<i>Streptococcus thermophilus</i> ^a	
<i>L. rhamnosus</i> ^a		<i>Sporolactobacillus inulinus</i>	
<i>L. salivarius</i> ^a			

Probiyotiklerin Hayvan Beslemedeki Önemi

Probiyotikler, bağırsak mikrobiyal sağlığında önemli bir rol oynar. Probiyotiklerin etkileri rekabetçi inhibisyon ve bağışıklık sistemi modülasyonu olmak üzere iki mekanizmadan oluşur. Bakteriyosinler, müsinler, defensinler gibi inhibitör bileşikler üreterek, patojenlerin yapışmasını önleyerek, besinler için rekabet oluşturarak ve toksin emilimini azaltarak rekabetçi inhibisyon mekanizmasını devreye sokarlar. Ayrıca hem doğuştan hem de edinilmiş bağışıklığı güçlendirerek konak bağışıklık sisteminin modülasyonunu sağlarlar (Hernandez-Patlan ve ark., 2020).

Probiyotikler, bakteriyosinler, hidrojen peroksit, organik asitler, etanol ve diasetil gibi farklı tipte inhibitör bileşikler üreterek patojen istilasını azaltmaya yardımcı olurlar (Liao ve Nyachoti, 2017). Bakteriyosinler, laktik asit bakterileri (LAB) gibi gram pozitif bakteriler tarafından salgılanan, patojenlerin hücre duvarı sentezini bozarak patojenik bakteri türlerini ortadan kaldıracı ribozomal olarak sentezlenen AMP'lerdir (Belguesmia ve ark., 2010, Cotter ve ark., 2013). *Pediococcus pentosaceus* tarafından üretilen bir bakteriyosin olan pediocin A ve *Carnobacterium divergens* tarafından üretilen diversinin, *C. Perfringens*'e karşı piliç performansını iyileştirdiği bildirilmiştir (Grilli ve ark., 2009 ; Józefiak ve ark., Organik asitler zararlı bakterilerin sitoplazmik zarını, hücre duvarını ve belirli metabolik fonksiyonlarını doğrudan hedef alarak bozulmalarına yol açar (Nair ve ark., 2017 ; Zhitnitsky ve ark., 2017). Etanol, plazma zarının bütünlüğünü bozarak hücre ölümüne neden olur (Ingram, 1989). Diasetil, gram negatif bakterilerin arjinin bağlayıcı proteinini engeller (Lindgren ve Dobrogosz, 1990).

Probiyotikler, rekabetçi inhibisyon yoluyla patojenik bakterilerin bağırsak epitel bağlanma bölgelerine yapışmasını engellemeye yardımcı olur (Bermudez-Brito ve ark., 2012). Bağırsak epitellerinde mukus ve defensinlerin üretimini artırarak mukozal bağışıklığı aktive ederler (Bermudez-Brito ve ark., 2012). Mukuslar, bağırsak epitel hücreleri tarafından üretilen ve epitel hücre yüzeylerini koruyan glikoproteinlerdir (González-Rodríguez ve ark., 2012). Defensinler ise bakterilerin zarını parçalayıp hücre duvarı sentezini inhibe ederek bakteriyel büyümeyi engelleyebilen küçük katyonik peptitlerdir (Kagan ve ark., 1990).

Bağırsak sisteminin mikrobiyal popülasyonu, hayvansal üretim ile verimliliği ve gıda ürünlerinin güvenliğini etkileyen patojen bakterilerin etkisini azaltabilen karmaşık bir doğal kaynaktır. Hayvansal üretimi veya gıda güvenliğini olumsuz etkileyen patojenleri ortadan kaldırmak için bakterilerin doğal rekabetçi doğasından yararlanılmaktadır. Bu amaçla probiyotik, prebiyotik ve rekabetçi dışlama kültürleri olarak sınıflandırılan ürünler, gıda güvenliği açısından patojenleri azaltma stratejisi olarak kullanılmaktadır (Callaway ve ark., 2008).

Probiyotik bakterilerden olan laktik asit bakterileri, hayvanlar için zararlı bileşikler olan mikotoksinlere karşı doğal bariyer oluştururlar (Liao ve Nyachoti, 2017, Peng ve ark., 2018 ; Tsai ve ark., 2012).

Prebiyotikler

Prebiyotikler; konakçı organizmanın sağlığını olumlu yönde etkileyen, sindirilemeyen ve seçici olarak yararlı bağırsak mikroorganizmalarının gelişimini teşvik eden bileşikler olarak tanımlanmaktadır (Gibson ve Roberfroid, 1995). Prebiyotik kavramının en fazla kabul gören tanımı probiyotik kavramı üzerine inşa edilerek ortaya çıkmıştır. Prebiyotikler, sağlığı iyileştirme amacıyla insan ve hayvan kaynaklı mikrobiyotayı hedefler. Probiyotikler canlı mikroorganizmalar kullanırken, prebiyotikler, uygulanan probiyotik suşları ve yerel (yerleşik) mikroorganizmalar da dahil olmak üzere konakçı tarafından barındırılan faydalı mikroorganizmalar için besin görevi gören cansız substratlardır. Bir prebiyotik geniş çapta metabolize edilmemeli, ancak yerel ekosistem içinde sağlığı geliştirici mikroorganizmalara yönelik bir metabolizmayı tetiklemelidir.

Bir maddenin potansiyel bir prebiyotik olduğunu belirlemek ve göstermek için, kaynağı, kökeni, saflığı, kimyasal bileşimini ve yapısı belirtilmelidir. Prebiyotikler, Genel Olarak Güvenli (GRAS) statüsüne sahip olmak, uygun doz ve yan etki değerlendirmesi yapmak, kirletici ve safsızlık içermemek, konakçı üzerinde olumsuz etkilere yol açacak şekilde bağırsak mikrobiyotasını değiştirmemek gibi tüm uluslarca zorunlu tutulan güvenlik düzenlemelerini karşılamalıdır. Prebiyotik teriminin yalnızca belirli bir bölgede mikrobiyota modülasyonu ile ilgili yararlı sağlık etkisi olduğunda kullanılabileceği vurgulanmaktadır (FAO, 2007)

Bir maddenin prebiyotik olarak sınıflandırılması için beş temel kriter vardır (Wang, 2009);

- Prebiyotik maddelerin sindirim sisteminin üst kısımlarında sindirime dirençli olması gereklidir.
- Prebiyotikler kalın bağırsağa ulaştığında potansiyel olarak faydalı bağırsak bakterileri tarafından seçici olarak fermente edilmelidir.
- Bağıışıklık sistemi üzerinde olumlu etki göstererek konakçı sağlığını iyileştirmelidir.
- Probiyotik bakterilerin büyümesini seçici olarak uyarmalıdır.
- Bağırsaktaki bakteriyel metabolizma için başarılı bir şekilde üretilebilmeleri ve kullanılabilirlikleri ile ilişkili teknolojik özellikleri bilinmelidir.

Prebiyotik çeşitleri

Hayvan beslemede kullanılan prebiyotikler arasında inülin, ksilo-oligosakkaritler (XOS), tahıl lifi, laktuloz, fruktooligosakkaritler (FOS) ve galaktooligosakkaritler (GOS) yer almaktadır (Crittenden ve Playne, 2008).

İnülin

İnülin, D-fruktozdan türetilen, genellikle β (2 $\rightarrow$ 1) bağlantılı terminal glikoz ünitelerine sahip, β -glikozidik bağlara (2 $\rightarrow$ 1) sahip doğrusal bir polimerdir. İnülin, birçok bitki türünde bulunan bir depo karbonhidratıdır (Davani-Davari ve ark. 2019).

Fruktooligosakkaritler

Özellikle fruktanlar olmak üzere, inülin türevi oligosakkaritlerden olan fruktooligosakkaritler, birbirlerine β -(2,1) bağlarıyla bağlı 2 ile 60 D-fruktoz biriminden oluşmuştur. Bunlar, D-glukozil son ekine sahip, doğal olarak bulunan kısa zincirli karbonhidratlardır (Apolinário vd., 2014). Yeme 4 g/kg dozunda uygulanan fruktooligosakkaritlerin, erkek piliçlerde probiyotik bakterilerin büyümesini desteklediği bulunmuştur. FOS'un %0,5, %1 ve %2 düzeyinde kullanılması durumunda hindilerde büyüme ve verim performansı üzerine etkisi görülmemiştir (Juśkiewicz ve ark., 2006).

Galakto-oligosakkaritler

Galakto-oligosakkaritler, kimyasal yapılarında zincir uzunluğu, dallanma ve glikozil bağları bakımından çeşitli varyasyonlar gösteren galaktoz içeren oligosakkaritlerdir (Mei ve ark.,2022).Galakto-oligosakkaritkarışımının domuzlarda *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus*'un büyümesini desteklediği belirlenmiştir (Tzortzis ve ark., 2005),

Laktuloz

Laktuloz, β -galaktozidaz veya epimerazın etkisiyle laktozdan üretilen yapay bir disakkarittir. Fruktoz ve galaktozdan oluşur. Laktulozun gastrointestinal sistemde emilim oranları düşüktür ve bağırsak yolundaki hücrelerde hidrolizi için gerekli sindirim enzimleri yoktur (Chu ve ark., 2022).

Ksilo-oligosakkaritler

Ksilo-oligosakkaritler, β (1 $\rightarrow$ 4)-ksilosidik bağlarla bağlanmış β -D-ksilopiranosil (ksiloz) ünitelerinden oluşan şeker oligomerleridir (Santibáñez ve ark., 2021). Ksilo-oligosakkaritler, prebiyotik etkileri olduğu bilinen ürün artıkları, odun ve otsu biyokütle gibi ksilan içeren lignoselülozik malzemelerden izole edilir. Ksilo-oligosakkaritler ayrıca, ksilanaz gibi ekzojen enzimlerin lignoselülozik artıklara eklenmesiyle de üretilebilir (Baker ve ark., 2021).

İzomaltooligosakkaritler

İzomaltooligosakkaritler (IMO), α -D-(1,6)-bağları gösteren glikoz oligomerleridir ve izomaltoz, izomaltotrioz, izomaltotetraoz, izomaltopentaz ve daha fazla dallanma gösteren diğer oligosakkaritler olarak bulunurlar. İzomaltooligosakkaritler çeşitli glikozil hidrolaz ailelerine ait enzimlerin etkisiyle nişastadan türetilir (Logtenberg ve ark., 2021).

Gluko-oligosakkaritler (GlcOS)

Gluko-oligosakkaritler, yalnızca D-glikoz ünitelerinden oluşan ve farklı polimerizasyon ve glikozidik bağ dereceleri gösteren oligosakkaritleri ifade eder. α -gluko-oligosakkaritler (α -GlcOS), nişastanın (α -[1 $\rightarrow$ 4] glukana) hidrolizatlarıdır; β -gluko-oligosakkaritler (β -GlcOS), (1,3) (1,4)- β -D-glukan

hidrolizatlarıdır. Her ikisi de probiyotik bakterilerin seçici çoğalmasını destekleyen değerli bir prebiyotik kaynak sağlar (Zeng ve ark., 2023).

Prebiyotik Kullanımının Hayvan Beslemedeki Önemi

Hayvan besleme bilimi, sürdürülebilir üretim ve hayvan sağlığının korunması amacıyla sürekli olarak gelişmekte ve alternatif yem katkı maddelerine olan ilgi artmaktadır. Doğal besleme stratejilerinin teşvik edilmesi doğrultusunda, prebiyotiklerin ruminant ve monogastrik hayvanların beslenmesinde kullanım potansiyeli ön plana çıkmaktadır. Prebiyotiklerin hayvan performansı, bağışıklık sistemi, sindirim etkinliği ve genel refah üzerindeki olumlu etkileri, bu bileşiklerin modern hayvancılık uygulamalarında stratejik bir yem katkı maddesi olarak değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu bölümde, prebiyotiklerin hayvan beslemesindeki rolü, etkileri ve kullanımına yönelik bilimsel temelli yaklaşımlar ele alınacaktır.

Etlik piliçler ile yapılan bir çalışmada, erken yaşam evresinde farklı dozlarda prebiyotik ilave edilmiş yeme geç erişim sağlayanlarda erkene erişim sağlayanlara kıyasla ileumda *Escherichia coli* popülasyonunda artış ve *Lactobacillus* spp. ve *Bifidobacterium* spp. popülasyonunda azalma olduğu belirlenmiştir. Yeme erişimin gecikmesi ile villus yüksekliğinde, kript derinliğinde, villus genişliği oranında azalma meydana geldiği bildirilmiştir. (Shani ve İrani, 2024).

Subklinik mastitisli ineklere 0, 100, 200, 300 ve 400 g/gün inülin verilmesinin rumen ortamını iyileştirerek süt ineklerinde subklinik mastitis semptomlarını hafiflettiği ve süt verimini artırdığı saptanmıştır (Wang ve ark., 2021).

Köpeklerle prebiyotik verilmesinin mama tüketimini etkilemediği ancak dışkılarındaki faydalı bakteri popülasyonunu ve kısa zincirli yağ asidi konsantrasyonunu artırdığı, dolayısıyla prebiyotiklerin köpeklerin bağırsak sağlığını iyileştirmede büyük bir potansiyeli olduğu ortaya

Kedilerde dirençli nişasta ile zenginleştirilmiş diyet, lif-prebiyotik-probiyotik karışımı içeren diyet, lif-prebiyotik-probiyotik karışımı + bağışıklık modülatörleri içeren diyet kullanılarak yapılan bir çalışmada, dirençli nişasta ve lif içeren diyetlerin kedilerin dışkı mikrobiyomunu ve metabolit profilleri üzerinde olumlu etkiler oluşturduğu belirlenmiştir (Lee ve ark., 2022).

KAYNAKÇA

Apolinário AC, de Lima Damasceno BP, de Macêdo Beltrã, NE, Pessoa A, Converti A, & da Silva JA, 2014. Inulin-type fructans: A review on different aspects of biochemical and pharmaceutical technology. *Carbohydrate Polymers*, 30, 368–378.

Babot J, Argañaraz-Martínez E, Saavedra L, Apella M, & Chaia A P, 2018. Compatibility and safety of five lectin-binding putative probiotic strains in the development of a multi-strain protective culture for poultry. *Beneficial Microbes*, 9, 927–935.

Baker JT, Duarte ME, Holanda DM, Kim SW, 2021. Friend or Foe Impacts of Dietary Xylans, Xylooligosaccharides, and Xylanases on Intestinal Health and Growth Performance of Monogastric Animals. *Animals (Basel)*, 26:609.

Belguesmia Y, Choiset Y, Prévost H, Dalgalarrrondo M, Chobert JM, Drider D, 2010. Partial purification and characterization of the mode of action of enterocin S37: a bacteriocin produced by *Enterococcus faecalis* S37 isolated from poultry feces. *J Environ Public Health*, 986460.

Bermúdez-Brito M, Plaza-Díaz J, Muñoz-Quezada S, Gómez-Lorente C, Gil A, 2012. Probiotic mechanisms of action. *Annals of Nutrition & Metabolism*, 61(2), 160–174.

Cai L, Hartanto R, Zhang J, & Qi D, 2021. *Clostridium butyricum* improves rumen fermentation and growth performance of heat-stressed goats in vitro and in vivo. *Animals*, 11(11), 3261.

Callaway TR, Edrington TS, Anderson RC, et al., 2008. Probiotics, prebiotics and competitive exclusion for prophylaxis against bacterial disease. *Anim Health Res Rev.*, 9(2):217–225.

Chu N, Ling J, Jie H, Leung K, Poon E, 2022. The potential role of lactulose pharmacotherapy in the treatment and prevention of diabetes. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 13:956203.

Cotter PD, Ross RP, Hill C, 2013. Bacteriocins - a viable alternative to antibiotics?. *Nat Rev Microbiol*, 11(2):95-105.

Crittenden, R, Playne, MJ, 2008. Prebiotics. In: *Handbook of Probiotics and Prebiotics*, pp., 533–581.

Davani-Davari D, Negahdaripour M, Karimzadeh I, Seifan M, Mohkam M, Masoumi SJ, Berenjian A, Ghasemi Y, 2019. Prebiyotikler: tanım, türler, kaynaklar, mekanizmalar ve klinik uygulamalar. *Gıdalar*, 8:92.

EFSA, 2013. Avrupa Birliği'nin 2011 yılında zoonozlar, zoonotik etkenler ve gıda kaynaklı salgınlara ilişkin eğilimleri ve kaynaklarına ilişkin özet raporu. *EFSA J.*, 3129:1–250.

FAO, 2007. Prebiyotikler Teknik Toplantısı: Gıda Kalitesi ve Standartları Servisi (AGNS), Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) 15-16.09.2007. FAO Teknik Toplantı Raporu.

Gibson RG, Roberfroid MB, 1995. İnsan kolon mikrobiyotasının diyet modülasyonu: prebiyotik kavramının tanıtılması. *J Appl Bacteriol*, 125(6):1401–1412.

González-Rodríguez I, Sánchez B, Ruiz L, et al.,2012. Role of extracellular transaldolase from *Bifidobacterium bifidum* in mucin adhesion and aggregation. *Appl Environ Microbiol.*, 78(11):3992–3998.

Grilli E, Messina MR, Catelli E, Morlacchini M, Piva A, 2009. Pediocin A improves growth performance of broilers challenged with *Clostridium perfringens*. *Poult Sci.*, 88(10):2152-2158.

Hernandez-Patlan D, Solis-Cruz B, Hargis BM, & Tellez G, 2020. Use of probiotics in poultry production for the control of bacterial infections and aflatoxins. *Prebiotics and Probiotics*, 4, 217–238.

Hill, C, Guarner F, Reid G, Gibson GR, Merenstein, DJ, Pot B, Sanders ME, 2014. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 11(8), 506-514.

Ingram, LO 1989. Ethanol tolerance in bacteria. *Critical Reviews in Biotechnology*, 9, 305–319.

Juśkiewicz J, Jankowski J, Zduńczyk Z, Mikulski D, 2006. Performance and gastrointestinal tract metabolism of turkeys fed diets with different contents of fructooligosaccharides. *Poult Sci*, 85:886–891.

Kagan BL, Selsted ME, Ganz T, Lehrer RI, 1990. Antimicrobial defensin peptides form voltage-dependent ion-permeable channels in planar lipid bilayer membranes. *Proc Natl Acad Sci U S A.*, 87(1):210–214

Kahraman R, Alp M, Kocabağlı N, Irmak G. ve Şenel HS, 1996. The Effects Of Fastrack And Sodium Bicarbonate On Performance Of Broilers. *Tr. J.Of Veterinary And AnimalSciences* 20:383-386.

Kazemi SA, Ahmadi H, Karimi Torshizi MA, 2019. Evaluating two multistrain probiotics on growth performance, intestinal morphology, lipid oxidation and ileal microflora in chickens. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*, 103(5):1399-1407.

Kwoji ID, Aiyegoro OA, Okpeku M, Adeleke, MA, 2021. Multi-strain probiotics: Synergy among isolates enhances biological activities. *Biology*, 10, 322.

Lee, A.H., Jha, A.R., Do, S. et al.,2022. Dietary enrichment of resistant starches or fibers differentially alter the feline fecal microbiome and metabolite profile. *anim microbiome*, 4(61).

Lee HJ, Lee JB, Park SY, Choi IS, Lee SW, 2022. Antimicrobial activity of dominant *Ligilactobacillus animalis* strains in healthy canine feces and their probiotic potential. *FEMS Microbiol Lett.*, 369(1):fnac115.

Lindgren, SE, Dobrogosz W J, 1990. Antagonistic activities of lactic acid bacteria in food and feed fermentations. *FEMS Microbiology Reviews*, 7(1–2), 149–163.

Logtenberg MJ, Akkerman R, Hobé RG, Donners KMH, Van Leeuwen SS, Hermes GDA, et al., 2021. FStructure-Specific Fermentation of Galacto-Oligosaccharides, Isomalto-Oligosaccharides and Isomalto/Malto-Polysaccharides by Infant Fecal Microbiota and Impact on Dendritic Cell Cytokine Responses. *Mol Nutr Food Res*. 65.

Markowiak, P, Śliżewska K, 2017. Effects of probiotics, prebiotics, and synbiotics on human health. *Nutrients*, 9(9), 1021.

Mei Z, Yuan J, Li D, 2022. Biological activity of galacto-oligosaccharides: A review. *Front Microbiol*, 13:993052.

Miecznikow E. O Naturze Ludzkiej – Zarys Filozofii Optymistycznej (translation F.Wermiński). Wydawnictwo Biblioteka Naukowa. Warszawa, 1907.

Mohsin M, Zhang Z, Yin G, 2022. Effect of Probiotics on the Performance and Intestinal Health of Broiler Chickens Infected with *Eimeria tenella*. *Vaccines (Basel)*, 10(1):97.

Nair, SM, Amalaradjou MA, Venkitanarayanan, K, 2017. Antivirulence properties of probiotics in combating microbial pathogenesis. *Advances in Applied Microbiology*, 98, 1–29.

Peng WX, Marchal JLM, Van Der Poel, AFB, 2018. Strategies to prevent and mitigate mycotoxins in compound feed production. *Animal Feed Science and Technology*, 237, 129–153.

Pyne DB, West NP, Cripps AW, 2012. Probiotics and immune response to exercise. *European Journal of Sport Science*, 7(1), 51–59.

Rudenko P, Vatnikov Y, Sachivkina N, Rudenko A, Kulikov E, Lutsay V, Notina E, Bykova I, Petrov A, Drukovskiy S et al, 2021. Investigation of promising probiotic microbiota species isolated from different biotopes of healthy cats for the control of surgical infections. *Pathogens*, 10, 667.

Sanders ME, Merenstein DJ, Reid G, Gibson GR, Rastall RA, 2019. Probiotics and prebiotics in intestinal health and disease: from biology to the clinic. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 16(10), 605–616.

Santibáñez L, Henríquez C, Corro-Tejeda R, Bernal S, Armijo B, Salazar O, 2021. Xylooligosaccharides from lignocellulosic biomass: A comprehensive review. *Carbohydr Polym.*, 1:117118.

Shani MA, Irani M, 2024. Feeding strategy and prebiotic supplementation: Effects on immune responses and gut health in the early life stage of broiler chickens. *Res Vet Sci.* 2024May;171:105226.

Sheikh G, Ganai A, Ishfaq A, Afzal Y, Ahmad H, 2017. Probiyotik karışımının ve fibrolitik enzim karışımının çeltik samanının sindirilebilirliği üzerindeki in vitro etkisi. *Adv Anim Vet Sci* 5(6):260–266.

Tomusiak-Plebanek A, Mruk M, Rzaça S et al, 2022. In Vitro assessment of anti-Campylobacter activity of lactobacillus strains isolated from canine rectal swabs. *BMC Vet Res* 18, 112.

Tsai YT, Cheng PC, Pan TM, 2012. Immunomodulatory effects of lactic acid bacteria for improving immune functions and benefits. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 96,853–862.

Tzortzis, G, Goulas, AK, Gee JM, Gibson, GR, 2005. A novel galactooligosaccharide mixture increases the bifidobacterial population numbers in a continuous in vitro fermentation system and in the proximal colonic contents of pigs in vivo. *Journal of Nutrition*, 135, 1726–1731.

Wang Y, Nan X, Zhao, Y, Jiang L, Wang H, Zhang F, Hua D, Liu J, Yao J, Yang L, Luo Q, Xiong B, 2021. Dietary supplementation of inulin ameliorates subclinical mastitis via regulation of rumen microbial community and metabolites in dairy cows. *Microbiology Spectrum*, 9(2), e0010521.

Wang Y, 2009. Prebiyotikler: Gıda bilimi ve teknolojisinde bugünü ve geleceği. *Food Res Int.*, 42:8–12.

Yalçın S, Çiftçi İ, Önal A G ve Yılmaz A, 1996. Tuyem “ 3. Uluslararası Yem Kongresi Ve Yem Sergisi” 30-33.

Zeng, M, van Pijkeren, JP, Pan X, 2023. Gluco-oligosaccharides as potential prebiotics: Synthesis, purification, structural characterization, and evaluation of prebiotic effect. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 22, 2611–2651.

Zhitnitsky D, Rose J, Lewinson O, 2017. The highly synergistic, broad-spectrum, the antibacterial activity of organic acids and transition metals. *Scientific Reports*, 7, 44554.

İneklerde Kontraseptif Yöntemler

Atilla YILDIZ

Prof.Dr.; Fırat Üniversitesi Sivrice Meslek Yüksekokulu Veterinerlik Bölümü.
ayildiz1@firat.edu.tr ORCID No: 0000-0001-9910-3250

ÖZET

Gebe dişilerin kesilmesinden kaçınmak, tüketici beklentileriyle uyumlu, etik ve verimli sığır eti üretimini teşvik etmek ve daha sürdürülebilir ve geleceğe yönelik bir üretim zincirine katkıda bulunmak için önemlidir. İneklerde kontraseptif (gebelikten korunma/gebelik önleyici) uygulama klasik olarak yumurtalıkların çıkarılarak (ovariektomi) üreme yeteneklerinin ortadan kaldırılmasını içeren bir işlemdir. Sığırlarda ovariektomi, üreme endokrinolojisi araştırmalarının yanı sıra, düvelerde östrusu bastırmak, sürüde daha sakin bir davranış biçimini teşvik etmek, besi sığırlarında beslenme verimliliğini artırmak, üretilen sütün kalitesini iyileştirmek ve hastalıklı ovaryumların çıkarılması için de gerekli bir çiftlik hayvanı yönetim tekniği olarak kabul edilir. Geleneksel olarak sığırlarda gebeliğin önlenmesi için laparotomi, Willis veya Kimberling-Rupp kısırlaştırma cihazı, endoskop yardımlı kolpotomi ve yumurtalık iskemisini başlatma teknikleri gibi çeşitli cerrahi yöntemler geliştirilmiştir. Son yıllarda rahim içi araçlar, GnRH agonist implantları, ve immunokastrasyon gibi cerrahi olmayan kontraseptif yöntemler düvelere uygulanmaktadır. Kolpotomi tabanlı yöntemler, stresle ilişkili hormonların daha az salınması, daha normal davranışların sergilenmesi, kısa süreli ağrı, daha düşük morbidite ve mortalite oranları açısından paralumbal laparotomiye göre daha tercih edilmektedir. Ancak, kolpotomi tabanlı tüm kısırlaştırma yöntemlerinde uygulanan cerrahi teknikler kör bir şekilde gerçekleştirildiğinden, vajinal perforatör iç organlara ve uterus damarlarına zarar verebilir. Ayrıca, vajinanın kolpotomi için çok dar olması veya hastanın büyük yumurtalık tümörleri/yapışıklıkları olması durumunda bu yöntemlerin kullanımı sınırlıdır. Laparoskopik kısırlaştırma, karın boşluğuna minimal invazyon ve daha az ağrı açısından çeşitli avantajlar sunmakla birlikte, maliyetli, özel aletler ve zaman alıcı işlemler gerektirmektedir.

Bu bölümde dişi sığırlarda cerrahi kısırlaştırmaya yönelik yaklaşımların teknikleri, potansiyel faydaları ve komplikasyonları sunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Kontraseptif, kolpotomi, laparotomi, ovariektomi, ovariotom

GİRİŞ

Mezbahalarda istenmeyen gebelikler, hayvan refahını ve etik değerleri tehdit eden ve aynı zamanda üretim kayıplarına yol açan yaygın bir küresel sorundur. Bu durumun önlenmesine yönelik olarak, sığırlarda çeşitli doğum kontrol stratejileri geliştirilmiştir. Bu yöntemler, etkinlik, invazivlik, hayvana verdiği rahatsızlık ve operasyonel riskler açısından farklılık göstermektedir (Adamich vd., 2025). Bu stratejilerin en köklü ve tartışmalı olanlarından biri ineklerin kısırlaştırmasıdır. Bu yöntem, yumurtalıkların

cerrahi olarak çıkarılması (ovariektomi veya ooferektomi) veya bağlanması (ligasyon) gibi kolpotomi, laparotomi veya laparoskopi ile gerçekleştirilebilen çeşitli teknikleri kapsar.

Kısırlaştırma, üreme yeteneklerini ve cinsiyet hormonlarının etkisini ortadan kaldırmak için gonadların çıkarılmasıdır ve yılın herhangi bir zamanında yapılabilir (Marroquín, 2015). İneklerde kısırlaştırma uygulaması çok eski zamanlara dayanır. Bu yöntem 16. yüzyıldan beri kullanılmakta olup, 19. yüzyılda cerrahi kılavuzlara girmiştir (Gobet, 2008). "Ovariektomi" ve "ooferektomi" terimleri genellikle yumurtalıkların cerrahi olarak çıkarılmasını tanımlamak için eş anlamlı olarak kullanılsa da, ovariektomi genellikle tek bir yumurtalığın alınmasını, ooferektomi ise bir veya her iki yumurtalığın çıkarılmasını ifade etmektedir (Lauder, 2018).

Günümüzde, yumurtalıkların alınması uygulaması sınırlı sayıda veteriner hekim tarafından gerçekleştirilmektedir. Ancak tarihsel olarak, bu yöntem özellikle süt üretimini ve kalitesini artırmak için sıklıkla kullanılmıştır. İcat edilen orijinal cerrahi teknikler ve aletler arasında bazıları bugün hala kullanılmaktadır (Gobet, 2008).

Sığırlarda bilateral ovariektomi için çok sayıda endikasyon vardır. Ovariektomi, yaşlı inekler veya üreme sorunları olan inekler gibi istenen ırk standardına uymayan hayvanlar anlamına gelen "ayıklanan" dişilerde ve düşük performans gösteren ve damızlık olarak kullanılmayacak genç buzağılar ve düvelerde uygulanmaktadır. Bu uygulama aynı zamanda normalde piyasa değerinin altında satılacak hayvanların değerini artırmak için de kullanılır (da Silva vd., 2004). Yetişkin ineklerde ovariektomi, çizgili kaslardaki oksidatif süreçleri ve kılcal damar sayısını iyileştirir. Ayrıca etin kalitesinde değişikliklere yol açarak lezzetini, kaburga derinliğini ve ağırlığını ve yağ tabakası kalınlığını iyileştirir (Ashworth vd., 2007).

Üreme araştırmalarında çeşitli çalışmalar için (üreme endokrinolojisi araştırmaları) ovariektomi uygulanmış sığırlara ihtiyaç duyulmaktadır (Bleul vd., 2005). Ayrıca, sığırların yoğun olarak otlatıldığı bölgelerde, kesime gönderilecek hayvanların bilateral ovariektomisi, her iki cinsiyetin de bir arada tutulmasını sağlar (Garber vd., 1990). Ovariektomi sadece gebeliği önlemekle kalmaz, aynı zamanda östrus döngüleriyle ilgili sosyal sorunları da azaltır (Bleul vd., 2005). Yumurtalıkları alınan inek, mutlak sakinliğe kavuşur, kızgınlık döneminde diğer hayvanları rahatsız etmez (Jalquier ve de Sacy, 1931). Kısırlaştırma, gebelik ve emzirme döneminin getirdiği zorlukları ortadan kaldırır ve bu dönemde daha fazla sayıda dişinin pazarlanabilir durumda olmasını sağlar (Jubb vd., 1996). Denizaşırı pazarlarda kesim canlı olarak ihraç edilen hayvanlar kısırlaştırılmalı veya gebe olmadığı belgelenmelidir (Irons vd., 2023).

Ayrıca çift taraflı ovariektomi, laktasyonun başlangıcından itibaren meme aktivitesini önemli ölçüde uzatmanın ve ardından düzenlemenin yapay yollarından biri olup (Jalquier ve de Sacy, 1931), inek laktasyonunu, ortalama günlük kazancı ve yemden yararlanmayı iyileştirmek için uygulanmaktadır

(Rizzo vd., 2016). Düveler boğalara kıyasla daha yavaş büyürler, yemi daha az verimli dönüştürürler. İhracat besi düvelerinde büyüme hızlandırıcıların kullanımı ile birlikte kısırlaştırma, bu sorunların üstesinden gelme girişimleridir (Jubb vd., 1996). Aynı zamanda yumurtalığın sklerotik dejenerasyonu, yumurtalık tümörleri ve granüloza hücreli tümörler gibi yumurtalık hastalıklarının tedavisi için de gerekli bir çiftlik hayvanı yönetim tekniği olarak kabul edilir (Sato vd., 2017). Yine, yapay tohumlama programlarına arama ineklerini hazırlamak için kullanılabilir (Peiró vd., 2009). İki taraflı ovariektomi veya kısırlaştırmanın dezavantajları arasında ameliyatın geri dönüşünün olmaması ve dolayısıyla kısırlaştırılmış düvelerin üreme için seçilememesi, işlemin maliyeti, ameliyat sonrası ölüm riski, refah endişeleri ve bazı bölgelerde kısırlaştırma hizmetlerine sınırlı erişim yer alır (American Veterinary Medical Association, 2011).

Uterusun uygun şekilde involüsyonunu sağlamak için buzağılamadan beş hafta sonra ovariektomi yapılmalıdır. Süt ineklerinde, bu cerrahi işlemin en yüksek laktasyon döneminde, yani doğumdan sonraki 45 ila 60 gün arasında yapılması önerilir (Gómez, 2016). Sığır uygulamalarında ovariektomi için çeşitli teknikler tanımlanmıştır. Sığırlarda yumurtalıkların alınması ve karın boşluğuna ulaşmak için kolpotomi (vajina içinden yapılan kesi) ve paralumbar (yan taraf), inguinal veya ventral abdominal laparotomi (ventral orta hat) olmak üzere iki ana yaklaşım vardır. En uygun yaklaşımın seçimi, yumurtalık boyutuna bağlıdır.

Vajinal ovariektomi tekniği, gizli bıçaklı bir vajinotom kullanılarak vajinanın dorsal fomiksi ani bir hareketle kör bir şekilde delinmesinden ve ardından yumurtalıkların bir Chassaignac ezici veya ovariotom kullanılarak çıkarılmasından oluşur (Duclos ve Chastant-Maillard, 2001). Vajinal yöntemlerin avantajı, cerrahi hazırlık ve işlemler için gereken süreyi kısaltması, kolay olması, minimal invaziv olması, minimum travma ve cerrahi risk içermesi ve insektlere maruz kalabilecek dış yara oluşturmamasıdır (Peiró vd., 2009, Boisdon, 2023). Besi çiftliği düvelerinde yaygın olan vajinal (koloptomi yoluyla yapılan) ovariektomi yaklaşımları rahat erişim sağlar. Ancak, ovariektomi aletiyle iç organlara veya uterus damarlarına zarar vermemek için dikkatli olunmalıdır, çünkü bu yaklaşımlar tekniğin transrektal palpasyon rehberliğinde de olsa kör olarak yapılmasını gerektirir. Günümüzde uygulandığı şekliyle kolpotomi yoluyla yapılan ovariektomide, ovaryum alındıktan sonra hemostazın doğrulanamaması, ovaryum pedikülünden kanama riskini artırmaktadır (Smith vd., 2021). Koloptomi uygulamalarının başlıca dezavantajı, transvajinal kısırlaştırmayı etkili bir şekilde ve hayvana kazara zarar vermeden gerçekleştirmek için yüksek düzeyde beceri gerektirmesidir (Petherick, 2005). Bu teknikler, peritonit ve apse gibi ameliyat sonrası komplikasyonlara neden olabilmektedir (Adamich vd., 2025). Ayrıca vajinası bir kolun geçişine izin veren ineklerle sınırlı olması, doğrudan görüntüleme yapılmadan gerçekleştirilmesi, aşırı büyük yumurtalık vakalarında uygulanamaması ve hayvan ameliyat sırasında dışkılsa sepsis

riskinin bulunmasıdır (Boisdon, 2023). Kolpotomi tabanlı yöntemler, daha az stresle ilişkili hormon salınımı daha normal davranışların sergilenmesi, kısa süreli ağrı, daha düşük morbidite ve hayvanlarda daha düşük mortalite açısından paralumbar laparotomiye tercih edilmektedir (Ko vd., 2022).

Vajinanın kolpotomi için çok dar olduğu düvelerde veya büyük yumurtalık tümörleri veya yumurtalıkları tutan yapışıklıkları olan ineklerde, paralumbar kısırlaştırma yararlıdır (Bleul vd., 2005). Paralumbar ovariektomi, anestezi veya ağrı kesicilerin kullanımıyla veya kullanımı olmaksızın, hayvanın yan tarafında bir deri kesisi yoluyla gerçekleştirilir ve yumurtalıklar makas veya ovariotomla kesilerek çıkarılmaktadır (Prado vd., 2016). Kauçuk halkalarla hadım etme, hayvanın yan tarafında bir deri kesisi yoluyla gerçekleştirilir ve yumurtalıklara erişim sağlanır. Ardından yumurtalık pediküllerine lateks halkalar uygulanır. Bu da kan damarlarının sıkışmasına ve dolayısıyla atrofiye neden olur (Adamich vd., 2025). Paralumbar kısırlaştırma ayakta veya yan yatarak yapılabilir. Ancak, bir yaştan altındaki hayvanlarda, ayakta dururken sol yan taraftan yumurtalıklara ulaşmak bazen zor olabilir (Peiró vd., 2009). Paralumbar yaklaşımlar ovaryum ve uterus yapılarının daha iyi görüntülenmesini sağlar, ancak yine de hemostaz ve dikiş güvenliği açısından zorluklar yaratabilir (Smith vd., 2021). Paralumbar kısırlaştırmanın avantajları arasında yumurtalığın tamamen çıkarılamaması, yumurtalık pedikülünün bağlı olması nedeniyle kanama olması, daha iyi görüntü nedeniyle bağırsak yolunun kazara yırtılması, sedasyon ve lokal anestezi kullanılması nedeniyle perioperatif ağrı olasılığının daha az olması sayılabilir (King, 2015). Ancak maliyetli, özel aletler ve zaman alıcı prosedürler içerir (Ko vd., 2022). Uzun süreli hazırlık ve sınırlı uyuşturma gerektirir ve vajinal yöntemle kıyasla daha ağırlıdır. Ayrıca paralumbar operasyonların başarılı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için iyi bir kısıtlama gerekir. Bu genellikle bir elektromobilizatörle sağlanır ve hayvan refahı grupları buna karşı çıkar. Öte yandan, paralumbar kastrasyonun deride oluşturduğu hasar alıcılar için caydırıcı bir etkidir (Jubb vd., 1996).

LigaSure™ (LS), veteriner hekimliğin birçok alanında kanamayı en aza indirmek ve ameliyat süresini kısaltmak için kullanılan bir elektrocerrahi bipolar damar kapatma cihazıdır. Son zamanlarda sığırlar için LS cihazıyla laparoskopik ovariektomi tanımlanmıştır. Bu tekniğin minimal invaziv kesi ve damar kapatılmasının doğrudan gözlemlenmesi gibi birçok avantajı olmasına rağmen, ekipmanı yönetmek için çok sayıda kişi ve transrektal palpasyon yoluyla rehberlik sağlamak için bir kişi daha gerektirir (Smith vd., 2021).

Son zamanlarda, paralumbar laparotomi yoluyla uygulanan ovariektomi tekniğinde, ligasyon için endoskopik eklemli doğrusal kesici alet kullanılmıştır. Bu teknik, yapıların ve hemostazın mükemmel bir şekilde görüntülenmesini sağlasa da, zımba maliyeti ve gıda hayvanının karnında yabancı cisim (paslanmaz çelik zımba) oluşma olasılığı gibi dezavantajlar mevcuttur ve bu da 'gıda zinciri'nde bir güvenlik riski oluşturmaktadır (Smith vd., 2021).

Korpus luteuma kan akışı önemli olduğundan, yumurtalık pedikül kanaması gibi yumurtalık ameliyatlarının morbiditesi, ameliyatın yalnızca yumurtalıklar foliküler veya erken luteal fazdayken yapılmasıyla en aza indirilebilir (Gilbert vd., 2017).

Yumurtalıkların alınmasına alternatif teknikler arasında rahim içi araçlar, GnRH implantları ve immünokastrasyon yer almaktadır. Rahim içi araçlar ve GnRH implantları gibi alternatif yöntemler, ticari olarak temin edilebilen ürünlerden ve geniş çaplı etkinlik çalışmalarından yoksundur. İmmünokastrasyonun uygulanması kolaydır ve özel ekipman gerektirmez, ancak hayvan performansı üzerindeki etkilerini değerlendirmek için daha fazla çalışma gerektirir (Adamich vd., 2025).

KONTRASEPTİF TEKNİKLER

Kolpotomi ile iskemi oluşturma veya yumurtalıkları çıkarma yöntemleri

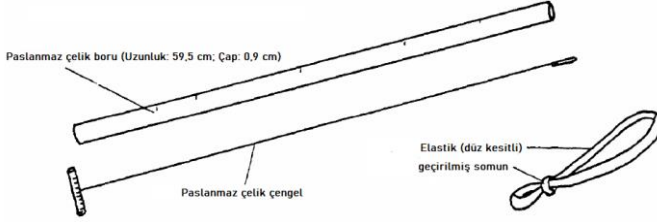
Ligasyon-Kısırlaştırma Yöntemi

Hayvanlar ameliyattan önce 12 saat aç bırakılır ve sadece su içmelerine izin verilir. Vulva ve perineal bölgeler ameliyattan önce dezenfekte edilir. Sakrokoksigeal boşluğa epidural anestezi uygulanır. Hayvanları sakinleştirmek için sedatifler verilir. Tam fiziksel kısıtlama sağlanır. Ardından, perforatör, ligatör ve iki silikon halka dezenfekte edilir. Daha sonra perforatör vajinaya sokulur ve vajinal forniks yoluyla kaudal karın boşluğuna yerleştirilir. Ardından, perforasyon dorsolateral vajinal duvarın aniden delinmesiyle gerçekleştirilir. Ligatör delikten bir elle sokulduktan sonra, rektal muayene sırasında bir elle over palpe edilir ve diğer elle tutulur. Tutulan over, ligatörün yuvasındaki deliğe yerleştirilir ve ligatör şaftı itilerek iki silikon halka over hilusuna yerleştirilir. Aynı işlem vajinadaki delikten diğer over için tekrarlanarak bilateral kısırlaştırma sağlanır. Kısırlaştırmadan sonra olası enfeksiyonları önlemek için antibiyotik uygulanır. Ameliyattan sonra, hayvanlar iç kanamaya bağlı ani ölüm ve geçici iştahsızlık, depresyon, ateş ve astazi gibi diğer klinik semptomlar açısından 48 saat boyunca dikkatlice izlenir (Ko vd., 2022).

Elastik-Somun Yöntemi

Bu yöntemde, yumurtalıklar yerinde bırakılır ve yumurtalık pedikülünün etrafına elastik bir bant sıkıca sarılarak iskemi (kan akışının kesilmesi) sağlanır; bu da dokuların nekrozuna (ölümüne) yol açar (Richard, 2025). Elastik-Somun yönteminde kullanılan ekipman birden fazla kez kullanılabilen olup, dış çapı 10 mm, iç çapı 8 mm olan 60 cm uzunluğunda paslanmaz çelik borudan oluşmaktadır. (Şekil 1). Ucunda boruya uyan ve

borudan biraz daha uzun bir kanca, diğer ucunda ise ilkel bir sap bulunan alet, lastiği çekmeye yarar. 150 mm x 10 mm ölçülerindeki elastik halkalar ve 5 mm çapındaki paslanmaz çelik Niehl Stop (durdurma) somunları tek kullanımlık ekipmanlardır.



Şekil 1: Elastik somun yöntemine özgü malzeme (du Roizel-Marlier, 2004)

Somun, elastik bandın yumurtalık pedikülü (sapı) çevresinde gergin kalmasını sağlar. Tarihsel olarak bu işlemde cam boncuklar kullanılmış, ancak zamanla yerlerini metal somunlara bırakmışlardır. Elastik bandın yıpranmasını ve sıkma sırasında kopmasını önlemek amacıyla, somunların iç kısmı törpülenerek pürüzsüz hâle getirilebilir. Dikiş ipliğinin bir ucu somundan, sonra lastik halkadan ve son olarak tekrar somundan geçirilir, ipliğin uçları çekilerek lastik halkanın esnemesi ve somuna yavaşça girmesi sağlanır. Somunun her iki tarafında bir elastik halka olduğunda, ekipman kullanıma hazırdır. Bağlanacak yumurtalık pedikülü sayısı kadar elastik somun çifti yapılır. Bu ekipmanı kullanmak için kanca boruya yerleştirilir. Kanca, elastik tarafından oluşturulan bir ilmeğe geçirilir. Ardından, sap çekilerek kanca boruya konur ve elastik halka kademeli olarak boruya sokulur. Somun boruya dayanır. Sap çekildikçe elastik, tüp içinde gerilir ve diğer halkanın çapının daralmasına neden olur (du Roizel-Marlier, 2004). Bu yöntem için veterinerin bir asistana ihtiyacı vardır; asistan, kancayı çekerek elastik bandın paslanmaz çelik tüpün diğer ucundan çıkmasını sağlar. Ancak dikkat edilmesi gereken nokta, çekme kuvvetinin makul düzeyde tutulmasıdır, çünkü aşırı kuvvet uygulanırsa yumurtalık pedikülünün kopma riski doğar ve bu da yırtılma ve kanama gibi komplikasyonlara yol açabilir (Boisdon, 2023). Elastik-somun yönteminde, asistan paslanmaz çelik tüpün ucunda elastik bant belirir belirmes kancaı çekmeyi bırakır. Çekme bırakıldığında elastik kordon eski boyutuna döner ve boncuğun kaymasını önler. İkinci yumurtalık da aynı yöntemle bağlanır Vajinal ooferektomi sırasında cerrah, çoğu ameliyatta cerrahi açıklığın küçük (3-4 santimetre) olması nedeniyle vajinal dikiş atmayabilir. Ancak daha fazla güvenlik için cerrahi açıklığın dikilmesi önerilir; bu hem daha hızlı bir onarım sağlar hem de etkilenen hayvanın hayatını tehdit edebilecek bazı küçük kanamaları ve fitıkları önler. Hayvanın kanaması bazen tamamen fark edilmeyebilir ve karın vakumu tarafından aspire edilebilir. Bu nedenle, emilebilir iplik kullanılarak dışa doğru U şeklinde bir dikiş atılması önerilir. Vajinal yara birkaç gün içinde iyileşerek

normal şekilde kapanır. Operasyondan sonraki ilk 24 saat boyunca gıda alımında hafif bir azalma ile birlikte hafif geçici bir kolik gözlenir. Vajinal cerrahinin zorluğu, dorsal vajinal forniksin delinmesinde yatmaktadır. Delme, servikal kan damarlarından kaçınmak için vajinanın orta hattından yapılmalı ve diğer organların delinmesini önlemek için çok derin olmamalıdır (du Roizel-Marlier, 2004).

Duclos Penseti (Elastrator® Forsepsi)



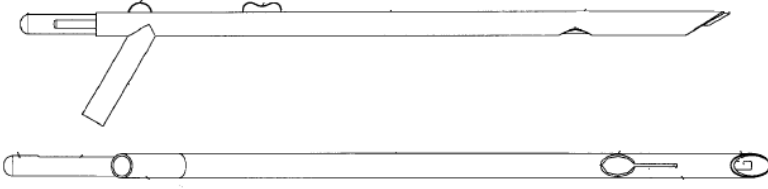
Şekil 2: Duclos pensesi (Boisdon, 2023)

Duclos pensetinin prensibi teorik olarak basittir: Aslında bu, koyunlarda kuyruk kesimi (kaudektomi) için kullanılan bir elastik pensedir, ancak overiektomi (yumurtalık alma) işlemi için uyarlanmıştır. Yani bu pense (Şekil 2), vajinanın dışından çalıştırılabilir şekilde tasarlanmıştır. Bu nedenle, yumurtalığı lastiğin içinden geçirebilmek için pense sapına bir uzatma eklenmiştir (Boisdon, 2023). Operasyon şu şekilde gerçekleştirilir: İşaret ve orta parmak kullanılarak yumurtalık bulunur ve tutulup vajinal boşluğa çekilir. Dışarıda kalan el ile üzerinde elastik halka önceden takılmış olan modifiye Elastrator pense, cerrahın kolu boyunca dikkatlice ilerletilir. Bu esnada, vajina içinde herhangi bir yırtığa yol açmamak için pensenin tırnakları kola yaslı şekilde tutulur ve pense yumurtalığın hizasına kadar yönlendirilir. Tam bu noktada, pense mekanizması çalıştırılarak elastik halka genişletilir, başparmak yardımıyla yumurtalık halkanın içine yerleştirilir, ardından mekanizma yavaşça serbest bırakılır. Bu sırada yumurtalık, pedikülü üzerinden sabitlenmiş şekilde tutulur. Sonuç olarak, yumurtalık pedikülü kauçuk halkanın içinde sıkışmış olur ve bu da yumurtalığa kan akışının durmasına neden olur (Duclos ve Chastant-Maillard, 2001).

Meagher Yumurtalık Flütü

1999 yılında patenti alınan Meagher Yumurtalık Flütü, korumalı, keskin ve delici bir uca sahiptir. Yumurtalık alete yerleştirildikten sonra alet, hayvandan tamamen çıkarılmaları için yumurtalıkları etkili bir şekilde yerinde tutar. Kranial uç, geri çekilebilir bir kesici uca sahiptir. Yumurtalığı çıkarmak için en iyi yöntem seçilebilir. Pistonun geriye doğru çekilmesi, flütün ucundaki keskin kenara dayanan bağ dokusunu kesecektir. Pistonu doğrudan öne doğru itmek, yumurtalığı tüpün ön kısmına, yani tutucu tırnağına (çıkıntısına) karşı

gevşetecektir. Yumurtalığın bütünlüğü isteniyorsa, pistonun tutucu tırnakları serbest bırakılabilir ve piston bir giyotin gibi döndürülerek kesici uç bağ dokusuna doğru getirilebilir (Prado vd., 2016).



Şekil 3: Meagher Yumurtalık Flütü (Harry, 1999)

Meagher Yumurtalık Flütü'nün iki ana parçası, bir tüp ve bir iç pistondur (Şekil 3). Tüp, açık arkadan açılı olarak uzanan kısa bir sapa sahiptir. Tüpün ön ucu, sapın karşı tarafında, çapraz olarak kesilmiştir. Köşegenin kısa tarafında kısa bir tutucu tırnak bırakılmış ve tüpün lümenini kısmen tıkamak için yukarı doğru bükülmüştür. Tüpün önünden birkaç santim geride, sapla aynı tarafta, tüp duvarından, öne doğru uzanan bir nakil yuvası ile yuvarlak bir delik açılmıştır. Yuvanın ön ucu, kesici bir kenar haline getirilmiştir. Tüpün arkasında, sapın karşısındaki duvardan geçen bir kılavuz yuva, birkaç santim öne doğru uzanır ve piston tırnaklarını barındıracak kadar geniştir. Piston düzeneği, tüpün uzunluğunu dolduracak kadar uzundur ve bir kısmı arkadan dışarı uzanır. Pistonun ön ucuna, borunun iç kısmına güvenli bir şekilde oturan, sivriltilmiş ve dış yüzeyine doğru eğimli, keskinleştirilmiş yan kenarları olan içbükey bir kesme başlığı yerleştirilmiştir. Kesme noktası, yandan bakıldığında, tüp eğiminden biraz daha keskin bir açıyla çaprazdır ve zarlı dokuları delemek kadar tüpün ön tarafından dışarı doğru uzanabilir. Kesme noktası, öne doğru bastırıldığında, tüpün ön tarafındaki tutucu tırnağı çevreler ve tırnağın rahatsız edilmemesini sağlar. Kesici başlığın (bıçağın) en uzun noktasının bulunduğu tarafta, iki farklı şekilli tutucu tırnakları pistondan dışarı çıkar. Kesici başlığın en uzun ucunun bulunduğu tarafta pistondan iki adet farklı şekilli tutucu tırnağı bulunmaktadır. Bu tutucu tırnaklarının her ikisi de tüpün kılavuz yuvasına kayacaktır. Tutucu tırnakları, kesme başlığının farkında olmadan pozisyonundan çıkmasını önler ve cerraha piston başlığının tüp içindeki konumu hakkında bir fikir verir. Piston shaftının borunun iç kısmına sıkıca oturması gerekse de, piston ile boru arasında bir hava kanalı sağlamak için pistonun yan tarafının bir kısmı boyunca düzleştirilmiş bir bölgeye ihtiyaç vardır (Harry, 1999).

İnek uygun şekilde bağlandıktan sonra, rektum eldivenli elle temizlenir. Perianal-Vulvar bölge yıkanıp dezenfekte edildikten sonra, kesici başlığı geri çekilmiş konumda olan alet vajinaya yerleştirilir. Rektumdaki el, aletin serviksin hemen üzerinde doğru şekilde konumlandığını doğruladıktan sonra, kesici başlık vajina duvarını dorsalden delmek ve aletin ön ucunun periton boşluğuna girmesini sağlamak için basınç uygulanarak uzatılır.

Dıştaki el arka tutma tırnağına bastırır ve iç yapılara istenmeyen bir hasar gelmesini önlemek için kesici başlık hemen tüpün içine geri çekilir. Pistonun yan tarafındaki düzleştirilmiş yüzey tüpün arkasından dışarı çıktığında hava kanalı açılır. Hava, enstrüman aracılığıyla periton boşluğuna doğru hareket ettirilerek iç organların ağırlığının bağırsakları aşağı doğru cerrahi alandan uzaklaştırması sağlanır. Daha sonra dış tutucu, piston pozisyonlarını kontrol etmeye hazırlık olarak ön tutucu tırnağına yerleştirilir. Rektumdaki elle bir yumurtalık bulunur ve diğer el, tüp açıklığını yumurtalığa doğru konumlandırır ve bu elin başparmağı ile piston geri kaydırıldığında, yumurtalığın tüp lümenine girmesi için delik açılır. Tüp sapı hafifçe çekildiğinde yumurtalık tüpün ortasına kayar. Bağlayıcı bağ dokusu, nakil yuvası boyunca kayarak yumurtalığı bir çekiç pençesinin üzerinde çivi başı gibi tüpün içinde bırakır. Rektumdaki elle, yanlışlıkla sıkışmış olabilecek dokular araştırılır. Diğer elin başparmağı, açıklığı kapatmak için piston üzerindeki tırnağa bastırırken, istenmeyen doku hala sıkışmışsa ve kesilme tehlikesi altındaysa direnci de ölçülebilir. Cerrah sadece istediği kısmı kestiğinden emin olduktan sonra, yumurtalığı çıkarmak için en iyi yöntemi belirleyebilir. Sadece geriye doğru çekmek, bağ dokusunu yuvanın ucundaki keskin kenara doğru kesecektir. Pistonun doğrudan ileri itilmesi, yumurtalığı tüpün ön kısmına doğru, tutucu çıkıntıya doğru kesecektir.

Yumurtalığın bütünlüğünün korunması isteniyorsa, piston tutucu tırnakları serbest bırakılabilir ve piston kesici ucu bağ dokusuna giyotin gibi yaklaştırmak için döndürülebilir. İşlem diğer yumurtalık için tekrarlanır. Açıklığı (deliği) açarken ikinci yumurtalığın alete sıkıca bastırılması, ilk kesilen yumurtalığın tüpten periton boşluğuna düşmesini engeller. Tutulan hava, bir asistanın karın bölgesini yukarı itmesiyle boşaltılabilir, ancak bu hava zamanla hasta tarafından kolayca emilir ve görünürde herhangi bir zarara yol açmaz. Alet çıkarılır, içindekiler incelenmek üzere parçalara ayrılır, yıkanır, sterilize edilir ve bir sonraki inek için yeniden monte edilir (Harry, 1999).

Kimberling-Rupp Kısırlaştırma Aleti

Kimberling-Rupp kısırlaştırma aleti, vajinal duvarı delmek ve karın boşluğuna girmek için kullanılan trokar uçlu boru şeklinde bir cihazdır (Şekil 4). Bağırsakların kazara kesilmesini önlemek için dikkatli olunmalıdır (Hopper, 2007). Kimberling-Rupp Kısırlaştırma cihazı 1980'lerin başından beri kullanılmakta olup "tüp içinde tüp" tasarımına sahiptir.



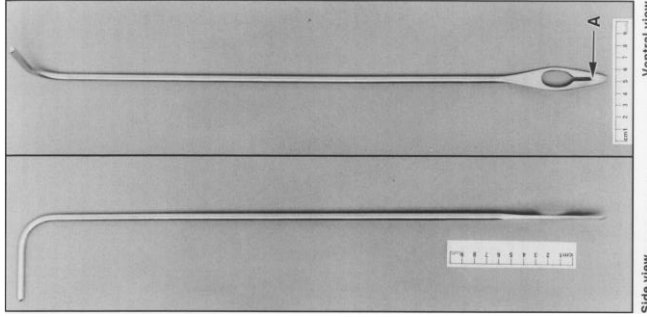
Şekil 4: Kimberling-Rupp Kısırlaştırma Aleti (Boisdon, 2023)

Her tüpün eşleşen, oval şekilli delikleri vardır. Delikler hizalandığında, tüpler Yumurtalığın aletin merkezine bastırılmasını sağlar (Rupp ve Kimberling, 1982). Alet, üretraya temas etmemesi için hafifçe dorsal yönde, ayrılmış dudaklardan vajinaya sokulur. Alet vajinaya sokulurken, vajinal mukoza kıvrımlarını düzeltmek için el rektumdayken serviksin kranial olarak geri çekilmesi faydalıdır. Alet, serviksin dorsalindeki vajinal fornikse doğru yönlendirilir. Alet yerine yerleştirildikten sonra, aletin vajinal duvardan periton boşluğuna penetrasyonu sırasında rektumun delinmemesi için rektum üreme yolundan dorsal olarak uzaklaştırılır. Aleti vajinal duvardan geçirip tamamen periton boşluğuna sokmak oldukça fazla kuvvet gerektirir. Periton boşluğuna girildiğinde, aletin ucu palpe edilir ve tamamen boşlukta olduğundan ve seroza ve mezenterden arınmış olduğundan emin olunur (Osborne 2024). Yumurtalık hazne ağzına yerleştirildikten sonra, iç tüp döndürülerek yumurtalık bağlantıları koparılır ve cihaz içinde tutulur (Rupp ve Kimberling, 1982). Kimberling-Rupp Kısırlaştırma cihazı düveden çıkarıldığında, içindeki yumurtalıklar düvenin yumurtalıklarının alındığına dair görsel olarak doğrulanmasını sağlar. Bu cihaz nispeten büyüktür ve rektal dokunun, yumurtalık kan damarlarının ve ince bağırsak bölümlerinin kazara kesilmesini önlemek için dikkatli olunmalıdır. Kimberling-Rupp Kısırlaştırma Aletinin künt tasarımı vajina duvarına nüfuz etmeyi daha zor ve travmatik hale getirir.

Willis Kısırlaştırma Aleti (Alman İğnesi)

Willis Kısırlaştırma Aleti kullanılarak yapılan ovariektomi, yumurtalıkların vücuttan çıkarılmaması, karın boşluğuna bırakılması ve orijinal pozisyonlarında olmasa da "yerinde" kalması nedeniyle "Willis Düşürülmüş Yumurtalık Tekniği", "Willis Kısırlaştırma Tekniği" veya "Düşürülen Yumurtalık Tekniği" olarak da adlandırılır (de Witte vd., 2006). Bu teknik,

Amerika kıtasında yaygın olarak kullanılan ve besi düvelerinde yaygın olarak kullanılan bir tekniktir; tekniğin hızı, bir zincir halinde çok sayıda düvenin hadım edilmesine olanak tanır. Bu tekniğin henüz ergenlik öncesi düvelerde kullanılması önerilir. Cinsel olarak olgun dişilerin yumurtalıkları daha damarlıdır ve yumurtalık pedikülünün kesilmesi sırasında kanama riski daha yüksektir. Bu nedenle bu teknik yetişkin dişiler için uygun değildir. Ayrıca korpus luteumun varlığından kaynaklanan yumurtalık büyümesi de işlemi zorlaştırır (Hopper, 2007).



Şekil 5: Willis-drop kısırlaştırma aleti. A - keskin kenar. (Habermehl, 1993).

Willis kısırlaştırma aleti, 48 cm uzunluğunda ve 6 milimetre çapında paslanmaz çelik bir çubuktur (Şekil 5). Bir ucunda sap olarak kullanılmak üzere dik açıyla üç inçlik bir kısmı bükülürken bükülmüş ve diğer ucu ise yassılaştırılmış mızrak ucu şeklindedir ve keskinleştirilmiş bir tepe noktasına sahip gözyaşı damlası şeklinde bir deliğe sahiptir (Jubb vd., 1996). Alet, vajinaya yerleştirilir ve rahim boynunun dorsalinde (üst kısmında) vajinal ön duvara yaslanır. Ardından, mızrak başlı uç kullanılarak duvar delinir ve alet karın boşluğuna doğru ilerletilir. Rektal manipülasyonla, aletin deliğinden bir yumurtalık yerleştirilir ve alet sabit bir basınçla geri çekilerek kesilir. Yumurtalık bağ dokusu kesildikten sonra, yumurtalıkların karın boşluğuna düşmesine izin verilir (Lauder, 2018). Bu teknikte, kanamayı durdurma (hemostaz) sadece ovariotoromun geri çekilmesi sırasında pedikül üzerine uygulanan gerilme ile sağlanır. Bu kısırlaştırma yöntemiyle deri zarar görmez ve karkas kesimi yapılmaz. Gerekli kısıtlama asgari düzeydedir. Elektro-immobilizatör kullanımına gerek yoktur (Jubb vd., 1996). Ameliyat sonrası dönemde belirgin bir rahatsızlığın olmaması ve ciddi bir yara iyileşmesine gerek duyulmaması sebebiyle Willis-drop aletiyle kısırlaştırılan hayvanlar geleneksel yöntemlerle kısırlaştırılan hayvanlardan daha erken pazara sunulabilir. Kesim sırasında Willis-drop aletiyle kısırlaştırılan hayvanlarında kesim sırasında iç yapışıklıkların olmaması, zorlu ve tozlu koşullar altında işlemin hijyeninin kabul edilebilir düzeyde olduğunu göstermektedir (Jubb vd., 2003). Bu aletin kullanımıyla ilgili bazı belirsizlikler arasında, aletin korumasız ucunun yerleştirme sırasında vajinal duvar dokusu kıvrımlarına

takılıp vajinal duvar hasarına ve aletin yanlış konumlandırılmasına neden olma olasılığı bulunmaktadır. Alet kestiğinden daha fazla çekerse, temiz bir kesim yerine çok fazla doku yırtılabilir. Rektumdaki kılavuz el, kesme işlemi sırasında yumurtalığı sabitlemek için bir miktar baskı uygulamalıdır. Yumurtalıkları vücut boşluğundan çıkarmanın kesin bir yolu yoktur ve genellikle vücut boşluğunda kalarak istenmeyen hormonlar üretmeye devam ederler. Bu tekniğin diğer bir dezavantajı, yumurtalıkların çıkarılması sırasında bazen yumurtalıkların ovariotomi içinde kalmasına rağmen, yumurtalıkların çıkarılmasının düzgün bir şekilde tamamlandığına dair görünür bir kanıt olmamasıdır. İşlemin başarısı, operatörün becerisine bağlıdır, çünkü eğer yumurtalık uygun şekilde kesilmemişse yine de gebelik meydana gelebilir. Kısırlaştırma aletlerinin kullanımından kaynaklanan ölüm, kanama ve bağırsak hasarından kaynaklanan peritonite bağlanmıştır (Hopper, 2007).

SELYOTOMİ YOLUYLA OVARİEKTOMİ

Paralumbur Laparotomi

Tarihsel olarak sığırları kısırlaştırmak amacıyla kullanılan ilk teknik olan bu teknik, günümüzde çok daha uzun bir cerrahi süreç gerektirdiği ve elektif cerrahide maliyet uygun olmadığı için nadiren kullanılmaktadır (Richard, 2025). Bu yaklaşım, ineğin ürovajinası olduğunda, çıkarılacak yumurtalık büyükse, yapışıklıklar şiddetliyse veya hemostazla ilgili endişeler varsa kolpotomiye tercih edilir. Laparotomik kastrasyon, vajinası transvajinal kastrasyon için çok dar olan düvelerde de endikedir (Hopper, 2021).

Ameliyattan 24 saat önce hayvanın aç kalması önerilir. Ayakta kanal kısıtlaması tercih edilir. Orta derecede IV sedasyon ve analjezi önerilir. (Jordan, 2025). Trikotomi, yıkama ve asepti, son kaburga bölgesinden iliak tüberozitenin kaudal kısmına, dorsal olarak lomber omurların transvers çıkıntılarına ve hayvanın ventral bölgesine kadar gerçekleştirilir (Garnero ve Perusia, 2016). Anestezi için %2 lidokain kullanılır ve cerrahin tercihinine bağlı olarak ters L, paravertebral veya lokal infiltratif anestezi uygulanabilir (Edmondson, 2016).

Paralumbur fossada bir kesi yapılarak tek taraflı veya iki taraflı ovariektomi yapılabilir. Her iki taraftan da erişim sağlanabilse de, rumen ince bağırsağın kesiden sarkma olasılığını azalttığı için genellikle sol yan tercih edilir. Karın duvarından yapılan bir kesi, son kaburga ile tuber coxae'nin ortasında, paralumbur fossanın ortasından yapılır. Operatörün eli ve kolu karın boşluğuna sokulur ve yumurtalık palpasyonla bulunur. İki taraflı ovariektomi yapılacaksa, genellikle önce uzak yumurtalık, en son da yakın yumurtalık çıkarılır. Hemostaz, özellikle bir yumurtalık neoplazmi veya korpus luteum içeren bir yumurtalık çıkarılacaksa çok önemlidir ve yumurtalık pedikülünü bir ecraseur ile ezerek veya göbek kordonu klempiyile uygulanabilir. Bağlar

kullanılabilir, ancak mezovaryumun uzunluğu genellikle yumurtalığın paralumbar fossadaki bir kesiden dışarı çıkarılmasına izin vermediğinden güvenli bir şekilde uygulanması zordur. Yumurtalık pedikülü bağlandıktan veya klemplendikten sonra, yumurtalık cerrahi makasla çıkarılır. Karın kesisi, cerrahın tercih ettiği dikiş materyali ve dikiş deseni kullanılarak kapatılır (Hopper, 2007).

Bu teknik, minimal invaziv olması nedeniyle ilgi çekici olsa da, bu prosedür için gereken ekipmanın maliyetini en üst düzeye çıkarması nedeniyle sahada uygulanabilir değildir. Ayrıca, bu tür bir ameliyat transvajinal kastrasyondan daha uzun sürer ve rumen hacminden etkilenmemek için en az 36 saatlik bir diyet gerektirir (Richard, 2025).

Laparotomik ovariektomi, yumurtalık pedikülünde yapışıklık veya kanama riskini artırır (Bleul vd., 2005, Lauder, 2018, Araújo, 2023).

Inguinal (Kasık) Yaklaşım

1950’li yıllarda Louis Desliens, inguinal yoldan yapılan ovariektomi tekniğini geliştirmiştir. Bu yöntem, cidago (omuz yüksekliği) bir metreye kadar olan düveler veya küçük yapılı ineklerde uygulanır. Operasyon, yumurtalık elle hissedilebilecek kadar geliştiğinde ve kasık bölgesine yakın konumlandığında gerçekleştirilir. Bu yöntem için müdahale yaşı 6 hafta ile 8 ay arasındadır (du Roizel-Marlier, 2004). Bu zaman aralığında yumurtalık, operatörün parmağıyla algılanabilecek ve kasık yarasına yeterince yakın olacak kadar gelişmiştir. Daha sonra, hayvan geliştikçe anatomik bölgeleri ayıran mesafeler artar ve işlem daha büyük bir açıklık gerektirir, bu da onu daha zararlı ve zaman alıcı bir yöntem haline getirir (Desliens, 1973).

Operasyondan 48 saat önce hayvana su diyeti uygulanır. Hayvan, sağ yanına yatırılır, sol arka bacak abduksiyon pozisyonuna getirilir (yani yana açılır), ve topuk noktası kalçanın hizasına denk getirilir. Inguinal bölge, tıraş edilip dezenfekte edilerek ve sabunla temizlenerek hazırlanır. Operasyon bölgesinin kontaminasyonunu önlemek amacıyla sol arka bacağın ucu steril örtüyle kaplanır.

Ameliyat için, laparotomi operasyonlarında kullanılanlara benzer cerrahi aletler gerekir. Bunlara ek olarak, bir künt uçlu delici (perforatör) veya oluklu bir sonda ile hemostaz için küçük bir emazkülötör (ezici alet) kullanılır. Yüzeysel inguinal halka hizasında 5–6 cm’lik bir deri kesisi yapılır. Daha sonra deri altı bağ dokusu sıyrılarak karın duvarına ulaşılır. Yumurtalıkların bulunduğu pelvik boşluğa ulaşmak için, damar kordonunun karın duvarından çıktığı deliğin yaklaşık 2–3 cm yukarısında, perforatörle bir ponksiyon yapılır. Alet, karın duvarına dik olacak şekilde, oblik kasın lifleriyle paralel doğrultuda ilerletilir. Karın boşluğuna ulaşıldığında, uzun ve kıvrımlı yapıda olan uterus boynuzları tanımlanır ve dışarı çıkarılır; bu esnada yumurtalıklara da erişim sağlanmış olur. Yumurtalıklar dışarı çıkarıldığında, yumurtalık pedikülleri ezilir ve yumurtalıklar kesilerek çıkarılır. Pediküllerin kanamasını

durdurmak için emazkülâtörle ezme, sınırlı burma (torsiyon) veya bağlama (ligatür) gibi farklı yöntemler kullanılabilir. Yumurtalıklar çıkarıldıktan sonra, uterus boynuzları tekrar karın boşluğuna yerleştirilir ve karın duvarı emilebilir dikiş ipliğiyle kapatılır. Deri ise basit dikişlerle kapatılır (Boisdon, 2023).

LAPAROSCOPY

Laparoskopi, minimal invaziv bir yöntem olması ve düşük ağrı seviyeleri içermesi nedeniyle estetik ve terapötik avantajlara sahip minimal invaziv bir cerrahidir (Sato vd., 2017). Laparoskopik ovariektomi, ovaryum ve mezovaryumun iyi bir şekilde görüntülenmesini sağlar ve hayvanın refahını nadiren etkileyen küçük kesiler yapıldığı için hayvanlar hızla normal üretim seviyelerine döner (Araújo, 2023).

Ovariektomiler, inek ayakta pozisyondayken, minimal invazyon ve optimum görüntüleme ile sol paralumbar yaklaşımla laparoskopi ile gerçekleştirilebilir (Bleul vd., 2005). Herhangi bir laparoskopik işlemden önce en az 24 saatlik bir ameliyat öncesi açlık önerilir (Steiner ve Zulauf, 1999). Bu, rumen ve kalın bağırsak hacmini azaltır, peristaltizmi azaltır ve trokar yerleştirilmesi sırasında organ delinmesi riskini azaltır. Anatomik yapılar da doğru bir şekilde gözlemlenir. Büyük omentumun tıkanması nedeniyle sağ tarafta yapılan bir kesiye göre anatomik yapılara zarar verme olasılığı daha düşük olduğundan, ameliyatın sol taraftan yapılması önerilir (Bouré, 2005). Cerrahi tedavi, hayvan ayakta dururken başlar. Hayvanın sol tarafında, bel omurlarından alt karın bölgesine doğru, son kaburgadan ve iliak tüberoziteden 25 cm'lik bir boşluk bırakılarak bir trikotomi yapılır. Ardından bölge temizlenir, dezenfekte edilir ve %2 lidokain infiltrasyonu ile uyuşturulur (Sato vd., 2017). Laparoskopun giriş noktası, sol paralumbar fossanın ventral açısında, tuber coxae'nin yaklaşık 10 cm kranioventralidir. Aletler, tuber coxae'nin yaklaşık 20 cm ve 30 cm ventralinde bulunan iki noktadan yerleştirilir. Karına karbondioksit insuflasyonundan sonra sol over tutularak mezovaryum ve mezosalpinks içine lokal anestezi enjekte edilir. Mezovaryum bipolar koterizasyon kullanılarak transekte edilip over uzatılmış bir alet portalı aracılığıyla çıkarılır. Sağ over de aynı şekilde çıkarılır. Kesiler, kaslarda basit ayrı emilebilir sütürler ve deri de basit ayrı emilmeyen sütürler ile kapatılır. İşlem 120-150 dakika kadar sürmektedir. Ayakta duran ineklerde sol paralumbar yaklaşımla bilateral laparoskopik overektomi uygulanabilir. Bu işlem özel aletler gerektirir, ancak minimal invazivdir ve overlerin ve uterusun optimum şekilde görüntülenmesini sağlar (Thakur, 2016). Laparoskopide kullanılan hemostaz yöntemleri zaman alıcıdır ve hemostatik cihazların uygulanmasındaki zorluk, uygulandığında ligatürün kayması ve cihazın maliyeti gibi başka dezavantajları da vardır (Aziz vd., 2008).

Yumurtalıklar hem sağ hem de sol paralumbar laparoskopi ile görüntülenebilir. Sağ paralumbar laparoskopide santral ve dorso-kaudal yaklaşımların en iyi, sol paralumbar laparoskopide ise ventro-kaudal ve dorso-

kaudal laparoskopik yaklaşımların ise yumurtalıkları, geniş ligamenti, suspansory ligamenti ve mezovaryumu görüntülemek için en iyi yaklaşımlar olduğu belirtilmektedir. Yumurtalıkları incelemek için laparoskop kaudal olarak yönlendirilir (Bleul vd., 2005). Bir asistanın rektal palpasyon yapması, rumeni kaldırması ve ineğin üreme sistemini manipüle etmesi durumunda daha iyi bir görüntüleme sağlandığı belirtilmektedir (Babkine ve Desrochers, 2005). Sağ paralumbur yaklaşımında, omentum nedeniyle bağırsak delinmesi ve yumurtalıkların ve uterusun yetersiz görüntülenmesi riski bulunmaktadır (Wishart ve Snowball, 1973).

CERRAHİ OLMAYAN KISIRLAŞTIRMA YÖNTEMLERİ

Çeşitli cerrahi olmayan doğum kontrolü veya kısırlaştırma yöntemleri araştırılmış ve sonuçlar değişkenlik göstermiştir.

Rahim İçi Araçlar

Birçok çalışma, ineklerde rahim içi araçların (RİA) kullanımını incelemiştir. Etkileri, öncelikle cihazın yerinde kalmasıyla ilişkilidir (Boisdon, 2023). İneklerde çeşitli cihazlar kullanılmış olup, bunların çoğu T veya Y şeklindedir. Sığır RİA'sı, polietilenden yapılmış Y şeklinde bir araçtır ve her bir rahim boynuzuna özel bir aplikatör kullanılarak yerleştirilir. RİA'nın gövdesi kollarından daha kısa, silindirik ve yuvarlak ve hafifçe genişlemiş bir baş kısmı vardır. 200 mg'lık sarmal elektrolitik bakır tel (0,25 mm çapında) ile çevrilidir. Kollar, enine kesitte yarım daire şeklindedir. RİA, bir mandrel veya pistonla donatılmış paslanmaz çelik bir aplikatöre yerleştirilir. Cihaz, uterus boynuzunun kranial kısmına yerleştirilir ve kolları, cihazın dışarı atılmasını sınırlamak için arkaya doğru konumlandırılır. Aplikatör serviks yoluyla sokulur ve rektal olarak hareket ettirilir (Fordyce vd., 2001).

İneklerde, RİA'nın doğum kontrol etkisi, spermin taşınmasında tıkanıklık veya cihaz etrafındaki hafif inflamatuvar yanıtlarla ilişkili hücreler üzerindeki doğrudan olumsuz bir etki nedeniyle oluşan başarısızlıktan kaynaklanır (Hawk, 1968). Ayrıca, RİA'nın oosit veya embriyo üzerinde bir etkisi olup olası fiziksel yırtılma veya elverişsiz uterus ortamı (iltihaplanma) ve korpus luteumun (CL) gelişimi ve bakımındaki eksiklik nedeniyle ölüme neden olabilmektedir (Boisdon, 2023). Cihaz, yumurtlamayı ve oosit taşınmasını etkilemeden CL ömründe bir azalmaya neden olur (Corfman ve Segal, 1968). İlaveten, bu cihazların, cihazın neden olduğu uterus gerilmesi nedeniyle döngü üzerinde bir etkisi olduğu görülmektedir. Rahim boynuzuna germe işleminin yapıldığı ineğin döngü periyoduna bağlı olarak döngü uzayabilir, kısalabilir veya değişmeden kalabilir (Yamauchi vd., 1967). Bu durum, ineğin döngüsünü düzenleyen ana hormonları (LH, FSH, östrojen vb.) içeren bir rahim-hipofiz ekseninin varlığıyla açıklanabilir (Resplendino, 2020). Sığırlara özgü bakır salan polietilen bir RİA (Turin RİA) ile, düvelerin

%98'inde östrus olmadığı, yumurtlama başarısızlığı olduğu ve gebeliği önlemede %100 etkili olduğu bildirmiştir (Turin vd., 1997). Bu bildirimlerin aksine, RİA kullanımının yumurtalık döngüsünü etkilemediği ve gebeliği önlemede düşük etkinlik gösterdiği yönünde değerlendirmeler de mevcuttur (Horton, vd., 1979, Fordyce vd., 2001, da Silva vd., 2005).

Bu cihazın yerleştirilmesi, suni tohumlamadan daha invaziv ve dolayısıyla daha ağırlı değildir ve bu nedenle mevcut bilgilere göre sedasyon veya analjezi gerektirmez (Resplendino, 2020). İneklerde rahim içi araçların kullanımı, cerrahi bir işlemle ilişkili maliyet ve riskleri sınırlandırırken, ovariectomi gibi kalıcı bir kontrasepsiyon sağlayabilir. Ayrıca, ovariectomi gibi, laktasyonu önemli ölçüde uzatabilirler (du Roizel-Marlier, 2004). Bu yöntem, belirli ineklerin son laktasyonları sırasında, kesime gönderilmeden önce, daha iyi bir performans göstermelerini sağlar (Resplendino, 2020). RİA'nın bir doğum kontrol yöntemi olarak etkinliği tartışmalı görünmektedir. Ayrıca, uygulanması özel bir cihaz ve eğitimli bir uzman gerektirmektedir (Adamich 2025).

İmmünokastrasyon

İmmünokontrasepsiyon, üreme fonksiyonunun düzenlenmesinde rol oynayan ve doğurganlığı engellemek için öz antijenlere karşı antikor üretiminin uyarılmasına dayanır. Amaç, kısırlığa neden olmak için hipotalamus-hipofiz-gonadal aksın ayrılmaz bir parçası olan belirli bir hormona veya proteine karşı bir bağışıklık tepkisi başlatmaktır. Hedef antijen, üreme döngüsünde ve doğurganlıkta önemli bir rol oynayan herhangi bir hormon veya protein olabilir. Aşıların kısırlığa neden olmak için etkili bir bağışıklık tepkisi oluşturmada başarılı olduğu iki hedef, GnRH ve zona pellucida glikoproteinleridir (Wikler vd., 2014).

İmmünokastrasyonun temel prensibi, bir taşıyıcı proteine bağlandığında hayvanın bağışıklık sistemini GnRH'ye karşı spesifik antikorlar üretmeye teşvik eden bir GnRH analogu aşısının uygulanmasıdır (Richard, 2025). Böyle bir maddenin uygulanmasından sonra, hayvanın bağışıklık sistemi, hipotalamus-hipofiz portal sisteminin damarlarında GnRH'ye bağlanan ve böylece molekülün hipofiz reseptörlerine bağlanmasını önleyerek seks hormonu sentez kademesini bloke eden anti-GnRH antikorları üretir (Berthevas, 2021). Antikorlar GnRH'ye bağlanarak nötralizasyonuna neden olur (Thompson, 2000). Dişi sığırlarda aşı, yumurtalık aktivitesinin geçici olarak immünolojik olarak baskılanmasına ve bunun sonucunda östrojen ve progesteron konsantrasyonlarında azalmaya ve ayrıca östrus baskılanmasına neden olur (Adamich vd., 2025). GnRH'ye karşı bağışıklamada antikor titrelerinin ilk dozdan sonraki sekizinci haftadan itibaren kontrol grubuna göre önemli bir artış gösterdiği ve progesteron konsantrasyonunda eş zamanlı bir azalma olduğu gözlemlenmiştir (Adams ve Adams, 1990, Bell vd., 1997). Ayrıca, birincil bağışıklamadan 28 hafta sonra, bağışıklanmış diülerin

yumurtalıklarında 5 mm'den büyük çaplı luteal doku veya folikül bulunmadığı gözlemlenmiştir. Yine, bağışıklama yumurtalık ve rahim ağırlığında ve hipofizdeki LH ve GnRH reseptörlerinin konsantrasyonlarında bir azalmaya neden olmaktadır (Adams ve Adams, 1990). Geary vd. (2006) tarafından yapılan çalışmada, düvelerin %92'si anovulatuvar hale gelerek 119 gün boyunca yumurtlamayı engellemiştir. Farklı taşıyıcı proteinleri ve aşılama protokollerini test eden Stevens vd. (2005), östrus döngüsüne sahip düve sayısında %97 oranında azalma ve Geary vd. (2006) ise anovulatuvar düve sayısının %92 olduğunu gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, etkinlik ve koruma süresi aşı formülasyonundan (taşıyıcı protein ve adjuvan) ve aşılama protokolünden (uygulamalar ve tekrarlamalar uygulamaları arasındaki aralık) etkilenebilir (Adamich vd., 2025). Dişi süt sığırlarının Bopriva® ile aşılması, östrojen seviyelerini etkilemeden progesteron seviyelerinde azalma, östrusun baskılanması ve folikülogenezin bozulmasına neden olmuştur (Ansari vd., 2017). Bopriva aşısının birincil aşılama ve tekrar aşılama şeklinde iki uygulaması kullanarak, uygulamalar arasında 4 haftalık bir arayla yapılan bir değerlendirmede, süt ineklerinde östrusun baskılanmasında olumlu bir etki gözlemlenmiştir (Balet vd., 2014). Bopriva aşısının inek ve düvelerdeki etkisini değerlendirilen bir çalışmada uygulamalar arasındaki daha uzun aralıkların östrus baskılama süresini artırdığı gözlemlenmiştir (Hirsbrunner vd., 2017). Farklı yaşlardaki süt ineklerinde Improvac aşısını kullanılarak, ortalama 114 günlük (aralığı: 59-175 gün) bir östrus baskılama süresi gözlemlenmiştir (Schmid vd., 2020). Aşıya karşı, aşı bölgesinde iki ila dört hafta boyunca devam eden şişlik ve ağrı ile vücut ısısında (24 saat) ve kalp atış hızında (48 saat) artış gibi bazı olumsuz reaksiyonlar bildirilmiştir (Balet vd., 2014). Başlangıç zamanındaki bireysel farklılıklar ve yüksek anti-gonadotropin salgılatıcı hormon antikör seviyelerinin sürdürülmesinin yetersiz süresi nedeniyle, bu immünolojik kastrasyonun pratik uygulaması şu anda zor görünmektedir (Jacquemain, 2003).

Zona Pellucida Aşıları

Zona Pellucida'ya karşı antikörler, sperm reseptör bölgelerini bloke ederek yumurtaları sperme karşı geçirgen hale getirir. ZP3 reseptörü, onu immüno-kontrasepsiyon için ideal bir hedef haline getiren benzersiz epitoplara sahiptir. Ancak, aynı türden ZP proteinleriyle aşılamanın çok az etkisi vardır. ZP3 kullanan immüno-kontrasepsiyon, bugüne kadar Afrika filleri, yabani atlar ve eşekler, tavşanlar, ak kuyruklu geyikler, foklar ve hamsterlar dahil olmak üzere birçok türde başarılı olmuştur (Ansari vd., 2017).

Gonadotropin Salgılatıcı Hormon (GnRH) Agonistleri

GnRH agonistleri, hipofiz bezindeki GnRH reseptörlerine bağlanarak etki gösterir. GnRH agonistlerine kronik maruziyet, GnRH reseptörlerini azaltır ve bu da pulsatil LH salgılanmasının bloke olmasına yol açar (D'Occhio vd., 2000). GnRH agonistlerini salgılayan deri altı uygulanan kulak implantları östrusu baskılamak için kullanılır. GnRH agonistleriyle uzun süreli tedavi (180 gün), foliküler büyümeyi baskılamakta ve yumurtlamayı engellemektedir (D'Occhio vd., 2013, Batista vd., 2016).

SONUÇ

Sığırlarda kontraseptif uygulamalar hem üretim verimliliğini artırma hem de hayvan yönetimini kolaylaştırma açısından çeşitli avantajlar sunarken, alternatif yöntemlerin invaziv doğası, geri döndürülemezliği, verimlilik, uygulanabilirlik, zooteknik performans ve hayvan refahı üzerindeki etkileri dikkate alınmalıdır. Günümüzde, bu prosedürün kullanımı veteriner hekim görüşü ve etik ilkelere dayalı, vaka bazında bir değerlendirmeye sınırlı olmalıdır. Alternatif yöntemlerin geliştirilmesi ve erişilebilirliğinin artırılması, sürdürülebilir ve etik hayvan üretimi açısından önem taşımaktadır.

REFERANSLAR

- Adamich, D. G., Azeredo, L. C., de Moraes, F. P., Missio, D., de Oliveira, F. C., ve Gasperin, B. G. (2025). Contraceptive Strategies for Female Cattle: Efficacy and Zootechnical Aspects. *Reproduction in Domestic Animals*, 60(3), e70032.
- Adams, T. E., ve Adams, B. M. (1990). Reproductive function and feedlot performance of beef heifers actively immunized against GnRH. *Journal of Animal Science*, 68(9), 2793-2802.
- American Veterinary Medical Association (2011) *Literature review on the welfare implications of ovariectomy in cattle*. https://www.avma.org/sites/default/files/resources/ovariectomy_cattle_bgnd.pdf adresinden 5 Ekim 2025 tarihinde alınmıştır.
- Ansari, A. S., Badar, A., ve Lohiya, N. K. (2017). Fertility control modalities in animals: an overview. *BAOJ Veterinary Science*, 1(004).
- Araújo, A. P. G. (2022). Ovariectomia em bovinos e os seus benefícios. *Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro*, Mestrado Integrado em Medicina Veterinária, Vila Real.
- Ashworth, G. E., Poloni, L. A., ve Gauna, H. F. (2007). Castración de vacas: Una alternativa para mejorar los sistemas de engorde. *Veterinaria México*, 38(4), 383-394.
- Aziz, D. M., Al-Badrany, M. S., ve Taha, M. B. (2008). Laparoscopic ovariectomy in standing donkeys by using a new instrument. *Animal Reproduction Science*, 107(1-2), 107-114.
- Babkine, M., ve Desrochers, A. (2005). Laparoscopic surgery in adult cattle. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 21(1), 251-279.

- Balet, L., Janett, F., Hüsler, J., Piechotta, M., Howard, R., Amatayakul-Chantler, S., Steiner, A., ve Hirsbrunner, G. (2014). Immunization against gonadotropin-releasing hormone in dairy cattle: Antibody titers, ovarian function, hormonal levels, and reversibility. *Journal of Dairy Science*, 97(4), 2193-2203.
- Batista, E. D. O. S., Vieira, L. M., Sá Filho, M. F. D., Dias, E. A. R., Bayeux, B. M., Accorsi, M. F., Monteiro, F.M., Souza, A.H., Baruselli P.S., ve D'Occhio, M. J. (2016). Ovarian follicular growth suppression by long-term treatment with a GnRH agonist and impact on small follicle number, oocyte yield, and in vitro embryo production in Zebu beef cows. *Theriogenology*, 85(9), 1680-1687.
- Bell, M., Daley, C. A., Berry, S. L., ve Adams, T. E. (1997). Pregnancy status and feedlot performance of beef heifers actively immunized against gonadotropin-releasing hormone. *Journal of Animal Science*, 75(5), 1185-1189.
- Berthevas, C. (2021). Effets de l'immunisation anti-GnRH sur les tissus testiculaires de l'étalon adulte. Doctoral dissertation, Thèse de Médecine Vétérinaire, Faculté de Médecine de Nantes. Oniris : Ecole Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de L'alimentation Nantes Atlantique.
- Bleul, U., Hollenstein, K., ve Kähn, W. (2005). Laparoscopic ovariectomy in standing cows. *Animal Reproduction Science*, 90(3-4), 193-200.
- Boisdon, A. (2023). Evolution des méthodes de stérilisation chirurgicale chez la vache laitière, techniques et moyens pour concilier impératifs de bien-être et minoration des risques per et post-opératoires. *Sciences du Vivant [q-bio]*. dumas-04211443 thèse de doctorat vétérinaire
- Bouré, L. (2005). General principles of laparoscopy. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 21(1), 227-249.
- Corfman, P. A., ve Segal, S. J. (1968). Biologic effects of intrauterine devices. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 100(3), 448-459.
- da Silva, H. L., Meirinhos, M. L. G., de Oliveira Filho, B. D., ve Gordo, J. M. L. (2005). Efeitos da utilização do dispositivo intra-uterino (DIU) sobre o ganho de peso e o rendimento de carcaça de novilhas Nelore destinadas ao abate. *Ciência Animal Brasileira/Brazilian Animal Science*, 6(2), 95-103.
- da Silva, L. A. F., Almeida, C. F., Viana Filho, P. R. L., Veríssimo, A. C. C., Rabelo, R. E., Eurides, D., ve Fioravanti, M. C. S. (2004). Descrição de duas técnicas cirúrgicas para castração de fêmeas bovinas e avaliação do pós-operatório. *Ciência Animal Brasileira/Brazilian Animal Science*, 5(1), 49-54.
- de Witte, K., Jubb, T., ve Letchford, P. (2006). The dropped ovary technique for spaying cattle. *Australian Cattle Veterinarians Manual*. (pp. 14–20). Australian Cattle Veterinarians, Eight Mile Plains, Australia.
- Desliens, L. (1973). De la castration des vœux femelles. *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France*, 126(3), 123-127.
- D'Occhio, M. J., Cremonesi, F., Trigg, T. E., Aspden, W. J., ve Baruselli, P. S. (2013). Acute follicular response to FSH in heifers downregulated long term with a GnRH agonist and with suppressed ovarian follicular growth. *Theriogenology*, 80(9), 999-1005.
- D'Occhio, M. J., Fordyce, G., Whyte, T. R., Aspden, W. J., ve Trigg, E. T. (2000). Reproductive responses of cattle to GnRH agonists. *Animal Reproduction Science*, 60, 433-442.
- du Roizel-Marlier, T. (2004). L'Effets de l'ovariectomie sur la production laitière des vaches de races Montbéliarde et Prim'Holstein, *Étude cas-témoins*. Doctoral dissertation. Nat. Vet. Sch. Alfort, Maisons-Alfort, France.

- Duclos, P. ve Chastant-Maillard S. (2001) La castration de la vache par la méthode de Chappat. *Point Veterinaire*, 32,25-27.
- Edmondson, M. A. (2016). Local, regional, and spinal anesthesia in ruminants. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 32(3), 535-552.
- Fordyce, G., Jubbs, T. F., Fitzpatrick, L. A., Whyte, T. R., Cooper, N. J., Bolam, M. J., Haddon, D.J., Hill, Felicity., ve D'Occhio, M. J. (2001). Contraceptive efficacy of an intra-uterine device in Brahman cattle. *Animal Reproduction Science*, 65(3-4), 193-204.
- Garber, M. J., Roeder, R. A., Combs, J. J., Eldridge, L., Miller, J. C., Hinman, D. D., ve Ney, J. J. (1990). Efficacy of vaginal spaying and anabolic implants on growth and carcass characteristics in beef heifers. *Journal of Animal Science*, 68(5), 1469-81475.
- Garnero, O.J., ve Perusia, O.R. (2016). Manual de anestésias y cirugías de bovinos: Cirugías del aparato reproductor de la hembra. *Universidad Nacional del Litoral, santa Fe Argentina*.
- Geary, T. W., Grings, E. E., MacNeil, M. D., De Avila, D. M., ve Reeves, J. J. (2006). Use of recombinant gonadotropin-releasing hormone antigens for immunosterilization of beef heifers. *Journal of Animal Science*, 84(2), 343-350.
- Gilbert, R. O., Fubini, S. L., ve Steiner, A. (2017). Surgery of the bovine reproductive system and urinary tract. Editör S. L., Fubini, ve N. Ducharme, Edition 2nd. *Farm Animal Surgery* (pp. 351-427) Elsevier, Inc.
- Gobet, M. (2008). Historique de l'ovariectomie de la vache, techniques chirurgicales et indications. Doctoral dissertation. *École Nationale Veterinaire D'alfort. Alfort*.
- Gómez, J. A. (2016). Castración de la vaca: ovariectomía. *Afriga*, 125, 68- 70.
- Habermehl, N. L. (1993). Heifer ovariectomy using the Willis spay instrument: Technique, morbidity and mortality. *The Canadian Veterinary Journal*, 34(11), 664-667.
- Harry, D., (1999). *US 5997551 A*, 07/12/1999, Columna 3, línea 48 - columna 6, línea 8; figuras. <https://patents.google.com/patent/US5997551A/en> adresinden 7 Ekim 2025 tarihinde alınmıştır.
- Hawk, H. W. (1968). Effect of intra-uterine devices on corpus luteum function. *Journal of Animal Science*, 27(suppl. 1), 119-128.
- Hirsbrunner, G., Rigert, S., Janett, F., Hüsler, J., Schnydrig, P., Lopez, E., Amatayakul-Chantler, S., ve Steiner, A. (2017). Immunization against GnRF in adult cattle: a prospective field study. *BMC Veterinary Research*, 13(1), 208.
- Hopper, R. M. (2007). Surgical correction of abnormalities of genital organs of cows. *Current Therapy in Large Animal Theriogenology*, 463-472.
- Hopper, R. M. (2021). Surgery to restore fertility. Editör R. M. Hooper, *Bovine Reproduction* 2nd ed., (pp. 655-663). John Wiley & Sons, Inc.
- Horton, G. M. J., Stricklin, W. R., Manns, J. G., ve Mapletoft, R. J. (1979). Intravaginal devices for feedlot heifers. *Journal of Animal Science*, 49(4), 915-918.
- Irons, P. C., Mooring, B., Warburton, N., Dunston-Clarke, E., Pensini, G., Hay, S., ve Collins, T. (2023). Uterine tube resection by vaginotomy as an alternative to ovariectomy in mature cattle. *Animals*, 13(6), 1066.
- Jacquemain, P. (2003). L'immunocontraception chez l'animal. Doctoral dissertation. *Ecole Nationale Veterinaire D'alfort, Alfort*.

- Jalquier, M., ve de Sacy, G. S. (1931). Variations quantitatives et qualitatives de la production du lait chez la vache sous l'influence de la castration. *Le Lait*, 11(105), 473-486.
- Jordan, B. A. (2025). Ovariectomy. *Noordsy's Food Animal Surgery*, 173-183.
- Jubb, T. F., Fordyce, G., Bolam, M. J., Hadden, D. J., Cooper, N. J., Whyte, T. R., Fitzpatrick, L. A., Hill, F. ve D'occhio, M. J. (2003). Trial introduction of the Willis dropped ovary technique for spaying cattle in northern Australia. *Australian Veterinary Journal*, 81(1-2), 66-70.
- Jubb, T., Bolam, M., Letchford, P., & Fordyce, G. (1996). Evaluation of the Willis spay instrument. *Meat Research Corporation, Sydney*.
- King, J.M. (2015). A contraceptive vaccine for cattle. PhD Thesis, *School of Veterinary Science, The University of Queensland*, Brisbane, Australia.
- Ko, B. H., Park, D. G., ve Lee, W. J. (2022). Postoperative observation of spaying with the silicon ring on the ovaries in heifers: A retrospective study in 28 cases. *Veterinary Sciences*, 9(11), 643.
- Lauder, J. (2018). *Measuring Response to Pain Mitigation for Ovariectomy in Bos taurus Yearling Beef Heifers* (Doctoral dissertation, University of Saskatchewan)
- Lauder, J. (2018). Measuring response to pain mitigation for ovariectomy in bos taurus yearling beef heifers. Doctoral dissertation, *the Department of Large Animal Clinical Sciences, University of Saskatchewan*, Saskatoon.
- Marroquín Pérez, O. F. (2015). Evaluación de la ganancia de peso en novillas de engorde con ovariectomía por vía transvaginal vrs novillas tratadas con boldenona Doctoral dissertation, *Escuela De Medicina Veterinaria, Universidad De San Carlos De Guatemala*, Guatemala
- Osborne, B. (2024). Spaying/castration: How, complications, pain management. *American Association of Bovine Practitioners Conference Proceedings Kongresine Sunulmuş Bildiri*.
- Peiró, J. R., Nogueira, G. M., Nogueira, G. P., Perri, S. H., ve Cardoso, D. (2009). Ovariectomy by left flank approach in prepubertal Nelore (Bos indicus) heifers. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 73(3), 237.
- Peiró, J. R., Nogueira, G. M., Nogueira, G. P., Perri, S. H., ve Cardoso, D. (2009). Ovariectomy by left flank approach in prepubertal Nelore (Bos indicus) heifers. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 73(3), 237-240.
- Petherick, J. C. (2005). Animal welfare issues associated with extensive livestock production: The northern Australian beef cattle industry. *Applied Animal Behaviour Science*, 92(3), 211-234.
- Prado, T. M., Schumacher, J., ve Dawson, L. J. (2016). Surgical procedures of the genital organs of cows. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 32(3), 727-752.
- Resplendino, L. (2020). La contraception mécanique intra-utérine: applications, intérêts et limites chez la vache, la jument et la chienne Thèse d'exercice, *Médecine Vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse – ENVT*.
- Richard, C. (2025). La stérilisation des vaches de réforme, un levier dans la prévention des accidents locomoteurs: enquête auprès des éleveurs bovins laitiers et des vétérinaires ruraux. Doctoral dissertation, *Oniris - Ecole Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de L'alimentation Nantes Atlantique*.

- Rizzo, A., Piccinno, M., Lacitignola, L., D'Onghia, G., D'Onghia, G. F., ve Sciorsci, R. L. (2016). Application of an innovative technique for unilateral ovariectomy in dairy cows. *Veterinary Record*, 179(18), 463-463.
- Rupp, G. P., ve Kimberling, C. V. (1982). A new approach for spaying heifers [Ovariectomy]. *VM SAC. Veterinary Medicine and Small Animal Clinician*, 77(4) 561-565.
- Sato, R., Kanai, E., Kitahara, G., Noguchi, M., Kawai, K., Shinozuka, Y., Tsukamoto, A., Ochiai, H., Onda, K. ve Steiner, A. (2017). Transrectal guidance of the ovaries reduces operative time during bovine laparoscopic ovariectomy. *Journal of Veterinary Medical Science*, 79(12), 2019-2022.
- Schmid, R., Studer, E., ve Hirsbrunner, G. (2020). Oestrus suppression in a dairy herd by means of anti-GnRH vaccination Improvac®: A prospective field study. *Schweizer Archiv fur Tierheilkunde*, 162(2), 93-100.
- Smith, J., Salazar, G., Peace, C., Olivarez, J., Vermeulen, K., Black, K., Guss, C., Tatarniuk, D., Dohleman, T., ve Wiley, C. (2021). Electrosurgical bipolar vessel sealing for a standing flank ovariectomy in beef heifers. *Clinical Theriogenology*, 13(1) 60-67.
- Steiner, A., ve Zulauf, M. (1999). Diagnostic laparoscopy in the cow. *Schweizer Archiv Fur Tierheilkunde*, 141(9), 397-399.
- Stevens, J. D., Sosa, J. M., DeAvila, D. M., Oatley, J. M., Bertrand, K. P., Gaskins, C. T., ve Reeves, J. J. (2005). Luteinizing hormone-releasing hormone fusion protein vaccines block estrous cycle activity in beef heifers. *Journal of Animal Science*, 83(1), 152-159.
- Thakur, P. R. I. Y. A. N. K. A. (2016). Diagnostic laparoscopy in large animals. *MV Sc Thesis, Department of Veterinary Surgery and Radiology, CSK Himachal Pradesh Krishi Vishvavidyalaya*, Palampur, India.
- Thompson Jr, D. L. (2000). Immunization against GnRH in male species (comparative aspects). *Animal Reproduction Science*, 60, 459-469.
- Turin, E. M., Nagle, C. A., Lahoz, M., Torres, M., Turin, M., Mendizabal, A. F., ve Escofet, M. B. (1997). Effects of a copper-bearing intrauterine device on the ovarian function, body weight gain and pregnancy rate of nulliparous heifers. *Theriogenology*, 47(7), 1327-1336.
- Wikler, M., Pearson, L. K., Campbell, A. J., ve Tibary, A. (2014). Non-surgical methods of contraception and sterilization in select domestic and wildlife species. *Clinical Theriogenology*, 6(2), 93-104.
- Wishart, D.F., ve Snowball, J.B., (1973). Endoscopy in cattle: observation of the ovary in situ. *Veterinary Record*, 92, 139-143.
- Yamauchi, M., Nakahara, T., Kaneda, Y., ve Inui, S. (1967). Effects of uterine distension on the oestrous cycle of the cow. *Reproduction*, 13(3), 379-386.

Timus'un Anatomik ve İmmünolojik Rolü

ENES KARA

ÖZET

Timus (*glandula thymica*), adaptif immün sistemin gelişiminde merkezi rol oynayan, T lenfosit maturasyonunun gerçekleştiği primer lenfoid organdır. Embriyolojik olarak üçüncü faringeal kese kökenli olup, doğum sonrası dönemde fonksiyonel aktivitesi hızla artar ve pubertas sonrasında involutio thymica süreciyle parankim dokusu yerini fibro-adipoz dokuya bırakır. Cortex ve medulla thymica bölgelerinde gerçekleşen selectio positiva ve selectio negativa süreçleri, otoimmün reaksiyonların önlenmesi ve fonksiyonel T hücre repertuarının şekillenmesi için zorunludur. Timik mikroçevrede salgılanan thymosina, thymopoietina ve thymulina gibi hormonlar, T hücre olgunlaşmasını destekleyerek immün-endokrin etkileşimde düzenleyici rol üstlenir. Timus'un anatomik konumu ve vasküler organizasyonu, cerrahi yaklaşımlar ve patolojik değerlendirmeler açısından klinik önem taşır. Klinik yelpazesinde DiGeorge sendromu, myasthenia gravis, thymoma ve otoimmün poliendokrin sendrom gibi çok sayıda immünolojik disfonksiyon yer alır. Neonatal dönemde gerçekleştirilen total thymectomy, uzun vadeli immün yetmezlik ve artmış malignite riski ile ilişkilendirilmiştir. Bu derleme, timus'un tarihsel olarak tanımlanmasından günümüzdeki immünolojik fonksiyonlarına kadar morfolojik, fizyolojik ve klinik yönleriyle bütüncül bir değerlendirme sunmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Glandula thymica; T lenfosit maturasyonu; merkezi tolerans; myasthenia gravis

GİRİŞ VE TARİHÇE

Timus (*glandula thymica*), immün sistemin işlevsel bütünlüğü açısından merkezi öneme sahip primer lenfoid bir organdır. Bu organın bağışıklık sistemindeki rolü, **Miller'in (1961)** *The Lancet*'te yayımladığı "Immunological Function of the Thymus" başlıklı makalesi ve ertesı yıl **Miller'in (1962)** Royal Society'de sunduğu çalışmasıyla bilim dünyasında kesinlik kazanmıştır. Bu çalışmalar, timusun adaptif immün yanıtın merkezi düzenleyicisi olduğunu göstermiştir. Ancak bu dönüm noktasına dek timusa ilişkin görüşler büyük ölçüde spekülatifti: Antik dönemde timusun "ruhun merkezi" olduğu (**Morse, 1928**), alt ekstremité gelişiminde rol aldığı (**Wright, 1852**) veya ani bebek ölümlerinin patolojik nedeni olan *status lymphaticus* ile ilişkili bulunduğu (**Paltauf, 1889**) öne sürülmüştür.

Timus teriminin etimolojik kökeni kesin olmamakla birlikte, Yunanca *thymos* (θυμός) sözcüğünden türediği ve "kekik" bitkisine olan benzerliği nedeniyle bu adın verildiği düşünülmektedir. *Thymos* aynı zamanda "ruh" ya da

“duman” anlamına gelmekte olup, eski Yunanlıların timusu ruhun merkezi olarak kabul etmesine zemin hazırlamıştır (**Jacobs ve ark., 1999**). Timusa dair en eski doğrudan atıf, M.S. 100 civarında Efesli hekim Rufus’a aittir. Rufus, *De corporis humani partium appellationibus* adlı eserinde timusu, *vertebra cervicalis septima* (yedinci servikal omur) düzeyinde, *trachea* (trakea) ve *pulmones* (akciğerler) ile komşu, *cor*’un (kalp) üst kısmına yakın bir bez olarak tanımlamıştır (**Lavini ve ark., 2009**). Pergamonlu Galen (129–216 AD) ise timusu “özellikle gençlerde büyük, yaşla birlikte küçülen” bir organ olarak nitelendirmiştir (**Galen, 1968**). Galen’in hayvan disseksiyonlarına dayanan gözlemleri, Orta Çağ’dan Rönesans’a kadar anatomi öğretisinin temelini oluşturmuştur.

16.yüzyılda Berengario da Carpi (1460–1530), timusun bağ dokudan oluştuğunu ve mediastinum anterius’ta akciğerleri koruyucu bir bariyer işlevi gördüğünü belirtmiştir. (**Lavini ve ark., 2009**). Andrea Vesalius (1514–1564), *De humani corporis fabrica*’da timusu, büyük damar yapıları için bir “yastık” görevi gören salgı bezi olarak tanımlamıştır (**Vesalius ve ark., 2003**). Ambroise Paré (1510–1590) bu yaklaşımı desteklemiş, Felix Plater (1536–1614) ise timusun patolojik büyümesinin damarları komprese ederek çocuklarda ani ölüme yol açabileceğini rapor etmiştir (**Liu & Ellis, 2016**).

17. yüzyılda optik mikroskobun geliştirilmesiyle timusun derin yapısı incelenmeye başlanmış, William Hewson (1739–1774) timusun lenfatik karakterini ortaya koymuş ve yaşla birlikte involutio thymica (timik involüsyon) geçirdiğini bildirmiştir. (**Hewson, 1846**). 19. yüzyılda Sir Astley Cooper ve Sir John Simon timus üzerine detaylı araştırmalar yapmış; Cooper’ın *The Anatomy of the Thymus Gland* (1832) adlı monografisi, Simon’un 1845 tarihli *Physiological Essay on the Thymus Gland* çalışmasının gölgesinde kalmıştır. Simon, timusun yalnızca fetal dönemde değil, erken çocuklukta da büyük kaldığını ve daha sonra küçüldüğünü rapor etmiş, ayrıca ilk kez *barriera haemato-thymica* (kan-timus bariyeri) kavramını ortaya koymuştur (**Silverman, 1993**). Aynı dönemde Arthur Hill Hassall (1817–1894), timusun histolojik organizasyonunu inceleyerek *medulla thymica*’da kendi adıyla anılan *corpuscula Hassalli*’yi tanımlamıştır.

18.yüzyıl sonu ve 19. yüzyıl başında timusun ani bebek ölümlerine neden olabileceği yönündeki *status thymicolymphaticus* kavramı tartışılmışsa da, bu görüş modern dönemde geçerliliğini yitirmiştir (**Sapolsky, 2004**). Timusun fonksiyonel rolü uzun süre belirsiz kalmış ve hatta bazı otoriteler tarafından işlevsiz bir “evrimsel kalıntı” olarak değerlendirilmiştir (**Miller, 2011**). Ancak

1961’de Jacques Miller, neonatal farelerde timektomi sonrası lenfosit eksikliğini ortaya koyarak timusun immün sistem için vazgeçilmez olduğunu kanıtlamıştır (Miller, 1961). Bu hücreler timustan köken aldıkları için *lymphocytı T* (*T hücreleri*) olarak adlandırılmıştır (Miller, 2002; Miller, 2004). Miller’ın 1962’deki çalışmaları, timusun otoimmün tolerans mekanizmalarında da merkezi rol üstlendiğini göstermiştir (Miller, 2011).

20. yüzyılın ikinci yarısında immünolojide kaydedilen gelişmeler, T hücre biyolojisinin ayrıntılı biçimde anlaşılmasını sağlamıştır. 1968’de T ve B lenfositlerinin farklı alt gruplar olduğu ortaya konmuş, 1975’te ise *lymphocytı T* CD4⁺ ve *lymphocytı T* CD8⁺ alt tipleri tanımlanmıştır. 1990’lı yıllarda *selectio positiva* ve *selectio negativa* süreçlerinin mekanizması açıklığa kavuşmuş, 1994’te AIRE geninin *tolerantia centralis* (merkezi tolerans) üzerindeki belirleyici rolü gösterilmiştir. Bu tarihsel gelişim, timusun yalnızca anatomik değil, aynı zamanda immünolojik açıdan da çok yönlü bir organ olduğunu ortaya koymuştur (Liu & Ellis, 2016).

ANATOMİ

Thymus (glandula thymica), *superior mediastinum*’da, **sternum**’un **manubriumunun** hemen arkasında ve **perikardın (pericardium)** önünde yer alan **primer lenfoid organdır**. Erken yaşam döneminde en büyük hacmine ulaşır; ergenlik (pubertas) döneminden itibaren *involutio thymica* süreciyle kademeli olarak fibroz ve adipoz dokularla yer değiştirir. Bu fizyolojik gerilemenin androjen düzeylerindeki artışla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Timusun majör mediastinal yapılara komşuluğu ve **myasthenia gravis** ile **DiGeorge sendromu** gibi patolojilerle ilişkisi, klinik açıdan önemini korumaktadır.

Anatomik yapısının ayrıntılı biçimde bilinmesi, **mediastinal kitlelerin ayırıcı tanısında**, **görüntüleme yöntemlerinin doğru yorumlanmasında** ve **thymectomi** gibi girişimlerde güvenli planlama yapılabilmesi açısından kritik öneme sahiptir (Gulla ve ark., 2023; Bosticardo & Notarangelo, 2023). Embriyolojik olarak thymus, **ventral üçüncü faringeal kese (saccus pharyngeus tertius)** kökenlidir. Gelişim sürecinde inferiora ve posteriora göç ederek *mediastinum superius*’a yerleşir. (Frisdal & Trainor, 2014; Polesso ve ark., 2023).

Timusun yapısında farklı embriyolojik kökenlere sahip hücre grupları rol oynar: epitelyal komponent **üçüncü faringeal kese çıkıntılarından**,

hematopoietik prekürsörler ise **kemik iliği (medulla ossium)**'nden timusa göç eder. Bu iki hücresel komponentin karşılıklı etkileşimi, timusun immünolojik fonksiyonlarının temelini oluşturur (Young, O'Dowd & Woodford, 2013).Nadir durumlarda **dördüncü faringeal kese (saccus pharyngeus quartus)** de gelişime katkı sağlayabilir (Kumar ve ark., 2014).Gelişim süreci tamamlandığında thymus, erişkin anatomik konumuna ulaşır. Bu süreçte **glandula thyroideaya** kadar uzanabilmesi veya **ektopik timik dokuların boyun (collum)** bölgesinde bulunabilmesi, sık görülen varyasyonlar arasında yer alır (Standring & Gray, 2016).

Bu embriyolojik farklılaşmanın tamamlanmasıyla birlikte thymus, erişkin anatomik konumuna yerleşir ve karakteristik lobüler yapısını kazanır. Makroskopik olarak thymus, ortada birleşen iki **lobus**'tan oluşur ve her bir lob **timus kapsülü (capsula thymica)** ile çevrilidir. Bu kapsülden uzanan **interlobüler septalar (septa interlobularia)**, lobları daha küçük **lobüller (lobuli thymici)** hâlinde ayırır. Her bir lobül, hücreden zengin **korteks (cortex thymica)** ve daha az yoğunlukta hücre içeren **medulla thymica** bölgelerinden oluşur (Standring ve ark., 2008; Young, O'Dowd & Woodford, 2013).

Kortikal bölgede olgunlaşmamış T lenfositleri (*thymocyti*) ile epitel retiküler hücreler (*cellulae epitheliales reticulares*) yer alır (Kumar ve ark., 2014).

Bu retiküler ağ, yapısal bütünlüğü destekler ve **kan-timus bariyerinin (barriera haemato-thymica)** oluşumuna katkıda bulunur. **Medulla thymica**'da epitel hücreleri daha iri yapılıdır ve **lenfosit yoğunluğu (densitas lymphocytorum)** kortekse göre daha düşüktür (Standring ve ark., 2008). Burada karakteristik olarak **Hassall cisimcikleri (corpuscula Hassalli)** yer alır; bu yapılar epitel hücrelerinin konsantrik katmanlar hâlinde organize olmasıyla oluşur ve yaşla birlikte sayıları artar (Kumar ve ark., 2014; Larsen, 2001). Bu kortiko-medüller organizasyon, T lenfosit olgunlaşmasının morfolojik temelini oluşturur.Ayrıca timik parankimde **makrofajlar (macrophagi)**, **dendritik hücreler (cellulae dendriticae)**, az miktarda **B lenfositleri (pauci lymphocyti B)**, **nötrofiller (neutrophili)** ve **eozinofiller (eosinophili)** de bulunur (Kumar ve ark., 2014).

Timusun **damarlanması (vaskülarizasyonu)** bireyler arasında değişkenlik gösterebilir. Arteriyel beslenme en sık olarak **a. thyroidea inferior**, **a. thoracica interna**, **a. pericardiacophrenica** ve **aa. intercostales anteriores**'den sağlanır; nadiren **a. thyroidea media**'dan dallar alınabilir. Ayrıca **aa. thymicae posteriores**, **truncus brachiocephalicus** veya **aorta**

thoracica'dan köken alabilir.

Aa. thymicae laterales, *a. thoracica interna* dallarından ayrılarak kanlanmaya ek katkı sağlar (Rezzani ve ark., 2014). Venöz drenaj çoğunlukla **v. brachiocephalica sinistra** ve **vv. thoracicae internae** aracılığıyla sağlanır. **Vv. thymicae**, interlobüler septalar boyunca ilerleyerek kapsüle ulaşır ve organın arka yüzeyindeki **venöz pleksusa (plexus venosus thymicus)** açılır. Bu venler genellikle her lobu ayrı ayrı drene eder. Lenfatik drenaj yalnızca *effeferent* karakterdedir ve akım, başlıca **nodi lymphoidei brachiocephalici, tracheobronchiales** ve **parasternalis**'e yönelir. (Standring & Gray, 2016).

Timusun **innervasyonu** esas olarak **sempatik sinir sistemi (systema nervosum sympathicum)** kökenlidir. **Ganglion cervicale superius** ve **ganglion stellatum**'dan çıkan lifler, **perivasküler pleksus (plexus perivascularis)** aracılığıyla kapsül içine girer (Carpenter ve ark., 2025). Parasempatik innervasyonun varlığına dair doğrudan anatomik kanıt sınırlıdır; ancak bazı hayvan çalışmalarında **T lenfositleri (thymocytus)**'nin çeşitli nörotransmitterlere ve nöropeptidlere yanıt verdiği gösterilmiştir (Francelin ve ark., 2021).

Ek olarak, **nervus vagus**'un ince dalları ile **servikal sempatik zincir (catena sympathica cervicalis)** liflerinin timusa ulaştığı, **nervus phrenicus**'un küçük dallarının kapsül düzeyine kadar geldiği, ancak parankime girmediği bildirilmiştir (Standring & Gray, 2016).

Son olarak thymus, **m. sternohyoideus** ve **m. sternothyroideus** kaslarının arkasında, **sternum**'un **posteriorunda** ve **perikardın (pericardium)** önünde yer alır. Üst uzantıları **m. sternocleidomastoideus** ve **m. thyrohyoideus** ile yakın komşuluk gösterebilir. Bu anatomik ilişkiler, özellikle **transsternal thymectomi** veya **kardiyotorasik cerrahi** girişimler sırasında cerraha güvenli diseksiyon sınırları sağlaması açısından klinik önem taşır.

FİZYOLOJİ

Thymus (glandula thymica), adaptif immün sistemin merkezi organıdır ve başlıca görevi, *T lymphocytı*'lerin (T lenfositleri) olgunlaşmasını sağlamaktır. Timusun mikroyapısal organizasyonu ve hücrel etkileşimleri, immün yanıtın özgüllüğünü ve kendi antijenlerine toleransın gelişimini mümkün kılar. Fonksiyonel aktivitesi ise yaşamın erken dönemlerinde belirgindir;

pubertas sonrasında ise lenfoid parankim yerini kademeli olarak bağ ve yağ dokusuna (*tela fibro-adiposa*) bırakır. (Araki ve ark., 2016; Yan ve ark., 2017; Savvidis ve ark., 2024).

T hücre gelişimi (*maturatio thymica*), kemik iliğinde oluşan hematopoietik kökenli öncül hücrelerin (*cellulae progenitores*) timusa göçü ile başlar. Bu öncül hücreler timik mikroçevreye ulaştıklarında *thymocyti* adını alır ve burada epitel retiküler hücreler, dendritik hücreler, makrofajlar ve stromal elemanlarla etkileşime girerek farklılaşma sürecine girer (Hall, 2016). Bu süreç, iki temel seleksiyon evresinden oluşur: *selectio positiva* (pozitif seleksiyon) ve *selectio negativa* (negatif seleksiyon).

Selectio positiva, *cortex thymica*'da gerçekleşir; burada *thymocyti*'lerin majör histo-uyumluluk kompleksi (MHC) moleküllerine uygun bağlanma yetenekleri test edilir (Kumar ve ark., 2014; Hohl, 2019). MHC'ye bağlanamayan veya zayıf etkileşim kuran hücreler apoptozla elimine edilir. Yeterli bağlanma kuran hücreler ise yaşam sinyali olarak medullaya geçer ve olgunlaşmalarını sürdürür (Hohl, 2019).

Selectio negativa ise *medulla thymica*'da meydana gelir. Bu evrede amaç, organizmanın kendi antijenlerine karşı yüksek afinite gösteren oto-reaktif hücreleri ortadan kaldırmaktır (Kumar ve ark., 2014; Hohl, 2019).

AIRE (*autoimmune regulator*) geni aracılığıyla periferik dokulara ait antijenler timik epitel hücrelerinde eksprese edilir; bu antijenlere aşırı duyarlılık gösteren *thymocyti* apoptozla elimine edilir. Bir kısmı ise *cellulae T regulatoriae* (Treg hücreleri) olarak farklılaşır ve *tolerantia centralis* (**merkezi tolerans**) mekanizmasının devamlılığını sağlar (Kumar ve ark., 2014). Bu seleksiyon basamakları, otoimmün reaksiyonların önlenmesi ve fonksiyonel *T* hücre repertuarının oluşturulması için zorunludur.

Olgunlaşmasını tamamlayan *T lymphocyti*'ler timustan *sphingosinum-1-phosphatum* aracılığıyla düzenlenen sinyallerle ayrılır ve periferik lenfoid organlara göç eder. Antijenle karşılaştıklarında aktive olur, klonal proliferasyonla çoğalır ve spesifik immün yanıt oluştururlar. Yanıtın tamamlanmasının ardından efektör hücrelerin büyük kısmı apoptoza giderken, bir kısmı *cellulae memoriae T* (hafıza *T* hücreleri) olarak kalır ve aynı antijenle ikinci karşılaşmada hızlı yanıt sağlar (Hohl, 2019).

Timik hormonlar, immün sistem ile endokrin sistem arasında düzenleyici bir arayüz oluşturur. *Thymulina*, *thymopoietina* ve *thymosinae*, timik mikroçevreden salgılanan ve *T* lenfositlerinin olgunlaşma, proliferasyon ve

fonksiyonel stabilitesini destekleyen peptid yapılı mediatörlerdir (Young, O'Dowd & Woodford, 2013). Bu hormonların etkisi, timusun yaşla birlikte azalan hacmine rağmen immün homeostazın korunmasına katkıda bulunur. Ayrıca *corpuscula Hassalli*, epitel hücrelerinin konsantrik katmanlar hâlinde organize olduğu yapılar olarak, apoptozla ortadan kaldırılan hücrelerin fagositozuna ve Treg farklılaşmasına aracılık eder (Kumar ve ark., 2014). Bu yönüyle timik yapı, immün toleransın korunmasında merkezi bir mikroortam görevi görür.

Timusun morfolojik varyasyonları, fonksiyonel çeşitliliği de etkileyebilir. Servikal uzantılar, ektojik timik doku odakları ve lobülasyon farklılıkları; gerek görüntüleme çalışmalarında gerekse cerrahi girişimlerde dikkatle değerlendirilmelidir. Özellikle *myasthenia gravis* tedavisinde uygulanan *thymectomy* vakalarında, ektojik timik dokunun anterior mediastinal yağ dokusu, pericardiacophrenic açısı veya *angulus aortopulmonalis* gibi bölgelerde varlığı bildirilmiştir (Xia ve ark., 2021; Li ve ark., 2019). Timusun bu çok yönlü işlevleri, hem immün yanıtın spesifitesini hem de sistemik toleransı garanti altına alır.

Sonuç olarak *thymus*, *T lymphocyt*i repertuarının şekillendirilmesinde, *tolerantia centralis* (**merkezi tolerans**)'in tesisinde ve immün homeostazın korunmasında vazgeçilmez bir organdır. Embriyonik dönemden erişkin yaşa kadar geçirdiği morfo-fonksiyonel değişiklikler, immün sistemin dinamik yapısını ve adaptif yanıtın sürekliliğini yansıtır.

KLİNİK ÖNEMİ

Thymus (glandula thymica), immün sistemin merkezi bir organı olarak birçok **konjenital, edinsel ve neoplastik** patolojiyle ilişkilidir. T-lenfosit maturasyonunun gerçekleştiği başlıca yapı olması nedeniyle, gelişimsel anomaliler veya fonksiyonel bozukluklar ciddi immün yetmezlik tablolarına yol açabilir.

En sık görülen konjenital patolojilerden biri **DiGeorge sendromudur**. *Chromosoma 22q11* bölgesindeki delesyon, üçüncü ve dördüncü *sacci pharyngei*'nin gelişimini engeller; bunun sonucunda **thymus agenesia**, T-hücre eksikliği ve ağır enfeksiyonlar ortaya çıkar (Harrison's, 2015; Davidson's, 2018). Benzer şekilde, **FOXN1 gen mutasyonu** ile karakterize nadir görülen "*thymus nudus*" (çıplak timus) fenotipinde de immün yetersizlik gelişir (Fox, 2006). **Şiddetli kombine immün yetmezlik (SCID)**,

T, B ve NK hücrelerinin eş zamanlı defektiyle seyreden, yüksek mortaliteli bir tablodur (**Davidson's, 2018**). Bu olgularda thymus'un immünolojik işlevi kaybolur ve fırsatçı enfeksiyonlar klinik seyri belirler.

Thymus'un fonksiyonuna ilişkin bir diğer önemli klinik boyut, **otoimmün hastalıklardır**. *Autoimmune polyendocrine syndrome tip 1*, medulla thymica'daki epitelyal hücrelerde **AIRE gen defekti** sonucu otoantijenlerin yeterince eksprese edilememesiyle ortaya çıkar; bu durum, **tolerantia centralis** (merkezi tolerans) mekanizmasının bozulmasına ve çoklu endokrin organları tutan otoimmüniteye neden olur (**Harrison's, 2015**). Malign thymus dokusuna bağlı gelişen "*thymoma-associated multiorgan autoimmunity*" tablosunda da benzer bir immün disregülasyon söz konusudur (**Wadhera ve ark., 2007**). Klinik açıdan en iyi bilinen ilişki **Myasthenia gravis** ile olanıdır. *Hyperplasia thymica* veya **thymoma** varlığı, asetilkolin reseptörlerine karşı otoantikör üretimini kolaylaştırarak nöromusküler iletimde bozulma ve kas güçsüzlüğüyle karakterize bir tabloya neden olur (**Davidson's, 2018; Engels, 2010**). Görüntüleme yöntemleri (BT, MR) ile timusun morfolojisi değerlendirilebilir; tedavide immünsupresif ajanlar, asetilkolinesteraz inhibitörleri ve gerekirse **thymectomy** uygulanır (**Davidson's, 2018; Larson, 2015**).

Neoplastik patolojiler arasında en sık **epitelyal kökenli thymoma** ve **thymic carcinoma** görülür. Bu lezyonlar çoğunlukla 40 yaş üzeri erişkinlerde izlenir ve hipogamaglobülinemi, pernisiyöz anemi ve dermatomiyozit gibi otoimmün tablolarla ilişkilidir (**Kumar ve ark., 2014; Harrison's, 2015**). Timik neoplaziler iyi huylu olabileceği gibi, invaziv veya metastatik formlar da gösterebilir. Lenfoid kökenli neoplaziler arasında **T-hücreli akut lenfoblastik lösemi (T-ALL)** ve nadir görülen **primer mediastinal büyük B-hücreli lenfoma** yer alır (**Larson, 2015; Dabrowska-Iwanicka & Walewski, 2014; Smith & Press, 2015**). Bu tümörlerde mediastinal bası sendromu sık olup, tanıda CD3, CD20 ve cytokeratin gibi immünohistokimyasal belirteçler kullanılır. Thymus aynı zamanda **kistik lezyonlara** da yatkındır. *Cystis thymica cervicalis* veya *mediastinalis* genellikle asemptomatiktir, ancak geniş hacimli olgularda çevre yapılara bası yaparak timomlara benzer semptomlar oluşturabilir (**Goldstein ve ark., 2015**).

Cerrahi **thymectomy**, özellikle *Myasthenia gravis* ve thymoma tedavisinde başlıca endikasyonlardan biridir (**Standring & Gray, 2016; Eysteinsdottir ve ark., 2004**). Bununla birlikte, neonatal dönemde kardiyak cerrahiler sırasında yapılan total thymectomy, fonksiyonel T-lenfosit gelişimini

engelleyerek ölümcül immün yetmezlik tablolarına neden olabilir (Standring & Gray, 2016; Prelog ve ark., 2008). Daha ileri yaşlarda bu etkinin kısmen azaldığı, ancak yeni antijenlere karşı immün yanıtın zayıfladığı; uzun dönemde ise malignite ve mortalite oranlarında artış gözlemlendiği bildirilmiştir (Kooshesh ve ark., 2023).

Endokrin açıdan, **insülin ve insülin-benzeri büyüme faktörleri (IGF)** timus gelişimi ve lenfosit maturasyonunda kritik öneme sahiptir. *Diabetes mellitus tip 1* olgularında thymus fonksiyonundaki bozulma, endokrin disfonksiyona immün yetersizlik komponentinin eklenmesine yol açar; düzenli insülin tedavisinin ise timik yapıyı kısmen koruyabildiği gösterilmiştir (Kang ve ark., 2025).

Ayrıca **hyperplasia thymica**, yalnızca *Myasthenia gravis* ile değil, **Systemic lupus erythematosus** ve **Hyperthyreosis** gibi diğer otoimmün tablolarla da ilişkilidir (Popoveniuc ve ark., 2010; Suster ve ark., 2023; Wilson & Davis, 2023).

Sonuç olarak, *glandula thymica*, immünolojik olgunlaşmadaki merkezi rolünün yanı sıra; immün yetersizlikler, otoimmün hastalıklar, neoplaziler ve cerrahi uygulamalarla ilişkili çok boyutlu klinik etkileri nedeniyle tıbbın farklı disiplinlerinde önemini koruyan bir organdır. Bu organın fizyolojik ve patolojik özelliklerinin ayrıntılı biçimde anlaşılması, hem pediatrik hem erişkin popülasyonda tanı ve tedavi süreçlerinin daha rasyonel planlanmasını sağlamaktadır.

SONUÇ

Glandula thymica, immün sistemin gelişiminde ve organizmanın homeostatik dengesinde merkezi bir rol oynar. Embriyolojik gelişim sürecinden erişkin döneme kadar geçirdiği yapısal ve fonksiyonel değişiklikler, immün toleransın ve adaptif yanıtın sürekliliğini sağlar.

Timusun morfolojik ve fizyolojik özelliklerinin doğru anlaşılması, yalnızca konjenital veya edinsel immün yetmezliklerin değil, aynı zamanda otoimmün hastalıkların ve neoplastik süreçlerin de etkin yönetilmesine olanak tanır. Günümüzde yapılan ileri histolojik, moleküler ve görüntüleme temelli çalışmalar, timusun nöroimmün-endokrin etkileşim ağında dinamik bir merkez olduğunu göstermektedir. Bu nedenle timus, anatomi, fizyoloji ve

klirik tıı disiplinlerinin keşişim noktasında, translasyonel araştırmalar açısından bk potansiyel taşıyan stratejik bir organdır.

REFERANSLAR

- Araki, T., Nishino, M., Gao, W., Dupuis, J., Hunninghake, G. M., Murakami, T., Washko, G. R., O'Connor, G. T., & Hatabu, H. (2016). Normal thymus in adults: Appearance on CT and associations with age, sex, BMI and smoking. *European Radiology*, 26(1), 15–24.
- Bosticardo, M., & Notarangelo, L. D. (2023). Human thymus in health and disease: Recent advances in diagnosis and biology. *Seminars in Immunology*, 66, 101732.
- Carpenter, R. S., Lagou, M. K., Karagiannis, G. S., & Maryanovich, M. (2025). Neural regulation of the thymus: Past, current, and future perspectives. *Frontiers in Immunology*, 16, 1552979.
- Dabrowska-Iwanicka, A., & Walewski, J. A. (2014). Primary mediastinal large B-cell lymphoma. *Current Hematologic Malignancy Reports*, 9(3), 273–283.
- Davidson's principles and practice of medicine. (2018). (23rd ed., pp. 79–80, pp. 1141–1143). Elsevier.
- Engels, E. A. (2010). Epidemiology of thymoma and associated malignancies. *Journal of Thoracic Oncology*, 5(10 Suppl 4), S260–S265.
- Eysteinsdottir, J. H., Freysdottir, J., Haraldsson, A., Stefansdottir, J., Skaftadottir, I., Helgason, H., & Ogmundsdottir, H. M. (2004). The influence of partial or total thymectomy during open heart surgery in infants on the immune function later in life. *Clinical and Experimental Immunology*, 136(2), 349–355.
- Fox, J. G. (2006). *The mouse in biomedical research: Immunology* (p. 277). Elsevier. ISBN: 9780080469089
- Francelin, C., Veneziani, L. P., Farias, A. D. S., Mendes-da-Cruz, D. A., & Savino, W. (2021). Neurotransmitters modulate intrathymic T-cell development. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, 9, 668067.
- Frisdal, A., & Trainor, P. A. (2014). Development and evolution of the pharyngeal apparatus. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Developmental Biology*, 3(6), 403–418.
- Galen. (1968). *Galen on the usefulness of the parts of the body: Peri chreias morion [De usu partium corporis humani]*. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Goldstein, A. J., Oliva, I., Honarpisheh, H., & Rubinowitz, A. (2015). A tour of the thymus: A review of thymic lesions with radiologic and pathologic correlation. *Canadian Association of Radiologists Journal*, 66(1), 5–15.
- Gulla, S., Reddy, M. C., Reddy, V. C., Chitta, S., Bhanoori, M., & Lomada, D. (2023). Role of thymus in health and disease. *International Reviews of Immunology*, 42(5), 347–363.
- Hall, J. E. (2016). *Guyton and Hall textbook of medical physiology* (13th ed., pp. 466–467). Philadelphia, PA: Elsevier. ISBN: 9781455770168
- Harrison's principles of internal medicine. (2015). (19th ed., pp. 2493, 2756–2757, 2759). McGraw-Hill Education.
- Hewson, W. (1846). *The works of William Hewson, FRS*. (Ed. George Gulliver). London: Sydenham Society.

- Hohl, T. M. (2019). Cell mediated defence against infection: Thymic selection of CD4+ and CD8+ T cells. In J. E. Bennett, R. Dolin, & M. J. Blaser (Eds.), *Mandell, Douglas, and Bennett's principles and practice of infectious diseases* (9th ed.). Elsevier. ISBN: 9780323482554
- Jacobs, M. T., Frush, D. P., & Donnelly, L. F. (1999). The right place at the wrong time: Historical perspective of the relation of the thymus gland and pediatric radiology. *Radiology*, 210(1), 11–16.
- Kang, S. W., Helm, B. R., Wang, Y., Xiao, S., Zhang, W., Vasudev, A., Lau, K. S., Liu, Q., Richie, E. R., Hale, L. P., & Manley, N. R. (2025). Insulin-like growth factor 2 as a driving force for exponential expansion and differentiation of the neonatal thymus. *Development*, 152(7).
- Kooshesh, K. A., Foy, B. H., Sykes, D. B., Gustafsson, K., & Scadden, D. T. (2023). Health consequences of thymus removal in adults. *New England Journal of Medicine*, 389(5), 406–417.
- Kumar, V., Abbas, A. K., Fausto, N., & Aster, J. C. (2014). Diseases of white blood cells, lymph nodes, spleen, and thymus: Thymus. In *Robbins and Cotran pathologic basis of disease* (9th ed.). Elsevier Health Sciences. ISBN: 9780323296397
- Larsen, W. (2001). *Human embryology* (3rd ed., pp. 366–367). Elsevier. ISBN: 9780443065835
- Larson, R. A. (2015). Acute lymphoblastic leukemia. In *Williams hematology* (9th ed., Ch. 91). McGraw-Hill Education. ISBN: 9780071833004
- Lavini, C., Moran, C. A., Morandi, U., & Schoenhuber, R. (2009). *Thymus gland pathology: Clinical, diagnostic and therapeutic features*. Milan: Springer Science & Business Media.
- Li, F., Tao, Y., Bauer, G., Elsner, A., Li, Z., Swierzy, M., Englisch, J., Meisel, A., Ismail, M., & Rückert, J. C. (2019). Unraveling the role of ectopic thymic tissue in patients undergoing thymectomy for myasthenia gravis. *Journal of Thoracic Disease*, 11(9), 4039–4048.
- Miller, J. (1961). Immunological function of the thymus. *The Lancet*, 278(7205), 748–749.
- Miller, J. (1962). Effect of neonatal thymectomy on the immunological responsiveness of the mouse. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 156(964), 415–428.
- Miller, J. F. (2002). The discovery of thymus function and of thymus-derived lymphocytes. *Immunological Reviews*, 185(1), 7–14.
- Miller, J. F. (2004). Events that led to the discovery of T-cell development and function: A personal recollection. *Tissue Antigens*, 63(6), 509–517.
- Miller, J. F. (2011). The golden anniversary of the thymus. *Nature Reviews Immunology*, 11(7), 489–495.
- Morse, J. L. (1928). The thymus obsession. *Boston Medical and Surgical Journal*, 197(23), 1547–1552.
- Paltauf, A. (1889). Über die Beziehungen der Thymus zum plötzlichen Tod. *Wiener Klinische Wochenschrift*, 2, 877–881.
- Paré, A. (1840). *Les oeuvres de M. Ambroise Paré (1575)*. (Ed. J.-F. Malgaigne). Paris: J.B. Baillière.
- Polesso, F., Caruso, B., Hammond, S. A., & Moran, A. E. (2023). Restored thymic output after androgen blockade participates in antitumor immunity. *Journal of Immunology*, 210(4), 496–503.

- Popoveniuc, G., Sharma, M., Devdhar, M., Wexler, J. A., Carroll, N. M., Wartofsky, L., & Burman, K. D. (2010). Graves' disease and thymic hyperplasia: The relationship of thymic volume to thyroid function. *Thyroid*, 20(9), 1015–1018.
- Prelog, M., Wilk, C., Keller, M., Karall, T., Orth, D., Geiger, R., Walder, G., Laufer, G., Cottogni, M., Zimmerhackl, L. B., Stein, J., Grubeck-Loebenstien, B., & Wuerzner, R. (2008). Diminished response to tick-borne encephalitis vaccination in thymectomized children. *Vaccine*, 26(5), 595–600.
- Rezzani, R., Nardo, L., Favero, G., Peroni, M., & Rodella, L. F. (2014). Thymus and aging: Morphological, radiological, and functional overview. *Age*, 36(1), 313–351.
- Sapolsky, R. M. (2004). *Why zebras don't get ulcers* (3rd ed., pp. 182–185). New York, NY: Henry Holt and Co./Owl Books. ISBN: 9780805073690
- Savvidis, S., Ragazzini, R., de Rafael, V. C., Hutchinson, J. C., Massimi, L., Vittoria, F. A., Campinoti, S., Partridge, T., Ogunbiyi, O. K., Atzeni, A., Sebire, N. J., De Coppi, P., Mittone, A., Bravin, A., Bonfanti, P., & Olivo, A. (2024). Advanced three-dimensional X-ray imaging unravels structural development of the human thymus compartments. *Communications Medicine*, 4(1), 204.
- Silverman, F. (1993). À la recherche du temps perdu and the thymus (with apologies to Marcel Proust). *Radiology*, 186(2), 310–311.
- Smith, S. D., & Press, O. W. (2015). Diffuse large B-cell lymphoma and related diseases. In *Williams hematology* (9th ed., Ch. 98). McGraw-Hill Education. ISBN: 9780071833004
- Standring, S., & Gray, H. (Eds.). (2016). *Gray's anatomy: The anatomical basis of clinical practice* (41st ed., pp. 983–986). Philadelphia, PA: Elsevier. ISBN: 9780702052309
- Standring, S., et al. (Eds.). (2008). *Gray's anatomy: The anatomical basis of clinical practice* (40th ed.). London: Churchill Livingstone. ISBN: 9780808923718
- Suster, D., Ronen, N., Pierce, D. C., & Suster, S. (2023). Thymic parenchymal hyperplasia. *Modern Pathology*, 36(8), 100207.
- Vesalius, A., Garrison, D., & Hast, M. (2003). *On the fabric of the human body: An annotated translation of the 1543 and 1555 editions of Andreas Vesalius 'De humani corporis fabrica libri septem*. Evanston, IL: Northwestern University.
- Wadhera, A., Maverakis, E., Mitsiades, N., Lara, P. N., Fung, M. A., & Lynch, P. J. (2007). Thymoma-associated multiorgan autoimmunity: A graft-versus-host-like disease. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 57(4), 683–689.
- Wilson, L., & Davis, H. (2023). The role of thymoma and thymic hyperplasia as prognostic risk factors for secondary generalisation in adults with ocular myasthenia gravis: A systematic narrative review. *British and Irish Orthoptic Journal*, 19(1), 108–119.
- Wright, H. G. (1852). Use of the thymus gland: An original theory, with explanatory remarks. *London Journal of Medicine*, 4(41), 443–451.
- Xia, C., Chen, S., Baikpour, M., Pierce, T. T., Duan, Y., Li, Q., Chen, L., Cheah, E., & Samir, A. E. (2021). Cervical extension of the normal thymus in children and adolescents: Sonographic features and prevalence. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 40(11), 2361–2367.
- Yan, F., Mo, X., Liu, J., Ye, S., Zeng, X., & Chen, D. (2017). Thymic function in the regulation of T cells, and molecular mechanisms underlying the modulation of cytokines and stress signaling: Review. *Molecular Medicine Reports*, 16(5), 7175–7184.

- Young, B., O'Dowd, G., & Woodford, P. (2013). *Wheater's functional histology: A text and colour atlas* (6th ed., pp. 204–206). Philadelphia, PA: Elsevier. ISBN: 9780702047473
- Liu, D., & Ellis, H. (2016). The mystery of the thymus gland. *Clinical Anatomy* (New York, N.Y.), 29(6), 679–684.

ANRIL RNA ve 9p21 Kromozom Lokusu

Erdal TUNÇ¹

¹Prof. Dr. Erdal TUNÇ. Mardin Artuklu Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı, erdaltunc@artuklu.edu.tr ORCID No: 0000-0003-4964-1004

ÖZET

Kodlama yapmayan uzun RNA molekül türlerinden biri olan ANRIL RNA ve ANRIL RNA'yı kodlayan geninin bulunduğu 9p21 kromozomal lokusu son yıllarda (yaklaşık son 20 yıllık süreçte) araştırmacıların dikkatini çekmiştir. ANRIL RNA hücrede miRNA bağlama, gen ifadesini düzenleme gibi çok önemli işlevleri yerine getirmektedir. Bu önemli işlevleri sayesinde pek çok hastalığın patogeneze etki etmektedir. Bu hastalıklar arasında kanser, kalp-damar hastalıkları, yaşa bağlı hastalıklar ve diyabet gibi önemli hastalık kategorileri bulunmaktadır. ANRIL geni en az 21 ekzondan oluşmaktadır ve ekzonlarının uzunlukları 74 ile 696 nükleotid arasında değişmektedir. Bilinen 28 lineer ve 30 sirküler izoformu bulunmaktadır. Evrimsel olarak ANRIL RNA geninin plasentalı memelilerin atalarından köken aldığı, başlangıçta birkaç ekzon ve sinyal dizilerinden oluştuğu, ancak zamanla pek çok memeli grubunda çok sayıda ekzon içerecek şekilde genişlediği, buna karşın kemirgenlerde ekzon kaybına uğrayarak küçüldüğü bildirilmiştir. ANRIL RNA'nın sadece geniş maymunlar (simianlar) grubu türlerinde işlevsel olduğu, diğer türlerde ise işlevsel olmadığı düşünülmektedir. Toplamda 170 kb'dan daha uzun bir kromozomal bölgeye karşılık gelen 9p21 lokusu, ANRIL RNA geni dışında CDKN2A, CDKN2B, MTAP genlerini ve başka bazı genleri de içermektedir. Bu özellikleri ile ANRIL RNA ve 9p21 kromozom bölgesi ilgi çekici bir çalışma konusu oluşturmaktadır.

Anahtar sözcükler: ANRIL, RNA, 9p21 lokusu, hastalık, kanser, patogeneze, evrim

GİRİŞ

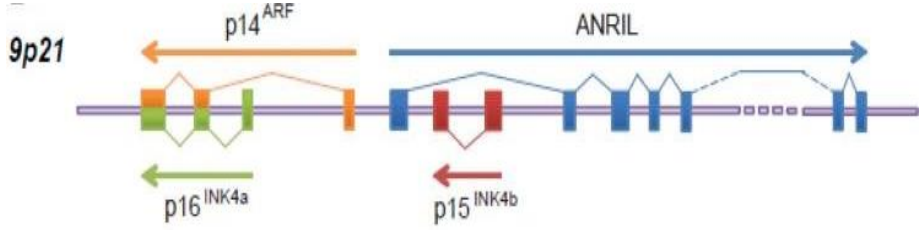
Kodlama yapmayan uzun RNA molekülleri (lncRNA), kısa miRNA'lardan (mikro RNA'lar 20-25 nükleotid uzunluğunda gen transkripsiyon represörleri olarak işlev gören kısa RNA molekülleri) farklı olarak 200 nükleotidden daha uzun RNA molekülleri. Bu moleküllerden binlercesi (200,000 fazla lncRNA) tanımlanmış olsa da, tanımlanmış olan bu moleküllerden çok azının biyolojik fonksiyonu belirlenmiştir. Tespit edilmiş görevleri arasında besini algılama, hücre farklılaşması, apoptoz, invazyon, histon modifikasyonları, mRNA splayıng işleminin düzenlenmesi ve miRNA'lar için rezerv ortamı oluşturma işlevleri sayılabilir. 9p21 bölgesindeki ANRIL geni (CDKN2BAS veya CDKN2B-AS1 olarak da adlandırılmaktadır) tarafından kodlanan ANRIL RNA (antisense non coding RNA in the INK4 locus, INK lokusuna yerleşik kodlama yapmayan anti-sens RNA), kodlama yapmayan uzun RNA moleküllerinden biridir (1,2,3,4,5). ANRIL RNA RNA polimeraz II enzimi tarafından sentezlenmektedir. Klasik splayıng, kep takılması ve poliadenilasyon aşamalarından geçmektedir. İnsanın kolon, hipofiz, ince bağırsak ve testis dokularında daha fazla sentezlenmektedir. Ekspresyon

düzeyi epigenetik ve klasik transkripsiyon mekanizmaları ile kontrol edilebilmektedir. İlave olarak hücredeki miktarı splayling (hangi izoformun oluşacağını/artacağını belirler), RNA kararlılık düzeyi ve başka miRNA'lar ile kontrol edilmektedir. Sentezinin kontrol altında tutulması vücut açısından çok önemlidir. İnflamatuar yanıt, genotoksik stres, yaşlanma, tümörögenез ve hipoksi gibi pek çok etmen ANRIL RNA sentezini arttırmaktadır. ANRIL RNA'nın, gen transkripsiyonunu kontrol işlevi sayesinde hücre çoğalması, yaşlanma, apoptoz, ekstraselüler matriks şekillenmesi ve inflammatuar cevap süreçlerinde rol oynayan genlerin ekspresyonlarını etkilediği düşünülmektedir (2,3,5,6,7). Bu bölümde 9p21 bölgesindeki ANRIL geni tarafından kodlanan ANRIL RNA'nın yapı ve işlevleri hakkındaki güncel bilgiler derlenmiştir. İlave olarak 9p21 bölgesinin fiziksel yapısı ve gen içeriği hakkında da bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

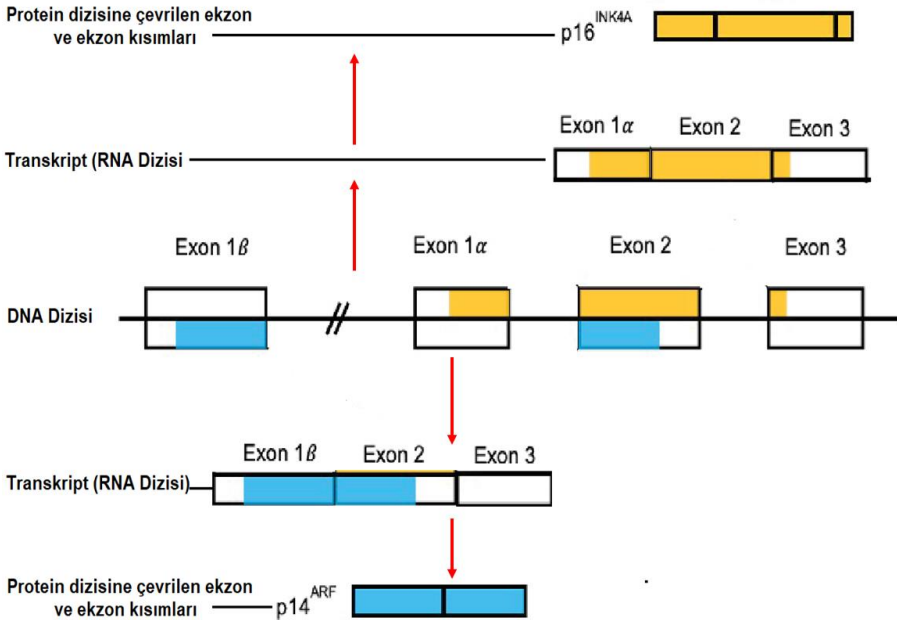
9p21 Lokusunun Yapısı ve ANRIL RNA

2007 yılında çalışılmaya başlanan 9'uncu kromozomun kısa kolu üzerinde yer alan p21 (9p21) bölgesi 170 kb'dan daha uzun bir kromozomal bölgeye karşılık gelmektedir. Bu bölge özellikle çeşitli kanser tiplerinde geçirdiği homozigot delesyonlar ve epigenetik modifikasyonlar ile dikkat çekmektedir. Yine bu bölgede yaşa bağlı bazı hastalıklar ve kanserlerle ilişkili tek nükleotid polimorfizmlerine de rastlanmaktadır (3,8). Bu bölge siklin-bağımlı kinaz inhibitörü 2A (cyclin-dependent kinase inhibitor 2A, CDKN2A), siklin-bağımlı kinaz inhibitörü 2B (cyclin-dependent kinase inhibitor 2B, CDKN2B), metiltiyoadenozin fosforilaz (methylthioadenosine phosphorylase, MTAP) genlerini ve protein kodlamayan RNA dizilerini (antisense protein kodlamayan RNA, ANRIL) içermektedir. CDKN2A geni p16^{INK4a}, p14^{ARF} proteinlerini ve CDKN2B geni ise p15^{INK4b} proteinini kodlamaktadır. p15 ve p16 proteinleri, CDK (cyclin dependent kinase, siklin bağımlı kinaz) enzimlerinin inhibitörleri olarak işlev görmektedirler. ARF proteini ise p53 proteininin işlevini düzenlemektedir. En nihayetinde CDKN2A ve CDKN2B genlerinin kodladıkları proteinler hücre döngüsünü G1/S fazları geçişinde durdurmak suretiyle hücre döngüsünün kontrolüne katkıda bulunmaktadır. İlave olarak 9p21 bölgesinde ELAVL2, TUSC1, LINGO2 ve interferon (IFN) genleri bulunmaktadır (3,6,9,10,11). p16^{INK4a}, p14^{ARF}, p15^{INK4b} proteinlerini ve ANRIL RNA'yı kodlayan ekzonların 9p21 lokusundaki konumlanışları **Şekil 1**'de verilmiştir. ANRIL geni 9p21 lokusunun içerisindeki diğer genlere antisense olarak konumlanmış olup 126 kb 'dan daha büyük bir nükleotid dizisine karşılık gelmektedir. ANRIL geni en az 21 ekzondan [<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/gene/100048912>

sayfasında exon sayısı 22 olarak verilmiştir (12)] oluşmakta ve ekzonlarının uzunlukları 74 ile 696 nükleotid arasında değişmektedir. 9p21 lokusundaki diğer gen CDKN2A'nın kodladığı p16INK4A ve p14ARF proteinlerinin DNA, transkript ve protein yapılarına katılan ekzonlar **Şekil 2**'de verilmiştir



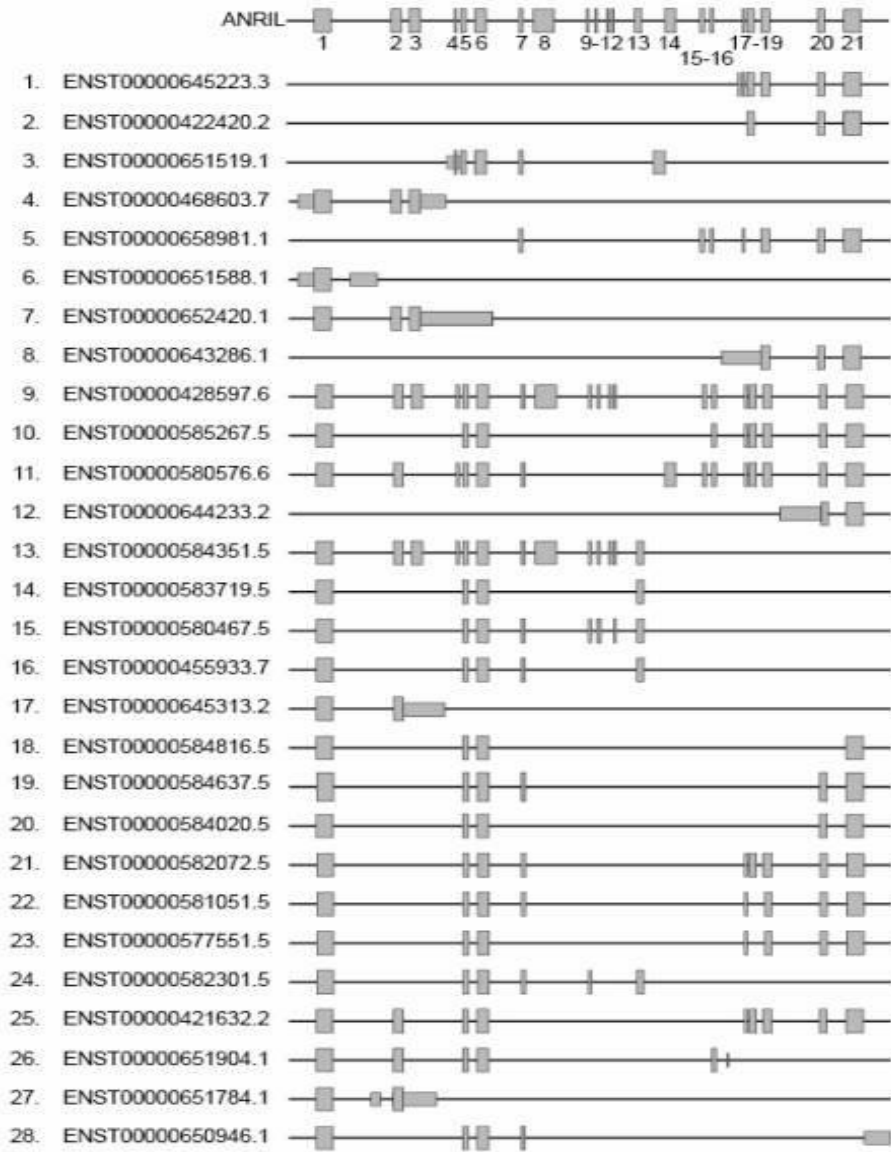
Şekil 1. p16INK4a, p14ARF, p15INK4b proteinlerini ve ANRIL RNA'yı kodlayan ekzonların 9p21 lokusundaki konumlanışlarının şematik görünümü. Şekilde görüldüğü gibi p16INK4a ve p14ARF proteinleri 3 ekzon tarafından kodlanmaktadır, buna göre bu proteinleri kodlayan 2'inci ve 3'üncü ekzonları ortak, buna karşın ilk ekzonları farklıdır. p15INK4b proteini ise iki ekzon tarafından kodlanmaktadır. Bu ekzonlara antisens diziler ise ANRIL RNA'yı kodlamaktadırlar (13'üncü kaynaktan revize edilerek alınmıştır/Türkçeleştirilmiştir).



Şekil 2. Şekilde 9p21 bölgesindeki CDKN2A geninin kodladığı p16INK4A ve p14ARF proteinlerinin DNA, transkript ve protein yapılarına katılan ekzonlar gösterilmiştir. p16INK4A ve p14ARF proteinleri kodlayan ekzonlardan 2 ve 3 ekzonlar ortaktır; buna karşın proteinleri kodlayan ilk ekzonlar p16INK4A proteini için 1α, p14ARF proteini için 1β ekzonlarıdır. Her iki protein için de üç ekzon

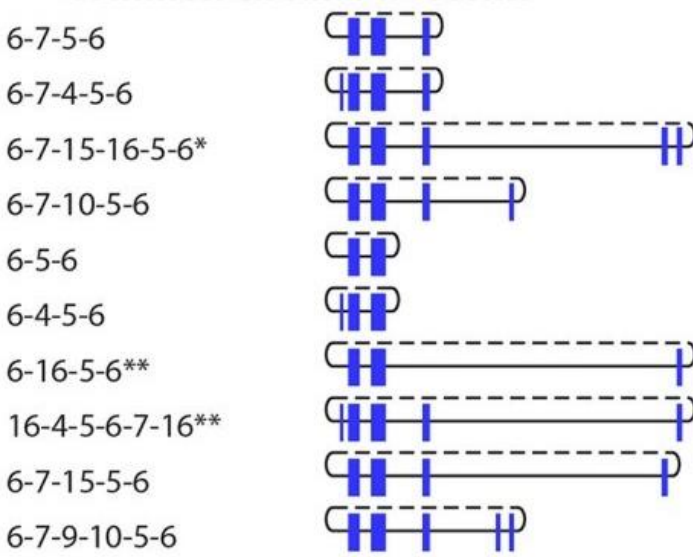
transkripsiyona uğrar, ya da transkriptler üç ekzondan oluşur, ancak bu iki transkriptin translasyon aşamasında okuma çerçeveleri farklıdır. p14ARF proteinine dönüşecek olan transkriptin okuma çerçevesine göre stop kodonu 2'inci ekzonun içerisinde, dolayısıyla p14ARF proteini 1 β ekzon ile ikinci ekzonun bir kısmı tarafından kodlanmaktadır. p16/INK4A proteinine dönüşecek transkriptte ise okuma çerçevesine göre stop kodonu 3'üncü ekzonun içerisinde. Buna göre p16/INK4A proteini 1 α ekzonu, ikinci ekzon ve üçüncü ekzonun bir kısmı tarafından kodlanmaktadır (Şekil 14 ve 15'inci kaynaklarından faydalanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur).

RNA polimeraz II enzimi tarafından sentezlenen ANRIL RNA, ekzonların alternatif splices olmaları sayesinde en az 28 lineer izoform oluşturabilmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. ANRIL RNA'nın farklı lineer izoformlarının gösterimi. Gri dikdörtgenler ekzonları temsil etmektedirler. Şeklin sol tarafında ensemble veritabanındaki izoformların numaraları (isoform accession numbers from the Ensembl database) verilmiştir (3'üncü kaynaktan Türkçeleştirilmiştir).

ANRIL RNA'nın tanımlanmış 30 kadar sirküler izoformu da bulunmaktadır. Sirküler izoformlar ekzonükleaz degradasyonuna karşı daha dayanıklıdır. ANRIL geninin proksimal ekzonları (1 ve 2'inci ekzonlar gibi) daha çok lineer izoformların içerisinde bulunma eğilimi gösterirlerken, sadece genin ortasındaki merkezi ekzonlardan (4-16'ncı ekzonlar) oluşan izoformlar sirküler olma eğilimi göstermektedirler (3,5) (Şekil 4).



Şekil 4. ANRIL RNA'nın önemli sirküler izoformlarının diyagramatik gösterimi. Mavi kutucuklar ekzonları göstermektedirler. Solda numaralar izoformun 1-21 arası hangi ekzonlardan oluştuğunu göstermektedir. Bazı yazarların aynı ekzonları farklı şekilde numaralandırdıkları göz önünde bulundurulmalıdır (5'inci kaynaktan Türkçeleştirilmiştir).

Farklı ANRIL izoformları aynı hücre tipinde birlikte bulunabilirler. Ancak bazı izoformları doku spesifik olarak bulunurlar, bu da izoformların kökenleşmelerinin yanı sıra fonksiyonel olarak da birbirleri ile ilişkili olduklarına işaret etmektedir. Sirküler ANRIL izoformlarının ekspresyon düzeyi, lineer izoformların ekspresyon düzeyine nispeten, ortalama 9,7 kat daha yüksektir (2).

Hücrede ANRIL RNA Düzeyinin Belirlenmesi

Hücredeki ANRIL RNA düzeyi, kodlayıcı genin promoterinin transkripsiyon aktivitesi, splicing ve RNA'nın kimyasal bozunmaya karşı gösterdiği direnç (RNA kararlılık düzeyi) parametrelerine bağlıdır. ANRIL RNA genini promoter transkripsiyon aktivitesi ise epigenetik kontrol mekanizmaları ve

transkripsiyon faktörleri ile kontrol edilmektedir. Epidemiyolojik çalışmalar göstermektedir ki ANRIL RNA geni promoterinde meydana gelen metilasyon motifi doku işlevleri bakımından çok önemlidir ve uzun erimli sonuçlara yol açmaktadır. ANRIL ve p14ARF genlerinin ilk ekzonları başa-baş doğrultuda konumlanmışlardır ve aralarında 300 bç mesafe bulunmaktadır (**Şekil 1**). Bu genler arası bölge çift yönlü promoter işlevi görmektedir. Bu bölge promoter ve enhansır aktiviteleri göstermenin yanısıra pek çok hücre tipinde DNAaz enzim aktivitesine karşı yüksek hassasiyet de göstermektedir. ANRIL geni promoterine CTCF transkripsiyon faktörünün [CCCTC-bağlanma faktörünün] bağlanması, ilgili bölgede aktif kromatin yapısına (gen ekspresyon aktivitesi olan kromatin yapısına) işaret etmektedir. CpG adalarının metilasyonu ve CTCF transkripsiyon faktörünün bağlanması, ANRIL ve p14ARF ekspresyon işlevlerini inhibe etmektedir. Buna karşın CpG adalarının demetilasyonu transkripsiyon işlevini arttırmaktadır. CpG adalarının metilasyonları diğer transkripsiyon faktörlerinin de ANRIL RNA geni promoterine bağlanma durumlarını etkilemektedir (5). DNA hasarı durumu, E2F1 adı verilen hücre döngüsü kontrol proteinin ANRIL geninin promoterine bağlanmasını uyarmaktadır. E2F1 transkripsiyon faktörünün bu genin promoterine bağlanması ANRIL RNA transkripsiyonunu aktive etmektedir. Bu işlevin DNA tamirinin tamamlanması sonrasında hücrenin yeniden bölünme döngüsüne girmesini sağladığı düşünülmektedir. Çeşitli kanserlerde c-MYC, SOX2, SP1 ve TET2 transkripsiyon faktörlerinin de ANRIL geni promoteri ile etkileştikleri rapor edilmiştir. Yine hücre yaşlanması tablosunda onkogenik ras proteini ANRIL ekspresyon düzeyini düşürmektedir (5). ANRIL öncül RNA molekülünün hangi izoforma splay olacağı da hücredeki ANRIL RNA düzeyini etkileyen önemli bir faktördür. Splays mekanizmasının hangi etkiler altında çalıştığı ve hangi izoformun oluşacağına nasıl karar verildiği konusu hakkında çok az şey bilinmektedir. Bu konuda yapılmış çalışmaların birinde koroner arter hastalığı ile ilişkili tek nükleotid polimorfizmi gösteren kişilerin lenfositlerinde çeşitli sirküler ve lineer izoformlara rastlandığı rapor edilmiştir. (5,16).

ANRIL RNA'nın Hücresel İşlevleri ve Çeşitli Hastalıklarla İlişkisi

ANRIL RNA'nın fonksiyonları genel olarak dört kategoride ele alınabilir: (1) miRNA'ları bağlar, onları çeken sünger fonksiyonu görür, (2) gen ifadesini düzenleyen sinyal yollarında sinyal molekülü işlevi görür, (3) polikomb proteinleri ile etkileşerek gen ifadesini epigenetik mekanizmalarla düzenler, (4) alu motifleri ve polikomb proteinleri hedef genlere yönlendirici rehberlik işlevi görür (17). ANRIL RNA genel olarak kromatin modifiye edici faktörler

ve transkripsiyon aktivatörleri ile etkileşerek gen ekspresyonunu kromatin düzeyinde düzenleyebilmektedir. Bunun yanı sıra alternatif splicing mekanizmasını da etkileyebildiği rapor edilmiştir. Yine miRNA gibi işlev görerek post-transkripsiyonel düzeyde gen ekspresyonuna etki edebilmektedir (3). Bunlara ilave olarak ANRIL RNA doğrudan miRNAlar ile etkileşerek de başka genlerin ekspresyonlarını etkileyebilmektedir. ANRIL RNA, miRNA sentezini epigenetik olarak düzenleyebildiği gibi miRNalara doğrudan bağlanarak da miRNAların işlevlerini etkileyebilmektedir. Buna göre kimi durumlarda ANRIL RNA, miRNA'ları bağlayan sünger işlevi görebilmektedir. ANRIL RNA'nın bu şekilde miRNA bağlamasının onkogeniyi teşvik ettiği ifade edilmiştir (5).

ANRIL RNA bazı polikomb proteinlere (gen ifadesini transkripsiyon düzeyinde baskılayan protein grubu) bağlanarak da işlev görebilmektedir. Polikomb grubu (PcG) proteinler ilk olarak *Drosophila melanogaster*'de tanımlanmışlardır. Bu proteinler organizmada HOX genleri gibi gelişimi düzenleyen genlerin transkripsiyonlarının bastırılmasında rol oynarlar. Bu proteinler hücrelerin gelişiminde, kök hücrelerin kendini yenilemesinde ve hücrelerin farklılaşmasında rol oynarlar. Polikomb proteinler, CBX7 (PRC1) ve SUZ12 (PRC2) adında iki makromoleküler represif kompleks oluştururlar ve bu şekilde 9p21 bölgesinde bulunan INK4A-ARF-INK4B lokusunun transkripsiyon aktivitesinin kontrolünde rol oynarlar (2,6). Bu polikomb proteinlere bağlanan ANRIL RNA, CDKN2A/B lokusunda histon modifikasyonunu düzenlemektedir. Bu şekildeki histon modifikasyonları çoğunlukla gen ifadesinin bastırılmasına (gen represyonuna) yol açmaktadır. Bununla uyumlu olarak ANRIL RNA'nın CDKN2A lokusu üzerine olan (CBX7 proteini aracılığıyla) gen ifadesini bastırma işlevinin engellenmesinin insan fibroblastlarının ömürlerini kısalttığı bildirilmiştir. ANRIL RNA polikomb proteinlerle etkileşerek cis ya da trans pozisyonlarda gen regülasyonu işlevini yerine getirebilmektedir. ANRIL RNA yine genomun uzak bölgelerindeki genlerin ifadelerini de düzenleyebilmektedir. ANRIL RNA'nın CBX7 proteini ile birlikte INK4b-ARF-INK4a lokusunu ekspresyonunu baskılaması hücre yaşlanması sürecinin kontrolünde rol oynamaktadır. ANRIL RNA'nın SUZ12 proteini ile etkileşmesi ile oluşan kompleks p15INK4b lokusuna bağlanır, bu kompleksin p15INK4b lokusuna bağlanması lokusun ekspresyonunu bastırır; bu da hücre çoğalmasını teşvik eder. Genel olarak ANRIL RNA'nın düzenleyici aktivitesi hücre çoğalmasını, hücre göçünü, invazyonu ve metastazı destekleme; buna karşın apoptozu ve hücre yaşlanmasını bastırma eğilimi gösterir (2,3,6,18). ANRIL RNA'nın

çeşitli izoformları farklı işlevler yerine getirmek üzere aynı hücrede bulunabilirler. Lineer ANRIL/sirküler ANRIL izoform oranındaki değişimlerin hücrenin fizyolojik işleyişi bakımından önemli olduğu öne sürülmüştür. ANRIL izoformlarının hücrenin hangi kompartmanına lokalize oldukları gördükleri işlev ile alakalıdır. Örneğin melanoma hücrelerinde proksimal ve distal ekzonları içeren (ekzon 1 ve 19 gibi) ANRIL izoformlarının daha çok hücrenin nükleusuna lokalize oldukları tespit edilirken merkezi ekzonları (5, 6 ve 7'inci ekzonlar gibi) içeren ANRIL izoformlarının daha çok sitoplazmaya lokalize oldukları tespit edilmiştir. Bu da sirküler ANRIL izoformlarının daha çok stoplazmaya lokalize olduklarını düşündürmektedir. Nükleusta bulunan izoformların kromatin modülasyonu mekanizmasıyla gen transkripsiyonunu düzenliyor olabilecekleri ileri sürülmüştür, buna karşın sitoplazmik formlar post transkripsiyonel düzeyde fonksiyon gösteriyor olmalıdırlar. Mitoz bölünme sürecinde nükleusta bulunan ANRIL RNA odakları kaybolmaktadır. Hücrenin glukoza maruz kalması hücredeki ANRIL RNA miktarını arttırmaktadır, ancak aşırı glukoza maruz kalma hücredeki ANRIL RNA lokalizasyonunu etkilememektedir (3,5).

ANRIL RNA'nın kandaki düzeyinde meydana gelen değişimler; kalp-damar hastalıkları, tip II diyabetis melitus ve genel kanser olgusu ile ilişkilendirilmiştir. Yine ANRIL RNA genindeki polimorfizmler arteroskleroz, tip II diyabet, koroner arter kalsiyum skoru, miyokard enfarktüsü, felç ve obezite ile ilişkilendirilmiştir (2,5,19). ANRIL RNA'nın Parkinson ve Alzheimer gibi yaşa bağlı hastalıkların gelişim seyirlerini de etkilediği bildirilmiştir (17). ANRIL RNA geninin bulunduğu lokus ise içlerinde lösemi, göğüs kanseri, bazal hücre karsinomu, melanom, nazofarengeal karsinom, pankreas karsinomu, over kanseri ve glioma da buluna çeşitli kanserlerle ilişkilendirilmiştir. ANRIL RNA ekspresyon düzeyinin yükselmesi ile akciğer, mide, göğüs, over, serviks, mesane, tiroid, beyin, prostat, endometrium, böbrek ve hepatoselüler karsinom olguları arasında ilişki olduğu bildirilmiştir. Yine lösemi, osteosarkom, melanom, retinoblastom olgularının da ANRIL RNA ekspresyon düzeyinin yükselmesi ile bağlantılı olduğu rapor edilmiştir. Gliom hastalarının serumlarında, ileri derece gliom (glioblastom) hastalarının ise kanserli hücre hattında ANRIL RNA sentezinin artmış olduğu gösterilmiştir (6,7,19,20,21).

İnsanda genomunda yenidoğan döneminde düşük CpG metilasyon paterni 6 yaşında yüksek yağlanmaya, artmış mineralizasyon ve kemik kitlesine işaret etmektedir. Benzer şekilde ANRIL geni promoter metilasyon düzeyinin vücut

kitle endeksi ile negatif korelasyon gösterdiği gösterilmiştir. Yine ANRIL geninin promoterinde CpG adalarındaki metilasyon, vücutta östrojen yanıt elemanlarının aktivitesini arttırmaktadır; artan östradiol miktarı da ANRIL ekspresyonunu arttırmakta, sonuçta ilgili dokuda ANRIL düzeyi yükselmektedir (5). ANRIL RNA sentezinin olmaması hücre çoğalma hızını düşürmektedir. Örneğin fibroblast ve vasküler düz kas hücrelerinde işlevsel ANRIL RNA yokluğu proliferasyon düzeyinin düşmesine neden olmaktadır. Bu durum da ANRIL RNA'nın pro-kanserojenik etkisine işaret etmektedir. Ancak melanoma olgularında ANRIL RNA ekspresyon düzeyi düşmektedir. ANRIL RNA'nın splaysing varyantlarının çoğu poliadenilasyona uğrar, ancak bazı sirküler varyantları poliadenilasyon geçirmezler. Bazı splaysing varyantları doku spesifik olarak üretilirler, bu da ANRIL RNA'nın fizyolojik işlevinin karmaşıklığını ve önemini göstermektedir. Çeşitli motifler halinde bulunan parçasal ANRIL (tüm ANRIL RNA'yı oluşturan ekzonların sadece bir kısmını içeren) transkriptleri de bulunmaktadır. Bunlar da yine hücrede veya dokuda düzenleyici işlev görmektedirler. Dolayısıyla ANRIL RNA'yı oluşturan ekzonlar çeşitli dokularda farklı sıklıkta bulunabilmektedirler. Örneğin çeşitli ANRIL transkriptleri arasında ANRIL RNA'yı oluşturan merkezi ekzonlardan 4-14'üncü ekzonlara daha az rastlanırken periferde olan (4'üncü ekzondan önce gelen veya 14'üncü ekzondan sonra gelen) ekzonlara daha sık rastlanabilmektedir. Merkezi ekzonların oluşturdukları sirküler izoformların ekspresyonu kardiyovasküler hastalık risk allelleri ile ilişkili bulunmuşlardır. ANRIL RNA'nın bu sirküler izoformlarının işlevleri kesin olarak bilinmemektedir, buna karşın sirküler anti-sense transkriptler olarak işlev gördükleri düşünülmektedir. Farklılaşmış hücrelerde ANRIL RNA'nın aşırı ekspresyonu DNA hipermetilasyonunu indüklemektedir. ANRIL RNA ile birlikte işlev gören polikomb proteinlerden CBX7 aynı zamanda DNA metil transferaz enzimleri ile kompleks oluşturmaktadır, bu da ANRIL RNA'nın DNA metilasyonu ile dolaylı ilişkisine işaret etmektedir. Örneğin HELA hücrelerinde ANRIL RNA'nın aşırı eksprese olması gen ifadesini baskılamaktadır.

9p21 bölgesinde çok sayıda enhansır dizileri ve CCCTC-bağlanma faktörü (CTCF) bağlanma bölgelerinin olması CDKN2A/B/ANRIL RNA transkriptlerinin dokuya spesifik ve zamana bağlı sentezini açıklamaktadır. ANRIL RNA, ras ve STAT1 sinyal yolları ile etkileşerek de etkinlik göstermektedir. Ras proteini, ANRIL RNA sentezini inhibe etmektedir. Proinflamatuvar sitokin interferon gama'nın STAT1 aktivitesini uyarması, STAT1'in 9p21 lokusunda kardiyovasküler hastalık risk varyantları bulunan

bir bölgeye bağlanmasını uyarmaktadır. Endotelial hücrelerde STAT1'in bu lokusa bağlanması ANRIL ekspresyonunu uyarır, CDKN2B gen ifadesini baskılar. Yine STAT1'in bağlanması bakteriyel enfeksiyon sırasında gingival epiteliyal hücreler ve gingival fibroblastlarda ANRIL ekspresyonunu artırır. Buna karşın lenfoblastik hücrelerde STAT1'in bağlanması ANRIL RNA ekspresyonunu düşürmektedir (6,7,19). Akciğer adenokarsinomlarında ANRIL RNA fonksiyonunun arttığı gözlenmiştir. Bu olgularda ANRIL RNA, apoptozla ilişkili mitokondriyal yolda işlev gören bcl-2 ve PARP proteinlerinin ekspresyonlarının değiştirerek kemoterapide kullanılan paclitaxel ilacına direnç gelişmesine yol açmaktadır. Yine küçük hücreli olmayan akciğer kanserlerinde ANRIL ekspresyon düzeyi ile hastanın hayatta kalma süresi arasında ilişki vardır. Bu da ANRIL RNA'nın tumorojenezi teşvik ettiğinin başka önemli bir kanıtını oluşturmaktadır (11). ANRIL RNA'nın etkilediği bazı moleküler yollar ve bu yolların etkilediği hücresel işlevler **Tablo 1**'de verilmiştir.

Tablo 1. ANRIL RNA'nın etkilediği bazı moleküler yollar/akslar ve bu yollar/akslar üzerinden etkilediği hücresel işlevler

Etkilediği sinyal yolağı	Etkilediği hücresel işlev
ANRIL/let-7b-5p/JAK2/STAT3	Hücre döngüsü ve proliferasyon
miR-203a (Kaspaz-3/8/9 ve AKT sinyal yolağının aktivitesini düzenler)	Hücre döngüsü ve proliferasyon
miR-34a/Sirt1 (PI3K/AKT ve mTOR yollarını aktive eder)	Hücre döngüsü ve proliferasyon
miR-34a/Sirt1 (PI3K/AKT ve mTOR yollarını aktive eder)	Apoptosis
ANRIL/let-7b-5p/JAK2/STAT3	İnvazyon ve metastaz
miR-34a/Sirt1 (PI3K/AKT ve mTOR yollarını aktive eder)	İnvazyon ve metastaz
miR-497/TXNIP aksı	Piroptosis (pyroptosis)
Wnt/ β -catenin ve MEK/ERK sinyal yolları	Hücre proliferasyonu
NF- κ B sinyal yolağı	Apoptosis, ekstraselüler matris protein sentezi ve degradasyonu
ATR sinyal yolağı	DNA tamiri
TLR4/MyD88/NF- κ B(p65) sinyal yolağı	Hücre hasarı

miR-203a ve let-7b-5p gibi mikro RNA'lar (miRNA'lar) ANRIL RNA molekülünün kanseri teşvik edici fonksiyonunu antagonize ederek etki gösterirler. Bu mikroRNA'lar ve ANRIL RNA çeşitli hücre içi moleküler yollara tesir ederek etkilerini gösterirler. Buna göre bu tip miRNA'ların sentezini teşvik eden ilaçlar ANRIL sentezini inhibe ederek, kanser gelişimini durdurucu etki gösterirler. Örneğin

glioma olgularında sevoflurane bu şekilde kanser gelişimini önleyici etki gösterir. (4,17,22,23,24,25,26 kaynaklarından derlenmiştir).

ANRIL Geninin Evrimi

Genel olarak kodlama yapmayan uzun RNA moleküllerinin filogeni boyunca korunumları protein kodlayan gen dizilerine göre daha zayıftır. ANRIL RNA'nın da filogeni boyunca korunumu bu kurala uymaktadır. ANRIL geni 25'ten fazla organizmada karşılaştırmalı olarak çalışılmıştır. Bu organizmalar arasında insan başta olmak üzere maymun türleri, kemirgen türleri, köpek, fil, domuz, inek gibi türler bulunmaktadır. Bu organizmalar arasında tavuk kertenkele ve zebra balığı gibi memeli olmayan omurgalı türleri de bulunmaktadır. Bu memeli olmayan omurgalı türlerinde ANRIL RNA dizileri ile ilişkili diziler aranmıştır. Çalışmaların neticesinde ANRIL RNA geninin plasentalı memelilerin atalarından köken aldığı bildirilmiştir. ANRIL geni başlangıçta (köken aldığı türlerde) birkaç ekzon içermekte idi, ancak zamanla pek çok memeli grubunda çok sayıda ekzon içerecek şekilde genişledi, buna karşın kemirgenlerde ekzon kaybı meydana gelmiştir. Geniş maymunlar (simianlar) grubunda 21 ekzonun tamamı mevcuttur. ANRIL RNA'nın sadece simian türlerinde işlevsel olduğu, diğer türlerde ise işlevsel olmadığı düşünülmektedir. ANRIL genini oluşturan ekzon ve intron bölgelerinde pek çok tekrar elamanı veya dizileri bulunmaktadır. Bu da filogeni boyunca gende meydana gelen değişimin transpozon aktivitesinden kaynaklandığını düşündürmektedir. Genomda transpoze olabilir dizi sayısı/miktarı ile kodlama yapmayan uzun RNA genlerinin sayısı arasında pozitif korelasyon olduğu görülmektedir. Başka bir deyişle transpozonlar, insan ve omurgalıların kodlama yapmayan uzun RNA moleküllerinin gelişimine büyük katkı sağlamışlardır. Benzer şekilde simianlarda ANRIL RNA geninin içerisine transpozonların insersiyon yapmaları ANRIL geninin evrimine temel oluşturmuştur (3,5,27,28,39). Bu da genomda kodlama yapmayan uzun RNA genlerinin varlığının/evriminin transpoze olabilir dizilerin varlığına bağlı olduğunu düşündürmektedir. Buna göre transpoze olan diziler genoma herhangi bir yerden insersiyon yapabilir, yeni transkripsiyon üniteleri veya yeni transkripsiyon faktörleri bağlanma bölgeleri oluşturabilirler. Bu mekanizmanın kodlama yapmayan uzun RNA moleküllerinin evriminde işlevsel olduğu düşünülmektedir. Bir kodlama yapmayan uzun RNA türü olarak ANRIL dizisinin % 35'i transpoze olabilir dizilerden oluşmaktadır. ANRIL RNA'nın ekzon intron birleşme bölgelerinin çoğunda splays sinyal dizileri bulunmakla birlikte, birleşme bölgelerinin bir kısmında splays sinyal dizileri bulunmamaktadır (3,5,27).

Sonuç ve Gelecek Perspektifleri

Dokuzuncu kromozomun p21 bölgesi tanımlanmış homozigot delesyonları ve epigenetik modifikasyonlar ile dikkat çekici bir kromozomal lokustur. Bu lokus tarafından kodlanan ANRIL RNA çeşitli hastalıkların (özellikle 9p21 lokusu ile ilişkili hastalıkların) patogenezinde rol oynayan önemli bir düzenleyici moleküldür ve bu hastalıkların tedavileri bağlamında ilginç bir hedef molekül olma özelliğindedir. Özellikle ANRIL RNA'nın kandaki düzeyinde meydana gelen değişimlerin ve kodlayıcı genindeki polimorfizmlerin çeşitli hastalıklarla (genel kanser olgusu, kalp-damar hastalıkları, tip II diyabetis melitus, arteroskleroz, tip II diyabet, koroner arter kalsiyum skoru, miyokard enfarktüsü, felç ve obezite gibi) ile ilişkilendirilmiş olması gelecekte bu hastalıkların genetiğini çalışacak araştırmacıların bu molekülü de göz önünde bulundurmalarını gerekli kılmaktadır. ANRIL RNA, miRNA ve proteinlerle etkileşerek etkinlik gösterir. Gelecekte ANRIL RNA'nın miRNA ve proteinlerle olan etkileşimlerinin iyi anlaşılması ANRIL RNA'nın patogenezi etkilediği hastalıklar bağlamında umut verici yeni tedavi stratejilerinin doğmasına neden olabilir. İlave olarak ANRIL RNA'nın bir çok hastalığın patogenezi olumsuz etkilediği göz önüne alındığında, bu molekülü hedef alacak olan anti-sense oligonükleotidlerin geliştirilmesi ve yine bu oligonükleotidlerin hedef spesifik uygulanma yöntemlerinin bulunması bu hastalıkların sağaltılması sürecine katkı sağlayacaktır. Yine ANRIL RNA molekülünün gelecekte yeni işlevlerinin keşfedilmesi/başka hastalıkların patogenezi ile ilişkili bulunması olasılığı göz önünde bulundurulmalıdır. Bütün bu özelliklerinden dolayı ANRIL RNA molekülü ilginç bir çalışma konusu oluşturmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Cho H, Shen GQ, Wang X, Wang F, Archacki S, Li Y, et al. Long noncoding RNA ANRIL regulates endothelial cell activities associated with coronary artery disease by up-regulating CLIP1, EZR, and LYVE1 genes, J Biol Chem, 2019; 294(11): 3881-3898. <https://doi.org/10.1074/jbc.RA118.005050>
2. Lou N, Liu G, Pan Y. Long Noncoding RNA ANRIL as a Novel Biomarker in Human Cancer, Future Oncology, 2020; 16:35, 2981-2995, <https://doi.org/10.2217/fon-2020-0470>
3. Sanchez A, Lhuillier J, Grosjean G, Ayadi L, Maenner S. The Long Non-Coding RNA ANRIL in Cancers. Cancers (Basel). 2023; 15(16): 4160. doi: 10.3390/cancers15164160

4. Dong X, Jin Z, Chen Y, Xu H, Ma C, Hong X, et al. Knockdown of long non-coding RNA ANRIL inhibits proliferation, migration, and invasion but promotes apoptosis of human glioma cells by upregulation of miR-34a. *J Cell Biochem*, 2018; 119(3): 2708-2718. doi: 10.1002/jcb.26437
5. Kong Y, Hsieh CH, Alonso LC. ANRIL: A lncRNA at the CDKN2A/B Locus With Roles in Cancer and Metabolic Disease. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2018; 9: 405. doi: 10.3389/fendo.2018.00405
6. Congrains A, Kamide K, Ohishi M, Rakugi H. ANRIL: molecular mechanisms and implications in human health. *Int J Mol Sci*, 2013; 14(1): 1278-92. doi: 10.3390/ijms14011278
7. Rivandi M, Khorrami MS, Fiuji H, Shahidsales S, Hasanzadeh M, Jazayeri MH, et al. The 9p21 locus: A potential therapeutic target and prognostic marker in breast cancer. *J Cell Physiol*, 2018; 233(7): 5170-5179. doi: 10.1002/jcp.26332
8. Holdt LM, Teupser D. Recent studies of the human chromosome 9p21 locus, which is associated with atherosclerosis in human populations. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, 2012; 32(2): 196-206. doi: 10.1161/ATVBAHA.111.232678
9. Abdeahad H, Bahrami A, Saeedi N, Shabani M, Pezeshki M, Khazaei M, et al. Association between genetic variants at 9p21 locus with risk of breast cancer: A systematic review and meta-analysis. *Pathol Res Pract*, 2020; 216(7): 152987. doi: 10.1016/j.prp.2020.152987
10. Spiliopoulou P, Yang SYC, Bruce JP, Wang BX, Berman HK, Pugh TJ, et al.. All is not lost: learning from 9p21 loss in cancer. *Trends Immunol*, 2022; 43(5): 379-390. doi: 10.1016/j.it.2022.03.003
11. Abdi E, Latifi-Navid S. Emerging long noncoding RNA polymorphisms as novel predictors of survival in cancer. *Pathol Res Pract*, 2022; 239: 154165. doi: 10.1016/j.prp.2022.154165
12. Erişim: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/gene/100048912> Erişim Tarihi: 03-10-2025.
13. Wan G, Mathur R, Hu X, Liu Y, Zhang X, Peng G, et al. Long non-coding RNA ANRIL (CDKN2B-AS) is induced by the ATM-E2F1 signaling pathway. *Cell Signal*, 2013; 25(5): 1086-95. doi: 10.1016/j.cellsig.2013.02.006
14. Yeap I, Becker T, Azimi F, Kernohan M. The management of hereditary melanoma, FAMMM syndrome and germline CDKN2A mutations: a narrative review. *Australas J Plast Surg*, 2022; 5(2): 12-22. <https://doi.org/10.34239/ajops.v5n2.324>
15. Agarwal P, Kabir FL, DeInnocente P, Bird RC. Tumor Suppressor Gene p16/INK4A/CDKN2A and Its Role in Cell Cycle Exit, Differentiation, and determination of cell fate: In *Tumor suppressor genes*, Ed, Cheng Y, 2012, DOI:10.5772/27882, USA

16. Burd CE, Jeck WR, Liu Y, Sanoff HK, Wang Z, Sharpless NE. Expression of linear and novel circular forms of an INK4/ARF-associated non-coding RNA correlates with atherosclerosis risk. *PLoS Genet*, 2010; 6(12): e1001233. doi: 10.1371/journal.pgen.1001233
17. Shou F, Li G, Morshedi M. Long non-coding RNA ANRIL and its role in the development of age-related diseases. *Mol Neurobiol*. 2024; 61(10): 7919-7929. doi: 10.1007/s12035-024-04074-y.
18. Aguilo F, Zhou MM, Walsh MJ. Long noncoding RNA, polycomb, and the ghosts haunting INK4b-ARF-INK4a expression. *Cancer Res*, 2011; 71(16): 5365-9. doi:10.1158/0008-5472.CAN-10-4379
19. Pokorná M, Černá M, Boussios S, Ovsepian SV, O'Leary VB. lncRNA Biomarkers of Glioblastoma Multiforme. *Biomedicines*. 2024; 12(5): 932. doi: 10.3390/biomedicines12050932
20. Erişim: <https://www.mdanderson.org/cancerwise/glioma-vs--glioblastoma--what-is-the-difference-in-these-brain-tumors-treatment-diagnosis.h00-159537378.html>. Erişim tarihi: 10-07-2025.
21. Elimam H, Moussa R, Radwan AF, Hatawsh A, Elfar N, Alhamshry NAA, et al. LncRNAs orchestration of gastric cancer - particular emphasis on the etiology, diagnosis, and treatment resistance. *Funct Integr Genomics*. 2024; 24(5): 175. doi: 10.1007/s10142-024-01450-8
22. Momtazmanesh S, Rezaei N. Long non-coding RNAs in diagnosis, treatment, prognosis, and progression of glioma: a state-of-the-art review. *Front Oncol*, 2021; 11:712786. doi: 10.3389/fonc.2021.712786
23. Liu L, Chen Y, Huang Y, Cao K, Liu T, Shenet H, et al. Long non-coding RNA ANRIL promotes homologous recombination-mediated DNA repair by maintaining ATR protein stability to enhance cancer resistance. *Mol Cancer*, 2021; 20(1): 94. <https://doi.org/10.1186/s12943-021-01382-y>
24. Jiang X, Su N, Ding J, Jiang J, Yu L, Xie Y. Long-coding RNA ANRIL knockdown improves diabetes-induced renal injury. *Arch Med Sci*, 2021; DOI: <https://doi.org/10.5114/aoms/134197>
25. Gao Y, Ma H, Hou D. Sevoflurane Represses Proliferation and Migration of Glioma Cells by Regulating the ANRIL/let-7b-5p Axis. *Cancer Biother Radiopharm*, 2024; 39(2): 117-124. doi: 10.1089/cbr.2020.3596
26. Dai W, Tian, C, Jin, S. Effect of lncRNA ANRIL silencing on anoikis and cell cycle in human glioma via microRNA-203a. *Onco Targets Ther*, 2018; 11: 5103–5109. <https://doi.org/10.2147/OTT.S169809>
27. He S, Gu W, Li Y, Zhu H. ANRIL/CDKN2B-AS shows two-stage clade-specific evolution and becomes conserved after transposon insertions in simians. *BMC Evol Biol*, 2013; 13: 247. doi: 10.1186/1471-2148-13-247.

28. Kapusta A, Kronenberg Z, Lynch VJ, Zhuo X, Ramsay LA, Bourque G, et al. Transposable elements are major contributors to the origin, diversification, and regulation of vertebrate long noncoding RNAs. *PLoS Genet*, 2013; 9(4): e1003470. 2005. doi: 10.1371/journal.pgen.1003470.
29. Kelley DR, Rinn J. Transposable elements reveal a stem cell specific class of long noncoding RNAs. *Genome Biol*, 2012; 13(11): R107.

Geçmişten Günümüze Türkiye’de Sağlıkta Yapısal ve Politik Dönüşümler

İbrahim DUMAN¹

1- Öğr.Gör., Mersin Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi, ibrahimduman@mersin.edu.tr ORCID No: 0000-0002-3961-5702

Özet

Bu bölüm, Türkiye’de sağlık sisteminin geçmişten günümüze geçirdiği yapısal ve politik dönüşümleri kapsamlı bir biçimde ele almaktadır. Sağlık hizmetlerinin tarihsel evrimi, Osmanlı dönemindeki temel sağlık uygulamalarından başlayarak Cumhuriyet’in kuruluşuyla şekillenen modern sağlık politikalarına ve günümüzdeki sağlık reformlarına kadar incelenmiştir. Bölümde, sağlık alanındaki reformların toplum sağlığı üzerindeki etkileri; sağlık hizmetlerine erişim, hizmet kalitesi, koruyucu sağlık uygulamaları ve sağlık insan gücü açısından değerlendirilmiş, sağlık politikalarının ekonomik, sosyal ve kültürel bağlamla ilişkisi üzerinde durulmuştur. Yapılan değişikliklerin sistemin etkinliği ve sürdürülebilirliği üzerindeki rolü tartışılmıştır. Bu bağlamda, sağlık sisteminde gerçekleştirilen yapısal ve politik dönüşümlerin, yalnızca hizmet sunumunu iyileştirmekle kalmayıp toplumun genel sağlık düzeyini yükseltmede de önemli bir işlev gördüğü vurgulanmıştır. Geçmişten günümüze yapılan dönüşümler, sağlık hizmetlerinde eşitsizlikleri azaltma, kaynakları daha etkin kullanma ve sağlık politikalarının stratejik planlamasında rehber olma açısından değerli bir perspektif sunmaktadır. Sonuç olarak, Türkiye’de sağlık sisteminde meydana gelen yapısal ve politik değişimler, sağlık hizmetlerinin erişilebilirliğini, kalitesini ve sürdürülebilirliğini artıran adımlar olarak değerlendirilmektedir. Bu bölüm, geçmişten günümüze sağlıkta dönüşümlerin kapsamlı bir analizini sunarak, sağlık politikalarının tarihsel süreç içindeki evrimini ve gelecekteki yönelimlerini anlamaya katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler; Sağlık sistemi, Sağlık politikaları, Yapısal dönüşüm, Sağlık reformu, Türkiye

1. GİRİŞ

Sağlık, ülkelerin gelişmişlik göstergeleri arasında en önemlilerindendir. Türkiye’de herkesin sağlığını sürdürülmesinin sağlanması devletin görevleri arasında olduğu Anayasa’nın 56. maddesinde belirtilerek, “Herkes, sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir” ilkesi sosyal hak statüsünde nitelendirilmiştir (RG, 1982). İnsan hakkı olarak herkesin sağlığını beden, ruhen ve sosyal yönden sürdürmesi için sağlık hizmetinden yararlanması gerekmektedir (Fişek, 1991). 1948’de yayınlanan Evrensel İnsan Hakları Bildirgesi, “Yaş, cins, ırk, din, siyasi inanç ve sosyo-ekonomik güç ayrıcalığı olmaksızın herkesin mümkün olan en yüksek düzeyde sağlık hizmetine kavuşması doğal hakkıdır” olduğunu bildirmiştir (İnsan Hakları Bildirgesi, 1948)

Sağlık hizmetleri, insan sağlığına zararlı olan risk faktörlerinin yok edilmesi ve toplumun bu risk faktörlerinden korunması, hastaların iyileştirilmesi ve rehabilitasyon için yapılan tıbbi faaliyetlerinin tümüdür (RG, 1961). Sağlık hizmetleri birincil, ikincil ve üçüncül korumayı kapsar. Bireylerin yaşamlarını sağlıklı sürdürmelerini sağlamak için yapılacak sağlık hizmetleri ve verilecek kararlar çok yönlü olmalıdır (Fişek, 1991). Bir ülkenin sağlık sektörünü tanımlamak için kullanılan boyut o ülkenin sağlık politikasıdır. Sağlık politikaları ülkeden ülkeye farklılık göstermekle beraber, ülke bölgeleri arasında bile değişebilmektedir. Herşeyin başı sağlık, sağlığın da başı politikadır (Akdur, 1998). Sağlık politikası, DSÖ tarafından uluslararası ve ulusal düzeyde sağlık hedeflerini tanımlamak ve bu hedeflere ulaşmak için alınan kararları, planları ve faaliyetleri belirten bir kapsam olarak değerlendirilmiştir (WHO, 2022).

Türkiye’de sağlık hizmetlerinin geçmişten günümüze gelişmesi incelendiğinde ülkemizin sağlık hizmetlerinin gelişimi dört dönem içinde verilebilir. Bu dönemler; Osmanlı dönemi, Cumhuriyet dönemi, sağlık hizmetlerinin sosyalleştirilmesi ve sağlıkta dönüşüm dönemidir (Akdur, 1998). Bu incelemede, Türkiye’nin sağlık hizmetlerinin gelişimine katkı sunan sağlık hizmetlerinin sosyalleştirilmesi ve sağlıkta dönüşüm programları kapsamında aile hekimliği ve genel sağlık sigortası programlarının açıklanması amaçlanmıştır.

2. TÜRKİYE SAĞLIK POLİTİKALARI

Türkiye’de sağlık hizmetlerinin geçmişten günümüze gelişimi dört dönem şeklinde verilebilir;

- I. Osmanlı Dönemi (1839-1920)
- II. Cumhuriyet Dönemi (1920-1961)
 - Sağlık Politikaları (1920-1923)
 - Sağlık Politikaları (1923-1946)
 - Sağlık Politikaları (1946-1960)
- III. Sağlık Hizmetlerinin Sosyalleştirme Dönemi
 - Sağlık Politikaları (1961-1980)
 - Sağlık Politikaları (1980-2002)
- IV. Sağlıkta Dönüşüm Programı

- Sağlık Politikaları (2003-Sonrası) (Akdur, 1998; SB,2008).

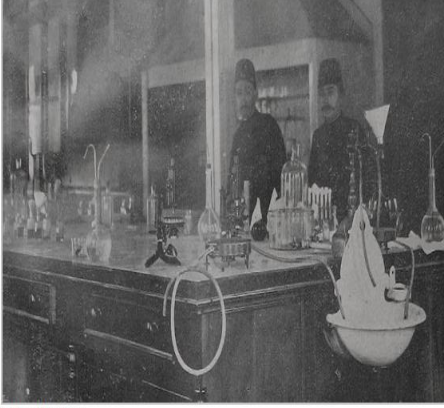
2.1. Türkiye'nin Sağlık Politikaları: Osmanlı Dönemi

Osmanlı döneminde sağlık hizmeti açısından Selçuklu dönemi ile İslam tıbbının etkilerinin olduğu dönemdir. Devletin sağlık işleri Reisul Etıbbā “Hekimbaşı” olarak bir hekim tarafından yürütülmekte ve sağlık personelinin ataması hekimbaşının yetisindedir. Bu dönemin sağlık hizmeti ise saray ve ordu merkezleri tarafından yaptırması sağlanan hayır ve şifa hastanelerinde sunulmaktadır. İstanbul, Bursa, Edirne, Kayseri ve Selanik gibi bazı büyükşehirde kurulan hizmet sunan bu hastaneler Darüşşifalardır. Bu dönemde halkın içme suyu, besin kontrolü, defin işleri, sosyal yardımlar ve toplum sağlığına yönelik verilen hizmetler sınırlı illerde verilmiştir. Bu dönemin halkı, “şifa arar” durumundadır (Akdur, 1998).

Padişah aileleri tarafından yaptırılan Darüşşifalar dönemin bilinen vakıf hastaneleridir. Dönemin Darüşşifa hastaneleri hem mimari hem de işleyiş açısından örnek hastaneleridir. (1550 yılı, Hürrem Sultan tarafından Mimar Sinan’a yaptırılan Haseki Darüşşifası, II.Beyazıd tarafından Tunca Nehri kıyısına yaptırılan Edirne II.Beyazıd Darüşşifası). Osmanlı döneminde 19. yüzyıldan sağlık ve sosyal hizmetler devletin aslı görevi olarak görülmemiş ve “hastane” kelimesi 19. yüzyıldan sonra kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde hizmet veren Şişli Etfal Hastanesinin temeli 1899’da Hamidiye Etfal Hastane adıyla, Konya Numune Hastanesi 1915’te Konya Gureba Hastanesi adıyla temelleri atılmıştır (SB, 2007).

Osmanlı dönemi çiçek aşısının uygulandığı dönemdir. Bu dönemde ilk çiçek aşısı üretim merkezi olarak bilinen Telkikhane 1892 yılında kurulmuş ve Miralay Hüseyin Remzi tarafından 1892 yılında çiçek aşısı üretilmiştir. 1915 yılında Dr. Tevfik Sağlam tarafından dünyada ilk kez tifüs aşısı uygulanmıştır. 1911 yılında tifo, 1920 yılında veba aşısı üretilmiştir (SB, 2007).

Telkikhane, (SB, Aşı Portalı:33)



Bakteriyoloji Hane



Telkikhane (Çiçek Aşısı Üretim Merkezi)



Aşı Üretim Merkezinde 1896 yılında difteri, 1897 yılında sığır vebası, 1903 yılında kızıl serumları Veteriner Hekim, Mustafa Adil tarafından üretildi. Tifo aşısı 1911 yılında, kolera aşısı 1913 yılında, dizanteri ve veba aşısı Türkiye’de ilk kez hazırlandı ve uygulandı. 1927 yılında verem aşısı üretimi başladı (SB, Aşı Portalı:33)

İlk üretilen BCG aşısı ve prospektüsü, 1927 (SB, Aşı Portalı:33)



2.2. Türkiye'nin Sağlık Politikaları: Cumhuriyet Dönemi

Türkiye'de Cumhuriyet dönemine ilişkin sağlık hizmetleri 1920-1923, 1923-1946 ve 1946-1960 yılları arasındaki sağlık politikalarına göre hazırlanmıştır.

Sağlık Politikaları (1920-1923);

Sağlık Bakanlığı ilk kez TBMM'nin kurulması ile 3 Mayıs 1920 yılında Sağlık ve Sosyal Yardım Bakanlığı (Sıhhiye ve Muavenet-i İçtimaiye Vekaleti) 3 sayılı kanun ile kurulmuştur. Doktor Adnan Adıvar ilk Sağlık Bakanı olarak göreve başlamıştır. Bu dönem Sağlık mevzuatlarının geliştirilmesi ve Kurtuluş savaşının yaralarının sarıldığı dönemdir (SB,2008; Kumbasar, 2016).

Sağlık Politikaları (1923-1946);

1923 yılında ülke genelinde yataklı tedavi kurumu 86 adet, hasta yatağı 6437 adet bulunmakta ve sağlık hizmeti 554 hekim, 560 sağlık memuru, 4 hemşire, 136 ebe, 69 eczacı ile verilmiştir (SB, 2008). 1925 yılında Kızılay Hemşire Okulu kurulmuş ve aynı yıl Türkiye'nin sağlık sorunlarının belirlenmesi ve bu sorunlara yönelik devlet politikalarının oluşturulması için 1. Milli Tıp Kongresi yapılmıştır. Bu kongrede topluma Yönelik Koruyucu tıp uygulamalarını yaygınlaştırmak ele alınarak, devlet tarafından kırsal kesimdeki her ilçeye hekim ataması yapılmış ve kırsal bölgenin sağlık hizmetinin sunulmasında önemli yer alınmıştır. Cumhuriyet döneminde yapılan bu uygulama, “Yatay Örgütlenme” modeli temeli oluşturmuştur ve günümüzde de devam etmektedir (Ak, 2021).

Günümüzde yürürlükte olan 1928 yılında Tababet ve Şuabatı Sanatların Tarzı İcrası Dair kanun, 1930 yılında Umumi Hıfzıssıhha kanunu çıkartılmıştır. Bu dönemde Refik Saydam ilkeleri olarak bilinen sağlık politikaları belirlenmiştir;

- I. Sağlık hizmetlerinin tek elden yürütülmesi,
- II. Koruyucu ve tedavi edici hekimliğin hizmet alanının belirlenmesi,
- III. İnsan gücü (özellikle tıp) yetiştirilmesi
- IV. Bulaşıcı hastalıklar ile mücadele programlarının başlatılması (SB,2008).

Sağlık hizmetleri, “dikey örgütlenme modeli” ile yürütülmüştür. Merkezi yönetimin koruyucu hekimlik hizmetleri, Yerel yönetimlerin ise tedavi edici hizmetleri için hastane açılması teşvik edilmiştir. 1924 yılında

Ankara, Sivas, Erzurum, Diyarbakır illerinde, 1936 yılında İstanbul Haydarpaşa, 1946 yılında Trabzon, 1970 yılında Adana ilinde numune hastaneleri kurulmuştur (SB, 2008).

Sağlık Politikaları (1946-1960);

1946 yılında Milli Tıp kongresinde Cumhuriyet döneminin ilk sağlık planı “Birinci On Yıllık Milli Sağlık Planı” açıklanmıştır Koruyucu ve tedavi edici sağlık hizmetlerine yönelik hazırlanan ilk sağlık planı sağlık bakanının değişmesi nedeniyle geri çekilmiştir. Bu dönemde yataklı tedavi kurumlarının yönetimi yerelden alınarak merkezden yönetilmesine geçilmiştir. (Kökçü, 2014; SB, 2008).

1952 yılında Ana ve Çocuk Sağlığı örgütü kurulmuştur. Bu örgüt bebek ve çocuk ölümlerinin önlenmesine yönelik çalışmalar yürütmüştür. Bu dönemde veremden dolayı ölümler ve bebek ölüm hızlarında azalma kaydedilmiştir (SB,2008).

Günümüzde yürürlükte olan Türk Tabipler Birliği Yasası (1953), Hemşirelik Yasası (1954), Türk Eczacılar Birliği (1956) Yasası ve Tıbbi Deontoloji Nizamnamesi (1960) çıkartılmıştır (Kumbasar, 2016; SB, 2008). Türkiye’nin 1920 ile 1960 yılları sağlık politikalarının yönetimi dikey olarak, sistematik biçimde çözümleme önermesini içeren örgütlenme modelini desteklediğini bildirmiştir (Nesipoğlu, 2018).

2.3. Türkiye’de Sağlık Hizmetlerinin Sosyalleştirilmesi

Sağlık Politikaları (1961-1980)

1960 askeri müdahalesinden sonra 1961 Anayasası hazırlanmıştır. 1961 Anayasası “sosyal devlet” ilkesini öne çıkarması nedeniyle ülkenin sağlık politikaları için oldukça önemlidir. 1961 Anayasası kişinin sosyal güvenlik ve sağlık haklarına yönelik maddeleri;

48. madde; “Herkes sosyal güvenlik hakkına sahiptir. Bu hakkı sağlamak için sosyal sigortalar ve sosyal yardım teşkilatı kurmak ve kurdurmak Devletin görevlerindendir.”

49. madde; “Devlet herkesin beden ve ruh sağlığı içinde yasayabilmesini ve tıbbi bakım görmesini sağlamakla ödevlidir. Devlet yoksul veya dar gelirli ailelerin sağlık koşullarına uygun konut gereksinimlerini karşılayıcı önlemler alır”(RG, 1961).

1961 Anayasası'nda belirtilen maddelerde kişinin sağlığı ile hükümlerinin hayata geçirilmesi amacıyla 224 sayılı kanun hazırlanmıştır. 224 sayılı kanunun hazırlanmasının bazı gerekçeleri vardır. Bu gerekçeler;

- Tedavi edici hizmetlerin koruyucu hizmetlerin önünde tutulması, daha fazla tedavi edici hizmetlere yer verilmesi,
- Koruyucu sağlık hizmetlerine gerekli önemin verilmemesi, bu hizmetin yataklı servislerde verilmiş olması, herkesin hastaneye gitmesinin önünü açması,
- Bu iki maddedeki gerekçeler nedeniyle hastane başvurularının artması, hekimin hastalara yetişememesi, ön tanıya göre tedavi planının oluşturulması sonucunda ilaç kullanımının artışına neden olması,
- Kent merkezindeki kurulmuş hastaneler başvuran hasta sayısına yetişemiyordu. Yatan hasta sayısı az olmasına karşın poliklinik başvuruları daha yoğun olması,
- Sağlık hizmetinin pahalı olması, uzman ya da iyi hekimlerin kent merkezinde olması sağlık hizmetine ulaşımın eklenmesi ile sağlık hizmetinin daha pahalı hale getirmesi,
- Aile planlaması ve bağışıklama için hizmet verecek kuruluşun olmaması, kırsal kesimdeki kişilerin sağlık hizmetine yeterince ulaşamaması (Öztek, 2007; SB, 2008).

Yukarıda belirtilen gerekçelerin dikkate alınarak sağlık hizmetlerinin sorunlarının giderilmesi ve örgütlenme açısından daha çağdaş ilkelere nedeniyle 224 sayılı kanun hazırlanmıştır. 224 sayılı kanun sadece örgütlenme açısından değil sağlık hizmetlerinin genelini düzenleyen kanundur. 224 sayılı kanun ile Türkiye'de tüm sağlık hizmetlerinin yürütülmesinin devlet görevi olduğu, koruyucu sağlık hizmetlerinin kırsal bölgelere yayılması sağlanarak halkın sağlık hizmetlerinden yararlanması, koruyucu ve tedavi edici hizmetlerin bir arada yürütülmesi hedeflenmiştir (Fedai, 2019). 1961'de kabul edilen 224 sayılı kanunun maddelerinin esas aldığı hizmetler, özetle;

- I. **Eşit ve Sürekli Hizmet:** Sağlık hizmeti almak, bir insan hakkıdır.
- II. **Entegre Hizmet:** Geniş bölgede tek hizmet uygulamasının yerine dar bölgede çok yönlü hizmet anlayışı getirilmesidir. Sağlık ocaklarında koruyucu ve tedavi edici hizmet verilmesi
- III. **Kademeli Hizmet:** Hastaneler, uzman hekimlerin çalıştığı kurumlardır. Hastaların direk hastaneye başvurması çağdaş sağlık hizmetleri ile örtüşmez. Sevk zincirinin başlatılması, önce sağlık ocakları, sıra ile hastanelere başvurulması
- IV. **Katılımlı Hizmet:** Halk sağlık hizmetlerini benimser ve katılırsa başarılı olur. Sağlık ocaklarında kurulan sağlık ocağı sağlık kurullarına belediye başkanı, imamlar, muhtarlar ve okul müdürlerinin katılmasıdır. 3 ay da bir toplanır.

- V. **Nüfusa göre Hizmet:** Her 5000-10000 kişi olan bölgeye bir sağlık ocağı, her 2500 kişi olan bölgeye ise sağlık evi kurulmasıdır. Bu kurumların halkın sağlığından sorumlu olması
- VI. **Ekip Hizmeti:** Her ekip farklı disiplinlerden oluşan meslek mensuplarını ifade eder. Her ekibin bir başı ya da yönetiminden sorumlusu gerekir. Sağlık ocağı ekibinin başı ve yöneticisi hekimdir. (SB, 2008).

Halkın sağlığını yükseltmek amacıyla kabul edilen Sağlık Hizmetlerinin Sosyalleştirilmesine yönelik 224 sayılı kanun ile Cumhuriyet döneminde uygulamaya başlanan hükümet tabiplikleri sisteminin yerine “Sağlık Ocakları” sistemine geçilmiştir. Sağlık ocakları sistemi ülkemizde ilk kez 1963 yılında Muş ilinde uygulanmaya başlanmıştır (SB, 2007; Ak, 2021). 224 sayılı kanuna göre sağlık ocağı sitemi;

- Sağlık ocağı, köy, kasaba, mahalle veya şehir bölgesinde 5000-10000 kişinin bulunduğu bir sağlık kuruluşunu teşkil eder. Her ilçede en az bir adet sağlık ocağı olmalıdır.
- Sağlık ocağı ekibi en az bir hekimi ve yeterli sayıda yardımcı sağlık personelinin oluşur. Sağlık evlerinde ise bu ekibe yardımcı sağlık personelinin oluşur. Personel hizmet sürekliliğini sağlamak için gezici vasıta veya lojmandan yararlanma hakkı vardır.
- Sağlık ocakları ya da evleri koruyucu hizmetleri, hastaların muayene edilmesi ve tedavisini, sağlık ocakların kayıtlı halkın sicillerini tutmakla yükümlüdür.
- Sağlık ocaklarında sağlık hizmetinin yürütülmesi; acil durumu olmayan hastaların öncelikle bölgesindeki sağlık ocağına başvuru yaparlar. Hekim tarafından, hekim olmadığında yardımcı sağlık personeli tarafından tedavisi yapılamayan veya tedavisi mümkün olmayan hastaların hastaneye sevkı yapılır.
- Hastaneler, sağlık ocağından sevk ile gelen hastaların tedavisini ücretsiz olarak yapmakla görevlidir. Sevk zincirini takip eden hastaların tedavisi ücretsizdir.
- Sevk zincirine uymadan, acil vakalar dışında, mesai saatleri dışında, ikameti dışındaki bölgeden 90 gün aşmayan olanların tedavileri ücretsiz değildir (RG, 1961:224).

Bu ilkeler 1978’de Alma ata da düzenlenen “Temel Sağlık Hizmetleri” konferansında bütün ülkeler tarafından benimsenmiştir. Sağlık ocakları 1979 yılında ülke genelinde 45 ilde, 1982 yılında 53 ilde, 1983 yılından itibaren tüm Türkiye’de uygulanmaya başlanmıştır. Ayrıca 1965 yılında İşçi Sigortalar Kurumu adı değiştirilerek 506 sayılı Sosyal Sigortalar Kanunu (SSK) çıkartılmıştır (SB, 2008).

Sağlık hizmetlerinde planlı döneme geçilerek ilk kez 1962 yılında, “Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı” kabul edilmiştir. 1963-1967 yılları arasını kapsayan beş yıllık kalkınma planı; koruyucu sağlık hizmetleri ve toplum hekimliğine öncelik kamu sağlık hizmetinin tek elden yürütülmesi, yerli ilaç sanayilerinin özendirilmesi ve geliştirilmesi ile Genel Sağlık Sigortası için gerekli araştırmaların yapılmasını belirtmektedir (DPT, 1963)

1969 yılında ikinci beş yıllık kalkınma planının amacı toplumun beden ve ruh sağlığını geliştirmek olduğu, ekonomik ve sosyal gelişmenin sağlık açısından zaruri olmadığı belirtilmiştir. Bu dönemde sağlık hizmetlerinin tek elden yürütülmesi sağlanamamış, sosyalleştirme kapsamında sağlık hizmetlerine SSK, tıp fakülteleri ve özel sektörlerin katıldığı ifade edilmiştir (DPT,1968). Bu dönemde sağlık ocaklarına dağılımda personel dengesizliği yaşanmıştır, örneğin hekim eksikliği ya da eğitime yurt dışına giden hekimlerin geri gelmemesi gibi. Koruyucu sağlık hizmetleri tedavi edici sağlık hizmetlerinin gerisinde kalmıştır. Bu doğrultuda toplam sağlık harcamalarına ayrılan bütçeden halk sağlığı alanına %10, tedavi edici hizmet alanına %60 oranında pay ayrılmıştır. (Fedai, 2019).

İkinci beş yıllık kalkınma planı sağlık ocağı sisteminin ve çalışma şekillerinin Türkiye açısından en iyi metod olduğu bildirilmiştir. Bu doğrultuda sağlık evi, sağlık ocağı, verem savaş dispanserleri ve laboratuvarların kurulmasının devam edilmesine ve tedavi edici kuruluşların da yatak sayısını artırılması istenmiştir. Sosyalleşmenin doğu illerinde öncelik verilerek batıya doğru yayılması planlanmıştır (Fedai, 2019).

Devletin koruyucu ve önleyici hizmetleri kapsamında, 1965 yılında nüfus hakkında çıkan kanun ile nüfus artırıcı (Pro-natalist) yaklaşımdan nüfus sınırlayıcı (Anti-natalist) politikaya geçildi. 1967 yılında Genel Sağlık Sigortası (GSS) taslağı hazırlandı fakat bakanlar kuruluna sev edilmedi. 1971 yılında tekrar GSS kanunu için hazırlanan taslak TBMM’de kabul edilmedi ve 1974 yılında da tekrar ret edildi. 1978 yılında kamuda çalışan hekimlerin özel muayenehane de çalışmasını yasaklayan tam gün yasası ile sosyalleştirme adına önemli bir atılmıştır, fakat 1980 yılında darbe nedeniyle bu yasa uygulamadan kaldırılmıştır (SB,2008).

Sağlık Politikaları (1980-2002)

Dünyayı etkisi altına “neo-liberal” politikalar Türkiye’yi etkileyerek, bu politika görüşüne göre Türkiye’nin sağlık hizmetlerinde uygulanan sosyalleştirme uygulamasının kaldırmasını öngörmektedir (Akın, 2009). Bu dönemde küresel kuruluşlar (Dünya bankası, IMF) bir kamu özelliğine sahip olan sağlık hizmetlerini ilgi alanına almıştır (Altay, 2007). Küresel

kuruluşlar ülkemizin sağlık sisteminde analiz yaparak, sağlık hizmetlerinin uygulanmasında sorunlar olduğunu ve sorunların düzeltilmesi için girişimlerin yapılmasını gerektiğini belirtmiştir. Bu küresel kuruluşlar ülkemize kredi vererek sağlık alt yapısının güçlendirilmesini ileri sürmüştür. Her ülke bu küresel kuruluşlardan etkilenmiştir (Öztek, 2009).

1980’li yıllar da küresel kuruluşların DSÖ üzerinde uygulama başladığı politikaların başlangıç dönemidir. DSÖ, sağlık hizmetlerinin yerelleşmesine ait söylemlerini artırmıştır. Bu dönemde Ülkemizde yaşanan darbe nedeniyle Türkiye’de ekonomisinde serbest piyasa geçiş gibi nedenlerin etkisiyle sağlık hizmeti özel sektörün yatırım alanı haline gelmiştir (Fedai, 2019; Bakar ve Akgün 2005; Korkmaz, 2003). Değişen siyasi otorite sonucunda devletin sosyal boyutu 1982 Anayasası’nda tekrardan biçimlendirilmiştir. 1982 Anayasası’na göre devlet, sağlık hizmetlerini denetleyen ve toplum için planlama yapan otorite olduğunu vurgulamıştır. Aynı zamanda sağlık hizmetlerinin sunumu, uygulanması, üretimi ve tüketimi konusunda hizmetlerin kalitesinin ve etkinliğini artırarak rekabetçi bir ortam oluşmasını hedeflemiştir (Kurt ve Şaşmaz, 2012). 1982 Anayasası, sağlık hizmetinin özel kurumlar yoluyla verilebileceğini ve daha önceden kabul edilmeyen GSS bahsetmiştir. Böylelikle, özel sağlık kuruluşlarının geliştirilmesi 1985-1989 yılları arasında gerçekleştirilecek olan beş yıllık kalkınma hedefleri arasında alınmıştır (Bakar ve Akgün 2005).

1961 yılında kabul edilen sağlığın sosyalleştirme süreci 15 yıl içerisinde ülke genelinde tamamlanması bekleniyordu, fakat süre bitiminde 47 il de uygulanabilmiştir. Ülke genelinde sosyalleştirmenin tamamlanması için 5 yıl daha ertelenmiş, beş yılın sonunda yaygınlaştırılamayan sosyalleştirme 1981 yılında tekrar süresi uzatılmamıştır (Ak, 2021; Kurt ve Şaşmaz, 2012). 1981 yılında sosyalleştirilmeyen 20 il, bir gecede sosyalleştirilerek 1983 yılında uygulanmaya başlanmıştır. Bu durum da sosyalleştirilen yeni bölgelere sağlık ocakları binaları yerine apartman dairesi gibi yerler kullanarak durum kontrol edilmek istenmiştir. Böylelikle sosyalleştirmenin modeli, düzeni ve amacı yok edilmeye başlanmıştır. (Aksakoğlu, 2008; Öztek, 2009).

1987 yılında Sağlık Bakanlığı, “Sağlık Hizmetlerinin Sosyalleştirilmesi” kanunu yürürlükten kaldırarak yerine, “Sağlık Hizmetleri Temel Kanununu” çıkarmıştır. Bu yasaya göre sağlık kuruluşları kendi kendini finanse edecektir. 1990 yılında Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) tarafından, sağlık reformu hazırlıkları için “Sağlık Sektörü Master Plan Etüt Çalışması” sürecini başlatılacaktır (Ak, 2021).

Birinci Ulusal Sağlık Kongresi 1992 yılında yeni yapılanma süreci için toplanmıştır. Sağlık Bakanlığı tarafından 1993 yılında ikinci Ulusal Sağlık Kongresinde yaşam biçimi, destek, çevre sağlığı, sağlık hizmetlerinin sunumu ve sağlıklı Türkiye bölümlerini içeren Ulusal Sağlık Politikası hazırlanmıştır. Bu politikalar kapsamında yoksul bireyler sosyal güvenlik kapsamına alınması için Yeşil Kart uygulamasına geçilmiştir (SB, 2008).

Sağlık Bakanlığı 2002 yılında yayımladığı acil eylem planı, “Herkes Sağlık” için temel hedefleri açıklamıştır. Bu hedefler;

- Sağlık Bakanlığı yönetim şekli idari ve fonksiyonel bakımdan yeniden yapılandırmak,
- Tüm vatandaşların GSS kapsamı altına almak,
- Sağlık kuruluşlarını tek çatı altında toplamak,
- İdari ve mali açıdan hastanelerin özerk bir yapıya kavuşturmak,
- Aile hekimliği uygulamasına geçmek,
- Anne ve çocuk sağlığı için özel olarak önem vermek,
- Koruyucu hekimliği yaygınlaştırmak,
- Sağlık alanına özel sektörün yatırımını özendirmek,
- Kamu kuruluşlarının alt kademelerine yetki devri vermek,
- Kalkınma açısından öncelikli bölgelerde görev yapan sağlık personelinin eksikliğini gidermek,
- E-dönüşüm projesini sağlık alanında hayata geçirmek,

Bu acil eylem planının hedefleri Haziran 2003’de Sağlık Bakanlığı tarafından Sağlıkta Dönüşüm Programı olarak kamuoyuna açıklamıştır (SB,2008)

2.4. Sağlıkta Dönüşüm Programı

Sağlık hizmetlerinin son yirmi yılı incelendiğinde mevcut sağlık hizmeti ve örgütü benimseyen bir model arayışı içerisinde hizmetlerin finansmanını sağlayacak ve örgütlemesine imkan sunacak yeni reformlar aranmıştır. Bu gerekçe ile mevcut sağlık ocakları ve devlet hastaneleri sistemi kaldırılarak bunun yerine muayene temelli “aile hekimliği” sistemine geçilmesi ile özel hastanelerin kurulmasıdır. Sağlık hizmetlerinin finansmanı ise GSS kurulmasına dayalı “özel sigortacılık : hizmet başı ödeme” yöntemi ile sağlanmasıdır. Bu dönem aktif özelleştirme dönemi olarak da adlandırılabilir (Akdur, 1998).

2000 yıllarının başında ekonomik krizle karşı karşıya kalan Türkiye, sağlık sektöründe sigortalı sayılarında düşme, yeşil kartlı vatandaş sayısının artması sonucu sağlık reformları yeni hükümetin kurulması ile başlamıştır. 2002 yılında yayımlanan acil eylem planında belirtilen kriterlerin başında

GSS kurulması gelmektedir. Devlet, GSS kapsamında tüm vatandaşlara sağlık hizmeti vermekle yükümlü olduğunu da göstermiştir (Ak, 2021).

2003 yılında Sağlık Bakanı tarafından Sağlıkta Dönüşüm Programı (SDP) hayata geçirilmiştir. SDP amacı, sağlık hizmetlerinin etkili, etkin ve kayıtsız bir şekilde organize edilmesi, birleştirilmesi, sunulması ve sağlanmasını olarak ifade edilmektedir. SDP temel ilkeleri;

- İnsan merkezlilik
- Sürdürülebilirlik
- Katılımcılık
- Uzlaşmacılık
- Gönüllülük
- Sürekli kalite gelişi
- Desantralizasyon
- Hizmette rekabet
- Güçler ayrılığı (SB, 2003; Akdağ, 2012)

2003 yılında Sağlık Bakanı tarafından acil eylem planı kapsamında SDP sekiz temel ana bileşeni ile dönüşmeyi hedeflediğini açıklamıştır. Bu temalar;

1. SB; Planlayıcı ve denetleyici,
2. Herkesi tek çatı altında toplayan GSS,
3. Yaygın, erişimi kolay, güler yüzlü bir sağlık hizmet sistemi
 - a. Güçlendirilmiş TSH ve aile hekimliği,
 - b. Kademeli ve etkili sevk zinciri,
 - c. İdari ve mali özerkliğe sahip sağlık işletmeleri,
4. „İnsan gücü: Bilgi, beceri ile donanmış, yüksek motivasyona sahip
5. Sistemi destekleyecek eğitim ile bilim kurumları,
6. Sağlık hizmetlerinde kalite ve akreditasyon,
7. Akılcı ilaç yönetimi ve malzeme yönetiminde kurumsal yapılanma,
8. Karar sürecinde etkin bilgiye erişim için Sağlık Bilgi Sistemi (SB,2008).

Sağlıkta Dönüşüm Programı 2003-2008 yılları arasında birinci aşama, 2009-2014 yılları arasında ikinci aşama olmak üzere iki fazlı olarak tasarlanmıştır. Birinci aşamasında hedeflenen uygulamaların gerçekleştirilmesi, ikinci aşamasında ise sosyal güvenlik reformu kapsamında hedeflenen uygulamaları kapsamaktadır (Bostan ve Çiftçi, 2016). SDP uygulamalarının yıllara göre düzenlemeleri tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Sağlıkta Dönüşüm Programı Kapsamında Yapılan Düzenlemeler*

Yıllar	Düzenlemeler
2003	Performansa dayalı ücret sistemi : Hastane pilot uygulaması
2004	Performansa dayalı ücret sistemi : Tüm hastanelerde uygulanması Hastaların poliklinik hizmetlerinde hekim seçme hakkı (117 sayılı yasa)
2005	Kamu hastanelerinin tek çatı altında toplanması (5283 sayılı Kanun) Aile hekimliği pilot uygulaması: Düzce ili Sağlık Hizmetlerinde kamu özel ortaklığı (3359 sayılı kanun madde eklendi) Hasta Hakları Uygulaması başlatıldı (Hasta Hakları Birimi; Hasta Hakları Kurulu; Hasta Hakları İl Koordinatörlüğü; Hasta Hakları Şubesi)
2006	GSS (SSK, Bağkur, Emekli Sandığı, Yeşil kart 5510 sayılı kanun ile tek çatı altında birleşti)
2007	Sevk zinciri kaldırıldı Sağlık uygulama tebliği yayınlandı İnsan gücünde 2023 vizyonu hedefleri belirlendi
2009	E-reçete ile ilgili ilk düzenleme
2010	Sağlık Turizmi Birimi kuruldu Evde Sağlık Hizmeti uygulanmaya başladı Tam gün yasası çıkartıldı Aile hekimliği tüm ülkede uygulanmaya başlandı
2011	Merkezi Hekim Randevu Sistemi (MHRS) uygulaması hayata geçirildi Sağlık Turizmi Daire Başkanlığı kuruldu
2012	E-reçete pilot uygulaması başlatıldı ve fiilen uygulandı MHRS tüm ülkede hizmet vermeye başladı Kamu Hastane Birlikleri kuruldu.
2013	E-reçete uygulaması tüm illerde uygulanmaya başlandı
2017	Türkiye’de ilk şehir hastaneleri açılmaya başlandı (Yozgat, Mersin ..)
2018	Torba yasa ile hekimlerin çalışma alanları ile ilgili düzenleme
2022	Sağlıkta şiddet ile malpraktis yasası kabul edildi Sağlık personelin ek ödeme yönetmeliği
2023	Gündüzlü Bakım ve Aktif Yaş Alma Merkezi pilot uygulaması başlatıldı Sağlıklı Yaş Alma Merkezleri (YAŞAM) kurulması

* İlgili literatür taranarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Türkiye’ de SDP kapsamında birçok uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Türkiye’de SDP uygulamalarından en önemlilerinden bazıları şunlardır;

- Aile hekimliği uygulaması.
- Genel sağlık sigortası uygulaması.
- Performansa dayalı ücretlendirme sistemi.
- Kamu hastaneler birlikleri.
- Hasta hakları.
- E- sağlık uygulamaları.
- Şehir hastaneleri. (Seçtim, 2019).

Türkiye’nin 2002-2020 yılları arasında kurum türüne göre hekime başvuran tablosu incelendiğinde; 2020 yılı haricinde son 5 yıl içinde birinci basamak sağlık hizmetleri olan aile hekimliğinde kayda değer bir artış gözlemlenmemiştir. 2020 yılı haricinde son 5 yıl içinde ikinci ve üçüncü basamak sağlık hizmetlerinde üniversite ve Sağlık Bakanlığına bağlı hastanelerde artış gözlemlenmiştir. Aynı zamanda buna paralel olarak hastanelerde yatma süresi de son beş yılda artış göstermiştir (SB, 2019).

2.4.1. Aile Hekimliği

Aile hekimliği dönemi Türkiye’de 24.11.2004 tarihinde “5258 sayılı Aile Hekimliği Pilot Uygulaması Hakkında Kanun” ile başlamıştır. Aile hekimliği 2005 yılında pilot il olarak Düzce’de ve 2010 yılında tüm illerde uygulanmaya başlamıştır. Aile hekimliğinin amacı, bireylerin ihtiyaç duyduğu sağlık hizmetlerinin geliştirilmesi, koruyucu sağlık hizmetlerine öncelik verilmesi, bireylerin sağlık kayıtlarının tutulması ve sağlık hizmetlerine eşit erişim amaçlamış ve aile hekimliği dönemi başlamıştır. Aile hekimliği, tüm Türkiye’de 2010 yılından itibaren uygulamaya geçmiştir (Altındağ ve Yıldız, 2020; Seçtim, 2019).

Aile hekimliği uygulamasına geçilmesi ile kapatılan sağlık ocaklarının yüklenen koruyucu sağlık hizmetleri aile hekimlerince sunulması planlanmıştır. Aile hekimliği uygulamasının amacı, bireyin sağlık düzeyini yükseltmek, birinci basamak sağlık hizmetlerini tüm bireylere ulaştırmak, ikinci ve üçüncü basamak sağlık hizmetlerine olan ihtiyacı azaltmaktır (Altındağ ve Yıldız, 2020; Seçtim, 2019). Aile hekimliği aynı zamanda gezici ve yerinde sağlık hizmetlerinin sunulmasında hizmet vermektedir. Aile hekimliği uygulaması, aile hekimi ile aile sağlığı elemanları için sözleşmeli çalışma esası getirilmiştir. Sözleşmeler her yıl da yenilenmekte olup, hasta sayısı ve hasta memnuniyeti gibi performans kriterleri sözleşmenin yenilenmesinde dikkate alınmaktadır (Gül ve Dericioğulları, 2010: 332-333).

Aile hekimliği uygulaması ile hastaların ikinci ve üçüncü basamak ,sağlık hizmetlerine ihtiyaçlarını azaltılmak ve tedavi edici sağlık hizmetlerine başvurunun önlemesi hedeflenmiştir. Bu durum birinci basamakta “kapı tutuculuk” olarak bilinmektedir. Sağlık ocaklarının kapatılması sonucu Türkiye’de yaygınlaştırılan aile hekimliği uygulaması da birinci basamakta kapı tutuculuk uygulamasın da etkili olmadığı anlaşılmaktadır (Ak, 2021; Seçtim, 2019)

2.4.2. Genel Sağlık Sigortası

2006 yılında 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu kapsamında kanunlaşan GSS 01 Ocak 2008 tarihi itibari ile yürürlüğe girmiştir. GSS bireylerin ekonomik gücüne bakılmaksızın, gelecekte oluşabilecek hastalık risklerine karşı bireylerin sağlık hizmetlerinden etkin ve verimli bir şekilde yararlanmasını sağlayan bir sosyal güvenlik aracıdır. GSS, sağlık hizmetleri finansmanına bireylerin gelirleri ile orantılı şekilde finansman yöntemi katılmasını sağlayan bir uygulamadır. Alınan primler, farklı bir fonda toplanmakta ve ihtiyaç durumunda bu fon kullanılmaktadır ve devlet de bu sigorta finansmanına katılmaktadır. Devletin bu finansmana katkısı, ödeme gücü olmayan fertlerin primlerinin ödenmesi ya da primler gideri karşılamadığı durumlarda aradaki açığı ödeme şeklinde de katkı sunmaktadır. Kısaca GSS, toplumdaki bireylerin tamamını kapsayacak şekilde bireylerin sağlık hizmetlerini finanse etmesi amacıyla oluşturulmuştur. Aynı zamanda hizmeti alacak tüm fertlerden prim toplama esasına dayalı olan sosyal bir sigortadır. (Sıvacı, 2007: 33)

GSS uygulamasına geçilmeden önce bireylerin farklı bir sosyal güvenlik kuruluşlarında kaydı bulunmaktaydı ve kayıtlı olduğu kuruluşunun bireylere sağladığı sağlık hizmetlerinden ya da diğer olanaklardan yararlanabiliyordu. Bu süreçte herkesin eşit ya da aynı sağlık hizmetini alma imkânı neredeyse yoktu. Bu nedenle GSS uygulamasının başlamasıyla, farklı sosyal güvenlik kuruluşlarını (Emekli Sandığı, SSK, Bağkur ve Yeşil kart) birleştirerek tüm sağlık kuruluşları tek çatı altında toplanmıştır. Bu doğrultuda, GSS tüm bireylere eşit hizmet alma yolunu açmıştır. GSS toplumun tüm kesimlerini sosyal güvenlik kapsamına alarak bireylerin sağlık hizmetlerinde erişimi kolaylaştırmıştır. Buna ilaveten kurumlar tarafından vatandaşa yapılan yardımlara standart hale getirilmiştir (Sosyal Güvenlik Kurumu, 2017).

3. SAĞLIK BAKANLIĞININ YENİDEN YAPILANDIRILMASI VE SAĞLIK İŞLETMELERİ MODELİNE GEÇİŞ

Sağlık Bakanlığı'nın teşkilat yapılanması, Merkezi ve Taşra Teşkilatı olmak üzere yapılandırılmıştır. Sağlık Bakanlığı işleyişini Merkez Teşkilat, İl ve İlçe Sağlık işleyişini Taşra teşkilatı ile ele alınmaktadır. Geçmişten günümüze kadar Sağlık Bakanlığı'nın teşkilat yapısında yapılan düzenlemeler;

1. 3017 Sayılı Kanun (1936)
2. 181 Sayılı KHK (1983)
3. 663 Sayılı KHK (2011)
4. 694 Sayılı KHK (2017)
5. 703 Sayılı KHK (2018) (Durmuş ve Durmuş, 2019).

Türkiye’de Sağlık Bakanlığının yapılanmasında SDP’nın son adımı 663 sayılı KHK’dır. Bu KHK düzenleme ile Sağlık Bakanlığı’nın yönetim yapısı, profesyonel yönetime geçiş ve özel sektör yönetim şekline dayalı bir yatay örgütlenme modelidir. Bu sistem, sonuç odaklı, performansa dayalı ve rekabete açık hizmet anlayışını oluşturmayı hedeflemiştir. Sağlık Bakanlığı’nın yeni yönetim yapısı, Merkez ve Taşra Teşkilatına bağlı kuruluşlar tarafından düzenlenerek 2011 yılında yapılandırılmıştır (Lamba ve ark, 2014). 663 sayılı KHK kapsamında Türkiye Kamu Hastaneler Birliği 2012 yılında kurulmuştur. Sağlık Bakanlığı’nın teşkilat yapısından ayrı olarak ülkenin sağlık politikalarını belirlemek ve uygulamak için Sağlık Politikaları Kurulu kurulmuştur. 663 sayılı KHK, 2017 yılında olağanüstü hal döneminde 694 sayılı KHK çıkartılması ile yürürlükten kaldırılmıştır.

Sağlık Bakanlığı’nın görev, yetkileri ile teşkilat yapısında değişiklik yapmak amacıyla 2018 yılında 703 sayılı KHK yayınlanmıştır. 703 sayılı KHK ile Sağlık Bakanlığı’nın en üst amiri olan bakan Cumhurbaşkanına karşı sorumludur. Bu KHK ile Bakanlığa bağlı Müsteşar ve yardımcıları ile Yüksek Sağlık Şurası kaldırılmıştır. (Durmuş ve Durmuş, 2019).

703 sayılı KHK ile Sağlık Bakanlığı’nın görev ve yetkileri ile yönetim yapısında Cumhurbaşkanlığı Hükümet Sistemi tarafından köklü değişiklikler yapılmıştır. Bu kararname ile, Bakan ve emrinde çalışanların işlemleri açısından Cumhurbaşkanı’na karşı sorumludur. Bakanlığa bağlı müsteşar ve yardımcılığı kaldırılarak yerine Bakan ve yardımcılığı getirilmiştir. Cumhurbaşkanlığı, sağlık politikalarını belirlemede temel aktör konumuna geçmiştir ve politikaların izlenmesi ve geliştirilmesi açısından “Sağlık ve Gıda Politikaları” kurulu kurulmuştur (Durmuş ve Durmuş, 2019).

4. SAĞLIKTA DÖNÜŞÜM POLİTİKALARININ HEMŞİRELİK MESLEĞİNE YANSIMALARI

Küreselleşmenin etkisi ile birçok ülkede olduğu gibi Türkiye’de de birçok alanda politikalarda değişiklik yaşanmıştır. Ülkemizde sağlık alanında yaşanan değişim, SDP uygulanması ile olmuştur. SDP uygulaması ülkemizin sağlık hizmetlerini ve sağlık çalışanlarını önemli ölçüde etkilemiştir. SDP’nin sağlık sistemi ve sağlık personeli üzerindeki etkileri tablo 2’de özetlenmiştir (Çelebi Çakıroğlu ve Harmancı Seren, 2016).

Tablo 2. SDP’nin sağlık sistemi ve sağlık personeli üzerindeki etkileri (Çelebi Çakıroğlu ve Harmancı Seren, 2016).

SDP’nin Sağlık Sistemi ve Sağlık Personeli Üzerindeki Etkilediği Alanlar	Esnek, Çok Parçalı, Güvencesiz İstihdam
	Farklı İstihdam Biçimleri
	Özel Sektörde Büyüme
	Hizmet Satın Alma, (Taşeronlaşma)
	Performansa Dayalı Ödeme Biçimi
	Feminizasyon

Türkiye’nin yenilenen sağlık politikalarının hemşireler üzerindeki etkileri aşağıda sırayla açıklanmıştır;

a. Hemşirelik Kanunu ve Yönetmeliği Üzerine Etkisi; 1954 yılında çıkartılan Hemşirelik Kanunu ile hemşirelik tanımı yapılmış ve hemşirelerin görev ve sorumluluklarından bahsedilmiştir. SDP kapsamında hemşirelik mesleği tanımında, “Türk Kadını” ibaresi “Türk Vatandaşı” olarak değiştirilmiş ve hemşirelik mesleğini erkeklerin yapmasının önü açılmıştır. Ayrıca sağlık memurluğu mezunlarının da hemşire olarak çalıştırılabileceği düzenlenmiştir (Türedi ve ark, 2019).

Son yıllarda yapılan değişiklikler ile uzman hemşire tanımı yapılmıştır ve mesleğe bilim uzmanlığı tanınmıştır. Aynı zamanda yapılan değişiklikler ile başhemşire ve sorumlu hemşire tanımı yapılarak, görev ve sorumluluklarından bahsedilmiştir (Hemşirelik Kanunu, 2018).

b. Sözleşmeli Personel İstihdamı Üzerine Etkisi; Sözleşmeli personel istihdamının bakanlık tarafından başlatılması ile çok fazla personel sözleşmeli olarak istihdam edilmiştir. Sözleşmeli personel istihdamı sağlık alanında hemşire eksikliğini giderememiştir. 657 sayılı kanun kapsamında çalışan hemşireler ile 4B sözleşmeli statüsünde çalışan hemşirelerin özlük hakları açısından kargaşa yaratmaktadır (Seren ve Yıldırım, 2013).

Günümüzde hemşireler, 657 sayılı kanuna tabi 4A fıkrasına tabi olarak kadrolu, 4B statüsünde sözleşmeli, taşeron hemşire ve vekil hemşire gibi farklı statülerde çalıştırılmaktadır. Kadrolu hemşire statüsünde çalışmanın

diğer statülerden farkı güvence altında çalışmaktır. Günümüzde sözleşmeli hemşirelerin kadrolu statüye geçme yolu açılmış olsa da hemşirelerin güvence sorunu hala devam etmektedir. Aynı zamanda sözleşmeli personel alımı da yapılmaktadır (Türedi ve ark, 2019).

c. Özelleştirme ile Hemşire İstihdamı Üzerine Etkisi: SDP başlaması ile hemşirelerin kamu da çalışma oranında %57, özel sektörde çalışma oranında %278 oranında artışı belirtilmiştir (Etiler, 2011). Yapılan çalışmalar sonucunda özelleştirme ile hasta sayısının ve iş yükünün artışı, hemşire sayısının azaldığı ve çalışanların gelecek endişesinin olduğu bildirilmiştir (Engström ve Axelsson, 2010).

d. Performansa Dayalı Ödeme Sistemi Üzerine Etkisi: Bu sistem kapsamında tıbbi işlemler belirlenmiş ve puanlandırılmıştır. Hekimlerin yaptığı tıbbi işlemler doğrudan puanlaması yapılarak sonuçlandırılırken diğer sağlık çalışanlarının yaptığı işlemlerin puanlaması yapılmamıştır (Sağlık Bakanlığı, 2018). Bu durum, çalışanlar arasında çıkar çatışması, performans ücretlerinin maaşa yansıtılmaması, hemşirelerin maaşlarının emekliliğe tam yansıtılmaması gibi olumsuz durumlara yol açmıştır. Hemşirelerin maaşları yaşam kalitesinin altında olduğu anlaşılmaktadır. Hemşirelerin yaptığı işlerin sistem üzerine yansıtılmaması, ölçüt dışında tutulması sağlık alanında üretici güç olarak sadece hekimlerin olduğu yanılgısını yaratmaktadır (Kablay, 2014).

e. Feminizasyon: Literatürde, işgücünün yarısı ya da yarısından fazlasının kadınlardan oluşması olarak belirtilmiştir. Geçmişten günümüze sağlık alanında kadınların daha fazla olması bilinmesine rağmen feminizasyon giderek artmaktadır. Sağlık alanında uygulanan neoliberal politikalar çalışma koşullarının ağırlaştırmış, emeği değersizleştirmiş ve güvenceyi azaltmıştır, bu durum sağlık alanındaki erkek çalışanları başka sektöre geçmesine yönlendirmiştir. Kadın çalışan sayısının fazla olması sadece Türkiye’de değil Avrupa ülkeleri içine geçerlidir (Urhan ve Etiler, 2011).

f. Yeni İstihdam Alanları Üzerine Etkisi: Sağlık Bakanlığı’nın geliştirdiği stratejiler doğrultusunda sağlık hizmetlerin sunumunda yeni istihdam alanlarına ihtiyaç duyulmuştur. Bu alanlardan bazıları; gebe sınıfı, gebe okulu, sigara bırakma polikliniği, enjeksiyon-pansuman hizmetleri gibi. Aynı zamanda özel sektörde beslenme danışmanlığı, kronik hasta yönetimi, evlilik öncesi danışmanlık gibi istihdam alanları yer almaktadır.

Sonuç olarak, sağlık hizmeti bakım kalitesinin artırılmasında bir standart oluşturulması istenmesine rağmen Türkiye’nin sağlık politikaları sürekli yenilenmektedir. Hemşireler, yenilenen sağlık politikalarından etkilenmektedir. Yenilenen sağlık politikaları meslek üzerinde kargaşa

yaratmakta, hemşirelerin motivasyonunu düşürmekte ve tükenmişliğine neden olmaktadır. Hemşireler, özelleşme, sözleşmeli personel istihdamı, farklı, istihdam alanlarının oluşturulması, güler yüzlü hizmet anlayışı, performansa dayalı ücret uygulaması, kalite uygulamaları ve yönetsel değışiklerden etkilenmektedir (Türedi ve ark, 2019).

5. SAĞLIK POLİTİKALARINDAKİ SORUNLARA YÖNELİK ÖNERİLER

Sağlık bir yaşam hakkıdır, bu hak tüm otoriteler tarafından temel haklar olarak kabul etmelidir ve bireyin sağlıklı yaşam hakkı alması garanti edilmelidir. Sağlıklı yaşam hakkı değışen siyasi partilere göre feda edilmemelidir. Her ülke, DSÖ tarafından kabul edilen sağlık sistemlerini ülkenin ekonomik yapısı ve kendi ihtiyaçları doğrultusunda bir sistem geliştirmelidir. Sağlık sisteminde yaşanan sorunların çözümü bir denklem çözme mantığı ile yapılamaz. Sistemde yaşanan sorunları irdelenmeli ve bunlara yönelik çözüm önerileri değerlendirilmelidir. Sağlık sisteminde yaşanan sorunlara yönelik öneriler aşağıda sunulmuştur (Başol ve Işık, 2015).

1. Sağlık hizmetlerinin sunumunu ve finansmanını devlet tarafından yapılmalıdır. Hastane, tıbbi malzeme alımı, personel vb. giderlerinin maliyetini devlet karşılar ve bu haktan tüm vatandaş yararlanmalıdır. Sağlık Bakanlığı bünyesinde kurduğu bir departman ile tıbbi malzeme ve cihaz alınmasını kendi eliyle yapmalıdır. Sağlık Bakanlığı tıbbi malzeme ve cihaz alınmasında fiyatları kendi belirlemeli, malzeme tedarikini üretici ya da distribütör firmadan doğrudan yapmalıdır
2. Sağlık Bakanlığı, sağlık tesislerinin kapasitesini, alt yapısını, nüfusa göre dağılımını geliştirmelidir. Bireylerin aile hekimliği sisteminden yararlanmasını sağlamalı ve koruyucu sağlık hizmetlerini yaygınlaştırmalıdır. Toplum sağlığının faaliyetlerini toplumdaki bireyler tarafından daha görünür kılmalıdır
3. Sağlık hizmet alanı devlet ya da özel kuruluşların para kazanma alanı olmamalıdır. Sağlık ve eğitim alanına yapılan yatırımın toplumun geleceğini tayin ettiği unutulmamalıdır.
4. Sağlık hizmeti sunan tüm sağlık çalışanlarının yaptığı işlemler sisteme yansıtılmalı ve performans ödemelerinde meslekler arasında ayırım yapılmama ve oranlar adaletli dağıtılmalıdır.
5. Sağlığın korunması ve geliştirilmesi amacıyla dış paydaş kuruluşlar ile işbirliği yapılmalıdır. Toplumun ihtiyacına göre, dış paydaşlar

aracılığı ile sağlık profesyonelleri tarafından sağlığı olumsuz etkileyen riskler hakkında eğitim planlanmalı ve uygulanmalıdır.

6. SONUÇ

Sağlık, bir insan hakkıdır; yaş, cinsiyet, dil, ırk gözetmeden tüm bireylerin sağlık hizmetlerine erişimi sağlanmalıdır. Türkiye’de 1950’li yıllara kadar halk sağlığına öncelik verilmesi planlanmış fakat uygulanan sağlık sistemleri sağlığın iyileştirmesini sağlayamamıştır (Garrido Valesco ve ark, 2010). Ülkemizin sağlık sisteminde koruyucu sağlık hizmetlerinin önemsendiği ve bebek sağlığını korumaya yönelik planlamalar yapılmıştır. Devletin sağlığa denetleyici olmayan bir bakış açısıyla 1980’li yıllardan sonra, neo-liberal programların etkisiyle dönüştüğünü kanıtlamıştır. Ülkemizde kademeli sağlık reformunun başlaması SDP ile olmuştur. SDP, devletin ortaya koyduğu en kapsamlı tasarımıdır (Ak, 2021).

2003 yılında SDP uygulanmaya başlaması ile Türkiye’nin sağlık sisteminde köklü bir değişikliğe gidilmiştir. SDP programı kapsamında Sağlık Bakanlığı’nda bir denetim mekanizmasının olması, GSS uygulanmaya başlaması, tüm vatandaşların sağlık hizmetlerinden en iyi şekilde yararlanmak için nitelikli insan gücünün yetiştirilmesi, kurumsal yapılanmanın sağlanması, kalite hizmetlerine önem verilmesi, eğitim programları ve sağlık bilgi sisteminin geliştirilmesi olmuştur. Tüm bireylerin istediği aile hekimi, kamu ve özel hastanelerden yararlanmasının önü açıldı. Devlet tarafından yatarak tedavi ve ilaçlar karşılandı. İlaç sorununu çözmek için yeniden düzenleme yapıldı. Sağlık hizmeti sunan 112 ambulans sayısı ve istasyonu artırıldı, hava ve deniz taşıma sisteme eklendi. Bulaşıcı olmayan hastalıklarla mücadele programları kapsamında planlar hazırlandı ve uygulanmaya başlandı. Sağlık hizmetlerinin sunumunu artırmak için ülke genelinde mevcut hastanelerinin sayısı artırıldı ve şehir hastaneleri açıldı (Ak, 2021). Ülkemizde uygulanan SDP, bir küreselleşmenin bir sonucu geliştirildiği ve genel olarak değerlendirildiğinde toplum tarafından olumlu karşılandığı sonucuna ulaşılmıştır (Seçtim, 2019)

7. KAYNAKLAR

Ak, S. (2021). Geçmişten Günümüze Türkiye’nin Sağlık Politikaları. ASHD, 2021;20(1):28-36.

Akın, A. (2009). Türkiye’de sağlık hizmetlerinin sosyalleştirilmesi uygulamalarının ilk döneminde yönetim (1963–1980) başarılı oldu mu? Sağlık reformlarının sağlık yönetimine etkileri sempozyumu. Sempozyum Kitabı; 2009, 19–21 Kasım, Bursa s: 4–11.

Akdur, R. (1998). Türkiye'de Sağlık Politika ve Hizmetleri. Yeni Türkiye, 4(23-24):1984-1995.

Aksakoğlu, G. (2008). Sağlıkta sosyalleştirmenin öyküsü. Memleket Siyaset Yönetim Dergisi, 2008;8: 7-62.

Altındağ, Ö. ve Yıldız, A. (2020). Türkiye’de Sağlık Politikalarının Dönüşümü. Birey ve Toplum Sosyal Bilimler Dergisi, 10 (1), 157-184.

Altay, A. (2007). Sağlık hizmetlerinin sunumunda yeni açılımlar ve Türkiye açısından değerlendirilmesi. Sayıştay Dergisi. 2007;64: 33-58

Bakar, C., ve Akgün, S. (2005). “Türkiye’de Sağlık Reformları; Sonu Gelmeyen Hikaye”, Toplum ve Hekim Dergisi, TTB Yayını, Eylül-Ekim 2005, Cilt:20, Sayfa 339-35.

Başol, E., Işık, A. (2015). Türkiye’de Sağlık Politikalarında Güncel Gelişmeler: Sağlıkta Dönüşüm Programından Günümüze Bazı Değerlendirme ve Öneriler. IAAOJ, Social Science, 2015, 2(2), 1-26

Bostan, S., ve Çiftçi, F. (2016). Sağlıkta dönüşüm programı uygulamalarının hastane hizmetleri üzerindeki değişim etkisi: Sağlık çalışanlarının görüşleri. *SDÜ Sağlık Bilimleri Dergisi*, 7(2), 1-8.

Çelebi Çakıroğlu, O. ve Harmancı Seren, AK. (2016). Sağlıkta Dönüşüm Programı’nın Sağlık Sistemi ve Sağlık Çalışanları Üzerindeki Etkileri. Sağlık ve Hemşirelik Yönetim Dergisi, 2016; 3(1): 37-43

Devlet Planlama Teşkilatı. (1963). Kalkınma Planı 1. Beş Yıl (1963-1967), Ankara, 1963

Devlet Planlama Teşkilatı, (1968). İkinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1968-1972), Ankara

Durmuş, A., ve Durmuş MN. (2019). Sağlık Bakanlığı Teşkilat Yapısı. *Usaysad Derg*, 2019; 5(2):216-229

Engstörn, A.K., ve Axelsson, R. (2010). The double spiral of change - experiences of privatization in a Swedish hospital. The International Journal of Health Planning and Management, 25(2), 156- 68.

Etiler, N. (2011). Neoliberal politikalar ve sağlık emek gücü üzerindeki etkileri. Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi, 11(42), 2-11.

Fedai, R. (2019). Sağlıkta Dönüşüm Programının Öncesi: Türkiye’de Sağlık Hizmetlerinin Gelişimi: 1923-2003. Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi, 8 (2): 2010-2032

Fişek, N. (1991). Türkiye Cumhuriyeti Hükümetlerinde Sağlık Politikaları. Prof. Dr. Nusret Fişek'in Kitaplaşmamış Yazıları – I Sağlık Yönetimi. TTB Yayınları Ankara 1991.

Gül, S. S., ve Dericioğulları, D. E. (2010). Piyasa Odaklı Bir Uygulama Olarak Aile Hekimliği: Sağlık Hizmetinin Sunumunda Olası Kayıplar, Sosyal Haklar Ulusal Sempozyumu II Bildiriler Kitabı, İstanbul: Petrol-İş Yayını, 317-337.

Garrido Valesco, M., Zentner, A., ve Busse R. (2010). The effects of gatekeeping: a systematic review of the literature. Pmid:21192758 and pmc3347935 Doi:10.3109/02813432.2010.537015,2011, scand j prim health care, s. 28-38

İnsan Hakları Evrensel Bildirgesi, 10 Aralık 1948. Erişim: <https://www.ihd.org.tr/insan-haklari-evrensel-beyannames/>

Kablay, S. (2014). Performansa dayalı döner sermaye uygulaması ve sağlık çalışanlarına etkisi. İş Güç Endüstri İlişkileri Ve İnsan Kaynakları Dergisi, 16(4), 85-110.

Korkmaz, Tülay. (2003). “Türkiye’nin Kullandığı Uluslararası Krediler ve Çevre (IMF ve DB)”, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Çevre Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara

Kurt, AÖ., ve Şaşmaz, T. (2012). Türkiye’de Sağlık Hizmetlerinin Sosyalleştirilmesi: 1961–2003. Lokman Hekim Journal, 2012; 2 (1): 21-30.

Kökçü, A. (2014). Türkiye cumhuriyeti dönemi sağlık politikaları. Türkiye klinikleri j ethicks, s. 98-105.

Kumbasar, A. (2016). Sağlık politikaları 9.1.1920 - 1938 dönemi. sağlık politikaları. İstanbul: İstanbul üniversitesi, 2016, s. 208, 211.

Lamba, M., Altan, Y., Aktel, M., ve Kerman, U. (2014). Sağlık Bakanlığı’nda yeniden yapılanma: Yeni kamu yönetimi açısından bir değerlendirme. Amme İdaresi Dergisi, 2014; 47(1): 53-78.

Nesipoğlu, G. (2018). Olgusal Bir Yapı Olarak Sağlık Politikaları: 1920-1960 Yılları Arası Cumhuriyet Döneminin Tarihsel İzleği. Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi, 2018; 21(1): 165-177.

Öztek, Z. (2019). Sağlık hizmetlerinin sosyalleştirilmesinde 1980 sonrası yönetim anlayışı. Sağlık reformlarının sağlık yönetimine etkileri sempozyumu. Sempozyum Kitabı; 2009 19–21 Kasım Bursa s: 12–8.

Resmi Gazete (1961). Sağlık hizmetlerinin sosyalleştirilmesi hakkında kanun. 12 Ocak 1961. Sayı: 10705, s: 3076–9.

Resmi Gazete (1982). Türkiye Cumhuriyeti Anayasası, 9/11/1982; 17863. Tertip : 5 Cilt : 22 Sayfa : 3.

Sağlık Bakanlığı, Aşı Portalı:33. Erişim: <https://asi.saglik.gov.tr/asi/genel-bilgiler/33-a%C5%9F%C4%B1n%C4%B1n-tarih%C3%A7esi.html>

Sağlık Bakanlığı (2007). Refik Saydam Hıfzıssıhha Merkezi Başkanlığı, Hıfzıssıhha Mektebi Müdürlüğü, “Türkiye’de Sağlığa Bakış 2007”, Ankara 2007

Sağlık Bakanlığı (2008). İlerleme Raporu: Türkiye Sağlıkta Dönüşüm Programı. TC Sağlık Bakanlığı Yayın no:749, Ankara.

Sağlık Bakanlığı. (2018). Tıbbi İşlemler Yönergesi. Erişim <https://khgmekodemedb.saglik.gov.tr/TR,43364/tibbi-islemler-yonergesi.htm>

Sağlık Bakanlığı (2019). Sağlık İstatistikleri Yıllığı. Erişim: <https://sbsgm.saglik.gov.tr/Eklenti/40564/0/saglik-istatistikleri-yilligi-2019pdf.pdf>

Sağlık Bakanlığı (2020). Sağlık İstatistikleri Yıllığı. Erişim: <https://sbsgm.saglik.gov.tr/Eklenti/41611/0/haber-bulteni-2020pdf.pdf>

Seçtim, H. (2019). Sağlıkta Dönüşüm Programı Üzerine Bir Değerlendirme. Management and Political Sciences Review, 2019; 1(1) pp: 117-133

Sıvacı, C. (2007). “Genel Sağlık Sigortası ve Türkiye’de Uygulanabilirliği”, Bütçe Dünyası Dergisi, Devlet Bütçe Uzmanları Derneği, 2007, Sayı:24

Sosyal Güvenlik Kurumu. (2017). Genel Sağlık Sigortası Kavramı neyi ifade etmektedir? Erişim: http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/sgk/tr/calisan/gss_tescil_sureci/gsskavrami

Türedi, G., Erdoğan, T., ve Aba, G. (2019). Son Dönem Sağlık Politikalarının Hemşirelik Mesleği Üzerine Etkisi. SABAD, 2019; 1(2), 130-142

World Health Organization (2022). Health Policy. Erişim Adresi: <https://www.euro.who.int/en/health-topics/health-policy/health-policy>

Adli Hemşirelik: İnsan Hakları ve Hasta Güvenliğinin Savunucusu

İbrahim DUMAN¹

1- Öğr.Gör., Mersin Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi. ibrahimduman@mersin.edu.tr ORCID No: 0000-0002-3961-5702

ÖZET

Adli hemşirelik, hemşirelik bilimi ile adli ve hukuki bilimleri bütünleştiren disiplinler arası bir alandır. Şiddet, travma, istismar veya beklenmedik ölüm durumlarında hem sağlık hizmeti sunumunu hem de adli kanıtların toplanması, korunması ve yorumlanmasını kapsar. Adli hemşireliğin gelişimi; aile içi şiddet, cinsel saldırı ve çocuk istismarı gibi olguların artışıyla ortaya çıkan sosyal ve hukuki gereksinimlerden etkilenmiştir. Adli hemşireler, klinik bakım ile adli süreçler arasında köprü kurarak yaralanmaları tanımlar, belgeler, biyolojik ve iz delillerini toplar ve mahkemede uzman tanıklık yaparlar. Dünyada özellikle ABD, Kanada ve Avrupa’da uzmanlık ve sertifika programlarıyla profesyonel bir kimlik kazanmıştır. Türkiye’de ise 2000’li yıllardan itibaren adli hemşirelik alanında farkındalık ve akademik çalışmalar artmış olmakla birlikte, uygulama ve yasal tanınırlık açısından henüz istenilen düzeye ulaşmamıştır. Adli hemşireler acil servislerde, adli tıp kurumlarında, sığınma evlerinde, cezaevlerinde ve afet bölgelerinde görev alabilirler. Görevleri arasında hasta savunuculuğu, kanıta dayalı belgeleme ve adli mercilerle iş birliği yer alır. Adli hemşirelik; etik, bilimsel ve hukuki bütünlük sağlayarak adaletin, hasta güvenliğinin ve toplum sağlığının korunmasına önemli katkı sunar. Bu kapsamda, Türkiye’de adli hemşireliğin akademik altyapısının güçlendirilmesi, yasal düzenlemelerinin netleştirilmesi ve uygulama alanlarının yaygınlaştırılması, hem hasta güvenliği hem de adli olaylarda bilimsel ve etik uygulamaların desteklenmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Adli Hemşirelik, Adli Bilimler, Hemşirelik Uygulaması, Sağlıkta Adalet

1. GİRİŞ

Adli tıp kelimesi, Latince forensis sıfatının türetilmiştir ve mahkeme (forum) veya mahkemeden önceki anlamına gelmektedir. Romalılar zamanında, bir suç isnadı, sosyal adaleti sağlamak için davanın mahkemede bir grup kamu görevlileri önünde sunulması anlamına geliyordu. Mahkemede düzenlenen kamuya açık bir dava, savcılık ve savunma makamları tarafından yürütülür ve günümüzde de kullanılan adli süreci temsil eder. Bir hukuk kurumuna bildirilen, gerçek olayların araştırılmasını gerektiren ve mahkemede çözülebilecek her türlü şüpheli durum adli vaka olarak kabul edilir (Lynch ve Duval, 2011).

Adli tıp, ceza soruşturması sırasında tıp biliminin ceza ve medeni hukuka uygun olarak, özellikle ceza hukuku tarafında, kabul edilebilir kanıtların ve ceza usulünün yasal standartlarına uygun olarak

uygulanmasıdır. Adli bilimciler soruşturma sırasında bilimsel kanıtları toplar, muhafaza eder ve analiz eder. Bazı adli bilimciler kanıt toplamak için suç mahallerine giderken, diğerleri başkaları tarafından kendilerine getirilen nesneleri analiz ederek laboratuvar çalışanı rolünü üstlenirler (Mulla, 2014).

Adli bilimler, şüpheleri ortadan kaldırmak, zorlu hukuki kararları çözüme kavuşturmak ve gerçeği belirlemek amacıyla bir olay veya esere ilişkin gerçeklerin doğru kabul edildiği çok sayıda disiplini kapsar (Mulla, 2014).

Yaralanma, ölüm veya hukuki uyuşmazlıkla sonuçlanan durumların adli soruşturmalarında olayların tıbbi yönlerinin aydınlatılması; mağdur, şüpheli ve olaydan etkilenen üçüncü kişilerin tıbbi durumlarının belgelenmesi ve bu kapsamda haklarının korunmasının sağlanması için hekimlere ihtiyaç duyulmaktadır. Adli tıp uzmanları bu alanda eğitim almış uzmanlardır. (Kind ve Overman, 1972). Olayın niteliğine göre bir uzman ya da birden fazla uzmanın bir araya geldiği bir heyet "adli tıp raporu" hazırlar. Adli tıp raporunun her vakada adli tıp uzmanı tarafından hazırlanması şart değildir; diğer tıp branşlarından görevliler tarafından da hazırlanabilir. Yine olayın niteliğine göre diğer alanlardaki uzmanlar, dış hekimleri veya pratisyen hekimler tıbbın genelini veya kendi branşlarını ilgilendiren konularda rapor hazırlayabilirler (TDK, 2023).

1990'lara kadar Amerikan kamuoyunun adli bilimlerin disiplinleri veya uygulamaları hakkında çok az bilgisi vardı veya hiç bilgisi yoktu. Yirminci yüzyılda bilimsel ve teknolojik gelişmelerin sonucu, adli bilimin ve tıptaki uygulamaların temelleri sağlam bir şekilde atılmaya başlanmıştır. Gelişmiş mikroskoplar ve diğer bilimsel araçlar, baskı analizinde ileri teknikler, radyolojik prosedürler ve bilgisayarlar, adli tıp uygulamalarının hızlı gelişimini ve iyileştirilmesini destekleyen gelişmeler arasındadır. Aynı zamanda, bilim insanı ve tıp uzmanlarından oluşan gruplar, adli tıp disiplinlerindeki gelişmelerin paylaşılması ve yayılması ile bu bilimle ilgili dernekler kurulmuştur (Lynch ve Duval, 2011).

Adli bilimlerin birçok disiplini kapsayan ve dünya çapında çok sayıda uzman kuruluşu bulunmaktadır. Bunlar arasında Amerikan Adli Bilimler Akademisi (AAFS), Uluslararası Kan Modeli Analistleri Birliği, Uluslararası Adli Hemşireler Birliği (IAFN), Ulusal Tıbbi Muayene Uzmanları Birliği, Amerikan Adli Hemşirelik Kurulu, Amerikan Adli Tıp Koleji bulunmaktadır. Bunun yanında, Uluslararası Cinayet Araştırmacıları Derneği, Amerikan Test ve Malzeme Derneği, Polis Cerrahları Dernekleri, Amerikan Kriminoloji Derneği ve Uluslararası İnsan Kimliği Derneği bulunmaktadır (Lynch ve Duval, 2011).

Amerikan Adli Bilimler Akademisi bünyesinde adli patoloji/biyoloji, adli odontoloji, adli antropoloji, adli psikiyatri/davranış bilimleri, mühendislik bilimleri, adli tıp, adli toksikoloji, kriminalistik ve multidisipliner (adli hemşireliği içerir) disiplinleri yer almaktadır (Lynch ve Duval, 2011).

1948 yılında AAFS'nin kurucularından Dr. R. B. H. Gradwald şunları ifade etmiştir: “İnsanlar için sabit bir sınır yoktur. Herhangi bir adli tıp biliminin her birinin diğerine güvenmek zorunda olduğundan fazlası vardır. Bu nedenle, tüm adli bilimlerin temellerinin derlenmesi ve yayılmasında merkezi bir organizasyonun son derece değerli olması uygun görünmektedir.” Buna adli hemşirelik bilimi de dahildir. Bu prensibe dayanarak hemşirelik mesleği adli bilimlerin birçok yönünü benimsemiştir. IAFN, adli hemşirelik biliminde küresel bilgi ve eğitim alışverişini ısrarla teşvik etmektedir. AAFS, ulusal mahkemelerin güvenini ve saygısını artırmak ve adaletin ulaştığı noktayı görmek için çalıştı. IAFN, AAFS ile birlikte hemşirelikte adli tıp uzmanlığını temsil eder ve hizmet eder. Bu ideolojiye dayanarak disiplinler arası dayanışma, adli hemşirelik biliminin imajını ve profilini yükseltmeye ve adli bilimler adına standartları yükseltmeye devam edecektir (Lynch ve Duval, 2011).

2. ADLİ HEMŞİRELİK VE GELİŞİMİ

Adli hemşireliğin resmi tanınması, 1986 yılında AAFS'de yayınlanan orijinal bilimsel makalede sunulmuştur. 1991 yılına gelindiğinde akademi, adli hemşireliği adli bilimlerde yeni ortaya çıkan bir disiplin olarak resmi olarak tanıyan ilk kurum oldu. Lynch (AAFS, 1991) tarafından tanımlanan disiplin tanımına dayanarak AAFS üyeliğini klinik adli tıp uygulamalarında ve ölümün bilimsel araştırmasında nitelikli hemşireleri kapsayacak şekilde genişletti. O tarihten bu yana adli hemşirelik, adli bilimler içerisinde en hızlı büyüyen uzmanlık alanlarından biri haline geldi (Lynch ve Duval, 2011).

Tablo 1. Sağlık Mesleklerinin Adli Yönleri (Lynch ve Duval, 2011).

Tıp	Hemşire
Psikiyatri	Psikiyatri hemşireliği
Klinik adli tıp doktoru	Klinik adli hemşire
Cinsel saldırı uzmanı	Cinsel saldırı uzmanı
Tıp hukuku	Hemşirelik hukuku
Adli Tıp uzmanı	Adli hemşirelik uzmanı
Ceza İnfaz Kurumu Sağlık Görevlisi	Ceza İnfaz Kurumu Bakım/koruma hemşiresi
Yasal tıbbi danışmanlar	Yasal hemşire danışmanları

Hemşirelikteki gelişmeler tipik olarak tıp alanındaki meslektaşlarınkilerle paraleldir (tablo 1). Adli tıbbın ilk olarak Birleşik Krallık'ta, Avrupa-Asya'da ve Doğu'da sağlam bir şekilde kurulmuş olan güçlü temelleri, bu ülkelerde bu tür hemşirelik rollerinin erken gelişiminde açıkça etkili olmuştur. Adli hemşireliğin kronolojisi için tablo 2'de verilmiştir. Tarihi belgeler, Fransız Devrimi'nden önce ebelerin cinsel saldırı ve hamilelik konusunda ifade verdiğini ortaya koymaktadır (Camp, 1976). Profesyonel hemşirelik henüz mevcut olmasa da, ebenin dahil edilmesi şüphesiz adli hemşire muayenesinin erken bir prototipiydi. Birleşik Krallık'ta adli psikiyatri hemşireleri yüzyıllardır klinik adli tıp ekibinin önemli ortakları olmuştur. Bu uygulayıcıların değeri kolluk kuvvetleri ve hukuk toplulukları tarafından kabul edildiğinden, Kuzey Amerika'da da klinik adli tıp disiplinlerine yönelik bir eğilim artmıştır (Lynch ve Duval, 2011).

Tablo 2. Adli Hemşirelik Tarihsel Gelişimi (Lynch ve Duval, 2011).

Tarihler	Gelişimi
18-19. yy.	Klinik adli tıp bilimi Avrupa, Güney Amerika, Asya, Rusya ve diğer yerler
1986	Lynch, Arlington'daki Texas Üniversitesi'nde, ölümün bilimsel olarak araştırılmasına odaklanan resmi bir adli hemşirelik müfredatı başlattı.
1988	McNamara, klinik adli tıp uygulaması veya yaşayan adli tıp kavramını tanıttı.
	Lynch, adli hemşirelik modelini geliştirilmesi,
	Lynch, müfredatını klinik adli hemşireliği de içerecek şekilde genişletilmesi,
1989	Lynch, adli hemşireliği bilimsel bir disiplin olarak tanıması,
1991	Uluslararası Adli Hemşireler Birliği (IAFN) kurulması,
	Amerikan Adli Bilimler Akademisi tarafından adli hemşireliği resmen tanınması,

1995	Amerikan Hemşireler Birliği'nin Kongresinde (ANA) Hemşirelik Uygulamaları adli hemşireliğe uzmanlık statüsü verilmesi,
1997	Adli Hemşirelik Uygulamalarının Kapsamı ve Standartları IAFN ve ANA tarafından ortaklaşa yayınlanması,
2000	IAFN 10. yılını 2000'den fazla üyeyle kutlaması,
2010	AAFN, 3000'den fazla üyesiyle ve 50'den fazla ülkede adli hemşirelik hizmetleriyle 18. yılını kutluyor

Tablo 2’de adli hemşireliğin tarihsel gelişimine baktığımızda, hemşirelerin 18. yy. dan bu yana adli olaylarla karşılaştıkları bildirilmektedir. Adli hemşirelik ilk olarak 1970’li yılların başında Cinsel Saldırı Alanında Çalışan Adli Hemşireler tarafından kanıt toplama süreci, teknik beceriler ve bulguların yorumlanmasını sağlamak amacıyla hemşireler tarafından organize edilmiştir. Adli hemşirelik, 1995 yılında Amerikan Hemşireler Birliği tarafından bir hemşirelik uzmanlık alanı olarak kabul edilmiş, kapsamı ve standartları 1997 yılında onaylanmıştır. Adli hemşirelik kavramının oluşması 1990’lı yıllarda gerçekleşmiştir. Adli hemşirelik terimi ilk kez 1992 yılında Minneapolis’te düzenlenen bir kongrede kullanılmış ve terminolojiye girmiştir. Amerikan Hemşireler Birliği 1995 yılında adli hemşireliği bir uzmanlık alanı olarak kabul etmiş ve 1997 yılında adli hemşirelik faaliyet alanlarını ve standartlarını bir el kitabında yayınlanmıştır.

Adli hemşirelik, hemşirelik bilimi ile adli bilimin, hukuk ve kriminolojinin iç içe geçtiği, yeni ortaya çıkan bir hemşirelik dalıdır. IAFN’a göre adli hemşirelik; hemşirelik temel eğitiminin, şiddet, travma ve diğer suç olgularının failleri ile travma ve/veya ölüm olgularındaki kurbanların muayenesi ve bilimsel olarak araştırılmasına katkı sağlar. Adli hemşire, adli vakaların faillerine veya mağdurlarına bakım sağlayan kişidir. Bu uzmanlık alanı, şiddet, travma, bağımlılık, ölüm, suç faaliyeti, sorumluluk veya kazalar dahil olmak üzere genellikle tıbbi yasal bir bileşeni olan konuları inceler. Bu alanda eğitim alan adli hemşirelerin, adli olaya ilişkin tüm verilerin belgelenmesi, biyolojik verilerin toplanması ve saldırganın kıyafetleri gibi delillerin korunması gibi adli uygulamalar için lisans eğitiminden sonra özel eğitim almaları gerekmektedir (Scannell, 2020).

Adli hemşireler, hastaların insanlık dışı muameleye maruz kalıp kalmadıklarını belirlemelerine ve onlara en iyi tedaviyi sağlayabilecek ilgili birimlerle bağlantı kurmalarına yardımcı olur. Adli tıp hemşireleri, tıbbi tetkikçiler olarak anatomi, fizyopatoloji ve birçok hastalık hakkında temel bilgilere sahiptir. Aynı zamanda aldıkları eğitim, öğretim ve deneyimlerle temel hemşirelik bilgilerini ilerleten bir sürecin içinde yer alırlar (Akköz Çevik ve Başer, 2012).

2.1. Dünya da Adli Hemşirelik

Amerika Birleşik Devletleri, İngiltere, Almanya, Avustralya, Kanada, Güney Afrika, Japonya, Singapur ve Suudi Arabistan gibi birçok ülkede adli hemşireler, ceza hukuku ve ceza muhakemesinin yanı sıra özellikle adli tıp, seroloji, toksikoloji, narkotik, suçun aydınlatılması ve suçlunun tespiti ile adli hataların önlenmesi konularında adli destek personeli olarak çalışmaktadır. Hukuk ve kriminoloji ile adli tıp uygulamalarının örtüştüğü alanlarda özel eğitim alan hemşireler, tıbbi ve hukuki uygulamalardaki parametrelere bağlı olarak hizmet vermektedir. Adli hemşirelik kavramı ABD ve Avrupa'da travma ve şiddet vakalarında insanları muayene eden ve polis için rapor yazan sorumlu olan hekimler tarafından ortaya atılmıştır. Acil servislerin yoğunluğu nedeniyle acil servise başvuran cinsel saldırı mağdurlarının tanınmasında yaşanan güçlükler 1970'li yıllarda yeni bir hemşirelik uzmanlık alanı olan "cinsel saldırı hemşireliği" ihtiyacının doğmasına yol açmış ve akabinde konuyla ilgili çeşitli eğitim programları düzenlenmeye başlanmıştır Cinsel saldırı mağdurlarıyla çalışan hemşireler ABD'nin Memphis kentinde bir araya gelerek "Cinsel Saldırı Muayene Hemşireleri" birliğini kurmuşlardır. Kısa adı SANE olan bu birliğin; cinsel saldırı muayene hemşirelerinin, cinsel saldırı mağdurlarının ihtiyaç duyduğu acil yardım ve bakımı sağlayabilmeleri için fiziksel değerlendirme adli muayene, delil toplama, cinsel yolla bulaşan hastalıklara yönelik testler ve tedaviyi destekleyici öneriler, adli rapor yazma ve mahkemede tanıklık yapma konularında donanımlı olmaları gerektiği belirtilmiştir. Bu konudaki eksikliklerin giderilmesi için tecavüz mağdurlarının daha fazla zarar görmesinin engellenmesi, kriz yönetimi, tıbbi protokoller çerçevesinde yara değerlendirmesi ve tedavisi, tıbbi öykünün ve olayın tarafsız bir şekilde kayıt altına alınması, tecavüze bağlı olası fiziksel ve psikolojik sekellerin önlenmesi, cinsel yolla bulaşan hastalıkların değerlendirilmesi ve profilaktik tedavisi gerekmektedir, hastanın tercihinine uygun bir doğum kontrol yönteminin uygulanması, saldırı/istismar baskısının kontrol altına alınmasına yardımcı olunması, tecavüz sonrası iyileşme sürecinin kolaylaştırılması, danışmanlık, tedavi ve takip için uygun referans sağlanması, tecavüz vakalarında kolluk kuvvetlerine delil sağlanması ve kovuşturma aşamasında yardımcı olunması konularında çeşitli eğitimler verilmiştir. Amerika adli hemşirelerin çalışma alanları yasalar ve aldıkları eğitim çerçevesinde değişiklik göstermektedir. Tek başına muayene etmek, rapor tutmak, delil toplamak ve hatta dosyayı adalete iletmek gibi yasalarla düzenlenmiş görevleri vardır. Ülkemizde bu tür görevlerin uygulanması yasal olarak mümkün değildir (Lynch ve Duval, 2011; Akköz Çevik ve Başer, 2012).

2.2. Türkiye’de Adli Hemşirelik

Adalet ve sağlık sistemleri arasında bir köprü olan adli hemşirelik ülkemizde halen kabul görme aşamasındadır. Esas itibarıyla her hemşire bir adli hemşiredir ve görevi sırasında pek çok adli vakayla karşılaşmaktadır. Hatta çoğu zaman bunlarla ilgili kararları tek başına vermek zorunda kalıyor. Ancak akademik alanda henüz hak ettiği noktada değildir. Üniversitenin lisans müfredatına baktığımızda dünya standartlarına ulaşma yolunda kat etmemiz gereken uzun bir yol olduğu açıkça görülmektedir. Buna rağmen birçok programda lisans dersleri vermek de mümkündür. Ülkemizde tıp ve adli bilimler alanında pek çok yayın bulunmasına rağmen hemşirelerin bilgi ihtiyaçlarını karşılayacak nitelikli bir çalışma bulunmamaktadır. Güncel literatür yayınları adli hemşirelik ihtiyaçlarına yönelik bir bilgi sunma yönündedir. (Abacı Kalfoglu vd, 2019).

Türkiye’de adli hemşirelik alanındaki en büyük sorun görev tanımı ve fonksiyonların tam olarak tanımlanmamış olmasıdır. Her ne kadar işlevleri mesleki özellikler ve etik ilkeler çerçevesinde tanımlanmış olsa da şu anda pratikte yaygın olarak kullanılmadıklarından bu konuda net sınırlar çizmek zordur. Türkiye’de hemşireler adli tıp eğitimi almamaktadır. Kaliteli bir sağlık hizmeti için diğer alanlarda olduğu gibi adli tıbbın temel konularının (deliller ve toplanması, yaralar vb.) temel hemşirelik eğitiminde yer alması ve bu konuda gerekli bilgi ve beceriye sahip hemşirelerin yetiştirilmesi gerekmektedir. Alanın hizmet içi eğitim, yüksek lisans ve doktora programları ile desteklenmesi gerekmektedir (Akköz Çevik ve Başer, 2012). Türkiye’de sadece Marmara ve Üsküdar Üniversitesi’nde lisansüstü programı bulunmaktadır.

Türkiye’de ilk kez Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Adli Tıp Anabilim Dalı bünyesinde Adli Hemşirelik Birimi kuruldu. Daha sonra Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Yüksekokulu ve Adli Bilimciler Derneği işbirliğiyle sertifikalı kurslar düzenlenmeye başlandı. Birinci adli hemşirelik kursu 24-26 Ocak Mart 2004 tarihleri arasında yapılmıştır. Günümüzde 7. Uluslararası Adli Hemşirelik Kongresi Karadeniz Teknik Üniversitesi tarafından 08-10 Mayıs 2023 tarihinde yapılmıştır.

3. ADLİ HEMŞİRENİN ROLLERİ VE SORUMLULUKLARI

IAFN’nin (1997) rol tanımlarına göre genel olarak adli hemşirelik, kendi içinde uzmanlaşmış birçok alt uzmanlıktan oluşmaktadır. Adli hemşireliğin tüm çalışma alanları farklı bilgi ve deneyim gerektirir. Klinik adli hemşirelik, cinsel saldırı muayene hemşireliği, şüpheli ölüm soruşturma

hemşireliği, adli doğrulama hemşireliği, adli geriatri hemşireliği, adli hukukta hemşirelik rehberlik danışmanlığı (hemşirelik hukuku danışmanı), adli hemşirelik araştırmacıları, adli pediatri hemşireliği ve adli psikiyatri hemşireliği bu alanlar arasında yer almaktadır. Adli hemşirelerin bakım alanının yanı sıra adli süreçte de görev yapmaları nedeniyle rollerinin genişletilmesi gerekli hale gelmiştir (Lynch, 2011).

AAFS’de belirtilen adli hemşirelik süreci, hasta merkezli bakım planlarının yeniden düzenlenmesini ve değerlendirilmesini içeren dinamik bir süreçtir. Biçimlendirme süreci dört aşamadan oluşur. Bu aşamalar;

1. Tanılama süreci: Acil durumun ve olası sakatlıkların belirlenmesi süreci,
2. Planlama süreci: Adli olayların araştırılması süreci,
3. Müdahale süreci: Olayla ilgili belge ve kayıtların doldurulması, uygun bakımın verilmesi ve rapor yazılması süreci,
4. Değerlendirme süreci: Yapılan değerlendirmelerin gözden geçirilmesi sürecidir (Lynch ve Duval, 2011).

Adli hemşirelik süreci değerlendirildiğinde adli hemşirenin kriminal olaylarda (aile içi şiddet, çocuk istismarı gibi) olaydan haberdar olduğu, adli olaya ilişkin öykü aldığı, fiziksel değerlendirme yaptığı, adli muayene, biyolojik ve fiziksel delillerin toplanması ve/veya saklanması, güvenlik zincirinin korunması, mağdur ve yakınlarının ihtiyaçlarının karşılanması için ihtiyaç duydukları desteği sağlamak ve rehabilitasyonlarında yol gösterici adımlar atmak, adli rapor yazılması, hemşirelik hizmetleri konusunda eğitim ve danışmanlık sağlamak, şiddeti önlemek gibi rol ve sorumlulukları bulunmaktadır (Çilingir ve Hindistan, 2012).

Adli hemşireler acil servislerde, intiharı önleme merkezlerinde, tecavüz kriz merkezlerinde, olay yeri incelemelerinde, ölüm soruşturmalarında, cezaevlerinde, savcılıklarda, hukuk bürolarında ve adli patoloji laboratuvarlarında çalışabilir ve mahkemelerde bilirkişi olarak görev yapabilmektedir (Pınar ve Bahar, 2011; Lynch, 2011).

Adli hemşire, rol ve sorumluluklarını yerine getirirken adli tıp hekimleri, adli bilimciler, psikologlar, jinekologlar, sosyal hizmet uzmanları ve güvenlik görevlileri (polis, jandarma) gibi birçok farklı disiplinden oluşan adli ekiple birlikte çalışmaktadır. Ayrıca adli hemşireler Adli Tıp Kurumu, Adli Tıp Enstitüleri ve uzman kuruluşlarla işbirliği yapmaktadır (Çilingir ve Hindistan, 2012; Lynch, 2011).

4. ADLİ HEMŞİRELİKTE YASAL DAYANAK

Ülkemizde adli hemşirelik konusunda en büyük sorun adli hemşirenin görev ve sorumluluklarının tam olarak tanımlanmamış olmasıdır. Adli vakaların en çok yaşandığı servislerin başında gelen acil kliniklerinde hemşireler, “Hemşirelik Yönetmeliği” ve “Ceza Kanunu” göre görev ve sorumluluklarını yerine getirmektedir.

Hemşirelik Kanunu’nda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun’un (Kanun No. 5634 RG: 2.5.2007/26510) 4. maddesine göre: *“Hemşireler; tabip tarafından acil haller dışında yazılı olarak verilen tedavileri uygulamak, her ortamda bireyin, ailenin ve toplumun hemşirelik girişimleri ile karşılanabilecek sağlıkla ilgili ihtiyaçlarını belirlemek ve hemşirelik tanılama süreci kapsamında belirlenen ihtiyaçlar çerçevesinde hemşirelik bakımını planlamak, uygulamak, denetlemek ve değerlendirmekle görevli ve yetkili sağlık personeli*dir. Ayrıca aile hekimliği uygulamasına ilişkin kanun hükümleri ile bu Kanuna dayanılarak yürürlüğe konulan mevzuattaki görevleri de yaparlar.”(RG, 2007).

Hemşirelik Yönetmeliği’nde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik’in[39] 7. maddesine eklenen 6. fıkraya göre: (19.04.2011 tarihli ve 27910 sayılı Resmi Gazete) *“Uzmanlık alanı ile ilgili ve etik konularda kişi, kurum ve kuruluşlara danışmanlık ve bilirkişilik yapar. Çalıştığı kurumda araştırmalarla ilgili etik komitede görev alabilir.”* (RG, 2011). Bu yönetmeliklere göre hemşireler adli hemşireliklerin rol ve sorumluluklarını yerine getirirler. Bunun yanında, Türk Ceza Kanunu’nun 280. ve 281. maddesine göre hemşirelerin adli sorumlulukları bulunmaktadır.

Türk Ceza Kanunu, 280. Madde, *“Görevini yaptığı sırada bir suçun işlendiği yönünde bir belirti ile karşılaşmasına rağmen, durumu yetkili makamlara bildirmeyen veya bu hususta gecikme gösteren sağlık mesleği mensubu, bir yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılır”*

Türk Ceza Kanunu, 281. Madde, *“Gerçeğin meydana çıkmasını engellemek amacıyla, bir suçun delillerini yok eden, silen, gizleyen, değiştiren veya bozan kişi, altı aydan beş yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılır. Kendi işlediği veya işlenişine iştirak ettiği suçla ilgili olarak kişiye bu fıkra hükmüne göre ceza verilmez. Bu suçun kamu görevlisi tarafından göreviyle bağlantılı olarak işlenmesi hâlinde, verilecek ceza yarı oranında artırılır. İlişkin olduğu suç nedeniyle hüküm verilmeden önce gizlenen delilleri mahkemeye teslim eden kişi hakkında bu maddede tanımlanan suç nedeniyle verilecek cezanın beşte dördü indirilir.”*(TCK,2004).

Adli hemşirenin görevi hiçbir zaman adli tıp uzmanı ya da adli soruşturmayı yürüten polis memuru olmak değil, adli öneme sahip olabilecek delillerin toplanmasını, kaybolmasını önlemek, saklanmasını/korunmasını sağlamak ve adli soruşturmayı yürütmek ve ilgili birimlere ulaştırılmasını sağlamaktır. Adli hemşire, görevini yerine getirirken hemşirelik bilgi ve becerilerini kullanarak adli vakayı farklı bir açıdan inceler ve adli ekibin diğer üyeleriyle işbirliği yapar (Özden ve Yıldırım, 2009)

5. ADLİ HEMŞİRELİK ÇALIŞMA ALANLARI

Adli hemşirelerin çalışma alanlarına göre yaptıkları görevler tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Adli hemşirelerin çalışma alanlarına göre görev ve sorumlulukları			
Çalışma Alanı		Görev ve Sorumluluk	Örnekler
Klinik Hemşirelik	Adli	Mağdur veya faillerin tıbbi kayıtlarının tam, doğru ve eksiksiz olarak alınması ve kaydedilmesi, kıyafetlerinin uygun şekilde çıkarılması ve saklanmasından sorumludur. Bilgi ve belgelerin eksik olması durumunda tanık olarak görev yapar	Özellikle travma sonrası acil gelen hastalardan alkol/uyuşturucu madde tespiti için numune alınması, alınan tüm numunelerin saklanması vb
Şiddette Hemşirelik	Adli	Hemşireler toplumda şiddetin azaltılması ve şiddetin önlenmesi, şiddetten korunma ve şiddete erken müdahaleyi içeren şiddet içermeyen bir kültürün oluşturulmasında aktif rol oynayabilir	Şiddet evde, okulda, işte, kısacası hayatın her alanında yaşanabilecek; aile içi şiddet, çocuk istismarı ve ihmali, kadına yönelik şiddet, tecavüz, yaşlı istismarı, okulda veya işyerinde güç kullanımı/zorbalık ve cinayet gibi
Cinsel Saldırı Muayenesinde Adli Hemşirelik		Cinsel saldırı mağdurlarının daha detaylı ve duyarlı bir şekilde muayene edilmesine yardımcı olması, mağdurun izlenmesi ve rehabilitasyonu ile adli tıp hizmetlerinde rapor yazımını sağlaması ve gerektiğinde tanık olarak görev yapması	Özellikle acil serviste karşılaşılan cinsel saldırıya uğramış bireyler
Adli Pediatri Hemşireliği		Çocuk olgularının kabulü, değerlendirilmesi, tedavisi, koruyucu hizmet veren birimlere sevki, olayların olasılığının	Çocuk istismarı, aile içi şiddet, darp edilmiş çocuk ve ani çocuk ölümü gibi

	incelenmesi, izlem ve rehabilitasyonunu, çocuğun şahitliğini yapar ve gerektiğinde tanık olarak görev yapar	
Adli Obstetri ve Jinekoloji Hemşireliği	Mağdur kadınların muayenesi, değerlendirilmesi, gebelerin kayıtların alınması, travmaya bağlı düşük, prematüre veya ölü doğum vakalarında tam öykü alınması ve gerektiğinde tanık olarak görev yapar	Fiziksel ve psikolojik travma maruz kalmış kadın/gebe
Adli Psikiyatri Hemşireliği	Suç işleyen psikiyatri hastalarının tedavi ve bakımından, bu kişilerin kendileri ve toplum için güvenli bir ortamda tutulmasından, psikiyatri hastası olduğu iddia edilen kişilerin gözlemlenmesi ve gözlenmesi için uygun ortamın yaratılmasından sorumludur.	Bir suç eylemi sergileyen hasta, akıl hastaları
Adli Geriatri Hemşireliği	Geriatri kliniklerinde yaşlı istismarı gibi durumlarda fiziksel değerlendirmelerin yapılması ve rapor tutulması ya da yaşlı bireyleri ihmal ve istismarına yönelik önlenmesinde görev alırlar	Şiddet, ihmal ve istismara uğramış yaşlı birey
Nezarethane, Cezaevi ve İslahevinde Adli Hemşirelik	Alkol/madde bağımlılığı veya kronik hastalığı olan kişilerin cezaevine gönderilmeden önce gelişebilecekleri olası sorunların önlenmesi için en uygun sağlık koşullarının sağlanması, akut hastalık ve yaralanmaların tedavi edilerek ileri tedaviye yönlendirilmesi, müşahede altındaki hükümlülere eğitim verilmesi, fiziksel değerlendirmelerin yapılması travma ve ani ölümlerin incelenmesi, haklar ve olası kötü muamelelerin önlenmesinde göre alırlar	Şiddete uğramış mahkum, ani ölümler, madde kullanımları vb
Şüpheli Ölüm Araştırmalarında Adli Hemşirelik	Ölünün muayenesi, olay yerinin incelenmesi, delillerin tam ve uygun şekilde toplanması ve saklanması, olay yerinin fotoğrafının çekilmesi, adli raporun hazırlanması, adli ekip	Şüpheli ölümler

	üyeleri arasında bilgi akışının sağlanması, merhumun yakınlarına bilgi ve destek sağlanması ve gerektiğinde tanıklık etmek.	
Adli Hemşirelikte Bilirkişilik	Tıbbi kayıtların incelenmesi ve değerlendirilmesinde görev yapmaktadır	İhmal ve malpraktis uygulaması

6. SONUÇ

Adli hemşireler, sağlık ve adli süreçler arasında köprü görevi görerek, alanında özgün bir bakış açısına sahiptir. İnsan haklarına saygılı bir yaklaşım ile hastaların insanlık dışı muameleye maruz kalıp kalmadığını tespit eder, gerekli tıbbi ve psikososyal müdahaleleri sağlar ve bakım sürecinde en iyi standartları uygular. Ayrıca, adli olaylarda toplanan verilerin doğru ve güvenilir biçimde belgelenmesini sağlayarak, adli süreçlerde bilimsel ve etik bütünlüğün korunmasına katkıda bulunurlar. Bu rollerine ek olarak, adli hemşireler ilgili kurum ve kuruluşlarla iş birliği yaparak mağdur ve yakınlarının haklarının korunması, rehabilitasyon süreçlerinin yönlendirilmesi ve travmanın etkilerinin azaltılması konularında öncülük ederler. Türkiye’de adli hemşirelik hâlihazırda sınırlı düzeyde uygulanmakta ve akademik, yasal ve uygulama boyutlarında eksiklikler bulunmaktadır. Bu nedenle, toplumda hem sık görülen hem de nadir vakalara adli bakış açısı kazandırmak, sağlık ve adalet sistemlerinde etkinliği artırmak, mağdur ve faillerin haklarını korumak ve bilimsel araştırmaları teşvik etmek amacıyla adli hemşireliğin akademik altyapısının güçlendirilmesi, yasal düzenlemelerinin netleştirilmesi ve uygulama alanlarının yaygınlaştırılması büyük önem taşımaktadır.

7. KAYNAKLAR

- Abacı Kalfoğlu, E., Köprülü, A.Ş., ve Hamzaoglu, N. (2019). Adli Hemşirelik. Akademisyen Kitapevi, Ankara, 2019, Sy. 3-4.
- Akköz Çevik, S., ve Başer, M. (2012). Adli Hemşirelik ve Çalışma Alanları. Sağlık Bilimleri Dergisi, 21(2): 143-152,
- Camp, F. (1976). Gradwold's legal medicine. 3rd ed. Yearbook Medical Publishers, Chicago.

Çilingir, D., ve Hindistan, S. (2012). Adli Hemşireliğin Kapsamı ve Yasal Boyutu. Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi, 9 (1): 10-15

İlçe, A., Yıldız, D., Baysal, G., Özdoğan, F., ve Taş, F. (2010). Acil Servislerde Çalışan Sağlık Bakım Personelinin Adli Olgularda Delillerin Korunması ve Saklanması Yönelik Bilgi ve Uygulamalarının İncelenmesi. Ulus Travma Acil Cerrahi Dergisi, 16:546-51.

Kind, S., ve Overman M. (1972). Science Against Crime. New York: Doubleday, 1972. ss. 12-13. ISBN 0-385-09249-0.

Lynch, V.A., ve Duval, J.B. (2011). Forensic Nursing Science. Copyright, 2011 by Mosby, Inc., an affiliate of Elsevier Inc. 2nd ed. ISBN 978-0-323-06637-2.

Lynch, V.A. (2011). Forensic nursing science: Global strategies in health and justice. Egyptian Journal of Forensic Sciences, 1:69-76.

Maier, S.L. (2011). The emotional challenges faced by Sexual Assault Nurse Examiners: ER nursing is stressful on a good day without rape victims. J Forensic Nurs, 7:161-172.

Mulla, S. (2014). The violence of care : rape victims, forensic nurses, and sexual assault intervention. Includes bibliographical references and index. ISBN 978-1-4798-6721-9

Özden, D.,ve Yıldırım, N. (2009). Adli Vakaya Hemşirelerin Yaklaşımı. H.Ü Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Dergisi 2009;16:73-81.

Pınar, R., ve Bahar, M.T. (2011). Acil Servis Hizmetleri ve Adli Hemşirelik. Türkiye Klinikleri J Nurs Sci, 3:45-54.

Scannell, M. Forensic Nursing. Uymaz, P. Adli Hemşirelik Hakkında Bilmeniz Gerekenler. Akademisyen Kitabevi, 2020, Ankara. sy: 3-10.

Resmi Gazete, 2004. Türk Ceza Kanunu. Kanun Numarası: 5237. Yayınlandığı Resmi Gazete Tarihi: 12.10.2004, Yayınlandığı Resmi Gazete Sayısı: 25611.

Resmi Gazete, 2007. Hemşirelik Kanunu'nda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun. Yayınlandığı Resmi Gazete Sayısı: 26510.

Resmi Gazete, 2011. Hemşirelik Yönetmeliği'nde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik. Yayınlandığı Resmi Gazete Sayısı: 27910.

Türk Dil Kurumu. Adli Bilimler. Erişim : https://tr.wikipedia.org/wiki/Adli_bilimler#:~:text=Adli%20bilimler%20veya%20kriminalistik%2C%20maddi,konular%C4%B1nda%20hukuki%20karar%20almay%C4%B1%20destekler. Erişim Tarihi: 17/12/2023

İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemlerinde İnsan Faktörünün Önemi

Mustafa TATLİCAN¹

Fatih ULUKAYA²

¹ Öğr. Gör.; Tarsus Üniversitesi Rektörlük Uygulamalı Birim, İş Sağlığı ve Güvenliği Ofisi Koordinatörlüğü.
mustafatatlican@tarsus.edu.tr ORCID No: 0000-0003-3563-476X

² Öğr. Gör. Simav Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikleri Bölümü.
fatih.ulukaya@ksbu.edu.tr ORCID No: 0000-0001-9258-668X

ÖZET

İş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemleri, iş kazalarının önlenmesi ve sürdürülebilir bir güvenlik kültürünün oluşturulması açısından kritik öneme sahiptir. Ancak bu sistemlerin başarısı yalnızca yasal düzenlemeler, teknik önlemler veya prosedürlerle sınırlı değildir; sistemin merkezinde yer alan insan faktörü belirleyici bir role sahiptir. İnsan faktörü; çalışanların bilgi, tutum, algı, motivasyon ve davranışlarıyla doğrudan ilişkilidir. Çalışanların güvenliğe yönelik farkındalık düzeyi, yöneticilerin liderlik anlayışı ve örgütsel iletişim biçimi, sistemin etkinliğini doğrudan etkiler.

Son yıllarda yapılan araştırmalar, iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarında insan faktörünün göz ardı edilmesinin, “insan hatası” kaynaklı kazaların temel nedeni olduğunu göstermektedir. Bu nedenle modern güvenlik anlayışı, cezalandırıcı yaklaşımlar yerine insan davranışını anlamaya ve iyileştirmeye yönelik sistemselsel bir yaklaşımı benimsemektedir.

Eğitim, katılım, motivasyon ve liderlik temelli bir yönetim anlayışı, çalışanların güvenli davranışlarını destekleyerek sistemin başarısını artırmaktadır. Sonuç olarak, insan faktörü yönetim sistemlerinin en zayıf halkası değil, en güçlü bileşeni olarak değerlendirilmelidir. İnsan merkezli bir yaklaşım, yalnızca kaza oranlarını azaltmakla kalmaz, aynı zamanda çalışan memnuniyetini ve kurumun sürdürülebilir başarısını da güçlendirir.

Anahtar Kelimeler: İş sağlığı, iş güvenliği, yönetim sistemleri, güvenlik kültürü, çalışan davranışı

1. GİRİŞ

İş sağlığı ve güvenliği (İSG), yalnızca yasal bir zorunluluk değil, aynı zamanda sürdürülebilir üretim, çalışan refahı ve işletme verimliliğinin temel bileşenidir. 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren sanayileşmenin hızlanmasıyla birlikte iş kazaları ve meslek hastalıkları önemli bir toplumsal sorun hâline gelmiştir. Bu durum, örgütlerin güvenlik konusundaki yaklaşımlarını yeniden değerlendirmelerine neden olmuş ve sistematik bir yönetim anlayışı gerekliliğini ortaya çıkarmıştır (Hale, 1998: 152).

İş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemleri (İSG-YS), kuruluşların riskleri sistematik biçimde yönetmelerini, güvenli bir çalışma kültürü oluşturmalarını ve sürekli iyileştirme mekanizmalarını devreye sokmalarını amaçlar. Bu sistemlerin etkinliği yalnızca teknik önlemlere değil, aynı zamanda insan davranışları, motivasyon, liderlik ve örgütsel iletişime de bağlıdır (Cooper, 2000: 114).

Özellikle ISO 45001:2018 standardının yürürlüğe girmesiyle birlikte, çalışan katılımı ve liderlik kavramları iş sağlığı yönetim sistemlerinin merkezine yerleşmiştir. Standardın temel ilkesi, yalnızca yöneticilerin değil tüm

çalışanların sürece aktif biçimde dahil olmasını öngörmektedir (Elliott, 2024: 7). Bu yönüyle İSG yönetim sistemleri artık sadece riskleri tanımlayan bir çerçeve değil, aynı zamanda insan davranışlarını yönlendiren bir yönetim kültürü hâline gelmiştir.

İnsan faktörü, bir işletmenin güvenlik performansını doğrudan etkileyen en kritik unsurlardan biridir. Çalışanların güvenlik farkındalığı, bilgi düzeyi, iletişim becerileri ve motivasyonu sistemin başarısında belirleyici rol oynar. Araştırmalar, iş kazalarının %80'inden fazlasında insan hatasının doğrudan veya dolaylı etkisinin bulunduğunu göstermektedir (Reason, 2016: 71). Ancak burada “hata” kavramı bireysel eksiklikten ziyade, çoğu durumda sistemsel yetersizlikleri işaret eder. Reason'un (2016) “Swiss Cheese Model” olarak bilinen yaklaşımına göre, kazalar genellikle çoklu savunma katmanlarının aynı anda başarısız olmasıyla ortaya çıkar. Bu katmanların önemli bir kısmı ise insan davranışlarıyla ilişkilidir.

Dolayısıyla bu bölüm, iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemlerinde insan faktörünün kavramsal ve pratik önemini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Çalışmanın ilk kısmında yönetim sistemlerinin temel ilkeleri ele alınacak, sonraki bölümlerde insan faktörünün tanımı, yönetim süreçlerindeki rolü ve güvenlik kültürüyle ilişkisi ayrıntılı biçimde incelenecektir.

2. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ YÖNETİM SİSTEMLERİNİN TEMEL İLKELERİ

İş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi (İSG-YS), bir kurumun iş kazalarını ve meslek hastalıklarını önleme kapasitesini artırmak amacıyla oluşturduğu, planlı, ölçülebilir ve sürekli iyileştirmeye dayalı bir yönetim yapısıdır. Bu sistem, işletmelerin sadece yasal yükümlülüklerini yerine getirmesini değil, aynı zamanda güvenlik kültürünü kurumsal bir değer hâline getirmesini sağlar (Demirkesen ve Arditi, 2015: 68).

İSG yönetim sistemlerinin temelini **PUKÖ (Planla–Uygula–Kontrol Et–Önlem Al)** döngüsü oluşturur. Bu model, her düzeyde sistematik bir iyileştirme sürecini öngörür:

- **Planla:** Riskleri belirle, hedefleri tanımla.
- **Uygula:** Planlanan önlemleri devreye al.
- **Kontrol Et:** Performansı ölç ve sonuçları değerlendir.
- **Önlem Al:** Sürekli iyileştirme adımlarını uygula (International Labour Organization, 2020: 45).

Bu döngü, insan faktörünün sistemin her aşamasında yer aldığını açıkça göstermektedir. Planlama aşamasında riskleri doğru tanımlayabilmek, çalışanların deneyim ve gözlemlerine bağlıdır. Uygulama sürecinde alınan

önlemlerin etkinliği, çalışanların kurallara gönüllü uyumuyla doğrudan ilişkilidir. Kontrol ve önlem alma süreçlerinde ise geri bildirim, eğitim ve iletişim mekanizmaları ön plana çıkar.

ISO 45001:2018 standardı, yönetim sistemlerinin merkezine **liderlik** ve **katılım** kavramlarını yerleştirerek, insan faktörünün önemini açık biçimde vurgulamıştır. Standardın 5. maddesi, üst yönetimin iş sağlığı ve güvenliği performansından doğrudan sorumlu olduğunu belirtirken, 5.4 maddesi çalışan katılımını ve danışmayı zorunlu kılar (International Organization for Standardization, 2018: 10-11). Bu yaklaşım, sadece yöneticilerin değil, her seviyedeki çalışanın güvenlik kültürünün bir parçası olmasını hedefler.

Ayrıca yönetim sistemlerinin başarısı, yalnızca dokümantasyon veya prosedürlerin varlığıyla değil, bu süreçlerin çalışan davranışlarına nasıl yansıdığıyla ölçülmelidir (Hale ve Borys, 2013: 218). Bu nedenle etkili bir İSG yönetim sistemi, teknik önlemlerle insan davranışlarını bütünleştiren bir yapı olarak değerlendirilmelidir.

Sonuç olarak, iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemleri yalnızca bir dizi idari gereklilik değil, aynı zamanda **insan merkezli bir yönetim felsefesi** olarak görülmelidir. Sistemler, insan davranışlarını yönlendiren, güvenliği örgütsel bir değer hâline getiren ve öğrenen bir organizasyon kültürü yaratan dinamik yapılardır (Cooper, 2000: 119).

3. İNSAN FAKTÖRÜNÜN KAVRAMSAL ÇERÇEVESİ: TANIMI, BOYUTLARI VE İSG YÖNETİM SİSTEMLERİYLE İLİŞKİSİ

İnsan faktörü, iş sağlığı ve güvenliği bağlamında, çalışanların davranışları, algıları, karar verme süreçleri, dikkat ve motivasyon düzeyleri ile doğrudan ilişkilidir. İş kazaları ve meslek hastalıklarının önemli bir kısmının, teknik yetersizliklerden ziyade insan hataları ve sistemsel eksikliklerden kaynaklandığı bilinmektedir (Reason, 2016: 32). Ancak modern güvenlik anlayışında insan hatası, yalnızca bireysel bir eksiklik olarak görülmez; aynı zamanda örgütsel yapının ve sistemin bütünlüğünün bir göstergesi olarak ele alınır (Hale ve Borys, 2013: 211).

3.1 İnsan Faktörünün Tanımı ve Önemi

İnsan faktörü, ergonomi, psikoloji, sosyoloji ve iş sağlığı disiplinleri tarafından farklı boyutlarıyla ele alınmaktadır (Wilson, 2000: 560). Ergonomi boyutu, işin insanın fiziksel ve bilişsel kapasitesine uygun hâle getirilmesini içerir; bu sayede yorgunluk ve dikkat kaybı gibi hata risklerini azaltır (Karwowski, 2012: 14). Psikolojik boyut ise motivasyon, stres, öğrenme ve karar verme süreçlerini kapsar. İnsan faktörünün ihmal edilmesi, yalnızca iş kazalarına değil, aynı zamanda iş verimliliğinde azalmaya ve moral kaybına da yol açar (Khomenko vd., 2013: 9).

3.2 İnsan Faktörünün Boyutları

İnsan faktörü üç ana boyutta incelenebilir:

1. Bilişsel Boyut: Çalışanın dikkat, algı ve karar verme kapasitesi. Karmaşık görevlerde bilgi işleme kapasitesi yetersiz olan çalışanlarda hata olasılığı artar (Reason, 2016: 42).
2. Davranışsal Boyut: Çalışanın güvenlik kurallarına uyumu ve alışkanlıkları. Davranışsal güvenlik yaklaşımları, bu boyutu gözlemleyerek iyileştirmeyi hedefler (Cooper, 2000: 116).
3. Sosyal-Örgütsel Boyut: Çalışanlar arasındaki iletişim, liderlik, motivasyon ve örgüt kültürü ile ilgilidir. Yönetici ve ekip ilişkileri, güvenlik performansını doğrudan etkiler (Hale ve Hovden, 1998: 152).

Bu boyutların etkileşimi, bir çalışanın riskleri doğru algılayıp önlem alabilme kapasitesini belirler. İnsan faktörünün bütüncül yönetimi, kazaları önlemenin yanı sıra çalışan bağlılığını ve motivasyonunu artırarak İSG yönetim sistemlerinin başarısını güçlendirir.

3.3 İnsan Hatası ve Sistemsel Yaklaşım

“İnsan hatası” kavramı, klasik güvenlik anlayışında kazaların temel nedeni olarak görülürdü. Ancak Reason’un (2016: 71) “Swiss Cheese Model”i ve Hollnagel’in (2014: 52) Safety-II yaklaşımı, insan hatalarının çoğunlukla sistemsel eksikliklerden kaynaklandığını ortaya koymaktadır. Bu modeller, kazaların zincirleme etkilerle ve çoklu savunma katmanlarının aynı anda başarısız olmasıyla gerçekleştiğini savunur. Böylece insan faktörü yalnızca hata riski değil, aynı zamanda güvenliği artıran bir unsur olarak da değerlendirilebilir.

3.4 İnsan Faktörü ve İSG Yönetim Sistemleri

İSG yönetim sistemleri, insan faktörünü göz ardı etmeden tasarlandığında etkili olur. Çalışanların eğitim düzeyi, deneyimi ve güvenlik farkındalığı, risk değerlendirmesi ve önlem uygulamalarında belirleyici rol oynar (Demirkesen ve Arditi, 2015: 68). ISO 45001:2018 standardı, çalışan katılımını ve liderlik sorumluluğunu zorunlu kılarak insan faktörünün yönetim sistemlerine entegrasyonunu garanti altına alır (ISO, 2018: 7).

Ayrıca, çalışanların geri bildirim mekanizmalarına dahil edilmesi, hataların erken tespiti ve sürekli iyileştirme süreçlerini destekler (Oswald vd., 2013: 333). Bu yaklaşım, İSG yönetim sistemlerinin yalnızca prosedürel bir yapı değil, öğrenen bir organizasyon kültürü olarak işlev görmesini sağlar.

4. YÖNETİM SİSTEMLERİNDE İNSAN FAKTÖRÜNÜN ROLÜ: KARAR VERME, KATILIM VE ÖĞRENEN ÖRGÜTLER BAĞLAMINDA

İş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemlerinin (İSG-YS) başarısı, yalnızca teknik önlemler ve prosedürlerin uygulanmasına değil, aynı zamanda insan faktörünün etkin yönetimine bağlıdır (Cooper, 2000: 120). İnsan faktörü, çalışanların bilgi, beceri, motivasyon ve güvenlik farkındalığı gibi unsurları içerirken, sistemin dört temel aşamasında kritik bir rol oynar: planlama, uygulama, kontrol ve sürekli iyileştirme (ISO, 2018: 10).

4.1 Planlama ve Risk Değerlendirme Sürecinde İnsan Faktörü

Planlama aşamasında, risklerin doğru tanımlanması ve önceliklendirilmesi, çalışanların deneyim ve gözlemlerine doğrudan bağlıdır (Demirkesen ve Arditi, 2015: 70). Bu süreçte insan faktörü, sadece riskleri belirlemekle kalmaz, aynı zamanda olası hata senaryolarını ve sistem açıklarını öngörmek için kritik bilgiler sağlar (Reason, 2016: 44). Modern güvenlik literatürü, insan faktörünü planlama aşamasının merkezine yerleştiren yaklaşımları savunur; çünkü çalışanların sürece aktif katılımı, risklerin daha doğru ve kapsamlı değerlendirilmesini sağlar.

4.2 Uygulama ve Önlem Almanın İnsan Faktörü Bağlamında Önemi

Uygulama aşamasında, çalışanların kurallara uyumu, güvenlik önlemlerinin etkinliğini belirler. İnsan faktörü, teknik önlemlerin başarılı bir şekilde uygulanmasında doğrudan rol oynar (Hale ve Borys, 2013: 220). Örneğin, iş talimatlarının ve prosedürlerin uygulanmasında bireysel motivasyon, dikkat ve deneyim düzeyi kazaların önlenmesinde belirleyicidir.

Bu noktada, davranışsal güvenlik yaklaşımları ön plana çıkar. Davranışsal güvenlik, sadece kurallara uyumu değil, riskli davranışların tespit edilip düzeltilmesini ve doğru davranışların ödüllendirilmesini içerir (Cooper, 2000: 122). Böylece insan faktörü, hem riskin azaltılmasında hem de güvenlik kültürünün güçlendirilmesinde kritik bir unsur hâline gelir.

4.3 Kontrol ve Sürekli İyileştirme Sürecinde İnsan Faktörü

Kontrol aşamasında geri bildirim mekanizmaları ve performans değerlendirmeleri, insan faktörünün etkinliğini ölçmek için kullanılır (ISO, 2018: 11). Çalışanların gözlem ve raporları, sistemin zayıf noktalarını ortaya çıkararak sürekli iyileştirme süreçlerine yön verir (Reason, 2016: 95). Bu bağlamda, insan faktörü yalnızca hata riskini artıran bir unsur değil, aynı zamanda öğrenen organizasyon yaklaşımının bir parçası olarak sistemin adaptasyon yeteneğini artırır (Hale ve Hovden, 1998: 164).

Araştırmalar, çalışanların sürece dahil edilmediği sistemlerde iş kazalarının ve meslek hastalıklarının daha yüksek oranlarda görüldüğünü göstermektedir. Bu

nedenle, insan faktörünün yönetim sistemlerine entegrasyonu, yalnızca güvenliği artırmakla kalmaz, aynı zamanda çalışan bağlılığını ve örgütsel performansı da yükseltir.

4.4 Liderlik, Katılım ve İnsan Faktörü

Liderlik, insan faktörünün yönetim sistemlerindeki rolünü güçlendiren en önemli unsur olarak öne çıkar. Üst yönetimin güvenlik performansına dair tutumu ve uyguladığı liderlik tarzı, çalışan davranışlarını doğrudan etkiler (Hale ve Borys, 2013: 221). ISO 45001:2018, üst yönetimi güvenlik süreçlerinden sorumlu kılar ve çalışanların katılımını zorunlu hâle getirir (ISO, 2018: 10–12).

Bu kapsamda, etkili liderlik ve çalışan katılımı, insan faktörünü yönetim sisteminin merkezine yerleştirir. Liderler, sadece prosedürleri dayatmak yerine güvenliği örgütsel bir değer olarak benimsetir; çalışanlar da kendi sorumluluklarını fark ederek sistemin etkinliğini artırır (Cooper, 2000: 125).

4.5 İnsan Faktörünün Yönetim Sistemlerindeki Stratejik Önemi

Sonuç olarak, insan faktörü yönetim sistemlerinde stratejik bir rol üstlenir. Risklerin belirlenmesinden, önlemlerin uygulanmasına, geri bildirim mekanizmalarının işletilmesinden sürekli iyileştirmeye kadar her aşamada kritik öneme sahiptir. İnsan faktörünün etkin yönetimi, hem kazaların önlenmesini sağlar hem de güvenlik kültürünü ve örgütsel performansı güçlendirir (Hollnagel, 2014: 55).

5. GÜVENLİK KÜLTÜRÜ VE DAVRANIŞSAL GÜVENLİK YAKLAŞIMLARI: ÖRGÜTSEL DEĞERLER, DAVRANIŞSAL MODELLEMELER VE İNSAN FAKTÖRÜNÜN ETKİLERİ

Güvenlik kültürü, bir örgütte çalışanların risk algısı, güvenlik davranışları ve güvenlik ile ilgili değerlerini kapsayan bütüncül bir kavramdır. Cooper (2000: 121), güvenlik kültürünü üç ana boyutta ele alır: farkındalık, katılım ve sorumluluk. Bu boyutlar, çalışanların riskleri tanıma, önleme ve yönetme kapasitesini doğrudan etkiler. Farkındalık, çalışanların iş sağlığı ve güvenliği risklerini algılama yeteneklerini kapsarken; katılım, tüm örgüt seviyelerinde güvenlik süreçlerine dahil olmayı ifade eder. Sorumluluk ise bireysel ve kolektif olarak güvenlik davranışlarının benimsenmesini içerir.

5.1 Güvenlik Kültürünün Önemi ve Teorik Yaklaşımlar

Güvenlik kültürü kavramı, özellikle High Reliability Organizations (HRO) ve sistem güvenliği literatüründe öne çıkmıştır. HRO'larda güvenlik kültürü,

organizasyonun her seviyesinde güvenliği merkezi bir değer olarak benimsemesini sağlar ve kazaları önleyici davranışları teşvik eder (Sutcliffe, 2006: 23). Ayrıca, Reason'un Swiss Cheese modeli (2016: 74), kazaların sadece bireysel hatalardan değil, aynı zamanda sistemdeki çoklu savunma katmanlarının eşzamanlı olarak başarısız olmasından kaynaklandığını ortaya koyar. Hollnagel'in Safety-II yaklaşımı ise, güvenliği yalnızca hataları önlemek olarak değil, doğru davranışları teşvik ederek artırmak olarak tanımlar (Hollnagel, 2014: 52).

5.2 Davranışsal Güvenlik Yaklaşımları

Davranışsal güvenlik, güvenli ve riskli davranışları gözlemleyerek örgüt içinde olumlu davranışların güçlendirilmesini hedefler. Bu yaklaşım, sadece prosedürlere uyumu değil, aynı zamanda çalışanların bilinçli ve güvenli davranışlar sergilemesini sağlar (Meng vd., 2021: 22). Heinrich'in Domino Modeli (1931) ise kazaların zincirleme bir süreç olduğunu öne sürerken, modern davranışsal güvenlik yaklaşımları, zincirin en zayıf halkasını belirleyerek önlem almayı amaçlar (Hale ve Borys, 2013: 218).

Davranışsal güvenlik uygulamaları, aşağıdaki yöntemleri içerir:

- Gözlem ve raporlama sistemleri: Riskli davranışların ve neredeyse kazaların kaydedilmesi.
- Ödüllendirme ve geri bildirim mekanizmaları: Güvenli davranışların teşvik edilmesi ve hataların yapıcı biçimde düzeltilmesi (Cooper, 2000: 123).
- Eğitim ve farkındalık programları: Çalışanların risk algısı ve güvenlik farkındalığını artırmak için düzenli seminer ve simülasyonlar (Demirkesen ve Arditi, 2015: 72).
- Çalışan katılımı ve öneri mekanizmaları: Güvenlik komiteleri ve öneri kutuları aracılığıyla çalışanların sürece aktif katılımı (ISO, 2018: 11).

5.3 İnsan Faktörünün Güvenlik Kültürüne Etkisi

Güvenlik kültürünün oluşumunda insan faktörü merkezi bir role sahiptir. Çalışanların dikkat, motivasyon, deneyim ve algı düzeyleri, güvenlik kültürünün etkinliğini belirler. Araştırmalar, güçlü bir güvenlik kültürüne sahip organizasyonların iş kazalarını %20–30 oranında azaltabildiğini göstermektedir (Hale ve Borys, 2013: 212). Ayrıca, çalışanların sürece katılımı ve geri bildirim mekanizmalarına dahil edilmesi, sistemin adaptasyon yeteneğini artırır ve hataların tekrarını önler (Meng vd., 2021: 23).

5.4 Güvenlik Kültürü ve Yönetim Sistemlerinin Etkileşimi

İSG yönetim sistemleri, güvenlik kültürünü sadece prosedürlerle değil, davranışsal ve kültürel boyutlarıyla desteklemelidir. ISO 45001:2018, liderliği ve çalışan katılımını zorunlu kılarak, güvenlik kültürünün yönetim sistemine entegrasyonunu sağlar (ISO, 2018: 10–12). Güvenlik kültürü ve davranışsal güvenlik uygulamaları, insan faktörünü merkez alarak hem kazaların önlenmesini hem de örgütsel performansın artırılmasını destekler (Hollnagel, 2014: 55).

6. İNSAN FAKTÖRÜNÜN İHMAL EDİLMESİNİN SONUÇLARI: KAZALAR, EKONOMİK KAYIPLAR VE ÖRGÜTSEL ETKİLER

İnsan faktörünün göz ardı edilmesi, iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemlerinde ciddi sonuçlar doğurur. Kazalar ve meslek hastalıklarının büyük kısmı, yalnızca teknik yetersizliklerden değil, çalışan davranışlarındaki eksiklikler, eğitim yetersizlikleri, iletişim kopuklukları ve yönetsel aksaklıklardan kaynaklanmaktadır (Reason, 2016: 90). İnsan faktörünün ihmal edilmesi, hem bireysel hem de örgütsel düzeyde riskleri artırır ve uzun vadede ciddi maliyetler doğurur.

6.1 İş Kazaları ve İnsan Faktörü

Endüstriyel kazalar, sistemsel eksikliklerin yanı sıra insan hatalarının bir sonucu olarak ortaya çıkar. Örneğin, Bhopal gaz sızıntısı kazasında, teknik arızaların yanında operatör hataları ve yönetsel eksiklikler kazanın büyüklüğünü etkileyen başlıca faktörlerdi (Hale ve Hovden, 1998: 176). Türkiye’deki Soma maden kazasında ise, hem sistemsel eksiklikler hem de işçi eğitim ve farkındalık düzeyinin yetersizliği, kazanın ağır sonuçlanmasında etkili olmuştur.

Kazalar, yalnızca insan sağlığını tehlikeye atmakla kalmaz; iş gücü kaybı, üretim kesintileri ve tazminat yükümlülükleri gibi ekonomik sonuçlar doğurur. Occupational Safety and Health Administration (2016: 5-6) verilerine göre, iş kazaları ve meslek hastalıkları işletmelere yıllık milyarlarca dolar ek maliyet yüklemektedir.

6.2 Psikososyal ve Örgütsel Sonuçlar

İnsan faktörünün ihmal edilmesi, yalnızca fiziksel kazalarla sınırlı kalmaz; psikososyal etkiler de önemli bir boyuttur. Kazaların sık yaşandığı veya güvenlik kültürünün zayıf olduğu örgütlerde, çalışan motivasyonu ve bağlılığı düşer; moral bozukluğu ve stres artar. Bu durum, iş performansını ve üretkenliği olumsuz yönde etkiler (Muñoz-La Rivera vd., 2021: 5; Cooper, 2000: 124).

Ayrıca, güvenlik kültürünün zayıf olduğu ortamlar, çalışanların riskli davranışlara daha fazla eğilim göstermesine neden olur (Hale ve Borys, 2013:

220). Bu zincirleme etki, hem iş sağlığı hem de iş verimliliği açısından ciddi kayıplar yaratır.

6.3 Ekonomik ve Toplumsal Maliyetler

İnsan faktörünün dikkate alınmaması, örgütsel maliyetleri önemli ölçüde artırır. Kazalar ve meslek hastalıkları nedeniyle ortaya çıkan üretim kayıpları, tazminatlar, hukuki süreçler ve itibar kaybı, örgütler için uzun vadeli yük oluşturur (Reason, 2016: 93). OECD (2019: 56) raporlarına göre, iş kazaları ve meslek hastalıkları dünya genelinde GSYİH'nin %4'üne yakın ekonomik kayba yol açmaktadır.

Toplumsal düzeyde ise kazalar, aileleri ve toplumları doğrudan etkiler; kayıplar sosyal güvenlik sistemlerini zorlar ve sosyal maliyetleri artırır. Bu nedenle, insan faktörünün sistematik olarak yönetilmesi, hem örgütsel hem de toplumsal sürdürülebilirlik açısından kritik öneme sahiptir.

6.4 İnsan Faktörünün İhmal Edilmesini Önleyici Yaklaşımlar

İnsan faktörünün ihmal edilmesini önlemek için önerilen başlıca yaklaşımlar şunlardır:

1. Eğitim ve farkındalık artırma: Çalışanların risk algısını ve güvenlik farkındalığını geliştirmek (Hale ve Hovden, 1998: 172).
2. Sistemsel ve davranışsal önlemler: Güvenlik kültürü ve davranışsal güvenlik uygulamaları ile hataların önlenmesi (Cooper, 2000: 125).
3. Katılım ve geri bildirim mekanizmaları: Çalışanların süreçlere dahil edilmesi, öneri ve gözlemlerinin dikkate alınması (Cooper, 2000: 125).
4. Liderlik ve rol model olma: Üst yönetimin güvenlik konusundaki tutum ve davranışları, çalışan davranışlarını doğrudan etkiler (ISO, 2018: 10).

Bu yaklaşımlar, insan faktörünü sistemin merkezine yerleştirerek kazaların ve meslek hastalıklarının önlenmesini sağlar ve örgütsel verimliliği artırır.

7. İNSAN FAKTÖRÜNÜN YÖNETİM SİSTEMLERİNE ENTEGRASYONU: SÜREÇLER, STRATEJİLER VE SÜRDÜRÜLEBİLİR GÜVENLİK

İş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemlerinde (İSG-YS) insan faktörünün entegrasyonu, kazaların önlenmesi ve güvenlik kültürünün güçlendirilmesi açısından kritik öneme sahiptir. İnsan faktörünün sistematik olarak yönetim sistemlerine dahil edilmesi, yalnızca bireysel hataları azaltmakla kalmaz; aynı zamanda örgütsel performans, çalışan motivasyonu ve sürdürülebilir güvenlik kültürünü destekler.

7.1 İnsan Faktörünün Entegrasyonunun Gerekliliği

Geleneksel İSG yönetim sistemleri, çoğunlukla teknik önlemler ve prosedürlerin uygulanmasına odaklanmıştır. Ancak saha araştırmaları, iş kazalarının büyük bir kısmının insan faktörüne dayalı hatalardan kaynaklandığını göstermektedir (Reason, 2016: 87). Bu nedenle modern yaklaşımlarda, insan faktörü risk değerlendirmesi, iş analizi, eğitim programları ve sürekli iyileştirme süreçleri ile entegre edilmelidir (Hale ve Borys, 2013: 212).

Entegrasyonun temel gerekçeleri şunlardır:

- Hata önleme: İnsan hatalarının sistematik olarak ele alınması, kazaların azaltılmasına katkı sağlar.
- Verimlilik ve performans: Çalışanların bilgi, beceri ve motivasyonlarının yönetim sistemine dahil edilmesi, iş verimliliğini artırır.
- Güvenlik kültürünün güçlenmesi: İnsan faktörünün süreçlere dahil edilmesi, güvenlik kültürünün tüm organizasyon seviyelerinde benimsenmesini sağlar (Cooper, 2000: 127).

7.2 Entegrasyon Süreçleri ve Stratejileri

İnsan faktörünün yönetim sistemlerine entegrasyonu, aşağıdaki süreçler aracılığıyla gerçekleştirilebilir:

1. Eğitim ve Farkındalık Programları: Çalışanların risk algısını ve güvenlik farkındalığını artıran eğitimler, insan faktörünün etkin yönetiminin temel taşıdır (Demirkesen ve Arditi, 2015: 75).
2. Katılım ve Geri Bildirim Mekanizmaları: Çalışanların süreçlere dahil edilmesi, öneri ve gözlemlerinin dikkate alınması ile hata ve riskler erken aşamada tespit edilir (Cooper, 2000: 125).
3. Performans Ölçümü ve Değerlendirme: İnsan faktörüne dayalı performans göstergeleri, kazaların önlenmesine ve güvenlik uygulamalarının iyileştirilmesine katkı sağlar (ISO, 2018: 12).
4. Liderlik ve Rol Model Olma: Üst yönetimin güvenlik konusundaki tutum ve davranışları, çalışanların güvenlik davranışlarını şekillendirir ve güvenlik kültürünün entegrasyonunu güçlendirir (Hale ve Hovden, 1998: 165).
5. Teknolojik Destek ve Sistemler: İnsan hatalarını azaltmaya yönelik otomasyon ve dijital izleme sistemleri, insan faktörünün yönetim sistemine entegrasyonunu kolaylaştırır (Demirkesen ve Arditi, 2015: 75).

7.3 Başarılı Entegrasyonun Örnekleri ve Yöntemleri

Araştırmalar, insan faktörünün yönetim sistemlerine etkin entegrasyonunun, kazaların ve hataların önemli ölçüde azaltılmasını sağladığını göstermektedir. Örneğin, ISO 45001:2018 standardı, risk yönetimini yalnızca prosedürlere değil, aynı zamanda çalışan davranışlarına ve liderlik süreçlerine dayandırarak sistematik bir entegrasyon sağlar (ISO, 2018: 10–12).

Ayrıca, davranışsal güvenlik programları ve sürekli eğitim uygulamaları, çalışanların güvenlik farkındalığını artırmakta ve sistemin adaptasyon yeteneğini güçlendirmektedir (Hollnagel, 2014: 56). Bu sayede, insan faktörü yönetim sistemlerinin pasif bir unsuru değil, aktif ve stratejik bir bileşeni hâline gelir.

7.4 İnsan Faktörünün Entegrasyonunda Karşılaşılan Zorluklar

İnsan faktörünün yönetim sistemlerine entegre edilmesi sürecinde çeşitli zorluklar bulunmaktadır:

- Direnç ve alışkanlıklar: Çalışanların değişime direnç göstermesi, güvenlik uygulamalarının benimsenmesini engelleyebilir (Cooper, 2000: 129).
- Eğitim eksiklikleri: Yetersiz eğitim, risk algısının ve güvenlik farkındalığının düşük olmasına neden olur (Muñoz-La Rivera vd., 2021: 7).
- İletişim ve koordinasyon sorunları: Yönetim ve çalışanlar arasındaki iletişim eksiklikleri, insan faktörünün etkin entegrasyonunu zorlaştırır (Meng vd., 2021: 8)

Bu zorlukların aşılması, sistematik eğitim, katılım, liderlik ve teknolojik destek ile mümkündür. İnsan faktörünün etkin entegrasyonu, kazaların önlenmesinin yanı sıra örgütsel verimliliği ve çalışan bağlılığını artıran stratejik bir yaklaşımdır.

8. İNSAN FAKTÖRÜNÜN ÖNEMİNİN VURGULANMASI VE SÜRDÜRÜLEBİLİR GÜVENLİK STRATEJİLERİ

İş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemlerinde insan faktörünün rolü, sistemin etkinliği, güvenlik kültürü ve örgütsel performans açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu kitap bölümünde ele alınan veriler ve literatür incelemeleri göstermektedir ki, insan faktörü yalnızca kazaların ve meslek hastalıklarının önlenmesinde değil, aynı zamanda örgütsel verimliliğin artırılmasında da merkezi bir rol oynamaktadır.

8.1 İnsan Faktörünün Önemi ve Sistem Entegrasyonu

İSG yönetim sistemleri, teknik önlemler ve prosedürlerin yanı sıra insan davranışlarını, algılarını ve motivasyonlarını dikkate almalıdır (Hale ve Borys, 2013: 209). İnsan faktörünün sistematik entegrasyonu, kazaların önlenmesinin ötesinde;

- güvenlik kültürünün güçlendirilmesi,
- çalışan katılımının artırılması,
- risklerin erken aşamada tespit edilmesi gibi avantajlar sağlamaktadır (Cooper, 2000: 131).

Modern literatürde, insan faktörünün ihmal edilmesinin maliyetleri ve etkileri ayrıntılı olarak incelenmiş; iş kazalarının %60–80’inin doğrudan veya dolaylı olarak insan hatalarına dayandığı belirtilmiştir (Reason, 2016: 92; OSHA, 2016: 12). Bu veriler, insan faktörünü yönetim sistemlerinin merkezine yerleştirmenin önemini açıkça ortaya koymaktadır.

8.2 Güvenlik Kültürü ve Davranışsal Yaklaşımların Önemi

Güvenlik kültürü ve davranışsal güvenlik yaklaşımları, insan faktörünün yönetim sistemlerindeki rolünü güçlendiren temel araçlardır. Davranışsal güvenlik programları, çalışanların güvenli davranışlarını teşvik ederken hatalı davranışları minimize eder. Ayrıca, güçlü bir güvenlik kültürü, çalışanların motivasyonunu ve bağlılığını artırır, örgütsel performans üzerinde pozitif bir etki yaratır (Hollnagel, 2014: 56).

8.3 Önerilen Stratejiler

İnsan faktörünün etkin yönetimi ve sürdürülebilir güvenlik için önerilen stratejiler şunlardır:

1. Sistematik Eğitim Programları: Risk algısını ve güvenlik farkındalığını artıran sürekli eğitimler düzenlenmelidir (Demirkesen ve Arditi, 2015: 76).
2. Katılımcı Yönetim ve Geri Bildirim Mekanizmaları: Çalışanların süreçlere dahil edilmesi, güvenlik süreçlerinin adaptasyonunu ve etkinliğini artırır (ISO, 2018: 11–12).
3. Liderlik ve Rol Model Olma: Üst yönetimin güvenlik odaklı liderliği, çalışanların davranışlarını şekillendirir (Hale ve Hovden, 1998: 259).
4. Performans Ölçümü ve Sürekli İyileştirme: İnsan faktörüne dayalı performans göstergeleri, sistemin etkinliğini değerlendirmede ve sürekli iyileştirmede kullanılmalıdır (Zhou vd., 2015: 340).

5. Teknolojik Destek: İnsan hatalarını minimize edecek otomasyon ve dijital izleme sistemleri uygulanmalıdır (Garrett ve Teizer, 2009: 758).

8.4 Sonuçların Örgütsel ve Toplumsal Önemi

İnsan faktörünün sistematik yönetimi, yalnızca iş kazalarını ve meslek hastalıklarını azaltmakla kalmaz; aynı zamanda iş verimliliğini artırır, çalışan motivasyonunu güçlendirir ve güvenlik kültürünü kurumsal bir değer hâline getirir (Cooper, 2000: 132). Örgütsel düzeyde kazanımların yanı sıra, toplum genelinde de iş kazaları ve meslek hastalıklarından kaynaklanan sosyal maliyetlerin azalmasına katkı sağlar (OECD, 2019: 18).

Sonuç olarak, insan faktörü yönetim sistemlerinin ayrılmaz bir parçası olmalıdır. Organizasyonlar, güvenlik kültürü, davranışsal güvenlik ve liderlik stratejilerini entegre ederek sürdürülebilir bir güvenlik ortamı yaratabilirler. Bu yaklaşım, hem çalışan sağlığını korur hem de ekonomik ve toplumsal maliyetleri minimize eder.

9. SONUÇ

İş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemlerinin etkinliği, yalnızca teknik önlemler ve mevzuatın uygulanmasıyla değil, aynı zamanda bu süreçlerin merkezinde yer alan insan faktörünün doğru yönetilmesiyle mümkündür. İnsan; bilgisi, tutumu, algısı, deneyimi ve davranışlarıyla güvenli bir çalışma kültürünün şekillenmesinde temel belirleyicidir. Bu nedenle, bir işletmede kullanılan ekipmanlar, yapılan risk analizleri ya da uygulanan prosedürler ne kadar gelişmiş olursa olsun, çalışanların bu sistemleri nasıl algıladığı ve uyguladığı güvenliğin nihai düzeyini belirler.

Yönetim sistemlerinde insan faktörünün göz ardı edilmesi, genellikle “insan hatası” olarak tanımlanan kazaların artmasına ve önleyici mekanizmaların yetersiz kalmasına neden olmaktadır. Oysa çağdaş iş güvenliği anlayışı, insan hatasını cezalandırmak yerine anlamaya, nedenlerini analiz etmeye ve sistemsel çözümler üretmeye yönelmiştir. Bu yaklaşım, çalışanların katılımını ve iletişimini güçlendirirken, aynı zamanda işyeri kültüründe güvene dayalı bir dönüşüm yaratır.

Eğitim, motivasyon, liderlik ve örgütsel iletişim, insan faktörünün yönetim sistemine entegre edilmesinde kilit unsurlardır. Çalışanların iş sağlığı ve güvenliği konularında bilinçlendirilmesi, sadece bilgi aktarımıyla değil, davranış değişikliği yaratacak yöntemlerle desteklenmelidir. Yönetim kademesinin rolü de bu noktada kritik öneme sahiptir; çünkü üst yönetimden gelen kararlılık ve örnek davranış, tüm organizasyona yayılacak bir güvenlik kültürünün temelini oluşturur.

Sonuç olarak, iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemlerinde insan faktörü, sistemin en zayıf halkası değil, en güçlü yönü olarak değerlendirilmelidir. Teknolojik ilerlemeler, dijital izleme araçları ve otomasyon sistemleri güvenliği artırsa da, sürdürülebilir bir güvenlik kültürü ancak insan davranışının doğru anlaşılması ve yönlendirilmesiyle sağlanabilir. Bu nedenle her işletme, yönetim sistemlerini tasarlarken insanın psikolojik, sosyal ve bilişsel boyutlarını dikkate alan bütüncül bir yaklaşımı benimsemelidir. Böylece hem iş kazalarının önlenmesi hem de çalışan refahının artırılması yönünde kalıcı bir ilerleme sağlanabilir.

KAYNAKÇA

- Cooper, M. D. (2000). Towards A Model Of Safety Culture. *Safety Science*, 36(2), 111-136.
- Demirkesen, S. (2015). Construction Safety Personnel's Perceptions Of Safety Training Practices. . *International Journal Of Project Management*, , 33(5), 1160-1169.
- Elliott, H. (2024). *International Organization For Standardization*. International Organization For Standardization: <https://Content.Tsmining.Com.Au/Wp-Content/Uploads/2023/10/Safe-Healthy-And-Respectful-Workplaces-Australia-2023.Pdf> Adresinden Alındı
- Garrett, J. W., ve Teizer, J. (2009). Human Factors Analysis Classification System Relating To Human Error Awareness Taxonomy İn Construction Safety. *Journal Of Construction Engineering And Management*, , 135(8), 754-763.
- Hale, A. R. (1998). Management And Culture: The Third Age Of Safety. A Review Of Approaches To Organizational Aspects Of Safety, Health And Environment. . *Occupational Injury*, , 145-182.
- Hale, A. R., ve Hovden, J. (1998). Management And Culture: The Third Age Of Safety. A Review Of Approaches To Organizational Aspects Of Safety, Health And Environment. . *Occupational Injury*, , 145-182.
- Hale, A., ve Borys, D. (2013). Working To Rule, Or Working Safely? Part 1: A State Of The Art Review. 55, 207-221. *Safety Science*,.
- Hollnagel, E. (2018). *Safety-I And Safety-II: The Past And Future Of Safety Management*. . Crc Press.
- International Labour Organization. (2020). International Labour Organization: https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/@dgreports/@dcomm/@publ/documents/publication/wcms_756877.pdf Adresinden Alındı
- International Organization For Standardization. (2018). International Organization For Standardization: <https://www.iso.org/standard/63787.html> Adresinden Alındı
- Karwowski, W. (2012). *The Discipline Of Human Factors And Ergonomics. Di Dalam G. Salvendy (Ed.), Handbook Of Human Factors And Ergonomics* . . Hoboken.: <https://onlinelibrary.wiley.com/>.
- Khomenko, V. M. (2013). A Polynomial Translation Of Pi-Calculus Fcps To Safe Petri Nets. , 9. *Logical Methods İn Computer Science*.

- Meng, Q., Liu, W., Li, Z., ve Hu, X. (2021). Influencing Factors, Mechanism And Prevention Of Construction Workers' Unsafe Behaviors: A Systematic Literature Review. . *International Journal Of Environmental Research And Public Health*,, 18(5), 2644.
- Muñoz-La Rivera, F. M.-S. (2021). Factors Influencing Safety On Construction Projects (Fscps): Types And Categories. . *International Journal Of Environmental Research And Public Health*,, 18(20), 10884.
- Occupational Safety And Health Administration. (2016). Occupational Safety And Health Administration: <https://www.dol.gov/sites/dolgov/files/general/budget/2016/Cbj-2016-V2-12.Pdf> Adresinden Alındı
- Oecd. (2019). *Health At A Glance 2019* © Oecd 2019. Health At A Glance 2019 © Oecd 2019: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2019/11/health-at-a-glance-2019_F58fa178/4dd50c09-En.Pdf Adresinden Alındı
- Oswald, D. S. (2013). Exploring Factors Affecting Unsafe Behaviours In Construction. . In *29th Annual Arcom Conference* (S. (Pp. 335-344).). Arcom.
- Reason, J. (2016). *Managing The Risks Of Organizational Accidents*. . Routledge.: 71.
- Sutcliffe, W. (2006). *Managing The Unexpected: Assuring High Performance In An Age Of Complexity*. . John Wiley & Sons.
- Wilson, J. R. (2000). Fundamentals Of Ergonomics In Theory And Practice. . *Applied Ergonomics*,, 31(6), 557-567.
- Zhou, Z. G. (2015). Overview And Analysis Of Safety Management Studies In The Construction Industry. . *Safety Science*, , 72, 337-350.

Nutrigenomik ve Epigenetik Perspektiften Bireyselleştirilmiş Beslenme Yaklaşımları

Yusuf ÖZTÜRK¹

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 bölümde, bireyin genetik yapısı ve çevresel etkiler doğrultusunda beslenmenin kişiselleştirilmesini konu alan nutrigenomik ve epigenetik kavramları ele alınmıştır. Nutrigenomik, besinlerin genler üzerindeki etkisini ve genetik farklılıkların besinlere verilen yanıtı nasıl değiştirdiğini inceler. Epigenetik ise DNA dizisini değiştirmeden gen ifadesinin beslenme, çevre ve yaşam tarzı gibi faktörlerle nasıl düzenlendiğini açıklar. MTHFR, LCT, HLA ve APOE gibi genlerdeki varyasyonlar, bireylerin folat, laktoz, gluten ve yağ metabolizmasındaki farklılıkların temelinde örnek olarak sunulmuştur. Beslenmenin epigenetik mekanizmalar üzerindeki etkisi DNA metilasyonu, histon modifikasyonları ve mikroRNA'lar üzerinden açıklanmıştır. Folat, B12, kolin, polifenoller ve butirat gibi besin bileşenlerinin gen ifadesini düzenleyerek hastalık risklerini etkileyebileceği vurgulanmıştır. Ayrıca, beslenme biçimlerinin miRNA profillerini değiştirebildiği ve bunun kronik hastalıkların gelişimini etkileyebileceği belirtilmiştir. Kişiselleştirilmiş beslenme yaklaşımı, genetik ve metabolik özelliklere uygun diyet planlarıyla obezite, diyabet, kalp-damar hastalıkları ve kanser gibi kronik hastalıkların önlenmesini hedefler. Fonksiyonel tıp bakış açısıyla genetik testler, dijital sağlık uygulamaları ve yapay zekâ destekli sistemlerin bu süreçte önemli rol oynadığı vurgulanmıştır. Sonuç olarak, nutrigenomik ve epigenetik verilerin bütüncül kullanımı, sağlığı koruma ve hastalıkları önlemede geleceğin en etkili beslenme stratejilerinden biri olarak öne çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Nutrigenomik; Epigenetik; Kişiselleştirilmiş beslenme; Gen-diyet etkileşimi; Fonksiyonel tıp

GİRİŞ

Nutrigenomik, besin öğeleri ile genler arasındaki çift yönlü etkileşimi inceleyen bir bilim dalı olarak tanımlanır. Başka bir deyişle nutrigenomik, besinlerin genetik bilgilerimiz üzerindeki etkilerini ve bu etkileşimin sağlık ile hastalık dengemizi nasıl değiştirdiğini araştırır. Örneğin, nutrigenomik sayesinde belirli besin bileşenlerinin gen ekspresyonumuzu nasıl düzenlediği veya genlerimizin farklı besinlere nasıl yanıt verdiği anlaşılabilir. Bu disiplin, genom araştırmaları ile moleküler beslenme bilimini birleştirerek, diyetin sağlık üzerindeki etkilerini moleküler düzeyde anlamayı hedefler. Böylece nutrigenomik, bireyin genetik yapısına göre en uygun beslenme stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlar ve gelecekte hastalıkları ortaya çıkmadan önlemeye yardımcı olabilecek kişiye özel diyetlerin temelini oluşturur (Palou, 2007:5).

Epigenetik ise DNA dizisinde değişiklik olmaksızın gen ekspresyonunda meydana gelen kalıtsal değişimleri inceleyen alandır. “Epi-” öneki, genetik bilginin “üzerinde” veya “ötesinde” anlamına gelir. Epigenetik mekanizmalar DNA dizisine dokunmadan gen aktivitesini düzenler ve bu değişiklikler bazen nesiller boyu aktarılabilir. Başlıca epigenetik mekanizmalar arasında DNA metilasyonu, histon modifikasyonları (asetilasyon, metilasyon gibi) ve mikroRNA’lar gibi kodlamayan RNA süreçleri bulunur (Gibney ve Nolan, 2010:4). Örneğin, bir hücrenin DNA dizisi aynı kalırken, farklı dokularda genlerin farklı çalışması epigenetik düzenlemeler sayesinde olur. Epigenetik, çevresel faktörlerin – özellikle de beslenmenin – gen ifadesini nasıl etkileyebileceğinin temelini oluşturur. Nitekim epigenetik mekanizmaların, beslenme gibi çevresel girdiler ile fenotip (gözlenen özellikler) arasında bir köprü görevi gördüğü kabul edilmektedir (Bekdash, 2023:2346). Bu sayede anne karnındaki veya yaşamın erken dönemlerindeki beslenme koşulları, epigenetik işaretler üzerinden bireyin ileriki yaşamındaki sağlık risklerini etkileyebilir.

Özetle, nutrigenomik besinler ile genler arasındaki dinamik etkileşimleri incelerken, epigenetik bu etkileşimlerin DNA dizisini değiştirmeden gen ekspresyonunu nasıl kalıcı veya yarı kalıcı olarak değiştirebileceğini gösterir. Her iki alan da kişiselleştirilmiş beslenme kavramının temelini oluşturur: Yani genetik farklılıklarımız ve epigenetik işaretlerimiz doğrultusunda, her birey için en uygun beslenme planını belirlemeyi amaçlar.

1. GEN-DİYET ETKİLEŞİMLERİ

Genler ile diyet arasındaki etkileşimler, nutrigenetik çalışmaların temel ilgi alanıdır. Her bireyin genetik yapısı, belirli besin öğelerini metabolize etme kapasitemizi ve bu besinlere verdiğimiz tepkileri etkileyebilir. Gen-diyet etkileşimleri, belirli bir besinin bir kişide sağlıklı etkiler yaratırken bir başkasında nötr veya zararlı etkilere yol açmasının ardındaki mekanizmaları açıklar (Migliore ve Coppedè, 2022:643). Aşağıda, bu etkileşimlere dair iyi bilinen bazı örnekler tartışılmaktadır:

1.1. Folat Metabolizması ve MTHFR Polimorfizmleri

Folik asit (B9 vitamini) ve ilgili metil donörü besinler, vücudun tek karbonlu birim transferi yapan metilasyon döngüsünde kritik role sahiptir. *Methylenetetrahydrofolate reductase (MTHFR)* enzimi, folat metabolizmasında kilit bir noktada yer alır; 5,10-metilentetrahidrofolatı aktif form olan 5-metiltetrahidrofolata çevirerek homosisteini metiyonine yeniden metile eder. MTHFR genindeki varyasyonlar, özellikle yaygın olarak çalışılmış olan C677T polimorfizmi, enzimin aktivitesini azaltabilir. Bu polimorfizm sonucu enzim valin yerine alanin kodlar ve yapısal olarak termolabil hale gelir; böylece MTHFR aktivitesi düşer ve folat döngüsü yavaşlar. Sonuç olarak, aktif folat (5-MTHF) düzeyleri azalırken

kardiyovasküler hastalıklarda risk faktörü bir aminoasit olan homosistein birikebilir (Zarembka vd., 2023:193).

MTHFR 677TT genotipine sahip bireyler, normal (CC) genotipli bireylere kıyasla folat düzeylerini yeterli tutmakta zorlanırlar. Yapılan bir çalışmada, aynı miktarda folik asit takviyesi sonrası TT genotipli bireylerin kan folat konsantrasyonlarının CC genotiplilere göre belirgin derecede daha düşük olduğu gösterilmiştir. Bu bireylerin, aynı folat düzeyine ulaşabilmek için yaklaşık %40 (1.4 kat) daha fazla folat alımına ihtiyaç duyabileceği araştırmacılarca önerilmiştir. Dolayısıyla MTHFR polimorfizmi, folat gereksinimini artırarak diyetle alınması gereken folat miktarını kişiden kişiye değiştirebilir. Folat yetersizliğinde ise homosistein yükselmesi, kardiyovasküler risk artışı, nöral tüp defektleri riski gibi sonuçlar ortaya çıkabilir. Bu nedenle, MTHFR geninde risk varyantı taşıyan bireylerin beslenmelerinde folat, B12 ve B6 vitaminleri gibi metil donorü besinlere özellikle dikkat etmeleri önerilir (Nefic vd., 2018:164; Raza vd., 2012:375).

1.2. Laktoz İntoleransı ve LCT Geni

Laktoz intoleransı, süt ve süt ürünlerindeki laktozun sindirilememesi sonucu sindirim sisteminde şişkinlik, gaz, diyare gibi belirtilerle kendini gösterir. Bu durumun genetik temeli, *LCT* geninin (laktaz enzimi kodlayan gen) ifadesindeki farklılıklardır. İnsanlarda bebeklik döneminde ince bağırsakların fırçamsı kenarında yüksek miktarda salgılanan laktaz (LPH, lactase-phlorizin hydrolase) enzimi, süt şekeri laktozu glukoz ve galaktoza parçalayarak emilimini sağlar. Ancak dünya nüfusunun çoğunluğunda süttten kesilme (weaning) dönemi sonrasında *LCT* gen ekspresyonu azalır ve laktaz enzimi aktivitesi büyük ölçüde düşer; bu durum laktaz non-persistensi (LNP) olarak adlandırılır. Sonuçta yetişkinlikte laktozu sindirememe (primer laktoz intoleransı) ortaya çıkar ve dünya genelinde insanların tahminen üçte ikisi bu özelliği taşır (Anguita-Ruiz vd., 2020:2689).

Buna karşılık, bazı popülasyonlarda evrimsel bir adaptasyon sonucu *LCT* geninin yetişkinlikte de aktif kalmasını sağlayan kalıtsal varyantlar gelişmiştir. Laktaz persistensi (LP) denen bu özellik, özellikle geleneksel olarak süt ürünleri tüketiminin yoğun olduğu toplumlarda (ör. Kuzey Avrupa, bazı Afrika toplumları) sık görülür. Laktaz persistensi fenotipine yol açan başlıca genetik mekanizma, *LCT* geninin yaklaşık 13.9 kb yukarısında bulunan *MCM6* genindeki düzenleyici bölge polimorfizmleridir. Özellikle *MCM6* intronunda yer alan -13910 C>T (rs4988235) tek nükleotid polimorfizmi, Avrupa kökenli toplumlarda laktaz persistensinin en yaygın nedenidir. Bu T aleli, *LCT* geninin süt kesilme sonrası dönemde de yüksek düzeyde ifade edilmesine izin veren bir enhancer (arttırıcı) bölge gibi işlev görür. Laktaz persistensi, baskın kalıtım gösterir; yani bu varyanta sahip kişiler yetişkinlikte laktozu tolere edebilirken, varyant bulunmadığında bireyler yaş ilerledikçe laktoz sindirim kapasitelerini kaybederler (Itan vd., 2010:36; Liebert vd., 2017:1445).

Gen-diyet etkileşimi açısından bakıldığında, laktaz persistensi allellerini taşımayan bireyler (laktaz non-persisten genotip) için yüksek laktoz içerikli diyetler tolere edilemezken; persistensi alleli olanlar süt ve süt ürünlerini sorunsuz tüketebilirler. Bu genetik bilgi, kişiye özgü beslenme planlarında kullanılabilir. Örneğin, laktoz intoleransı genetik yatkınlığı saptanan bir bireyde süt yerine laktozsuz süt veya fermente süt ürünleri (yoğurt, kefir gibi) önerilerek kalsiyum ve D vitamini ihtiyacı karşılanabilir. Kısacası, *LCT* genotipi, süt ürünlerine karşı diyetset toleransımızı belirleyen önemli bir faktördür ve beslenme tavsiyeleri bu doğrultuda kişiselleştirilebilir.

1.3. Gluten İntoleransı ve HLA Genleri

Gluten intoleransı olarak da bilinen çölyak hastalığı, buğday, arpa, çavdar gibi tahıllardaki gluten proteinine karşı ince bağırsakta otoimmün bir reaksiyon gelişmesiyle ortaya çıkar. Genetik yatkınlık, çölyak hastalığının patogeneğinde kritik bir rol oynar ve bu yatkınlığın büyük kısmı HLA-DQ2 ve HLA-DQ8 gen varyantları ile ilişkilidir. HLA genleri, bağışıklık sisteminde antijen sunumunu sağlayan proteinleri kodlar. Çölyak hastalarında hemen her zaman HLA sisteminde belirli aleller bulunur: %90-95'inde HLA-DQ2.5 haplotipi (DQA10501/DQB10201) saptanırken, geri kalan vakaların çoğunda HLA-DQ8 (DQA103/DQB10302) mevcuttur. Genel popülasyonda DQ2.5 haplotipinin prevalansı yaklaşık %25 iken çölyak hastalarında bu oranın %90'ların üzerinde olması, bu genlerin hastalık için neredeyse gerekli bir koşul olduğunu gösterir. Gerçekten de HLA-DQ2 ve/veya DQ8 taşımayan bir kişide çölyak hastalığı gelişme olasılığı son derece düşüktür; bu nedenle bu alellerin yokluğu, çölyak tanısını neredeyse ekarte ettirir (Zubkiewicz-Kucharska vd., 2022:128).

HLA-DQ2/DQ8 genotiplerinin varlığı tek başına hastalığı başlatmaya yeterli olmasa da, gluten tüketimi ile birlikte bu gen ürünleri gluten peptitlerini belirli bir şekilde bağlayıp bağışıklık hücrelerine sunar. HLA-DQ2 veya DQ8 molekülleleri glutenin parçalanmış peptitlerini yüksek afiniteyle sunabildiği için, taşıyıcılarda glutene karşı anormal bir immün yanıt tetiklenir (Brown vd., 2019:1287). Bunun sonucunda bağırsak mukozasında iltihaplanma ve emilim yüzeyinde hasar meydana gelir. Gen-diyet etkileşiminin çarpıcı bir örneği olarak, HLA-DQ2/DQ8 pozitif bireylerde gluten içeren diyet, çölyak hastalığına yol açabilirken; aynı genleri taşımayan bireyler gluteni sorunsuz tüketebilir. Bu bilgi, çölyak risk taramalarında genetik testlerin kullanımını da beraberinde getirmiştir. Özellikle birinci derece akrabalarında çölyak olanlar veya tip 1 diyabet gibi eşlik eden otoimmün hastalığı olanlarda HLA-DQ2/DQ8 genotipleme yapılarak, yüksek riskli bireyler belirlenebilmekte ve gerekirse gluten açısından sıkı takip veya önleyici diyet değişiklikleri uygulanabilmektedir (Zubkiewicz-Kucharska vd., 2022:128).

Bununla birlikte, HLA-DQ2/DQ8 taşımak çölyak için bir zorunluluk olsa da, bu allelleri taşıyan herkeste hastalık gelişmez. Örneğin DQ2 pozitif bireylerin en fazla ~%4'ünde yaşam boyu çölyak hastalığı ortaya çıkar (Husby vd., 2020:141). Bu da diğer genetik faktörlerin ve çevresel tetikleyicilerin de rolü olduğunu gösterir. Özetle, HLA genotipi glutenli besinlere verilen immün yanıtı belirleyen temel unsurdur ve çölyak hastalığının kişiye özgü beslenme planlarında glutenin tamamen çıkarılmasını gerektirip gerektirmeyeceğini tayin eder.

1.4. APOE Genotipi ve Lipid Metabolizması

Apolipoprotein E (APOE) geni, kolesterol ve yağ metabolizmasında kilit rol oynayan ApoE proteinini kodlar ve nüfusta üç temel varyant (ε2, ε3, ε4) halinde bulunur. Bireyin APOE genotipi, kan lipid profili ve diyetle verdiği metabolik yanıt üzerinde etkilidir. Özellikle APOE ε4 alleli taşıyan kişilerde, daha yüksek bazal LDL kolesterol düzeyleri ve kardiyovasküler risk artışı gözlenmiştir. APOE4, karaciğerdeki lipoprotein reseptörü etkileşimini değiştirerek kolesterolün kandan temizlenmesini yavaşlatır; sonuçta yüksek doymuş yağ veya kolesterol içeren diyetler, ε4 taşıyıcılarında taşımayanlara kıyasla LDL kolesterolü daha fazla yükseltme eğilimindedir. Nitekim araştırmalar, APOE4 taşıyıcılarının yüksek yağlı ve yüksek kolesterolü diyet tüketmeleri halinde en kötü kan lipid profillerine sahip olduklarını; buna karşılık doymuş yağdan fakir, sağlıklı yağlarca zengin bir diyet uyguladıklarında lipid profillerinin daha belirgin şekilde iyileştiğini göstermiştir. Örneğin, doymuş yağ oranı yüksek bir diyet alan APOE4 homozigot bireylerin kan kolesterol seviyelerinde APOE3 genotipli bireylere kıyasla daha belirgin artışlar saptanmıştır (Tikkanen vd., 1990:285). Bu bulgular, APOE genotipinin beslenme tavsiyelerinde göz önünde bulundurulabilecek önemli bir faktör olduğunu düşündürmektedir.

APOE gen-diyet etkileşiminin bir diğer yönü de, kilo yönetimi ve metabolik sağlık ile ilgilidir. Bazı çalışmalar APOE4 taşıyıcılarının yüksek yağlı diyetlerde insülin duyarlılığının daha fazla bozulabileceğini veya obeziteye yatkın olabileceklerini öne sürerken, diğer bazı veriler APOE2 varyantının ise tersine daha yüksek trigliserit düzeyleri ancak daha düşük LDL kolesterol ile ilişkili olduğunu bulmuştur. Bununla birlikte, kilo verme diyetlerine verilen cevap açısından APOE genotipinin belirleyici olup olmadığı halen tartışmalıdır. Örneğin, bir çalışmada düşük yağlı veya düşük karbonhidratlı diyetlerin başarısını APOE genotipine göre özelleştirme girişiminde, genotipe uygun diyet alanlarla almayanlar arasında kilo kaybı açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır (Höchsmann vd., 2023:6321). Bu, nutrigenetik uygulamalarda her bir varyant için yeterli kanıt birikmesinin ve bireysel farklılıkların ötesinde çok faktörlü yaklaşımların gerekli olabileceğini gösterir.

Yine de, klinik anlamda APOE genotipinin bilinmesi yararlı ipuçları sağlayabilir. Örneğin APOE4 taşıyıcısı olduğu bilinen bir kişiye, doymuş

yağ oranı düşük, posalı karbonhidratlar ve sağlıklı yağ asitlerince zengin (örn. Akdeniz tipi) bir diyet önererek hem kalp-damar risklerini hem de Alzheimer hastalığı riskini azaltmaya yönelik bir strateji izlenebilir. Özetle APOE, lipid metabolizmasının nutrigenetik açıdan en çok araştırılmış genlerinden biridir ve kişiye özel beslenme planlarında yağ alımının miktar ve türünün belirlenmesinde rol oynayabilir.

2. EPİGENETİK MEKANİZMALAR VE BESLENME

Çevresel faktörlerin gen ekspresyonu üzerindeki etkilerinin önemli bir bölümü epigenetik mekanizmalar aracılığıyla gerçekleşir. Beslenme, epigenetik değişikliklerin en güçlü tetikleyicilerinden biridir (Choi ve Friso, 2010:8). Bu bölümde, DNA metilasyonu ve histon modifikasyonları gibi temel epigenetik süreçlerin besin öğeleri ile ilişkisi ele alınmaktadır.

2.1. DNA Metilasyonu ve Besin Öğeleri

DNA metilasyonu, DNA dizisindeki sitozin bazlarına metil gruplarının eklenmesiyle gen ifadesinin baskılanmasını sağlayan bir mekanizmadır. Metilasyon için gereken metil grupları, büyük ölçüde beslenme yoluyla alınan metil donörlerinden ve ko-faktör vitaminlerden sağlanır. Özellikle folat (B9), B12 vitamini, B6 vitamini, kolin ve betain gibi besin öğeleri tek karbon metabolizmasında kritik roller oynar ve S-adenozilmetiyonin (SAM) üretimine katkı sağlar. SAM molekülü, vücuttaki metilasyon reaksiyonları için evrensel metil donörüdür ve DNA metiltransferaz enzimleri SAM'i kullanarak gen promotor bölgelerine metil grupları ekler. Bu süreç, genlerin susturulmasında temel öneme sahiptir (Bekdash, 2023:2346).

Diyette folat ve B12 gibi vitaminlerin yetersiz olması, metilasyon döngüsünü sektire uğratarak genom çapında hipometilasyona ve belirli genlerin anormal aktivasyonuna yol açabilir. Örneğin folat veya B12 eksikliği durumunda homosistein metiyonine yeterince dönüştürülemez ve metilasyon için SAM üretimi azalır. Bu da hücrelerde DNA metilasyon düzeylerini düşürebilir. Nitekim folat ve ilgili B vitaminlerinin yetersiz alımı, kanser dahil çeşitli kronik hastalıklarda DNA metilasyon paternlerinin bozulmasıyla ilişkilendirilmiştir. Tersine, yeterli folat alımının, potansiyel olarak tümör baskılayıcı genlerin metilasyonunu ve sessiz kalmasını önleyerek kolon kanseri riskini azalttığı öne sürülmüştür (Mandaviya vd., 2019:437).

Hamilelik döneminde folik asit desteğinin, fetüste normal DNA metilasyon desenlerinin kurulmasına yardımcı olarak nöral tüp defekti riskini azalttığı iyi bilinen bir örnektir. Yine anne karnındaki beslenmenin epigenetik etkilerine dair çarpıcı bir bulgu, agouti fare modeli ile gösterilmiştir: Folat, B12, betain ve kolin açısından zengin bir diyetle beslenen hamile farelerin yavrularında agouti geninin hipermetilasyonu artmış ve bu yavrular daha sağlıklı fenotipler sergilemiştir. Bu deney, diyetin

epigenetik işaretleri değiştirebildiğinin ve bu değişikliklerin fenotipe yansıdığına kanıttır (Dolinoy, 2008:7).

Dolayısıyla beslenme, epigenomumuzun şekillenmesinde dinamik bir rol oynar. Folat, B vitaminleri ve betain gibi methyl-donor mikro besinlerin optimal düzeyde alınması, normal DNA metilasyon desenlerinin korunmasını destekler (Bekdash, 2023:2346). Dengesiz veya eksik alım ise genom bütünlüğünü ve gen regülasyonunu bozarak uzun vadede hastalık riskini etkileyebilir. Bu nedenle kişiselleştirilmiş beslenme yaklaşımlarında, bireyin metilasyon kapasitesini belirleyen besin öğelerini yeterli düzeyde alması sağlanmalı; örneğin MTHFR polimorfizmi gibi metilasyon döngüsünü etkileyen genetik varyantlara sahip kişilerde folat ve B12 alımına özel önem verilmelidir.

2.2. Histon Modifikasyonu

Histonlar, DNA'nın etrafına sarıldığı proteinler olup, üzerlerindeki kimyasal modifikasyonlar (asetilasyon, metilasyon, fosforilasyon vb.) kromatin yapısını ve gen ekspresyonunu düzenler. Histon asetilasyonu, genellikle kromatin yapısını gevşetip gen ifadelerini artırırken; histon deasetilasyonu kromatini sıkılaştırıp genleri susturur. Bu dengede rol oynayan enzimler, örneğin histon deasetilazlar (HDAC), beslenme tarafından etkilenebilen önemli hedeflerdir (Terova vd., 2016:e0160332).

Diyetteki bazı bileşenlerin histon modifikasyon enzimlerini doğrudan inhibe edebildiği gösterilmiştir. Örneğin, posa içeriği yüksek diyetlerle fermente olan bağırsak bakterilerinin ürettiği butirat adlı kısa zincirli yağ asidi, güçlü bir HDAC inhibitörüdür. Butirat, bağırsak hücrelerinde HDAC enzimlerini baskılayarak histonların asetilasyon seviyesini artırır; bunun sonucu ilgili genlerin ekspresyonu kolaylaşır. Butiratin bu epigenetik etkisinin, kolon mukozasında anti-inflamatuar ve anti-tümöröz bir ortam oluşturduğu düşünülmektedir. Nitekim yüksek lifli beslenmenin kolon kanseri riskini azaltmasında, butirat aracılığıyla HDAC enzimlerinin inhibisyonu ve tümör baskılayıcı genlerin aktive olması önemli bir mekanizma olarak görülmektedir (Shock vd., 2021:108631).

Benzer şekilde, bitkisel besinlerdeki birçok polifenolik bileşik de histon modifikasyonlarını etkileyebilir. Örneğin yeşil çay kateşini olan EGCG, kurkumada bulunan kurkumin veya brokoli gibi sebzelerdeki sülforafan gibi moleküllerin de HDAC inhibitörü olarak işlev gördüğü ve kanser hücrelerinde tümör baskılayıcı gen ekspresyonunu yeniden aktifleştirebildiği bildirilmektedir. Bu nedenle bu bileşikler *epi-besinler* (epinutrient) olarak adlandırılır ve kanser kemoproteksiyonunda potansiyel ajanlar olarak incelenmektedir (Cheng vd., 2019:1881).

Histon modifikasyonları üzerindeki bir diğer besinsel etki, asetil-CoA düzeyleriyle ilgilidir. Histon asetilasyonunda gereken asetil grubunun kaynağı asetil-CoA'dır ve hücresel enerji metabolizması ile bağlantılıdır. Örneğin kalori kısıtlaması veya ketojenik diyet gibi metabolik durumlar,

hücre içi asetil-CoA havuzunu değiştirerek global histon asetilasyon paternlerini etkileyebilir. Düşük enerjili durumlarda sirtuin gibi NAD^+ bağımlı deasetilazların aktivitesi artar ve bu da belirli genlerin adaptif olarak düzenlenmesine yol açar (Brabencová vd., 2017:8).

Özetle, besin öğeleri ve metabolitleri histonları değiştiren enzimlerin aktivitesini modüle edebilir. Bu sayede diyet, genomumuzun okunma şeklini kalıcı olmaksızın ayarlayarak sağlık üzerinde derin etkiler yaratır. Butirat gibi mikrobiyota kaynaklı ürünlerin veya polifenoller gibi fitokimyasalların düzenli alımı, histon modifikasyonlarına aracılık ederek anti-enflamatuvar, anti-kanserojen gen ekspresyon paternlerini destekleyebilir. Kişiselleştirilmiş beslenme çerçevesinde, bireyin diyetine bu tür epi-besinleri dahil etmek, epigenetik sağlık göstergelerini iyileştiren stratejilerden biri olabilir.

3. miRNA'LAR VE DİYET İLİŞKİSİ

MikroRNA'lar (miRNA), yaklaşık 20-22 nükleotid uzunluğunda küçük kodlamayan RNA molekülleri olup, hücrede gen ekspresyonunu post-transkripsiyonel düzeyde düzenlerler. Bir miRNA genelde belirli mRNA'lara bağlanarak onların translasyonunu engeller veya yıkımını sağlar, böylece ilgili gen ürününün seviyesini azaltır. Son yıllarda, hem beslenmenin miRNA ekspresyon profillerini değiştirebildiği, hem de besinlerin kendilerine ait miRNA'lar taşıyarak alıcı organizmada etkili olabildiği yönünde ilginç bulgular ortaya çıkmıştır (Ross ve Davis, 2014:305).

Diyete bağlı olarak vücuttaki dolaşımdaki miRNA profilleri değişebilmektedir. Örneğin obez bireylerin kanında metabolik süreçlerle ilişkili belirli miRNA'ların düzeyleri farklı bulunmuş; kilo kaybı ile birlikte bu miRNA'ların seviyelerinde normalize olma eğilimi gözlenmiştir. Yüksek yağlı veya yüksek fruktozlu diyetlerle beslenen hayvan modellerinde, karaciğerde yağ metabolizmasını düzenleyen miRNA'ların (örn. miR-122, miR-370 gibi) ifade düzeylerinin değiştiği saptanmıştır. Bu da beslenmenin, metabolik genetik programları miRNA aracılığıyla yeniden ayarlayabildiğini göstermektedir (Chodur ve Steinberg, 2024:100241). İnsanlarda çeşitli diyet müdahaleleri sonrasında yapılan taramalarda da, Akdeniz diyeti, vejetaryen diyet veya ketojenik diyet gibi farklı beslenme modellerinin farklı setlerde miRNA'ları modüle ettiği rapor edilmiştir (Ferrero vd., 2021:11). Örneğin, Omega-3 yağ asitlerinden zengin bir diyetin inflamasyonla ilgili bazı miRNA'ların (örn. miR-146a) ekspresyonunu artırarak anti-inflamatuvar etki gösterebileceği düşünülmektedir.

İlginç bir diğer keşif, diyetle alınan eksojen miRNA'ların (xenomiRNA) vücutta işlev görebileceği iddiasıdır. Bitki ve hayvan kaynaklı gıdalarda miRNA molekülleri bulunur ve bazı çalışmalar, bu gıda kaynaklı miRNA'ların sindirimden sağ çıktığını, dolaşıma geçtiğini ve alıcı organizmada gen hedefleyebildiğini öne sürmüştür. Örneğin pirinçte bol bulunan *miR-168*'in, farelerin kan dolaşımına geçerek LDL reseptör adaptör proteini mRNA'sına bağlandığı ve LDL kolesterolün temizlenmesini

yavaşlattığına dair bir çalışma oldukça ses getirmiştir. Benzer şekilde, brokoli gibi sebzelerde bulunan *miR-159*'un deneysel modellerde meme kanseri hücre proliferasyonunu baskıladığı gösterilmiştir. Bu alandaki bulgular henüz tartışmalı olsa da, gıdaların sadece makro veya mikro besin öğeleri değil, aynı zamanda biyoaktif RNA molekülleri taşıyabileceği fikrini gündeme getirmiştir (Babakhani vd., 2025:61; Crakes vd., 2025:60; Paneru ve Hill, 2023:27).

Besinlerin miRNA profilleri üzerindeki etkisi, kanser veya diyabet gibi kronik hastalıklardan korunmada da yeni yaklaşımlar sunabilir. Örneğin, flavonoid gibi fitokimyasalların kanser hücrelerinde tümör baskılayıcı miRNA'ların ekspresyonunu artırıp onkojenik miRNA'ları azalttığı saptanmıştır. Kurkumin uygulanan hücrelerde kanser metastazıyla ilişkili *miR-21* gibi miRNA'ların baskılandığı rapor edilmiştir. Dolayısıyla beslenme, miRNA düzeylerini değiştirerek hücresel sinyal yollarını ve hastalık riskini etkileyebilir.

Öte yandan anne sütü gibi doğal besinlerde de bol miktarda miRNA bulunur ve bunların bebeğin gelişiminde rol oynayabileceği düşünülmektedir. Anne sütündeki miR-148a'nın bebekte metabolik gen ekspresyonunu etkileyerek obezite riskini azaltabileceği ileri sürülen hipotezlerden biridir (Martino vd., 2024:160).

Sonuç olarak, diyet ve miRNA ilişkisi çift yönlüdür: Beslenme biçimimiz vücudumuzdaki miRNA'ların türünü ve miktarını şekillendirir; aynı zamanda tükettiğimiz gıdalar dış miRNA'lar aracılığıyla gen regülasyonumuza katkıda bulunabilir. Kişiselleştirilmiş beslenme stratejilerinde, ileride bireyin dolaşımdaki miRNA profiline bakarak sağlık durumu değerlendirilebilir ve diyet buna göre ayarlanabilir. Örneğin tip 2 diyabet riski yüksek bir kişide, insülin salgılanmasını etkileyen miRNA'ları olumlu yönde değiştirecek (lif, omega-3, polifenol zengini) bir diyet planı oluşturulması hedeflenebilir. Bu alan henüz araştırma aşamasında olsa da, nutrigenomik ve epigenetik keşişiminde oldukça heyecan verici bir perspektif sunmaktadır.

4. KİŞİSELLEŞTİRİLMİŞ BESLENME UYGULAMALARI

Genomik ve epigenetik bilgiler ışığında, kişiselleştirilmiş beslenme (personalized nutrition) konsepti, bireylerin tek tip beslenme önerileri yerine genetik profillerine, metabolik durumlarına ve diğer kişisel özelliklerine uygun diyet stratejileri geliştirilmesini amaçlar (Marcum, 2020: 338).

4.1. Kronik Hastalık Risklerinin Azaltılması

Kötü beslenme alışkanlıkları, obezite, tip 2 diyabet, kardiyovasküler hastalıklar ve bazı kanserler gibi pek çok kronik hastalığın başlıca tetikleyicisidir. Geleneksel olarak nüfus bazında geliştirilen beslenme rehberleri (ör. günlük belirli kalori ve besin öğesi alım önerileri), geniş kitlelerin sağlığını korumayı hedeflese de, herkese uyan diyet yaklaşımı her

birey için en etkili sonuçları vermeyebilir. Bireylerin genetik çeşitliliği, metabolizma farklılıkları ve yaşam tarzı unsurları, aynı diyetin kişilerde çok farklı etkiler yaratmasına neden olur. Bu nedenle son yıllarda, *kişiselleştirilmiş beslenme*, kronik hastalıkların önlenmesinde daha etkili ve sürdürülebilir bir yol olarak ortaya çıkmıştır (Roman vd., 2024:11).

Kişiselleştirilmiş beslenmenin kronik hastalık riskini azaltmadaki potansiyeline ilişkin kanıtlar giderek artmaktadır. Gözlemsel çalışmalar, genetik yatkınlıkları bilinen bireylerde hedefe yönelik diyet değişikliklerinin risk belirteçlerini iyileştirebileceğini göstermiştir. Örneğin ailesinde erken yaşta kalp hastalığı öyküsü ve belirli kolesterol metabolizması gen varyantları olan bir birey düşünelim; bu kişinin doymuş yağ ve kolesterol alımını kısıtlayan, posalı ve omega-3'ten zengin bir diyetle yönlendirilmesi, kan lipid profillerini iyileştirip ateroskleroz riskini azaltabilir. Benzer şekilde tip 2 diyabet için *TCF7L2* gibi genlerinde risk alelleri taşıyan bir bireyin, rafine karbonhidrat alımını kısıtlayıp düşük glisemik indeksli besinlere ağırlık vermesi, diyabet gelişim riskini düşürebilir. Bu tür gen-odaklı beslenme önerileri, genel popülasyona verilen önerilerle örtüşse de, motivasyon ve uyum açısından kişiye özel geri bildirim sağladığı için daha etkili olabilir. Nitekim çalışmalar, kişiselleştirilmiş diyet tavsiyeleri alan bireylerin, genel sağlıklı beslenme önerileri alanlara kıyasla diyet kalitesini daha çok iyileştirdiğini ve önerilere uyumu artırdığını göstermektedir (Bermingham vd., 2024:1888).

Bir başka önemli boyut, genomik verilerin proaktif koruyucu önlemlere imkan tanınmasıdır. Bireyin genomu incelenerek belirli bir kronik hastalığa yatkınlığı saptandığında, henüz hastalık ortaya çıkmadan önce beslenme ve yaşam tarzı müdahaleleriyle risk azaltılabilir. Örneğin, *APOE* ε4 taşıyıcısı olduğu belirlenen sağlıklı bir orta yaşlı bireyde, daha agresif bir kolesterol düşürücü diyet ve egzersiz programı uygulanarak ileride oluşabilecek kalp damar hastalığı veya Alzheimer riski en aza indirilmeye çalışılabilir. Bu yaklaşım, tıbbın reaksiyondan ziyade öngörücü ve önleyici (preventif) olmasına katkı sunar. Beslenmenin bu şekilde kişiselleştirilmesi, standart hale getirilmiş "herkese aynı" diyet önerilerine kıyasla bireysel risk faktörlerini daha doğrudan hedef alarak toplumda kronik hastalık yükünü azaltabilir (Roman vd., 2024:11).

Elbette kişiselleştirilmiş beslenme hala gelişmekte olan bir alandır. Gen-diyet etkileşimlerinden elde edilen bulgular her gen için eşit derecede güçlü değildir ve birden fazla gen varyantının etkileşimi, epigenetik ve mikrobiyota gibi diğer kişisel faktörlerle birleşerek sonuçları belirler. Bu nedenle, kronik hastalıkların önlenmesinde kişiye özel diyet planlanırken çok boyutlu değerlendirme yapmak önemlidir. Genetik bilgiler, kan biyobelirteçleri (glukoz, kolesterol vb.), vücut kompozisyonu ve hatta bireyin beslenme tercihlerine kadar uzanan kapsamlı bir profil çıkarılmalıdır (Bermingham vd., 2024:1888). Buna uygun planlar, bireyin uyabileceği şekilde tasarlanmalı ve gerektiğinde ayarlanmalıdır.

Özetle, kişiselleştirilmiş beslenme, kronik hastalıklardan korunmada umut vadeden bir araçtır. “Tek tip diyet herkes için en iyisidir” anlayışının sonu olarak nitelenen bu yaklaşım, her bireyin genetik ve metabolik özgünlüğünü dikkate alarak daha hassas ve etkili beslenme stratejileri sunar (Roman vd., 2024:11). Uzun vadede, toplum genelinde genomik taramalar ve dijital sağlık teknolojileri yaygınlaştıkça, kişiye özel beslenme önerilerinin kronik hastalık insidansını önemli ölçüde azaltabileceği öngörülmektedir.

4.2. Obezite ve İnsülin Direncinde Bireysel Yaklaşımlar

Obezite, pek çok genetik ve çevresel faktörün etkileşimiyle ortaya çıkan karmaşık bir fenotiptir. Enerji dengesi, iştah regülasyonu ve yağ depolama gibi süreçleri etkileyen yüzlerce gen vardır. Klasik diyet tedavileri herkes için benzer kalori kısıtlaması ve makro besin dağılımı önerse de, kişilerin kilo verme yanıtları arasında büyük farklılıklar gözlenir. Kimi birey aynı diyetle hızlı ve kolay kilo verirken, kimi çok az ilerleme kaydedebilir. Bu farklılıklarda genetik mirasımızın payı büyüktür (Höchsmann vd., 2023:6321).

Kişiselleştirilmiş beslenme, obeziteyle mücadelede bireyin genetik profilini ve metabolik özelliklerini göz önüne alarak daha isabetli müdahaleler yapmayı hedefler. Örneğin iştah regülasyonunda rol alan *MC4R* genindeki varyasyonlar, tokluk hissini ve enerji alımını etkileyebilir; bu geninde risk aleli taşıyan kişilere yüksek protein ve lif içerikli, daha doyurucu diyetler önerilmesi mantıklı olabilir. Yine yağ dokusu metabolizmasını etkileyen *FTO* geni polimorfizmleri, bireyin yüksek yağlı gıdalara eğilimini ve kilo almaya yatkınlığını artırır; *FTO* risk aleli taşıyan bireylerin diyetinde yağ kısıtlamasına gitmek daha etkin sonuç verebilir. *PPAR-γ* gibi insülin duyarlılığıyla ilişkili genlerdeki farklılıklar, kimin düşük karbonhidrat diyetten daha çok fayda göreceğini belirlemede yardımcı olabilir (Kiani vd., 2022:125; Razquin vd., 2011:136).

Bu bağlamda ilgi çekici bir çalışma, kişileri genetik profillerine göre “yağ-yanıt verenler” ve “karbonhidrat-yanıt verenler” olarak sınıflandırarak, her birine uygun (yüksek yağ veya yüksek karbonhidrat içerikli) diyetle randomize etmiş ve kilo kaybı sonuçlarını incelemiştir. Hipotez, eğer bir kişi genetik olarak düşük yağlı diyetle daha iyi yanıt verecek şekilde işaretler taşıyorsa, o diyetle daha çok kilo vereceği yönündeydi (ve tersi). Ancak 12 haftalık bu denemenin sonucunda genotipe göre uyarlanmış diyet alan grup ile genotiple uyumayan diyet alan grup arasında kilo kaybı açısından bir fark bulunamamıştır (Höchsmann vd., 2023:6321). Yani mevcut haliyle genetik bilgiler tek başına en uygun diyet türünü seçmekte belirleyici olmayabilir. Bu sonuç, obezite için nutrigenetik uygulamaların henüz emekleme aşamasında olduğuna ve genetiğin etkisinin diğer faktörlerle birlikte değerlendirilmesi gerektiğine işaret ediyor.

Bununla birlikte, diğer çalışmalar daha bütüncül kişiselleştirme yaklaşımlarının obezite tedavisinde başarılı olabileceğini gösteriyor. Örneğin, son zamanlarda yapılan büyük bir randomize kontrollü çalışmada, glisemik yanıt ölçümleri, kan trigliserit yanıtları, bağırsak mikrobiyota analizi ve klinik bilgiler bir algoritmada birleştirilerek her katılımcı için kişiselleştirilmiş diyet planları oluşturulmuş ve bu yaklaşım standart diyetle kıyasla daha fazla kilo kaybı ve metabolik parametrelerde iyileşme sağlamıştır (Birmingham vd., 2024:1888). Bu bulgu, tek bir gen veya tek bir parametre yerine, çoklu biyolojik verinin entegre edilmesiyle kişiye özel beslenme müdahalelerinin daha etkili olabileceğini gösteriyor.

İnsülin direnci ve pre-diyabet durumlarında da benzer şekilde bireysel yaklaşımlar öne çıkıyor. Bazı insanlar yüksek karbonhidratlı diyetlerde bile insülin duyarlılıklarını korurken, diğerleri daha düşük karbonhidrat alımına rağmen insülin direnci geliştirebiliyor. Bu farklılıklarda genetik faktörlerin yanı sıra kişinin yağ dağılımı, bağırsak mikrobiyotası ve erken dönem beslenme geçmişi de rol oynuyor. Kişiselleştirilmiş bir yaklaşımda, kişiye bir sürekli glikoz monitörü takılarak çeşitli besinlere verdiği kan şekeri tepkileri ölçülebilir; böylece hangi gıdaların o birey için glisemik kontrolü bozduğu saptanarak özel bir beslenme planı oluşturulabilir. Nitekim yapay zekâ destekli algoritmalar kullanarak, bir bireyin öğün sonrası kan şekeri yükselmelerini öngörüp en uygun öğün bileşimlerini öneren dijital sağlık uygulamaları geliştirilmiştir ve diyabet yönetiminde ümit vaat etmektedir (Agrawal vd., 2025:12).

Ayrıca obezite tedavisinde motivasyon ve uzun vadeli uyum sorunu büyüktür. Genetik veriye dayalı kişisel geri bildirim, bireyde “benim genlerime uygun besleniyorum” algısı yaratarak diyetle bağlı kalmayı artırabilir. Bir çalışmada, nutrigenetik tabanlı kişisel diyet önerileri alan bireylerin, genel öneri alanlara göre daha fazla kilo verdiği ve programı tamamlamada daha başarılı olduğu rapor edilmiştir (Birmingham vd., 2024:1888).

Özetle, obezite ve insülin direncinin yönetiminde kişiselleştirilmiş beslenme yaklaşımı, “hangi diyet herkes için en iyisi?” sorusunu “*hangi diyet bu kişi için en iyisi?*” sorusuna evriltmektir. Bu, genetik bilgiler (ör. iştah ve metabolizma genotipleri), klinik veriler (ör. kan şekeri, lipidler), biyometrik izlemler (aktivite, uyku) ve bireyin tercihlerini bir arada değerlendirerek dinamik bir beslenme planı oluşturmayı gerektirir. Bilimsel kanıtlar henüz tam olgunlaşmasa da, giderek karmaşılaşan bu entegre yaklaşımlar obeziteyle mücadelede gelecek vaat etmektedir. Önemli olan, başarısızlık durumunda planı değiştirmekten çekinmemek ve bireyin sürekli geri bildirimlerle desteklenmesidir (Ben-Yacov vd., 2021:1980; Rein vd., 2022:56). Her insanın kilo alma ve verme biyolojisi kendine özgüdür; dolayısıyla obeziteyi önlemek ve tedavi etmek de kişiye özel olmalıdır.

4.3. Kanserden Korunma Stratejileri

Kanser, genetik değişimlerin birikimiyle oluşan bir hastalık olsa da, bu değişimlerin ortaya çıkışı ve ilerlemesinde epigenetik mekanizmalar ve çevresel faktörler büyük rol oynar. Beslenme hem kanser gelişme riskini hem de tümör davranışını etkileyebilen önemli bir çevresel belirleyicidir. Kişiselleştirilmiş beslenme, kişinin genetik kanser risklerine ve epigenetik profiline uygun besin stratejileri geliştirerek bir tür *kemoprevensiyon* (kimyasal korunma) yöntemi sunabilir (Melo vd., 2018:8; Montgomery ve Srinivasan, 2019:1012).

Öncelikle, bazı besin bileşenlerinin doğrudan anti-kanserojen etki gösterdiği bilinmektedir. Örneğin meyve-sebzelerdeki diyet polifenoller (resveratrol, kateşinler, kersetin vb.), akciğer, kolon, meme, prostat ve pankreas gibi çeşitli kanser türlerinin oluşum riskini azaltmada önemli role sahiptir (Nasir vd., 2020:1375). Bu bileşikler antioksidan etkilerinin yanı sıra, hücre içi sinyal yollarında gen ifade düzenleyicileri olarak da işlev görürler. Özellikle epigenetik düzeyde, polifenoller ve diğer fitokimyasallar HDAC enzimlerini inhibe ederek veya DNA metilasyonunu modüle ederek tümör baskılayıcı genleri yeniden aktifleştirebilir. Örneğin brokoli ve diğer turpgillerde bulunan sülforafan, HDAC inhibitörü olarak kolon kanseri hücrelerinde hücre döngüsü durdurma ve apoptoz indüklemeye etkisi gösterir. Zerdeçalın aktif bileşiği kurkumin, çeşitli kanser hücrelerinde onkojenik genleri baskılayan ve tümör baskılayıcıları artıran epigenetik değişikliklere yol açmıştır. Benzer şekilde yeşil çayda bulunan EGCG, DNA metiltransferaz enzimlerini kısmen inhibe ederek tümör baskılayıcı gen promotörlerindeki hipermetilasyonu azaltabilir (Malcomson ve Mathers, 2023:102710). Bu bulgular, belirli gıdaların ve bileşenlerin epi-besin olarak kanserden korunmada değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Genetik yatkınlığı yüksek bireylerde, kişiselleştirilmiş beslenme stratejileri kanser riskini düşürmede daha da önemli olabilir. Örneğin BRCA1/2 mutasyonu taşıyıcısı kadınlar meme kanseri gelişimine yatkındır; bu bireylerin diyetinde antioksidan ve antiöstrojenik bileşenleri (soya izoflavonları, yeşil çay, omega-3 yağ asitleri gibi) artırmak, meme dokusunda oluşabilecek oksidatif hasarı ve inflamasyonu azaltarak risk yönetimine yardımcı olabilir. Yine *MLH1* gibi DNA onarım genlerinde kalıtsal mutasyon taşıyan (Lynch sendromlu) bireylerde, bağırsak hücrelerinin epigenetik sağlığını destekleyecek (yüksek lifli, folat ve B vitaminlerinden zengin) bir beslenme, polip oluşumunu geciktirebilir (Brouwer vd., 2017:1287; Sellami ve Bragazzi, 2020:512).

Epigenetik bakış açısıyla, beslenmenin kanser önlenmesine katkısı sadece spesifik besinlerden değil, aynı zamanda kalori alımının kontrolünden de geçer. Kalori kısıtlaması ve aralıklı oruç gibi uygulamaların, tümör oluşumunu epigenetik değişiklikler yoluyla baskıladığına dair kanıtlar vardır. Düşük kalori alımı, hücre proliferasyonunu yavaşlatarak DNA hasar

birikimini azaltır ve sirtuinler gibi histon deasetilaz aktivitelerini değiştirerek anti-yaşlanma ve anti-kanser etkiler oluşturur (Hursting vd., 2013:10).

Kişiselleştirilmiş beslenmenin kanserden korunmadaki bir diğer boyutu, biyobelirteç temelli beslenme planlamasıdır. Bireyin kanında inflamasyon, insülin, IGF-1 gibi kanser risk göstergeleri izlenerek, bunları optimal aralığa çekecek bir diyet planı tasarlanabilir. Örneğin yüksek hassas CRP ve insülin düzeyleri tespit edilen bir bireyde, basit şekerlerin kısıtlanıp posanın artırıldığı, doymuş yağın azaltılıp omega-3'ün çoğaltıldığı bir beslenme modeli hem obeziteyi kontrol altına almaya hem de bu inflamatuvar ve mitojenik ortamı baskılamaya yardımcı olur (Bruinsma vd., 2021:1048; Fanti ve Longo, 2024:31).

Son olarak, kişiselleştirilmiş beslenme, kanserden korunmada mikrobiyota hedefli yaklaşımları da içerir. Bağırsak mikrobiyomunun bileşimi, diyetteki lif, polifenol ve diğer prebiyotiklerin alımına göre şekillenir ve kanser riskini etkileyen metabolitler üretir. Örneğin butirat üreten faydalı bakterileri destekleyen bir diyet, kolon epitelinde tümör gelişimini engelleyici bir mikroçevre oluşturur. Genetik yatkınlıkla beraber mikrobiyota profili de değerlendirilerek, o kişiye en uygun probiyotik/gıda kombinasyonları belirlenebilir (Song ve Chan, 2017:429).

Tüm bu örnekler, nutrigenomik ve epigenetik bilgiler kullanılarak bireye özel kemopreventif diyetler geliştirilebileceğini göstermektedir. Şüphesiz ki kanser çok etmenli bir hastalıktır ve beslenme tek başına mutlak koruma sağlamaz; ancak kişiselleştirilmiş beslenme, genetik riskleri yüksek kişilerde riskin azaltılması veya genel popülasyonda koruyucu etkinin maksimize edilmesi için değerli bir araçtır. Gelecekte, kişinin genom sekansı ve epigenom profili ile uyumlu, “nutrigenetik pasaportuna” uygun beslenme protokolleri yaygınlaşabilir. Örneğin bir kişiye, “Siz detoksifikasyon enzim genlerinizde yavaş metabolize edici bir profildesiniz, bu yüzden bol brokoli, brüksel lahanası gibi sebzeler tüketmeniz karaciğerinizi destekleyecektir” veya “DNA tamir genlerinizdeki hassasiyet nedeniyle antioksidan kapasitenizi yüksek tutmalısınız, her gün farklı renklerde 5 porsiyon sebze-meyve öneriyoruz” gibi önerilerde bulunulabilir. Böylece tıp, ilaçlardan önce yaşam tarzıyla kanseri önlemeye odaklanan bir düzleme taşınabilir.

5. FONKSİYONEL TIP PERSPEKTİFİ VE GELECEK YAKLAŞIMLAR

Kişiselleştirilmiş beslenme, fonksiyonel tıp yaklaşımının temel taşlarından biri haline gelmiştir. Fonksiyonel tıp, hastalığın altında yatan kök nedenleri bulmayı ve vücudu bir bütün olarak ele almayı amaçlayan; kişiye özgü, hasta merkezli bir tıp dalıdır. Bu bakış açısı, genetik ve çevresel faktörlerin hastalıkları nasıl etkilediğine büyük önem verir. Nutrigenomik bulguların klinik pratiğe yansımaları da en hızlı bu alan içinde gerçekleşmektedir (Lagoumintzis vd., 2024:11). Aşağıda, fonksiyonel tıp perspektifinden nutrigenomik uygulamalar ve gelecekteki yönelimler tartışılmaktadır:

5.1. Genetik Testlerin Kullanımı

Son yıllarda genetik testlerin yaygınlaşmasıyla birlikte, bireylerin beslenmeyle ilişkili gen varyantlarını öğrenmeleri mümkün hale gelmiştir. *Nutrigenetik testler* olarak adlandırılan bu paneller, MTHFR, APOE, FTO, LCT, HLA gibi onlarca gende polimorfizmleri tarayarak, kişinin belirli besinlere veya diyet türlerine nasıl yanıt verebileceğine dair ipuçları sunar. Fonksiyonel tıp uygulayıcıları, hastalarının genetik profillerini değerlendirip beslenme planlarını buna göre kişiselleştirmeye başlamışlardır (Berry vd., 2020:964; Zeevi vd., 2015:1079). Örneğin, nutrigenetik testinde laktoz intoleransı veya çölyak yatkınlığı saptanan bir hastaya uygun eliminasyon diyetleri önerilirken; kafein metabolizmasında yavaşlayıcı *CYP1A2* varyantı çıkan bir bireye kafein alımının kısıtlanması tavsiye edilebilir.

Genetik testlerin kullanımı, hastalara kendi vücutları hakkında somut veriler sunarak onların farkındalık ve motivasyonunu da artırmaktadır. “Genlerime uygun besleniyorum” düşüncesi, birçok hasta için diyetine sadık kalmayı kolaylaştırmaktadır. Fonksiyonel tıp doktorları, bu testlerin sonuçlarını hastalarına detaylı şekilde açıklayarak, her bulgunun ne anlama geldiğini ve bunun ışığında hangi beslenme/yaşam tarzı değişikliklerinin yapılabileceğini anlatırlar. Örneğin testte B12 vitamini metabolizmasında problem yaratabilecek bir gen varyantı bulunan bir hastaya, düzenli B12 takibi ve gerekirse takviye kullanımı önerilir. Veya Omega-3 yağ asitlerini etkin kullanamayan bir metabolik profile işaret eden genotip tespit edilirse, bu kişi için balık tüketiminin artırılması ve belki ilave omega-3 desteği verilmesi planlanır.

Ancak genetik testlerin klinikte kullanımı beraberinde birtakım etik ve pratik kaygılar da getirir. Öncelikle, tüm nutrigenetik bulgular tıbbi olarak eyleme geçirilebilir güçte değildir – bilimsel kanıtları zayıf veya tutarsız olan birçok varyant vardır. Ticari nutrigenetik testlerin bazıları, bilimsel desteği kısıtlı genleri de panellerine ekleyebilmekte ve bu da veri kirliliğine yol açabilmektedir. Nitekim literatürde yapılan meta-analizler, pazardaki nutrigenomik testlerde yer alan genlerin önemli bir kısmı için hastalık riskine anlamlı bir etkisinin kanıtlanmadığını ortaya koymuştur (Pray, 2018:365). Bu yüzden hekimlerin, genetik test raporlarını yorumlarken çok dikkatli olmaları, sadece güçlü kanıta dayalı bulgulara göre hareket etmeleri gerekir.

Örneğin, nutrigenetik bir çalışmada APOE genotipleri belirlenen katılımcılara, sadece diyet yağına metabolik yanıt açısından geribildirim verilip, APOE ε4 taşıyıcısı olmanın Alzheimer riskini artırdığı bilgisi bilinçli onam dışında tutulmuşsa, bu etik bir ikilem yaratır (Pray, 2018:365). Katılımcılar bilmeden Alzheimer risk durumlarını öğrenmiş olabilirler ve bu, psikolojik yük getirebilir. Bu nedenle, nutrigenetik testler klinik uygulamada kullanılırken informed consent (aydınlatılmış onam) süreçleri dikkatlice yönetilmeli, testlerin kapsamı ve olası sonuçları hastaya açıklanmalıdır.

Düzenleyici açıdan bakıldığında, birçok ülkede doğrudan tüketiciye pazarlanan (DTC) genetik testler denetim eksikliği nedeniyle eleştirilmektedir. Bazı ülkeler halkın bu testlere kendi başına erişimini kısıtlamış veya sağlık profesyoneli rehberliği şartı getirmiştir. Fonksiyonel tıp camiası genel olarak bu testlerin hekim gözetiminde ve ilgili bilim dalında eğitim almış profesyonellerce yorumlanmasını savunur. Genetik danışmanlık hizmetlerinin de bu süreçte entegre edilmesi önerilir (Horne vd., 2020:7).

Sonuç olarak, genetik testler kişiselleştirilmiş beslenmenin önemli bir parçasıdır ve fonksiyonel tıpta yaygın biçimde kullanılmaktadır. Ancak bunların doğru ve etik kullanımı büyük önem taşır. Gelecekte kanıtlar güçlendikçe, daha kapsamlı poligenik risk skorları ve nutrigenetik paneller klinikte standardize edilebilir. O noktada dahi, hekimlerin hastalarıyla birlikte bu testlerin sonuçlarını dikkatlice değerlendirip, her bireyin değerlerine ve tercihlerine uygun şekilde kullanması en ideal yaklaşım olacaktır.

5.2. Dijital Sağlık ve Yapay Zekâ Destekli Diyet Planları

Teknolojideki ilerlemeler, kişiye özel beslenme tavsiyelerinin verilmesini ve uygulanmasını kolaylaştıran yeni araçlar ortaya çıkarmıştır. Dijital sağlık uygulamaları, akıllı telefon tabanlı beslenme izleme uygulamaları, giyilebilir cihazlar ve tele-tıp sistemleriyle beslenme yönetiminde devrim yaratmaktadır. Özellikle yapay zekâ (YZ) ve makine öğrenimi algoritmaları, büyük veri setlerini analiz ederek bireye özgü içgörüler sunma kabiliyetine sahiptir. Bu sayede, geçmişte diyetisyenin manuel değerlendirmeleriyle sınırlı olan kişiselleştirme, artık gerçek zamanlı ve ölçeklenebilir hale gelmektedir (Agrawal vd., 2025:12).

Bir örnek üzerinden düşünersek: Bireyler sürekli glikoz ölçer cihazları, akıllı saatler ve dijital yemek kayıt sistemleri kullanarak beslenme ve metabolizma verilerini anlık olarak toplayabilmektedir. Bu veriler (yediği öğünler, bunların ardından glikoz/insülin düzeyleri, günlük aktivite vs.), yapay zekâ destekli bir platforma aktarıldığında, algoritma bireyin metabolik tepkilerine göre en uygun besin seçimlerini ve zamanlamalarını hesaplayabilir. Örneğin, YZ algoritması “öğle yemeğinde beyaz pirinç yediğinde kan şekerin çok yükseliyor ama aynı karbonhidratı mercimekten aldığı daha stabil seyrediyor” gibi bir öngöründe bulunarak, kişiye “pirinç yerine mercimek tüket” önerisini verebilir. Nitekim 2020’li yıllarda yapılan bir çalışmada, besinlerin bireylerdeki postprandiyal (öğün sonrası) glikoz ve trigliserit tepkilerini, bağırsak mikrobiyota profilini ve klinik verileri hesaba katan bir yapay zekâ modeli geliştirilmiş; bu model aracılığıyla verilen uygulama tabanlı kişiselleştirilmiş diyet önerileri, standart diyet tavsiyelerine kıyasla trigliserit düzeylerinde ve bazı metabolik parametrelerde anlamlı iyileşmeler sağlamıştır (Birmingham vd., 2024:1888).

Ayrıca yapay zekâ destekli sistemler, kişilerin diyet takiplerini ve geri bildirim mekanizmalarını da iyileştirmektedir. Örneğin bir kişi gün içinde ne yediğini bir uygulamaya girdiğinde, uygulama anlık olarak bu öğünle aldığı kaloriyi, makro-mikro besin dağılımını hesaplayıp hedefleriyle karşılaştırabilir; hatta tabağının fotoğrafını çektiğinde bu fotoğrafı görüntü tanıma ile analiz ederek (derin öğrenme teknikleri sayesinde) porsiyon ve içerik tahmininde bulunabilir (Kalpakoglou vd., 2025:12). Bu şekilde, bir diyetle bağlı kalmak için harcanan efor azalırken doğruluk artar. Yapay zekâ, kullanıcının geçmiş verilerine bakarak hangi zamanlarda diyetten koptuğunu, hangi besinleri fazla tükettiğini belirleyip, bunlara yönelik motivasyonel mesajlar veya alternatif öneriler sunabilir. Örneğin “Öğleden sonraları sık atıştırma eğiliminiz var, yanında havuç gibi sağlıklı atıştırmalıklar bulundurmaya deneyin” gibi proaktif öneriler getirebilir.

Dijital koçluk olarak da adlandırılan bu sistemler, fonksiyonel tıp pratiğinde de kullanılmaktadır. Doktorlar, hastalarına kişiselleştirilmiş bir diyet planı verdikten sonra, bir uygulama üzerinden hastanın ilerlemesini takip edebilir. Hasta uygulamaya günlük neler yediğini, nasıl hissettiğini, herhangi bir semptom gelişip gelişmediğini girebilir; doktoru veya diyetisyeni de uzaktan bu verileri izleyip gerekirse anında müdahalede bulunabilir. Bu sayede eskiden ayda bir yapılan kontrol yerine, sürekli ve adaptif bir bakım modeli oluşur. Örneğin eliminasyon diyeti uygulayan bir danışan, uygulama üzerinden hangi gıdayı ne zaman tekrar denediğini ve semptomlarını kaydeder; uzmanı bu kayıtlardan gerçek zamanlı haberdar olarak bir gıda intoleransı veya tetikleyici bulgusunda anında geri bildirim verir.

Elbette dijital ve YZ destekli yöntemlerin de zorlukları vardır: Veri gizliliği bunların başında gelir. Kişiye ait genetik bilgiler, beslenme alışkanlıkları, sağlık verileri gibi son derece mahrem bilgilerin bu platformlarda işlenmesi, kötü niyetli kullanım veya siber güvenlik açıkları riskini doğurur. Bu nedenle uygulamaların güçlü şifreleme ve anonimleştirme teknikleri kullanması şarttır. Ayrıca algoritmaların verdiği önerilerin güvenilirliği de önemlidir; karar süreçleri şeffaf ve bilimsel dayanaklı olmalıdır. Kimi zaman yapay zekâ modelleri bir “kara kutu” gibi çalışıp hekimlerin anlayamayacağı öneriler getirebilir – bu durumda sağlık profesyonellerinin modele güveni ve hastaya açıklama yapması zorlaşır. Dolayısıyla “açıklanabilir yapay zekâ” kavramı burada büyük değer taşır (Agrawal vd., 2025:12).

Tüm bu gelişmeler ışığında, geleceğin kişiselleştirilmiş beslenmesi dijital bir ekosistem içinde ilerleyecektir. Bireylerin genomik verileri, giyilebilir cihazlarından akan fizyolojik dataları ve kendi beyan ettikleri yaşam verileri büyük platformlarda toplanacak; buralardan çıkan akıllı analizler birey ve hekimle paylaşılacaktır. Hekimler ve diyetisyenler, yapay zekânın sağladığı içgörülerini ve otomasyonu kullanarak hastalarına çok daha zamanında, uygun ve etkili öneriler sunabilecektir (Agrawal vd., 2025:12).

Fonksiyonel tıp, bu teknolojileri erken benimseyen alanlardan biridir; çünkü her hastayı ayrı bir birey olarak ele almayı prensip edinmiştir. Neticede, dijital sağlık ve YZ, kişiselleştirilmiş beslenmeyi kitlesel ölçekte uygulanabilir kılma potansiyeline sahiptir. Bu sayede, belki de ileride herkesin cebinde bir “dijital beslenme asistanı” olacak ve bu asistan genetik bilgimizden tutun da o günkü ruh halimize kadar pek çok parametreyi göz önüne alarak bize en iyi öğün seçeneklerini söyleyecektir.

SONUÇ

Nutrigenomik ve epigenetik yaklaşımlar, beslenmenin yalnızca kalori veya makro besinlerle sınırlı olmadığını; genlerimiz, çevremiz ve yaşam tarzımızla etkileşim içinde dinamik bir süreç olduğunu göstermektedir. Bu perspektif, her bireyin besinleri farklı şekilde metabolize ettiğini ve aynı diyetin kişilerde farklı sonuçlar doğurabileceğini ortaya koymuştur. Dolayısıyla, “herkese aynı diyet” anlayışının yerini, bireyin genetik yapısı, epigenetik işaretleri ve metabolik özelliklerine göre şekillenen kişiselleştirilmiş beslenme anlayışı almaktadır. Bu yaklaşım, kronik hastalıkların önlenmesinde, tedaviye yanıtın artırılmasında ve genel sağlığın korunmasında önemli fırsatlar sunmaktadır.

Ancak, bu alanın klinik uygulamalara tam olarak yansiyabilmesi için bilimsel kanıtların güçlenmesi, etik kuralların netleşmesi ve toplumda genetik farkındalığın artması gerekmektedir. Gelecekte, genetik testlerin, dijital sağlık teknolojilerinin ve yapay zekâ destekli sistemlerin entegrasyonu ile kişiye özel beslenme planlarının daha yaygın ve erişilebilir hale gelmesi beklenmektedir. Böylece, nutrigenomik ve epigenetik bilgiler ışığında geliştirilen beslenme stratejileri, bireyin genetik potansiyeline uygun, önleyici ve sürdürülebilir sağlık modellerinin temelini oluşturacaktır.

KAYNAKÇA

- Agrawal, K., Goktas, P., Kumar, N., & Leung, M.-F. (2025). Artificial intelligence in personalized nutrition and food manufacturing: a comprehensive review of methods, applications, and future directions. *Frontiers in Nutrition*, 12. <https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1636980>
- Ahn, W., & Perricone, A. M. (2023). Impacts of Learning One's Own Genetic Susceptibility to Mental Disorders. *Current Directions in Psychological Science*, 32(1), 42–48. <https://doi.org/10.1177/09637214221127225>
- Anguita-Ruiz, A., Aguilera, C. M., & Gil, Á. (2020). Genetics of Lactose Intolerance: An Updated Review and Online Interactive World Maps of Phenotype and Genotype Frequencies. *Nutrients*, 12(9), 2689. <https://doi.org/10.3390/nu12092689>
- Babakhani, K., Kucinkas, A. L., Ye, X., Giles, E. D., & Sun, Y. (2025). Aging immunity: unraveling the complex nexus of diet, gut microbiome, and immune function. *Immunometabolism*, 7(2), e00061. <https://doi.org/10.1097/IN9.000000000000061>

- Bekdash, R. A. (2023). Methyl Donors, Epigenetic Alterations, and Brain Health: Understanding the Connection. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(3), 2346. <https://doi.org/10.3390/ijms24032346>
- Ben-Yacov, O., Godneva, A., Rein, M., Shilo, S., Kolobkov, D., Koren, N., Cohen Dolev, N., Travinsky Shmul, T., Wolf, B. C., Kosower, N., Sagiv, K., Lotan-Pompan, M., Zmora, N., Weinberger, A., Elinav, E., & Segal, E. (2021). Personalized Postprandial Glucose Response–Targeting Diet Versus Mediterranean Diet for Glycemic Control in Prediabetes. *Diabetes Care*, 44(9), 1980–1991. <https://doi.org/10.2337/dc21-0162>
- Bermingham, K. M., Linenberg, I., Polidori, L., Asnicar, F., Arrè, A., Wolf, J., Badri, F., Bernard, H., Capdevila, J., Bulsiewicz, W. J., Gardner, C. D., Ordovas, J. M., Davies, R., Hadjigeorgiou, G., Hall, W. L., Delahanty, L. M., Valdes, A. M., Segata, N., Spector, T. D., & Berry, S. E. (2024). Effects of a personalized nutrition program on cardiometabolic health: a randomized controlled trial. *Nature Medicine*, 30(7), 1888–1897. <https://doi.org/10.1038/s41591-024-02951-6>
- Berry, S. E., Valdes, A. M., Drew, D. A., Asnicar, F., Mazidi, M., Wolf, J., Capdevila, J., Hadjigeorgiou, G., Davies, R., Al Khatib, H., Bonnett, C., Ganesh, S., Bakker, E., Hart, D., Mangino, M., Merino, J., Linenberg, I., Wyatt, P., Ordovas, J. M., ... Spector, T. D. (2020). Human postprandial responses to food and potential for precision nutrition. *Nature Medicine*, 26(6), 964–973. <https://doi.org/10.1038/s41591-020-0934-0>
- Brabencová, S., Ihnatová, I., Potěšil, D., Fojtová, M., Fajkus, J., Zdráhal, Z., & Lochmanová, G. (2017). Variations of Histone Modification Patterns: Contributions of Inter-plant Variability and Technical Factors. *Frontiers in Plant Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.02084>
- Brouwer, J. G., Makama, M., van Woudenberg, G. J., Vasen, H. F., Nagengast, F. M., Kleibeuker, J. H., Kampman, E., & van Duijnhoven, F. J. (2017). Inflammatory potential of the diet and colorectal tumor risk in persons with Lynch syndrome. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 106(5), 1287–1294. <https://doi.org/10.3945/ajcn.117.152900>
- Brown, N. K., Guandalini, S., Semrad, C., & Kupfer, S. S. (2019). A Clinician’s Guide to Celiac Disease HLA Genetics. *American Journal of Gastroenterology*, 114(10), 1587–1592. <https://doi.org/10.14309/ajg.0000000000000310>
- Bruinsma, T. J., Dyer, A.-M., Rogers, C. J., Schmitz, K. H., & Sturgeon, K. M. (2021). Effects of Diet and Exercise-Induced Weight Loss on Biomarkers of Inflammation in Breast Cancer Survivors: A Systematic Review and Meta-analysis. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention*, 30(6), 1048–1062. <https://doi.org/10.1158/1055-9965.EPI-20-1029>
- Ceriani, F., Montalvan, M., Quintero, B., Suárez, R., Bautista-Valarezo, E., & Frias-Toral, E. (2023). Ethics of the clinical practice of nutrigenetics and nutrigenomics. *Clinical Nutrition Open Science*, 49, 58–66. <https://doi.org/10.1016/j.nutos.2023.04.006>
- Cheng, D., Li, W., Wang, L., Lin, T., Poiani, G., Wassef, A., Hudlikar, R., Ondar, P., Brunetti, L., & Kong, A.-N. (2019). Pharmacokinetics, Pharmacodynamics, and PKPD Modeling of Curcumin in Regulating Antioxidant and Epigenetic Gene Expression in Healthy Human Volunteers. *Molecular Pharmaceutics*, 16(5), 1881–1889. <https://doi.org/10.1021/acs.molpharmaceut.8b01246>

- Chodur, G. M., & Steinberg, F. M. (2024). Human MicroRNAs Modulated by Diet: A Scoping Review. *Advances in Nutrition*, 15(6), 100241. <https://doi.org/10.1016/j.advnut.2024.100241>
- Choi, S.-W., & Friso, S. (2010). Epigenetics: A New Bridge between Nutrition and Health. *Advances in Nutrition*, 1(1), 8–16. <https://doi.org/10.3945/an.110.1004>
- Crakes, K. R., Questell, L., Soni, S., & Suez, J. (2025). Impacts of non-nutritive sweeteners on the human microbiome. *Immunometabolism*, 7(2), e00060. <https://doi.org/10.1097/IN9.0000000000000060>
- Dolinoy, D. C. (2008). The agouti mouse model: an epigenetic biosensor for nutritional and environmental alterations on the fetal epigenome. *Nutrition Reviews*, 66, S7–S11. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2008.00056.x>
- Fanti, M., & Longo, V. D. (2024). Nutrition, GH/IGF-1 signaling, and cancer. *Endocrine-Related Cancer*, 31(11). <https://doi.org/10.1530/ERC-23-0048>
- Ferrero, G., Carpi, S., Polini, B., Pardini, B., Nieri, P., Impeduglia, A., Grioni, S., Tarallo, S., & Naccarati, A. (2021). Intake of Natural Compounds and Circulating microRNA Expression Levels: Their Relationship Investigated in Healthy Subjects With Different Dietary Habits. *Frontiers in Pharmacology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fphar.2020.619200>
- Gibney, E. R., & Nolan, C. M. (2010). Epigenetics and gene expression. *Heredity*, 105(1), 4–13. <https://doi.org/10.1038/hdy.2010.54>
- Höchsmann, C., Yang, S., Ordovás, J. M., Dorling, J. L., Champagne, C. M., Apolzan, J. W., Greenway, F. L., Cardel, M. I., Foster, G. D., & Martin, C. K. (2023). The Personalized Nutrition Study (POINTS): evaluation of a genetically informed weight loss approach, a Randomized Clinical Trial. *Nature Communications*, 14(1), 6321. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-41969-1>
- Horne, J., Gilliland, J., Madill, J., & Shelley, J. (2020). A critical examination of legal and ethical considerations for nutrigenetic testing with recommendations for improving regulation in Canada: from science to consumer. *Journal of Law and the Biosciences*, 7(1). <https://doi.org/10.1093/jlb/lsaa003>
- Hurlimann, T., Menuz, V., Graham, J., Robitaille, J., Vohl, M.-C., & Godard, B. (2014). Risks of nutrigenomics and nutrigenetics? What the scientists say. *Genes & Nutrition*, 9(1), 370. <https://doi.org/10.1007/s12263-013-0370-6>
- Hursting, S. D., Dunlap, S. M., Ford, N. A., Hursting, M. J., & Lashinger, L. M. (2013). Calorie restriction and cancer prevention: a mechanistic perspective. *Cancer & Metabolism*, 1(1), 10. <https://doi.org/10.1186/2049-3002-1-10>
- Husby, S., Koletzko, S., Korponay-Szabó, I., Kurppa, K., Mearin, M. L., Ribes-Koninckx, C., Shamir, R., Troncone, R., Auricchio, R., Castillejo, G., Christensen, R., Dolinsek, J., Gillett, P., Hróbjartsson, A., Koltai, T., Maki, M., Nielsen, S. M., Popp, A., Størdal, K., ... Wessels, M. (2020). European Society Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition Guidelines for Diagnosing Coeliac Disease 2020. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 70(1), 141–156. <https://doi.org/10.1097/MPG.0000000000002497>
- Itan, Y., Jones, B. L., Ingram, C. J., Swallow, D. M., & Thomas, M. G. (2010). A worldwide correlation of lactase persistence phenotype and genotypes. *BMC Evolutionary Biology*, 10(1), 36. <https://doi.org/10.1186/1471-2148-10-36>
- Kalpakoglou, K., Calderón-Pérez, L., Boqué, N., Guldás, M., Erdoğan Demir, Ç., Gymnopoulos, L. P., & Dimitropoulos, K. (2025). An AI-based nutrition recommendation system: technical validation with insights from

- Mediterranean cuisine. *Frontiers in Nutrition*, 12. <https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1546107>
- Khoury, M. J., Bowen, S., Dotson, W. D., Drzymalla, E., Green, R. F., Goldstein, R., Kolor, K., Liburd, L. C., Sperling, L. S., & Bunnell, R. (2022). Health equity in the implementation of genomics and precision medicine: A public health imperative. *Genetics in Medicine*, 24(8), 1630–1639. <https://doi.org/10.1016/j.gim.2022.04.009>
- Kiani, A. K., Bonetti, G., Donato, K., Kaftalli, J., Herbst, K. L., Stuppia, L., Fioretti, F., Nodari, S., Perrone, M., Chiurazzi, P., Bellinato, F., Gisondi, P., & Bertelli, M. (2022). Polymorphisms, diet and nutrigenomics. *Journal of Preventive Medicine and Hygiene*, 63(2 Suppl 3), E125–E141. <https://doi.org/10.15167/2421-4248/jpmh2022.63.2S3.2754>
- Lagoumintzis, G., Afratis, N. A., & Patrinos, G. P. (2024). Editorial: Nutrigenomics and personalized nutrition: advancing basic, clinical, and translational research. *Frontiers in Nutrition*, 11. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1435475>
- Liebert, A., López, S., Jones, B. L., Montalva, N., Gerbault, P., Lau, W., Thomas, M. G., Bradman, N., Maniatis, N., & Swallow, D. M. (2017). World-wide distributions of lactase persistence alleles and the complex effects of recombination and selection. *Human Genetics*, 136(11–12), 1445–1453. <https://doi.org/10.1007/s00439-017-1847-y>
- Malcomson, F. C., & Mathers, J. C. (2023). Translation of nutrigenomic research for personalised and precision nutrition for cancer prevention and for cancer survivors. *Redox Biology*, 62, 102710. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2023.102710>
- Mandaviya, P. R., Joehanes, R., Brody, J., Castillo-Fernandez, J. E., Dekkers, K. F., Do, A. N., Graff, M., Hänninen, I. K., Tanaka, T., de Jonge, E. AL, Kieffe-de Jong, J. C., Absher, D. M., Aslibekyan, S., de Rijke, Y. B., Fornage, M., Hernandez, D. G., Hurme, M. A., Ikram, M. A., Jacques, P. F., ... Heil, S. G. (2019). Association of dietary folate and vitamin B-12 intake with genome-wide DNA methylation in blood: a large-scale epigenome-wide association analysis in 5841 individuals. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 110(2), 437–450. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqz031>
- Marcum, J. A. (2020). Nutrigenetics/Nutrigenomics, Personalized Nutrition, and Precision Healthcare. *Current Nutrition Reports*, 9(4), 338–345. <https://doi.org/10.1007/s13668-020-00327-z>
- Martino, E., D'Onofrio, N., Balestrieri, A., Colloca, A., Anastasio, C., Sardu, C., Marfella, R., Campanile, G., & Balestrieri, M. (2024). Dietary Epigenetic Modulators: Unravelling the Still-Controversial Benefits of miRNAs in Nutrition and Disease. *Nutrients*, 16(1), 160. <https://doi.org/10.3390/nu16010160>
- Melo, F. H. M. de, Oliveira, J. S., Sartorelli, V. O. B., & Montor, W. R. (2018). Cancer Chemoprevention: Classic and Epigenetic Mechanisms Inhibiting Tumorigenesis. What Have We Learned So Far? *Frontiers in Oncology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fonc.2018.00644>
- Migliore, L., & Coppedè, F. (2022). Gene–environment interactions in Alzheimer disease: the emerging role of epigenetics. *Nature Reviews Neurology*, 18(11), 643–660. <https://doi.org/10.1038/s41582-022-00714-w>

- Montgomery, M., & Srinivasan, A. (2019). Epigenetic Gene Regulation by Dietary Compounds in Cancer Prevention. *Advances in Nutrition*, 10(6), 1012–1028. <https://doi.org/10.1093/advances/nmz046>
- Nasir, A., Bullo, Mir. M. H., Ahmed, Z., Imtiaz, A., Yaqoob, E., Safdar, M., Ahmed, H., Afreen, A., & Yaqoob, S. (2020). Nutrigenomics: Epigenetics and cancer prevention: A comprehensive review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(8), 1375–1387. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1571480>
- Nefic, H., MackicDjurovic, M., & Eminovic, I. (2018). The Frequency of the 677C>T and 1298A>C Polymorphisms in the Methylenetetrahydrofolate Reductase (MTHFR) Gene in the Population. *Medical Archives*, 72(3), 164. <https://doi.org/10.5455/medarh.2018.72.164-169>
- Palou, A. (2007). From nutrigenomics to personalised nutrition. *Genes & Nutrition*, 2(1), 5–7. <https://doi.org/10.1007/s12263-007-0022-9>
- Paneru, B. D., & Hill, D. A. (2023). The role of extracellular vesicle-derived miRNAs in adipose tissue function and metabolic health. *Immunometabolism*, 5(3), e00027. <https://doi.org/10.1097/IN9.0000000000000027>
- Pray, L. (Ed.). (2018). *Nutrigenomics and the Future of Nutrition*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/25147>
- Raza, S. T., Abbas, S., Ahmed, F., Fatima, J., Zaidi, Z. H., & Mahdi, F. (2012). Association of MTHFR and PPAR γ 2 gene polymorphisms in relation to type 2 diabetes mellitus cases among north Indian population. *Gene*, 511(2), 375–379. <https://doi.org/10.1016/j.gene.2012.09.072>
- Razquin, C., Marti, A., & Martinez, J. A. (2011). Evidences on three relevant obesogenes: MC4R, FTO and PPAR γ . Approaches for personalized nutrition. *Molecular Nutrition & Food Research*, 55(1), 136–149. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201000445>
- Rein, M., Ben-Yacov, O., Godneva, A., Shilo, S., Zmora, N., Kolobkov, D., Cohen-Dolev, N., Wolf, B.-C., Kosower, N., Lotan-Pompan, M., Weinberger, A., Halpern, Z., Zelber-Sagi, S., Elinav, E., & Segal, E. (2022). Effects of personalized diets by prediction of glycemic responses on glycemic control and metabolic health in newly diagnosed T2DM: a randomized dietary intervention pilot trial. *BMC Medicine*, 20(1), 56. <https://doi.org/10.1186/s12916-022-02254-y>
- Roman, S., Campos-Medina, L., & Leal-Mercado, L. (2024). Personalized nutrition: the end of the one-diet-fits-all era. *Frontiers in Nutrition*, 11. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1370595>
- Ross, S. A., & Davis, C. D. (2014). The Emerging Role of microRNAs and Nutrition in Modulating Health and Disease. *Annual Review of Nutrition*, 34(1), 305–336. <https://doi.org/10.1146/annurev-nutr-071813-105729>
- Sellami, M., & Bragazzi, N. L. (2020). Nutrigenomics and Breast Cancer: State-of-Art, Future Perspectives and Insights for Prevention. *Nutrients*, 12(2), 512. <https://doi.org/10.3390/nu12020512>
- Shock, T., Badang, L., Ferguson, B., & Martinez-Guryn, K. (2021). The interplay between diet, gut microbes, and host epigenetics in health and disease. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 95, 108631. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2021.108631>
- Song, M., & Chan, A. T. (2017). Diet, Gut Microbiota, and Colorectal Cancer Prevention: a Review of Potential Mechanisms and Promising Targets for

- Future Research. *Current Colorectal Cancer Reports*, 13(6), 429–439. <https://doi.org/10.1007/s11888-017-0389-y>
- Terova, G., Díaz, N., Rimoldi, S., Ceccotti, C., Gliozheni, E., & Piferrer, F. (2016). Effects of Sodium Butyrate Treatment on Histone Modifications and the Expression of Genes Related to Epigenetic Regulatory Mechanisms and Immune Response in European Sea Bass (*Dicentrarchus Labrax*) Fed a Plant-Based Diet. *Plos One*, 11(7), e0160332. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160332>
- Tikkanen, M. J., Huttunen, J. K., Ehnholm, C., & Pietinen, P. (1990). Apolipoprotein E4 homozygosity predisposes to serum cholesterol elevation during high fat diet. *Arteriosclerosis: An Official Journal of the American Heart Association, Inc.*, 10(2), 285–288. <https://doi.org/10.1161/01.ATV.10.2.285>
- Zarembska, E., Ślusarczyk, K., & Wrzosek, M. (2023). The Implication of a Polymorphism in the Methylenetetrahydrofolate Reductase Gene in Homocysteine Metabolism and Related Civilisation Diseases. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(1), 193. <https://doi.org/10.3390/ijms25010193>
- Zeevi, D., Korem, T., Zmora, N., Israeli, D., Rothschild, D., Weinberger, A., Ben-Yacov, O., Lador, D., Avnit-Sagi, T., Lotan-Pompan, M., Suez, J., Mahdi, J. A., Matot, E., Malka, G., Kosower, N., Rein, M., Zilberman-Schapira, G., Dohnalová, L., Pevsner-Fischer, M., ... Segal, E. (2015). Personalized Nutrition by Prediction of Glycemic Responses. *Cell*, 163(5), 1079–1094. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2015.11.001>
- Zubkiewicz-Kucharska, A., Jamer, T., Chrzanowska, J., Akutko, K., Pytrus, T., Stawarski, A., & Noczyńska, A. (2022). Prevalence of haplotype DQ2/DQ8 and celiac disease in children with type 1 diabetes. *Diabetology & Metabolic Syndrome*, 14(1), 128. <https://doi.org/10.1186/s13098-022-00897-8>

Çölyak Hastalığı ve Gebelik

Arş. Gör. Ayşenur YILDIZ¹

Doç. Dr. Hacer Ünver KOCA²

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

2. Doç. Dr; İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Ebelik Anabilim Dalı hacer.unver@inonu.edu.tr
ORCID: 0000-0002-5406-4566

(Bu bölüm 880953 tez numarası ile yök tezde kayıtlı bir yüksek lisans tezinden üretilmiştir)

ÖZET

Çölyak hastalığı (ÇH), buğday, arpa ve yulaf gibi tahıllarda bulunan glutenin tetiklediği otoimmün bir hastalıktır. Gluten alımıyla bağırsaklardaki villus yapıları zarar görerek emilim bozukluklarına yol açar. Hastalık her yaşta ortaya çıkabilir ve yaşam boyu devam eder. Gastrointestinal semptomların yanı sıra anemi, karaciğer fonksiyon bozuklukları, kemik ve deri hastalıkları gibi sistemik belirtiler de görülebilir. Kadınlarda erkeklere kıyasla daha sık görülür ve gebelikte tanı almamış ya da tedavi edilmemiş vakalar intrauterin gelişme geriliği, düşük doğum ağırlığı, erken doğum gibi komplikasyonlara yol açabilir. Çölyak hastası kadınlarda subfertilite, ölü doğum, perinatal ölüm riski artarken, bebeklerde malformasyon, kalp ve üriner sistem defektleri gibi anomaliler de bildirilmiştir. Ayrıca çölyak hastalığı olan kadınlarda erken doğum ve plasenta previa oranlarının arttığı ve yenidoğan ağırlığının azaldığı belirtilmiştir. Kronik hastalıkların cinsel işlev bozukluğu ile ilişkisi bilinmekte olup, çölyak hastalarında da cinsel yaşam doyumunun azaldığı, tedaviyle ise iyileşme sağlandığı bildirilmiştir. Ancak çölyak hastası kadınların gebelikten kaçınma davranışına dair yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle, cinsel yaşam ve gebelik ile ilgili olumsuz sonuçların çölyak hastalarında değerlendirilmesi önem taşımaktadır ve bu çalışma literatürdeki boşluğu doldurmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler - Çölyak hastalığı, Glutensiz diyet, Gebelik komplikasyonları, Cinsel işlev bozukluğu, Kadın sağlığı

ABSTRACT

Celiac disease (CD) is an autoimmune disorder triggered by gluten, a protein found in wheat, barley, and oats. Gluten ingestion leads to damage in the intestinal villi, resulting in malabsorption. The disease can manifest at any age and persists throughout life. In addition to gastrointestinal symptoms, systemic manifestations such as anemia, liver function abnormalities, and bone and skin disorders may also occur. CD is more frequently diagnosed in women than in men, and undiagnosed or untreated cases during pregnancy have been associated with complications such as intrauterine growth restriction, low birth weight, and preterm birth. Women with celiac disease are at increased risk for subfertility, stillbirth, and perinatal mortality. Furthermore, congenital anomalies, including cardiac and urinary system defects, have been reported in infants of parents with celiac disease. The condition is also linked to higher rates of preterm birth and placenta previa, as well as lower neonatal birth weight. Chronic diseases are known to be associated with sexual dysfunction, and individuals with celiac disease have been reported to experience reduced sexual satisfaction and frequency, which tend to improve after one year of a gluten-free diet. However, there is a lack of research specifically addressing pregnancy avoidance behavior among women with celiac disease. Therefore, it is important to evaluate the impact of CD on sexual health and pregnancy outcomes. This study aims to contribute to the limited literature on the subject and raise awareness of the potential reproductive and sexual health implications of celiac disease in women.

Keywords - Celiac disease, Gluten-free diet, Pregnancy complications, Sexual dysfunction, Women's health

GİRİŞ

1. Tanım

Gluten; buğday, arpa ve çavdar dahil olmak üzere çeşitli tahıllarda bulunan hamura elastikiyet kazandıran proteinler için genel bir terimdir. Buğdayın yapısında yer alan glutenin protein fraksiyonu viskoelastik hamur oluşumdan sorumludur ve bu hamur daha sonra ekmek, makarna ve diğer gıda ürünlerine işlenmektedir. Çölyak hastalığı, diyetle alınan glutenle birlikte ortaya çıkan ve diyetten glutenin çıkartılmasından sonra iyileşme gösteren mukozada inflamasyon ve villuslarda atrofi ile karakterize bir ince bağırsak hastalığıdır.

1.2. Dünya’da ve Türkiye’de Çölyak Hastalığı

ÇH dünya çapında bilinen otoimmün bir hastalıktır ve ÇH’nın küresel seroprevalansı ve prevalansı sırasıyla %1.4 ve %0.7’dir. Aynı zamanda etkilenen bireylerin yalnızca %20-50’sinde subjektif semptomlar görülmektedir.

Ülkemizde çölyak hastalığı seroprevalansı yaklaşık %1, biyopsi ile tanı konulan hasta prevalansı ise %0.5’den yüksektir. Çölyak hastalığı prevalansında dünya çapında bir artış olduğu bildirilmiş ve buğday tüketimi ile bir ilişkisinin olduğu saptanmıştır. Dünyadaki en yüksek ÇH prevalansı (%5.6) Batı Sahra’da yaşayan Afrika popülasyonunda tanımlanmıştır. ÇH sıklığı yaş ile birlikte artış göstermekte ve kadınların erkeklere oranla daha fazla ÇH olma riski bulunduğu bilimekte olup bu oran %33-50 arasında değişmektedir. ÇH’nın küresel yükünü doğru bir şekilde tahmin etmek için birçok ülkede toplum tabanlı prevalans çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır.

1.3. Çölyak Hastalığı Patofizyolojisi

ÇH’nın patofizyolojisi tam olarak anlaşılamamakla birlikte, hastalığın genetik, çevresel ve immünolojik faktörlerin etkileşiminden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çölyak hastalığının güçlü bir kalıtsal bileşeni bulunmaktadır. Çölyak hastalığında en güçlü ve en iyi karakterize edilen genetik duyarlılık faktörleri HLA-DQ2 ve HLA-DQ8 olarak bilinen HLA sınıf genleridir.

Çevresel faktörlerin çölyak hastalığı patogeneğinde önemli bir rol oynadığı bilinmektedir. Bebeklik döneminde anne sütünün kesilmesinin ardından, bebeğin glutenle ilk tanışma zamanı, erken çocukluk döneminde

geçirilen bağırsak enfeksiyonu, bağırsakta mikrobiota anormallikleri ve ilaç kullanımı gibi nedenler çevresel risk faktörleri arasında sayılmaktadır.

1.4. Çölyak Hastalığı'nın Klinik Sınıflandırılması

Klinik bulguları çölyak hastalığının süresine, hastanın yaşı gibi değişkenlere göre oldukça farklı özellikler gösterebilmektedir. Hastalığın klinik sınıflandırması tipik, atipik, sessiz, potansiyel ve latent olmak üzere 5 bölüme ayrılmaktadır. Atipik belirtileri olan ya da asemptomatik çölyak hastalarında belirti görülmemesi sebebiyle tanı koymada zorluk ve tanıda gecikme yaşanabilmektedir.

1.5. Çölyak Hastalığı'na Eşlik Eden Hastalıklar ve Semptomlar

Çölyak hastalığı gastrointestinal sistemle sınırlı bir hastalıktan ziyade sistemik bir hastalıktır. ÇH ile ilişkili otoimmün hastalıklara bakıldığında karaciğer hastalıkları (siroz, otoimmün hepatit), romatolojik bağ dokusu hastalıkları, endokrin hastalıklar, dermatolojik hastalıklar ve nörolojik hastalıklar olduğu görülmektedir. Down sendromu, turner sendromu, serebral palsi ve merkezi sinir sistemi anormallikleri diğer ilişkili durumlardır. Tip 1 diyabetli hastalarda ÇH prevalans oranlarının %1.5-10 arasında olduğu tahmin edilmektedir. Çalışmalarda çölyak hastalığı olan tip 1 diyabet hastalarında glütensiz bir diyet uygulandığında klinik iyileşme bildirilmiş ve tip 1 diyabetli kişilere ÇH taraması yapılması önerilmiştir. ÇH ile kardiyovasküler hastalık ve maligniteye bağlı olarak artan bir mortalite oranı bildirilmiştir. ÇH tanısı anında en sık tanımlanan eksiklikler D vitamini, kalsiyum, B12 vitamini, folik asit, çinko ve demir eksikliğidir. Yeni ÇH tanısı alan pediatrik hastaların %12-82'sinde demir eksikliği de tanımlanmaktadır.

1.6. Çölyak Hastalığı'nın Tanı ve Tedavisi

Tanıda uygulanabilecek en uygun test intestinal biyopsi ile tespit edilen mukozal değişiklikler olmakla birlikte serolojik testlerin pozitif olma durumudur. Serolojik testler; Antigliadin (AGA), anti-retikülin, endomisyum (EMA) ve doku transglutaminaz antikörlerini (anti tTG IgA) içermektedir. AGA, normal bireylerde ve başka sebeple oluşan gastrointestinal enflamasyonlarda pozitif sonuç verebilmektedir. Klasik çölyak belirtisi gösteren olgularda EMA ve tTGA antikörlerinin birlikte pozitif olmasının ince barsak intestinal biyopsisi gerekliliğini azaltabileceği yönünde görüşler bildirilmektedir.

Günümüzde bazı serolojik testlerin pozitif olma durumu varsa ya da serolojik testler negatif, ancak kuvvetli klinik şüphe varsa intestinal biyopsi yapılması önerilmektedir. Çölyak hastalığında görülen tipik biyopsi bulguları intraepitelial lenfosit artışı ve “düz mukoza” olarak tanımlanan total villus atrofisidir. Mevcut tanı standartları beş kriterden dördünün ÇH tanısını koymak için yeterli olduğunu gösteren " beşte dört kuralına " dayanmaktadır. Bu kriterler aşağıda sıralanmaktadır:

- (1) İshal ve malabsorpsiyon gibi tipik belirti ve semptomlar,
- (2) EMA, AGA gibi antikörlerin pozitifliği,
- (3) HLA-DQ2 ve/veya HLA-DQ8 pozitifliği,
- (4) Villöz atrofi ve minör lezyonlar gibi bağırsak hasarı varlığı,
- (5) Glutensiz diyetle yanıt.

Çölyak hastaları için etkin tek tedavi yaşam boyu sürecek olan glutensiz bir diyettir. Hastalığın seyri için glutensiz diyetle düzenli ve tam uyum önem arz etmektedir. Bebeklerde glutenle ilk temasın 17-26. haftalar arasında olması hastalık riskini azaltmak için bir ‘fırsat penceresi’ olarak görülmektedir. 4 ile 6 ay arasındaki bebeklerin emzirilmesi sırasında az miktarda gluten verilmesinin hastalık riskini azalttığını göstermektedir. Hastalar glutensiz diyet tedavisine başladıktan sonra klinik semptom ve laboratuvar bulgularında düzelme açısından ilk 6 ay boyunca ayda bir takip edilmeli, diyetle uyumu sağlanmalıdır. Ayrıca glutensiz diyetin zorluğu, ürünlere ulaşım konusunda sıkıntı yaşanması, masrafı göz önüne alındığında hasta üzerinde psikolojik ve sosyal bir yük oluşturabilmektedir.

Çölyak hastalığında diyet tedavisi dışında diyetle alınan gluteni hidrolize ederek zararsız hale getirmeyi hedefleyen yeni tedavi seçenekleri gündeme gelmiştir. Günümüzde tek tedavi yönteminin glutensiz diyet olduğu bilirse de yapılacak olan faz 3 çalışmaları ile çölyak hastalığının tedavisinde diyet dışı seçenekleri sunması beklenmektedir.

1.7. Çölyak Hastalığının Üreme Sağlığına Etkisi

ÇH ile üreme bozuklukları arasındaki ilk ilişki, Morris ve arkadaşları tarafından 1970 yılında infertil bireylerin glutensiz diyetten sonra gebe kalmaları ile ortaya çıkmıştır. Açıklanamayan infertilitesi olan hastaların %4-8'inde ÇH bulunmuştur. ÇH tanısından önceki 2 yılda doğurganlığın azaldığı, hastalığın tanı ve tedavisini takiben normal aralıklara döndüğü gözlenmiştir. Sher ve Mayberry çalışmasında çölyak hastalarından doğan ortalama çocuk sayısının tanı öncesi kontrollere kıyasla anlamlı derecede düşük olduğunu, tanı ve tedaviden sonra hastaların kontrollere benzer sayıda çocuğa sahip

olduğu gözlemlenmiştir. ÇH olan kadınların genel doğurganlıklarını tanı öncesi ve sonrasında karşılaştıran bir başka çalışmada dönemler arasında fark bulunamamıştır. Yapılan bir çalışmada, infertilite tedavisi gören kadınlarda ÇH prevalansının yüksek olduğu bildirilirken, bazı çalışmalar ÇH ile infertilite arasında anlamlı bir ilişki bulamamıştır. Ayrıca infertil olan kadınların ÇH'ye sahip olma ihtimalinin 3.5 kat daha yüksek olduğu ve açıklanamayan infertilitesi olan kadınların ÇH'ye sahip olma ihtimalinin altı kat daha yüksek olduğu bildirilmektedir. ÇH erkeklerde osteoporoz varlığı, kalsiyum ve D vitamini eksikliklerinin yanı sıra büyüme hormonu eksikliği ve üremeyi etkileyen endokrin faktörler olan hiperprolaktinemi ile ilişkili hipogonadizm ile ilişkilidir. ÇH tedavi edilmediğinde erkeklerin% 75'in de sperm hareketliliğin azaldığı ve anormal sperm morfolojisine sahip olduğu tespit edilmiştir. Kadınlarda ÇH ile ilişkili üreme bozuklukları erkeklere oranla daha sık görüldüğü bildirilmektedir. Bugüne kadar, birçok çalışma ÇH olan kadınlarda menarş gecikmesi, erken menopoz, endometriozis, tekrarlayan gebelik kaybı, intrauterin gelişme geriliği, erken doğum, doğum sonu kanama, düşük doğum ağırlığı ve ölü doğum riskinin, olmayanlara kıyasla daha yüksek olduğunu göstermiştir. Tedavi edilmeyen ÇH kadınlarda, menarş yaşının ileri ve menopoz yaşının genç olması nedeniyle fertil yaşam süresinin daha kısa olduğu ve sekonder amenore prevalansının arttığı çeşitli araştırmalarda gösterilmiştir ve sadece bir çalışma da bu ilişki bulunamamıştır. Bununla birlikte, diğer çalışmalar kadınlarda ÇH ile üreme sonuçları arasında bir ilişki bulamamıştır. ÇH da üreme bozukluklarının patogenezi henüz belirlenememiş ve bazı varsayımlar öne sürülmüştür. Besin eksikliği ve otoimmün mekanizmalar olarak iki ana başlık altında sınıflandırılmıştır. ÇH'nın özelliği olan ince bağırsağın anormal villöz yapısı genellikle malabsorpsiyonla sonuçlanmakta ve minör hematolojik anormalliklere, anemiye ve çinko, selenyum ve folik asit gibi diğer vitamin eksikliklerine yol açabilmektedir. Bu vitamin eksiklikleri gebelik ve fetal gelişimde önemli roller oynamaktadır. Çinko eksikliğinin luteinize edici hormon ve folikül uyarıcı hormonun sentezinde ve salgılanmasında bozulmaya neden olduğu ve bunun sonucunda anormal yumurtalık gelişimi, sekonder amenore, spontan düşük, ölü doğum, zor doğum ve preeklampsiye neden olabileceği bildirilmiştir. Yetersiz beslenmenin ciddiyeti, jinekolojik ve obstetrik bozuklukların sıklığı ile doğrudan ilişkilendirilmiş ve glutensiz diyet tedavisinin çölyaklı kadınların üreme performanslarını önemli ölçüde iyileştirdiği belirtilmiştir. Glutensiz diyetin etkilerini net olarak tanımlamak için daha fazla çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

1.8. Çölyak Hastalığı'nın Kadın Sağlığına Etkisi

Çölyak hastalığı tanısı alan bireylerin %60-70'ini kadınların oluşturduğu düşünüldüğünde demir açısından fakir diyetler ve bağırsak bozukluklarından kaynaklanan zayıf demir emiliminin kadın sağlığı ve komplikasyonlar açısından risk oluşturduğu düşünülmektedir. Teşhis edilmemiş çölyak hastalığının, gebeliğin olumsuz sonuçlanma riskini artırdığı bildirilmiştir. ÇH olan kadınlar amenore, adet düzensizlikleri, birden fazla spontan düşük, demir eksikliği anemisi veya daha önce açıklanan diğer semptomlarla başvurabilirken, çoğu zaman infertilite dışında tamamen asemptomatiklerdir. Demir eksikliği anemisi, dünya çapında kadınlarda yaygın görülen durumdur ve artan morbidite ve mortalite ile ilişkilidir. Dolayısıyla doğrudan kadın sağlığını etkileyen bu önemli durumun 15-49 yaş arası kadınların %30'unun gebe kadınların ise %37'sinin anemiden etkilendiği tahmin edilmektedir. Yorgunluk, zayıf konsantrasyon ve iş fonksiyonu, enfeksiyona karşı artan duyarlılık ve kardiyovasküler problemleri içeren demir eksikliği semptomları önemli morbiditeye ve düşük yaşam kalitesine neden olabilmektedir. Ortalama tanı yaşının 40-50 olduğu ve ÇH tanısının ortalama 10 yıla kadar geciktiği gerçeği göz önüne alındığında, birçok kadına yalnızca menopoz döneminde teşhis konabilmektedir. Bu nedenle, teşhis edilmemiş ÇH olan kadınlarda üreme ile ilgili problemler dikkatli değerlendirilmelidir. ÇH yalnızca gastrointestinal bir hastalıktan ziyade infertilite, olumsuz gebelik sonuçları ve osteoporoz gibi özellikle kadın sağlığıyla ilgili olan çok çeşitli semptomları içermektedir. Bu nedenle hastalığın erken dönemde teşhis edilmesi kadın sağlığı açısından önemli hale gelmektedir.

1.9. Çölyak Hastalığı ve Cinsellik

Çölyak hastalarının önemli bir kısmında cinsel işlev bozukluğu mevcuttur. Cinsel işlevin değerlendirilmesi, hızlı tanı ve erken tedavi için çölyak hastalarının değerlendirmesinin bir parçası olmalıdır. Cinsel işlev bozuklukları, genel popülasyonda en yaygın psikolojik bozukluktur. Kadınlarda cinsel işlev bozukluğu prevalansı yaşa bakılmaksızın %40 ile %50 arasında değişmekte ve patogenezi çok çeşitli olup fizyolojik, anatomik ve sosyo-kültürel faktörleri içermektedir. Kronik gastrointestinal bozukluklarda cinsel işlev bozukluğunun patogenezinde psikolojik bozukluklar, kronik inflamasyon, endokrin bozukluk veya ilaca bağlı faktörler rol oynayabilir. Depresyon ve endokrin hastalıklar ile birlikte görülen çölyak hastalığının cinsel işlev bozukluğuna neden olabileceği ve cinsel yaşam kalitesini

etkileyebileceği düşünülmektedir. Yapılan çalışmalarda kadın hastalarda cinsel işlev bozukluğunu düşündüren bir FSFI skoru bildirmişler ve cinsel yaşamlarıyla ilgili, azalmış istek, değişen uyarılma veya kayganlık, orgazma ulaşmada güçlük veya cinsel ilişkide rahatsızlık gibi semptomları bildirmişlerdir. Hem kadın hem de erkek çölyak hastalarında cinsel işlev bozukluğu görülmekte olup bu durumun kadınlarda daha yaygın olduğu bildirilmiştir.

ÇH bireylerin flört yaşamları üzerinde orta/büyük düzeyde bir etkisi olduğu ve kadınlarda bu etkinin daha yüksek oranda olduğu belirtilmiştir. Bu etkinin, flört etme konusunda tereddüte, yaşam kalitesinin düşmesine, daha fazla sosyal kaygıya ve daha az uyumlu yeme tutum ve davranışlarına neden olabileceği düşünülmektedir. Özellikle eş ve arkadaş çevresiyle restoranlarda yemek yemek ve glutensiz diyetle bağlı kalmak bu bireylerde stres ve yüksek kaygıya neden olabilmektedir. Bu sebeple glutensiz diyetle uyumun flört etme, kişilerle yakınlık kurma, sosyal yaşam ve cinsel yaşam üzerinde büyük bir etkiye sahip olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca gluten kontaminasyonu riski nedeniyle kadınların partnerini öpmekte tereddüt ettiği de bildirilmektedir. Öpüşme yoluyla gluten transferi riskini ve bunun semptom gelişimi ve bağırsak hasarı üzerindeki önemini ölçmek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Glutensiz diyet ile 1 yıllık tedaviden sonra, cinsel yaşamdan memnuniyet düzeyinin arttığı bildirilmiştir. Cinsel yaşamdan alınan tatminin azalmasının nedeninin yorgunluk veya depresyon gibi ÇH semptomları ve düşük yapma gibi kötü deneyimler olabileceği bildirilmektedir.

1.10. Çölyak Hastalığı ve Gebelik

ÇH'nin 100 gebeden en az 1'ini etkilediği bilinmektedir. Üreme çağındaki ÇH kadınlarda Anti-Müllerian hormon (AMH) düzeyi ve yumurtalık rezervinin sağlıklı kontrollere göre azaldığı, ÇH hastalık süresi arttıkça AMH düzeyi ve yumurtalık rezervinin azaldığı bilinmektedir. Genel olarak ÇH kadınların gebeliklerinde sağlıklı kadınlara kıyasla daha fazla sayıda komplikasyon gözlemlenmiştir. Özellikle gebelik sırasında en az bir komplikasyon yaşama olasılığının çölyak hastalarında sağlıklı kadınlara göre dört kat daha yüksek olduğu tahmin edilmektedir. Ayrıca gebelik hipertansiyonu, plasenta ayrılma anomalisi, şiddetli anemi, uterus hiperkinezisi ve kürtaj tehlikesi gibi gebelik komplikasyonları ve çölyak hastalığı arasında anlamlı bir korelasyon ortaya çıkmıştır. Açıklanamayan olumsuz gebelik sonuçları olan kadınlarda teşhis edilmemiş ÇH sahip olduğu bilinmektedir. Çölyak hastalığı olan annelerin bebeklerinde intrauterin

gelişme geriliği riski üç kat daha fazla olduğu bildirilmiştir. Teşhis edilmemiş çölyak hastalığı olan kadınların spontan düşük, sezaryen ve ölü doğum gibi obstetrik komplikasyonlar açısından yüksek risk taşıdıkları tespit edilmiştir. Genel olarak, çölyak hastalarının %70.2'si gebelik sırasında sorun yaşadığını bildirmiştir. Çölyaklı kadınlar arasında erken gebelik döneminde kanama, intrauterin gelişme geriliği ve anemi nedeniyle hastaneye yatış oranı daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Çalışmada çölyak hastalarında üreme sağlığı problemlerinin daha fazla görüldüğü de vurgulanmıştır.

Kuzey İtalya'da prematüre ve gebelik yaşına göre küçük (SGA) çocuklar doğuran kadınlardan oluşan bir başka çalışmada SGA bebeklerin annelerinde teşhis edilmemiş ÇH prevalansının daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Tedavi edilmemiş ÇH'nın kısa emzirme dönemi için bir risk oluşturduğu bildirilmiştir. Yapılan bir çalışmada tedavi edilmemiş çölyaklı annelerde emzirme süresinin sağlıklı kadınlara göre 2.5 kat daha kısa olduğunu göstermiştir. Glutensiz diyet tedavisinin emzirme süresini 2.4 kat arttırdığını ve genel kadın popülasyonunun ortalama değerine geri getirdiğini göstermiştir.

ÇH'nın daha yüksek oranda ölü doğum ve spontan düşükle ilişkili olduğunu ve tanıdan önceki dönemde daha az gebelik ve canlı doğumun meydana geldiğini göstermiştir. Hastalığın tanısından önceki bu sonuçlar, ilgili hastalığın gebelik döneminde potansiyel olarak olumsuz etkisi olduğu fikrini desteklemektedir.

Yapılan bir çalışmada ÇH teşhisi konan annelerde, ÇH olmayan annelere kıyasla daha düşük plasenta ağırlığı bildirilmiş ve bu durumun da intrauterin gelişme geriliği ve düşük doğum ağırlığını açıklayabileceği düşünülmüştür. ÇH olan kadınların ÇH olmayan kadınlara kıyasla daha az isteyerek düşük yaptıkları da bildirilmektedir. ÇH olan kadınlarda düşük doğum ağırlığı ve erken doğum riskinde artış olduğu bilinmektedir ve bununla birlikte glutensiz bir diyetle risk önemli ölçüde azalmaktadır. Bu nedenle bu hastaların yaşam kalitelerinin artması, üreme sağlığının geliştirilmesi ve üreme performansları açısından oluşabilecek olumsuz etkilerin azaltılması için sıkı bir diyetin önemi konusunda bilgilendirilmeleri önem arz etmektedir.

2.11. Çölyak Hastalığı'nda Gebelikten Kaçınma İsteği ve Cinsel Yaşam Kalitesi Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

Tüm gebelerin ortalama %15'i şiddetli doğum korkusu yaşamakta ve korku nedeniyle kadınlarda gebelikten kaçınma, planlı sezaryen, doğum komplikasyonları gibi durumlar görülmektedir. Geçmişte yaşanan travmatik

olaylar ve komplikasyonlarında bu korkunun oluşmasında rol oynaması, çölyak hastalığının olumsuz gebelik sonuçlarını arttırdığı, bebekte bir takım problemlere, komplikasyonlara yol açtığı ve kaygı ve stresin yoğun yaşanması sebebiyle kadınlarda gebelikten kaçınmaya bir etkisinin olabileceği düşünülmektedir. Çölyak hastalarında yorgunluk yaygın bir bulgu olup, glutensiz diyetle iyileşen ve depresyonla sıkı bir şekilde ilişkili olan bir bulgudur. Yorgunluğun gün içerisinde kadının hem evdeki rolünü hem de cinsel yaşam kalitesini etkileyeceği düşünülmektedir. Crohn tanılı erkekler ile çölyaklı erkeklerin hipogonadizm, seksüel disfonksiyon, sperm kalitesi ve fertilité açısından karşılaştırıldığı bir çalışmada çölyaklı erkeklerde cinsel ilişki sıklığında ve sabah ereksiyonunda belirgin azalma saptanmış ancak libidoları Crohn tanılı erkekler ile benzer bulunmuştur. Yine aynı çalışmada Crohn tanılı erkeklerde erektile disfonksiyon saptanmazken çölyaklı erkeklerin %19'unda erektile disfonksiyon saptanmıştır. Toplum sağlığını yaygın ve ciddi bir şekilde etkileyen psikolojik rahatsızlıkların başında gelen depresyon, tedavi edilmemiş çölyak hastalarında sık görülen rahatsızlıktır. Aynı zamanda depresyon ve anksiyete ciddiyetinin hemogloblin düzeyi ile ilişkili olduğu bildirilmiştir. Yapılan çalışmalarda kadın çölyak hastalarının erkek hastalara göre daha sık anksiyete ve depresyon yaşadığı ve çölyak hastalarında kontrol grubuna göre depresyon görülme riskinin %80 daha yüksek olduğu bildirilmektedir. Depresif kişilerde en fazla bildirilen şikayetlerden birisi olan cinsel istekte azalma ile birlikte erkeklerde yaşanan uyarılma bozuklukları ve orgazm yokluğu kadınların cinsel ilişkiye hazır hissetmelerinde gecikmelerin görülmesi depresyon ve cinsel işlev bozuklukları arasındaki bağlantıyı yansıtan en belirgin bulgular olarak sıralanabilir. Depresyon tanısı alan ve almayan bireyler üzerinde yapılan bir çalışmada tanı alan bireylerde daha fazla cinsel işlev bozuklukluğu olduğu bildirilmektedir. Çölyak hastalığının da ilişkili olduğu depresyon ile birlikte cinsel yaşamın etkilenme durumu merak konusu olmuştur.

Partner yükü herhangi bir hastalık durumunun hastalara bakım verenlerin ve yakınlarının taşıdığı yük olarak bilinmektedir. İBS'li hastaların partnerleri, sağlıklı bireylerin partnerleriyle karşılaştırıldığında önemli bir yüke sahip olduğu ve algılanan yükün İBS'nin şiddeti ve cinsel tatmin ve ilişki tatmininin azalmasıyla birlikte arttığı bildirilmiştir. Partner yükü ÇH'de yaygın olduğu bilinmekte olup partnerlerin üçte birinden fazlası hafif ila orta dereceli bir yük yaşamaktadır. Partnerin yükü, hastanın semptomlarının ciddiyeti ile doğrudan ilişkilidir ve cinsel tatmin ve ilişki tatmininin

azalmasıyla birlikte artmaktadır. Bu durumun bireylerin cinsel yaşamından hoşnut olma durumunu etkilediği düşünülmektedir.

Gecikmiş cinsel olgunlaşmanın, ÇH'nin bir komplikasyonu olduğu bilinmekte ve hastalar ve ebeveynleri arasında büyük bir endişe kaynağı olarak görülmektedir. Yapılan bir çalışmada olguların %30'unda gecikmiş cinsel olgunluk görülmüştür. Kız çocukların %38'inde cinsel olgunlaşmada gecikme görüldüğü bildirilmiştir. Çalışmada glütensiz diyetle başlama yaşının cinsel olgunluk ile anlamlı bir ilişkisi olduğu, erken tanı ve glütensiz diyetle erken başlanması, uygun cinsel olgunluğa ulaşmak için hayati öneme sahip olduğu bildirilmiştir. Sferlazzas ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ise glutensiz diyetin cinsel olgunluk üzerinde hiçbir etkisinin olmadığı görülmüştür.

SONUÇ

Çölyak hastalığında kadınların gebelik istemlerini değerlendirmek, glütensiz diyet tedavisinin olumsuz gebelik komplikasyonlarını önemli ölçüde azalttığından, sağlık profesyonelleri ÇH kadınları obstetrik sonuçları iyileştirmek için sıkı bir diyetin önemi konusunda bilgilendirmelidir. ÇH kadınların cinsel yaşam kalitesini değerlendirerek hastalığa yönelik semptomları saptamak ve var olan cinsel problemlerin tedavisi ve erken teşhis ile oluşabilecek komplikasyonların önlenmesi ve bu konuda farkındalık oluşturulması önerilmektedir. Hastalığa yeterli uyum sağlayamama; depresyon, bağımlılık ve düşük benlik saygısına neden olabilmektedir. Hastalık ile birlikte aile yaşantısındaki sorumluluklar, bakım veren rolünde olma gibi durumların cinsel yaşamı ve sosyal ilişkileri etkilemesi söz konusu olabilir. Bu nedenle çölyak hastalığında kadınların gebelik isteklerini değerlendirmek ve cinsel yaşam kalitesini belirleyerek hastalığa yönelik semptomları değerlendirmek, var olan cinsel problemlerin tedavisi ve erken teşhis ile oluşabilecek komplikasyonların önlenmesi önem arz etmektedir.

REFERANSLAR

- Abdul Sultan, A., Tata, L. J., Fleming, K. M., Crooks, C. J., Ludvigsson, J. F., Dhalwani, N. N., Ban, L., & West, J. (2014). Pregnancy complications and adverse birth outcomes among women with celiac disease: A population-based study from England. *American Journal of Gastroenterology*, 109, 1653-61.
- Addolorato, G., Capristo, E., Ghittoni, G., Valeri, C., Mascianà, R., Ancona, C., & Gasbarrini, G. (2001). Anxiety but not depression decreases in coeliac patients

- after one-year gluten-free diet: A longitudinal study. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*, 36(5), 502-6.
- Addolorato, G., Di Giuda, D., De Rossi, G., Valenza, V., Domenicali, M., Caputo, F., Gasbarrini, A., Capristo, E., & Gasbarrini, G. (2004). Regional cerebral hypoperfusion in patients with celiac disease. *American Journal of Medicine*, 116(5), 312-7.
- Addolorato, G., Stefanini, G. F., Capristo, E., Caputo, F., Gasbarrini, A., & Gasbarrini, G. (1996). Anxiety and depression in adult untreated celiac subjects and in patients affected by inflammatory bowel disease: A personality trait or a reactive illness. *Hepatogastroenterology*, 43(12), 1513-7.
- Arvanitakis, K., Siargkas, A., Germanidis, G., Dagklis, T., & Tsakiridis, I. (2023). Adverse pregnancy outcomes in women with celiac disease: A systematic review and meta-analysis. *Annals of Gastroenterology*, 36(1), 12-24.
- Aydemir, T., & Çetin, Ş. (2019). Kronik hastalıklar ve psikososyal bakım. *JAMER*, 4(3), 109-15.
- Akkelle, B.Ş., & Ertem, D. (2017). Çölyak hastalığı. *Klinik Tıp Pediatri Dergisi*, 9(1), 1-10.
- Ban, L., West, J., Abdul Sultan, A., Dhalwani, N. N., Ludvigsson, J. F., & Tata, L. J. (2015). Limited risks of major congenital anomalies in children of mothers with coeliac disease: A population-based cohort study. *BJOG*, 122, 1833-41.
- Basson, R., Rees, P., Wang, R., Montejo, A., & Incrocci, L. (2010). Sexual function in chronic illness. *Journal of Sexual Medicine*, 7(1), 374-88.
- Bedwal, R. S., & Bahuguna, A. (1994). Zinc, copper and selenium in reproduction. *Experientia*, 50(7), 626-40.
- Bingley, P. J., Williams, A. J., Norcross, A. J., Unsworth, D. J., Lock, R. J., Ness, A. R., Jones, R. W., & Avon Longitudinal Study of Parents and Children Study Team. (2004). Undiagnosed coeliac disease at age seven: Population based prospective birth cohort study. *BMJ*, 328(7435), 322-23.
- Bona, G., Marinello, D., & Oderda, G. (2002). Mechanisms of abnormal puberty in coeliac disease. *Hormone Research*, 57, 63-5.
- Bradauskienė, V., Funk, L., Martinaitienė, D., Andruskienė, J., Verma, A. K., Lima, J. P. M., Serin, Y., & Catassi, C. (2023). Wheat consumption and prevalence of celiac disease: Correlation from a multilevel analysis. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63, 18-32.
- Butler, M. M., Kenny, L. C., & McCarthy, F. P. (2011). Coeliac disease and pregnancy outcomes. *Obstetric Medicine*, 4, 95-98.
- Caio, G., Volta, U., Sapone, A., Leffler, D. A., De Giorgio, R., Catassi, C., & Fasano, A. (2019). Celiac disease: A comprehensive current review. *BMC Medicine*, 17(1), 142.
- Catassi, C., Bearzi, I., & Holmes, G. K. (2005). Association of celiac disease and intestinal lymphomas and other cancers. *Gastroenterology*, 128, 79-86.
- Catassi, C., Fasano, A. (2010). Celiac disease diagnosis: Simple rules are better than complicated algorithms. *American Journal of Medicine*, 123(8), 691-3.
- Carta, M. G., Hardoy, M. C., Boi, M. F., Mariotti, S., Carpinello, B., & Usai, P. (2002). Association between panic disorder, major depressive disorder and celiac disease: A possible role of thyroid autoimmunity. *Journal of Psychosomatic Research*, 53(3), 789-93.

- Choi, J. M., Lebwohl, B., Wang, J., Lee, S. K., Murray, J. A., Sauer, M. V., & Green, P. H. (2011). Increased prevalence of celiac disease in patients with unexplained infertility in the United States. *Journal of Reproductive Medicine*, 56(5-6), 199-203.
- Chung, E., & Brock, G. B. (2012). Advances in epidemiology, pathophysiology and treatment. *Nature Reviews Urology*, 9(2), 66-8.
- Ciacchi, C., Cirillo, M., Auremma, G., Di Dato, G., Sabbatini, F., & Mazzacca, G. (1996). Celiac disease and pregnancy outcome. *American Journal of Gastroenterology*, 91, 718-22.
- Ciacchi, C., De Rosa, A., de Michele, G., Savino, G., Squillante, A., Lovino, P., Sabbatini, F., & Mazzacca, G. (1998). Sexual behaviour in untreated and treated coeliac patients. *European Journal of Gastroenterology & Hepatology*, 10(8), 649-51.
- Dalgıç, B., Sarı, S., Özcan, B., Baştürk, B., Eğritaş, Ö., Ensari, A., Bükülmez, A., & Barış, Z. (2011). Türk çocuklarında çölyak hastalığı ile ilişkili olası etmen ve belirtilerin değerlendirilmesi. *Türk Arch Pediatr*, 46(4), 323-30.
- Dhalwani, N. N., West, J., Sultan, A. A., Ban, L., & Tata, L. J. (2014). Women with celiac disease present with fertility problems no more often than women in the general population. *Gastroenterology*, 147, 1267-74.
- Doğan, S. (2011). Cinsel işlev bozuklukları, depresyon ve antidepresanlar. *Journal of Mood Disorders*, 1(2), 81-6.
- Ensari, A. (2010). Gluten sensitive enteropathy: Controversies in diagnosis and classification. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine*, 134, 826-36.
- Farrell, R. J. (2005). Infant gluten and celiac disease: Too early, too late, too much, too many questions. *JAMA*, 293(19), 2410-2.
- Ferguson, R., Holmes, G. K., & Cooke, W. T. (1982). Coeliac disease, fertility and pregnancy. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*, 17, 65-8.
- Fortunato, F., Martinelli, D., Prato, R., & Pedalino, B. (2014). Results from ad hoc and routinely collected data among celiac women with infertility or pregnancy related disorders: Italy, 2001-2011. *The Scientific World Journal*, 2014, 614269.
- Foschia, M., Horstmann, S., Arendt, E. K., & Zannini, E. (2016). Nutritional therapy - facing the gap between coeliac disease and gluten-free food. *International Journal of Food Microbiology*, 239, 113-24.
- Freeman, H. J. (2010). Reproductive changes associated with celiac disease. *World Journal of Gastroenterology*, 16, 5810-4.
- Francesca, M., Barbara, M., Margherita, B., Maria, B., Monica, M., Franca, V., Simonetta, T., & Maria, M. (2008). HLA-DQ and susceptibility to celiac disease. *American Journal of Gastroenterology*, 103(4), 997-1003.
- Gallagher, E., Kunkel, A., Gormley, T. R., & Arendt, E. K. (2003). The effect of dairy and rice powder addition on loaf and crumb characteristics, and on shelf life (intermediate and long-term) of gluten-free breads stored in a modified atmosphere. *European Food Research and Technology*, 218, 44-8.
- Greco, D., Pisciotta, M., Gambina, F., & Maggio, F. (2013). Celiac disease in subjects with type 1 diabetes mellitus: A prevalence study in western Sicily. *Endocrine*, 43(1), 108-11.
- Grode, L., Bech, B. H., Plana-Ripoll, O., Bliddal, M., Agerholm, I. E., Humaidan, P., & Ramlau-Hansen, C. H. (2018). Reproductive life in women with celiac

- disease: A nationwide, population-based matched cohort study. *Human Reproduction*, 33(8), 1538-47.
- Guandalini, S. (2007). The influence of gluten: Weaning recommendations for healthy children and children at risk for celiac disease. *Nestlé Nutrition Workshop Series Pediatric Program*, 60, 139-55.
- Hernanz, A., & Polanco, I. (1991). Plasma precursor amino acids of central nervous system monoamines in children with coeliac disease. *Gut*, 32(12), 1478-81.
- Houbre, B., Costantini, M. L., Pouchot, J., Tarquinio, C., & Muller, L. (2018). The subjective experience of subjects diagnosed with celiac disease in adulthood. *European Review of Applied Psychology*, 68(1), 35-43.
- Husby, S., Koletzko, S., Korponay-Szabó, I. R., Mearin, M. L., Phillips, A., Shamir, R., ... ESPGHAN Gastroenterology Committee. (2012). European Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition guidelines for the diagnosis of coeliac disease. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 54(1), 136-60.
- Ishıkay [Işııkay], S., & Hızlı, Ş. (2016). Celiac disease and associated neurological conditions. *Turkish Journal of Pediatric Disease*, 10(1), 35-9.
- Ivarsson, A., Persson, L. A., & Nyström, L. (2003). The Swedish coeliac disease epidemic with a prevailing twofold higher risk in girls compared to boys may reflect gender specific risk factors. *European Journal of Epidemiology*, 18(7), 677-84.
- Jameson, S. (1976). Zinc deficiency in malabsorption states: A cause of infertility. *Acta Medica Scandinavica Supplement*, 593, 38-49.
- Keleş, A., Dağdeviren, G., Yücel Çelik, Ö., Özgen, G., İskender, C., & Çelen, Ş. (2022). Çölyak hastalığının gebelik sonuçları üzerindeki etkisi. *Med J SDU*, 29(3), 292-8.
- Kelly, C. (n.d.). Diagnosis of celiac disease in adults. *UpToDate*. Son erişim tarihi 15.12.2023.
- Khashan, A. S., Henriksen, T. B., Mortensen, P. B., McNamee, R., McCarthy, F. P., Pedersen, M. G., & Kenny, L. C. (2010). The impact of maternal celiac disease on birthweight and preterm birth: A Danish population-based cohort study. *Human Reproduction*, 25(2), 528-34.
- Kotze, L. M. (2004). Gynecologic and obstetric findings related to nutritional status and adherence to a gluten-free diet in Brazilian patients with celiac disease. *Journal of Clinical Gastroenterology*, 38, 567-74.
- Kumar, A., Meena, M., Begum, N., Kumar, N., Gupta, R. K., Aggarwal, S., Prasad, S., & Batra, S. (2011). Latent celiac disease in reproductive performance of women. *Fertility and Sterility*, 95, 922-27.
- Kupfer, S. S., & Jabri, B. (2012). Pathophysiology of celiac disease. *Gastrointestinal Endoscopy Clinics of North America*, 22(4), 639-60.
- Lauret, E., & Rodrigo, L. (2013). Celiac disease and autoimmune-associated conditions. *BioMed Research International*, 2013, Article 127589.
- Lebovits, J., Lee, A., Ciaccio, E., Lebwohl, B., Green, P., Wolf, R., Davies, R., & Cerino, C. (2022). Impact of celiac disease on dating. *Digestive Diseases and Sciences*, 67(11), 5158-67.
- Lerner, A., Arleevskaya, M., Schmiedl, A., & Matthias, T. (2017). Microbes and viruses are bugging the gut in celiac disease. Are they friends or foes? *Frontiers in Microbiology*, 8, Article 1392.

- Ludvigsson, J. F., Montgomery, S. M., & Ekbom, A. (2005). Celiac disease and risk of adverse fetal outcome: A population-based cohort study. *Gastroenterology*, 129(2), 454-63.
- Ludvigsson, J. F., Montgomery, S., Ekbom, A., Brandt, L., & Granath, F. (2009). Small-intestinal histopathology and mortality risk in celiac disease. *JAMA*, 302(11), 1171-8.
- Mäki, M., Mustalahti, K., Kokkonen, J., Kulmala, P., Haapalahti, M., Karttunen, T., Ilonen, J., Laurila, K., Dahlbom, I., Hansson, T., Höpfl, P., & Knip, M. (2003). Prevalence of celiac disease among children in Finland. *New England Journal of Medicine*, 348(25), 2517-24.
- Mankaï, A., Sakly, W., Landolsi, H., Gueddah, L., Sriha, B., Ayadi, A., Sfar, M. T., Skandrani, K., Harbi, A., Essoussi, A. S., Korbi, S., Fabien, N., & Jeddi, M. (2005). Tissue transglutaminase antibodies in celiac disease, comparison of an enzyme linked immunosorbent assay and a dot blot assay. *Pathologie Biologie*, 53(4), 204-9.
- McCabe, M. P., Sharlip, I. D., Lewis, R., Atalla, E., Balon, R., Fisher, A. D., Laumann, E., Lee, S. W., & Seagraves, R. T. (2016). Incidence and prevalence of sexual dysfunction in women and men: A consensus statement from the fourth international consultation on sexual medicine 2015. *Journal of Sexual Medicine*, 13(2), 144-52.
- Mearin, M. L. (2007). Celiac disease among children and adolescent. *Current Problems in Pediatric and Adolescent Health Care*, 37, 86-105.
- Mishra, K., Kumar, P., Kumar, R., Kaur, S., Basu, S., & Dutta, A. K. (2012). Assessment of sexual maturity in a cohort of adolescents with celiac disease on gluten-free diet. *Indian Journal of Gastroenterology*, 31(3), 130-2.
- Moiridis-Tesch, C. M., & Shulman, L. P. (2022). Iron deficiency in women's health: New insights into diagnosis and treatment. *Advances in Therapy*, 39, 2438-51.
- Morris, J. S., Adjukiewicz, A. B., & Read, A. E. (1970). Coeliac infertility: An indication for dietary gluten restriction. *Lancet*, 1, 213-14.
- Narula, P., Porter, L., Langton, J., Rao, V., Davies, P., Cummins, C., Kirk, J., Barrett, T., & Protheroe, S. (2009). Gastrointestinal symptoms in children with type 1 diabetes screened for celiac disease. *Pediatrics*, 124(3), e489-95.
- Pope, R., & Sheiner, E. (2009). Celiac disease during pregnancy: To screen or not to screen. *Archives of Gynecology and Obstetrics*, 279(1), 1-3.
- Puşuroğlu, M., & Çiçek, H. (2022). Tokofobi. *AsuJMS*, 2(3), 34-8.
- Richens, Y., Smith, D. M., & Lavender, D. T. (2018). Fear of birth in clinical practice: A structured review of current measurement tools. *Sexual & Reproductive Healthcare*, 16, 98-112.
- Romano, L., Granata, L., Fusco, F., Napolitano, L., Cerbone, R., Priadko, K., Sciorio, C., Mironi, V., & Romano, M. (2022). Sexual dysfunction in patients with chronic gastrointestinal and liver diseases: A neglected issue. *Sexual Medicine Reviews*, 10(4), 620-31.
- Roos, S., Kärner, A., & Hallert, C. (2006). Psychological well-being of adult coeliac patients treated for 10 years. *Digestive and Liver Disease*, 38, 177-80.
- Roy, A., Minaya, M., Monegro, M., Fleming, J., Wong, R. K., Lewis, S., Lebwohl, B., & Green, P. H. (2016). Partner burden: A common entity in celiac disease. *Digestive Diseases and Sciences*, 61(12), 3451-9.

- Rubio-Tapia, A., Hill, I. D., Kelly, C. P., Calderwood, A. H., & Murray, J. A. (2013). ACG clinical guidelines: Diagnosis and management of celiac disease. *The American Journal of Gastroenterology*, 108(5), 656-76.
- Santonicola, A., Iovino, P., Cappello, C., Capone, P., Andreozzi, P., & Ciacci, C. (2011). From menarche to menopause: The fertile life span of celiac women. *Menopause*, 18, 1125-30.
- Scoglio, R., Di Pasquale, G., Pagano, G., Lucanto, M. C., Magazzu, G., & Sferlazzas, C. (2003). Is intestinal biopsy always needed for diagnosis of celiac disease? *American Journal of Gastroenterology*, 98, 1325-31.
- Shah, S., & Leffler, D. (2010). Celiac disease: An underappreciated issue in women's health. *Women's Health*, 6(5), 753-66.
- Sher, K. S., & Mayberry, J. (1996). Female fertility, obstetric and gynaecological history in coeliac disease: A case control study. *Acta Paediatrica*, 85(412), 76-77.
- Singh, P., Arora, S., Lal, S., Strand, T. A., & Makharia, G. K. (2016). Celiac disease in women with infertility: A meta-analysis. *Journal of Clinical Gastroenterology*, 50, 33-9.
- Smecuol, E., Maurino, E., Vazquez, H., Pedreira, S., Niveloni, S., Mazure, R., Boerr, L., & Bai, J. C. (1996). Gynaecological and obstetric disorders in coeliac disease: Frequent clinical onset during pregnancy or the puerperium. *European Journal of Gastroenterology & Hepatology*, 8, 63-89.
- Soni, S., & Badawy, S. (2010). Celiac disease and its effect on human reproduction. *Journal of Reproductive Medicine*, 55, 3-8.
- Sverker, A., Hensing, G., & Hallert, C. (2005). Controlled by food: Lived experiences of coeliac disease. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 18(3), 171-80.
- Talarico, V., Giancotti, L., Mazza, G. A., Miniero, R., & Bertini, M. (2021). Iron deficiency anemia in celiac disease. *Nutrients*, 13(5), 1695.
- Tata, L. J., Card, T. R., Logan, R. F., Hubbard, R. B., Smith, C. J., & West, J. (2005). Fertility and pregnancy related events in women with celiac disease: A population-based cohort study. *Gastroenterology*, 128, 849-55.
- Tatar, G., Elsurur, R., Simsek, H., Balaban, Y. H., Hascelik, G., Ozcebe, O. I., Buyukasik, Y., & Sokmensuer, C. (2004). Screening of tissue transglutaminase antibody in healthy blood donors for celiac disease screening in the Turkish population. *Digestive Diseases and Sciences*, 49(9), 1479-84.
- Tersigni, C., Castellani, R., De Waure, C., Fattorossi, A., De Spirito, M., Gasbarrini, A., Scambia, G., & Di Simone, N. (2014). Celiac disease and reproductive disorders: Meta-analysis of epidemiologic associations and potential pathogenic mechanisms. *Human Reproduction Update*, 20(4), 582-93.
- Whitaker, J. K., West, J., Holmes, G. K., & Logan, R. F. (2009). Patient perceptions of the burden of coeliac disease and its treatment in the UK. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, 29(10), 1131-6.
- Wierdsma, N. J., van Bokhorst-de van der Schueren, M. A., Berkenpas, M., Mulder, C. J., & van Bodegraven, A. A. (2013). Vitamin and mineral deficiencies are highly prevalent in newly diagnosed celiac disease patients. *Nutrients*, 5(10), 3975-92.
- Wong, R. K., Drossman, D. A., Weinland, S. R., Morris, C. B., Leserman, J., Hu, Y., Kelapure, R., & Bangdiwala, S. I. (2013). Partner burden in irritable bowel syndrome. *Clinical Gastroenterology & Hepatology*, 11(2), 151-5.

- Zingone, F., Siniscalchi, M., Carpinelli, L., Iovino, P., Zingone, L., & Ciacchi, C. (2019). The celiac disease patients' ability to experience pleasure. *Gastroenterology Research and Practice*, 2019, Article 2030751.
- Zuccotti, G., Fabiano, V., Dillio, D., Picca, M., Cravidi, C., & Brambilla, P. (2013). Intakes of nutrients in Italian children with celiac disease and the role of commercially available gluten-free products. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 26(5), 436-44.
- Zugna, D., Richardi, L., Stephansson, O., Pasternak, B., Ekbom, A., Cnattingius, S., & Ludvigsson, J. (2014). Risk of congenital malformations among offspring of mothers and fathers with celiac disease: A nationwide cohort study. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, 12(7), 1108-16.

Pelvik İnkontinansta Fizyoterapi Yaklaşımları

Beyza Nur ERDEN (ÇETİN)¹

Tuba İNCE PARPUCU²

- 1- Fzt. Beyza Nur ERDEN Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı. beyzanurcetin@outlook.com ORCID No: 0000-0002-2144-8109
- 2- Doç.Dr. Tuba İNCE PARPUCU Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı. fztubaince@gmail.com ORCID No 0000-0002-1942-6453

ÖZET

İstemsiz idrar ya da gaita kaçırma pelvik inkontinans olarak tanımlanır. Üriner inkontinans (idrar kaçırma) ve fekal inkontinans (gaita kaçırma) başlıkları altında incelenecek olan toplumda her iki cinsten ve her yaştan kişiyi etkileyen bir sağlık sorunudur. Üriner inkontinans ileri yaş, obezite, vajinal doğum, multiparite, genetik yatkınlık, östrojen eksikliği, PTK gücünde azalma, ekzojen hormon kullanımı, radyoterapi ve sigara kullanımı, komorbid hastalıklar, üriner sistem enfeksiyonları, fonksiyonel ve kognitif bozukluklar; MS, parkinson gibi nörolojik hastalıklar, prostat hastalıkları ve geçirilmiş prostat cerrahisi, diyabet, radyasyona maruziyet risk faktörlerindendir. Fekal inkontinans ise sfinkter yaralanması, inflamatuvar bağırsak hastalığı veya irritable bağırsak sendromu, kalıcı kabızlık, kolon veya anüs cerrahisi, pelvik bölge radyoterapi uygulamaları, nörolojik hastalıklar, öğrenme engeli veya hafıza problemi, anormal sfinkter ile doğum, üriner inkontinansın varlığı gibi risk faktörleri karşımıza çıkar. Kişiyi biyo-psikososyal açıdan etkileyen bu problemde toplumda sanılandan daha fazla sıklıkla karşımıza çıkar. Kişide yapılan kapsamlı değerlendirme oluşturulacak tedavi protokolünün temel taşıdır. Oluşturulacak tedavi protokolünde kişide farkındalığın artması, yaşam kalitesinde artış, semptomlarda iyileşme, sosyal izolasyonun önüne geçme, günlük yaşamda kişinin işeme ve dışkılama fonksiyonlarındaki kontrolü geri kazanması gibi amaçlar hedeflenmektedir. Bu bölümde pelvik inkontinans, üriner inkontinans ve fekal inkontinans mekanizma, mekanizmada rol oynayan anatomik yapılar, inkontinans tipleri, risk faktörleri, nedenleri, genel değerlendirme parametreleri, fizyoterapi yöntemleri başlıkları altında incelenecektir.

Anahtar kelimeler pelvik inkontinans, anal inkontinans, fekal inkontinans, fizyoterapi, pelvik taban kas eğitimi

GİRİŞ

Üriner ve fekal inkontinans günlük yaşamı pek çok yönden olumsuz şekilde etkileyen yaşam kalitesini ciddi anlamda düşüren önemli bir sağlık sorunudur. Daha çok kadınlarda görülen bu sağlık sorunu erkekleri de etkilemekte, çocuklarda da yaygın olarak görülmektedir.

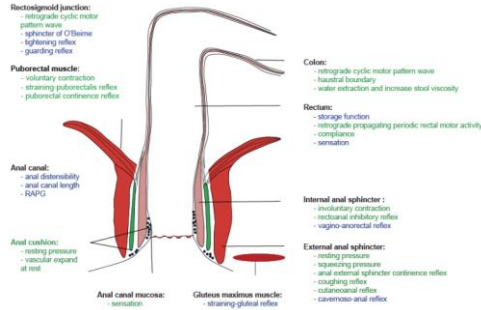
İnkontinansın etyolojisinde pek çok faktör rol oynar ve farklı tipleri vardır. Toplumumuzda karşımıza sıkça çıkmasına rağmen bu sorun nedeniyle sağlık kuruluşlarına başvuru ne yazık ki oldukça azdır. Utanç duygusu, bu konudaki bilinçsizlik ya da hamilelik, yaşlılık, çocukluk dönemi gibi durumlarda normal kabul edilmesi insanların bu durumu göz ardı etmesine neden olmaktadır.

İnkontinans fizyoterapi yaklaşımlarında pelvik taban rehabilitasyonu karşımıza çıkmaktadır. Pelvik taban rehabilitasyonu temelinde pelvik taban kas eğitimi ve diğer yaklaşımlarıyla karşımıza çıkar.

KONTİNANS ve MEKANİZMASI

Kontinans kişinin istediği zamanda ve yerde idrar ya da gaitasını yapması durumudur. Normal kontinans mekanizmasında görev alan yapılar ve bu yapıların inervasyonunu sağlayan sinir sistemi sağlam olmalıdır. (Cannon, 2004:28-35)

Normal üriner kontinans pelvik taban, detrusor kas ve bağ dokusu, santral ve periferik sinir sistemi gibi yapıların, normal fekal kontinans ise kolon, pelvik taban, anorektal kaslar, duyuşal ve motor sinir yollarının işbirliği ssöz konusudur. (Trzpis, 2022)

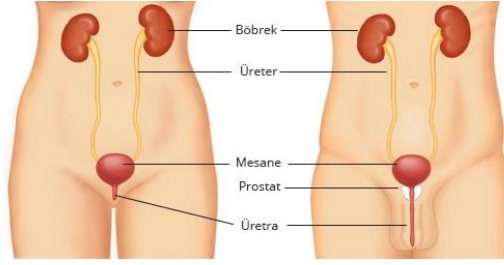


Şekil1: Defekasyon Mekanizmasındaki Yapılar

KONTİNANS MEKANİZMASINDA YER ALAN YAPILAR

a. Üriner Sistem

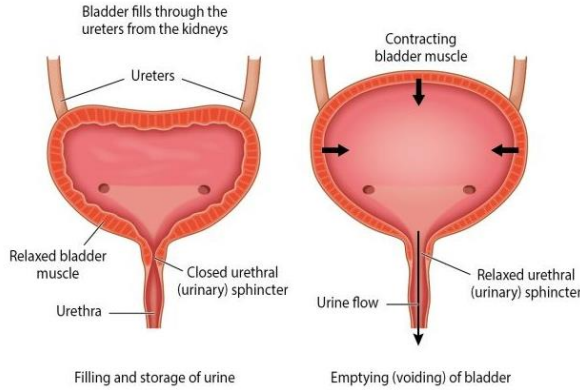
İki böbrek, iki üreter, mesane; üretra, eksternal ve internal sfinkterler, üretral açıklık, ayrıca erkeklerde bulunan prostat bu sistemin yapılarıdır.



Şekil2: Kadın Ve Erkekde Üriner Sistem

b. Mesane

Alt karında orta hatta yer alan bu yapı istemli olarak kontrol edilebilen tek otonomik organdır. Geçici olarak idrarı depolar, yetişkinlerde ortalama kapasitesi 600-800 ml civarındadır. Elastik yapısı sayesinde 1500 ml'e kadar idrarı depolayabilir. Periyodik olarak idrarın boşaltılması işemdir. İşeme sonrası mesanede kalan idrar rezidüel idrar olarak adlandırılır. Bu miktar 50 ml'e kadar normal kabul edilir.



Şekil3: Mesanenin Dolumu Ve Boşaltımı

Mesane depolama sürecindeyken: sempatik aktivitede, detrusor gevşek, sfinkterler kapalı, pelvik taban kasları kasılıdır.

Boşaltma sürecindeyken parasempatik aktivitede, detrusor kasılı, sfinkterler açık, pelvik taban kasları gevşektir.

c. Üretra

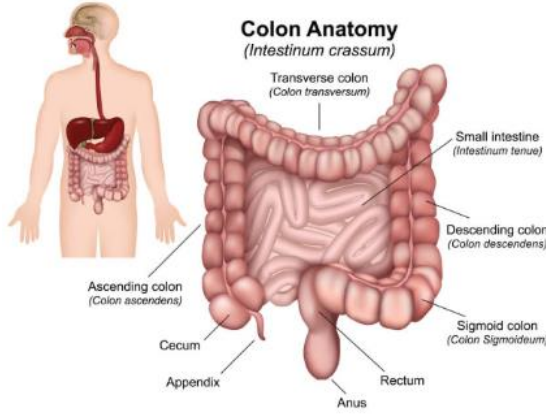
İnternal ve eksternal sfinkterle çevrili bir yapıdır. İnternal sfinkter istemli olarak kontrol edilemez. Eksternal sfinkter ise mesanenin boşalmasını sağlamak için istemli olarak gevşer, öksürme, hapşırma gibi intraabdominal basıncın arttığı durumlarda kasılarak idrar kaçışını önler.

d. Alt Üriner Sistem İnervasyonu

Alt üriner sistemin düz kasları S2-4 spinal segmentlerinden gelen pelvik sinir yoluyla gelen parasempatik lifler ve T10-L2 spinal segmentlerinden gelen hipogastrik sinir yoluyla gelen sempatik lifler tarafından inerve edilir. (C.de Groat, 2015:327-396)

e. Kolon

Depolama, defekasyon ve absorbsiyon fonksiyonuna sahiptir. Sensör organı olan bu yapının kontinansın sürdürülmesi, defekasyonun oluşması, feçesin gazdan ayırt edilmesi gibi görevleri vardır. Kolonda longitudinal ve sirküler kas tabakaları bulunur ve bu kaslar farklı elektriksel aktiviteye sahiptir. Organı enlemesine kat eden bu kasların, kolonun içeriğini rektuma iten, periyodik ve yüksek amplitüdümlü fazik kontraksiyonlar oluşturma yeteneği vardır. Bu hareketler refleks mekanizmalarla düzenlenir.



Şekil4: Kolon Ve Anatomisi

Feçes ve oluşumu: Feçes sindirim sisteminin son ürünüdür. Günde yaklaşık 150 g feçes vücuttan dışarı atılır. (100 g su, 50 g katı madde)

Defekasyon Refleksi

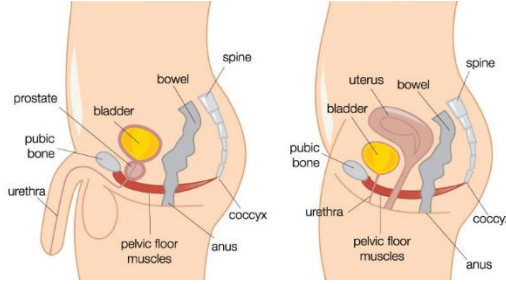
Bu refleks istemli ve istemsiz olarak kontrol edilir. Normalde boş olan rektum, inen kolondan gelen kitlesel hareketle dolar. Rektum duvarının gerilmesi refleks olarak internal anal sfinkterin gevşemesini sağlar, rektumla sigmoid kolondaki motor aktivitenin artışına neden olur. Birey dışkılama için uygun bir durumda değilse dışkılamayı durdurmak için eksternal sfinkter üzerindeki basıncı artırır, kolon feçesle dolu olmasına rağmen dışkılama isteği kaybolur. Dışkılama istendiğinde eksternal sfinkter gevşer ve intraabdominal basınç artırılır. İntraabdominal basınç ile rektumun peristaltik kontraksiyonları dışkıyı dışarı çıkarır.

Kolon ve Anorektumun İnervasyonu

Sempatik sinir lifleri L1-L3 seviyelerinden gelmektedir. Parasempatik sinir lifleri ise S2-S4 kökenlidir. Bu sempatik ve parasempatik lifler anorektumu ve komşu ürogenital üçgeni beslemektedir. İnternal anal sfinkter, sempatik ve parasempatik sinir lifleri tarafından inerve edilir, her iki tip lif de sfinkterin kasılmasını engeller. Eksternal anal sfinkter ve puborektalis kasları, internal pudental sinirin inferior rektal dalı tarafından inerve edilir. Levator ani hem internal pudental sinirden hem de doğrudan S3-S5 dallarından inervasyon alır.

f. Pelvik Taban

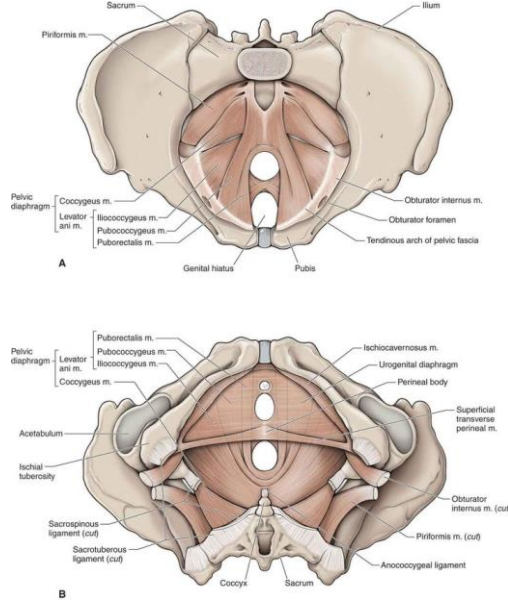
Pelvik taban, inferior pelviste yer alan çizgili kas, düz kas ve bağ dokusundan oluşan birbirine bağlı karmaşık bir sistemdir. Kas tabakası pelvik kemiklere bağlıdır. Pelvik tabanın temel yapısı, anorektal, vajinal ve üretral açıklıklara göre konumlanmış kas ve fasyal düzlemlerden oluşmaktadır.



Şekil5: Kadın ve erkekte pelvik taban yapısı

Anatomik açıdan pelvik taban dört bölüme ayrılabilir:

- 1) Üriner-ön bölüm: Mesane, mesane boynu ve üretra
- 2) Genital-orta bölüm: Kadınlarda vajina ve uterus, erkeklerde prostar
- 3) Posterior: Anüs, anal kanal, sigmoid ve rektum
- 4) Peritoneal: Endopelvik fasya ve perineal membran (Delancey, 1994:313-6)



Şekil6: Pelvik taban kasları

Pelvik taban kasları üç kas tabakasına ayrılır.

1) Yüzeyel tabaka: M. Bulbospongiosus, M. Ischiocavernosus, M. Sphincter Ani Externus, Lig. Sacrotuberous ve Sacrospinous bu tabakada yer alır.

2) Orta Tabaka veya Ürogenital Diyafram: Derin ve yüzeyel perineal kaslar bu tabakadadır.

3) Derin Tabaka veya Pelvik Diyafram: Coccygeus ve levator ani kasları bu tabakada yer almaktadır.

Pelvik Tabanın Fonksiyonu (5S)

Support (Destek): İç organlar için destek görevi görür.

Sphincteric (Sfinkterik): üretra, vajina ve anüs; işeme, defekasyon ve koitusta

Sexual (Seksüel): Penetrasyon için gevşer ve orgazm için kasılır.

Stability (Stabilizasyon): Ekstremit hareketinden önce aktivasyona sahiptir.

Sump Pump (Dolaşım): Dolaşımda görevi vardır.

Posture and breathing (Postür ve solunum): Diyafram, Transversus Abdominis ve İnternal Oblik'in kombine aktivitesi ile intraabdominal basınç (İAB) üretimini sağlar. (Gordon, 2020:243-249)

Pelvik Taban- Diyafram solunumu- İAB İlişkisi

İşeme ve defekasyonda İAB'nin kaudale inmesi ve pelvik taban kaslarının eksentrik kasılarak kaudale inmesi gerekir. Öksürme/ hapsirme gibi durumlarda İAB kraniale doğru hareket eder, pelvik taban kasları konsentrik kasılarak idrar vb kaçışını önler. Bu yüzden böyle durumlarda İAB'nin yönü önemlidir. Doğru diyafram solunumu İAB'yi pelvik kaviteye yönlendirir. Pelvik tabanı gevşetmenin ana kuralı budur. Pelvik taban kasları destek ve sfinkterik görevlerini yerine getirebilmek için İAB artışıdan önce hareket etme yeteneğine sahip olabilmelidir.

ÜRİNER İNKONTİNANS

Üriner inkontinans üretral veya ekstraüretral olabilen istem dışı idrar kaçırma olarak tanımlanır. Çok sayıda yapılan nüfus çalışmasında genel popülasyonda prevalansı %5 ile %70 arasında değişmektedir. Çalışmaların çoğunda üriner inkontinans prevalansı %25-45 aralığında bildirilmiştir. (Milsom, 2018:217-242)(Irwin, 2019:233-242)

Üriner İnkontinansın Tipleri

- Urge (Sıkışma) İnkontinans: Aciliyet durumunda veya hemen ardından gerçekleşen istemsiz idrar kaçırma ile karakterizedir. Kaçırılan idrar miktarı mesanenin dolululuğu aciliyet durumuyla doğru orantılıdır.
- Stres Üriner İnkontinans: Karşımıza en yaygın olarak çıkan üriner inkontinanstır. İntraabdominal basıncın ani artış gösterdiği öksürme, hapsirme gibi durumlarda ya da ağırlık kaldırma gibi artan efor nedeniyle gerçekleşir.
- Mix Tip İnkontinans: Aciliyet ile fiziksel eforla ve hapsirme/öksürmeyle ilişkilidir.
- Enürezis Nokturna: Uyku sırasında gerçekleşen istemsiz işemedir. Çocukluk çağındaki sık karşılaşılan sağlık problemlerinden biridir. Üriner sistemin istemli kontrolü yaklaşık olarak 5 yaşında sağlanmış olur. milyonlarca çocuğun yaşadığı bir sağlık sorunudur. Bu yaştan büyük çocuklarda gece idrar kaçırma durumu normal değildir.
- Postüral Üriner İnkontinans: Vücut pozisyonundaki değişikliklerle ilişkilidir. (Oturmadan ayağa kalkma gibi durumlarda gerçekleşir.)
- Giggie İnkontinans: Sadece kahkaha anında gerçekleşir.
- Koital İnkontinans (sadece kadınlar için): Koitus ile istem dışı idrar kaçırmasıdır.

- Bilinç dışı İnkontinans: Bireyin nasıl oluştuğunu bilmediği durumlarda gerçekleşir.
- Multifaktöriyel İnkontinans: Komorbidite, ilaçlar, yaşa bağlı değişiklikler ve çevresel faktörler gibi birden fazla etkileşimli risk faktörüne bağlıdır.
- Ekstraüretral İnkontinans: Üretral meatus dışındaki kanallardan idrar kaçağının gerçekleşmesidir.
- Fonksiyonel İnkontinans: Sağlam bir alt üriner sistem varlığında bilişsel, fonksiyonel veya hareket bozuklukları nedeniyle tualete ulaşamamaktan kaynaklanır.
- Kronik İdrar Retansiyonu ile İlişkili İnkontinans: Mesanenin tam boşalmadığı durumlarda, post-voiding rezidü (kalıntı idrar) varlığında gerçekleşir. (Haylen, 2010:5-26)

Üriner İnkontinanstaki Risk Faktörleri

Kadınlarda ileri yaş, obezite, vajinal doğum, multiparite, genetik yatkınlık, östrojen eksikliği, PTK gücünde azalma, ekzojen hormon kullanımı, radyoterapi ve sigara kullanımı risk faktörlerindendir.

Erkeklerde üriner inkontinans görülme oranı daha düşüktür ancak onlarda belli risk faktörleri inkontinans için söz konusudur. İleri yaş, komorbid hastalıklar, üriner sistem enfeksiyonları, fonksiyonel ve kognitif bozukluklar; MS, parkinson gibi nörolojik hastalıklar, prostat hastalıkları ve geçirilmiş prostat cerrahisi, diyabet, radyasyona maruziyet ve sigara kullanımı bu risk faktörlerindendir. (Nazarko, 2018) (Xie, 2021:277-381)

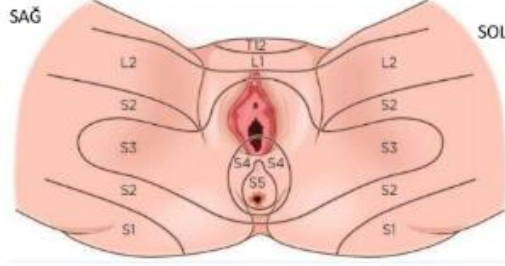
Üriner İnkontinansın Düzeltilebilir Nedenleri

Bazı durumlarda inkontinans ani başlangıç gösterir. Problem en az 6 ay devam ediyor olmalıdır. Genellikle altta yatan neden ortadan kaldırıldığında inkontinanstaki spontan iyileşmeler gözlemlenmektedir. Deliryum, enfeksiyon, trofik vajinit veya üretrit, farmakolojik ajanlar, aşırı idrar kaçırma, kısıtlı mobilite, kabızlık ve psikolojik sorunlar inkontinansın düzeltilebilir nedenleri arasında yer almaktadır. (Khandelwal, 2013: 543-50)

Üriner İnkontinanstaki Değerlendirme

Değerlendirme genel olarak hikaye alınması, fiziksel muayene ve nörolojik muayene kapsar. Tedavi planının yapılması için değerlendirmenin kapsamlı bir şekilde yapılması oldukça önemlidir. Hikaye, doğum hikayesi, ailede inkontinans varlığı, nörolojik muayene, eşlik eden hastalıklar, cerrahi öykü, alerji varlığı ve diş sağlığı, kullanılan ilaçlar, işeme ve bağırsak alışkanlıkları, üriner sistem ve bağırsak disfonksiyonları varlığı, torakopelvik silindir muayenesi, stabilizasyon değerlendirilmesi ve abdomen muayenesi yapılması gereken değerlendirmelerdendir.

Değerlendirmede perine ve pelvik tabanın yeri oldukça önemlidir. Tedavi planı bu değerlendirmenin sonucunda şekillenmektedir. Perine ve pelvik taban istirahat ve hareket olmak üzere iki şekilde değerlendirilir. İstirahat halinde yapılan gözlemde üst uyluk, perineal bölgenin cildi ve dış labiaya bakılır. Cilt tahrişinin varlığı sorgulanır. Sakral bölgede kıllanma, gamze, sinüs, kleft, kitle, lipom, renk değişikliğine bakılmalıdır. Anüs bölgesinde hemoroid belirtileri, anal açıklık kontrol edilir.

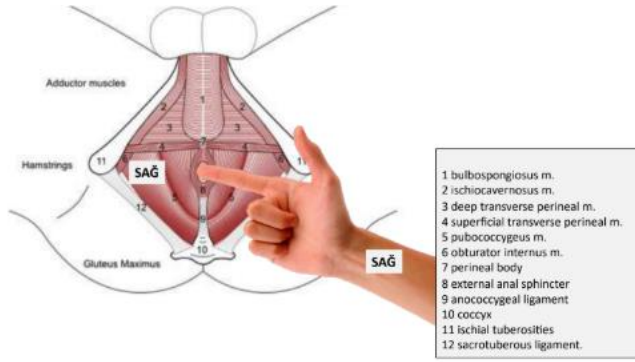


Şekil7: Perine Bölgesi Dermatomları

Ayrıca anal göz kırpma refleksi ve dermatomlar kontrol edilerek nörolojik bir değerlendirme yapılır. Perine ve vajinanın girişi ve distal kısmında yırtılma, skar izi, üretral ve vajinal açıklık, kötü kokulu vajinal akıntı, yara, mantar ve enfeksiyon varlığı sorgulanmalıdır. Vajinada ise vajina duvarı defekti, uterus prolapsusu, doku kalitesi (atrofi varlığı), nörolojik muayene (klitoris refleksi, dermatom), stres öksürük testi yapılmalıdır. (Berghman, 2020: 917-931)

İstirahat halinde ağrı da değerlendirilmesi gereken ayrı bir parametredir. Eksternal palpasyon ile sağ-sol anterior bölge ve sağ-sol posterior bölge görsel analog skalası kullanılarak değerlendirilebilir. İstirahat halinde duyu değerlendirmesi dermatom bölgelerine göre yapılmalıdır.

İstirahat halinde yapılan palpasyon ile dış genital organlardaki atrofi, kuruluk, kızamıklık, ciltte lezyon ve yara varlığı sorgulanmalıdır. Kaslardaki tetik noktalar değerlendirilmelidir. Eksternal palpasyon ile kasın gevşeme ve kasılma yeteneği, kasılma ve gevşeme zamanı; enduransı ve koordinasyonu değerlendirilmelidir.



Şekil8: Eksternal Palpasyonda Kas Yapılarının Yerleşimi

Hareket halinde gözlemde ise öksürme refleksi ve straining manevrasına verilen yanıtlar sorgulanır. Burada verilen yanıtın varlığı, yönü, miktarı ve yanıtı ek olarak inkontinansın varlığı sorgulanmalıdır.

Pelvik taban kaslarının gücü ve fonksiyonu başka yöntemlerle de değerlendirilebilir. Gerçek zamanlı trans-abdominal ve trans-perineal ultrasonografi bu uygulamalardandır. Trans-abdominal ultrason non-invaziv, geçerli ve güvenilir bir araçtır. MRG, pelvik taban disfonksiyonunun da değerlendirilebildiği bir yöntemdir. Klinik olarak pahalıdır bu yüzden çok tercih edilmez. Yüzey elektromiyografisi (EMG) pelvik taban kaslarının aktivasyonunu değerlendirmek için kullanılabilir. Manometre ve dinamometre de pelvik taban kas kontraksiyonunu ölçebilen ve objektif olarak dijital palpasyondan daha güvenilir sonuç verebilen bir diğer değerlendirme yöntemi olarak karşımıza çıkar.

Üriner İnkontinanstaki Değerlendirme Yöntemleri

Anketler

İnkontinanstaki yapılan anketler de kişilerde inkontinansın tipinin belirlenmesinde, kişinin hayatını ne kadar ve ne yönde etkilediğine dair yanıtları edinmemizde bize yardımcı olur. 3 İnkontinans testi (3IQ) stres, urge ve mix tip inkontinansı ayırt etmek için kullanılan kısa, kendi kendine uygulanan bir ankettir. (Khan, 2018) PRAFAB anketi hem idrar kaybını hem de bu durumun hasta üzerindeki etkisini değerlendirir. (Hendriks, 2007:998-1007) Aciliyet anketi ise spesifik olarak urge tip inkontinanstaki kullanılabilir. (Matza, 2005:215-25)

Mesane Günlüğü

Kişiden günün hangi saatinde tuvalete gittiğini, yapılan idrar miktarını, tuvalet yapmadan önceki aciliyet hissini ve gün içerisinde tüketilen sıvı miktarını saatlere göre ayrılmış çizelgeye not alması istenir. 24 saat boyunca tutulan günlük gece üretilen idrar hacmi, gece ve gündüz işeme sıklığı, ortalama işeme hacmi, aciliyeti ve epizotlarını ölçmek için güvenilir bir yöntemdir. (Haylen, 2010:5-26)

Ped Testi

Kaçırılan idrar miktarını ölçmek için farklı sürelerde uygulanan bir testtir. Klinikte sıklıkla 1 saatlik ped testi uygulanır.

1 saatlik ped testi: 1 saat içerisinde kaçırılan idrar miktarını ölçmek için yapılır. Test öncesi ve sonrası kullanılan pedin ağırlığı ölçülerek aralarındaki fark belirlenir. (Nambiar, 2018:596,609)

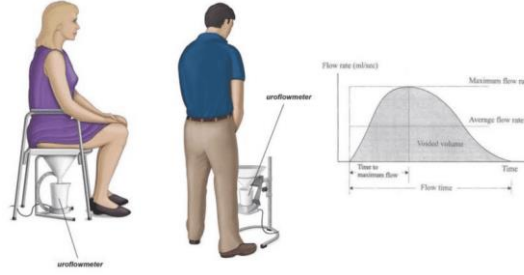
Ürodinami

Ürodinamik incelemeler invaziv ve non-invaziv testler, üroflowmetri ve işeme sonrası rezidüel idrar hacminin ölçümünü içerir. İnvaziv testler, mesane basıncını ölçmek için üretral kateterizasyonu ve karın basıncını ölçmek için vajinaya veya rektuma bir kateter yerleştirilmesini içerir. (Hall, 2022:110-119)

Üroflowmetri

Amacı idrar akım hızının ölçülmesidir. Birim zamanda (s) işenen idrar miktarı (ml) hesaplanır. Alt üriner sistem bozukluğu düşünülen kişilerde ilk tarama testi olarak kullanılmalıdır. Non-invaziv ve kısmen daha ucuz bir testtir. Hasta mahremiyetinin sağlanabildiği, işemenin gözlemlenmesine gerek olmayan bir değerlendirme yöntemidir. Her yaştan kadın ve erkeğe uygulanabilir. Teşhiste temel taşıdır.

Primer mesane disfonksiyonu hakkında bilgi verir. İşeme esnasında abdominal kasların ve pelvik taban kaslarının kullanımını gösterir. Daha ileri tetkiklerin gerekip gerekmediğini söyler. Tedavinin planlanmasında ve tedavi etkinliğinin değerlendirilmesinde etkilidir. (Haylen, 2010:5-26)



Şekil9: Üroflowmetrinin uygulanması ve üroflow grafiği

Ultrasonla Yapılan Değerlendirmeler

Artmış rezidüel idrar hacmi (PVR) kronik idrar retansiyonu ile ilişkili inkontinans için bir risk faktörüdür. Böbrek ve mesane anomalileri, mesane duvarının kalınlığı, rektum çapı ve PTK kontraksiyonu değerlendirilir.

Direkt Üriner Sistem Grafisi

Üriner sistemde bulunan taşların, bağırsaktaki fekalomların tespiti için gerekebilir.

Kan tetkiki

Gerekli durumlarda kan tetkiki de yapılmalıdır.

ÜRİNER İNKONTİNANSTA TEDAVİ

A. Konservatif Tedavi

1) Hayat Tarzı Değişiklikleri

- Obezite ve kilo alımının önüne geçilmesi

Günümüzde obezite önemli halk sorunlarından biridir. Pek çok sağlık problemini de beraberinde getiren bu sorun idrar yolu enfeksiyonlarını da artırabilir. Ayrıca obezlerde obez olmayan kişilere göre intraabdominal basınç daha yüksektir bu da zayıf pelvik taban desteği ve idrar kaçırmaya yatkınlık olarak karşımıza çıkar. (Imamura,2015)

- Sigara kullanımının azaltılması

Sigaranın içerdiği toksinler, mesaneyi tahriş edebilir ve idrar yolu enfeksiyonlarına neden olabilir. Sigara kullanan kişilerde görülen kronik öksürük intraabdominal basıncı artırarak mesane üzerinde stres yaratabilir. Ayrıca pelvik taban kaslarının öksürüğe verdiği yanıt da oldukça önem arz

eder. Öksürük sırasında dışarı yönlü olarak oluşan yanlış yanıt da idrar kaçırmaya neden olabilir.

- Sıvı alımının düzenlenmesi:

Çay, kahve gibi kafeinli içecekler; alkol, çeşitli meyve suları mesaneyi rahatsız eden, daha fazla uyaran içeceklerdir. Ayrıca düzensiz tüketilen su da mesane üzerinde kontrolsüz uyarılmaya neden olur. Bu yüzden sıvı alımının düzenlenmesi oldukça önemlidir. Özellikle urge inkontinans aciliyet hissine bağlı olarak yaşanan idrar kaçırmada durumlarında sıvı alımının düzenlenmesiyle mesane üzerinde kontrol sağlanabilir.

-Kabızlığın önlenmesi:

Mesane ve bağırsak komşu iki yapı oldukları için bir yapıdaki problem diğerini etkiler. İnkontinans vakalarında tedavi önceliklerinden birisi de kabızlığın giderilmesi olmalıdır. Kabızlık mesaneyi tıkayarak yeterli boşaltımı engelleyebilir ve idrar sızıntısına neden olabilir. Kronik ıkınma da idrar yolu enfeksiyonu gelişiminde bir risk faktörüdür. (TodHunter Brown, 2022)

-Fiziksel Egzersiz:

Diyafragmatik solunum egzersizlerinin üriner inkontinans üzerine etkinliğini değerlendiren bir çalışmada diyafragmatik solunum egzersizlerinin üriner inkontinanslı kadınların yaşam kalitesi ve aşırı aktif mesane skorlarında istatistiksel olarak anlamlı iyileşmeler gözlemlenmiştir. (Toprak, 2022:146-153)

Yapılan 8 haftalık bir çalışmada hipopresif egzersiz programı pelvik taban kas gücü ve yaşam kalitesinde anlamlı derecede iyileşme gözlemlenmiştir. (Molina-Torres, 2023:500-509)

Dinamik nöromusküler stabilizasyon (DNS) egzersizlerinin stres üriner inkontinanslı kadınlardaki etkinliğini değerlendiren iki ayrı çalışmada DNS ve kegel egzersizleri karşılaştırılmıştır. Çalışmalarda DNS kegele karşı üstün bulunmuştur. (Sharma, 2023) (Sharma, 2024)

2)Davranışsal Terapi ve Fizyoterapi Yaklaşımları

-Mesane Eğitimi:

Kademeli olarak ayarlanmış işeme aralıklarıyla planlanmış bir işeme eğitimidir. Hasta eğitimini de içerir. Mesane eğitimi öncesinde mesane günlüğü ile kişinin işeme alışkanlıkları ve rutini hakkında bilgi edinilmesi doğru bir yaklaşım olabilir.

Mesane eğitiminde amaç sık idrara çıkma gibi alışkanlıkların önüne geçmek, işeme aralıklarını uzatmak, mesane kapasitesini artırmak, inkontinans ataklarını azaltmak ve hastanın mesanesini kontrol etmesini

sağlamaktır. (Bo, 2017:221-244) Eğitimde amaçlar yapılan değerlendirmeye göre belirlenmeli kişiye uygun ve gerçekçi hedefler belirlenmelidir.

-Pelvik Taban Kas Eğitimi:

Üriner inkontinansta pelvik taban kas eğitimi önemli yer teşkil eder. Pelvik taban kas eğitimi karşımıza 1948 yılında Kegel tarafından tanımlanan bir egzersiz olarak karşımıza çıkmıştır ancak sonradan geliştirilen bazı egzersiz varyasyonları söz konusudur. Günümüzde pelvik taban kas eğitimi kegel egzersizinden çok daha fazlasıdır. Aktif katılım isteyen bu egzersizlerde oluşturulan bazı protokoller vardır.

Pelvik taban kas eğitiminde bilgilendirme önemli yer tutmaktadır. Pelvik taban içindeki organlar, organların yerleşimi, pelvik tabanın görevleri anlatılmalıdır.

Pelvik taban kas eğitiminde 5F: Pelvik tabanı bulmaktan fonksiyonel kullanıma konsepti (Seleme, 2020:131,134) karşımıza çıkar.

Find (Bul):

Pelvik tabanın nerede olduğunu öğrettiğimiz, kişide farkındalık yarattığımız aşamadır. Kişiden PTK'yı bulmak için elin avuç içi idrar yapılan yerin üstüne koyması istenir. Tüm parmaklar ve avuç içi pelvik taban olarak kabul edilebilir. Kişide önce pelvis farkındalığı sağlanır. Anterior ve posterior tilt öğretilerek kişinin bu hareketleri yapmaması sağlanır ve nötral pelvis pozisyonunu korumak için kişi eğitilir. Glutealleri ayırarak oturma, sıcak uygulama da bu bölgedeki farkındalığı artırmak için kullanılabilir.

Feel (Hisset) Feel:

Bu aşamada farklı pozisyon ve aktivitelerde seçici PTK kontraksiyon ve gevşemesinin hissedilmesi amaçlanmaktadır. (Bu aşamada internal yaklaşım yapılabilir, kişi bu durumda bilgilendirilmelidir.) Kişi PTK'yı bulduktan sonra seçici kontraksiyon ve gevşemeleri gerçekleştirmeyi öğrenecek, tekli görevlerden çoklu görevlere doğru ilerleyen egzersizleri gerçekleştirecektir. Bu aşama kuvvet ve koordinasyon eğitimini gerçekleştirmede ön koşuldur. İşaret ve orta parmağın iki boğumuyla girilerek kasılma ve gevşeme yeteneği, kasılma miktarı ve yönüne bakılır. Bu aşamada endurans da değerlendirilebilir.

Force (Güç uygula):

Dirençli bir şekilde kas kontraksiyonu çalışılan kısımdır. Manuel direnç, rektal balon, vajinal kon kullanılabilir. Transversus abdominis koaktivasyonu vb kullanılarak eksternal yaklaşımlarla da eğitim verilebilir.

Follow-through (takip et) ve Functional training (fonksiyonel egzersiz): Egzersiz eğitiminin devam ettiği, egzersizlerin günlük yaşam aktivitelerine entegre edildiği dönemdir. Bunu torakopelvik silindir aktifken

ve doğru diyafram solunumu yapıyorken sağlamış olmak oldukça önemlidir. Pelvik taban kas egzersizleri yapılırken kişi egzersize odaklanmalı ve düzenli zaman ayırmalıdır.

Elektriksel Kas Stimülasyonu

Konraksiyonu kolaylaştırmak için elektrik darbelerinin doğrudan çizgili pelvik taban kaslarına uygulanmasıdır. İntravajinal, perineal, anal elektrot gibi farklı uygulamaları vardır. Kas kuvvetlendirme eğitiminde kasın konraksiyon yeteneğini artırma amacıyla kullanılan bu uygulama dolaylı olarak detrusor konraksiyonu inhibisyonuna da neden olabilir. (Bo, 2017:221-244) (TodHunter Brown, 2022)

Biofeedback

Bu uygulamada amaç kişinin pelvik taban farkındalığını artırmak ve kaslar üzerindeki kontrolünü sağlamaktır. Pelvik taban kas kuvvetini değerlendirmede ve kas eğitiminde kullanılabilir. Biofeedback görsel, işitsel veya her ikisini birden olabilir. Tek başına bir tedavi değildir, PTKE'nin etkinliği için yardımcı bir terapidir. (Bo, 2017:221-244) (TodHunter Brown, 2022)

FEKAL İNKONTİNANS

Bağırsak içeriğinin anüs yoluyla katı, sıvı ya da mukus halinde çıkışının istemli olarak kontrol edilememesi olarak tanımlanır. Prevalansı genel popülasyonda %7-15 olarak bildirilmektedir. Yaşlı yetişkinlerde bu oran daha yüksektir. (Dexter, 2024)

Fekal inkontinansı olan kişiler üriner inkontinans şikayeti olan kişilere göre daha az sağlık kuruluşlarına başvurmaktadır. Fekal inkontinans toplumda göz ardı edilen sorunlardan bir tanesidir. Günlük yaşamı aktivitelerini olumsuz yönde etkileyen bu problem kişilerde yaşam kalitesini ciddi oranda düşürmektedir.

Anüsteki kas bozuklukları, kabızlık, sık sık veya gevşek bağırsak hareketi, dışkının tutulması, tuvalet eğitimindeki yanlış tutumlar, tuvalet fobisi; sinir hasarları, miyopatiler, rektosel ve prolapsus varlığı, genetik yatkınlıklar ayrıca dikkat eksikliği, hiperaktivite bozukluğu, yaygın gelişimsel bozukluklar, bilişsel ve zihinsel gelişim geriliği fekal inkontinansa neden olabilir. (University of Michigan Health System (2012). Fecal Incontinence/Anal Incontinence.)

Fekal İnkontinansta Risk Faktörleri

- Sfinkter yaralanması (vajinal doğumda yaralanma, defekasyon kaynaklı, direkt yaralanma)
- İnflamatuvar bağırsak hastalığı veya iritabl bağırsak sendromu, kalıcı kabızlık gibi durumlar
- Kolon veya anüs cerrahisi
- Pelvik bölge radyoterapi uygulamaları
- Nörolojik hastalıklar
- Öğrenme engeli veya hafıza problemi
- Anormal sfinkter ile doğum
- Üriner inkontinansın varlığı

FEKAL İNKONTİNANSTA DEĞERLENDİRME

Üriner inkontinanstaki değerlendirmeye paralellik gösterir. Demografik bilgi/ hikayenin alınması, genel sağlık durumunun öğrenilmesi gerekir. Fizik ve nörolojik muayene yapılmalıdır. Kişide obstetrik geçmiş, cerrahi öykü, kolorektal kanser, inflamatuvar bağırsak hastalığı, çölyak hastalığı, diyabet, prolapsus gibi genellikle ishale neden olan hastalıkların varlığı, alt üriner sistem disfonksiyonlarının varlığı, işeme ve dışkılama alışkanlıkları, eşlik eden diğer hastalıklar, kullanılan ilaçlar ve ailede inkontinansın varlığı sorgulanmalıdır. Kişide ayrıca pelvik taban kaslarıyla bağlantısı nedeniyle torakopelvik silindir ve abdomen muayenesi de yapılmalıdır.

Fizik Muayene:

Sistemik muayene yapılmalıdır. Boy, kilo, baş çevresi ölçülmelidir. Lumbosakral ve lumbal bölge, alt ekstremiteler, perineal ve abdominal bölge muayenesi değerlendirmede önemli yer teşkil eder.

Perineal inspeksiyon:

Anüsün pozisyonu, gluteal cleft/deviasyon varlığı, dermatitler, fissür, hemoroid, skar doku, perineal varlığı sorgulanmalıdır.

Anorektal dijital muayene:

Perineal duyu, anal tonus, rektum büyüklüğü, sfinkter fonksiyonu, feçes miktarı ve kıvamı değerlendirilir. Uygun koşullar yoksa ultrason tercih edilebilir.

Pelvik Taban Kaslarının Değerlendirilmesi:

Pelvik taban kaslarının gücünü değerlendirmek için Modifiye Oxford skalasına sahip PERFECT sistemi vajina ve rektum palpasyonu için kullanılır.

(26) Bu sistemde pelvik taban kasları performans (P), endurans (E), tekrar (R), hız (F), elevasyon (E), ko-kontraksiyon (C) ve zamanlama (T) olarak değerlendirilir. Pelvik tabanın değerlendirilmesinde ultrason, MRI, elektromyografi, dinamometre ve manometreler de kullanılabilir.

Diğer Değerlendirme Yöntemleri:

Abdominal radyografi zayıf tanısal doğruluk sağlayan bir yöntemdir. Rektal muayene mümkün değilse problemi anlamaya yardımcı olabilir. Transabdominal ultrason non-invaziv bir uygulamadır. Rektum çapını gösterir ve fekal yükü kanıtlar. Kan testleri bazı durumlarda gerekebilir. Mesane-bağırsak disfonksiyonunda idrar tahlili gerekli olabilir. Bağırsak fonksiyonunu değerlendirirken Roma IV kriterleri ve Bristol skalası da kullanılabilir.

FEKAL İNKONTİNASTA TEDAVİ

Fekal inkontinansa birinci basamak tedavi olarak karşımıza üriner inkontinansa benzer olarak yaşam tarzı müdahaleleri gelir. Burada amaç kişinin şikayetlerinde azalma sağlamak, yaşam kalitesini artırmaya yöneliktir. Sigarayı bırakma, kilo kontrolünü sağlama, beslenmenin düzenlenmesi (su ve lif alımının düzenlenmesi, kafeinin azaltılması) tuvalet alışkanlıklarının düzeltilmesi ve bağırsak eğitimi, dışkı hacimlendiren ajanların ve diyare önleyici ilaçların kullanımı bu aşamadadır. Gerekli durumlarda anüs çevresi cilt tahrişi tedavisi sağlanmalıdır. Pelvik taban kas eğitimi (+Biofeedback) de ilk aşamada karşımıza çıkar. (Assmann, 2022:251-286)

Fekal inkontinansa cerrahi dışı tedavide ikinci adım olarak karşımıza posterior tibial sinir stimülasyonu (PTNS), transkutanöz posterior tibial sinir stimülasyonu (TPTNS), perkütan posterior tibial sinir stimülasyonu (PPTNS) transanal irrigasyo,anal uygulamalar, coloplast tıkaçı, renew anal insert, proco/ protect inkontinans cihazı gibi uygulamalar çıkar. (Assmann, 2022:251-286)

Fekal İnkontinasta Fizyoterapi

Pelvik Taban ve Anal Sfinkterlerin Eğitimi

Temel hedef kasların güç, gerginlik, endurans ve koordinasyonunu artırmaktır. Egzersiz programı başlangıçtaki kas parametrelerine (güç ve dayanıklılık vb) bağlı olarak kişiselleştirilmelidir. Daha iyi bir terapötik etki için kas eğitimi diğer uygulamalarla birlikte gerçekleştirilebilir. ICS inkontinans yönetiminde PTK eğitimini etkili bir yöntem olarak önermektedir. (Mazur-Bialy, 2020)

Pelvik Taban ile Biofeedback Uygulaması

Biofeedback PTK egzersizlerinin öğrenilmesi ve kolaylaştırılmasında destek sağlayan uygulamalardan biridir. Rektal duyuşal işlevi, gücü ve pelvik taban kaslarının koordinasyonunu iyileştirir. Diğer kasların kontraksiyonu olmadan uygun PTK ve anal sfinkter kontraksiyonlarını izole etmeye yardımcı olur. Biofeedback teknikleri olarak anorektal manometri ve yüzeysel/endoanal EMG bulunur. Kullanılan tekniğe bağılı olarak hasta kas aktivitesi veya anal kanal/rektal basınçtaki bir değışiklik hakkında bilgi alır. Hastaya kas aktivitesinin kalitesi hakkında işitsel veya görsel geri bildirim sağlar. . (Assmann, 2022:251-286)

Pelvik Taban Elektrik Stimölasyonu

Non-invaziv, düşük maliyetli ve kolay erişilebilir bir terapötik yöntemdir. Yüzeysel perineal elektrotlar, vajinal ve rektal elektrotlarla gerçekleştirilebilir. Genellikle biofeedback ve PTK eğitimi ile birleştirilir. Pasif kas stimölasyonu yöntemi olarak PTK veya biofeedback ile şiddetli kas güçsüzlüğünün olduğı durumlarda değıerli bir uygulamadır. . (Assmann, 2022:251-286)

Pelvik Taban Manyetik Stimölasyonu

Elektrik stimölasyona alternatif olarak kullanılması önerilen non-invaziv bir uygulamadır. MS'te, zamanla değışen bir manyetik alan tarafından elektrik akımı oluşturulur. PTK'nin gücü ve dayanıklılığında kademeli bir artışa yol açan sinir liflerinin depolarizasyonunu sağlar. Dahili bir probun olmaması ve manyetik alanın giysilerden geçebilme yeteneğı nedeniyle pelvik taban disfonksiyonu olan hastalar için ağrısızdır ve iyi tolere edilir. . (Assmann, 2022:251-286)

SONUÇ

Pelvik inkontinansın nedenleri iyi belirlenmeli, kişı kapsamlı bir şekilde değıerlendirilmelidir. Değıerlendirmeler ışığında oluşturulan pelvik taban eğitimi temelli rehabilitasyon süreci kişıye özel bir şekilde oluşturulmalıdır ve tedavinin amacı doğıru belirlenmelidir. Tedavinin etkinliğı belli aralıklarla tekrar edilen değıerlendirmelerle gözden geçirilmeli gerekli durumlarda tekrar düzenlenmelidir.

REFERANSLAR

Dergi Makalelerin Kaynakçası

- Simillis, C., Lal, N., Pellino, G. (2019). A systematic review and network meta-analysis comparing treatments for faecal incontinence, *International Journal of Surgery* Volume 66, June 2019, Pages 37-47.
- Haylen, B., T. (2010). An International Urogynecological Association (IUGA)/International Continence Society (ICS) joint report on the terminology for female pelvic floor dysfunction. *Int Urogynecol J.* 2010 Jan;21(1):5-26.
- Hall, R., Ward, K., (2022). Basic understanding of urodynamics. *Obstetrics, Gynaecology & Reproductive Medicine*, Volume 32, Issue 6, June 2022, Pages 110-119.
- Sharma, K., Gupta, M. (2023). Comparing the efficacy of dynamic neuromuscular stabilization exercises and kegel exercises on stress urinary incontinence in women: a pilot study. *Cureus.* 2023 Dec 15;15(12):e50551.
- Todhunter-Brown, A., Hazelton, C., Campbell, P. (2022). Conservative interventions for treating urinary incontinence in women: an Overview of Cochrane systematic reviews. *Cochrane Database Syst Rev.* 2022 Sep 2;9(9):CD012337.
- Khandelwal, C., Kistler, C. (2013). Diagnosis of Urinary Incontinence. *Am Fam Physician.* 2013 Apr 15;87(8):543-50.
- Omar, M., A., Khan, J., M. (2018). Diagnostic agreement of the 3 Incontinence Questionnaire to video-urodynamics findings in women with urinary incontinence. *Cent European J Urol.* 2018;71(1):84-91.
- Nambiar, A., K., Bosch, R. (2018). EAU Guidelines on Assessment and Nonsurgical Management of Urinary Incontinence. *Eur Urol.* 2018 Apr;73(4):596-609.
- Dexter, E., Walshaw, J., Wynn, H., Dimashki, S. (2024). Faecal incontinence-a comprehensive review. *Front Surg.* 2024 Feb 1;11:1340720.
- Assmann, S., L., Keszthelyi, D. (2022). Guideline for the diagnosis and treatment of Faecal Incontinence-A UEG/ESCP/ESNM/ESPCG collaboration. *United European Gastroenterol J.* 2022 Apr;10(3):251-286.
- Bo, K., Haylen, B., T. (2017). International Urogynecological Association (IUGA)/International Continence Society (ICS) joint report on the terminology for the conservative and nonpharmacological management of female pelvic floor dysfunction. *Neurourol Urodyn.* 2017 Feb;36(2):221-244.
- Imamura, M., Williams, K., Wells, M. (2015). Lifestyle interventions for the treatment of urinary incontinence in adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2015, Issue 12.
- Nazarko, L. (2018) Male urinary incontinence management: penile sheaths *Br J Community Nurs.* 2018 Mar 2;23(3):110-116.
- C.de Groat, W.(2015). Neural Control of the Lower Urinary Tract. *Compr Physiol.* 5(1):327-396.
- Trzpis, M., Sun, G., Chen, J., H., Huizinga, J., Broens, P.(2022). Novel insights into physiological mechanisms underlying fecal continence. *American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology* Vol. 324, No. 1

- Cannon, T., W., Damaser, M. (2004). Pathophysiology of the Lower Urinary Tract: Continence and Incontinence. *Clinical Obstetrics and Gynecology* 47(1):p 28-35
- Berghmans, B., Seleme, M., R., Bernard Bernards, A., T., M. (2020). Physiotherapy assessment for female urinary incontinence. *Int Urogynecol J.* 2020 Mar 3;31(5):917–931.
- Mazur-Bialy, A., I., Kołomańska-Bogucka, D. (2020). Physiotherapy for Prevention and Treatment of Fecal Incontinence in Women. *J Clin Med.* 2020 Oct 12;9(10):3255.
- Ghaderi, F., Kharaji, G. (2023). Physiotherapy in patients with stress urinary incontinence: A systematic review and meta-analysis. *Urol Res Pract.* 2023;49(5):293-306.
- Xie, X., Chen, Y. (2021). Risk Factors for Urinary Incontinence in Chinese Women: A Cross-sectional Survey. *Female Pelvic Med Reconstr Surg.* 2021 Jun 1;27(6):377-381.
- Simillis, C., Lal, N., Qiu, S. (2018). Sacral nerve stimulation versus percutaneous tibial nerve stimulation for faecal incontinence: a systematic review and meta-analysis, *International Journal of Colorectal Disease*, Volume 33, pages 645–648.
- Matza, L., S., Thompson, C., L. (2005). Test-Retest Reliability of Four Questionnaires for Patients with Overactive Bladder: The Overactive Bladder Questionnaire (OAB-q), Patient Perception of Bladder Condition (PPBC), Urgency Questionnaire (UQ), and the Primary OAB Symptom Questionnaire (POSQ), *Neurourology and Urodynamics*. *Neurourol Urodyn.* 2005;24(3):215-25. doi: 10.1002/nau.20110.
- Berghman, B., Seleme, M. (2020). The ‘5 F’s Concept for Pelvic Floor Muscle Training: From Finding the Pelvic Floor to Functional Use. *Journal of Women’s Health and Development* 3: 131-134.
- Delancey (1994). The anatomy of pelvic floor. *Curr Opin Obstet Gynecol.* 1994 Aug;6(4):313-6.
- Molina-Torres, G. (2023). The effects of an 8-week hypopressive exercise training program on urinary incontinence and pelvic floor muscle activation: a randomized controlled trial. *Neurourol Urodyn.* 2023 Feb;42(2):500-509.
- Milsom, I., Gyhagen, M. (2018). The prevalence of urinary incontinence. *Climacteric* 2019 Jun;22(3):217-222.c
- Hendriks, E., J., Bernards, A., T., Berghmans B., C. (2007). The psychometric properties of the PRAFAB-questionnaire: a brief assessment questionnaire to evaluate severity of urinary incontinence in women. *Neurourol Urodyn.* 2007;26(7):998-1007. doi: 10.1002/nau.20450.
- Toprak, N., Sen, S., Varhan, B. (2022). The role of diaphragmatic breathing exercise on urinary incontinence treatment: a pilot study. *J Bodyw Mov Ther.* 2022 Jan;29:146-153.
- Sharma, K., Gupta, M. (2024). The role of dynamic neuromuscular stabilization exercises in stress urinary incontinence among females aged 18-40 years. *Cureus.* 2024 May 7;16(5):e59828.
- Gorgon, K., E. (2020). The Role of the Pelvic Floor in Respiration: A Multidisciplinary Literature Review. *Journal of Voice* Volume 34, Issue 2, March 2020, Pages 243-249

Irwin, G., M. (2019) Urinary Incontinence. Prim Care. 2019 Jun;46(2):233-242.

Elektronik Kaynakların Kaynakçası

University of Michigan Health System (2012). *Fecal Incontinence/Anal Incontinence*.
4.2.fecal-incontinence.pdf. Available
at:[https://medicine.umich.edu/sites/default/files/content/downloads/fecal
incontinence.pdf](https://medicine.umich.edu/sites/default/files/content/downloads/fecal_incontinence.pdf)(cited 2023 Dec 18) sitesinden alınmıştır.

Emzik Gerçeği: Bilimsel Kanıtlarla Yararlar ve Olumsuz Etkiler

Elif Buse KAPLAN¹

Aysun AVŞAR²

- 1- Arş. Gör.; Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı.
buseelifkaplan@gmail.com ORCID No: 0009-0003-0493-3166
- 2- Prof. Dr.; Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı.
aysuna@omu.edu.tr ORCID No: 0000-0003-3911-452

EMZİK GERÇEĞİ: BİLİMSEL KANITLARLA YARARLAR VE OLUMSUZ ETKİLER

Giriş: Emme Fizyolojisi ve Klinik Önemi

Bebeklerdeki besleyici olmayan emme alışkanlıkları, bebeğin hayal kırıklığına olan tepkisini ve temas ile rahatlama ihtiyacını karşılamak amacıyla ortaya çıkmıştır(Larsson, 1985).Bebeklerin anne sütüne ulaşmak için gerçekleştirdikleri emme hareketi ile emzik kullandıkları sıradaki emme hareketi birbirinden farklıdır(Lubbe & ten Ham-Baloyi, 2017). Anne sütü, annenin memesinden bebeğin midesine ulaşırken ilk olarak sağma hareketiyle başlar(Geddes et al., 2008). Bu hareket, bazal kemik gelişimi, damak derinliği, nazofaringeal hava yolu, mandibula ve temporomandibular eklem gelişimi açısından büyük önem taşımaktadır(Romero et al., 2011; Scudine et al., 2021). Emme hareketi genel olarak değerlendirildiğinde, solunum, emme ve yutma gibi birden fazla oral fonksiyonun aynı anda uyarılmasıyla kas aktivitesinin olgunlaşması ve eşzamanlılığının sağlanmasına katkıda bulunduğu görülmektedir(Geddes et al., 2008; Romero et al., 2011). Bu süreçte dudak kaslarının yoğun aktivitesi annenin göğsünü sıkıca kavramasına ve etkili bir vakum oluşturmaya olanak tanır. Mandibula arkadan öne, yukarı ve aşağı yönlerde ritmik bir salınım hareketi yapar; dil hareketleriyle sinerji oluşturur(Elad et al., 2014; Gomes et al., 2006). Bu kombinasyon sonucunda ağızda yaklaşık -145 mmHg'lik yüksek negatif basınç oluşur ve sütün etkili şekilde aspirasyonu gerçekleşir. Aynı zamanda dilin dalgalı hareketleri sütü geriye doğru yönlendirir ve yutma refleksini tetikler(Elad et al., 2014; Gois et al., 2012).

Emziğin Tarihçesi ve Güncel Kullanım Nedenleri

Neolitik Dönem'den itibaren çocukları sakinleştirmek için emzik benzeri nesnelerin kullanıldığına dair kanıtlar vardır; içi yiyecek dolu kumaş toplar ve dayanıklı materyallerden yapılan küçük toplar, modern emziklerin öncülleri olarak tasvir edilmiştir(Castilho & Mendes Rocha, 2009). Günümüzde emzik, yatışma, uyku düzeni ve kendini sakinleştirme gibi davranışsal gereksinimleri karşılamak amacıyla yaygın biçimde kullanılmaktadır(Mauch et al., 2012a).

Emziğin Olumlu Etkileri: Non-farmakolojik Analjezi ve Ani Bebek Ölüm Sendromu Üzerine Kanıtlar

Yenidoğan ve prematüre bebeklerde invaziv işlemler sırasında ağrı kontrolü için non-farmakolojik yöntemler giderek önem kazanmıştır. Emzik aracılığıyla gerçekleştirilen besleyici olmayan emme, düşük maliyetli, uygulanması kolay ve güvenilir bir yaklaşımdır. Vu-Ngoc ve ark. term yenidoğanlarda topuk delinmesi sırasında emzik kullanımının ağrıyı anlamlı azalttığını; Elserafy ve ark. prematürelerde emziğin tek başına analjezik etki sağladığını, oral sukrozla kombine edildiğinde en düşük ağrı skorlarının elde edildiğini bildirmiştir(Elserafy et al., 2009; Vu-Ngoc et al., 2020). Leslie ve Marlow non-nutritive sucking'in neonatal yoğun bakımda etkili ve güvenli olduğunu vurgulamış; Akkaya-Gül ve ark. orogastrik tüp yerleştirilmesinde emziğin ağrı yanıtlarını ve davranışsal stres belirtilerini azalttığını göstermiştir(Akkaya-Gül & Özyazıcıoğlu, 2024; Liaw et al., 2010).

Ani bebek ölümü sendromu (ABÖS), bir yaştan altındaki sağlıklı bebeklerin nedeni açıklanamayan ani ölümüdür ve multifaktöriyel etiyolojiye sahiptir. Emziğin ABÖS'e karşı koruyucu etkisinin mekanizması tam açıklanamamış olsa da, uyku sırasında hava yolunun açıklığını artırması, otonom sinir sistemi üzerinden arousal yanıtını kolaylaştırması ve dil-orofasiyal kas pozisyonlarını değiştirerek solunumu desteklemesi olası açıklamalar arasındadır(Li et al., 2006). Hauck ve ark. (1993–2004) sistematik derlemesinde düzenli emzik kullanımının ABÖS riskini %29 azalttığı, son uykuda emzik kullanımının daha güçlü koruma sağladığı rapor edilmiştir(Hauck et al., 2005). Amerikan Pediatri Akademisi ve diğer kılavuzlar, özellikle ilk yıl boyunca tüm uyku dönemlerinde emzik kullanımını önermekte; ancak emzirme alışkanlığı yerleşmeden (yaklaşık ilk ay) önce emzik verilmemesini tavsiye etmektedir(*THE REFERENCE MANUAL OF PEDIATRIC DENTISTRY*, n.d.). Mevcut kanıtlar, emziğin emzirmeyi anlamlı düzeyde olumsuz etkilediğine dair güçlü bir veri sunmamaktadır.

Kılavuz Önerileri: Emzirme ile Zamanlama ve İlk Yılda Kullanım

Emziğin uyku güvenliği bağlamında yararları göz önüne alınarak ilk yıl içinde kullanım önerilir; fakat emzirme yerleşmeden önce verilmemesi, hijyen ve uygun boyut-şekil seçimi, hasta/ebeveyn eğitimi ve kullanımın izlenmesi klinik uygulamada önem taşır("Recommendations for the Use of Pacifiers," 2003a).

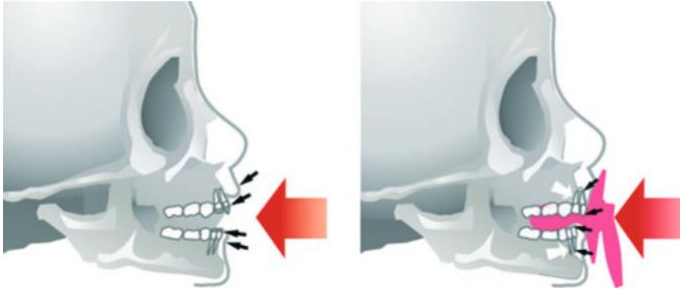
Olası Olumsuzluklar I: Otitis Media ile İlişki

Niemelä ve ark. (1995) kreş ortamındaki 2 yaş altı çocuklarda emzik kullanımının akut otitis media epizotlarını artırdığını bildirmiş; aynı grubun müdahale çalışmasında (2000) emzik kullanımının sınırlandırılmasıyla AOM epizotlarında %29 azalma gözlenmiştir. Uzun süreli ve yoğun kullanım, orta kulak enfeksiyonu riskini arttırmaktadır(Bentdal et al., 2007; Rovers et al., 2008).

Olası Olumsuzluklar II: Emzirme Süresine Etki (Erken Sütten Kesilme)

Kramer ve ark. (2001) RCT’de emzik kullanımının erken sütten kesilmeye yol açmadığını gösterirken; Mauch ve ark. (2012) özellikle primiparlarda(ilk kez doğum yapan kadınlarda) emziğin erken tanıtımı ve sık kullanımının emzirme süresini kısaltabildiğini bildirmiştir. Nedensellik yönü için daha güçlü kanıtlara ihtiyaç vardır(Kramer et al., 2001; Mauch et al., 2012b).

Emzik ve Travmatik Dental Yaralanmalar: Kırık mı, Lüksasyon mu?



Şekil 1. Emzik kullanılmadan gerçekleşen bir düşme (solda), dudak lezyonlarına ve diş kırıklarına (oklarla gösterilmiştir) yol açabilirken; emzik kullanan bir hastada oluşan darbe, dudakları koruyabilir ve kuvveti daha geniş bir ön alana dağıtarak dişin yer değiştirmesi (lüksasyon) ile sonuçlanabilir. International Journal of Paediatric Dentistry, 2011; BSPD, IAPD ve Blackwell Publishing Ltd.

Travmatik dental yaralanmalar açısından emzik, travmanın tipini etkileyebilir. Kopenhag Üniversitesi’nde 0–2 yaş arası 1125 çocukta, düşme sırasında emzik kullananlarda diş kırığı oranı %11,9 iken kullanmayanlarda %20,0 bulunmuştur. Buna karşın lüksasyon/intrüzyon/ekstrüzyon/avülsiyon gibi yer değiştirme yaralanmaları emzik kullananlarda daha sık görülmüştür (%54,8). Yumuşak doku yaralanmaları da emzik kullananlarda daha azdır (%38,3). Bu bulgular, emziğin darbe enerjisini daha geniş bir ön alana dağıtarak kırık yerine yer değiştirmeyi kolaylaştırabileceğini ve dudak

kalkanının yumuşak dokuyu koruyabileceğini düşündürür; künt darbe-kırık yerine lüksasyon, keskin darbe-kırık eğilimi teorisiyle uyumludur(Østergaard et al., 2011).

Biyomekanik Çerçeve: Kuvvetin Süresi, Kas Basınçları ve Diş Pozisyonu (AAPD Perspektifi)

AAPD'ye göre oral alışkanlıkların diş ve dentoalveolar yapılar üzerindeki etkileri ilişkiseldir; yeterli sıklık, süre ve yoğunlukta olan alışkanlıklar artmış overjet, azalmış overbite, ön açık kapanış, posterior çapraz kapanış ve artmış yüz yüksekliği gibi deformasyonlarla ilişkili olabilir. Kuvvetin süresi, şiddetinden daha belirleyicidir; dudak, yanak ve dilin istirahat basınçları diş pozisyonunu en çok etkileyen faktörlerdir. Bu nedenle danışmanlık ve erken izlem, olumsuz etkileri sınırlamada kritik önemdedir(AAPD | *Policy on Pacifiers*, n.d.; *BEST PRACTICES: DEVELOPING DENTITION AND OCCLUSION THE REFERENCE MANUAL OF PEDIATRIC DENTISTRY* 475 *Management of the Developing Dentition and Occlusion in Pediatric Dentistry*, n.d.).

Uzun Süreli Kullanım ve Maloklüzyonlar: Açık Kapanış, Posterior Çapraz Kapanış, Overjet

İki yıl emzik kullanan çocuklarda posterior çapraz kapanış eğilimi artarken, üç yıldan uzun kullanımda ön açık kapanış, artmış overjet ve artmış ön yüz yüksekliği daha sık bildirilmiştir(Hung et al., 2025). Uzun süreli ve sık emzik kullanımı buksinatör kasında hiperfonksiyon oluşturup dili ağız içinde aşağı konumda tutarak sert damağa yeterli basınç uygulanmasını engelleyebilir; bu durum damak derinliğini artırıp posterior çapraz kapanışı kolaylaştırabilir. Alışkanlık kesildikten sonra 6–12 ay içinde diş dizilimi ve orofasiyal fonksiyonlarda belirgin düzelme görülebileceğine dair bulgular, erken bırakmanın önemini destekler(Schmid et al., 2018).

Materyal ve Güvenlik: Kauçuk–Silikon–Lateks ve N-nitrozamin Düzenlemeleri

Emzikler tarihsel olarak kauçuk, silikon ve lateksten üretilmiştir. 1985'te bazı kauçuk ürünlerde kanserojen N-nitrozamin saptanmış; 2002'de 10 ppb alt sınır düzenlemesi getirilmiştir. Günümüzde yaygın olarak silikon ve lateks kullanılmaktadır; materyal seçimi, hijyen ve düzenli yenileme güvenlik açısından önemlidir(*Nitrosamines* | *CPSC.Gov*, n.d.; “Recommendations for the Use of Pacifiers,” 2003b).

Klinik Uygulama İçin Pratik Öneriler: Ne Zaman ve Nasıl Bırakmalı?

- Emzik ilk aydan sonra (emzirme yerleştikten sonra) ve özellikle uyku sırasında tercih edilebilir; hijyen, uygun boyut ve şekil seçimi sağlanmalıdır.
- Otitis media atağı veya sık epizot varlığında kullanım kısıtlanmalı/sonlandırılmalıdır.
- Maloklüzyon bulguları (ön açık kapanış, posterior çapraz kapanış, aşırı overjet) izlenirse, 3 yaşından önce bırakma ve pedodonti/ortodonti değerlendirmesi önerilir.
- Aileye kademeli bırakma stratejileri, kullanım süresi-sıklığı azaltma ve pozitif pekiştirme teknikleri öğretilmelidir.

Sonuç: Fayda–Risk Dengesinin Yönetimi

Emzik kullanımı, erken çocuklukta hem fizyolojik hem de klinik sonuçları olan çift yönlü bir etkiler dizisi sunar. Uygun koşullarda analjezik yararlar ve ABÖS riskinde azalma sağlayabilirken, uzun süreli ve yoğun kullanım otitis media, maloklüzyon ve travma paterninde yer değiştirme yaralanmalarının artışıyla ilişkilidir. Klinik yaklaşım, zamanlama-süre-sıklık üçlüsünü dikkatle yönetmeyi, hijyen ve materyal güvenliğini sağlamayı, 3 yaşından önce bırakma hedefini benimsemeyi ve aileye güçlü bir önleyici rehberlik sunarak fayda-risk dengesinin bilimsel kanıtlar ışığında optimize edilmektedir.

KAYNAKÇA

- AAPD | *Policy on Pacifiers*. (n.d.). Retrieved October 15, 2025, from https://www.aapd.org/research/oral-health-policies--recommendations/p_pacifiers.pdf/
- Akkaya-Gül, A., & Özyazıcıoğlu, N. (2024). Effect of pacifier and pacifier with dextrose in reducing pain during orogastric tube insertion in newborns: a randomized controlled trial. *Journal of Perinatology: Official Journal of the California Perinatal Association*, 44(5), 717–723. <https://doi.org/10.1038/S41372-024-01948-W>
- Bentdal, Y. E., Karevold, G., Nafstad, P., & Kvaerner, K. J. (2007). Early acute otitis media: Predictor for AOM and respiratory infections in schoolchildren?

- International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 71(8), 1251–1259.
<https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2007.04.017>
- BEST PRACTICES: DEVELOPING DENTITION AND OCCLUSION THE REFERENCE MANUAL OF PEDIATRIC DENTISTRY* 475 *Management of the Developing Dentition and Occlusion in Pediatric Dentistry*. (n.d.).
- Castilho, S. D., & Mendes Rocha, M. A. (2009). Pacifier habit: History and multidisciplinary view. In *Jornal de Pediatria* (Vol. 85, Issue 6, pp. 480–489).
<https://doi.org/10.2223/JPED.1951>
- Elad, D., Kozlovsky, P., Blum, O., Laine, A. F., Jack Po, M., Botzer, E., Dollberg, S., Zelicovich, M., & Sirae, L. Ben. (2014). Biomechanics of milk extraction during breast-feeding. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(14). <https://doi.org/10.1073/pnas.1319798111>
- Elserafy, F. A., Alsaedi, S. A., Louwrens, J., Sadiq, B. Bin, & Mersal, A. Y. (2009). Oral sucrose and a pacifier for pain relief during simple procedures in preterm infants: a randomized controlled trial. *Annals of Saudi Medicine*, 29(3), 184.
<https://doi.org/10.4103/0256-4947.52821>
- Geddes, D. T., Kent, J. C., Mitoulas, L. R., & Hartmann, P. E. (2008). Tongue movement and intra-oral vacuum in breastfeeding infants. *Early Human Development*, 84(7). <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2007.12.008>
- Gois, E. G., Vale, M. P., Paiva, S. M., Abreu, M. H., Serra-Negra, J. M., & Pordeus, I. A. (2012). Incidence of malocclusion between primary and mixed dentitions among Brazilian children: A 5-year longitudinal study. *Angle Orthodontist*, 82(3). <https://doi.org/10.2319/033011-230.1>
- Gomes, C. F., Trezza, E. M. C., Murade, E. C. M., & Padovani, C. R. (2006). Surface electromyography of facial muscles during natural and artificial feeding of infants. *Jornal de Pediatria*, 82(2). <https://doi.org/10.2223/JPED.1456>
- Hauck, F. R., Omojokun, O. O., & Siadaty, M. S. (2005). Do pacifiers reduce the risk of sudden infant death syndrome? A meta-analysis. *Pediatrics*, 116(5).
<https://doi.org/10.1542/PEDS.2004-2631>
- Hung, M., Marx, J., Ward, C., & Schwartz, C. (2025). Pacifier Use and Its Influence on Pediatric Malocclusion: A Scoping Review of Emerging Evidence and Developmental Impacts. *Dentistry Journal*, 13(7), 319.
<https://doi.org/10.3390/DJ13070319>
- Kramer, M. S., Barr, R. G., Dagenais, S., Yang, H., Jones, P., Ciofani, L., & Jané, F. (2001). Pacifier use, early weaning, and cry/fuss behavior: a randomized controlled trial. *JAMA*, 286(3), 322–326.
<https://doi.org/10.1001/JAMA.286.3.322>
- Larsson, E. (1985). The prevalence and aetiology of prolonged dummy and finger-sucking habits. *European Journal of Orthodontics*, 7(3).
<https://doi.org/10.1093/ejo/7.3.172>
- Li, D. K., Willinger, M., Petitti, D. B., Odouli, R., Liu, L., & Hoffman, H. J. (2006). Use of a dummy (pacifier) during sleep and risk of sudden infant death

- syndrome (SIDS): population based case-control study. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 332(7532), 18–21. <https://doi.org/10.1136/BMJ.38671.640475.55>
- Liaw, J. J., Yang, L., Ti, Y., Blackburn, S. T., Chang, Y. C., & Sun, L. W. (2010). Non-nutritive sucking relieves pain for preterm infants during heel stick procedures in Taiwan. *Journal of Clinical Nursing*, 19(19–20), 2741–2751. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2702.2010.03300.X>
- Lubbe, W., & ten Ham-Baloyi, W. (2017). When is the use of pacifiers justifiable in the baby-friendly hospital initiative context? A clinician's guide. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s12884-017-1306-8>
- Mauch, C. E., Scott, J. A., Magarey, A. M., & Daniels, L. A. (2012a). Predictors of and reasons for pacifier use in first-time mothers: An observational study. *BMC Pediatrics*, 12(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/1471-2431-12-7/FIGURES/3>
- Mauch, C. E., Scott, J. A., Magarey, A. M., & Daniels, L. A. (2012b). Predictors of and reasons for pacifier use in first-time mothers: An observational study. *BMC Pediatrics*, 12(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/1471-2431-12-7/FIGURES/3>
- Østergaard, B. H., Andreasen, J. O., Ahrensburg, S. S., & Poulsen, S. (2011). An analysis of pattern of dental injuries after fall accidents in 0- to 2-year-old children – does the use of pacifier at the time of injury make a difference? *International Journal of Paediatric Dentistry*, 21(5), 397–400. <https://doi.org/10.1111/J.1365-263X.2011.01116.X>
- Recommendations for the use of pacifiers. (2003). *Paediatrics & Child Health*, 8(8), 515. <https://doi.org/10.1093/PCH/8.8.515>
- Romero, C. C., Scavone, H., Garib, D. G., Cotrim-Ferreira, F. A., & Ferreira, I. R. (2011). Breastfeeding and non-nutritive sucking patterns related to the prevalence of anterior open bite in primary dentition. *Journal of Applied Oral Science*, 19(2). <https://doi.org/10.1590/S1678-77572011000200013>
- Rovers, M. M., Numans, M. E., Langenbach, E., Grobbee, D. E., Verheij, T. J. M., & Schilder, A. G. M. (2008). Is pacifier use a risk factor for acute otitis media? A dynamic cohort study. *Family Practice*, 25(4), 233–236. <https://doi.org/10.1093/fampra/cmn030>
- Schmid, K. M., Kugler, R., Nalabothu, P., Bosch, C., & Verna, C. (2018). The effect of pacifier sucking on orofacial structures: a systematic literature review. *Progress in Orthodontics*, 19(1), 8. <https://doi.org/10.1186/S40510-018-0206-4>
- Scudine, K. G. de O., Freitas, C. N. de, Nascimento de Moraes, K. S. G., Bommarito, S., Possobon, R. de F., Boni, R. C., & Castelo, P. M. (2021). Multidisciplinary Evaluation of Pacifier Removal on Oro-Dentofacial Structures: A Controlled Clinical Trial. *Frontiers in Pediatrics*, 9. <https://doi.org/10.3389/fped.2021.703695>
- THE REFERENCE MANUAL OF PEDIATRIC DENTISTRY. (n.d.). <https://doi.org/10.1043/0003-32>
- Vu-Ngoc, H., Uyen, N. C. M., Thinh, O. P., Don, L. D., Danh, N. V. T., Truc, N. T. T., Vi, V. T., Vuong, N. L., Huy, N. T., & Duong, P. D. T. (2020). Analgesic effect

of non-nutritive sucking in term neonates: A randomized controlled trial.
Pediatrics and Neonatology, 61(1), 106–113.
<https://doi.org/10.1016/j.pedneo.2019.07.003>

Radon Gazının Sağlık Üzerine Etkilerinin İncelenmesi

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

Radon gazı doğal iyonize edici radyasyon kaynağıdır ve uranyumun bozunumu sonucu ortaya çıkar. Radon kayalardan ve topraktan açığa çıkmakta, bina zeminlerinden bina içlerine nüfuz ederek birikmektedir. Bina içlerinde radon gazı konsantrasyonunun yüksek değerlere ulaşması, insan sağlığı için tehdit oluşturmaktadır. Radon gazı solunum ile akciğerlere alınırsa, alfa ışıması yaparak akciğer dokusunda iyonizasyona sebep olur. Bu durumda hücrelerin DNA yapısı bozar ve akciğer kanserine neden olur.

Bu araştırmada, radon gazının sağlık üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Araştırmanın amacı doğrultusunda Web of Science (WOS) Veri Tabanındaki makaleler bibliyometrik olarak analiz edilmiştir. Bu kapsamda radon gazının sağlık üzerindeki etkileri ve olası risklerine yönelik yürütülen araştırmaların yıllara, ülkelere, dergilere ve yazarlara yönelik dağılımları ve yayınlarda kullanılan anahtar kelimeler incelenmiştir. Bibliyometrik veriler, 12.10.2025 tarihinde, Web of Science veri tabanında yer alan yayınlar içerisinde, konu başlığı düzeyinde "radon" or "radon gases" or "radon risk maps" or "soil gas" or "naturally occurring toxic gases" or "radon concentration" or "soil radon" or "radon emanation" or "radon detector" or "radon gas measurement" or "radon prediction" or "radon hazard" or "health" or "health risk" or "health effect" or "cancer" or "disease" anahtar kelimeleri kullanılarak elde edilmiştir.

Araştırma 1985-2025 yılları arasında, 229 farklı dergide, 78 farklı ülkeden, 2269 farklı yazar tarafından İngilizce olarak yayınlanan 652 makaleyi kapsamaktadır. En çok kullanılan anahtar kelime “radon” olmuştur. En çok makale 2025 yılında yapılmıştır. En çok yayın yapan ülkenin ABD, en çok makale yayınlayan derginin “Radiation Protection Dosimetry”, en çok atıf alan yazarın “JH Lubin” olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, Radonla ilgili yapılacak araştırmalarda farklı veri tabanlarında (Scopus, Pubmed vb.) bulunan araştırmaların analiz edilmesi konuya derinlik kazandıracaktır. Ayrıca radon gazının çevre üzerine etkilerine odaklanan bibliyometrik analizler yapılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler – Radon, Sağlık, Gaz, Bibliyometrik Analiz

GİRİŞ

Radyasyonun genelde tıbbi kaynaklardan geldiğine dair bir düşünce bulunmaktadır. İnsan yapımı/yapay radyasyon kaynakları, sağlık hizmetlerinde, özellikle radyoloji birimlerinde çok fazla radyasyon maruziyetine sebep olmaktadır. Hastalık teşhis ve tedavisinde tıbbi görüntüleme teknolojilerinin kullanımı yaygınlaşmış, bunun sonucu olarak sağlık çalışanlarında ve görüntüleme hizmeti alan hastalarda radyasyona maruziyet artmıştır. Radyasyona aşırı maruz kalındığında, geri dönüşü

olmayan hasarlara sebep olmaktadır. Radyoloji birimlerinde ana öncelik olarak, hastaları ve sağlık personellerini radyasyondan koruma ve güvenliğini sağlama esas alınmalıdır. Bu kapsamda, tıbbi gereklilik yoksa radyasyon içeren görüntüleme teknikleri kullanılmamalı, radyasyona karşı koruyucu ekipman sağlanmalı, denetimler zamanında yapılmalı, radyasyon farkındalığı artırılmalıdır. Sağlığın korunmasında ve geliştirilmesinde sadece sağlık sektöründe maruz kalan radyasyona değil, doğal ve yapay tüm radyasyon kaynaklarının dikkate alınması gerekir (Emikönel vd., 2024:439).

Teknolojideki çok hızlı gelişmeler sağlığı kötü yönde etkileyen radyasyon faktörünü de ortaya çıkarmaktadır. Radyasyona her, her alanda maruz kalınmaktadır (Emikönel vd., 2023:352). Radyasyon artık ev, okul ve hastanelerde maruz kalınan bir radyoaktif atık olarak nitelendirilmektedir (Tekin vd., 2023:342).

Radyasyon iyonize edici ve iyonize edici olmayan radyasyon olarak ikiye ayrılır ve kapalı ortamlarda maruziyete sebep olur (Emikönel ve Tekin, 2023a:125). Radyasyon yaşantımızın doğal bir parçası haline gelmiştir. Doğal radyasyon kaynaklarının sebep olduğu doğal radyasyona da sürekli olarak ve yoğun bir şekilde maruz kalmaktayız (Emikönel ve Tekin, 2023b:267).

Radon gazı doğal iyonize edici radyasyon kaynağıdır ve uranyumun bozunumu sonucu ortaya çıkar. Radon kayalardan ve topraktan açığa çıkmakta, bina zeminlerinden bina içlerine nüfuz ederek birikmektedir. Bina içlerinde radon gazı konsantrasyonunun yüksek değerlere ulaşması, insan sağlığı için tehdit oluşturmaktadır (Yörük vd., 2021:358).

Radon gazının atmosfere yayılım mekanizmasında, binalarda oluşan çatlaklardan bina içine giren Radon, bina etrafında birikir, sıcaklık ve basınç arasında farklılık oluştuğunda da duvarlardan bina içersine sızmaktadır (Günay vd., 2018:92).

Radon gazı havadan daha ağırdır. Kapalı ortamdaki Radon yerden 50 cm yüksekte asılı kalır. Binalarda havalandırma yetersiz kalırsa, Radon gazı miktarı tehlikeli düzeylere ulaşabilir. Radon gazı solunum ile akciğerlere alınırsa, alfa ışıması yaparak akciğer dokusunda iyonizasyona sebep olur. Bu durumda hücrelerin DNA yapısı bozulabilir ve akciğer kanserine neden olabilmektedir (Gümüş ve Yalım, 2022:720).

Dünya Sağlık Örgütü (WHO), dünya genelindeki akciğer kanseri ölümlerinin %3-14'üne Radon'un neden olduğunu tahmin etmektedir (Erzen vd., 2024:37).

ICRP (Uluslararası Radyasyondan Korunma Komitesi) ve TAEK (Türkiye Atom Enerjisi Kurumu) binalar için Radon gazı limit değerini 400 Bq/m³, WHO (Dünya Sağlık Örgütü) ise 100 Bq/m³ olarak belirlemiştir (Tekin vd., 2024:73).

Radon risklerinin farkında olunması da büyük önem arz etmektedir. Radon kaynaklarının belirlenmesi, insanların radon düzeylerini düşürmek konusunda uygun havalandırma, temel çatlaklarının kapatılması veya radon

önleyici sistemi kurulması gibi önleyici tedbirler almasını sağlar. Ayrıca, radon maruziyetiyle ilişkili uzun vadeli sağlık sorunları riskini en aza indirmek için iç mekan sağlıklı ortamının korunmasında radonun etkisinin farkında olmak önemlidir. Ayrıca, bireyleri bu radyoaktif gazla ilişkili potansiyel sağlık riskleri konusunda bilgilendirmek de önemlidir (Shabani vd., 2025:2).

Bu araştırmada, radon gazının sağlık üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Araştırmanın amacı doğrultusunda Web of Science (WOS) Veri Tabanındaki makaleler bibliyometrik olarak analiz edilmiştir. Bu kapsamda radon gazının sağlık üzerindeki etkileri ve olası risklerine yönelik yürütülen araştırmaların yıllara, ülkelere, dergilere ve yazarlara yönelik dağılımları ve yayınlarda kullanılan anahtar kelimeler incelenmiştir. Araştırmada radon gazının sağlık üzerindeki etkilerine yönelik araştırmaların mevcut ve gelecek yönelimleri değerlendirilmiştir.

YÖNTEM

Bu çalışmada, radon gazının sağlık üzerindeki etkilerine yönelik araştırma eğilimlerini tespit etmek için yaygın bir şekilde kullanılan bibliyometrik analiz yöntemi kullanılmıştır (Ellegaard ve Wallin, 2015). Broadus (1987) tarafından bibliyometri, “literatürdeki yayınları nicel yöntemler kullanarak inceleyen bir araştırma alanı” olarak tanımlanmaktadır. Bibliyometrik yöntem “belirli bir konuda genel eğilimleri tespit etmek ve konunun genel bir resmini sunmak amacıyla bilimsel yayınların yıl, ülke, dergi, yazar, anahtar kelime ve alıntı açısından incelenmesidir.” (Martínez-Lopez vd., 2018). Bu analiz tekniği ile bilimsel yayınlar yıl, alıntı, yazarlar ve dergiler açısından değerlendirilebilmektedir (Tekin vd., 2023:343).

Araştırmaya Dâhil Edilme Kriterleri

Araştırmada dahil edilme kriteri olarak; anahtar kelimeler, yayın türü ve yayın dili kullanılmıştır. Dahil etme kriterleri kullanılarak WOS veri tabanında 12.10.2025 tarihinde dört aşamada arama yapılmıştır. İlk aşamada başlık düzeyinde “radon” or “radon gases” or “radon risk maps” or “soil gas” or “naturally occurring toxic gases” or “radon concentration” or “soil radon” or “radon emanation” or “radon detector” or “radon gas measurement” or “radon prediction” or “radon hazard” anahtar kelimeleri kullanılarak 15.328 yayına ulaşılmıştır. Araştırmada radon gazının sağlık üzerindeki etkileri belirlenmeye çalışıldığı için ikinci aşamada başlık düzeyinde “health” or “health risk” or “health effect” or “cancer” or “disease” anahtar kelimeleri ile sınırlandırılmış ve 1.167 yayına ulaşılmıştır. Üçüncü aşamada yayın türü “makale” olarak sınırlandırılarak konuyla ilgili 670 makaleye ulaşılmıştır. Dördüncü aşamada yayın dili “İngilizce” olarak

seçilmiş olup konuyla ilgili 652 İngilizce makale olduğu tespit edilmiştir. Araştırma kapsamına 652 makale alınmıştır (Tablo 1).

Tablo 1: Araştırmaya Dahil Edilme Kriterleri

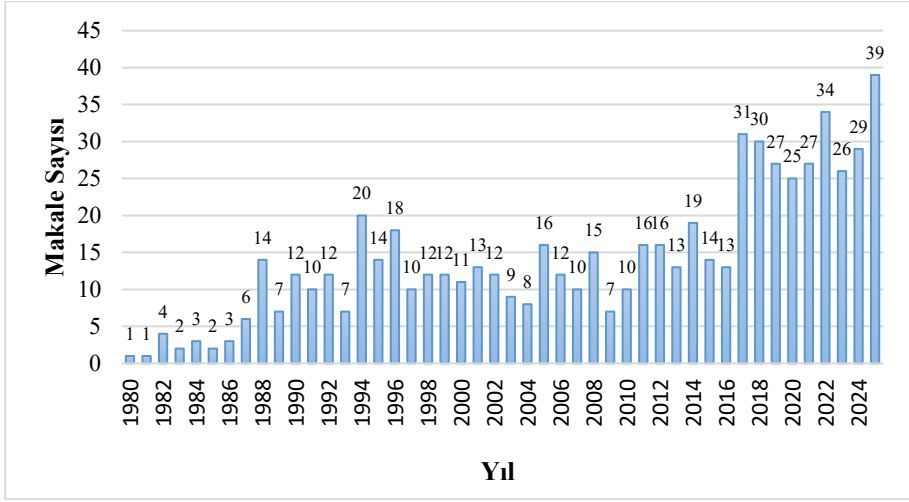
Arama Adımları	Yayın Sayısı
Aranan Anahtar Kelimeler Başlık: "radon" or "radon gases" or "radon risk maps" or "soil gas" or "naturally occurring toxic gases" or "radon concentration" or "soil radon" or "radon emanation" or "radon detector" or "radon gas measurement" or "radon prediction" or "radon hazard"	15.328
Başlık: "health" or "health risk" or "health effect" or "cancer" or "disease"	1.167
Yayın Türü: Makale	670
Yayın Dili: İngilizce	652

Verilerin Analizi

Araştırmaya kapsamına WOS veri tabanında belirlenen tarama stratejisi doğrultusunda alan 652 makale alınmıştır. Araştırma kapsamına alınan makalelerin “yayın yılı, ülke, yazar, dergi, atıf sayıları ve anahtar kelimeleri” bibliyometrik olarak analiz edilmiştir. Bibliyometrik analiz Excel ve VOSviewer programları kullanılarak yapılmıştır. Excel programı kullanılarak yayın yılı ve ülkeler görsel hale getirilmiştir. Ayrıca en üretken ve etkili yazarlar tablo haline getirilmiştir. VOSviewer programı kullanılarak degi, ülke ve anahtar kelimeler görsel hale getirilmiştir. Ayrıca ülkelerarası iş birliği ve ortak yayınlara yönelik ağ analiz yapılmıştır.

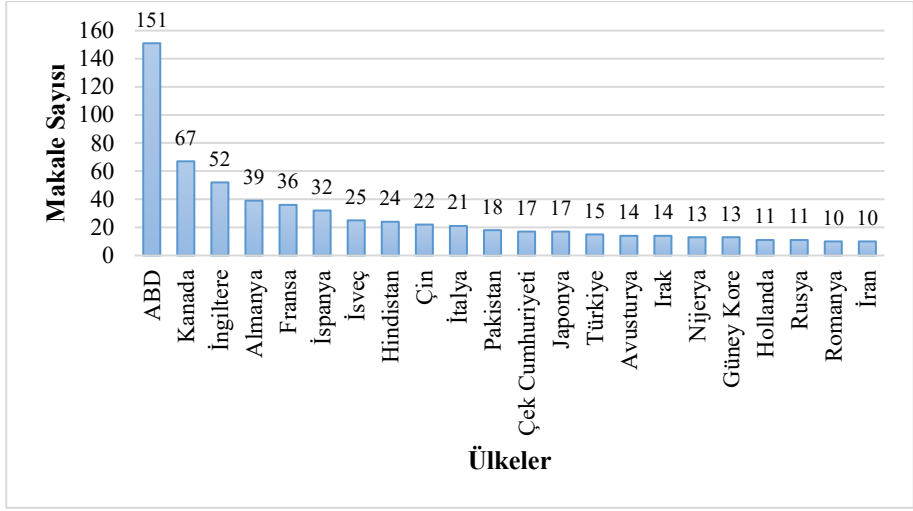
BULGULAR

Araştırmaya kapsamına alınan makalelerin yıllara göre dağılımı Şekil 1’de verilmiştir. 1980-2025 yılları arasında WOS veri tabanında radon gazının sağlık üzerindeki etkilerine yönelik 12.10.2025 tarihi itibarıyla 652 bulunmaktadır. Konuyla ilgili makalelerin yıllara göre arttığı görülmektedir. 39 makale ile en çok 2025 yılında araştırma yayınlanmıştır. Radon gazının sağlık üzerindeki etkilerine yönelik araştırma eğilimi artmaktadır (Şekil 1).



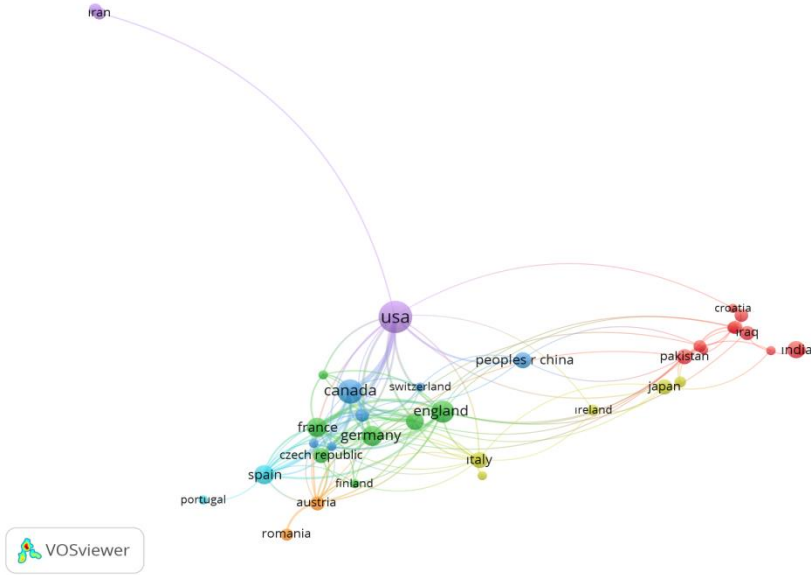
Şekil 1: Yıllara Göre Makale Sayısı

Radon gazının sağlık üzerindeki etkilerine yönelik 1980-2025 yılları arasında yayınlanan makaleler ülkeler açısından değerlendirildiğinde 78 ülkenin alana bilimsel olarak katkı sunduğu tespit edilmiştir. Radon gazının sağlık üzerindeki etkilerine yönelik küresel ölçekte birçok farklı ülke tarafından araştırma yapıldığı görülmektedir. Ülkelerin üretkenlik açısından incelendiğinde, Amerika Birleşik Devletleri'nin 151 makale ile ilk sırada olduğu ve Kanada'nın 67 makale ile ikinci sırada yer aldığı görülmüştür. İngiltere (52), Almanya (39), Fransa (36) ve İspanya (32) diğer öne çıkan ülkelerdir. Radon gazının etkilerine yönelik Amerika ve Avrupa kıtalarındaki ülkeler ön plana çıkmaktadır. Türkiye ise 15 makale ile 14. sırada yer alarak alana önemli katkı sunmuştur. Türkiye'nin radon gazına yönelik araştırmalarda bulunduğu ancak Avrupa ülkelerine göre kıyaslandığında yayın sayısının düşük olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, bu alandaki araştırmaların desteklenmesi ve teşvik edilmesi gerekmektedir.



Şekil 2: Ülkelere Göre Makale Sayısı (makale sayısı $\geq$ 10)

Radon gazının sağlık üzerindeki etkileri ile ilgili ülkelerarası iş birliği ve ortak çalışmalarına yönelik ağ haritası Şekil 3’te verilmiştir.

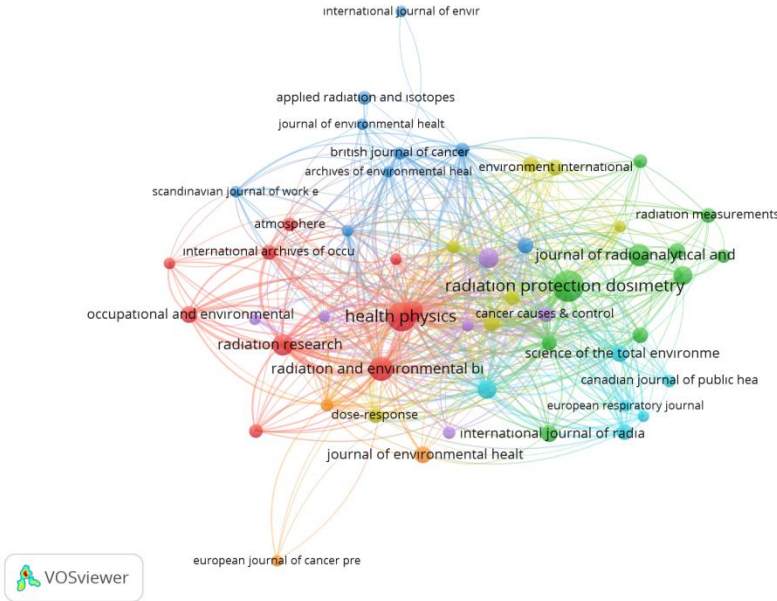


Şekil 3. Ülkeler Arası İşbirliği ve Ortak Yayın Ağ Haritası

Şekil 3’te görüldüğü üzere radon gazının sağlık üzerindeki etkileri yönelik yayınlarda ABD, Kanada ve İngiltere birçok ülke ile ortak araştırma yaparak merkezi konumda bulunmaktadır. Konuyla ilgili ülkelerarası iş

birlikleri incelendiğinde bölgesel yakınlıkların etkili olduğu görülmektedir. Avrupa bölgesinde yer alan Almanya, Çek Cumhuriyeti, İngiltere, Fillandiya, Fransa ve İsveç'in iş birliği yaptıkları tespit edilmiştir. Rusya, Pakistan, Irak, Hindistan, Malezya, Suudi Arabistan ve Nijerya'nın konuyla ilgili iş birlikleri bulunmaktadır. Türkiye ise İran ve ABD ile ortak çalışmalar yürütmüştür.

Radon gazının sağlık üzerindeki etkileri yönelik en fazla araştırmaya yer veren dergiler Şekil 4'te verilmiştir. Konuyla ilgili 229 dergide araştırma makalesi yayınlanmıştır. Konuyla ilgili araştırmaların yayınlanabileceği geniş bir dergi yelpazesi bulunmaktadır. Ancak bazı dergiler konuyla ilgili yayın ve atıf sayıları açısından öncü konumdadır. En fazla makale yayınlayan dergilerin "Radiation Protection Dosimetry" (52), "Health physics" (43), "Radiation and Environmental Biophysics" (25), "Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry" (19) ve "Radiation Research" (18) olduğu tespit edilmiştir. En çok atıf alan dergiler ise "Health physics" (1339), "BMJ-British Medical Journal" (1289), "Epidemiology" (935), "Journal of the National Cancer Institute" (931) ve "American Journal of Epidemiology" (849) olduğu görülmektedir.



Şekil 4. Dergilere Göre Makale Sayısı (makale sayısı≥3)

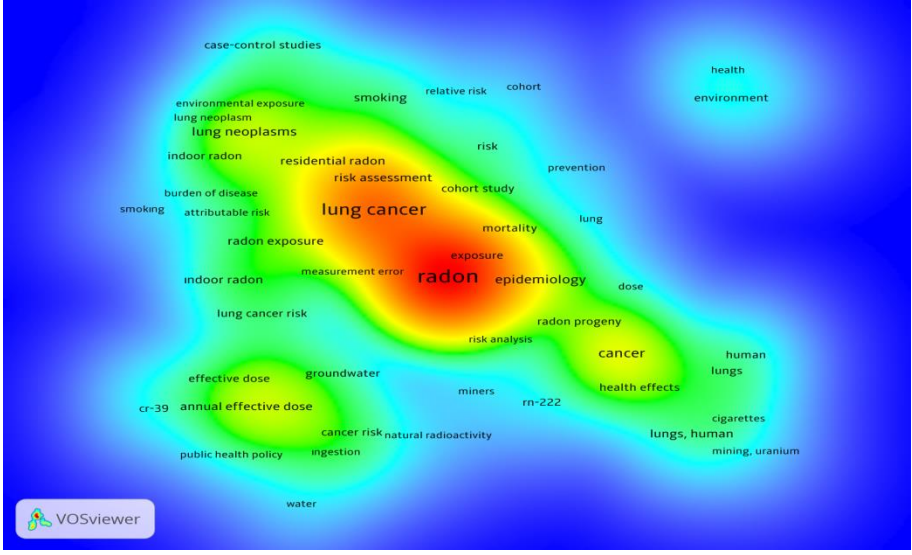
Radon gazının sağlık üzerindeki etkilerine yönelik en fazla makale sayısına sahip olan yazarlar JH Lubin (22), Alberto Ruano-Ravina (20), Dominique Laurier (15) ve Monica Perez-Rios (12) olmuştur. Atıf sayısı en yüksek olan yazarlar ise JH Lubin (1964), RW Field (1263), DJ Steck (1263)

ve CF Lynch (1258) olmuştur. Radon gazının sağlığa etkileri üzerine yapılan çalışmalarda JH Lubin 22 makale ve 1964 atıf sayısı ile en üretken ve en etkili yazar olduğu görülmektedir.

Tablo 2. Radon Gazının Sağlık Üzerindeki Etkilerine Yönelik En Çok Makale ($n \geq 9$) Yayınlayan ve Atıf ($n \geq 700$) Alan Yazarlar

Sıra No	Yazarlar (Adı ve Soyadı)	Makale Sayısı	Sıra No	Yazarlar (Adı ve Soyadı)	Atıf Sayısı
1	JH Lubin	22	1	JH Lubin	1964
2	Alberto Ruano-Ravina	20	2	RW Field	1263
3	Dominique Laurier	15	3	DJ Steck	1263
4	Monica Perez-Rios	12	4	CF Lynch	1258
5	Michaela Kreuzer	11	5	JM Samet	1089
6	JM Samet	11	6	JB Klotz	1046
7	RW Field	10	7	JB Schoenberg	1046
8	CF Lynch	10	8	D Krewski	958
9	G Pershagen	10	9	JM Zielinski	958
10	DJ Steck	10	10	DP Sandler	946
11	Maria Torres-Duran	10	11	JD Boice	781
12	O Axelson	9	12	EP Radford	780
13	BL Cohen	9	13	G Pershagen	767
14	Alberto Fernandez-Villar	9	14	SX Yao	727

Radon gazının sağlık üzerindeki etkilerine yönelik yayınlayan makalelerde 959 anahtar kelime kullanılmıştır. En çok kullanılan anahtar kelimeler; “radon” (245), “lung cancer” (129), “cancer” (47), “epidemiology” (30), “lung neoplasms” (27), “annual effective dose” (21) ve “residential radon” (21) olduğu tespit edilmiştir (Şekil 5). En sık kullanılan “radon”, “lung cancer” ve “cancer” terimleri, radonun kansere yol açabileceğine yönelik endişeleri ortaya koymaktadır. Ayrıca radonun sağlık, çevre ve halk sağlığına etkilerine yönelik araştırmalar ön plana çıkmaktadır.



Şekil 6. En Çok Kullanılan Anahtar Kelimeler

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, radon gazının sağlık üzerindeki olası etkilerine odaklanan bilimsel araştırmalar bibliyometrik olarak analiz edilmiştir. Araştırma kapsamına alınan makaleler WOS veri tabanından elde edilmiştir. 1980–2025 yılları arasında WOS veri tabanında yer alan 562 makale üzerinden yapılan bibliyometrik analize göre, radon gazının sağlık üzerindeki olası etkileri uzun süredir araştırıldığını ve son yıllarda daha fazla odaklanıldığını ortaya koymaktadır. Yayın sayılarındaki son yıllardaki artış değerlendirildiğinde radon gazının sağlık üzerindeki etkileri akademik ve stratejik olarak önem kazandığını söylemek mümkündür.

Radon gazının sağlık üzerindeki etkilerine yönelik makalelerin ülkeler açısından analiz edildiğinde ABD, Kanada ve İngiltere merkezi konumdadır. Almanya, Fransa ve İspanya diğer öne çıkan ülkelerdir. Ülkelerarası iş birliklerinde bölgesel yakınlıkların etkili olduğu tespit edilmiştir. Radon gazının etkilerine yönelik Amerika ve Avrupa kıtalarındaki ülkeler ön plana çıkmaktadır. Türkiye ise 15 makale ile 14. sırada yer almakta, Avrupa ülkelerine göre kıyaslandığında yayın sayısının düşük olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, bu alandaki araştırmaların desteklenmesi ve teşvik edilmesi gerekmektedir.

Radon gazının sağlık üzerindeki etkilerine yönelik makalelerde “Radiation Protection Dosimetry”, “Health physics” ve “Radiation and Environmental Biophysics” dergileri öne çıkmaktadır. Yazar analizine göre JH Lubin yayın ve atıf sayısında alanın öncüsü konumundadır. Ayrıca

Alberto Ruano-Ravina, Dominique Laurier, Monica Perez-Rios, RW Field, DJ Steck ve CF Lynch gibi etkili araştırmacılar bulunmaktadır.

Anahtar kelimeler bakımından “radon”, “lung cancer”, “cancer”, “epidemiology”, “lung neoplasms”, “annual effective dose” ve “residential radon” ilk sıralarda yer almaktadır. Bu durum, radon gazının sağlık üzerindeki etkilerine özellikle kanser riskine yönelik endişelerin bulunduğunu ortaya koymaktadır.

Araştırma bulguları WOS veri tabanında bulunan yayınlar, 12.10.2025 tarihinde anahtar kelimeler ile yapılan tarama sonucunda ulaşılan verilerle sınırlandırılmıştır. Konuyla ilgili yapılacak araştırmalarda farklı veri tabanlarında (Scopus, Pubmed vb.) bulunan araştırmaların analiz edilmesi konuya derinlik kazandıracaktır. Ayrıca radon gazının çevre üzerine etkilerine odaklanan bibliyometrik analizler yapılması önerilmektedir.

REFERANSLAR

- Broadus, R. N. (1987). Toward A Definition of “Bibliometrics”. *Scientometrics*, 12(5-6), 373-379.
- Ellegaard, O., & Wallin, J. A. (2015). The Bibliometric Analysis of Scholarly Production: How Great is the Impact? *Scientometrics*, 105(3), 1809-1831. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1645-z>.
- Emikönel, S., & Tekin, E. (2023a). Dış Hekimliği 5. Sınıf Öğrencilerinin Radyasyon ve Radyasyon Güvenliği Hakkında Bilgi Düzeylerinin Değerlendirilmesi. Presented at the Ege 9th International Conference on Applied Sciences September 22-24, 2023, Izmir, Turkey.
- Emikönel, S., & Tekin, E. (2023b). Lise Öğrencilerinin Radyasyon Bilgi Düzeylerinin Değerlendirilmesi. Presented at the Ases VI. International Scientific Research Conference December 22-24, 2023, Ankara, Turkey, ANKARA.
- Emikönel, S., Türkmen, İ., & Tekin, E. (2024). Tıbbın Gören Gözü Radyoloji ile İlgili Haberlerin Analizi. Presented at the VIII. International Scientific Research Congress, November 28-30, 2024, Nicosia, Turkish Republic Of Northern Cyprus, Nicosia.
- Emikönel, S., Tekin, E., & Kaya, R. R. (2023). Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı Öğrencilerinin Radyasyon Kavramına İlişkin Algıları. Presented at the Ases IV. International Scientific Research Conference May 13-14, 2023, Istanbul, Turkey.
- Erzen Yıldız, H., Demir, C., & Kul, A. R. (2024). Measurement of Health Services Vocational School Students’ Knowledge, Attitudes and Behaviors About Radon: Van Province Example. *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17(1), 36-42. <https://doi.org/10.58688/kujs.1526392>.
- Gümüş, A., & Yalım, H. A. (2022). Afyon Kocatepe Üniversitesi Ahmet Necdet Sezer Kampüsü Bina içi Radon Konsantrasyonlarının ve Yıllık Etkin Doz Eşdeğerlerinin Belirlenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve*

- Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 22(4), 719-729.
<https://doi.org/10.35414/akufemubid.1142177>.
- Günay, O., Aközcan, S., & Kulalı, F. (2018). Bina İçi Radon Konsantrasyonlarının Belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi* (13), 91-97.
<https://doi.org/10.31590/ejosat.442702>.
- Martínez-Lopez, F. J., Merigo, J. M., Valenzuela-Fernández, L., & Nicolás, C. (2018). Fifty years of the European Journal of Marketing: A Bibliometric Analysis. *European Journal of Marketing*, 52(1/2), 439-468.
<https://doi.org/10.1108/EJM-11-2017-0853>
- Shabani, H. S., Sesala, R. M., Andrea, M. K., Ntarisa A. V., Mpambije C. J. (2025). Knowledge, risk perception and awareness of radon risks: A Campania region survey. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 16 (4), 100721.
- Tekin, E., Emikönel, S., ve Kaya, R. R. (2023). Sağlık Hizmetlerinde Tıbbi Atıklar ile İlgili Araştırmaların Bibliyometrik Analizi. Presented at the Ases IV. International Scientific Research Conference May 13-14, 2023, Istanbul, Turkey, İSTANBUL.
- Tekin E.,Yılmaz İ ve S., Bulut H. (2024). Uşak Üniversitesi'nde Radon Gazı ve Elektromanyetik Alan Değerlerinin Belirlenmesi. Ali. Özdemir (Ed.), Doğa Bilimleri ve Matematikte Öncü ve Yenilikçi Çalışmalar (ss. 71-81). All Sciences Academy.
- Yörük, E., Çam, F., ve Canbaz, B. (2021). Güvenli Çalışma Ortamları İçin Radyasyon Riskinin Değerlendirilmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 23(68), 357-367.
<https://doi.org/10.21205/deufmd.2021236802>.

Tıbbi Görüntüleme Teknolojilerinde Yapay Zekâ Uygulamalarının Bibliyometrik Analizi (2021-2025)

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

Teknolojinin sağlık hizmeti sürecinde yerini almasıyla, Manyetik Rezonans (MR), Bilgisayarlı Tomografi (BT), Ultrason ve Pozitron Emisyon Tomografisi (PET) görüntüleme sağlık hizmetlerinin vazgeçilmezi hale gelmiştir. Görüntüleme hizmetlerindeki talep artışı, radyologlar için radyolojik görüntüleri çok hızlı ve doğru olarak yorumlamasını zorunlu hale getirmiştir. Bunun sonucu olarak görüntü yorumlanmasında yapay zeka kullanımı yaygınlaşmıştır. Yapay zeka, tıbbi görüntüleme alanında tanı süreçlerini hızlandıran ve doğruluk oranını artıran önemli bir teknoloji haline gelmiştir. Yapay zekânın görüntü analizinde kullanılması, tanı süreçlerini daha standart, hızlı ve güvenilir hale getirmektedir.

Bu çalışmada, 2021–2025 yılları arasında tıbbi görüntüleme teknolojilerinde yapay zekâ uygulamalarıyla ilgili Web of Science Veri Tabanında yer alan bilimsel yayınların bibliyometrik göstergeler açısından incelenmesi amaçlanmıştır. Bibliyometrik veriler, 11.10.2025 tarihinde, Web of Science veri tabanında yer alan yayınlar içerisinde, konu başlığı düzeyinde “X-ray” or “Computed Tomography” or “Magnetic Resonance Imaging” or “MRI” or “Ultrasound” or “USG” or “Mammography” or “Nuclear Medicine Imaging” or “Positron Emission Tomography” or “PET” or “SPECT” or Bone Densitometry” or “Artificial intelligence” or “AI” or “Deep learning” or “Machine learning” or “Radiology, Nuclear Medicine, Medical Imaging” anahtar kelimeleri kullanılarak elde edilmiştir. Araştırma 2021-2025 yılları arasında, 157 farklı dergide, 76 farklı ülkeden, 16717 farklı yazar tarafından İngilizce olarak yayınlanan 2712 makaleyi kapsamaktadır. En çok kullanılan anahtar kelime “deep learning” olmuştur. En çok makale 2024 yılında yapılmıştır. En çok yayın yapan ülkenin Çin, en çok makale yayınlayan derginin “European Radiology”, en çok atıf alan yazarın Habib Zaidi olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, Türkiye’de yapay zekâ tabanlı tıbbi görüntüleme araştırmalarının etkinliğini ve uluslararası görünürlüğünü artırmak için teşvikler, destekleyici politikalar, akademik işbirlikleri, stratejik yatırımların ve projelerin geliştirilmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler – Tıbbi Görüntüleme, Radyoloji, Yapay Zeka, Tanı, Bibliyometrik Analiz

GİRİŞ

Günümüzde sağlık hizmetlerine olan talep yoğunlaşmış, beklentiler artmış ve farklılaşmıştır. Buna paralel olarak sağlık hizmetlerinde teknoloji daha fazla şekilde süreçlere dâhil olmaktadır. Özellikle radyolojideki tıbbi görüntüleme teknolojileri, sağlık hizmeti sunumunun vazgeçilmezi hale gelmiştir (Emikönel vd., 2024a:451).

Radyoloji, “hastalıkların teşhis ve tedavisinde görüntüleme teknolojilerini ve radyasyonu kullanan bir tıp dalıdır”. Manyetik Rezonans (MR), Bilgisayarlı Tomografi (BT), Ultrason ve Pozitron Emisyon Tomografisi (PET) radyolojide en çok kullanım alanı olan görüntüleme cihazlarıdır (Tekin vd., 2024a:60).

Gün geçtikçe nüfus yaşlanmakta, teknoloji çok hızlı bir şekilde gelişmekte, sağlık hizmetlerine erişim kolaylaşmakta ve hastaların bilinç düzeyi artmaktadır. Bunun sonucu olarak hastaneye başvuru sayısı ve görüntüleme hizmetlerine olan talep de artmaktadır. Doktorlar da daha doğru ve kesin teşhisler koyabilmek amacıyla artık tıbbi görüntüleme teknolojilerine daha fazla başvurmaktadır. Bu gelişmeler, tıbbi görüntüleme teknolojilerini, doğru tıbbi teşhis ve tedavi uygulamaları için ve sağlık hizmetlerinde kalite ve verimliliğinin artırılmasında kilit bir rol oynama noktasına getirmiştir (ESR ve EFRS, 2019).

Radyoloji, hastalıkların teşhisinde ve tedavi süreçlerinde kritik bir rol oynaması nedeniyle modern tıbbın temel taşlarından biridir (Türkmen vd., 2024a:185). Radyoloji fizik, elektronik mühendisliği ve bilgisayar teknolojilerindeki ilerlemelerle birlikte hareket etmektedir. Radyoloji çoğu hastalık için ana teşhis aracı haline gelmiştir. Tedavilerin izlenmesinde, hastalık tahmin ve öngörüsünde de artık radyoloji çok önemli rol oynamaktadır (Emikönel vd., 2023a:197). Erken tanı ve teşhiste iyonize edici (iyonlaştırıcı) radyasyon muhteva eden görüntüleme cihazları da önemli bir yer tutmaktadır (Emikönel vd., 2023b:352). İyonize radyasyon kullanarak görüntü oluşturan radyoloji cihazları röntgen, BT, PET, kemik dansitometre ve mamografidir (Emikönel vd., 2024b:438). Radyolojideki görüntüleme cihaz teknolojilerindeki yeniliklerle birlikte, ultrason, BT ve MR gibi görüntüleme cihazlarına olan talep artmış ve özellikle MR görüntüleme radyolojide birincil-ana teşhis aracı olarak kullanılır hale gelmiştir (Boland, 2006:1). Bu durum görüntüleme cihazlarına yapılan yatırımların da artışını beraberinde getirmiştir.

Türkiye’de son yıllarda tıbbi görüntüleme cihazlarına önemli yatırımlar yapılmıştır. Bu yatırımlar sonucunda görüntüleme sayısı katlanarak artmıştır. Türkiye, görüntüleme sayısı açısından Avrupa ülkeleri arasında birinci sırada bulunmaktadır (Sağlık Bakanlığı, 2024). Ayrıca, mobil sağlık uygulamaları yaygın kullanım alanı bulmaktadır ve dijital radyoloji görüntülerine mobil sağlık uygulamaları ile erişim de büyük önem kazanmıştır (Tekin ve Emikönel, 2023; Emikönel ve Tekin, 2023c:1019). Teleradyoloji de internet bağlantısı ile dijital görüntülere erişimi, bilgisayarda radyolojik raporlara göz atılmasını sağlamıştır (Türkmen vd., 2024b:273). Tıbbi Görüntüleme cihazlarından elde edilen dijital görüntülerin dijital olarak saklanması sağlayan PACS (Picture Archiving and Communication Systems) da görüntüleme cihazlarının tanı ve teşhiste etkili olmasını desteklemektedir (Dereli ve Gündoğdu, 2021:27; Emikönel vd., 2024a:452).

Görüntüleme teknolojilerindeki hızlı gelişim, görüntüleme cihaz ve teknolojilerinde çeşitliliği de beraberinde getirmiş, özellikle MR ve BT’de görüntüleme ve raporlamadaki modern yöntemlerin kullanılması, bu iki teknolojinin hastalıkların teşhisinde çok önemli kritik rol oynamalarını sağlamıştır (Tekin vd., 2024b:473).

Görüntüleme hizmetlerindeki talep artışı, radyologlar için radyolojik görüntüleri çok hızlı ve doğru olarak yorumlamasını zorunlu hale getirmiştir. Bunun sonucu olarak da tıbbi görüntü yorumlamasında yapay zekayı kullanmanın yaygınlaşması gerçekleşmiştir (Emikönel vd., 2024c:143).

Yapay zekâ, “insan müdahalesini en aza indirerek, davranışları modellemek için bilgisayar kullanımı” olarak tanımlanabilir (Hamet ve Tremblay, 2017:s37). Yapay zekâ’nın temelde “makine öğrenmesi” ve “derin öğrenme” olarak iki alt dalı bulunmaktadır. Makine öğrenmesi, “büyük veri setlerini analiz ederek kalıpları ortaya çıkaran, verilerden öğrenen ve buna dayanarak karar alma süreçlerini otomatikleştiren bir süreçtir.” (Wang ve Siau, 2019:63). Derin öğrenme ise “insan beyninin işleyişine benzer şekilde çalışan ve büyük veri setlerinden öğrenebilen algoritmaların oluşturulmasıdır” (Bickman, 2020:10). Derin öğrenme, büyük ve karmaşık verileri girdi olarak alır ve uygun etiketlerle eşleştirerek çıktılara dönüştürür. Özellikle sağlık verilerinin analizinde derin öğrenme kullanılmaktadır. Derin öğrenme bir cilt lezyonunun görüntülerini analiz ederek, lezyonunun “iyi” veya “kötü” huylu olup olmadığı tespit edebilir (Esteve vd., 2019:24).

Yapay zeka, tıbbi görüntüleme alanında tanı süreçlerini hızlandıran ve doğruluk oranını artıran önemli bir teknoloji haline gelmiştir. Günümüzde “röntgen, manyetik rezonans görüntüleme, bilgisayarlı tomografi, ultrason, mamografi ve PET” gibi farklı görüntüleme yöntemlerinden elde edilen veriler, yapay zeka algoritmaları aracılığıyla analiz edilebilmektedir. Derin öğrenme tabanlı modeller, bu görüntülerdeki tümör, lezyon, damar tıkanıklığı, kırık ya da organ anormallikleri gibi patolojik durumları insan gözünün fark edemeyeceği ayrıntılarla tespit edilebilmektedir (Ye vd., 2024:5). Yapay zekâ teknolojileri “hastalıkların teşhisi”, “kanserli hücrelerin tespiti ve sınıflandırılması”, “hastalıkların tahmini” ve “kişiselleştirilmiş tedavi önerileri”, gibi sağlık hizmetlerinde kullanılabilmektedir (Emikönel vd., 2024:152). Yapay zekânın tıbbi görüntü analizinde kullanılması, hekimlerin iş yükünü azaltırken tanı süreçlerini daha standart, hızlı ve güvenilir hale getirmektedir (Esteve vd., 2019:24). Bu bağlamda, bu araştırmada tıbbi görüntüleme teknolojilerinde yapay zekâ uygulamalarına ilişkin bilimsel yayınlar bibliyometrik analiz yöntemiyle incelenmiş ve alandaki güncel araştırma eğilimleri tespit edilmiştir.

Araştırmanın amacı, 2021–2025 yılları arasında tıbbi görüntüleme teknolojilerinde yapay zekâ uygulamalarıyla ilgili Web of Science Veri Tabanında yer alan bilimsel yayınların bibliyometrik analizinin incelenmesi ve bu alandaki gelişim eğilimlerini ortaya koymaktır. Araştırma kapsamında

bilimsel yayınların yıllara göre dağılımı, en üretken ülkeler, kurumlar, yazarlar, dergiler, en çok atıf alan yazarlar, çalışmalar ve en sık kullanılan anahtar kelimeler belirlenerek alanın mevcut durumu ve gelecekteki araştırma yönelimleri değerlendirilmiştir.

YÖNTEM

Bu çalışmada, günümüzde önemli bir araştırma yöntemi olarak kabul edilen ve yaygın bir şekilde kullanılan bibliyometrik analiz tercih edilmiştir (Ellegaard ve Wallin, 2015:3). Broadus, (1987:373) Bibliyometriyi, “literatürdeki yayınları nicel yöntemler kullanarak inceleyen bir araştırma alanı” olarak tanımlamaktadır. Bibliyometrik yöntemi “belirli bir konuda genel eğilimleri tespit etmek ve konunun genel bir resmini sunmak amacıyla bilimsel yayınların yıl, ülke, dergi, yazar, anahtar kelime ve alıntı açısından incelenmesi” olarak tanımlamak mümkündür (Martínez-Lopez vd., 2018:440) ve bu analiz tekniği ile bilimsel yayınlar yıl, alıntı, yazarlar ve dergiler açısından değerlendirilebilmektedir (Tekin vd., 2023:343).

Araştırmaya Dâhil Edilme Kriterleri

Araştırma kapsamına alınan makaleler anahtar kelimeler, araştırma alanları, yayın türü, dili ve yılı olmak üzere beş dâhil etme kriteri kullanılmıştır. 11.10.2025 tarihinde Web of Science veri tabanında bulunan bilimsel yayınlar içerisinde 6 aşamada arama yapılmıştır. İlk aşamada başlık düzeyinde “X-ray” or “Computed Tomography” or “Magnetic Resonance Imaging” or “MRI” or “Ultrasound” or “USG” or “Mammography” or “Nuclear Medicine Imaging” or “Positron Emission Tomography” or “PET” or “SPECT” or Bone Densitometry” anahtar kelimeler kullanılarak 910.098 yayına ulaşılmıştır. Araştırmada tıbbi görüntüleme teknolojilerinde yapay zekâ uygulamalarının kullanımına odaklanıldığı için ikinci aşamada başlık düzeyinde “Artificial intelligence” or “AI” or “Deep learning” or “Machine learning” anahtar kelimeleri kullanılmış ve yayın sayısı 12.729’a düşmüştür. Üçüncü aşamada “Radiology, Nuclear Medicine, Medical Imaging” araştırma alanı açısından sınırlandırma yapılmış ve yayın sayısı 5.051’e düşmüştür. Dördüncü aşamada yayın türü “makale” olarak sınırlandırılarak konuyla ilgili 3.156 makaleye ulaşılmıştır. Beşinci aşamada yayın dili “İngilizce seçilmiş olup konuyla ilgili 3.147 İngilizce makale olduğu tespit edilmiştir. Altıncı ve son aşamada, literatürdeki güncel yönelimleri belirleyebilmek amacıyla özellikle son beş yıl içerisinde yayımlanan çalışmalar analiz edilmiştir. Bu doğrultuda, belirlenen anahtar kelimeler ve tarama kriterleri kullanılarak ilgili veri tabanında kapsamlı bir inceleme yapılmış ve uygunluk değerlendirmesi sonucunda toplam 2.712 makale araştırma kapsamına dâhil edilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1: Araştırmaya Dahil Edilme Kriterleri

Arama Adımları	Yayın Sayısı
Aranan Anahtar Kelimeler Başlık: “X-ray” or “Computed Tomography” or “Magnetic Resonance Imaging” or “MRI” or “Ultrasound” or “USG” or “Mammography” or “Nuclear Medicine Imaging” or “Positron Emission Tomography” or “PET” or “SPECT” or “Bone Densitometry”	910.098
Başlık: “Artificial intelligence” or “AI” or “Deep learning” or “Machine learning”	12.729
Başlık: “Radiology, Nuclear Medicine, Medical Imaging”	5.051
Yayın Türü: Makale	3.156
Yayın Dili: İngilizce	3.147
Yayın Yılı: 2021-2025	2.712

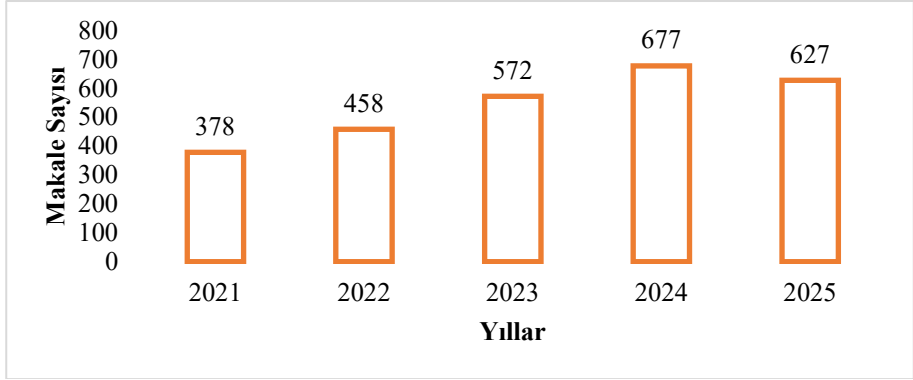
Verilerin Analizi

Araştırmaya dâhil edilen makalelere ait yayın yılı, ülke, yazar, dergi, atıf sayıları ve anahtar kelimeler gibi bibliyometrik göstergeler, Web of Science veri tabanında belirlenen tarama stratejisi doğrultusunda sistematik bir şekilde toplanmıştır. Toplanan veriler, Excel programı kullanılarak ayrıntılı biçimde düzenlenmiş, kategorilere ayrılmış ve frekans, dağılım ve oranlar gibi temel istatistiksel değerlendirmelere tabi tutulmuştur. Bu süreçte yayın eğilimleri, yıllara göre değişim ve en üretken yazar, dergi ve ülkeler belirlenmiştir. Konu ile ilgili literatürdeki işbirliği ağlarını, araştırmacılar arasındaki bağlantıları, kurum ve ülke bazlı ortaklıkları ile anahtar kelimeler üzerinden kavramsal kümelenmeleri ortaya çıkarmak amacıyla VOSviewer yazılımı kullanılmıştır. Program aracılığıyla elde edilen görsel haritalar, alanın mevcut yapısını ve gelişim yönelimlerini görselleştirilerek yorumlanabilir hale getirilmiştir.

BULGULAR

Araştırmaya dahil edilen makalelerin yıllara göre dağılımı Şekil 1’de verilmiştir. 2021-2025 yılları arasında Web of Science veri tabanında tıbbi görüntüleme teknolojilerinde yapay zekâ uygulamalarına yönelik 11.10.2025

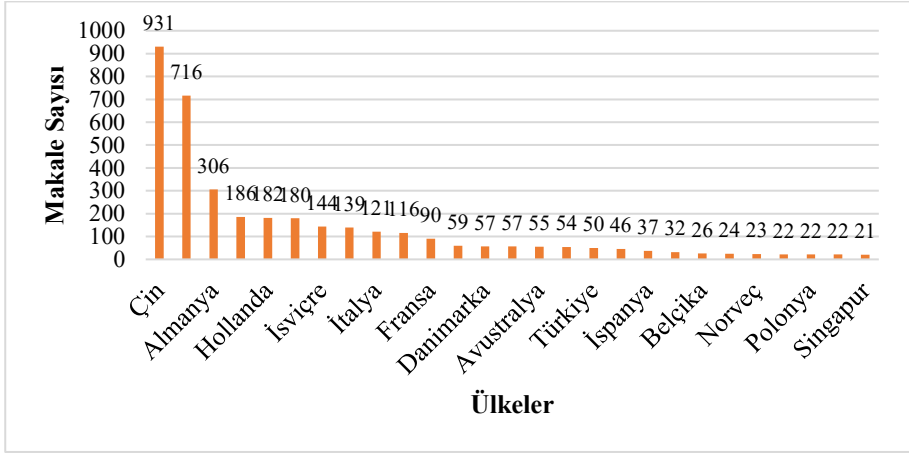
tarihi itibariyle 2.712 makale olduğu tespit edilmiştir. Araştırma kapsamına alınan 2.712 makalenin yıllara göre dağılımı incelendiğinde makale sayısının yıllar itibariyle arttığı ve en çok makalenin 677 makale ile 2024 yılında olduğu görülmektedir. Yıllara göre tıbbi görüntüleme teknolojilerinde yapay zekâ uygulamalarına yönelik yayın sayılarında belirgin bir artış eğilimi olduğu görülmektedir. Bu durum, konunun hem akademik dünyada hem de sağlık teknolojileri alanında giderek daha fazla önem kazandığını göstermektedir. Bu eğilim, hem teknolojik gelişmeler hem de klinik uygulamalarda yapay zekâyâ yönelik artan ilgi ile ilişkilendirmek mümkündür (Şekil 1).



Şekil 1: Yıllara Göre Makale Sayısı

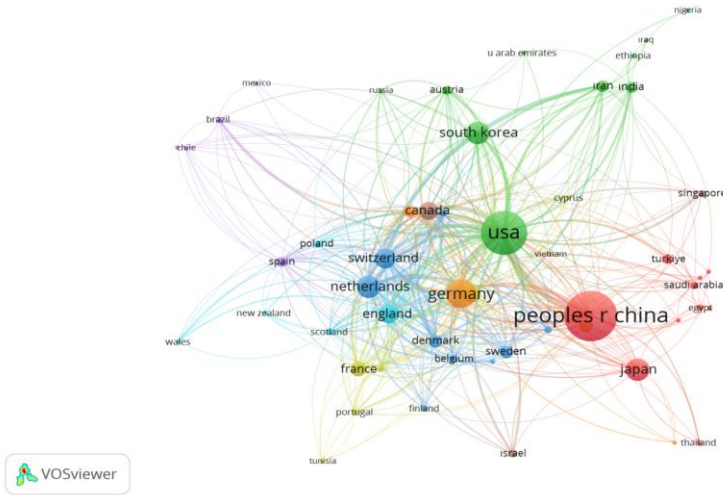
Tıbbi görüntüleme teknolojilerinde yapay zekâ uygulamalarına yönelik 2021-2025 yılları arasında yayınlanan makaleler ülkeler açısından incelendiğinde, 76 ülkenin bu alana bilimsel katkı sunduğu belirlenmiştir. Bu durum, yapay zekâ temelli tıbbi görüntüleme araştırmalarının yalnızca belirli bölgelerle sınırlı kalmadığını, küresel ölçekte geniş bir katılım sağlandığını göstermektedir. Ülkelerin üretkenlik sıralamasına bakıldığında, Çin'in 931 makale ile ilk sırada yer aldığı ve 736 yayın ile Amerika Birleşik Devletleri'nin takip ettiği görülmektedir. Üçüncü sırada 306 makale ile Almanya bulunurken, Güney Kore (186), Hollanda (182), Japonya (180), İsviçre (144), Birleşik Krallık (139), İtalya (121) ve Kanada (116) diğer öne çıkan ülkeler arasında yer almaktadır. Bu ülkelerin özellikle akademik işbirlikleri ve yüksek sağlık teknolojileri yatırımları ile alanda güçlü bir konum elde ettiklerini söylemek mümkündür. Türkiye ise 50 makale ile sıralamada 17. basamakta yer almakta ve alana anlamlı düzeyde katkı sağlayan ülkeler arasında bulunmaktadır (Şekil 2). Türkiye'nin tıbbi görüntüleme teknolojilerinde yapay zekâ uygulamalarına yönelik temel bir araştırma altyapısına sahip olduğunu görülmektedir. Ancak, üst sıralarda yer alan ülkelerle kıyaslandığında Türkiye'nin yayın sayısı düşüktür. Dolayısıyla, yapay zekâ tabanlı tıbbi görüntüleme araştırmalarının etkinliğini

ve uluslar arası görünürlüğünü artırmak için destekleyici politikalar, akademik işbirlikleri ve stratejik yatırımların yapılması gerekmektedir.



Şekil 2: Ülkelere Göre Makale Sayısı (makale sayısı≥20)

Tıbbi görüntüleme teknolojilerinde yapay zekâ uygulamalarına yönelik yayınlarda ülkeler arası işbirliği ve ortak yayın ilişkileri Şekil 3’te verilmiştir:

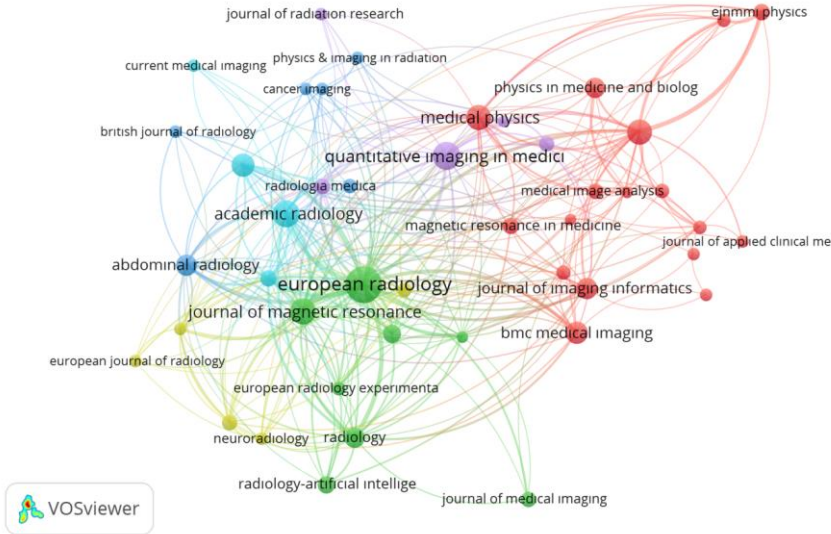


Şekil 3. Ülkelerarası İşbirliği ve Ortak Yayın Ağ Haritası

Şekil 3’te görüldüğü üzere tıbbi görüntüleme teknolojilerinde yapay zekâ uygulamalarına yönelik yayınlarda Çin, ABD ve Almanya hem en çok yayın yaparak üretken hem de birçok ülke ile ortak yayın yaparak işbirliğinde merkezi konumda yer almaktadır. Çin ve ABD hemen hemen

tüm ülkelerle işbirliği yapmaktadır. Almanya, Hollanda, Japonya, İsviçre, İngiltere, İtalya ve Fransa gibi Avrupa ülkeleri ABD ve Çin dışında daha çok kendi aralarında yoğun işbirlikleri yapmışlardır. Japonya alana özgü araştırmalarında Çin, ABD, Almanya dışında Güney Kore, Hindistan, Mısır, İsrail, Tayvan, Malezya gibi ülkelerle işbirliği yapmıştır. Türkiye ise en çok ABD ile işbirliği yapmıştır. Türkiye'nin diğer işbirliği yaptığı ülkeler Almanya, Tayvan, Avustralya, Suudi Arabistan, Mısır, İran ve Kıbrıs'tır. Türkiye'nin daha çok bölgesel işbirlikleri yaptığı görülmektedir. Tıbbi görüntüleme teknolojilerinde yapay zekâ uygulamalarına yönelik yayınlarda bölgesel işbirlikleri ön plana çıkmaktadır.

Tıbbi görüntüleme teknolojilerinde yapay zekâ uygulamalarına yönelik en çok makale yayınlayan dergiler Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Dergilere Göre Makale Sayısı (makale sayısı ≥ 20)

Konuyla ilgili 157 dergide makale yayınlanmıştır. Tıbbi görüntüleme teknolojilerinde yapay zekâ uygulamalarına yönelik araştırmaların geniş bir dergi yelpazesinde yayınlanmaktadır. Ancak bazı dergilerin yayın ve atıf açısından bu alanda öne çıkmaktadır. En çok makale yayınlayan dergilerin European Radiology (197), Quantitative Imaging in Medicine and Surgery (117), Academic Radiology (103), Journal of Magnetic Resonance Imaging (97), Medical Physics (91), European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging (90) ve European Journal of Radiology (80) olduğu tespit edilmiştir. En çok atıf alan dergiler ise European Radiology (3.207), Radiology (1.919), European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging (1436) ve Journal of Magnetic Resonance Imaging (1.145) olduğu görülmektedir.

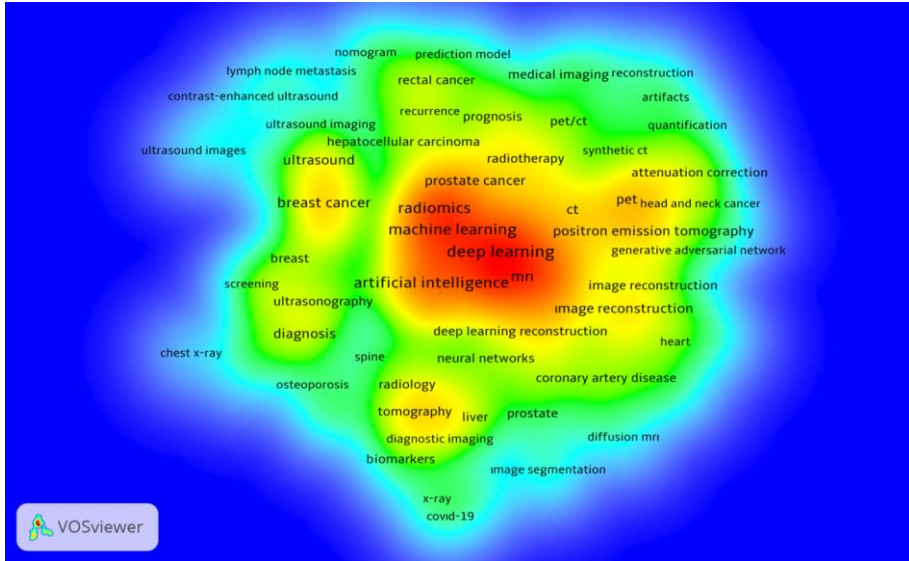
Tıbbi görüntüleme teknolojilerinde yapay zekâ uygulamalarına yönelik en çok makale yayınlayan yazarlar Habib Zaidi (29), Baris Turkbey (26), Dominik Nickel (23) ve Stephanie A. Harmon (20) olmuştur. En çok atıf alan yazarlar ise Habib Zaidi (595), Hossein Arabi (519) ve Dominik Nickel (482) olmuştur (Tablo 2). Tıbbi görüntüleme teknolojilerinde yapay zekâ uygulamaları alanında Habib Zaidi, 29 makale ile en üretken ve 595 atıfla en yüksek etki düzeyine sahip alanın öncü isimlerinden biridir.

Tablo 2. Tıbbi Görüntüleme Teknolojilerinde Yapay Zekâ Uygulamalarına Yönelik En Çok Makale (n ≥ 15) Yayınlayan ve Atıf (n ≥ 300) Alan Yazarlar

Sıra No	Yazarlar (Adı ve Soyadı)	Makale Sayısı	Sıra No	Yazarlar (Adı ve Soyadı)	Atıf Sayısı
1	Habib Zaidi	29	1	Habib Zaidi	595
2	Baris Turkbey	26	2	Hossein Arabi	519
3	Dominik Nickel	23	3	Isaac Shiri	482
4	Stephanie A. Harmon	20	4	Edward J. Miller	434
5	Peter L. Choyke	18	5	Piotr J. Slomka	407
6	Osamu Abe	17	6	Damini Dey	403
7	Chi Liu	17	7	Daniel S. Berman	382
8	Bradford J. Wood	17	8	Amirhossein Sanaat	352
9	Hossein Arabi	16	9	Dominik Nickel	351
10	Damini Dey	16	10	Albert J. Sinusas	351
11	Piotr J. Slomka	16	11	Renato Cuocolo	336
12	Saif Afat	15	12	Robert J. H. Miller	319
13	Peter A. Pinto	15	13	Arnaldo Stanzione	319
14	Isaac Shiri	15	14	Joanna X. Liang	311

Tıbbi görüntüleme teknolojilerinde yapay zekâ uygulamalarına yönelik yayınlayan makalelerde 4.679 anahtar kelime kullanılmıştır. En çok kullanılan anahtar kelimeler; deep learning (1.253), machine learning (442), artificial intelligence (419), magnetic resonance imaging (383), radiomics (283), mrı (171), breast cancer (126), computed tomography (118), segmentation (110) ve ultrasound (105) olduğu tespit edilmiştir (Şekil 5). En sık kullanılan “deep learning”, “machine learning” ve “artificial intelligence” terimleri, yapay zekânın tıbbi görüntüleme alanda kullanımının yaygınlaştığını göstermektedir. Özellikle “magnetic resonance imaging” ve “computed tomography” gibi görüntüleme yöntemlerinde yapay zekâ tabanlı analizler yoğun olarak tercih edilmektedir. Ayrıca “radiomics”, “segmentation” ve “breast cancer” gibi anahtar kelimelerin öne çıkması,

araştırmaların hem görüntü analizi hem de hastalık tespiti ve sınıflandırmasına odaklandığını göstermektedir.



Şekil 6. En Çok Kullanılan Anahtar Kelimeler

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, tıbbi görüntüleme teknolojilerinde yapay zekâ uygulamalarının kullanımına odaklanan bilimsel çalışmaların Web of Science Veri Tabanına dayalı bibliyometrik analizinin yapılması amaçlanmıştır. 2021–2025 yılları arasında Web of Science veri tabanında yayımlanan 2.712 makale temelinde gerçekleştirilen bu bibliyometrik analiz, tıbbi görüntüleme teknolojilerinde yapay zekâ uygulamalarının son beş yılda büyük bir ivme kazandığını ortaya koymaktadır. Yayın sayılarındaki sürekli artış, alanın gerek akademik gerekse klinik yenilikler bağlamında stratejik önem taşıdığını göstermektedir.

Yıllara göre makale dağılımında özellikle 2024 yılında zirveye ulaşılması, yapay zekânın radyoloji ve nükleer tıp gibi alanlarda yoğun biçimde uygulanmaya başlandığını göstermektedir. Ülke analizinde Çin ve Amerika Birleşik Devletleri açık ara lider konumdadır. Almanya, Güney Kore, Hollanda, Japonya ve İsviçre gibi ülkeler de bu alanda güçlü araştırma ekosistemleri oluşturmuştur. Türkiye'nin 50 yayınlı ilk 20 ülke arasında yer alması dikkat çekici olmakla birlikte, uluslararası görünürlük ve üretkenlik açısından artırılması gereken bir potansiyelin bulunduğunu göstermektedir. Ülkeler arası işbirliklerine bakıldığında Çin, ABD ve Almanya merkezde yer almaktadır. Türkiye'nin en çok ABD ve bölgesel ülkelerle işbirliği yaptığı görülmektedir.

Tıbbi görüntüleme teknolojilerinde yapay zekâ uygulamalarına yönelik yayınlarda European Radiology, Quantitative Imaging in Medicine and Surgery, Academic Radiology, Journal of Magnetic Resonance Imaging ve Medical Physics dergileri öne çıkmaktadır. Bu dergiler aynı zamanda atıf etkisi yüksek platformlardır. Yazar analizine göre Habib Zaidi hem yayın hem atıf sayısında alanın öncü ismidir. Ayrıca Barış Turkbey, Dominik Nickel ve Hossein Arabi diğer etkili araştırmacılar arasında yer almaktadır.

Anahtar kelimeler bakımından “deep learning”, “machine learning”, “artificial intelligence”, “magnetic resonance imaging” ve “radiomics” ilk sıralarda yer almıştır. Bu durum, çalışmaların yapay zekâ temelli tanısallık doğruluk, segmentasyon ve sınıflandırma odaklı ilerlediğini göstermektedir. Ayrıca “breast cancer” ve “segmentation” gibi kelimelerin sık kullanılması, yapay zekâ uygulamalarının kanser tanısı, doku analizi ve görüntü iyileştirme bağlamında yoğunlaştığını ortaya koymaktadır.

Türkiye tıbbi görüntüleme teknolojilerinde yapay zekâ uygulamalarına yönelik temel bir araştırma altyapısına sahip olmakla birlikte üst sıralarda yer alan ülkelerle kıyaslandığında yayın sayısının düşük olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, yapay zekâ tabanlı tıbbi görüntüleme araştırmalarının etkinliğini ve uluslararası görünürlüğünü artırmak için teşvikler, destekleyici politikalar, akademik işbirlikleri, stratejik yatırımların ve projelerin geliştirilmesi gerekmektedir.

Araştırma bulguları Web of Science veri tabanında 11.10.2025 tarihinde belirli kriterler doğrultusunda yapılan tarama sonucunda ulaşılan verilerle sınırlıdır. Gelecekteki araştırmalarda Scopus ve Pubmed gibi farklı uluslararası veri tabanlarının da dahil edilmesi önerilmektedir.

REFERANSLAR

- Bickman, L. (2020). Improving mental health services: A 50-year journey from randomized experiments to artificial intelligence and precision mental health. *Administration and Policy in Mental Health and Mental Health Services Research*, 47(5), 795-843. <https://doi.org/10.1007/s10488-020-01065-8>
- Broadus, R. N. (1987). Toward A Definition of “Bibliometrics”. *Scientometrics*, 12(5-6), 373-379.
- 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>.
- Dereli, M., & Gündoğdu, Ö. (2021). PACS Sistemlerinin İncelenmesi, Değerlendirilmesi ve Pazar Analizinin. *Natural & Applied Sciences Journal*, 3(Special Issue), 26-31.
- Ellegaard, O., & Wallin, J. A. (2015). The Bibliometric Analysis of Scholarly Production: How Great is the Impact? *Scientometrics*, 105(3), 1809-1831. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1645-z>.
- Emikönel S., Tekin E., Türkmen İ., (2023a). 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.
- Emikönel, S., Tekin, E., & Kaya, R. R. (2023b). Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı Öğrencilerinin Radyasyon Kavramına İlişkin Algıları. Presented at the Ases IV. International Scientific Research Conference May 13-14, 2023, Istanbul, Turkey.
- Emikönel S., Tekin E., (2023c). Sağlık Hizmetlerinde Mobil Sağlık Uygulamalarının Bibliyometrik Analizi. İçinde A. Bilgili, B. Hanedan (Ed.), Sağlık Bilimlerinde Güncel Tartışmalar 7 (ss. 1033 -1043). Bilgin Kültür Sanat Yayınları.
- Emikönel, S., Türkmen, İ., & Tekin, E. (2024a). Radyolojide Görüntü Arşivleme ve İletişim Sistemlerinin Kullanımı Bilimsel Araştırmaların Bibliyometrik ve İçerik Analizi. Presented at the Ases VIII. International Scientific Research Congress, November 28-30, 2024, Nicosia, Turkish Republic Of Northern Cyprus.
- Emikönel, S., Türkmen, İ., & Tekin, E. (2024b). Tıbbın Gören Gözü Radyoloji ile İlgili Haberlerin Analizi. Presented at the VIII. International Scientific Research Congress, November 28-30, 2024, Nicosia, Turkish Republic Of Northern Cyprus, Nicosia.
- Emikönel, S., Türkmen, İ., & Tekin, E. (2024c). Radyolojide Yapay Zeka Kullanımı Son 10 Yılın Değerlendirmesi 2014-2023. Presented at the 6. International Mediterranean Congress 13-15 August 2024, Rome – Italy, Rome.
- ESR & EFRS. (2019). Patient safety in medical imaging: A joint paper of the European Society of Radiology (ESR) and the European Federation of Radiographer Societies (EFRS). *Radiography*, 25(2), e26-e38. <https://doi.org/10.1016/j.radi.2019.01.009>.
- Esteva, A., Robicquet, A., Ramsundar, B., Kuleshov, V., DePristo, M., Chou, K., . . . Dean, J. (2019). A guide to deep learning in healthcare. *Nature Medicine*, 25, 24-29. <https://doi.org/10.1038/s41591-018-0316-z>.
- Hamet, P., & Tremblay, J. (2017). Artificial intelligence in medicine. *Metabolism*, 69, 36-40. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2017.01.011>.
- Martínez-Lopez, F. J., Merigo, J. M., Valenzuela-Fernández, L., & Nicolás, C. (2018). Fifty years of the European Journal of Marketing: A Bibliometric Analysis. *European Journal of Marketing*, 52(1/2), 439-468. <https://doi.org/10.1108/EJM-11-2017-0853>
- Sağlık Bakanlığı. (2024). Sağlık istatistikleri yılı, 2022. Ankara: Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü (04/11/2024 tarihinde “<https://www.saglik.gov.tr/TR84930/saglikistatistikleri-yilliklari.html> adresinden ulaşılmıştır).
- Tekin, E., Emikönel, S., & Türkmen, İ. (2024a). 2023'te Radyoloji Dernekleri Üyelere Sağlanan Destek ve Faaliyetlerin Değerlendirilmesi. Presented at the 6. International Mediterranean Congress 13-15 August 2024, Rome – Italy, Rome.
- Tekin E., Emikönel S., Türkmen İ., (2024b). Kamu Hastanelerinin Radyoloji Hizmetlerinde Dış Kaynak Kullanımının EKAP Üzerinden İncelenmesi. İçinde F. Hatipoğlu (Ed.), Sağlık Bilimlerinde Öncü ve Yenilikçi Çalışmalar (ss. 460 -476). All Sciences Academy.

- Tekin, E., & Emikönel, S. (2023). Comparison of Mobile Health Application Examples in Turkey and the World. In U. Akküçük, 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., & Kaya, R. R. (2023). Sağlık Hizmetlerinde Tıbbi Atıklar ile İlgili Araştırmaların Bibliyometrik Analizi. Presented at the Ases IV. International Scientific Research Conference May 13-14, 2023, Istanbul, Turkey, İSTANBUL.
- Türkmen, İ., Emikönel, S., Tekin, E., (2024a). *Radyolojide Dış Kaynak Kullanımı*. İçinde F. Hatipoğlu (Ed.), *Sağlık Bilimlerinde Yeni Trendler ve Sınırlar* (ss. 183-206). All Sciences Academy: Konya.
- Türkmen, İ., Emikönel, S., & Tekin, E. (2024b). Teleradyoloji Alanındaki Bilimsel Yayınların Bibliyometrik ve İçerik Analizi ile İncelenmesi. *Izmir Democracy University Health Sciences Journal*, 7(3), 272–286.
- Wang, W., & Siau, K. (2019). Artificial Intelligence, Machine Learning, Automation, Robotics, Future of Work and Future of Humanity. *Journal of Database Management*, 30(1), 61-79. <https://doi.org/10.4018/jdm.2019010104>
- Ye, J., Woods, D., Jordan, N., & Starren, J. (2024). The Role of Artificial Intelligence for the Application of Integrating Electronic Health Records and Patient-Generated Data in Clinical Decision Support. AMIA Jointt Summits Translational Science Proceedings, pp. 459–467.

Tele-Onkoloji Hemşireliği

İlknur PALAZ¹

1- Öğr. Gör.; Gümüşhane Üniversitesi Şiran Dursun Keleş Sağlık Hizmetleri MYO Diyaliz Pr. ilknurpalaz@gumushane.edu.tr ORCID No: 0000-0002-5381-8135

ÖZET

Kanser, küresel ölçekte artan sıklığı ve mortalite oranlarıyla önemli bir halk sağlığı sorunu olarak öne çıkmaktadır. Sağlık sistemlerinde dijital dönüşümün hız kazanmasıyla birlikte, kanser bakımında bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımı giderek yaygınlaşmıştır. Bu bağlamda, tele-onkoloji hemşireliği, kanser hastalarına yönelik hemşirelik hizmetlerinin uzaktan yürütülmesini sağlayan yenilikçi bir bakım modeli olarak gelişmiştir. Tele-onkoloji hemşireliği; telekonsültasyon, telemonitoring, teleterapi, uzaktan eğitim ve psikososyal destek gibi uygulamaları kapsayarak hastalara bütüncül bir yaklaşım sunmaktadır.

Bu model, özellikle kemoterapi veya radyoterapi sürecindeki hastaların semptom yönetiminde, tedaviye uyumlarının artırılmasında ve yaşam kalitelerinin iyileştirilmesinde önemli katkılar sağlamaktadır. Tele-onkoloji hemşireliği sayesinde hastalar, ev ortamında düzenli takip edilmekte ve hemşireler aracılığıyla kişiselleştirilmiş bakım önerileri alabilmektedir. Ayrıca dijital sistemler, hemşirelerin klinik karar süreçlerini hızlandırarak bakımın sürekliliğini desteklemektedir.

Tele-onkoloji hemşireliğinin avantajları arasında erişilebilirliğin artması, maliyet etkinliği, hasta güvenliği ve memnuniyetinin yükselmesi yer almaktadır. Bununla birlikte, teknolojik altyapı eksiklikleri, veri gizliliği sorunları ve dijital okuryazarlık yetersizlikleri uygulama alanında karşılaşılan temel zorluklardır. Sonuç olarak, tele-onkoloji hemşireliği, dijital sağlık çağında hasta merkezli, sürdürülebilir ve yenilikçi bir hemşirelik yaklaşımı olarak geleceğin sağlık hizmetlerinde stratejik bir öneme sahiptir.

Anahtar Kelimeler – Tele-onkoloji hemşireliği, tele-sağlık, dijital bakım, semptom yönetimi, tele-hemşirelik.

GİRİŞ

Kanser, küresel ölçekte hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde ölüm nedenleri arasında ilk sıralarda yer almaktadır. Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO, 2023) verilerine göre 2022 yılında dünya genelinde yaklaşık 20 milyon yeni kanser vakası tespit edilmiş, yaklaşık 9,7 milyon kişi kanser nedeniyle yaşamını yitirmiştir. En sık görülen kanser türleri arasında meme (%12,5), akciğer (%12,2), kolorektal (%9,6), prostat (%7,3) ve mide kanseri (%4,9) yer almaktadır (WHO, 2023; Sung vd., 2021). Özellikle akciğer ve kolorektal kanserler, erkeklerde; meme kanseri ise kadınlarda en yüksek insidansa sahiptir.

Türkiye'de de benzer bir tablo görülmektedir. Türkiye Kanser İstatistikleri Raporu'na (TÜİK, 2023) göre, ülkede yılda yaklaşık 240 bin

yeni kanser vakası tespit edilmekte; erkeklerde en sık akciğer, prostat ve kolorektal, kadınlarda ise meme, tiroid ve kolorektal kanserler görülmektedir. Nüfusun yaşlanması, çevresel etmenler, beslenme alışkanlıkları ve sedanter yaşam tarzı gibi faktörler kanser yükünü artırmaktadır (Eser vd., 2020). Bu durum, sağlık hizmetlerinin yalnızca hastane merkezli değil, aynı zamanda uzaktan, dijital temelli sistemlerle desteklenmesini gerektirmiştir.

Son yıllarda hızla gelişen tele-sağlık (telehealth) uygulamaları, kanser bakımında önemli bir dönüşüm yaratmıştır. Bununla birlikte dijital teknolojilerin uzun süreli kullanımı, sağlık profesyonellerinde fiziksel yorgunluk, duruş bozukluğu ve dikkat dağınıklığı gibi ergonomik riskleri de beraberinde getirmektedir (Taş & Taş, 2023). Bu durum, tele-onkoloji sistemlerinin hem hasta hem de sağlık çalışanı refahını koruyacak biçimde tasarlanması gerektiğini göstermektedir. Tele-sağlık, sağlık hizmetlerinin bilgi ve iletişim teknolojileri aracılığıyla uzaktan sunulması olarak tanımlanır (WHO, 2021). Onkoloji alanında bu yaklaşım; telekonsültasyon, telemonitoring, teleterapi, telepsikoonkoloji ve uzaktan semptom yönetimi gibi çok sayıda uygulamayı kapsamaktadır (Dorsey & Topol, 2020).

Tele-sağlık sistemleri sayesinde kemoterapi veya radyoterapi alan hastalar, yan etkilerini mobil uygulamalar üzerinden hemşirelerine bildirebilmekte; bu sayede semptom yönetimi erken aşamada yapılabilmektedir (Kamei, 2022). Örneğin, mobil tabanlı “Remote Chemotherapy Management Systems” ile hastaların bulantı, ağrı ve yorgunluk düzeyleri günlük olarak izlenmekte ve hemşireler tarafından kişiselleştirilmiş bakım önerileri sunulmaktadır (Rassouli vd., 2022). Benzer biçimde, telepsikoonkoloji uygulamaları depresyon ve anksiyete düzeylerini azaltmakta, tele-rehabilitasyon sistemleri ise fiziksel aktiviteyi artırarak yaşam kalitesini yükseltmektedir (Rodrigues vd., 2022). COVID-19 pandemisi sırasında bu tür sistemler, kanser hastalarının hastaneye gereksiz başvurularını azaltarak tedavi sürekliliğini korumada kritik rol oynamıştır (Hançer & Demir, 2022).

Tele-hemşirelik, hemşirelik hizmetlerinin uzaktan sağlık teknolojileri kullanılarak sunulması anlamına gelmektedir (Glinkowski, Pawłowska & Kozłowska, 2013). Bu yaklaşımda hemşireler, hastalarıyla telefon, görüntülü arama, mobil uygulama veya web tabanlı platformlar üzerinden iletişim kurarak bakım, eğitim, danışmanlık ve psikososyal destek sağlarlar. Telenursing, yalnızca klinik takip değil; aynı zamanda sağlık eğitimi, kronik hastalık yönetimi, evde bakım ve palyatif destek alanlarını da kapsar (Poreddi vd., 2021).

Tele-hemşireliğin temel avantajları arasında erişilebilirliği artırma, bakım maliyetini azaltma, hasta memnuniyetini yükseltme ve bakımın sürekliliğini sağlama yer alır (Walton vd., 2023). Ancak teknolojik altyapı eksiklikleri, gizlilik kaygıları ve hemşirelerin dijital yeterlilik düzeyleri, bu uygulamaların etkinliğini etkileyen faktörler arasındadır (Garber vd., 2023).

Tele-onkoloji, onkoloji alanındaki sağlık profesyonellerinin bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanarak kanser tanısı, tedavisi, takibi ve danışmanlığı uzaktan yürütmesini ifade eder (Doolittle & Spaulding, 2021). Bu yaklaşım, multidisipliner ekiplerin (onkolog, hemşire, psikolog, diyetisyen vb.) coğrafi sınırlamalara takılmadan koordineli biçimde çalışmasını mümkün kılar. Özellikle kırsal bölgelerde yaşayan veya tedavi merkezlerinden uzak hastalar için eşit erişim hakkı sağlaması açısından büyük önem taşır.

Tele-onkoloji uygulamaları, kemoterapi alan hastaların yan etkilerinin yönetiminde, radyoterapi sonrası takiplerde, psikososyal danışmanlıkta ve palyatif bakım süreçlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Ahadi Shahri vd., 2024). Uzaktan izlem sayesinde hastaların semptom farkındalığı artmakta, tedaviye uyum güçlenmekte ve hastane yatış oranları azalmaktadır (Kord vd., 2021). Ayrıca, tele-onkoloji sistemleri yapay zekâ destekli analizlerle hemşirelerin klinik karar verme süreçlerini kolaylaştırmakta, bireyselleştirilmiş bakım planları oluşturmayı mümkün kılmaktadır (Bashir vd., 2023). Dijital sistemlerin benimsenmesi, kullanıcıların algıladığı fayda, güven ve kullanım kolaylığı gibi faktörlerle yakından ilişkilidir. Yapılan çalışmalarda bu değişkenlerin kullanıcıların dijital sistemleri sürekli kullanma niyetini anlamlı biçimde etkilediği görülmüştür (Çelik & Taş, 2021; Çelik & Taş, 2023).

Tele-onkoloji hemşireliği, hemşirelerin dijital teknolojiler aracılığıyla onkoloji hastalarına uzaktan izlem, eğitim, danışmanlık ve psikososyal destek sunduğu özel bir bakım alanıdır (Kamei, 2022). Bu hemşirelik modeli, hem klinik hem de duygusal yönüyle hastaya bütüncül bakım sağlamayı hedefler. Tele-onkoloji hemşireleri, hastaların semptom verilerini değerlendirir, ilaç uyumunu takip eder, beslenme ve egzersiz önerileri sunar, aynı zamanda hastayı ve ailesini eğitim süreçlerine dahil eder (Rodrigues vd., 2022).

Bu yaklaşım, özellikle kemoterapi sonrası evde bakım döneminde hemşirelik hizmetlerinin sürekliliğini sağlamaktadır. Nitel çalışmalar, tele-onkoloji hemşireliğinin hastaların anksiyete düzeylerini azalttığını, yaşam kalitesini artırdığını ve sağlık okuryazarlığını geliştirdiğini göstermektedir (Muniz vd., 2023; Ahadi Shahri vd., 2024). Ayrıca, tele-bakım uygulamaları

hemşirelerin iş yükünü dengelerken, sağlık sistemlerinde kaynak kullanımını optimize etmektedir (Walton vd., 2023).

Sonuç olarak, tele-onkoloji hemşireliği günümüz sağlık sistemlerinde teknolojik yeniliklerle bütünleşmiş, hasta merkezli ve sürdürülebilir bir bakım modeli olarak ön plana çıkmaktadır. Bu model, kanser hastalarının fiziksel ve psikososyal gereksinimlerini uzaktan ama etkin biçimde karşılamakta; hemşirelik mesleğine dijital çağın olanaklarını entegre etmektedir.

Literatürde Tele-Onkoloji Hemşireliği Uygulamaları

Tele-onkoloji hemşireliği, kanser hastalarına yönelik hemşirelik bakımının dijital teknolojiler aracılığıyla uzaktan yürütülmesini sağlayan bütüncül bir yaklaşımdır. Literatürde, bu modelin semptom yönetimi, tedaviye uyum, yaşam kalitesi, psikososyal destek ve eğitim gibi pek çok alanda etkin biçimde kullanıldığı görülmektedir. Özellikle COVID-19 pandemisi, tele-onkoloji hemşireliği uygulamalarının hızla yaygınlaşmasına ve kalıcı bir bakım modeli hâline gelmesine katkı sağlamıştır (Hirani vd., 2017).

1. Uygulama Alanları ve Literatür Örnekleri

a) Semptom Yönetimi ve İzlem:

Kanser tedavisi sürecinde en sık yaşanan sorunlardan biri, kemoterapiye bağlı gastrointestinal ve hematolojik semptomlardır. Bu kapsamda Ahadi Shahri ve arkadaşlarının (2024) yaptığı randomize kontrollü çalışmada, adolesan kanser hastalarına yönelik web tabanlı telenursing eğitimi verilmiş ve hastaların bulantı, kusma, iştahsızlık ve kabızlık gibi semptomları anlamlı şekilde azalmıştır. Benzer biçimde Rassouli ve arkadaşları (2022), mobil sağlık (mHealth) uygulamaları aracılığıyla yapılan semptom takibinin hemşirelik bakımına entegrasyonunun, semptom farkındalığını artırarak erken müdahaleyi kolaylaştırdığını belirtmiştir.

b) Uzaktan Eğitim ve Danışmanlık:

Rodrigues ve ark. (2022) tarafından COVID-19 pandemisi döneminde yürütülen telekonsültasyon temelli çalışmada, hemşirelerin Roy Adaptasyon Modeli ve Chick-Meleis Geçiş Kuramı çerçevesinde hastalara uzaktan psikososyal destek ve eğitim sağladığı, bunun sonucunda anksiyete ve izolasyon duygusunun azaldığı bildirilmiştir. Ayrıca Doolittle ve Spaulding (2021), tele-onkoloji danışmanlık seanslarının tedaviye uyum ve hasta memnuniyetini artırdığını, özellikle kırsal bölgelerdeki hastalar için eşit erişim olanağı sunduğunu vurgulamıştır.

c) Palyatif Bakım ve Yaşam Sonu Destek:

Walton ve ark. (2023) tarafından yapılan kapsamlı bir derlemede, telehealth tabanlı palyatif bakım uygulamalarının hem hastaların hem de ailelerinin ağrı kontrolü, anksiyete yönetimi ve bakım doyumunu artırdığı saptanmıştır. Bu tür uygulamalarda hemşireler, video görüşmeleriyle semptom değerlendirmesi yapmakta ve palyatif bakım sürecinde multidisipliner koordinasyonu sağlamaktadır.

d) Postoperatif ve Evde Bakım:

Hañçer ve Demir (2022), cerrahi operasyon geçiren hastalara yönelik tele-hemşirelik izleminin, taburculuk sonrası dönemde kaygı düzeyini azalttığını, aynı zamanda hasta memnuniyetini ve konforunu artırdığını bildirmiştir. Bu bulgular, kanser cerrahisi geçiren bireylerde postoperatif takip sürecinde tele-onkoloji hemşireliğinin önemli bir araç olabileceğini göstermektedir.

e) Dijital Sağlık Sistemleri ve Yapay Zekâ Entegrasyonu:

Kamei (2022) telemonitoring sistemlerinin ve yapay zekâ destekli algoritmaların, onkoloji hemşireliğinde klinik karar verme sürecini hızlandığını ve erken uyarı mekanizmalarıyla komplikasyon riskini azalttığını ortaya koymuştur. Bu uygulamalar, özellikle metastatik hastalarda tedaviye yanıtın ve yaşam kalitesinin izlenmesinde yenilikçi bir yaklaşım sunmaktadır.

2. Tele-Onkoloji Hemşireliğinin Avantajları

Literatürde tele-onkoloji hemşireliğinin pek çok avantajı tanımlanmıştır. Öncelikle, erişilebilirliği artırması en önemli yararlarından biridir. Kırsal veya uzak bölgelerde yaşayan hastalar, büyük onkoloji merkezlerine gitmeden hemşirelik desteği alabilmektedir (Muniz, Mota & Sousa, 2023). Bu, özellikle yaşlı ve hareket kısıtlılığı olan hastalar için önemli bir kolaylıktır.

Bir diğer önemli avantaj, bakım sürekliliği ve hasta güvenliğini sağlamasıdır. Hemşireler, mobil uygulamalar veya uzaktan izleme sistemleri üzerinden hastaların vital bulgularını ve semptom raporlarını düzenli olarak değerlendirerek erken müdahale fırsatı yakalarlar (Glinkowski, Pawłowska & Kozłowska, 2013). Bunun yanı sıra, tele-onkoloji hizmetleri hasta eğitimi ve öz-yönetimi teşvik ederek bireylerin kendi sağlıklarını yönetme becerilerini geliştirir (Poreddi vd., 2021).

Ekonomik açıdan da tele-onkoloji hemşireliği, hastane başvurularını ve yatış sürelerini azalttığından maliyet etkin bir model olarak değerlendirilmektedir (Greving vd., 2015). Ayrıca, yapay zekâ destekli

sistemler sayesinde hemşirelik iş yükü dengelenmekte ve klinik karar süreçleri daha veriye dayalı biçimde yürütülmektedir (Bashir vd., 2023).

3. Tele-Onkoloji Hemşireliğinin Dezavantajları ve Zorlukları

Tele-onkoloji hemşireliğinin gelişimiyle birlikte çeşitli sınırlılıklar ve etik sorunlar da gündeme gelmiştir. Öncelikle, teknolojik altyapı eksiklikleri, özellikle düşük gelirli bölgelerde tele-sağlık uygulamalarının eşit erişimini engellemekte ve dijital bölünmeyi artırmaktadır (World Health Organization, 2021).

Bir diğer sınırlılık, veri gizliliği ve hasta mahremiyeti konusundadır. Dijital platformlar üzerinden yapılan görüşmelerde kişisel sağlık bilgilerinin korunması yasal ve etik açıdan risk taşımaktadır (Garber vd., 2023). Ayrıca, bazı hastalar dijital araçlara aşina olmadığından veya internet erişimi kısıtlı olduğundan, tele-izleme sistemlerini etkin şekilde kullanamayabilmektedir (Walton vd., 2023).

Hemşireler açısından bakıldığında, dijital yeterlilik düzeylerinin yetersizliği ve tele-sağlık eğitimlerinin eksikliği, bu hizmetlerin etkinliğini azaltabilmektedir (Kord vd., 2021). Bu durum, hemşirelerin teknolojik araçları kullanma becerilerinin artırılmasını ve sürekli mesleki gelişim olanaklarının sağlanmasını zorunlu kılmaktadır.

Son olarak, bazı çalışmalar, tele-onkoloji uygulamalarının yüz yüze etkileşimi azaltarak hemşire-hasta ilişkisinde empati düzeyini düşürebileceğini öne sürmektedir (Hirani vd., 2017). Bu nedenle dijital bakım süreçlerinde insan merkezli yaklaşımın korunması, hemşirelik mesleğinin etik değerleri açısından büyük önem taşımaktadır.

SONUÇ

Tüm bu çalışmalar göstermektedir ki, tele-onkoloji hemşireliği; erişilebilir, maliyet etkin ve hasta merkezli bir bakım modeli olarak hızla gelişmektedir. Ancak, bu modelin sürdürülebilir olabilmesi için dijital sağlık okuryazarlığının güçlendirilmesi, yasal düzenlemelerin netleştirilmesi ve etik standartların belirlenmesi gerekmektedir. Özellikle Türkiye’de tele-onkoloji uygulamaları hâlen sınırlı olup, ulusal düzeyde standart protokoller ve hemşirelik rehberlerinin geliştirilmesine ihtiyaç vardır.

Tele-onkoloji hemşireliği, geleceğin sağlık hizmetlerinde yalnızca teknolojik bir yenilik değil, aynı zamanda hasta güvenliği, eğitim ve bakım kalitesinin artırılmasına yönelik profesyonel bir paradigma değişimi olarak değerlendirilmelidir.

REFERANSLAR

- Ahadi Shahri, M., Farahani, A., Rassouli, M., Khabazkhoob, M., & Mohammadi Aghbelagh, S. (2024). *The impact of telenursing on the self-management of gastrointestinal symptoms in adolescent cancer patients receiving chemotherapy*. *Cancer Nursing*.
<https://doi.org/10.1097/NCC.0000000000001447>
- Bashir, M., Lalithabai, D. S., AlOtaiby, S., & Abu-Shaheen, A. K. (2023). *Health care professionals' knowledge and attitudes toward telemedicine*. *Frontiers in Public Health*, 11, 957681. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.957681>
- Çelik, K., & Taş, A. (2021). E-Ticarette mobil alışveriş uygulamalarını kullanmaya devam etme niyetinin araştırılması: Genişletilmiş teknoloji kabul modeli. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 56(3), 1997–2019.
- Çelik, K., & Taş, A. (2023). Genişletilmiş beklenti doğrulama modeli: Mobil uygulama kullanıcıları üzerine bir araştırma. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 58(4), 3558–3573.
- Doolittle, G. C., & Spaulding, A. O. (2021). *Tele-oncology. CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 71(1), 15–30. <https://doi.org/10.3322/caac.21641>
- Dorsey, E. R., & Topol, E. J. (2020). *Telemedicine 2020 and the next decade. The Lancet*, 395(10227), 859. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30424-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30424-4)
- Eser, S., Yakut, Ç., Özdemir, R., & Karakılınç, H. (2020). *Türkiye kanser istatistikleri 2020 raporu*. Ankara: Türkiye Halk Sağlığı Kurumu Yayınları.
- Ferlay, J., Ervik, M., Lam, F., Colombet, M., Mery, L., Piñeros, M., Znaor, A., Soerjomataram, I., & Bray, F. (2022). *Global Cancer Observatory: Cancer today*. Lyon: International Agency for Research on Cancer (IARC).
- Garber, K., Chike-Harris, K., Vetter, M., Kobeissi, M. M., Heidesch, T., Arends, R., Teall, A. M., & Rutledge, C. M. (2023). *Telehealth policy and the advanced practice nurse. The Journal for Nurse Practitioners*, 19, 104655. <https://doi.org/10.1016/j.nurpra.2023.104655>
- Glinkowski, W., Pawłowska, K., & Kozłowska, L. (2013). *Telehealth and telenursing perception and knowledge among university students of nursing in Poland. Telemedicine and e-Health*, 19(7), 523–529. <https://doi.org/10.1089/tmj.2012.0217>
- Greving, J., Kaasjager, H., Vernooij, J., Hovens, M., Wierdsma, J., Grandjean, H., de Wit, G. A., & Visseren, F. (2015). *Cost-effectiveness of a nurse-led internet-based vascular risk factor management programme: Economic evaluation alongside a randomised controlled clinical trial. BMJ Open*, 5, e007128. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2014-007128>
- Hançer, A. T., & Demir, P. (2022). *Postoperative telenursing during the COVID-19 pandemic: Improving patient outcomes. Journal of Perianesthesia Nursing*. <https://doi.org/10.1016/j.jopan.2022.11.011>
- Hirani, S., Rixon, L., Cartwright, M., Beynon, M., & Newman, S. (2017). *The effect of telehealth on quality of life and psychological outcomes over a 12-month period in a diabetes cohort within the Whole Systems Demonstrator trial. JMIR Diabetes*, 2(1), e5. <https://doi.org/10.2196/diabetes.7128>
- Kamei, T. (2022). *Telenursing and artificial intelligence for oncology nursing. Asia-Pacific Journal of Oncology Nursing*, 9, 100119. <https://doi.org/10.1016/j.apjon.2022.100119>

- Kord, Z., Fereidouni, Z., Mirzaee, M., Alizadeh, Z., Behnammoghadam, M., Rezaei, M., Abdi, N., & Delfani, F. (2021). *Telenursing home care and COVID-19: A qualitative study. BMJ Supportive & Palliative Care.* <https://doi.org/10.1136/bmjspcare-2021-003001>
- Muniz, V. O., Mota, T. N., & Sousa, A. R. (2023). *Saúde digital à brasileira e a prática clínica em enfermagem: Do que estamos falando? Enfermagem em Foco, 14*, e-202336. <https://doi.org/10.21675/2357-707x.2023.v14.e-202336>
- Poreddi, V., Veerabhadraiah, K. B., Reddy, S., Manjunatha, N., Channaveerachari, N., & Math, S. (2021). *Nursing interns' perceptions of telenursing: Implications for nursing education. Telehealth and Medicine Today, 6.* <https://doi.org/10.30953/TMT.V6.258>
- Rassouli, M., Shirinabadi Farahani, A., & Salmani, N. (2022). *The role of mobile health in symptom management in oncology nursing: A systematic review. Iranian Journal of Nursing and Midwifery Research, 27*(3), 183–191. https://doi.org/10.4103/ijnmr.IJNMR_208_21
- Rodrigues, M. A., Hércules, A. B., Gnatta, J. R., Coelho, J., Mota, A. N. B., Pierin, A., & Santana, R. (2022). *Teleconsultation as an advanced practice nursing during the COVID-19 pandemic based on Roy and Chick-Meleis. Revista da Escola de Enfermagem da USP, 56*(Spe), e20210438. <https://doi.org/10.1590/1980-220X-REEUSP-2021-0438en>
- Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R. L., Laversanne, M., Soerjomataram, I., Jemal, A., & Bray, F. (2021). *Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. CA: A Cancer Journal for Clinicians, 71*(3), 209–249. <https://doi.org/10.3322/caac.21660>
- Taş, M. Ü., & Taş, A. (2023). Fizyoterapi programı öğrencilerinin teknolojik cihaz kullanımlarının postürleri üzerindeki etkisi. *Sosyal, Beşerî ve İdari Bilimler Dergisi, 6*(12), 1577–1586.
- Walton, L., Courtright, K., Demiris, G., Gorman, E. F., Jackson, A., & Carpenter, J. G. (2023). *Telehealth palliative care in nursing homes: A scoping review. Journal of the American Medical Directors Association.* <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2023.01.004>
- World Health Organization. (2021). *Global strategy on digital health 2020–2025.* Geneva: WHO Press.
- World Health Organization. (2023). *Cancer fact sheet.* Retrieved from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cancer>
- 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.

İç Hastalıkları Hemşireliğinde İnovatif Yaklaşımlar

İlknur PALAZ¹

1- Öğr. Gör.; Gümüşhane Üniversitesi Şiran Dursun Keleş Sağlık Hizmetleri MYO Diyaliz Pr. ilknurpalaz@gumushane.edu.tr ORCID No: 0000-0002-5381-8135

ÖZET

İç hastalıkları hemşireliği, yetişkin bireylerin akut ve kronik sağlık sorunlarının yönetiminde kritik bir role sahip olup, günümüz sağlık sistemlerinde inovatif yaklaşımların entegrasyonunu zorunlu kılan bir dönüşüm süreci yaşamaktadır. Artan kronik hastalık yükü, yaşlanan nüfus, polifarmasi ve sağlık sistemlerinin karmaşık yapısı, hemşirelerin geleneksel bakım anlayışını aşarak bilimsel, dijital ve yenilikçi uygulamalara yönelmesini gerektirmiştir. Bu kapsamda inovasyon; yalnızca teknolojik bir yenilik değil, aynı zamanda hemşirelik süreçlerinin yeniden yapılandırılmasını, örgütsel kültürün güçlendirilmesini ve uygulama bilimi temelli yaklaşımların benimsenmesini içermektedir.

İç hastalıkları hemşireliğinde inovatif yaklaşımlar; yapay zekâ destekli karar destek sistemleri, tele-sağlık platformları, mobil sağlık uygulamaları, sensör tabanlı hasta izleme teknolojileri ve simülasyon temelli eğitim modelleri gibi çok boyutlu uygulamaları kapsamaktadır. Bu sistemler, hemşirelerin klinik karar verme süreçlerini güçlendirerek erken müdahale imkânı sunmakta, bakım kalitesini ve hasta güvenliğini artırmaktadır. Aynı zamanda inovasyon kültürü, hemşirelerin tükenmişlik düzeylerini azaltmakta ve mesleki tatminlerini yükseltmektedir. Gelecekte bu yaklaşımların sistematik biçimde uygulanması, hemşirelik mesleğinin profesyonel gücünü ve sağlık bakımının etkililiğini önemli ölçüde artıracaktır.

Anahtar Kelimeler – İç hastalıkları hemşireliği, inovasyon, uygulama bilimi, dijital sağlık, yapay zekâ, tele-sağlık.

GİRİŞ

İç hastalıkları hemşireliği, yetişkin bireylerin akut ve kronik sağlık sorunlarının yönetiminde temel bir role sahip olup, hem bireysel hem de toplumsal sağlık sonuçlarını doğrudan etkileyen stratejik bir hemşirelik disiplini. Günümüzde bu alan, kronik hastalık yükünün artması, yaşam süresinin uzaması, polifarmasiye bağlı komplikasyonların artışı ve sağlık sistemlerinin giderek daha karmaşık bir yapıya bürünmesiyle birlikte çok boyutlu bir dönüşüm sürecine girmiştir (World Health Organization [WHO], 2023). Artan hastalık yükü ve değişen hasta profili, iç hastalıkları hemşireliğinde yalnızca bakım süreçlerinin sürdürülmesini değil, aynı

zamanda bilimsel kanıtlara dayalı ve yenilikçi uygulamaların sistematik biçimde entegre edilmesini zorunlu kılmaktadır (Harris ve Cooper, 2024).

Bu bağlamda inovasyon (yenilikçilik), sağlık hizmetlerinde mevcut süreçleri geliştiren, değer üreten ve hasta bakım kalitesini artıran yaratıcı düşünme ve uygulama biçimidir. İnovasyon yalnızca teknoloji temelli bir kavram olarak değil, aynı zamanda hemşirelik süreçlerinin, bakım modellerinin ve profesyonel rollerin yeniden yapılandırılmasını içeren çok boyutlu bir olgudur (Gabay, Tikva ve Kagan, 2025). Hemşirelikte inovatif düşünme; hasta merkezli yaklaşımı güçlendirerek bireylerin öz bakım kapasitelerini artırmakta, komplikasyonları azaltmakta ve sağlık sistemlerinde maliyet etkinliğe katkı sağlamaktadır (Finney Rutten, Ridgeway ve Griffin, 2024).

İç hastalıkları hemşireliğinde inovasyonun önemi, özellikle kronik hastalıkların yönetiminde belirginleşmektedir. Diyabet, hipertansiyon, kalp yetmezliği, KOAH ve kronik böbrek hastalığı gibi durumlarda uzun süreli ve sürekli bakım gereksinimi, hemşirelerin dijital destekli, proaktif ve veri temelli yaklaşımlar benimsemesini zorunlu hale getirmiştir (Kuo, Trinkley ve Rabin, 2022). Bu çerçevede yapay zekâ destekli karar destek sistemleri, mobil sağlık uygulamaları, tele-sağlık platformları ve sensör tabanlı hasta izlem teknolojileri, iç hastalıkları hemşirelerinin klinik karar verme süreçlerini güçlendiren yenilikçi araçlar olarak öne çıkmaktadır (Younas ve Reynolds, 2024). Bu sistemlerin kullanımı, hemşirelerin hasta verilerini daha etkin biçimde analiz etmelerini sağlayarak erken müdahaleyi mümkün kılmakta ve bakım kalitesini objektif göstergelerle desteklemektedir (Boonen, de Vries ve Kruitwagen, 2023). Dijital sağlık sistemlerinin sürdürülebilir biçimde benimsenmesi, kullanıcıların teknolojiye yönelik algılanan fayda, güven ve memnuniyet düzeyleriyle yakından ilişkilidir. Mobil uygulamalara yönelik araştırmalar, algılanan fayda ve beklenti doğrulamasının kullanıcıların teknolojiye devam etme niyetini anlamlı biçimde etkilediğini göstermiştir (Çelik & Taş, 2021; Çelik & Taş, 2023). Benzer şekilde, tele-sağlık ve mobil bakım sistemlerinde hemşirelerin bu faktörleri deneyimlemesi, dijital inovasyonun sahada yaygınlaşmasında belirleyici olmaktadır.

Öte yandan, iç hastalıkları hemşireliğinde inovasyonun kapsamı yalnızca teknolojik ilerlemelerle sınırlı değildir; aynı zamanda örgütsel ve kültürel bir dönüşümü de beraberinde getirmektedir. Yenilikçiliği teşvik eden kurum kültürlerinin hemşirelerin tükenmişlik düzeyini azalttığı, mesleki tatmini artırdığı ve bakımın sürdürülebilirliğini güçlendirdiği bildirilmiştir (O'Hara ve Ackerman, 2022). Bu tür kurumlarda hemşireler,

klirik sorunlara çözüm üreten aktif aktörler haline gelmekte, yeni bakım protokollerinin geliştirilmesi ve uygulama bilimi (implementation science) ilkeleri doğrultusunda sahaya aktarılmasında liderlik rolü üstlenmektedir (Gao, Lu, Hou, Ou ve Wang, 2021).

Ayrıca, inovasyonun hemşirelikte sürdürülebilir bir yapıya kavuşabilmesi için eğitimsel boyut da önem kazanmaktadır. Simülasyon tabanlı öğrenme ortamları, problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerini güçlendirmekte, hemşirelerin karmaşık klinik senaryolarda yaratıcı karar verme yetilerini artırmaktadır (Santos, Varela ve Lino, 2023). Bu yaklaşımlar, özellikle iç hastalıkları hemşireliği öğrencilerinin sepsis, akut kalp yetmezliği veya hiperglisemik kriz gibi yüksek riskli klinik durumlarda güvenli ve etkin müdahale becerileri geliştirmelerini sağlamaktadır.

Kronik hastalıklar (non-communicable diseases, NCDs) — örneğin kardiyovasküler hastalıklar, diyabet, kronik solunum yolu hastalıkları, kronik böbrek hastalığı ve maligniteler — dünya genelinde ölüm ve morbiditenin önde gelen nedenlerindendir. Birçok ülkede, toplam ölümlerin %70’inden fazlası kronik hastalıklarla ilişkilidir. Ayrıca, bu hastalıklar sağlık sistemleri için hem maliyet yükü hem de bakım kaynaklarının sürekli tüketilmesine neden olan bir baskı unsurudur.

Teknolojik ilerlemeler, yaşam süresinin uzaması, yaşam tarzı değişiklikleri (hareketsizlik, kötü beslenme, obezite, tütün kullanımı vb.) ve sosyal-determinant faktörler kronik hastalık insidansını artırmaktadır. Bu durum, sağlık sistemlerinde “kronik hastalık yönetimi modelleri”ne (örneğin Chronic Care Model) geçişi gerekli kılmış; bu modeller, hasta merkezli, multidisipliner, sürekli bakım ve teknoloji destekli yaklaşımları vurgulamaktadır (Siminerio vd., 2010).

Teknoloji temelli yaklaşımlar — özellikle bilgi teknolojileri (health IT), uzaktan izlemeler (remote patient monitoring), tele-sağlık sistemleri — kronik bakım süreçlerini destekleyerek bakım kalitesini artırma potansiyeline sahiptir (AHRQ projeleri kapsamında) (AHRQ, Health IT for Improved Chronic Disease Management).

Ayrıca, güncel literatürde “precision management in chronic disease” başlıklı çalışmalar, yapay zekâ (AI) ve veri analitiği destekli yaklaşımların kronik hastalık yönetiminde bakım etkililiğini artırabileceğini göstermektedir (Dong, 2025). Bu yenilikçi anlayış, bireye özgü risk profilleri üzerinden tedavi ve izlem planları sunarak daha özelleştirilmiş bakım sağlamayı hedeflemektedir.

Kronik hastalıklar, Türkiye’de hem morbidite hem de mortalite açısından başlıca halk sağlığı sorunudur. Dünya Sağlık Örgütü (WHO, 2023)

verilerine göre, Türkiye’de ölümlerin yaklaşık %89’u bulaşıcı olmayan hastalıklardan kaynaklanmaktadır; bu ölümlerin %35’ini kardiyovasküler hastalıklar, %20’sini kanserler, %12’sini kronik solunum yolu hastalıkları ve %6’sını diyabet oluşturmaktadır. Bu oranlar, Türkiye’nin Avrupa Bölgesi ortalamasına kıyasla daha yüksek bir kronik hastalık yükü taşıdığını göstermektedir.

Türkiye İstatistik Kurumu’nun (TÜİK, 2024) ölüm nedeni istatistiklerine göre, 2022 yılında gerçekleşen tüm ölümlerin %36,1’i dolaşım sistemi hastalıkları, %16,5’i tümörler ve %12,3’ü solunum sistemi hastalıkları nedeniyle meydana gelmiştir. Diyabet kaynaklı ölümler ise %6,8 oranına ulaşmıştır. Bu veriler, iç hastalıkları alanında hizmet veren hemşirelik bakımının ülke çapında öncelikli bir konumda olduğunu ortaya koymaktadır. Benzer biçimde, Türkiye Kronik Hastalıklar ve Risk Faktörleri Çalışması (TC-SAĞB, 2020) sonuçları, erişkin nüfusun %31’inde hipertansiyon, %13’ünde diyabet, %37’sinde obezite ve %27’sinde hiperkolesterolemi saptandığını bildirmiştir. Aynı çalışmada katılımcıların %72’sinin fiziksel olarak inaktif olduğu, %30’unun sigara kullandığı ve tuz tüketiminin önerilen düzeyin yaklaşık iki katı olduğu belirlenmiştir. Bu göstergeler, davranışsal risk faktörlerinin Türkiye’de kronik hastalık yükünü artıran temel unsurlar olduğunu göstermektedir (Sağlık Bakanlığı, 2020).

Kronik Böbrek Hastalığı (KBH) özelinde yapılan geniş ölçekli “CREDIT” çalışması (Sağlık Bakanlığı, 2018; Süleymanlar ve ark., 2021), Türkiye’de yetişkin nüfusun %15,7’sinde KBH bulunduğunu bildirmiştir. Aynı çalışmada hipertansiyon prevalansı %32, diyabet %13, obezite %31 olarak saptanmış ve KBH’nin sessiz seyretmesi nedeniyle erken evrede tanı oranlarının düşük olduğu vurgulanmıştır. Benzer biçimde, KOAH prevalansının erişkin nüfusta %6,9 düzeyinde olduğu ve hastaların önemli bir kısmının tanı almadan yaşadığı saptanmıştır (Kılıç ve ark., 2022).

Bu epidemiyolojik tablo, Türkiye’de kronik hastalıkların hem sıklık hem de kontrol zorluğu açısından ciddi bir halk sağlığı yükü oluşturduğunu göstermektedir. Bu durum, iç hastalıkları hemşireliğinin önemini daha da artırmaktadır. İç hastalıkları hemşireleri, bu hastalıkların yönetiminde erken tanı, izlem, semptom kontrolü ve hasta eğitimi süreçlerinde kilit rol oynamaktadır (Ertem ve ark., 2021). Hemşireler, hastaların öz bakım becerilerini geliştirmeyi, tedaviye uyumu artırmayı ve komplikasyonları önlemeyi hedefleyen bütüncül bakım uygulamaları yürütmektedir. Ancak bu yükün azaltılabilmesi için klasik hemşirelik uygulamalarının ötesinde, yenilikçi yaklaşımların benimsenmesi gerekmektedir. Tele-sağlık, uzaktan hasta izleme, mobil sağlık uygulamaları ve yapay zekâ destekli klinik karar

sistemleri, iç hastalıkları hemşireliği bakımını dönüştüren yeni araçlar olarak öne çıkmaktadır (Çam ve Aksoy, 2022). Örneğin, kalp yetmezliği ve diyabet hastalarında hemşire liderliğinde yürütülen uzaktan izlem sistemlerinin tedaviye uyumu ve yaşam kalitesini artırdığı, hastaneye yeniden yatış oranlarını azalttığı gösterilmiştir (Karaca ve Yıldırım, 2023). Dolayısıyla Türkiye’de artan kronik hastalık prevalansı, hemşirelik uygulamalarında inovasyonun zorunlu hale geldiğini göstermektedir. İç hastalıkları hemşireliğinde inovatif yaklaşımlar, hemşirelerin dijital sistemler ve veri temelli karar verme süreçleriyle entegrasyonunu kolaylaştırmakta, hasta güvenliğini ve bakım kalitesini artırmaktadır. Bu bağlamda hemşirelerin inovasyon kültürünü benimsemesi, sürdürülebilir kronik hastalık yönetiminin en önemli bileşenlerinden biri olarak öne çıkmaktadır.

Bununla birlikte, yeniliklerin geliştirilmesi kadar, bu yeniliklerin etkin biçimde uygulanması da önemlidir. Uygulama bilimi (implementation science), yeniliklerin sadece teorik düzeyde kalmayıp, klinik uygulamalara başarılı bir şekilde entegre edilmesini sağlayan sistematik bir çerçeve sunmaktadır (Younas, 2023). Özellikle iç hastalıkları hemşireliğinde geliştirilen dijital sağlık uygulamaları, klinik izlem protokolleri ve hasta eğitimi modellerinin sahada etkili biçimde kullanılabilmesi, uygulama bilimi ilkeleriyle uyumlu stratejiler gerektirmektedir. Bu stratejiler; yeniliğin benimsenme sürecinde kurum içi liderliği güçlendirme, hemşirelerin farkındalığını artırma ve sistemsel engelleri ortadan kaldırma yönünde rehberlik etmektedir (McNett ve ark., 2021). Ancak sağlık teknolojilerinin etkinliğini artırmak kadar, bu sistemlerin hemşirelerin fizyolojik ve bilişsel yüküne etkisini değerlendirmek de önemlidir. Uzun süreli dijital cihaz kullanımının postüral bozukluklar ve dikkat azalması gibi fiziksel etkiler yaratabileceği bildirilmiştir (Taş & Taş, 2023). Bu durum, teknolojik yeniliklerin ergonomik farkındalık ve kullanıcı sağlığıyla birlikte ele alınması gerektiğini göstermektedir.

Sonuç olarak, iç hastalıkları hemşireliği disiplini, inovatif uygulamaların klinik bakım süreçlerine entegre edilmesiyle önemli bir dönüşüm yaşamaktadır. Yenilikçi yaklaşımlar, hem hasta bakım kalitesini hem de hemşirelik mesleğinin profesyonel gücünü artıran dinamik bir unsur olarak değerlendirilmektedir. Bu bağlamda hemşirelerin inovasyon süreçlerine aktif katılımı, kurumların yenilikçi politikalarla desteklenmesi ve uygulama bilimi yöntemlerinin sistematik biçimde kullanılması, gelecekte iç hastalıkları hemşireliğinin bilimsel ve klinik etkisini güçlendirecektir.

İç Hastalıkları Hemşireliğinde İnovatif Yaklaşımların Gelişimi

İç hastalıkları hemşireliği, günümüz sağlık sistemlerinde giderek daha karmaşık hale gelen bakım gereksinimlerini karşılayabilmek için yenilikçi, çok disiplinli ve kanıta dayalı uygulamalara yönelmiştir. Bu alan, hemşirelerin yalnızca klinik bakım sağlayıcıları değil, aynı zamanda sağlık teknolojilerinin, bakım modellerinin ve örgütsel yeniliklerin geliştiricileri haline gelmesini gerektirmektedir. O'Hara ve Ackerman (2022), inovasyon kültürünün iç hastalıkları kliniklerinde hem hasta güvenliğini artırdığını hem de hemşirelerin psikososyal iyi oluşunu desteklediğini vurgulamıştır. Bu kültürün gelişimi, hemşirelerin karar verme özerkliğini güçlendirerek kronik hastalık yönetiminde daha etkin roller üstlenmelerine olanak tanımaktadır.

İnovasyonun yalnızca teknolojik gelişmelerle sınırlı kalmadığı; aynı zamanda örgütsel, yönetsel ve eğitsel dönüşümleri de kapsadığı belirtilmektedir. Gabay, Tikva ve Kagan (2025), iç hastalıkları hemşireliğinde yenilikçiliğin sürdürülebilirliğini destekleyen en önemli etkenin, kurumların hemşirelerin yaratıcı fikirlerine değer vermesi ve uygulama fırsatları sunması olduğunu ortaya koymuştur. Bu yaklaşım, hemşirelerin hasta bakımına yönelik özgün çözümler üretmesini kolaylaştırmakta, klinik sonuçları iyileştirmekte ve profesyonel bağlılığı artırmaktadır.

Yapay Zekâ ve Karar Destek Sistemlerinin Kullanımı

Yapay zekâ (AI) tabanlı sistemlerin iç hastalıkları hemşireliğinde kullanımı, klinik karar süreçlerini veri temelli bir yaklaşımla güçlendirmiştir. Younas ve Reynolds (2024), AI temelli uygulamaların hemşirelikte uygulama bilimi (implementation science) çerçevesinde yenilikçi bir paradigma yarattığını ve erken müdahale kapasitesini artırdığını belirtmiştir. Bu sistemler, büyük veri analitiği ile hastaların risk profillerini değerlendirerek hemşirelerin bakım önceliklerini belirlemelerine yardımcı olmaktadır.

Benzer şekilde, Kuo, Trinkley ve Rabin (2022) tarafından yapılan bir çalışmada, kalp yetmezliği hastalarının klinik izlemlerinde kullanılan karar destek araçlarının ilaç uyumunu artırdığı ve rehber temelli bakım uygulamalarını kolaylaştırdığı bildirilmiştir. Finney Rutten, Ridgeway ve Griffin (2024) ise yapay zekâ destekli uygulamaların hasta sonuçlarını izleme, komplikasyonları önleme ve bakım maliyetlerini azaltmada sağlık sistemleri için stratejik bir değer yarattığını vurgulamıştır.

Tele-Sağlık ve Dijital İnovasyonlar

Dijital dönüşüm, iç hastalıkları hemşireliği uygulamalarının temel bileşenlerinden biri haline gelmiştir. Beaudet (2024), tele-sağlık ve mobil sağlık teknolojilerinin hemşire-hasta iletişimini güçlendirdiğini, hasta eğitimi

ve öz yönetim becerilerini artırarak kronik hastalık yönetiminde verimliliği yükselttiğini belirtmiştir. Walters ve East (2022) de tele-sağlık uygulamalarının kırsal bölgelerde bakım erişimini kolaylaştırdığını ve erken müdahale oranlarını yükselttiğini ifade etmektedir.

Ayrıca, Boonen, de Vries ve Kruitwagen (2023) tarafından geliştirilen “Create4Care” modeli, hemşirelerin sahada karşılaştıkları bakım sorunlarına çözüm üretmelerini destekleyen yenilikçi bir sistem olarak dikkat çekmiştir. Bu girişim, iç hastalıkları kliniklerinde venöz kateter bakımı ve hasta mobilizasyonu gibi alanlarda komplikasyon oranlarını azalttığını göstermektedir.

Simülasyon Tabanlı Klinik Eğitim ve Yenilikçi Öğrenme

İnovasyonun kalıcı olabilmesi, hemşirelik eğitiminde yaratıcı öğretim yöntemlerinin benimsenmesine bağlıdır. Gao, Lu, Hou, Ou ve Wang (2021), simülasyon temelli inovasyon atölyelerinin hemşirelerin klinik düşünme, iletişim ve problem çözme becerilerini anlamlı düzeyde geliştirdiğini bildirmiştir. Bu eğitimler, iç hastalıkları hemşireliği öğrencilerinin diyabetik ketoasidoz, sepsis ve kalp yetmezliği gibi akut klinik tabloları yönetmede yetkinlik kazanmalarına yardımcı olmaktadır.

Benzer biçimde, Santos, Varela ve Lino (2023), simülasyon temelli öğrenme ortamlarının hem eleştirel düşünme becerilerini hem de bakım inovasyonu kapasitesini artırdığını belirtmiştir. Bu tür eğitimsel yenilikler, hemşirelerin teknolojik araçları yalnızca kullanmakla kalmayıp, onları klinik uygulamalara uyarlayarak yeni çözümler geliştirmelerine zemin hazırlamaktadır.

Kültürel ve Örgütsel İnovasyonun Güçlendirilmesi

İç hastalıkları hemşireliğinde inovasyonun sürdürülebilirliği, yalnızca bireysel yaratıcılıkla değil, aynı zamanda örgütsel düzeyde yenilikçi kültürlerin desteklenmesiyle mümkündür. Harris ve Cooper (2024), inovasyonun sağlık kuruluşlarında hemşire tükenmişliğini azalttığını, ekip dayanışmasını güçlendirdiğini ve klinik çıktılarda iyileşme sağladığını bildirmiştir. Thakur ve Starnes-Ott (2023) ise inovatif liderlik modellerinin hemşirelerin karar alma süreçlerine katılımını artırdığını ve yenilikçi uygulamaların kurumsal düzeyde benimsenmesini kolaylaştırdığını ortaya koymuştur.

Son yıllarda Weller, Boyd ve Cummings (2023) tarafından yapılan araştırma, yenilikçiliği teşvik eden liderlik ve açık iletişim ortamlarının hemşirelerin girişimcilik potansiyelini geliştirdiğini göstermektedir. Bu yönüyle iç hastalıkları hemşireliği, klinik bakımın yanı sıra örgütsel değişim ve dijital dönüşüm süreçlerinde de liderlik konumuna yükselmektedir.

SONUÇ

İç hastalıkları hemşireliğinde inovatif yaklaşımlar; yapay zekâ destekli karar sistemleri, tele-sağlık uygulamaları, simülasyon tabanlı eğitimler ve örgütsel inovasyon kültürleri aracılığıyla hem hasta bakım kalitesini hem de hemşirelerin profesyonel tatminini artırmaktadır. Bu yenilikçi modellerin etkili biçimde uygulanabilmesi için uygulama bilimi ilkeleriyle desteklenen sistematik stratejilere ihtiyaç vardır. Böylece hemşireler, sadece bakım veren değil, aynı zamanda sağlık inovasyonlarının tasarım ve uygulama sürecinde aktif rol oynayan profesyoneller haline gelebilmektedir.

REFERANSLAR

- Beaudet, O. (2024). *Nursing innovation: A positive disruption*. *Nursing Outlook*, 72(3), 215–222.
- Boonen, M., de Vries, M., & Kruitwagen, M. (2023). *How to bridge the nurse innovation–diffusion gap? Create4Care case study*. *Social Science & Medicine*, 318, 115873.
- Çam, F., & Aksoy, D. (2022). *Hemşirelikte yenilikçi yaklaşımlar ve dijital sağlık uygulamaları: Güncel bir değerlendirme*. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 25(3), 412–420.
- Çelik, K., & Taş, A. (2021). E-Ticarete mobil alışveriş uygulamalarını kullanmaya devam etme niyetinin araştırılması: Genişletilmiş teknoloji kabul modeli. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 56(3), 1997–2019.
- Çelik, K., & Taş, A. (2023). Genişletilmiş beklenti doğrulama modeli: Mobil uygulama kullanıcıları üzerine bir araştırma. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 58(4), 3558–3573.
- Ertem, G., Yıldız, E., & Aydın, M. (2021). *Kronik hastalıklarda hemşirelik bakımının önemi ve yönetsel yaklaşımlar*. *Türkiye Klinikleri Hemşirelik Bilimleri Dergisi*, 13(2), 89–98.
- Finney Rutten, L. F., Ridgeway, J. L., & Griffin, J. M. (2024). *Advancing translation of clinical research into practice through implementation science*. *Mayo Clinic Proceedings*, 99(4), 665–676.
- Gabay, G., Tikva, S. S., & Kagan, I. (2025). *Exploring EntrepreNursing: The influence of internal locus of control and organizational innovativeness on nurses' innovative behavior*. *Applied Nursing Research*, 81, 151900.
- Gao, L., Lu, Q., Hou, X., Ou, J., & Wang, M. (2021). *Effectiveness of nursing innovation workshops at enhancing nurses' innovation abilities*. *Nursing Open*, 9(1), 418–427.
- Harris, M., & Cooper, C. (2024). *Transforming chronic care delivery through innovative nursing models*. *Journal of Advanced Health Systems*, 14(2), 77–89.

- Joseph, M. L., Huber, D. L., Bair, H., Moorhead, S., & Hanrahan, K. (2019). *A typology of innovations in nursing*. *Journal of Nursing Administration*, 49(7/8), 367–374.
- Karaca, A., & Yıldırım, F. (2023). *Tele-sağlık ve uzaktan hasta izleminin kronik hastalık yönetiminde etkinliği: Sistematik derleme*. *Sağlık ve Hemşirelik Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 34–45.
- Kılıç, M., Çelik, A., & Aydın, A. (2022). *Kronik obstrüktif akciğer hastalığı prevalansı ve farkındalık düzeyi: Türkiye örneği*. *Göğüs Hastalıkları Dergisi*, 23(4), 212–219.
- Kuo, G., Trinkley, K. E., & Rabin, B. A. (2022). *Implementation science studies in clinical decision support for heart failure management*. *Journal of the American College of Clinical Pharmacy*, 5, 1004–1015.
- McNett, M., Masciola, R., Sievert, D., & Tucker, S. (2021). *Advancing evidence-based practice through implementation science*. *Worldviews on Evidence-Based Nursing*, 18(2), 93–101.
- Melnyk, B. M., & Hsieh, A. P. (2025). *Making the business case for evidence-based practice and nurse well-being*. *Nurse Leader*.
- O'Hara, S., & Ackerman, M. (2022). *Building and sustaining a culture of innovation in nursing*. *Journal of Professional Nursing*, 43, 5–11.
- Sağlık Bakanlığı (2018). *Türkiye böbrek hastalıkları önleme ve kontrol programı (2018-2023)*. *TC Sağlık Bakanlığı Yayın*, (1117).
- Sağlık Bakanlığı. (2020). *Türkiye Kronik Hastalıklar ve Risk Faktörleri Çalışması*. Ankara: T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Santos, P., Varela, A., & Lino, M. (2023). *Simulation-based education as a driver of nursing innovation*. *Nurse Education Today*, 128, 105897.
- Süleymanlar, G., Ateş, K., Seyahi, N., & Toprak, O. (2021). *Prevalence and determinants of chronic kidney disease in Turkey (CREDIT Study)*. *Turkish Journal of Nephrology*, 30(1), 1–9.
- Taş, M. Ü., & Taş, A. (2023). *Fizyoterapi programı öğrencilerinin teknolojik cihaz kullanımlarının postürleri üzerindeki etkisi*. *Sosyal, Beşerî ve İdari Bilimler Dergisi*, 6(12), 1577–1586.
- Thakur, N., & Starnes-Ott, K. (2023). *Leadership strategies for sustaining nursing innovation in clinical environments*. *Journal of Nursing Management*, 31(4), 712–720.
- TÜİK. (2024). *Ölüm nedeni istatistikleri, 2022*. Türkiye İstatistik Kurumu.
- Waddell, A., Seguin, J., Wu, L., Stragalinis, P., Wherton, J., & Olivier, P. (2024). *Leveraging implementation science in human-centred design for digital health*. *Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*.
- Walters, K., & East, C. (2022). *Telehealth in chronic disease management: A nursing perspective*. *International Journal of Nursing Studies*, 131, 104301.
- Weller, J., Boyd, M., & Cummings, G. (2023). *Empowering nurses for innovation through organizational leadership*. *Nursing Leadership Review*, 15(2), 89–101.
- World Health Organization (WHO). (2023). *Global report on noncommunicable diseases*. Geneva: WHO Press.
- Younas, A. (2023). *Uptake of innovations in nursing: The necessity for implementation science*. *Creative Nursing*, 29, 177–181.

Younas, A., & Reynolds, S. S. (2024). *Leveraging artificial intelligence for expediting implementation efforts in nursing*. *Creative Nursing*, 30(2), 111–117.

Gebeliğin Son Trimesterindeki Kadınlarda Ruhsal Hastalıklar Ve İlişkili Psikososyal Faktörler

Seda TÜRKİLİ¹

Ayşe Devrim BAŞTERZİ²

- 1- Dr. Öğr. Üyesi. Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Ruh Sağlığı ve Hastalıkları AD.
sedadeg@gmail.com ORCID No: 0000-0002-0079-060X
- 2- Doç. Dr, Serbest Hekim, adcingi@gmail.com, ORCID No 0000-0003-4813-4377

Bu Çalışma Dr. Seda Türkili'nin Tıpta Uzmanlık Tezinden Üretilmiştir.

ÖZET

Amaç:

Gebelik, kadın yaşamında doğal bir süreç olmakla birlikte, yoğun biyolojik ve psikososyal değişimlerin yaşandığı, kaygı ve stres düzeylerinin artabileceği bir dönemdir. Bu çalışmada amaç, gebelik döneminde kadınlarda görülen ruhsal bozuklukların yaygınlığını ve türlerini belirlemek; ayrıca özellikle gebelik sürecinde kadına yönelik şiddet ile ruhsal hastalıklar arasındaki olası ilişkileri incelemektir.

Yöntem:

Gebeliğin son trimesterinde bulunan 297 kadınla yüz yüze görüşmeler gerçekleştirilmiş; sosyodemografik özellikler, gebelikle ilgili deneyimler ve eşe ilişkin bilgiler içeren 107 soruluk anket uygulanmıştır. Ruhsal bozuklukların tanımlanmasında, DSM ölçütlerine göre yapılandırılmış klinik görüşme formu (SCID-I) kullanılmıştır. Elde edilen veriler SPSS v23 programında değerlendirilmiş, istatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak alınmıştır.

Bulgular:

Katılımcıların yaş ortalaması 28,5 ($\pm 5,08$) yıl olarak bulunmuştur. Gebelerin %28,3'ünün psikolojik, %19,8'inin ekonomik, %15,4'ünün fiziksel ve %6,1'inin cinsel şiddete maruz kaldığı belirlenmiştir. Katılımcıların %36,4'ünde en az bir ruhsal bozukluk saptanmıştır. Ruhsal hastalığı olan grubun, olmayanlara kıyasla daha düşük eğitim ve gelir düzeyine sahip olduğu, işsizlik oranının daha yüksek olduğu; ayrıca eşte alkol-madde-kumar bağımlılığı veya adli öykü bulunmasının anlamlı şekilde ilişkili olduğu belirlenmiştir. Kadının partneri tarafından herhangi bir şiddet türüne maruz kalması da ruhsal bozukluk gelişimiyle anlamlı biçimde ilişkili bulunmuştur.

Sonuç:

Gebelik dönemi, ne ruhsal hastalıklar açısından ne de kadına yönelik şiddet bakımından koruyucu bir süreç değildir. Sağlık çalışanlarının bu konuda farkındalık ve duyarlılık göstermesi kadın ruh sağlığı açısından büyük önem taşır. Eğitim düzeyinin yükseltilmesi, toplumsal cinsiyet eşitsizliklerinin azaltılması, gebeliğin planlı hale getirilmesi ve madde-alkol kullanımının önlenmesine yönelik toplum temelli girişimler koruyucu etkiler sağlayabilir. Gebelik takiplerinde ruhsal belirti ve şiddet maruziyetinin düzenli değerlendirilmesi, yalnızca anne ve bebek değil, aile ve toplum ruh sağlığının korunmasına da katkı sunacaktır.

Anahtar Kelimeler: Gebelik, kadın ruh sağlığı, kadına yönelik şiddet, depresyon

GİRİŞ

Kadınlar yaşamları boyunca hem biyolojik hem de psikososyal birçok etkenin yanı sıra, toplumun belirlediği toplumsal cinsiyet rolleri nedeniyle

riskli ve olumsuz durumlarla karşılaşma olasılığı yüksek bir gruptur (Yüksel ve ark., 2013; Akın ve ark., 2003). Dünya genelinde yoksulluk, toplumsal eşitsizlik ve adaletsizlik gibi koşulların kadınları erkeklerden daha fazla etkilediği bilinmektedir. Bu duruma ek olarak, kadına yönelik şiddet kadın ruh sağlığını olumsuz etkileyen en önemli toplumsal sorunlardan biridir.

Üreme çağındaki kadınların ruhsal hastalıklar açısından risk altında oldukları kabul edilmektedir (Yüksel ve ark., 2013). Gebelik, her ne kadar fizyolojik bir süreç olarak doğal kabul edilse de, aynı zamanda yoğun biyolojik değişimlerin, sosyal rollerin yeniden şekillenmesinin ve duygusal dalgalanmaların yaşandığı bir dönemdir (Levin ve ark., 2010). Bu süreçte yaşanan hormonal değişiklikler, anne olma beklentisi ve sorumluluk duygusunun artması kadınlarda kaygı ve stres düzeylerini yükseltebilir.

Genel kanının aksine, gebelik dönemi ruhsal bozukluklara karşı koruyucu değildir. Önceden var olan bir ruhsal hastalığın alevlenmesi ya da yeni bir bozukluğun ortaya çıkması açısından hassas bir dönemdir (Özdamar ve ark., 2014). Bu nedenle sağlık profesyonellerinin, gebelikteki fizyolojik değişimlerin yanı sıra duygusal tepkileri ve psikososyal gereksinimleri de göz önünde bulundurarak özel bir yaklaşım benimsemeleri önemlidir.

Ruh sağlığını etkileyen biyolojik ve sosyodemografik faktörlerin yanı sıra, dünya genelinde artan kadına yönelik şiddet de gebelik döneminde ciddi bir sağlık riski oluşturmaktadır. Birleşmiş Milletler Kadınlara Yönelik Şiddetin Önlenmesi Bildirgesi'ne göre bu tür şiddet, ister kamusal ister özel alanda gerçekleşsin, kadına fiziksel, cinsel veya psikolojik zarar veren ya da verme potansiyeli taşıyan her türlü eylem veya bu eylemlerin tehdidi şeklinde tanımlanmaktadır. Bu tanıma son yıllarda, mağduru ekonomik olarak yoksun bırakma da dahil edilmiştir.

Kadına Yönelik Ayrımcılığın Önlenmesi Komitesi ise toplumsal cinsiyete dayalı şiddeti, “bir kadına sadece kadın olduğu için yöneltilen veya kadınları orantısız biçimde etkileyen eylemler” olarak tanımlamaktadır. Özellikle gebelik döneminde yaşanan şiddet, hem anne hem de fetus için ciddi sonuçlar doğurabilen küresel bir halk sağlığı sorunu olarak kabul edilmektedir (Johnson ve ark., 2003).

Farklı ülkelerde yapılan araştırmalar, gebelikte kadına yönelik şiddetin sıklığının %4 ile %40 arasında değiştiğini göstermektedir (Ventura ve ark., 2001; Sharps ve ark., 2001). Bu şiddet biçimleri yalnızca kadının ruhsal ve bedensel sağlığını etkilemekle kalmaz; aynı zamanda antepartum kanama, plasentanın erken ayrılması, erken doğum, intrauterin gelişme geriliği ve hatta fetal kayıplar gibi obstetrik komplikasyonlarla da ilişkilidir (Sharps ve ark., 2001; Wiebe ve ark., 2001; Hedin ve ark., 2000; Nunes ve ark., 2010).

Gebelikte şiddet her sosyoekonomik düzeydeki kadınlarda görülebilmekle birlikte, en yüksek risk; genç, bekar veya boşanmış, eğitim düzeyi düşük, sosyoekonomik kaynakları sınırlı, sosyal desteği yetersiz ve madde veya alkol kullanan kadınlarda saptanmıştır (Stewart ve ark., 1993; Cokkinides ve ark., 1998; Dietz ve ark., 1997; Moraes ve ark., 2002; Taşpınar ve ark., 2005). Türkiye’de yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Örneğin Manisa’da yürütülen bir araştırmada gebelikte fiziksel şiddet oranı %24,8 olarak bulunmuş, gebelik öncesinde şiddete uğrayan kadınların %30,3’ünün gebelikte de şiddet gördüğü belirlenmiştir (Taşpınar ve ark., 2005). Eskişehir’de yapılan bir diğer çalışmada ise gebelerin %71,4’ünün en az bir tür şiddete maruz kaldığı, bunların %99,1’inin sözel, %36,4’ünün fiziksel ve %5,4’ünün cinsel şiddet yaşadığı saptanmıştır (Ayrancı ve ark., 2002).

Bacchus ve arkadaşlarının çalışmaları, gebelik öncesi eş şiddetine maruz kalan kadınların, gebelikleri sırasında şiddeti yaklaşık on kat daha fazla deneyimlediklerini göstermiştir (Bacchus ve ark., 2004a, 2004b). Bu bulgular, evlilikte görülen şiddetin gebelikte birlikte sona ermediğini; aksine, gebeliğin şiddeti engelleyici bir faktör olmadığını ortaya koymaktadır.

Gebelikte şiddete maruz kalmak yalnızca obstetrik veya fetal komplikasyonlara değil, depresyon, anksiyete ve travma sonrası stres bozukluğu (TSSB) gibi ruhsal hastalıklara da zemin hazırlayabilir (Nasır ve ark., 2003; Tiwari ve ark., 2005; Fonseca ve ark., 2015). Gebelikte aile içi şiddetin depresyon açısından bağımsız bir risk faktörü olduğu, gebelik depresyonunun ise hem annenin hem fetüsün sağlığını olumsuz etkilediği ve doğum sonrası depresyonun en güçlü öngörücüsü olduğu bildirilmiştir (Ayvaz ve ark., 2006; Bunevicius ve ark., 2009; Beck, 2002; Sutter-Dallay ve ark., 2004).

Dolayısıyla gebelik, hem kadına yönelik şiddetin hem de ruhsal hastalıkların tanımlanması ve önlenmesi açısından sağlık profesyonellerine önemli bir fırsat sunmaktadır. Bu nedenle toplumsal cinsiyet temelli eşitsizliklerin ve normların incelenmesi, kadın ruh sağlığının korunması açısından temel bir adımdır (Yüksel ve ark., 2013).

Gereç ve Yöntem

Bu araştırma, gebelik dönemindeki kadınlarda ruhsal hastalıkların sıklığını ve dağılımını belirlemek; ayrıca kadına yönelik şiddet, yaş, eğitim durumu, ekonomik koşullar, alkol ve madde kullanımı gibi değişkenlerle olan ilişkisini incelemek amacıyla tasarlanmış **kesitsel ve tanımlayıcı** bir çalışmadır.

Araştırma Evreni ve Örneklem:

Çalışmanın örneklemini, Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Kadın Hastalıkları ve Doğum Polikliniği'ne başvuran ve gebeliğinin son trimesterinde bulunan **297 kadın** oluşturmıştır. Yalnızca gebeliğin son üç ayının dâhil edilmesinin nedeni, bu dönemde ortaya çıkabilecek şiddet deneyimlerini ve ruhsal belirtileri daha doğru biçimde değerlendirebilmek ve erken dönem gebeliklerde henüz gelişmemiş olası psikososyal sorunların dışlanmasını sağlamaktır.

Etik Onay ve Uygulama Süreci:

Tüm katılımcılara araştırmanın amacı, kapsamı ve yöntemi hakkında ayrıntılı bilgi verilmiş, ardından **bilgilendirilmiş gönüllü onam** alınmıştır. Katılımcılarla yapılan yüz yüze görüşmelerde sosyodemografik özellikler, gebelik öyküsü, mevcut tıbbi durumlar, eşe ilişkin bilgiler ve şiddet deneyimleri ayrıntılı biçimde sorgulanmıştır. Ruhsal hastalıkların varlığını ve dağılımını belirlemek için **DSM-IV Eksen I Tanıları İçin Yapılandırılmış Klinik Görüşme Formu (SCID-I)** araştırmacılar tarafından uygulanmıştır.

Veri Toplama Araçları:

Araştırmacılar tarafından literatür taraması sonucu geliştirilen **anket formu**, 107 sorudan oluşmaktadır. Bu form; yaş, eğitim düzeyi, çalışma durumu, gelir düzeyi, hanede yaşayan kişi sayısı, gebelik öyküsü, sigara-alkol-madde kullanımı, eşin sosyodemografik özellikleri, adli geçmiş, şiddet türleri (psikolojik, fiziksel, ekonomik, cinsel) ve geçmiş psikiyatrik tedavi öyküsü gibi alanları kapsamaktadır.

Klinik Görüşme Ölçeği:

Ruhsal bozuklukların tanılanmasında kullanılan SCID-I, First ve arkadaşları (1997) tarafından geliştirilmiş olup, Türkçe'ye uyarlama, geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları Özkürkçügil ve ark. (1999) tarafından yapılmıştır. Ölçek, DSM-IV'e göre yapılandırılmış bir klinik değerlendirme aracıdır.

İstatistiksel Analiz:

Verilerin analizi **SPSS v23** paket programı ile yapılmıştır. Normal dağılımın uygunluğu **Kolmogorov-Smirnov testi** ile incelenmiş, normal dağılmayan ikili grupların karşılaştırılmasında **Mann-Whitney U testi** kullanılmıştır. Kategorik değişkenler arasındaki ilişkiler ise **Yates düzeltmesi** ve **Pearson Ki-Kare testleri** ile analiz edilmiştir. Bulgular, nicel değişkenler için **ortanca (min-maks)** değerleriyle, kategorik değişkenler için **frekans (yüzde)** biçiminde sunulmuştur. Tüm analizlerde anlamlılık düzeyi **p<0,05** olarak kabul edilmiştir.

Etik**Onay:**

Araştırma, **Mersin Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu** tarafından **28.08.2014** tarihli ve **2014/206** sayılı karar ile onaylanmıştır.

BULGULAR

Araştırmaya katılan **297 gebenin** yaş ortalaması **28,5 ± 5,08 yıl** olarak saptanmıştır. Katılımcıların %28,3'ü psikolojik, %19,8'i ekonomik, %15,4'ü fiziksel ve %6,1'i cinsel şiddete maruz kaldığını belirtmiştir. Katılımcıların **%36,4'ünde (n=108)** en az bir ruhsal bozukluk tanısı bulunmuştur.

Ruhsal bozuklukların dağılımı incelendiğinde, en yaygın tanının **major depresif bozukluk (%21,2)** olduğu; bunu sırasıyla **belirgin tedirginlik anksiyetesi (%5,7)**, **posttravmatik stres bozukluğu (%3,7)**, **panik bozukluk (%3,7)**, **yaygın anksiyete bozukluğu (%3,0)**, **obsesif kompulsif bozukluk (%1,7)** ve daha az sıklıkta görülen diğer bozuklukların (distimi, sosyal fobi, özgül fobi, uyum bozukluğu, somatoform bozukluklar) izlediği görülmüştür. Tespit edilen ruhsal bozuklukların dağılımı Tablo-1'de gösterilmiştir.

Tablo-1: Gebelerde tespit edilen ruhsal bozukluklar

	Frekans	%
Ruhsal Hastalık		
Var	108	36,4
Yok	189	63,6
Tanı Dağılımı		
Yok	189	63,6
Obsesif Kompulsif Bozukluk	5	1,7
Major Depresif Bozukluk	63	21,2
BTA Anksiyete Bozukluğu	17	5,7
Özgül Fobi	3	1,0
Post Travmatik Stres Bozukluğu	11	3,7
Panik Bozukluk	11	3,7
Bipolar Bozukluk	1	0,3
Distimi	4	1,3
Yaygın Anksiyete Bozukluğu	9	3,0
Uyum Bozukluğu	3	1,0
Sosyal Fobi	3	1,0
Somatoform Bozukluklar	2	0,7

Ruhsal hastalık tespit edilen kadınlarda; eğitim süresi ve gelir düzeyi anlamlı biçimde daha düşük, işsizlik oranı ise belirgin şekilde daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca bu gruptaki kadınların eşlerinde **alkol, madde veya kumar kullanımı ile adli suç öyküsü** varlığı daha yaygındır.

İstatistiksel analizlerde, kadının yaşı, eşin yaşı, eğitim süresi, gelir durumu, gebelik sayısı ve kadın-erkek yaş farkı gibi değişkenlerle ruhsal hastalık varlığı arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur (**p<0,05**). Ruhsal bozukluk varlığı ve sosyodemografik özellikler arasındaki ilişki Tablo-2 ve Tablo-3'te gösterilmiştir.

TABLO-2: Katılımcıların Sosyodemografik Ve Gebelik Özelliklerine Göre Ruhsal Hastalık Durumlarının Karşılaştırılması (Yates Düzeltmesi Ve Pearson Ki-Kare Testi)

	Ruhsal Hastalık		Test İst.	p
	Var	Yok		
Çalışma durumu				
Hayır	11 (10,1)	64 (33,5)	18,995	<0,001*
Evet	97 (89,9)	125 (66,5)		
Kadının kendine ait düzenli geliri				
Yok	98 (89,9)	127 (91,5)	17,577	0,001*
Var	10 (10,1)	62 (32,4)		
Kadının alışkanlıkları				
Yok	95 (87,2)	150 (79,8)	2,109	0,146*
Sigara	13 (12,8)	39 (20,2)		
Erkeğin alışkanlıkları				
Yok	34 (31,2)	88 (46,3)	28,163	<0,001**
Sigara	52 (48,5)	96 (51,1)		
Alkol	1 (0,9)	1 (0,5)		
Çoklu alışkanlık	21 (19,3)	4 (2,1)		
Eşin adli suç öyküsü (aile içi şiddet dışında)				
Yok	72 (67)	178 (94,1)	36,242	<0,001*
Var	36 (33)	11 (5,9)		
Geçmişte düşük / ölü doğum/ komplikasyonlu doğum				
Var	50 (45,9)	36 (18,6)	23,771	<0,001*
Yok	58 (54,1)	153 (81,4)		
Önceki gebelikte fiziksel/ruhsal/cinsel/ekonomik şiddet				
Var	23 (22)	5 (2,1)	29,682	<0,001*
Yok	85 (78)	184 (97,9)		

*Yates düzeltmesi; **Pearson ki-kare testi

Tablo-3: Katılımcıların sosyodemografik ve gebelik özelliklerine göre ruhsal hastalık durumlarının karşılaştırılması (Mann Whitney U testi; Ortanca (Min.-Maks.)).

	Ruhsal Hastalık Var mı?		Test İst.	p *
	Var	Yok		
Yaş	28 (18-43)	27 (19-43)	9783,00	0,515
Öğrenim durumu (kadının toplam eğitim süresi)	7 (0-15)	10 (0-18)	15514,500	<0,001
Hanenin aylık gelir düzeyi	1350 (0-9500)	3000(0-13500)	15023,500	<0,001
Çocuk sayısı	1 (0-5)	1 (0-3)	7678,00	<0,001
Eşinin yaşı	33 (21-55)	30 (23-46)	8479,00	0,013
Kadın / erkek yaş farkı	4 (-2-22)	3 (-5-15)	7703,500	<0,001
Eşin toplam eğitim süresi	8 (0-16)	11 (0-18)	14914,500	<0,001
Şu anda kaçınıcı gebeliği	2 (1-10)	2 (1-7)	6932,00	<0,001
Gebeliğin kaçınıcı haftasında	28 (22-37)	28 (24-37)	10510,00	0,710
İlk fiziksel şiddet yaşı	22 (15-29)	20 (20-30)	72,00	0,715

*Mann Whitney U testi; Ortanca (Min.-Maks.)

Şiddet türleriyle ruhsal hastalıklar arasındaki ilişki incelendiğinde, **psikolojik, fiziksel, ekonomik ve cinsel şiddete maruz kalan kadınlarda** ruhsal hastalık görülme oranı anlamlı biçimde daha yüksektir (**p<0,001**). (Tablo-4).

Tablo-4: Ruhsal hastalık varlığı ile şiddet türleri ilişkisi

Şiddet Türü	Ruhsal Hastalık		Test İst.	p
	Var	Yok		
Psikolojik Şiddet				
Yok	40 (18,8)	173 (81,2)	104,114	<0,001**
Var	68 (82,1)	16 (17,9)		
Fiziksel Şiddet				
Yok	66 (26,7)	185 (73,4)	67,105	<0,001*
Var	42 (91,3)	4 (8,6)		
Ekonomik Şiddet				
Yok	59 (25,2)	179 (74,8)	65,621	<0,001*
Var	49 (83,1)	10 (16,9)		
Cinsel Şiddet				
Yok	90 (32,6)	189 (67,4)	30,212	<0,001*
Var	18 (100,0)	0 (0,0)		

*Yates Düzeltmesi; **Pearson Ki Kare testi

Ayrıca, kadının evlilik yaşı, gebeliğin planlı olup olmaması, düzenli gelire sahip olma durumu, eşin çalışma ve alışkanlık profili (sigara, alkol, madde kullanımı), eşin adli geçmişi ve hanenin gelir düzeyi gibi değişkenler şiddet türleriyle güçlü biçimde ilişkili bulunmuştur.

Genel olarak elde edilen veriler, **şiddet maruziyeti ile ruhsal bozukluk gelişimi arasındaki ilişkiyi** açık biçimde desteklemektedir. Kadının eğitim düzeyinin ve ekonomik bağımsızlığının düşük olması, eşin riskli davranış örüntülerine sahip olması ve gebeliğin plansız gerçekleşmesi gibi faktörler hem şiddet olasılığını hem de ruhsal hastalık riskini artırmaktadır. İlgili değişkenler Tablo-5 ve Tablo-6’da gösterilmiştir.

Tablo-5: Sosyodemografik değişkenler ile şiddet türleri ilişkisi (Yates Düzeltmesi ve Pearson Ki Kare testi)

	Psikolojik Şiddet		Fiziksel Şiddet		Cinsel Şiddet		Ekonomik Şiddet	
	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok
Evlilik yaşı								
<18	21 (%56,8)	16 (%43,2)	13(%35,1)	24 (%64,9)	5 (%13,5)	32(%86,5)	19(%51,4)	18(%48,6)
≥18	63(%24,2)	197(%75,8)	33(%12,7)	227(%87,3)	13 (%5)	247(%95)	40(%15,4)	220(%84,6)
p	<0,001		0,001		0,042		0,001	
Planlı/istenen gebelik								
Evet (235)	52 (%22,1)	183(%77,9)	21(%8,9)	214(%91,1)	8(%3,4)	227(%96,6)	34(%14,5)	201(%85,5)
Hayır (62)	32 (%51,6)	30(%48,4)	25(%40,3)	37 (%59,7)	10(%16,1)	52 (%83,9)	25(%40,3)	37(%59,7)
p	<0,001		<0,001		0,001		<0,001	
Kendinize ait düzenli bir geliriniz var mı?								
Yok	78(%92,9)	147(%69,0)	43 (93,5)	182(%72,5)	18 (%100)	207(%74,2)	58(%98,3)	167(%70,2)
Var	6 (%7,1)	66 (%31,0)	3 (6,5)	69 (%27,5)	0 (%0)	72 (%25,8)	1 (%1,7)	71 (%29,8)
p	<0,001*		0,004*		<0,001*		0,013**	
Eşinizin adli/suç öyküsü (aile içi şiddet dışında)								
Yok	43 (%51,2)	207(%97,2)	17(%37,0)	233(%92,8)	5 (%27,8)	245(%87,8)	26(%44,1)	224(%94,1)
Var	41 (%48,8)	6 (%2,8)	29(%63,0)	18 (%7,2)	13(%72,2)	34 (%12,2)	33(%55,9)	14 (%5,9)
p	<0,001**		<0,001**		<0,001**		<0,001*	
Eşin Çalışma Durumu								
Çalışıyor	70(%25)	210(%75)	34(%12,1)	246(%87,9)	13(%4,6)	267(%95,4)	46(%16,4)	234(%83,6)
Çalışmıyor	14(%82,3)	3(%17,7)	12(%70,6)	5 (%29,4)	5(%29,4)	12(%70,6)	13(%76,5)	4 (%23,5)
p	<0,001*		<0,001*		<0,001*		<0,001*	

Eşin Alışkanlıkları								
Yok	24(%28,6)	97(%45,5)	11(%23,9)	110(%43,8)	2(%11,1)	119(%42,7)	13(%22)	108(%45,4)
Sigara	34(%40,5)	115(%54)	17(%37)	132(%52,6)	8(%44,4)	141(%50,5)	24(%40,7)	125(%52,5)
Alkol	2(%2,4)	0	1(%2,2)	1(%0,4)	1(%5,6)	1 (%0,4)	1(%1,7)	1(%0,4)
Çoklu alışkanlık	24(%28,6)	1(%0,5)	0	8(%3,2)	7(%38,9)	18(%6,5)	21(%35,6)	4(%1,7)
p	<0,001**		<0,001**		<0,001**		<0,001*	

*Yates Düzeltmesi; **Pearson Ki Kare testi

Tablo-6: Sosyodemografik değişkenler ile şiddet türleri ilişkisi (Mann Whitney U testi; Ortanca (Min.-Maks.)

	Psikolojik Şiddet		Fiziksel Şiddet		Cinsel Şiddet		Ekonomik Şiddet	
	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok
Yaş	27(18-43)	27(19-43)	28 (18-43)	27(19-43)	30,5(19-39)	27(18-43)	28(19-43)	27(18-43)
p	0,792		0,526		0,620		0,970	
Eşin Yaşı	33(21-55)	31 (23-50)	38,5(21-55)	31(23-55)	37,5(21-44)	31(21-55)	33(21-55)	31(23-50)
p	0,019		0,002		0,348		0,009	
Öğrenim Durumu (yıl)	5(0-18)	10 (0-18)	5(0-18)	9 (0-18)	4 (0-11)	9 (0-18)	5 (0-15)	9 (0-18)
p	<0,001		<0,001		<0,001		<0,001	
Hanenin Aylık Gelir Düzeyi	1200(0-4000)	3000(0-13500)	900(0-3000)	3000(0-13500)	950 (400-3000)	2800 (0-13500)	1000 (0-3500)	3000(0-13500)
p	<0,001		<0,001		<0,001		<0,001	
Hanede Kişi Başına Düşen Gelir	300(0-2000)	1150(0-6750)	180(0-1500)	1000(0-6750)	187,5(0-1500)	1000(0-6750)	266,6(0-1500)	1000(0-6750)
p	<0,001		<0,001		<0,001		<0,001	
Kadın/Erkek Yaş Farkı	4(-3-22)	3(-5-16)	4(-1-22)	3(-5-16)	4(0-17)	3(-5-22)	4(0-22)	3(-5-15)
p	<0,001		<0,001		0,044		<0,001	
Eşinin Toplam Eğitim Süresi (yıl)	5 (0-17)	11 (3-18)	5 (0-10)	11 (0-18)	5 (5-11)	11 (0-18)	5(0-15)	11(0-18)
p	<0,001		<0,001		<0,001		<0,001	

Mann Whitney U testi; Ortanca (Min.-Maks.)

TARTIŞMA VE SONUÇ

Gebelik süreci, yalnızca fizyolojik bir dönem değil, aynı zamanda kadının ruhsal sağlığının, fetüsün gelişiminin, ailenin ve dolayısıyla toplumun genel refahının korunması açısından da kritik bir yaşam evresidir. Kadına yönelik aile içi şiddet, hem yaygınlığı hem de kısa ve uzun vadede beden ve ruh sağlığı üzerindeki yıkıcı etkileri nedeniyle küresel ölçekte ciddi bir halk sağlığı sorunu olarak kabul edilmektedir (Türkiye’de Kadına Yönelik Aile İçi Şiddet Araştırması, 2009). Bu çalışmada, gebelikte ortaya çıkan fiziksel, psikolojik, ekonomik ve cinsel şiddet biçimlerinin her birinin ruhsal hastalıklarla anlamlı biçimde ilişkili olduğu saptanmıştır. Dolayısıyla, kadına yönelik şiddetin türleriyle birlikte olası risk etmenlerinin değerlendirilmesi, hem anne hem de bebek sağlığını koruyucu bir öneme sahiptir.

Araştırma bulgularımıza göre fiziksel şiddetle karşılaşan kadınların daha erken yaşta evlendiği, eğitim düzeylerinin düşük olduğu, işsiz kaldıkları, sosyal güvenceye sahip olmadıkları ve hane halkı sayısının fazla olduğu görülmüştür. Ayrıca düşük gelir, kadın-erkek arasındaki yaş farkının fazla olması, eşin eğitim düzeyinin düşük olması, işsizliği, alkol veya madde kullanımı ya da kumar oynama gibi alışkanlıkların varlığı da şiddet olasılığını artırmaktadır. Eşin aile içi şiddet dışında da adli geçmişe sahip olması, gebeliğin planlanmadan gerçekleşmesi ve fetüsün kız cinsiyetli olması da fiziksel şiddetle ilişkili bulunmuştur. Literatürde de erken yaşta evliliğin kadınları hem şiddete maruz kalma hem de şiddet karşısında çaresiz kalma açısından daha savunmasız hâle getirdiği bildirilmiştir (Granja et al., 2002). Eğitim düzeyi düşük olan kadınların genellikle daha erken yaşta evlenmeleri, bu döngüyü pekiştirmektedir (Granja et al., 2002).

Psikolojik şiddet maruziyeti ile sosyoekonomik değişkenler arasındaki ilişkiler incelendiğinde, düşük gelir, eğitimsizlik, eşin madde veya alkol kullanımı, işsizlik, evlilik yaşının küçük olması ve gebeliğin istenmeden gerçekleşmesi önemli belirleyiciler olarak öne çıkmaktadır. Benzer şekilde ekonomik şiddet, kadının kendi gelirinin olmaması, eşin işsizliği veya adli geçmişi ve düşük eğitim düzeyiyle bağlantılı bulunmuştur. Cinsel şiddet açısından da eğitim düşüklüğü, eşin bağımlılık davranışları ve düşük sosyoekonomik durumun etkili olduğu görülmektedir. Bu bulgular, kadına yönelik şiddetin tek bir faktörle açıklanamayacağını; sosyodemografik, kültürel ve ekonomik pek çok değişkenin etkileşimiyle ortaya çıktığını göstermektedir.

Çalışmamızda ayrıca gebelerde en sık saptanan ruhsal bozukluğun **major depresif bozukluk** olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, önceki çalışmalarda bildirilen gebelik döneminde depresyonun yüksek prevalansını desteklemektedir (Ayvaz vd., 2006; Bunevicius et al., 2009; Beck, 2002). Gebelik depresyonu, hem fetüsün gelişimini hem de annenin doğum sonrası iyilik hâlini olumsuz yönde etkilemekte; postpartum depresyon gelişimi için de güçlü bir belirleyici olmaktadır (Sutter-Dallay et al., 2004). Bunun yanı sıra, gebelik döneminde yaşanan anksiyete bozuklukları da doğum sonrası depresif belirtilerin habercisi olabilmektedir (Krug et al., 2002). Kadınların fiziksel veya cinsel şiddete maruz kalmaları, travma sonrası stres bozukluğu (TSSB) belirtilerinin gelişmesi açısından da bağımsız bir risk faktörüdür. Bu nedenle TSSB benzeri belirtilerle başvuran kadınlarda, şiddet öyküsünün dikkatle sorgulanması klinik açıdan büyük önem taşır.

Sonuç olarak, bu çalışma gebelik sürecinin kadına yönelik şiddet ve ruhsal hastalık gelişimi açısından koruyucu bir dönem olmadığını göstermektedir. Kadınların ruhsal sağlığının korunması için sağlık profesyonellerinin gebelik kontrollerinde olası şiddet maruziyetini ve ruhsal hastalık belirtilerini sistematik olarak sorgulaması gerekir. Eğitim düzeyinin artırılması, toplumsal cinsiyet eşitliğinin desteklenmesi, planlanmamış gebeliklerin azaltılması, alkol ve madde kullanımının önlenmesine yönelik programların güçlendirilmesi, hem bireysel hem toplumsal düzeyde önleyici etkiler sağlayacaktır. Ayrıca risk faktörlerinin erken dönemde tanımlanması, sadece anne ve yeni doğanın değil, aynı zamanda aile ve toplumun ruh sağlığını da koruyacaktır.

KAYNAKÇA

- Akın, A., & Demirel, S. (2003). Toplumsal cinsiyet kavramı ve sağlığa etkileri. *Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 25, 73–82.
- Ayvaz, S., Hocaoglu, Ç., Tiryaki, A., & Ak, İ. (2006). Trabzon il merkezinde doğum sonrası depresyon sıklığı ve gebelikteki ilişkili demografik risk etmenleri. *Türk Psikiyatri Dergisi*, 17, 243–251.
- Ayrancı, Ü., Günay, Y., & Ünlüoğlu, İ. (2002). Hamilelikte aile içi şiddet: Birinci basamak sağlık kurumlarına başvuran kadınlar arasında bir araştırma. *Anadolu Psikiyatri Dergisi*, 3, 75–87.
- Bacchus, L., Mezey, G., & Bewley, S. (2004a). Domestic violence: Prevalence in pregnant women and associations with physical and psychological health. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, 113(1), 6–11.
- Bacchus, L., Mezey, G., Bewley, S., & Haword, A. (2004b). Prevalence of domestic violence when midwives routinely enquire in pregnancy. *British Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 111, 441–445.

Beck, C. T. (2002). Revision of the postpartum depression predictors inventory. *Journal of Obstetric, Gynecologic, and Neonatal Nursing*, 31, 394–402.

Birleşmiş Milletler Kadınlara Karşı Ayrımcılığın Önlenmesi Komitesi. (2025, Ekim 1). *Convention on the Elimination of All Forms of Discrimination Against Women (CEDAW)*. <https://www.ohchr.org/en/treaty-bodies/cedaw>

Birleşmiş Milletler Kadınlara Yönelik Şiddetin Önlenmesi Bildirgesi. (2025, Ekim 10). *Kadınlara Karşı Her Türlü Ayrımcılığın Tasfiyesine Dair Sözleşme*. <https://hukukbook.com/kadinlara-karsi-her-turlu-ayrimciligin-tasfiye-edilmesine-dair-sozlesme/>

Bunevicius, R., Kusminskas, L., Bunevicius, A., Nadisauskiene, R. J., Jureniene, K., & Pop, V. J. (2009). Psychosocial risk factors for depression during pregnancy. *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica*, 88, 599–605.

Cokkinides, V. E., & Coker, A. L. (1998). Experiencing physical violence during pregnancy: Prevalence and correlates. *Family & Community Health*, 20, 19–37.

Dietz, P. A., Gazmararian, J. A., Goodwin, M., Bruce, F. C., Johnson, C. H., & RoCHAT, R. W. (1997). Delayed entry into prenatal care: Effect of physical violence. *Obstetrics & Gynecology*, 90, 221–224.

First, M. B., Spitzer, R. L., Gibbon, M., & Williams, J. B. W. (1997). *Structured Clinical Interview for DSM-IV Axis I Disorders, Clinician Version (SCID-CV)*. Washington, DC: American Psychiatric Press.

Fonseca, O., Alves, L. C., & Monteiro, J. C. (2015). Depressive disorder in pregnant Latin women: Does intimate partner violence matter? *Journal of Clinical Nursing*, 24(9–10), 1289–1299.

Granja, A. C., Zacaria, E., & Bergström, S. (2002). Violent deaths: The hidden face of maternal mortality. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*, 109, 5–8.

Hedin, L. W., & Janson, P. O. (2000). Domestic violence during pregnancy: The prevalence of physical injuries, substance use, abortions and miscarriages. *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica*, 79, 625–630.

Johnson, J. K., Haider, F., Ellis, K., Hay, D. M., & Lindow, S. W. (2003). The prevalence of domestic violence against pregnant women. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*, 110, 272–275.

Krug, E. G., Dahlberg, L. L., Mercy, J. A., Zwi, A. B., & Lozano, R. (2002). *World report on violence and health*. Geneva: World Health Organization.

Levin, B. L., & Becker, M. A. (2010). *A public health perspective of women's mental health*. New York: Springer.

Moraes, C. L., & Reichenheim, M. E. (2002). Domestic violence during pregnancy in Rio de Janeiro, Brazil. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, 79, 269–277.

Nasir, K., & Hyder, A. A. (2003). Violence against pregnant women in developing countries. *European Journal of Public Health*, 13, 105–107.

Nunes, M. A. A., Camey, S., Ferri, C. P., Manzolli, P., Manenti, C., & Schmidt, M. I. (2010). Violence during pregnancy and newborn outcomes: A cohort study in a disadvantaged population in Brazil. *European Journal of Public Health*, 21(1), 92–97.

Özdamar, Ö., Yılmaz, O., Beyca, H. H., & Muhcu, M. (2014). Gebelik ve postpartum dönemde sık görülen ruhsal bozukluklar. *Zeynep Kamil Tıp Bülteni*, 45(2), 71–77.

- Özkürkçügil, A., Aydemir, Ö., & Yıldız, M. (1999). DSM-IV eksen bozuklukları için yapılandırılmış klinik görüşmenin Türkçeye uyarlanması ve güvenilirlik çalışması. *İlaç ve Tedavi Dergisi*, 12, 233–236.
- Sharps, P. W., Koziol-McLain, J., Campbell, J., McFarlane, J., Sachs, C., & Xu, X. (2001). Health care providers' missed opportunities for preventing femicide. *Preventive Medicine*, 33, 373–380.
- Stewart, D. E., & Cecuti, A. (1993). Physical abuse in pregnancy. *Canadian Medical Association Journal*, 149, 1257–1263.
- Sutter-Dallay, A. L., Dallay, D., & Verdoux, H. (2004). Psychic disorders during pregnancy and postpartum. *La Revue du Praticien*, 54, 1137–1139.
- Taşpınar, A., Bolsoy, N., & Şirin, A. (2005). Gebeler fiziksel şiddete uğruyorlar mı? Manisa örneği. *Adli Psikiyatri Dergisi*, 2(2), 41–47.
- T.C. Aile ve Sosyal Politikalar Bakanlığı & Hacettepe Üniversitesi Nüfus Etütleri Enstitüsü. (2015). *Türkiye'de kadına yönelik aile içi şiddet araştırması*. Ankara. <http://kadininstatusu.aile.gov.tr/data/542a8e0b369dc31550b3ac30/saglik.pdf>
- T.C. Başbakanlık Kadının Statüsü Genel Müdürlüğü. (2009). *Türkiye'de kadına yönelik aile içi şiddet araştırması: Özet rapor*. Ankara. <http://kadininstatusu.aile.gov.tr/data/542a8e0b369dc31550b3ac30/siddetarastirmaozetrapor.pdf>
- Tiwari, A., Leung, W. C., Humphreys, J., Parker, B., & Ho, P. C. (2005). A randomized controlled trial of empowerment training for Chinese abused women in Hong Kong. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*, 112(9), 1249–1256.
- Ventura, C. S., Ventura, M. S., Drengsted-Nielsen, S., & Johansen, K. S. (2001). Domestic abuse in a central Mediterranean pregnant population. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, 98, 3–8.
- Wiebe, E. R., & Janssen, P. (2001). Universal screening for domestic violence in abortion. *Women's Health Issues*, 11(5), 436–441.
- Yüksel, Ş., Başterzi, A. D., & Gülseren, L. (2013). Kadınların yaşamı ve kadın ruh sağlığı. In T. Alkın (Ed.), *Kadınların yaşamı ve kadın ruh sağlığı kitabı* (s. 15, 261). Ankara: Türkiye Psikiyatri Derneği Yayınları.

Lohusalarda Covid-19, Posttravmatik Büyüme ve Maternal Bağlanma

Nilay FİLOĞLU ERSÜ

Hacer ÜNVER KOCA

GİRİŞ

Bu kitap bölümü, yazarın Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi'nde kayıtlı 743533 numaralı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Aralık 2019'da Çin'in Wuhan kentinde ilk kez tanımlanan SARS-COV-2 virüsü (COVID-19), küresel çapta hızla yayılarak bir pandemiye yol açmıştır. Sağlık çalışanları, hastalığın hızlı yayılımını ve bulaşmasını engellemek amacıyla çeşitli tedbirler uygulamaya koymuştur. Birçok şehirde geçici hastaneler ve izolasyon merkezleri oluşturulmuş, kamu hizmetlerinde ve ulaşımda kısıtlamalar getirilmiş, şüpheli veya doğrulanmış virüs tanısı almış bireyler için zorunlu karantina uygulamaları başlatılmıştır. Ancak bu önlemler, belirli hassas gruplar için çeşitli zorluklar ortaya çıkarmıştır. Bu bağlamda, toplumda hassas olarak değerlendirilen gebe ve lohusa kadınlar için uygulanan bu tedbirler, söz konusu gruplara sunulan bakım ve takipleri olumsuz etkilemiştir. Kadın yaşam döngüsünde risk barındıran dönemlerden biri olan postpartum dönem, ebeveynlik rolündeki değişiklikler, aile içi ilişkilerdeki değişimler ve beden algısındaki farklılaşmalar gibi birçok problemi beraberinde getirebilmektedir. Buna ek olarak, postpartum dönem, COVID-19 pandemisi ile birleştiğinde kadınlarda önemli ruh sağlığı sorunlarının görülme riskini yükseltmiştir. Bir araştırmada, sürekli artan teyit edilmiş vaka ve ölüm sayılarının, sağlık hizmetlerine erişimde yaşanan güçlüklerin, sağlık hizmeti sunumundaki azalmaların ve kliniklere/hastanelere başvurunun enfeksiyon kapma riskinin artmasının gebelerdeki psikolojik stresi şiddetlendirdiği belirtilmiştir. Ek olarak, COVID-19'un hızlı yayılımı, savunmasız popülasyonlarda yüksek mortalite oranları, etkin tedavi yöntemleri ve aşılardan yetersizliği, toplu karantina uygulamaları, korku, endişe, depresyon ve uyku problemleri gibi yaygın sağlık sorunlarına da neden olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca COVID-19'un etkilerinin sadece anne sağlığıyla sınırlı kalmayıp, yenidoğan sağlığını da etkileyebileceği vurgulanmıştır. COVID-19 pandemisinin, postpartum dönemdeki kadınların, özellikle destek sistemleri kısıtlı olanların ruh sağlığı üzerinde olumsuz sonuçlar doğurabileceği öngörülmektedir. Gerçekten de lohusa kadınların gebelikleri süresince uyguladıkları bireysel korunma tedbirleri sosyal destek eksikliğine yol açmış, bu durum da endişe seviyelerinin daha da yükselmesine neden olmuştur. Bir çalışmada, perinatal dönemdeki kadınların üçte birinden fazlasının pandemi sırasında depresyon yaşadığı ve pandemi ilanından sonra bu oranın daha da arttığı bildirilmiştir. Gebe ve postpartum dönemdeki kadınlarda artan depresif belirtilerin yanı sıra, anksiyete, dissosiyasyon,

travma sonrası stres bozukluğu semptomları ve uyku düzensizliklerinin de arttığı rapor edilmektedir. Ebeveynliğe geçiş, fizyolojik, psikolojik ve sosyal değişimlerin yaşandığı zorlu ve stresli bir süreçtir. Yaşanan bu zorlu sürece COVID-19 pandemisinin getirdiği ilave yükün, anne bebek bağlanmasını daha fazla olumsuz etkileyeceği düşünülmektedir. Bu durum aynı zamanda annenin davranış ve yeteneklerini de etkileyebilmektedir. Anne-bebek bağlanmasındaki yetersizliğin, bebeğin ilerleyen gelişim aşamalarında çeşitli problemlere yol açabileceği belirtilmektedir. Buna karşılık, psikolojik sağlamlık olarak tanımlanan posttravmatik büyümenin, gebe ve postpartum dönemde kadınlarda görülen olumsuz sağlık sonuçlarına karşı koruyucu bir faktör olabileceği düşünülmektedir.

Lohusalarda COVID-19

COVID-19 pandemisi, dünya genelinde sağlık sistemlerinden toplumsal yaşama kadar birçok alanı derinden etkilemiş ve insanların yaşam biçimlerinde kalıcı değişimlere yol açmıştır. Bu süreçte, özellikle fizyolojik ve psikolojik açıdan hassas bir dönem geçiren gebeler ve lohusalar, en savunmasız gruplar arasında yer almıştır. Lohusalık, doğumun ardından yaklaşık altı hafta süren ve annenin hem bedensel hem de ruhsal olarak toparlanma sürecini kapsayan önemli bir dönemdir. Bu evrede kadın bedeni gebelik süresince oluşan fizyolojik değişimleri dengelemeye çalışırken, aynı zamanda bebeğin bakımı, emzirme süreci ve hormonal dalgalanmalarla da başa çıkmaktadır. Bu nedenle COVID-19'un lohusalar üzerindeki etkileri yalnızca biyolojik açıdan değil, psikososyal yönleriyle de değerlendirilmelidir. SARS-CoV-2 virüsü tarafından ortaya çıkan COVID-19 hastalığı esas olarak solunum sistemini etkiler. Ancak gebelik ve lohusalık dönemlerinde bağışıklık sisteminin doğal olarak baskılanması, bu kişileri enfeksiyonlara karşı daha savunmasız hale getirmektedir. Bilimsel araştırmalar, COVID-19'un lohusalar üzerindeki doğrudan etkilerine ilişkin sınırlı veri bulunsa da, doğum sonrasında zayıflayan bağışıklık nedeniyle hastalığın seyrinin daha ağır olabileceğini ortaya koymaktadır (1,2). Doğum sonrası dönemde görülen kan kaybı, anemi ve yorgunluk gibi faktörler de vücudun direncini azaltarak enfeksiyon riskini artırmaktadır. Lohusalarda COVID-19'un fizyolojik etkilerine bakıldığında, en kritik alanın solunum sistemi olduğu görülmektedir. Doğumdan sonra akciğer kapasitesinin azalması, sıvı-elektrolit dengesindeki değişiklikler ve kan pıhtılaşmasına olan yatkınlığın artması, bu dönemdeki kadınları komplikasyonlara açık hale getirir. COVID-19'un bilinen etkilerinden biri olan damar içi pıhtılaşma

(tromboz) eğilimi, lohusalar için ek bir risk unsurudur. Çünkü lohusalıkta zaten artmış olan pıhtılaşma eğilimi, virüsün damar duvarlarında oluşturduğu hasarla birleştiğinde hayati komplikasyonlara neden olabilir. Bu sebeple, COVID-19 tanısı alan lohusaların tedavi planlarında pıhtı önleyici ilaçların dikkatli bir şekilde uygulanması gerekmektedir. Doğum sonrası COVID-19 enfeksiyonu yalnızca annenin sağlığını değil, bebeğin iyilik halini de doğrudan etkileyebilmektedir. Virüsün anne sütüyle bulaşma riski uzun süre tartışılmış olsa da, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) ve UNICEF gibi kurumlar anne sütünde aktif virüs partiküllerine rastlanmadığını bildirmiştir (2,3).

Bu nedenle, enfekte annelerin maske kullanarak, el hijyenine özen göstererek ve temas süresini sınırlayarak emzirmeye devam etmeleri önerilmektedir. Zira anne sütü, antikor bakımından zengin olduğu için annenin geçirdiği enfeksiyona karşı oluşan bağışıklık unsurları bebeğe geçmekte ve bu da yenidoğanın korunmasına katkı sağlamaktadır. COVID-19'un lohusalar üzerindeki bir diğer önemli etkisi ise ruhsal sağlık üzerindedir. Lohusalık depresyonu, doğumdan sonra sıkça görülen bir psikolojik durumdur ve pandemi süreci bu sorunu daha da derinleştirmiştir. Salgın döneminde yaşanan sosyal izolasyon, enfeksiyon korkusu, sağlık hizmetlerine ulaşmada yaşanan güçlükler ve ekonomik belirsizlikler, yeni doğum yapan kadınların kaygı düzeylerini artırmıştır. Özellikle COVID-19 geçiren veya yakın çevresinde kayıp yaşayan lohusalar arasında travma sonrası stres belirtilerinin arttığı gözlemlenmiştir. Yapılan araştırmalar, pandemi döneminde lohusalık depresyonu oranlarının önceki yıllara kıyasla belirgin şekilde yükseldiğini göstermektedir. Bu durum, lohusalık döneminde psikolojik destek sistemlerinin ne kadar gerekli olduğunu bir kez daha ortaya koymuştur. Pandemi, sağlık hizmetlerine erişimi de büyük ölçüde zorlaştırmıştır. Doğum sonrası kontrollerin aksaması, lohusa enfeksiyonlarının geç fark edilmesine neden olmuştur. Hastanelerdeki yoğunluk, birçok kadının sağlık kuruluşlarına başvurmadan çekinmesine yol açmıştır. Bu durum, doğum sonrası ciddi komplikasyonların (örneğin puerperal enfeksiyonlar veya aşırı kanamalar) geç teşhis edilmesine sebep olmuştur. Dolayısıyla, pandemi süreci evde doğum ve evde bakım uygulamalarının yeniden önem kazanmasına neden olmuştur (1).

Lohusalarda COVID-19'un tedavi sürecinde, farklı branşlardan uzmanların iş birliği içinde çalışması gereklidir. Kadın hastalıkları ve doğum uzmanları, enfeksiyon hastalıkları hekimleri, psikologlar ve hemşireler arasında etkili bir koordinasyon sağlanması, tedavinin başarısını artırır (2). Bu süreçte annenin sağlığı ile bebeğin güvenliği birlikte değerlendirilmelidir.

COVID-19'a yakalanan lohusalarda antiviral ilaçların, oksijen desteğinin ve pıhtı önleyici tedavilerin dikkatli bir şekilde uygulanması gerekirken, emzirmenin mümkün olduğu ölçüde sürdürülmesi de desteklenmelidir. Aşılar açısından değerlendirildiğinde, yapılan çalışmalar lohusaların COVID-19 aşılarını güvenle olabileceğini göstermektedir. Özellikle mRNA temelli aşılar, anne sütü yoluyla antikor geçişi sağlayarak bebeğe pasif bağışıklık kazandırmaktadır. Bu durum hem annenin yeniden enfekte olma riskini azaltmakta hem de toplumun genel bağışıklığına katkı sunmaktadır. Ancak aşılama kararı verilirken annenin genel sağlık durumu, alerjik yatkınlıkları ve bireysel risk faktörleri mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. Nitekim lohusalık döneminde COVID-19'un etkileri yalnızca tıbbi değil, psikolojik ve sosyal yönleriyle de ele alınmalıdır. Annenin bağışıklık durumu, ruhsal iyilik hali ve sosyal destek kaynakları bu sürecin sağlıklı geçirilmesi açısından büyük önem taşır. Pandemi, lohusaların sağlık hizmetlerinden yararlanma biçimlerini, psikolojik dayanıklılıklarını ve annelik deneyimlerini derinden etkilemiştir (3). Gelecekte benzer küresel sağlık krizlerinde, lohusalar gibi özel grupların gereksinimlerine uygun sağlık protokollerinin oluşturulması, evde bakım hizmetlerinin ve çevrim içi psikolojik destek sistemlerinin yaygınlaştırılması gerekmektedir. Lohusalık döneminde COVID-19'un bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmesi, yalnızca bireysel değil toplumsal sağlık açısından da temel bir zorunluluktur.

Posttravmatik Büyüme Kavramı ve Boyutları

Travmatik olaylar, bireyin yaşamını doğrudan tehdit eden ya da ciddi yaralanma ve ölüm riski içeren, kişinin kendisinin ya da yakın çevresinin maruz kaldığı veya tanık olduğu olağandışı durumlar olarak tanımlanmaktadır. Başka bir ifadeyle, fiziksel ya da ruhsal bütünlüğü tehdit eden, yoğun acı ve stres barındıran ani olaylar da travmatik yaşantılar arasında yer alır. İnsanlık tarihi boyunca, ağır stres ve acı veren deneyimlerin birey üzerinde olumlu değişimlere yol açabileceği düşüncesi çeşitli biçimlerde dile getirilmiştir. Bu bağlamda “travma sonrası büyüme” kavramı, kişinin karşılaştığı zorlu yaşam krizleriyle başa çıkma süreci sonucunda ortaya çıkan olumlu psikolojik dönüşüm olarak tanımlanmaktadır (6). Bu durum yalnızca bireyin travmadan sağ çıkmasıyla sınırlı değildir; aynı zamanda kişinin önceki yaşamına kıyasla daha ileri bir düzeyde farkındalık ve anlam kazanmasıyla da ilgilidir. Travma sonrası büyüme, yalnızca bireyin eski haline dönmesi şeklinde yorumlanmamalıdır. Bazı kişiler için bu süreç, yaşamın anlamını yeniden keşfetme ve derin bir içsel gelişim yaşama biçiminde gerçekleşir.

Literatürde bu olguya yönelik farklı kavramsallaştırmalar da kullanılmıştır. “Stres dönüşümü”, “pozitif psikolojik değişim”, “strese bağlı büyüme”, “stresin algılanan faydaları”, “anlam bulma süreci” ve “gelişen olumlu duygular” gibi terimler, bu olgunun çeşitli yönlerini tanımlamak amacıyla kullanılmıştır (4,5,6).

Tedeschi ve Calhoun’un geliştirdiği modele göre travma sonrası gelişim üç ana boyutta incelenmektedir: kendilik algısındaki değişim, kişilerarası ilişkilerde dönüşüm ve yaşam felsefesindeki farklılaşma. Kendilik algısındaki değişim, bireyin yaşadığı travmatik olayla mücadele ederken kendi gücünü fark etmesi, olayın mağduru değil hayatta kalan biri olarak kendisini tanımlaması, özgüven ve yeterlilik duygularının artmasıyla ortaya çıkar. Travma sonrası büyüme yaşayan birçok kişi, yaşamın değerini daha iyi kavradıklarını ve hayatta olmanın kıymetini fark ettiklerini dile getirmektedir (4,6). Kişilerarası ilişkilerdeki değişim boyutu ise, bireyin diğer insanlarla iletişimde daha açık ve içten hale gelmesini, korku ve kaygılarını paylaşabilmesini, yaşadığı olayın etkilerini ifade edebilmesini kapsamaktadır. Ayrıca benzer travmatik deneyimler yaşamış kişilere karşı empati ve anlayış geliştirme, çevresindekilere karşı daha duyarlı olma ve ilişkilerini güçlendirmek için daha fazla çaba gösterme gibi olumlu sosyal değişimlerle de ilişkilidir. Bu süreçte bireyin çevresinden algıladığı sosyal destek, travma sonrası dönemde daha yakın, güvene dayalı ve anlamlı ilişkiler kurulmasına katkı sağlar (4). Yaşam felsefesindeki değişim boyutu ise, travmatik olayın ardından bireyin yaşamın anlamı ve öncelikleri üzerine yeniden düşünmesiyle ilgilidir. Kişi, hayatın geçiciliğini ve değerini fark eder; olaylara daha geniş bir perspektiften yaklaşır. Bu süreç, varoluşsal anlam arayışını, ruhsal olgunlaşmayı ve bilgeliğin gelişimini beraberinde getirir. Travmatik deneyimlerin ardından kazanılan bu yeni bakış açısı, bireyin hem içsel direncini hem de yaşam doyumunu artırarak psikolojik büyümenin temelini oluşturur.

Posttravmatik Büyüme ve COVID-19

Doğum hem kadın hem de eşi için oldukça önemli bir yaşam dönüm noktasıdır. Bebeğin dünyaya gelişi ve annelik sürecinin başlaması çoğunlukla mutluluk verici bir deneyim olarak algılansa da doğumun hem fiziksel hem de duygusal açıdan zorlayıcı bir süreç olduğu da bir gerçektir. Bazı kadınlar için doğum, beklenmedik olaylar ve yüksek stres düzeyi nedeniyle travmatik bir deneyim haline gelebilmektedir (7). Yapılan araştırmalar, kadınların yaklaşık

üçte birinin doğumu travmatik bir olay olarak yaşadığını ortaya koymaktadır. Özellikle doğum sırasında ortaya çıkan yoğun ağrı, acil tıbbi müdahaleler veya anne ile bebeğin hayatının tehlikeye girmesi gibi durumlar, bazı annelerde travma sonrası stres bozukluğunun gelişmesine yol açabilmektedir. Doğum sonrası dönemde kadınlarda belirli bir oranda travma sonrası stres belirtilerinin ortaya çıktığı görülmektedir. Bazı çalışmalarda, kadınların doğumdan sonraki ilk haftalarda bu belirtileri kısmen yaşadığı; olayın sık sık hatırlanması, kabuslar, olayla ilişkili durumlardan kaçınma ve sürekli gerginlik hali gibi belirtilerin gözlemlendiği bildirilmiştir (7,8).

Bu durum, annenin doğum sonrası psikolojik uyum sürecini olumsuz etkileyerek hem bireysel hem de aile içi ilişkilerde zorluklara yol açabilmektedir. Doğum sonrası travma sonrası stres bozukluğunun ortaya çıkmasında birçok etken rol oynamaktadır. Prematüre doğum, anne ya da bebeğin sağlık sorunları, hatta ölü doğum gibi durumlar bu açıdan önemli risk faktörleri arasında yer almaktadır (9). Bununla birlikte, doğum sırasında yeterli sosyal desteğin bulunmaması, gebelik döneminde yaşanan psikolojik sıkıntılar ve geçmişte yaşanmış travmatik olaylar da annenin psikolojik dayanıklılığını azaltarak PTSD riskini artırmaktadır. Araştırmacılar, doğumun olumsuz duygular ve yoğun acı ile karakterize edilmesinin, doğumdan sonraki dönemde PTSD gelişimi açısından en belirleyici unsurlardan biri olduğunu vurgulamaktadır (10). Öte yandan, literatürde travmatik deneyimlerin her zaman olumsuz sonuçlar doğurmadığı, bazı durumlarda bireylerin bu tür olaylar sonrasında psikolojik olarak güçlenebildiği ve kişisel gelişim gösterebildiği ifade edilmektedir. Bu süreç “travma sonrası büyüme” olarak tanımlanmakta ve yalnızca ağır travmalarla değil, doğum gibi önemli yaşam olaylarıyla da ilişkilendirilmektedir. Kadının doğum sürecinde karşılaştığı zorluklarla başa çıkması, stresle mücadele etme becerilerini geliştirmesine ve kendini yeniden yapılandırmasına katkı sağlayabilir. Böylece zorlu bir yaşam olayı olan doğum, bazı kadınlar için psikolojik dayanıklılığın artmasına ve olumlu bir içsel dönüşümün gerçekleşmesine zemin hazırlayabilir (8,9). Bu bağlamda, doğum deneyiminin her kadın için farklı bir anlam taşıdığı, bireysel, çevresel ve psikolojik faktörlerin süreci şekillendirdiği söylenebilir. Sağlık profesyonellerinin, doğum sürecinde kadınlara fiziksel desteğin yanı sıra duygusal destek sağlaması, olası travmatik etkilerin azaltılmasında ve sağlıklı bir psikolojik iyileşmenin teşvik edilmesinde büyük önem taşımaktadır.

Maternal Bağlanma

Annelik, kadınlığın doğasında yer alan duygusal, fiziksel, hormonal, biyolojik, kültürel ve sosyolojik unsurların bir araya gelerek oluşturduğu çok boyutlu bir kavramdır. Bebeğin varlığının öğrenilmesiyle birlikte başlayan bu süreç, kadının yaşamında köklü değişimlere neden olur. Kadın hem sosyal çevresiyle olan ilişkilerini hem de kendi iç dünyasını yeniden düzenler. Annelik, birçok kadın için yaşamın en anlamlı ve en çok arzulanan deneyimlerinden biri olarak kabul edilir. Bu sürecin sağlıklı ilerlemesi, annenin hem psikolojik hem de fiziksel açıdan anneliğe hazır oluşuna, aldığı destek düzeyine ve kendine duyduğu yeterlilik hissine bağlıdır (11,12).

Doğumdan sonraki dönem, kadının günlük yaşamında yeniden denge kurması gereken önemli bir evredir. “Doğum sonrası fonksiyonel durum” olarak tanımlanan bu süreç, annenin ev işlerini yapabilme, sosyal etkinliklere katılabilme, bebeğinin bakımını üstlenebilme ve kişisel bakımını sürdürebilme becerilerini kapsar. Başka bir ifadeyle, bireyin doğum sonrası dönemde fiziksel ve psikolojik olarak yaşamın gerekleriyle baş edebilme kapasitesidir. Bu dönemde annenin yalnızca fiziksel olarak değil, duygusal ve sosyal açıdan da desteklenmesi hem kendi sağlığı hem de bebeğin gelişimi açısından büyük önem taşır. Postpartum fonksiyonel durum çok boyutlu bir yapıya sahiptir ve öz bakım, bebek bakımı, sosyal destek, annenin ruhsal durumu, anneliğe uyum ve bebeğe bağlanma gibi alt bileşenleri içerir. Bu bileşenler arasında en kritik olanı, annenin bebeğiyle kurduğu duygusal bağıdır (13). Fonksiyonel durumun bu yönü, annenin bebeğine sevgiyle yaklaşmasını, şefkat göstermesini ve onun ihtiyaçlarına duyarlı olmasını sağlar. Annenin bebeğiyle kurduğu bu etkileşim, psikolojide “bağlanma kuramı” olarak bilinen kavramın temelini oluşturur. Bağlanma süreci, bebeğin dünyaya gelmesiyle değil, annenin hamilelik sırasında bebeğin varlığını öğrenmesiyle başlar. Doğumdan sonra ise bebeğin ihtiyaçlarını ifade etmek için verdiği tepkiler —örneğin ağlama, gülümseme, göz teması kurma— annenin bu işaretleri anlamlandırarak karşılık vermesiyle duygusal bir bağ haline gelir. Bu karşılıklı etkileşim, anne ve bebek arasındaki ilişkiyi güçlendirir ve güvenli bir bağlanma sürecinin oluşmasına zemin hazırlar (12,13).

Annenin bebeğine bağlanma süreci doğumdan sonraki ilk aylarda yoğunlaşır ve genellikle ilk yılın sonuna kadar belirgin şekilde şekillenir. Bu süreçte annenin bebeğine duyduğu sevgi, şefkat ve koruma isteği giderek artar. Bağlanma yalnızca duygusal bir süreç değil, aynı zamanda bebeğin ruhsal ve sosyal gelişimi açısından da oldukça önemli bir unsurdur (11). Sağlıklı bağlanma, bebeğin ileriki yaşamında güven duygusunun, sosyal ilişkilerin ve

özsaygının temelini oluşturur. Bu nedenle, doğum sonrası dönemde annelerin hem psikolojik destek alması hem de sosyal çevreleri tarafından güçlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda annelik süreci yalnızca biyolojik bir olay değil, kadının yaşamında derin duygusal ve sosyal dönüşümler yaratan bir deneyimdir. Annenin bu dönemde hem kendine hem de bebeğine yönelik duyarlılığı, sağlıklı bir bağlanma sürecinin temelini oluşturur. Bu nedenle, sağlık çalışanlarının ve aile bireylerinin, annenin bu hassas dönemdeki ihtiyaçlarını fark edip destek sağlaması hem anne sağlığını hem de bebek gelişimini olumlu yönde etkileyecektir.

Maternal Bağlanma ve COVID-19

Maternal bağlanma, annenin bebeğine karşı geliştirdiği duygusal bağın, sevgi ve koruma içgüdüsünün bir ifadesidir. Bu bağ, bebeğin fiziksel, duygusal ve sosyal gelişimi açısından temel bir öneme sahiptir (15). Bağlanma süreci genellikle gebeliğin ilerleyen dönemlerinde başlar ve doğumdan sonraki ilk aylarda yoğun bir şekilde şekillenir. Ancak COVID-19 pandemisi, annelik sürecini hem biyolojik hem de psikolojik yönden önemli ölçüde etkilemiştir. Pandeminin getirdiği belirsizlik, sosyal izolasyon, enfeksiyon korkusu ve sağlık sistemlerinde yaşanan aksaklıklar, annelerin gebelik, doğum ve doğum sonrası dönemlerde yaşadıkları deneyimleri değiştirmiştir. Bu durum, maternal bağlanmanın niteliği ve gelişim süreci üzerinde de belirgin etkiler yaratmıştır. COVID-19 sürecinde en belirgin sorunlardan biri, annelerin doğum öncesi ve sonrası dönemde yaşadıkları yoğun kaygı ve stres düzeyidir. Pandemi döneminde hastanelerde alınan önlemler, sosyal mesafenin zorunluluğu, ziyaret yasakları ve doğum sırasında eş ya da aile desteğinin kısıtlanması gibi uygulamalar, kadınların doğum deneyimlerini yalnızlık ve güvensizlik duygularıyla ilişkilendirmelerine neden olmuştur. Bu durum, doğumun travmatik bir deneyim haline gelmesine yol açarak, annede postpartum depresyon ve anksiyete riskini artırmıştır (14).

Araştırmalar, doğum sırasında ve sonrasında yüksek düzeyde stres yaşayan annelerin bebekleriyle olan duygusal etkileşimlerinin zayıflayabileceğini ve bağlanma sürecinin olumsuz etkilenebileceğini göstermektedir. Pandemi döneminde annelerin yaşadığı izolasyon, sosyal destek eksikliğini de beraberinde getirmiştir. Aile bireylerinin, arkadaşların ve sosyal çevrenin desteği, annelik rolünün benimsenmesinde ve duygusal dayanıklılığın artırılmasında önemli bir faktördür. Ancak COVID-19 döneminde fiziksel temasın kısıtlanması, sosyal etkinliklerin durması ve

sağlık hizmetlerine erişimin zorlaşması, annelerin bu desteği yeterince alamamasına neden olmuştur. Bu durum, özellikle ilk kez anne olan kadınlarda annelik rolüne uyumu zorlaştırmış ve bağlanma sürecini geciktirmiştir (14,16).

Sosyal destek yetersizliği, annelerin bebeğin ihtiyaçlarını algılama ve uygun şekilde yanıt verme becerilerini de olumsuz etkileyebilmiştir. Bir diğer önemli etken, pandemi sürecinde uygulanan karantina ve izolasyon politikaları nedeniyle anne-bebek temasının bazı durumlarda kısıtlanması olmuştur. COVID-19 pozitif annelerin, enfeksiyon riskini azaltmak amacıyla bebeklerinden geçici olarak ayrılmaları, özellikle doğum sonrası ilk günlerde deri teması ve emzirme sıklığını azaltmıştır. Oysa anne ve bebek arasındaki ilk fiziksel temas hem biyolojik hem de duygusal bağlanmanın en güçlü şekilde başladığı dönemdir. Bu temasın ertelenmesi, anne ve bebek arasındaki bağlanma sürecinde gecikmelere yol açabilmiştir. Bununla birlikte, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) ve UNICEF, gerekli hijyen önlemleri alındığında annelerin bebeklerini emzirmeye devam etmeleri gerektiğini vurgulamış, anne sütü ile bağlanmanın ve bağışıklığın güçlenmesinin önemine dikkat çekmiştir. COVID-19 pandemisi, annelerde artan ruhsal sağlık sorunlarıyla da ilişkilendirilmiştir. Özellikle depresyon, anksiyete, uyku bozuklukları ve travma sonrası stres belirtileri, maternal bağlanma üzerinde olumsuz etkiler yaratmıştır (16).

Ruhsal sıkıntı yaşayan anneler, bebeklerinin duygusal sinyallerine karşı daha az duyarlı olabilmekte, bu da etkileşim kalitesini zayıflatabilmektedir. Ancak bazı araştırmalar, pandeminin aynı zamanda annelerin annelik rollerine daha fazla odaklanmalarına, aile içi bağların güçlenmesine ve travma sonrası büyüme gibi olumlu psikolojik değişimlere de zemin hazırlayabildiğini ortaya koymuştur. Nitekim COVID-19 pandemisi, maternal bağlanma sürecini hem olumsuz hem de olumlu yönlerden etkileyen çok boyutlu bir dönem olmuştur (14,15). Salgının getirdiği korku, izolasyon ve sağlık sistemi üzerindeki baskı, annelik deneyimini zorlaştırmış ve birçok kadında duygusal uyumu etkilemiştir. Ancak bu süreç aynı zamanda annelerin dayanıklılıklarını, başa çıkma becerilerini ve annelik rollerine yönelik farkındalıklarını artırma potansiyeline de sahiptir. Bu nedenle, pandemi döneminde ve sonrasında sağlık profesyonellerinin annelere yönelik psikososyal destek hizmetlerini güçlendirmesi, doğum sonrası ruhsal sağlık izlemlerini artırması ve anne-bebek bağlanmasını destekleyici müdahaleler geliştirmesi büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

1. Altuntaş, Ş. L. (2020). Koronavirüs 2019 hastalığı (COVID-19) ve gebelik. *Medical Research Reports*, 3(Özel Sayı), 100-117.
2. Safi-Keykaleh, M., Aliakbari, F., Safarpour, H., Safari, M., Tahernejad, A., Sheikhbardsiri, H., & Sahebi, A. (2022). Prevalence of postpartum depression in women amid the COVID-19 pandemic: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, 157(2), 240-247.
3. Rasmussen, S. A., & Jamieson, D. J. (2021). Pregnancy, postpartum care, and COVID-19 vaccination in 2021. *Jama*, 325(11), 1099-1100.
4. Tedeschi, R. G., & Calhoun, L. G. (2004). " Posttraumatic growth: conceptual foundations and empirical evidence". *Psychological inquiry*, 15(1), 1-18.
5. Wortman, C. B. (2004). Posttraumatic growth: Progress and problems. *Psychological Inquiry*, 15(1), 81-90.
6. Tedeschi, R. G., Calhoun, L. G., & Groleau, J. M. (2015). Clinical applications of posttraumatic growth. *Positive psychology in practice: Promoting human flourishing in work, health, education, and everyday life*, 503-518.
7. Finstad, G. L., Giorgi, G., Lulli, L. G., Pandolfi, C., Foti, G., León-Perez, J. M., ... & Mucci, N. (2021). Resilience, coping strategies and posttraumatic growth in the workplace following COVID-19: A narrative review on the positive aspects of trauma. *International journal of environmental research and public health*, 18(18), 9453.
8. Feingold, J. H., Hurtado, A., Feder, A., Peccoralo, L., Southwick, S. M., Ripp, J., & Pietrzak, R. H. (2022). Posttraumatic growth among health care workers on the frontlines of the COVID-19 pandemic. *Journal of affective disorders*, 296, 35-40.
9. Bovero, A., Balzani, S., Tormen, G., Malandrone, F., & Carletto, S. (2023). Factors associated with post-traumatic growth during the COVID-19 Pandemic: A systematic review. *Journal of clinical medicine*, 13(1), 95.
10. Kaya, Y., Yaşar, B. N., & Arslan, S. (2021). Koronavirüs (COVID-19) salgını sürecinde travma sonrası büyüme ve hayatın anlamı arasındaki ilişki. *Gevher Nesibe Journal of Medical and Health Sciences*, 6(14), 97-104.
11. Nacar, E. H., & Gökkaya, F. (2019). Bağlanma ve maternal bağlanma konusunda bir derleme. *Kıbrıs Türk Psikiyatri ve Psikoloji Dergisi*, 1(1), 50-56.
12. Kınık, E., & Özcan, H. (2020). Maternal bağlanmayı etkileyen faktörler ve primiparlarda maternal bağlanma durumu. *Sağlık Profesyonelleri Araştırma Dergisi*, 2(1), 47-53.
13. Çankaya, S., Yılmaz, S. D., Can, R., & Kodaz, N. D. (2017). Postpartum depresyonun maternal bağlanma üzerine etkisi. *Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 4, 232-240.
14. Kurt, A., & Söyler, H. Ç. (2021). Covid-19 stresi altındaki annelerde maternal bağlanma ve önleyici müdahale yöntemleri. *Kıbrıs Türk Psikiyatri ve Psikoloji Dergisi*, 3(4), 304-313.
15. Altay, G., & Arıkan, D. (2021). COVID-19 pandemi sürecinde yenidoğanlarda güvenli maternal bağlanma ve emzirme. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 10(4), 993-999.
16. Oskovi-Kaplan, Z. A., Buyuk, G. N., Ozgu-Erdinc, A. S., Keskin, H. L., Ozbas, A., & Moraloglu Tekin, O. (2021). The effect of COVID-19 pandemic and

social restrictions on depression rates and maternal attachment in immediate postpartum women: a preliminary study. *Psychiatric Quarterly*, 92(2), 675-682.

Hemşirelerde İkincil Travma ve Öz-Şefkat Temelli Müdahaleler

Ömer Faruk BAŞYİĞİT¹

İzzettin EKİNCİ²

1. Öğr. Gör. Bingöl Üniversitesi SHMYO Tıbbi Hizmetler ve Teknikleri Bölümü @bingol.edu.tr ORCID: 0000-0003-2202-8648

2. Öğr. Gör. Bingöl Üniversitesi SHMYO Tıbbi Hizmetler ve Teknikleri Bölümü ikinci@bingol.edu.tr ORCID: 0000-0003-0418-6773

ÖZET

Bu bölümde hemşirelerin çalışma hayatlarında sıkça karşılaştıkları ikincil travma olayı ve bu durumun psikolojik, duygusal ve örgütsel etkileri üzerinde durulmaktadır. Hemşirelerin, özellikle travma, istismar, intihar olayları ve saldırgan altı davranışlarıyla ilgilendikleri süreçlerde yüksek derecede merhamet tükenmişliği ve ikincil travma stresi yaşadıkları belirtilmektedir. Türkiye ve dünya genelinde yapılan araştırmalar, bu durumun hemşirelerin empati, iş tatmini ve mesleki bağlılık seviyeleri üzerinde olumsuz etkiler yarattığını ortaya koymaktadır.

İkincil travmanın engellenmesi ve yönetiminde öz-şefkat temelli uygulamalar önemli bir koruyucu unsur olarak öne çıkmaktadır. Öz-şefkat, bireyin kendisine nazik bir şekilde yaklaşması, insan olmanın ortak deneyimlerini kabul etmesi ve farkındalığını artırması olarak tanımlanmaktadır. Bu tür yöntemler, hemşirelerin stresle başa çıkma yeteneklerini geliştirdiği gibi, psikolojik dayanıklılıklarını da artırmaktadır. Literatürde öne çıkan Mindful Self-Compassion (MSC), Compassion Cultivation Training (CCT) ve Compassion Focused Therapy (CFT) gibi programlar, hemşirelerde tükenmişlik ve ikincil travma semptomlarını azalttığı; bunun yanı sıra farkındalık, empati ve öz-anlayışı güçlendirdiği kanıtlanmıştır.

Sonuç olarak, öz-şefkat temelli eğitim ve müdahalelerin hemşirelik pratiğine entegre edilmesi, bireylerin iyilik halleri ile bakım kalitesinin artırılmasına yardımcı olabilir.

Anahtar Kelimeler: Hemşirelik, İkincil Travma, Merhamet Yorgunluğu, Öz-Şefkat, Mindful Self-Compassion, Şefkat Odaklı Terapi, Psikolojik Dayanıklılık, Tükenmişlik

I. GİRİŞ: HEMŞİRELİK HİZMETLERİNDE GÖRÜNMEYEN YÜK

Hemşireler, meslek yaşamları boyunca hastaların en kırılgan anlarına tanıklık eden ve travmatik deneyimlerle doğrudan temas halinde olan sağlık profesyonelleridir. Bu durum, hemşirelerin sadece fiziksel değil, aynı zamanda psikolojik ve duygusal açıdan da zorlu bir çalışma ortamında bulunmalarına neden olmaktadır. Günümüzde, hemşirelik hizmetlerinin karmaşıklığı arttıkça, hemşirelerin karşılaştığı duygusal yük de paralel olarak artmaktadır(Bock vd. 2020)

Hemşirelerin maruz kaldığı duygusal yük, geleneksel hemşirelik hizmetlerinden farklı özellikler taşımaktadır. Bu hemşireler, intihar girişiminde bulunan hastalarla çalışmak, şiddet içeren davranışlara müdahale etmek, cinsel istismar ve travma mağduru bireylerle bakım ilişkisi kurmak gibi son derece zorlayıcı durumlarla karşılaşmaktadır (Newman vd., 2024).

Araştırmalar, hemşirelerinin %91,2'sinin ikincil travma yaşadığını ve bunların %25,3'ünün ikincil travmatik stres belirtileri geliştirdiğini göstermektedir(Bock vd., 2020).

Bu oran, genel hemşire popölasyonuna kıyasla oldukça yüksektir ve mesleki bir risk faktörü olarak değerlendirilmektedir. Türkiye'de yapılan çalışmalar da benzer sonuçlar ortaya koymakta, hemşirelerinin yüksek düzeyde merhamet yorgunluğu ve ikincil travmatik stres yaşadığını göstermektedir (Gölirmak Güler, Uzun ve Emirza 2025; Güven 2022).

Bu durum, yalnızca hemşirelerin kişisel refahını etkilemekle kalmayıp, aynı zamanda hasta bakım kalitesini ve sağlık sistemi etkinliğini de olumsuz yönde etkilemektedir. İkincil travma yaşayan hemşirelerin empati kapasitelerinin azaldığı, mesleki doyumlarının düştüğü ve içten ayrılma oranlarının arttığı bilinmektedir (Isobel ve Thomas 2022).

II. İKİNCİL TRAVMA: TANIMLAR, BELİRTİLER VE HEMŞİRELERDEKİ GÖRÜNÜM

İkincil travma; bir kişinin ciddi strese neden olan bir duruma ya da trajik bir olaya tanık olması, bu olaya dair bilgi edinmesi veya işi nedeniyle dolaylı olarak buna maruz kalması sonucunda hissettiği duygulardır ve stres tepkisi olarak tanımlanmaktadır (Gürkan ve Yalçiner 2017).

Bu kavram, kaynaklarda ikincil travmatik stres, dolaylı travma, merhamet yorgunluğu ve vicarious travma gibi çeşitli terimlerle açıklanmaktadır. Bu terimler sıkça birbirinin yerine kullanılsa da merhamet yorgunluğu özellikle duygusal yükün fazla olduğu iş yerlerinde daha belirgin hale gelir. Bu durumda, empatik sınırlarını koruyamayan, profesyonel mesafesini sürdüremeyen ve başa çıkma becerileri sınırlı olan bakım veren kişilerde bu sorun daha çok görülür (Yılmaz 2018).

DSM-5'e göre, travmatik bir olay sadece doğrudan yaşanmak zorunda değil. Travma Sonrası Stres Bozukluğu (TSSB) tanısı için A kriterine göre; bir kişi travmatik bir olaya doğrudan maruz kalabilir, o olaya tanık olabilir, yakın birinin yaşadığı travmayı dolaylı olarak hissedebilir veya travmatik olaylarla ilgili bilgilere sürekli olarak mesleki olarak maruz kalabilir ve bunlar da travma sayılır (Tsouvelas vd. 2022). İkincil travmatik stres yaşayan hemşirelerde; zorlayıcı düşünceler (örneğin tekrarlayan düşünceler veya anımsamalar), kaçınma ve duygu donukluğu tepkileri, uyku sorunları,

duygusal sıkıntılar ve fiziksel rahatsızlıklar gibi işaretler görülebilmektedir(Bock vd. 2020).

Ruh sağlığı hemşireleri arasında ikincil travmanın görülme sıklığı, diğer hemşirelik disiplinlerine kıyasla belirgin bir şekilde fazladır. Adli psikiyatri hemşireleri üzerinde gerçekleştirilen bir araştırmada, hemşirelerin neredeyse yarısının orta derecede ikincil travma deneyimlediği ve %25'inin ise yüksek düzeyde ikincil travma belirtileri sergilediği tespit edilmiştir(Newman vd. 2024). Bu durum, psikiyatri hemşirelerinin hasta travma öyküleriyle sürekli etkileşimde bulunmalarının ve bu öykülere karşı empati göstermesinin bir sonucudur.

Kanada Ruh Sağlığı Derneği'ne göre ikincil travmanın ruhsal semptomları; başkalarının yaşadığı acıları deneyimlemenin getirdiği bunaltı, umutsuzluk ya da çaresizlik hissetme, öfke, kaygı ve hüznün gibi güçlü duygular yaşama, çevre ile ya da duygusal durumlarla bağlantının kopması, empati hissinin azalması, sosyal yalnızlık, ilişkilerdeki çatışmalar, verimlilikte düşüş, uyku sorunları, konsantrasyon eksikliği ve madde tüketiminde artış olarak kendini gösterebilir. Fizyolojik belirtileri ise bulantı, baş ağrısı ve baş dönmesi gibi fiziksel rahatsızlıkları içerir.

Türkiye'de gerçekleştirilen araştırmalar, psikiyatri hemşirelerinin ikincil travma yaşama olasılığının özellikle fazla olduğunu ortaya koymaktadır. Güler ve ekibinin (2024) yürüttüğü fenomenolojik incelemede, travma yaşayan bireylere hizmet eden psikiyatri hemşirelerinin ikincil travmatik stresle karşılaştıkları ve bu durumla başa çıkmada güçlük çektikleri saptanmıştır. Benzer şekilde, Türkiye'deki acil hizmet hemşireleri üzerinde gerçekleştirilen araştırmalar da yüksek düzeyde ikincil travma oranlarını göstermiştir (Şimşek vd., 2025).

III. İKİNCİL TRAVMAYI TETİKLEYEN KLİNİK DURUMLAR

Travma mağdurlarıyla çalışan hemşireler: Hemşireler, önemli travma yaşamış hastalara (depresyon, savaş, büyük kazalar gibi) bakım sağlarken ikincil travma riskiyle karşılaşmaktadır. Türkiye'de yapılan araştırmada, psikolojik travma yaşamış bireylerle ilgilenen hemşirelerde belirgin ikincil travmatik stres belirtileri gözlemlenmiştir. Benzer şekilde Literatürde, travma yaşamış bireylerle sürekli etkileşimin ikincil travma oluşumunu tetikleyebileceği belirtilmektedir (Gülirmak Güler vd. 2025;

Wolotira 2023).Türkiye'de gerçekleştirilen bir incelemede, 'en fazla destek veren bireyler' arasında yer alan sağlık personelinin, ikincil travma riski taşıyan meslek grupları arasında bulunduğu ifade edilmiştir (Varan ve Demirel 2024)

Çocuk istismarı vakaları: İstismara uğramış çocuklar ya da onların ailelerine hizmet eden hemşirelerde ikincil travmatik stres oluşabilir. Bennett ve Christian (2023) çalışmasında, çocuk istismarı mağdurlarına hizmet eden sağlık personelinin ikincil travmatik stres yaşadığına dair bulgular sunulmuştur.

Siddet uygulayan/agresif hastalar: Psikotik bir kriz yaşayan veya huzursuz bir durumda bulunan bireylerin gösterdiği saldırgan davranışlar, bu hastalarla doğrudan ilgilenen hemşireler için önemli bir travma kaynağı olabilmektedir. Akut psikiyatri birimlerinde çalışan hemşireler, hasta saldırılarına uğradıklarında yoğun bir korku, çaresizlik ve ölüm korkusu hissettiklerini aktarmışlardır. Bekelepi ve Martin'in (2022) araştırmasında, saldırıya uğrayan hemşirelerin bazıları, olay esnasında "ölmekte olduklarını" düşündüklerini, sonrasında ise yoğun anksiyete, öfke ve tükenmişlik yaşadıklarını belirtmişlerdir.

Kurumsal Stresörler: Kurumsal stres faktörlerinin bireysel etkenlerle birleşmesi, hemşirelerin ikincil travmaya maruz kalma olasılığını önemli ölçüde yükseltmektedir. Personel yetersizliği, ağır iş yükü, mesleki yalnızlık ve yetersiz denetim gibi örgütsel problemler, sağlık çalışanlarının travmatik durumlarla başa çıkma yeteneklerini zayıflatmaktadır. Özellikle örgütsel destek eksikliğinin, ikincil travma riskinde yüzde yirmi yedi oranında bir artışla bağlantılı olduğu tespit edilmiştir (Xie vd. 2025)

İntihar girişimi/hasta intiharları: Hemşireler, görevleri doğrultusunda sık sık intihar riski bulunan hastalarla karşılaşmaktadır. 2024 yılında gerçekleştirilen bir meta-analiz araştırmasında, hemşirelerin hasta intiharıyla karşılaşmaları veya intihar girişimlerine müdahale etmeleri sonucunda şok, panik, suçluluk ve sürekli kaygı gibi yoğun duygusal tepkiler yaşadığı tespit edilmiştir. Bu tür duygusal tepkiler, ikincil travma belirtileri ve uzun vadeli stres tepkilerine yol açabilir. İntihar olayları, hemşirelerin mesleki kimliklerini sorgulamalarına, tükenmişlik hissetmelerine ve hatta meslekten ayrılmayı düşünmelerine neden olabilecek düzeyde psikolojik etkilere yol açmaktadır (Yang vd. 2024) Türkiye'de acil servis hemşireleri üzerine yapılan bir araştırmada, katılımcıların %53,4'ü intihar eden hastalarla ilgilenmek

istemediğini ifade etmiştir. Bu durum, söz konusu vakaların duygusal olarak zorlayıcı olabileceğini ortaya koymaktadır (Cansu, 2020)

IV. ÖZ-ŞEFKATİN KAVRAMSAL TEMELLERİ VE KLİNİK DAYANAKLARI

Öz-şefkat, Kristin Neff tarafından oluşturulmuş ve üç ana unsurdan meydana gelen bir anlayıştır: “kendine nezaket (self-kindness), ortak insanlık duygusu (common humanity) ve farkındalık (mindfulness)” (Yıldırım ve Sarı 2018) Öz-şefkat, bir kişinin zor zamanlar, sıkıntı veya başarısızlıkla karşılaştığında kendisine sert eleştiriler yapmak yerine nazik, anlayışlı ve yargılamayan bir yaklaşım sergilemesidir. (Karagöz ve Uzunbacak 2022)

Kendine nazik olma, bir kişinin hatalarını ve eksikliklerini sert bir şekilde eleştirmek yerine, empati ve anlayışla karşılaşması demektir. Bu kavram, sağlık sektörü çalışanları için özel bir öneme sahiptir; zira mesleki yanlışlıklar ya da yetersizlik duygusu ile başa çıkarken kendilerini çok sert bir şekilde eleştirme eğilimindedirler (Neff vd. 2020)

O rtak insanlık anlayışı, öz-şefkatin bir parçası olarak, kişinin yaşadığı sıkıntıların insan olmanın genel bir boyutu olduğunu anlamasına yardımcı olur. Hemşireler için bu anlayış, iş stresinin ve duygusal yükün yalnızca kendilerine ait olmadığını, benzer tecrübelerin meslek hayatının doğal bir unsuru olduğunu kabul etmelerine katkıda bulunabilir (Crego vd. 2022)

V. HEMŞİRELERDE ÖZ-ŞEFKATİN YERİ

Hemşireler, hastaların fiziksel, sosyal ve duygusal gereksinimlerine uzun vadeli destek sağlayan sağlık profesyonelleridir; bu durumda yoğun bir iş yükü ve duygusal baskıyla karşılaşma ihtimalleri yüksektir. Öz-şefkat uygulamak, hemşirelerin bu aşırı baskı ve beklentiler altında psikolojik dayanıklılık elde etmelerine yardımcı olur. Hemşirelik alanındaki kaynaklarda, öz-şefkatin hastalarla etkileşimde hemşirelerde bulunması gereken önemli bir nitelik olduğu belirtilmiştir. Yüksek öz-şefkat düzeyi, hemşirelerin duygusal zeka ve iş tatmini düzeyini artırırken, aynı zamanda mesleki tükenmişlik ve zararlı mükemmeliyetçilik oranını düşürmektedir. Bu bulgular, Dalai Lama ve diğer araştırmacıların ifadesiyle, "Başkalarına yardımcı olmak, önce kendimize dikkat etmeyi gerektirir" ilkesini destekler niteliktedir. Sonuç olarak, öz-şefkatin artırılması, psikiyatri hemşirelerinin stres yönetimi ve yüksek kaliteli bakım sağlama yeteneklerini geliştiren stratejik bir yöntem olarak değerlendirilmektedir (Altun vd. 2022)

VI. ÖZ-ŞEFKAT TEMELLİ EĞİTİ MODELLERİ

Mindful Self-Compassion (MSC) – Bilinçli Öz-Şefkat Programı: Mindful Self-Compassion (MSC), Kristin Neff ve Christopher Germer tarafından öz-şefkati geliştirmek için oluşturulmuş bir farkındalık odaklı eğitim programıdır. Bu program, katılımcılara zorlayıcı duygularla başa çıkarken kendilerine daha nazik ve destekleyici bir tutum sergilemelerini öğretmektedir (Delaney, 2018). Program sekiz haftadan oluşmakta; her hafta yaklaşık iki buçuk saatlik grup toplantıları ve yarım günlük bir farkındalık ve şefkat inzivası içermektedir. Katılımcılar, oturumlar dışında günlük alıştırma yapmaları için teşvik edilmekte ve bu süreçte rehberli ses kayıtları kullanılmaktadır. MSC'nin ana uygulamaları Farkındalık Meditasyonu, Sevgi Dolu Şefkat Meditasyonu ve Şefkat Meditasyonu şeklindedir. Program, öz-şefkati teşvik etmenin yanı sıra farkındalık becerilerini de geliştirerek psikolojik dayanıklılığı artırmayı amaçlamaktadır. Delaney (2018)'in hemşirelerle gerçekleştirdiği pilot araştırmada, MSC'nin ikincil travma ve tükenmişliği azalttığı, bunun yanında dayanıklılık ve şefkat memnuniyetini artırdığı tespit edilmiştir. Bu bulgular, öz-şefkat temelli eğitimlerin sağlık çalışanlarının psikolojik iyi olma hali üzerinde olumlu bir etki sağladığını göstermektedir.(Delaney 2018)

Compassion Cultivation Training (CCT) – Şefkat Geliştirme Eğitimi: Şefkat Gelişim Eğitimi (CCT), Stanford Üniversitesi'nde Thupten Jinpa ve çalışma arkadaşları tarafından oluşturulan, şefkat yeteneklerini sistematik olarak güçlendirmeyi amaçlayan düzenli bir eğitim programıdır. CCT, bir tanıtım seansı ile başlayarak, sonrasında sekiz hafta boyunca her hafta bir kez gerçekleştirilen iki saatlik grup oturumları ile uygulanır. Katılımcılar ayrıca her gün 15-30 dakikalık rehberli meditasyon çalışmalarına katılmaları için teşvik edilir. Programın temel unsurları, Tibet Budizmi'ndeki şefkat ve farkındalık pratiklerinin yanı sıra Batı psikolojisinden elde edilen deneysel uygulamaların birleşiminden oluşur. Bununla birlikte, CCT tamamen seküler bir şekilde ders olarak verilir. Eğitim, dikkat ve farkındalık becerilerinin geliştirilmesi ile başlar; katılımcıların önce kendilerine, sonra yakınlarına ve nihayet zorlandıkları kişilerin acılarına açık ve şefkatli bir şekilde yaklaşmalarını amaçlar. Uygulamalar arasında sevgiyi artıran şefkat meditasyonu (loving-kindness) ve tong-len (acı ile empatik bağlantı kurma) gibi çeşitli teknikler bulunmaktadır. Jazaieri ve ekibi (2013), CCT'nin katılımcılardaki kaygı seviyelerini azalttığını, mutluluk ve farkındalık derecelerini artırdığını ve ayrıca duygusal bastırma eğilimlerini azalttığını bulmuştur. Bu bulgular, şefkat odaklı uygulamaların bireylerin duygusal

düzenleme ve psikolojik dayanıklılık yeteneklerini geliştirmede etkili olabileceğini göstermektedir. (Jazaieri vd. 2014)

Şefkat Odaklı Terapi ve Şefkatli Zihin Eğitimi: Şefkat Odaklı Terapi (Compassion Focused Therapy, CFT), bireylerin kendilerine ve diğer insanlara karşı daha fazla anlayış ve şefkat göstermelerini sağlamayı amaçlayan bir yöntemdir. Duygusal dengeyi kavramayı ve sakinleştirici sistemin güçlenmesini hedefler. Corrigan, Browne, Gilsenan ve Irons (2024), yoğun bakım hemşireleri için dört haftalık çevrimiçi bir şefkat odaklı programın, katılanların şefkat seviyelerini artırdığını ve tükenmişlik ile travma belirtilerini azalttığını ortaya koymuştur. Bu sonuç, dijital platformlarda şefkat temelli uygulamaların etkili olduğunu göstermektedir (Corrigan vd. 2024)

Şefkatli Zihin Eğitimi (Compassionate Mind Training, CMT) ise CFT prensipleri doğrultusunda, öz-şefkat ve farkındalık becerilerini geliştirmek amacıyla oluşturulan bir programdır. Stanford Üniversitesi'ndeki Şefkat ve Altruizm Araştırmaları ve Eğitimi Merkezi, CMT'nin bireylerin mutluluğunun yanı sıra liderlik ve sosyal ilişkilerde de olumlu etkiler sağladığını belirtmektedir (CCARE, t. y.).

SONUÇ

Hemşireler, sağlık alanında ön planda olan ve sık sık travmatik durumlarla karşılaşan uzmanlardır. Bu durum, onların ruh sağlığı için risk oluşturan ikincil travmatik stres ve merhamet yorgunluğu gibi durumların ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Araştırmalar, ikincil travmanın hem bireyler hem de kuruluşlar açısından ciddi etkileri olduğunu; empati kaybı, iş hoşnutsuzluğu, tükenmişlik ve iş gücü azalması gibi sonuçlar doğurduğunu göstermektedir.

Bu bağlamda, hemşirelerin öz-şefkat yeteneklerinin desteklenmesi ve farkındalık odaklı eğitimlerle güçlendirilmesi son derece önemlidir. Öz-şefkat, hemşirelerin kendi insani sınırlamalarını kabul etmelerine, duygusal yüklerini hafifletmelerine ve mesleki rollerini daha sürdürülebilir bir şekilde yerine getirmelerine olanak tanır. MSC, CCT ve CFT gibi şefkat temelli yöntemlerin hem hemşirelik eğitimine hem de kurumsal destek programlarına dahil edilmesi, hem bireysel refahın artırılması hem de hasta bakımının kalitesinin yükseltilmesi açısından etkili bir yaklaşım olarak düşünülmelidir.

Sonuç olarak, öz-şefkatin hemşirelik alanında yalnızca kişisel bir tutum değil, aynı zamanda profesyonel bir gereksinim olarak değerlendirilmesi, sürdürülebilir sağlık hizmeti sunumunun önemli unsurlarından biri olmalıdır.

KAYNAKLAR

- Altun, ÖŞ, K. KABAKÇI, Z. Olçun-Arşiv Kaynak Tarama Dergisi, ve undefined 2020. 2022. “Hemşirelikte öz-şefkat”. *dergipark.org.tr* 11(2):784-93. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1038293>.
- Bock, Christian, Ivo Heitland, Tanja Zimmermann, Lotta Winter, ve Kai G. Kahl. 2020. “Secondary Traumatic Stress, Mental State, and Work Ability in Nurses—Results of a Psychological Risk Assessment at a University Hospital”. *Frontiers in Psychiatry* 11. doi:10.3389/fpsyt.2020.00298.
- Cansu, Zeynep. 2020. *Yetişkin Acil Birimlerinde Çalışan Hemşirelerin İntihar Girişiminde Bulunan Hastalara Yönelik Tutumlarının İncelenmesi*. İstanbul.
- Corrigan, J. P., Dymna Browne, Jane Gilsean, ve Chris Irons. 2024. “Evaluating a brief online <scp>compassion-focused</scp> intervention for intensive care nurses”. *Nursing in Critical Care* 29(2):303-6. doi:10.1111/nicc.12860.
- Crego, Antonio, José Ramón Yela, Pablo Riesco-Matías, María-Ángeles Gómez-Martínez, ve Aitor Vicente-Arruebarrena. 2022. “The Benefits of Self-Compassion in Mental Health Professionals: A Systematic Review of Empirical Research”. *Psychology Research and Behavior Management* Volume 15:2599-2620. doi:10.2147/PRBM.S359382.
- Delaney, Martin C. 2018. “Caring for the caregivers: Evaluation of the effect of an eight-week pilot mindful self-compassion (MSC) training program on nurses’ compassion fatigue and resilience”. *PLOS ONE* 13(11):e0207261. doi:10.1371/journal.pone.0207261.
- Gülirmak Güler, Kübra, Sevdâ Uzun, ve Elif Güzide Emirza. 2025. “Secondary Traumatic Stress and Coping Experiences in Psychiatric Nurses Caring for Trauma Victims: A Phenomenological Study”. *Journal of Psychiatric and Mental Health Nursing* 32(2):402-13. doi:10.1111/jpm.13121.
- Gürkan, Ayça, ve Nihan Yalçiner. 2017. Sağlık çalışanlarında ikincil travmatik stres. Secondary traumatic stress in health workers. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi* 6(2): 90 – 95.
- Güven, Şefika Dilek. 2022. “Compassion Satisfaction, Compassion Fatigue, and Burnout among Nurses”. *Kapadokya Sağlık Bilimleri Dergisi*. doi:10.58241/ksbd.1.
- Isobel, Sophie, ve Margaret Thomas. 2022. “Vicarious trauma and nursing: An integrative review”. *International Journal of Mental Health Nursing* 31(2):247-59. doi:10.1111/inm.12953.
- Jazaieri, Hooria, Kelly McGonigal, Thupten Jinpa, James R. Doty, James J. Gross, ve Philippe R. Goldin. 2014. “A randomized controlled trial of compassion cultivation training: Effects on mindfulness, affect, and emotion regulation”. *Motivation and Emotion* 38(1):23-35. doi:10.1007/s11031-013-9368-z.
- Karagöz, Ş., ve HH Uzunbacak. 2022. “Türkiye’de öz-şefkat alanında yazılmış lisansüstü tezlerin incelenmesine yönelik bir içerik analizi”. *dergipark.org.tr*Ş

- Karagöz, HH Uzunbacak *Journal of Organizational Behavior Review*, 2023•dergipark.org.tr (5).
<https://dergipark.org.tr/en/pub/jobreview/issue/75532/1206776>.
- Neff, Kristin D., Marissa C. Knox, Phoebe Long, ve Krista Gregory. 2020. "Caring for others without losing yourself: An adaptation of the Mindful Self-Compassion Program for Healthcare Communities". *Journal of Clinical Psychology* 76(9):1543-62. doi:10.1002/jclp.23007.
- Newman, Claire, Michael Roche, ve Doug Elliott. 2024. "Vicarious Trauma and Health Outcomes in Forensic Mental Health Nurses". *Journal of Forensic Nursing* 20(2):87-94. doi:10.1097/JFN.0000000000000450.
- Şimşek, Belkıs, Zeynep Özer, ve Kadriye Buldukoğlu. 2025. "Investigation of the Effect of Secondary Traumatic Stress on Psychological Resilience in Emergency Nurses: A Systematic Review". *Journal of Clinical Nursing* 34(7):2564-72. doi:10.1111/jocn.17688.
- Tsouvelas, George, Argyroula Kalaitzaki, Alexandra Tamiolaki, Michael Rovithis, ve George Konstantakopoulos. 2022. "Secondary traumatic stress and dissociative coping strategies in nurses during the COVID-19 pandemic: The protective role of resilience". *Archives of Psychiatric Nursing* 41:264-70. doi:10.1016/j.apnu.2022.08.010.
- Varan, Dilara, ve Çağatay Demirel. 2024. "Travmanın dolaylı etkisi: İkincil travmatik stres üzerine bir derleme". *İstanbul Kent Üniversitesi İnsan ve Toplum Bilimleri Dergisi* 5.
- Wolotira, Elizabeth A. 2023. "Trauma, Compassion Fatigue, and Burnout in Nurses". *Nurse Leader* 21(2):202-6. doi:10.1016/j.mnl.2022.04.009.
- Xie, Daixun, Xiaoqin Zhu, Xiurong Zhang, Zhaoquan Jiang, ve Tao Liu. 2025. "The impact of support from emergency nurse organizations on compassion fatigue: the mediating role of psychological capital". *Frontiers in Public Health* 13. doi:10.3389/fpubh.2025.1551381.
- Yang, Mengying, Peipei Yu, Hui Zhang, ve Yingying Zheng. 2024. "The real experiences of nurses after patient suicide: A meta-synthesis of qualitative studies". *Medicine* 103(43):e40034. doi:10.1097/MD.00000000000040034.
- Yıldırım, M., ve T. Sarı. 2018. *Öz-Şefkat Ölçeği Kısa Formu'nun Türkçe uyarlaması: Geçerlik ve güvenirlik çalışması*. C. 18.
- Yılmaz, Gülay. 2018. "Professional Quality of Life in Nurses: Compassion Satisfaction and Compassion Fatigue". *Journal of Psychiatric Nursing*. doi:10.14744/phd.2018.86648.

Çocuk ve Adölesanlarda Yeme Bozuklukları ve Diş Hekimliği Yaklaşımı

Emine Zehra AYDIN ÇETİN¹

Aysun AVŞAR²

- 1- Arş. Gör.; Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı
eminezehra.aydin@omu.edu.tr ORCID No: 0000-0002-8644-9049
- 2- Prof. Dr.; Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı
aysuna.omu.edu.tr ORCID No: 0000-0003-3911-4526

ÖZET

Yeme bozuklukları, bireyin beden sağlığı ve/veya psikosozal işlevlerini önemli ölçüde etkileyebilen, diğer duygu durum bozukluklarının da eşlik edebildiği karmaşık ve çok yönlü psikiyatrik ve davranışsal durumlardır. Bu çalışmanın amacı, yeme bozukluklarının en sık görülen iki formu olan Anoreksiya nervoza ve Bulimia nervozanın ağız bulguları ve dental yönetiminin derlenerek bütüncül bir şekilde sunulmasıdır. Genel olarak yeme bozukluğu olan hastalarda en sık görülen oral semptomlar arasında; diş erozyonu, diş çürükleri, gingivitis veya periodontitis, mukozal ülserler veya eritem, ağız köşesi iltihabı, ağız kuruluğu sayılabilir. Tüm bu semptomlar, çürük ve diş erozyonu hariç, geri dönüşümlüdür. Topikal olarak uygulanabilen aşınma karşıtı ajanlar; gargaralar, florürler, vernikler, köpükler, jeller ve diş macunları erozyon sürecini önlemekte etkilidir. Ancak, erozyonun ilerlemesi durdurulamadığında, dişte gelişen madde kaybının, hassasiyetin ve estetik kaygıların giderilmesi amacıyla kompozit rezin restorasyonları, protetik kuron ve vener uygulamalarına başvurulabilmektedir. Yeme bozukluğundan etkilenen hastaların günlük rutinlerine florürlü diş macunu, florürlü ağız gargarası kullanımı eklenmelidir. Ayrıca bu hastalara klinik ortamında farklı profesyonel florür jelleri ve verniklerinin uygulanması çürüklerin önlenmesi ve başlangıç çürüklerinin durdurulması açısından oldukça önemlidir. Bu hastalarda ağız bakımı ve düzenli diş hekimi kontrolleri yaşam kalitesinin artması açısından önemlidir. Hastanın diş hekimiyle karşılaşmasında, hekim semptom ve belirtileri iyi yorumlamalı ve yeterli bilgi düzeyine sahip olmalıdır. Böylece, hastalığın ilk teşhisinde rol alarak, hastanın doğru tanı ve tedaviyi alması sağlanabilir.

Anahtar Kelimeler – Yeme bozukluğu, anoreksiya nervosa, bulimia nervosa, çocuk, diş erozyonu.

GİRİŞ

Yeme bozuklukları, diğer duygu durum bozukluklarının da eşlik edebildiği karmaşık ve çok yönlü psikiyatrik ve davranışsal durumlardır. Bireyde kalıcı olarak bozulmuş yeme alışkanlıkları ve bununla ilişkili tutum ve davranışlarla karakterizedir. Sonuçta, bireyin beden sağlığı ve/veya psikosozal işlevlerini önemli ölçüde etkilenmektedir. (American Psychiatric Association, 2022; Nijakowski ve ark., 2023)Yeme bozukluklarının en yaygın görülen formları Anoreksiya Nervoz ve Bulimiya Nervozadır. Anoreksiya Nervoz (AN) hastalığı, beden imgesinde bozulma ve kilo alma kaygısına bağlı besin alımının kısıtlanması ile ilişkilidir. Bu durum, önemli ölçüde zayıflığa yol açar. Bulimiya Nervoz (BN) ise genellikle normal vücut ağırlığı ile ilişkilidir. BN hastaları, kontrolsüz aşırı yeme ataklarını

kendi kendilerini kusturma, aşırı egzersiz yapma gibi davranışlarla uygunsuz bir şekilde telafi etmeye çalışmaktadırlar. (Sharan ve Sundar, 2015)

Anoreksiya nervoza'nın yaşam boyu prevalans oranı kadınlarda %4'e, erkeklerde ise %0,3'e kadar çıkabilmektedir. Kadınların %3'üne kadar ve erkeklerin %1'inden fazlası yaşamları boyunca bulimia nervoza bozukluğuna sahiptir. Kadınlar, tüm yaş aralıklarında AN ve BN'ye daha yatkın bulunmuştur. (van Eeden ve ark., 2021) Ayrıca, anoreksiya nervoza hastalarının %20 ila %50'sinde bulimiya da gelişmektedir. (Eddy ve ark.,2008)

Yeme bozukluğu olan bireyler, kilo durumlarından bağımsız olarak önemli morbidite ve mortalite riski altındadır. Bunun nedenleri arasında yetersiz beslenme (kardiyovasküler hastalıklar ve kemik dansitesinde değişimler gibi durumlara yol açar), aşırı veya kontrolsüz yeme (obezite, diyabet ve metabolik sendroma yol açar), telafi edici davranışlar (elektrolit dengesizliklerine neden olarak çeşitli kardiyovasküler ve nörolojik sorunlara yol açabilir) ve duygudurum bozuklukları (intihar eğilimine yol açabilir) gibi faktörler sayılabilmektedir. (Valeriani ve ark., 2024)

Yakın zamanda yapılan bir çalışmada, 5 yıllık takip sonrasında, şiddetli malnütrisyon olan anoreksiya nervoza hastalarının ölüm oranının 15,9 kadar yüksek olduğu bulunmuştur. (Guinhut ve ark.,) Bulimia nervoza için Arcelus ve arkadaşları, (2011) 1000 kişi başına 1,9 ölüm olduğunu bildirmiştir. Sonuçta, her iki hastalık da 5 kat veya daha fazla ölüm riski ile ilişkili bulunmuştur. (van Eeden ve ark., 2021)

Bu bozuklukların etiyolojisi tam olarak anlaşılmassa da kişisel (biyolojik veya psikolojik) ve çevresel (gelişimsel veya sosyokültürel) gibi faktörlere bağlı olarak multifaktöriyel olduğu düşünülmektedir. Ana akım sosyal medyadaki güzellik algısı, olumsuz ortamlara maruz kalma ve azalan özgüven de hastalığa yatkınlıkta etkili olmaktadır. (Nijakowski ve ark., 2023; Valeriani ve ark., 2024)

Yeme Bozukluklarının Ağız Sağlığı Üzerine Etkileri

Yeme bozukluklarının patofizyolojisi nedeniyle, her iki bozuklukta da bireyin psikolojik, bedensel sağlığı gibi ağız sağlığı da bu durumdan etkilenmektedir. (Valeriani ve ark., 2024) İlk belirtilerini ağızda da verebilen bu durumun erken teşhisi için oral bulguların tespiti, diş hekimlerinin klinik deneyimine veya bilgi düzeyine bağlıdır. (Monda ve ark, 2021)

Yeme bozukluğunun ağızdaki belirtileri, hastalığın süresi, sıklığı, kusma, ilaç kullanımı, beslenme ve hastanın ağız hijyenine bağlıdır. (Niederau ve ark., 2025)

Bulimiya nervoza hastaları sıklıkla; diş çürükleri ve erozyonu, diş ağrısı, çürük yapıcı bakteri düzeylerinde artış, ortodontik anormallikler, ağız kuruluğu ve tükürük salgısının azalması, tükürük pH'nın düşmesi,

periodontal hastalığın azalması, parotis bezinin büyümesi ve yutma güçlüğü gibi çeşitli oral ve faringeal semptomlar deneyimlemektedir. (Bretz, 2002)

Anoreksiya nervoza hastalarında ise, çürük sayısı, plak birikimi ve diş eti iltihabında önemli bir artış olduğu bilinmektedir. Ayrıca hastalarda tükürük akış hızı ve pH'ında azalma gibi önemli değişiklikler gözlemlenmiştir. (Niederau ve ark., 2025)

Yeme bozukluğu olan hastalarda en sık görülen oral bulgu, dental erozyondur. Dental erozyon, bakteriyel etki olmaksızın, iç veya dış asitlere sık maruz kalma sonucu diş minesi ve dentinin çözünmesi olarak tanımlanır. (Garbin, 2020) Erozyon, diş sert doku kaybının klinik şiddeti derecesine göre sınıflandırılabilir: Sınıf I veya hafif erozyonda, sadece diş minesi etkilenmiştir. Sınıf II veya orta erozyonda, erozyon dentinin 1/3'ünden azına ulaşmıştır. Sınıf III veya şiddetli erozyonda, dentinin 1/3'ünden fazlasına ulaşmıştır. (Nijakowski ve ark., 2023)

Yeme bozukluğu, özellikle bulimiya nervoza, hastalarında eroziv lezyonların gelişme olasılığının, sağlıklı bireylerden 10 kat fazla olduğu bilinmektedir. (Nijakowski ve ark., 2023) Bulimiya nervoza hastalarında görülen aşırı yeme ve bunu kusma davranışının kronikleştiği durumlarda, ciddi erozyona yol açabileceği bilinmektedir. Kusma ile atılan gastrik içeriğin pH'ı yaklaşık 3.8 değerindedir ve bu yüksek asiditeyi göstermektedir. Bunun yanı sıra pH'taki düşüşte, parotis bezinin fonksiyonundaki bozulma, antidepresan kullanımı veya her ikisinin birleşimi ile tükürük salgı hızının azalması da etkili olmaktadır. Tüm bu faktörlerin bir arada bulunması, diş erozyonuna önemli ölçüde katkıda bulunabilmektedir. (Bretz, 2002)

Asiditeye bağlı dental erozyonun tipinin belirlenmesi diş hekiminin doğru teşhisinde oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Dişlerde erozyon, yüksek asitli karbonatlı içeceklerin veya meyve sularının kronik olarak tüketilmesinden kaynaklanabilir. Limon, diğer meyveler veya domatesleri alışkanlık haline getirerek emmek de dişlerin aşınmasına neden olabilir. Bu tür erozyon genellikle dişlerin dudak tarafında görülür. (Nijakowski ve ark., 2023; Bretz, 2002) Ancak Bulimiya nervozaya bağlı dental erozyon, klinik olarak genellikle ön dişlerin kesici ve dil yüzeylerinde görülür ve erozyonla incelen dişler kırılabilir. Daha şiddetli vakalarda, erozyonu olan hastanın oklüzal dikey boyutu diş aşınması nedeniyle azalabilir. Ayrıca, restorasyonlar diş yüzeyinden çıkıntı yapabilir ve ada gibi görünebilir. (Garbin, 2020) Şiddetli erozyon, dişlerde ağrı ve soğuk hassasiyeti ve estetik olmayan görünüm ile sonuçlanmaktadır. (Bretz, 2002)

Diş çürüklerinin ilk klinik belirtisi, mine yüzeyinin altındaki demineralizasyonun görünür halde olduğu "beyaz nokta lezyonu" olarak da adlandırılabilen kavitasyonsuz çürük lezyonudur. Bakterilerin etkinliğiyle gerçekleşen asit saldırısının devamlılığı, önceden pürüzsüz olan diş minesi yüzeyi pürüzlü hale gelişimine neden olmaktadır. Bu durum ise diş

minesinde mikro kaviterler ve kaviterlerle sonuçlanmaktadır. (Tedesco ve ark.,2022; Rathee ve Sapra, 2023)

Diş çürüğün etiolojisinde; ağız hijyeni, ağız kuruluğu ve tüketilen gıdaların türü gibi çeşitli faktörler bulunmaktadır. Yeme bozukluğu olan hastalarda, sağlıklı bireylerle kıyaslandığında çürük oluşumunda önemli farklılıklar olduğu bulunmuştur. (Rathee ve Sapra, 2023) Bu önemli farklılıklar, çürük yapıcı gıdaları sık ve aşırı tüketen yeme bozukluğu olan hastalarda yüksek karbonhidrat ve sükröz alımıyla açıklanabilir. Bu davranış, tükürüğün pH değerini düşürür, diş dokularını demineralize eder ve sonuç olarak çürük lezyonlara neden olur. (Garbin ve ark., 2020) Ayrıca, Bulimik hastaların tükürük örneklerinde, yüksek *Streptococcus sobrinus* seviyeleri bulunmuştur. S sobrinus, diş yüzeyindeki pelikül tabasına bağlanmasında sükröz oldukça önemlidir, bu nedenle sık yeme alışkanlığı bakterinin kolonizasyonunu desteklemektedir. Ayrıca pH değerlerinin düşüşünün S sobrinus'un aktivasyonunu arttırdığı görülmüştür. (Bretz, 2002)

BN hastalarının, serum amilaz değerleri sağlıklı bireylerle ve tıknırcasına yeme atakları olmaksızın tekrarlayan kusma davranışlarıyla karakterize bir yeme bozukluğu ile karakterize kusma sendromu ile kıyaslandığında arttığı bulunmuştur. Bu bulgular, BN'de serum amilaz değerlerinin yükselmesinin nedeninin, kusma değil, büyük miktarlarda yiyecek içeren tekrarlayan aşırı yeme olduğunu kanıtlamaktadır. (Wolfe ve ark., 2011) Bu durum, α -amilaz düzeyleri ile anoreksiya nervoza arasında önemli bir ilişki saptanmamasını açıklamaktadır. (Niederau ve ark., 2025)

Diş hekimliği pratiğinde, Anoreksiya nervozanın teşhisi BN'ye kıyasla daha zor olabilmektedir. Ancak, aynı zamanda bulimik olan anoreksik hastalarda erken semptomlar görülebilmektedir. (Little, 2002)

Diş Hekimliği Yaklaşımı

Genel olarak yeme bozukluğu olan hastalarda en sık görülen oral semptomlar arasında; diş erozyonu, diş çürükleri, gingivitis veya periodontitis, mukozal ülserler veya eritem, ağız köşesi iltihabı, ağız kuruluğu sayılabilir. (Valeriani ve ark., 2024) Tüm bu semptomlar, çürük ve diş erozyonu hariç, geri dönüşümlüdür.

Diş hekimi, bulimiya hastalarında mide içeriğinin geri kusulmasıyla tutarlı bir diş erozyonu paterni bularak yeme bozukluğunun farkına varan ilk kişi olabilir. Bu, hastanın sevk edilmesi, tıbbi tanı ve tedaviyi almasında oldukça önemlidir. (Little, 2002)

Anoreksik görünen adölesan hastalar kilo kaybı konusunda sorgulanmalıdır. Kanseri veya diabetes mellitus gibi kaşeksinin görülebileceği ciddi tıbbi hastalıkların belirtileri veya öyküsü görülüyorsa, kendi kendini aç bırakma olasılığı göz ardı edilmemelidir. Hastalığın %15'e kadar çıkabilen yüksek mortalite oranları, hasta ile görüşülmeli ve hastanın psikiyatri hekimine sevkı sağlanmalıdır. (Little, 2002)

Bulimiklerde, diş minesinin daha fazla demineralizasyonunu önlemek için çeşitli prosedürler önerilmektedir. Bunlar arasında diş minesini güçlendirmek için florür kullanımı, musluk suyu ile durulama ve kusma sonrası veya kusma sırasında alkali maddeler içeren özel plaklar kullanımı gibi öneriler bulunmaktadır. (Lourenço ve ark., 2018)

Dişlerdeki erozyonun etkisini en aza indirmek için etkili önleyici ve tedavi edici yaklaşımlar kullanmak çok önemlidir. Topikal olarak uygulanabilen aşınma karşıtı ajanlar; gargaralar, florürler, vernikler, köpükler, jeller ve diş macunları erozyon sürecini önlemekte etkilidir. Bu ajanlar arasında florür, standart olarak kabul edilmektedir. Ancak, erozyonun ilerlemesi durdurulamadığında, dişte gelişen madde kaybının, hassasiyetin ve estetik kaygıların giderilmesi amacıyla restoratif ve protetik tedaviler ön plana çıkmaktadır. Bu durumda kompozit rezin restorasyonları, protetik kuren ve vener uygulamalarına başvurulabilmektedir. (Inchingolo ve ark., 2023)

Diş çürüklerinin ilerlemesi, diş plağında bulunan mikroorganizmalara bağımlı gerçekleşmektedir. Bu durumda, diş plağının günlük olarak temizlenmesi, böylece bakterilerin bölgeden uzaklaştırılması en iyi önleme yöntemi olarak kabul edilir. (Tedesco ve ark., 2022) Plağın mekanik temizliğinde diş fırçalamaya ek olarak diş ipi, arayüz fırçası veya ağız duşu kullanmak, diş fırçalamaya göre diş eti iltihabını veya plağı ya da her ikisini birden daha fazla azaltmaktadır. (Worthington ve ark., 2019) Bu nedenle hasta ve ebeveynin bilgilendirilerek özenli ağız hijyeni rutinleri sağlanmalıdır. Çürük önleyici tedavilere bir başka örnek olarak, fissür örtücülerin uygulanması gösterilebilir. Pit ve fissürler, dişler üzerinde fırçanın erişimini zorlaştırarak temizlenemeyen bir morfoloji oluştururlar ve bu nedenle çürüklerin ilk olarak geliştiği en hassas bölgelerdir. Pit ve fissür örtücüler, oluşturdukları düzgün yüzeylerle gıda sıkışmasını engelleyerek, diş üzerinde bakteri tutulumunu ve dolayısıyla asit üretimini engellemektedir. Bu mekanik bariyer, diş çürüklerinin ilerlemesini durdurur. (Rathee ve ark., 2023)

Başlangıç çürüklerinin oluşturduğu demineralizasyonunun engellenmesinde, invaziv olmayan yöntemler tercih edilmektedir. Bu yöntemler arasında florür uygulaması, asit dirençli florapatit kristallerinin oluşumu ile lezyonun remineralizasyonunu artırır. Yeme bozukluğundan etkilenen hastaların günlük rutinlerine florürlü diş macunu, florürlü ağız gargarası kullanımı eklenmelidir. Ayrıca bu hastalara klinik ortamında farklı profesyonel florür jelleri ve verniklerinin uygulanması çürüklerin önlenmesi ve başlangıç çürüklerinin durdurulması açısından oldukça önemlidir. [15,16] (Tedesco ve ark., 2022; Rathee ve ark., 2023) Flor uygulamalarının yanı sıra, başlangıç çürüklerinin tedavisinde rezin infiltrasyon uygulamaları da oldukça başarılı sonuçlar vermektedir. Bu iki tedavinin kombine kullanımının ise, fasial ve lingual yüzeylerde çürük lezyonlarının

ilerlemesini önlemek için en iyi yaklaşım olma olasılığının %82 olduğu gösterilmiştir. (Tedesco ve ark., 2022)

Çürüklerin kavitasyonlu olduğunun klinik ve/veya radyografik incelemelerde doğrulandığı durumlarda, geleneksel invaziv restoratif ve protetik tedavi uygulamaları tercih edilmektedir. (Rathee ve ark., 2023)

SONUÇ

Yeme bozuklukları, sosyal medyanın ve güzellik algılarının yaygınlaşması nedeniyle dünya genelinde artan ve mortaliteye neden olan ciddi psikiyatrik hastalıklardır. Ağız ve diş dokuları da bu bozukluklardan etkilenmektedir. Bu hastalarda ağız bakımı ve düzenli diş hekimi kontrolleri yaşam kalitesinin artması açısından oldukça önemlidir. Hastanın diş hekimiyle karşılaşmasında, hekim semptom ve belirtileri iyi yorumlamalı ve yeterli bilgi düzeyine sahip olmalıdır. Böylece, hastalığın ilk teşhisinde rol alarak, hastanın doğru tanı ve tedaviyi alması sağlanabilir. Yeme bozukluklarının ağız bulgularının tedavisinde diş hekimleri ve psikiyatri uzmanları multidisipliner olarak bir ekip halinde çalışmalıdır. Ayrıca, hastalar diş çürüklerinin oluşumunda gıdaşekerlerinin ve rafine karbonhidratların rolüyle ilgili bilgilendirmelidir. Diyet alışkanlıklarının düzeltilmesinde karyojenik olmayan beslenmenin önemi vurgulanmalıdır.

REFERANSLAR

- American Psychiatric Association. (2022). Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th ed., text rev.).
- Arcelus, J., Mitchell, A. J., Wales, J. ve Nielsen, S. (2011). Mortality rates in patients with anorexia nervosa and other eating disorders: A meta-analysis of 36 studies. *Archives of General Psychiatry*, 68(7), 724–731.
- Bretz, W. A. (2002). Oral profiles of bulimic women: Diagnosis and management. What is the evidence? *Journal of Evidence-Based Dental Practice*, 2(4), 267–272.
- Eddy KT, Dorer DJ, Franko DL, Tahlilani K, Thompson-Brenner H, Herzog DB. Diagnostic crossover in anorexia nervosa and bulimia nervosa: implications for DSM-V. *Am J Psychiatry*. 2008 Feb;165(2):245-50.
- Garbin, C. A. S., Martins, R. J., de Melo Belila, N. et al. (2020). Oral manifestations in patients with anorexia and bulimia nervosa: A systematic review. *Journal of Public Health (Berlin)*, 28, 765–771.
- Guinhut, M., Godart, N., Benadjaoud, M. A., Melchior, J. C. ve Hanachi, M. (2021). Five-year mortality of severely malnourished patients with chronic anorexia nervosa admitted to a medical unit. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 143(2), 130–140.
- Inchingolo, F., Dipalma, G., Azzollini, D., Trilli, I., Carpentiere, V., Hazballa, D., Bordea, I. R., Palermo, A., Inchingolo, A. D. ve Inchingolo, A. M. (2023).

- Advances in preventive and therapeutic approaches for dental erosion: A systematic review. *Dentistry Journal* (Basel), 11(12), 274.
- Little, J. W. (2002). Eating disorders: Dental implications. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, 93(2), 138–143.
- Lourenço, M., Azevedo, Á., Brandão, I. ve Gomes, P. S. (2018). Orofacial manifestations in outpatients with anorexia nervosa and bulimia nervosa focusing on the vomiting behavior. *Clinical Oral Investigations*, 22, 1915–1922.
- Monda, M., Costacurta, M., Maffei, L. ve Docimo, R. (2021). Oral manifestations of eating disorders in adolescent patients: A review. *European Journal of Paediatric Dentistry*, 22, 155–158.
- Niederau, C., Alman, E., Rizk, M., Becker, K., Marx, N., Coenen, F. A., Knaup, I., Wolf, M. ve Craveiro, R. B. (2025). The influence of anorexia nervosa on oral health and related parameters potentially relevant to orthodontic treatment: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Oral Investigations*, 29(1), 76.
- Nijakowski, K., Jankowski, J., Gruszczyński, D. ve Surdacka, A. (2023). Eating disorders and dental erosion: A systematic review. *Journal of Clinical Medicine*, 12(19), 6161.
- Rathee, M. ve Sapra, A. (2023). Dental caries. [Updated 2023 Jun 21]. In StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. 2025 Jan–.
- Sharan, P. ve Sundar, A. S. (2015). Eating disorders in women. *Indian Journal of Psychiatry*, 57(Suppl 2), S286–S295. <https://doi.org/10.4103/0019-5545.161493>
- Tedesco, T. K., Calvo, A. F. B., Pássaro, A. L., Araujo, M. P., Ladewig, N. M., Scarpini, S., Lara, J. S., Braga, M. M., Gimenez, T. ve Raggio, D. P. (2022). Nonrestorative treatment of initial caries lesion in primary teeth: A systematic review and network meta-analysis. *Acta Odontologica Scandinavica*, 80(1), 1–8.
- Valeriani, L., Frigerio, F., Piciocchi, C., Piana, G., Montevecchi, M., Donini, L. M. ve Mocini, E. (2024). Oro-dental manifestations of eating disorders: A systematic review. *Journal of Eating Disorders*, 12(1), 87.
- van Eeden, A. E., van Hoeken, D. ve Hoek, H. W. (2021). Incidence, prevalence and mortality of anorexia nervosa and bulimia nervosa. *Current Opinion in Psychiatry*, 34(6), 515–524.
- Wolfe, B. E., Jimerson, D. C., Smith, A. ve Keel, P. K. (2011). Serum amylase in bulimia nervosa and purging disorder: Differentiating the association with binge eating versus purging behavior. *Physiology & Behavior*, 104(5), 684–686.
- Worthington, H. V., MacDonald, L., Poklepovic Pericic, T., Sambunjak, D., Johnson, T. M., Imai, P., & Clarkson, J. E. (2019). *Home use of interdental cleaning devices, in addition to toothbrushing, for preventing and controlling periodontal diseases and dental caries*. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2019(4), Article CD012018.

Kanatlı Türlerde Alt Ekstremit İnnervasyonunun Temel Kaynağı: Plexus Lumbosacralis

**Hülya KARA¹,
Derviş ÖZDEMİR²**

1- Doç. Dr.: Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi A.D. h.goktas@atauni.edu.tr, ORCID No: 0000-0002-7678-6471

2- Prof. Dr.: Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi A.D. dozdemir@atauni.edu.tr, ORCID No: 0000-0002-6038-0485

ÖZET

Kanatlılarda sinir sistemi; merkezi ve periferik olmak üzere iki ana bölümden oluşur ve çevresel uyaranlara hızlı tepki verilmesini, kas hareketlerinin kontrolünü ve denge koordinasyonunun sağlanmasını mümkün kılar. Medulla spinalis, beyin ile çevresel yapılar arasında bağlantı kurar ve intumescencia cervicalis ile intumescencia lumbosacralis bölgelerinde belirgin kalınlaşmalar gösterir. Bu bölgelerden çıkan spinal sinirler, plexus brachialis ve plexus lumbosacralis yapılarında birleşerek ön ve arka ekstremitelerin innervasyonunu sağlar.

Plexus lumbalis, türlere göre değişmekle birlikte genellikle üç veya dört adet spinal sinirin ventral dallarının birleşmesiyle oluşur. Plexus sacralis ise çoğu türde beş adet spinal sinirin katılımıyla şekillenir. Bu plexuslardan çıkan sinirler; alt ekstremiteler, pelvis kasları ve deri gibi yapıların motor ve duyu kontrolünde görev alır. Symplicum yapısındaki omur sayısındaki farklılıklar, plexus lumbosacralis'in organizasyonunu doğrudan etkiler. Sinirsel dağılım ve sinir sayısındaki varyasyonlar, kuşların uçuş kabiliyeti ve lokomotor özelliklerine göre şekillenen morfolojik adaptasyonlarla ilişkilidir.

Anahtar Kelimeler: Plexus lumbosacralis, Medulla spinalis, Sinirsel innervasyon, Morfolojik adaptasyon, Sinirsel koordinasyon

GİRİŞ

Sinir sistemi, çok hücreli organizmaların büyük çoğunluğunda, özellikle de sürüngenler dışındaki gelişmiş canlılarda bulunan son derece karmaşık ve özel bir biyolojik yapıdır. Bu sistem, sinir hücreleri (nöronlar) ve sinir liflerinden oluşur ve organizmanın hayatta kalabilmesi için kritik görevler üstlenir. Çevresel uyaranların algılanması, içsel ve dışsal değişimlere uygun tepkilerin verilmesi, kas hareketlerinin kontrolü ve organ faaliyetlerinin düzenlenmesi gibi yaşamsal işlevler sinir sistemi aracılığıyla gerçekleştirilir. Aynı zamanda vücut içindeki bilgi iletimini sağlar, reflekslerin oluşumunda rol oynar ve öğrenme, hafıza gibi bilişsel süreçlerin temelini oluşturur. Sinir sistemi, bu yönleriyle organizmanın hem çevresiyle etkileşim kurmasını hem de iç dengesini (homeostazis) korumasını mümkün kılar (Greenspan, 2007; Kandel vd., 2013; Keijzer vd., 2021; Purves ve ark. 2018).

Kanatlılarda sinir sistemin yapısal ve fonksiyonel özellikleri, uçuş ve denge becerilerinin desteklenmesi açısından özelleşmiştir. Kanatlıların sinir sistemi, merkezi ve periferik bileşenleriyle özellikle denge ve koordinasyonun sağlanmasında hayati öneme sahip yapılar içerir; bu özellikler, kuşların karmaşık hareket kabiliyetlerini mümkün kılar. Merkezi sinir sistemi, uçuş, denge ve hareketlerin hassas koordinasyonunu sağlarken, lumbosacral plexus ve periferik sinir yapıları kuşların yürüme, tüneme ve denge becerilerinin desteklenmesinde kritik roller üstlenir. Bu sinirsel yapılar, kanatlıların çevresel uyaranlara hızlı ve etkili yanıt vermesine olanak tanıyarak, yaşamlarını sürdürebilmeleri için gerekli adaptasyonların gelişmesini sağlar (Dyce vd., 2010; Gill, 2007; King ve McLelland, 1984).

Kanatlılarda sinir sistemi, iki ana bileşenden oluşur: *Systema nervosum centrale* (merkezi sinir sistemi) ile uyarıların merkezi yapı ile çevresel organlar arasında iletimini sağlayan *systema nervosum periphericum* (periferik sinir sistemi). Merkezi sinir sisteminde beyin (*encephalon*) ve omurilik (*medulla spinalis*) yer alırken, merkezi sinir sistemi dışında yer alan sinir lifleri, gangliyonlar ve sinir plexusları (sinir ağları) ise periferik sinir sisteminin yapı taşlarıdır (Doğuer ve Erençin, 1964; Dursun, 2002). Periferik sinir sistemi; beyinle doğrudan bağlantılı olan cranial sinirler (*nervi craniales*), omurilikten çıkan spinal sinirler (*nervi spinales*) ve istemsiz vücut işlevlerini düzenleyen otonom sinir sistemi (*systema nervosum autonomicum*) olmak üzere üç temel bileşenden oluşur (Tecirlioğlu, 1983).

1. Medulla Spinalis ‘in Makroanatomisi ve Periferik Sinir Plexus’larının Oluşum Süreci

Kanatlılarda medulla spinalis, beyin ile periferik sinir sistemi arasındaki bağlantıyı sağlayan, vücut boyunca uzanan bir sinir dokusudur. Yapı olarak memelilere benzemekle birlikte, özellikle bazı bölgelerde türlere özgü önemli farklılıklar gösterir. Omurilik, genellikle foramen magnum’dan başlar ve pygostyl düzeyine kadar uzanır. Tavuk gibi evcil kuşlarda yaklaşık 15 cervical, 7 thoracal, 14 lumbosacral ve 5 coccygeal segmentten oluşur. Özellikle cervical ve lumbosacral bölgelerde, ekstremitelere giden sinirlerin yoğunlaştığı *intumescencia cervicalis* ve *intumescencia lumbosacralis* adlı kalınlaşmalar bulunur. Kanatlılarda omurilikten çıkan spinal sinirler, her segmentten bir çift olarak çıkar ve belirli bölgelerde plexus yapıları

oluşturmadan doğrudan ilgili organlara dağılır. Özellikle boyun ve kanat kaslarının innervasyonunda görev alan cervical sinirler, uçuş işlevine özel düzenlemeler taşır. Alt ekstremité kaslarının kontrolü ise lumbosacral segmentlerden çıkan sinirlerle sağlanır (Dursun, 2002; Kara ve Özdemir, 2019; König, 2009)

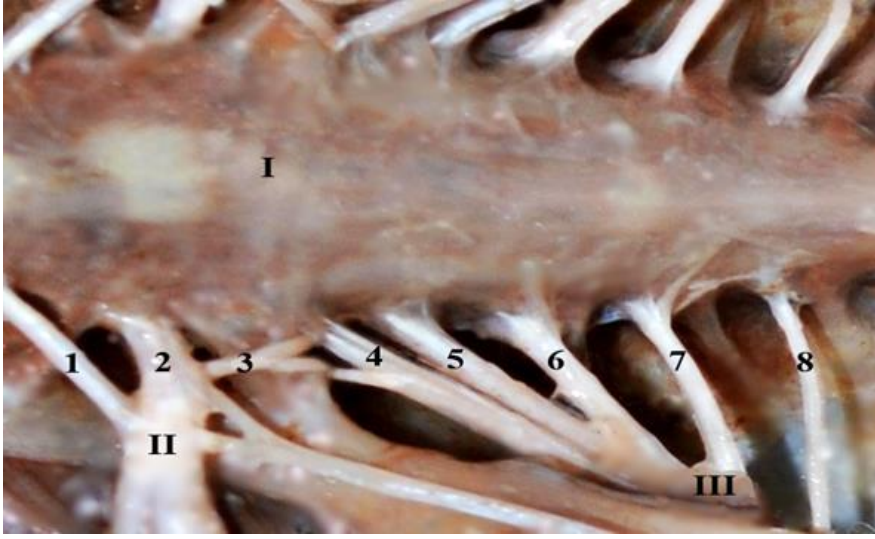
Kanatlılarda medulla spinalis'in enine kesitinde, ortada yer alan merkezi kanal çevresinde tipik bir "H" şeklinde gri cevher (substantia grisea) yapısı görülür. Bu gri cevherin dorsal uzantıları olan cornu dorsale, duysal (afferent) impulsların alındığı bölge olup, buradan çıkan lifler radix dorsalis'i oluşturur. Ventral uzantılar olan cornu ventrale ise motor (efferent) nöronların gövdelerini içerir; bu lifler radix ventralis olarak çıkar. Her bir spinal segmentte bu iki kök birleşerek vertebral kanal içerisinde bir çift nervus spinalis oluşturur. Vertebral kanalı terkedişlerinin ardından ramus dorsalis ve ramus ventralis olmak üzere 2 dala ayrılır. Spinal sinir, kısa bir mesafe ilerledikten sonra üç dala ayrılır: ramus dorsalis epaksiyal kasları ve deriyi innerve ederken, ramus ventralis hipaksiyal kaslar ile ekstremiteleri innerve eder ve plexusların (örneğin plexus brachialis ve plexus lumbosacralis) oluşumuna katılır. Ayrıca, ramus communicans adı verilen dal, otonomik sinir sistemi ile bağlantı kurar. Bu organizasyon, kuşlarda da genel omurgalı yapısına benzer şekilde düzenlenmiş olup, özellikle ekstremité innervasyonunun yoğunlaştığı cervical ve lumbosacral bölgelerde belirginleşir (Dursun, 2002; Kara ve Özdemir, 2023; Necker, 2006; Nickel vd., 1977).

2. Plexus Lumbosacralis:

Kanatlılarda medulla spinalis, omurga kanalında belirli bölgelerde kalınlaşmalar gösterir; özellikle cervical ve lumbosacral bölgelerdeki bu kalınlaşmalar, sırasıyla plexus brachialis ve plexus lumbosacralis'in oluşumuna zemin hazırlar. Medulla spinalisten çıkan sinir lifleri, bu plexuslarda birleşerek çevresel sinir sisteminin temel bileşenlerini oluşturur. Plexus brachialis, ön ekstremitenin motor ve duysal innervasyonunu sağlarken, plexus lumbosacralis alt ekstremité fonksiyonlarında kritik rol oynar. Bu sinir ağları, kuşların hareket kabiliyeti, denge ve çevresel uyaranlara hızlı yanıt verebilme yeteneklerini destekleyen karmaşık yapılar olarak işlev görür (Dyce vd., 2010; King ve McLelland, 1984).

Plexus lumbosacralis, evcil kanatlılar dışında kalan birçok kuş türünde, genellikle son dört lumbal spinal sinirin ventral dallarının birleşmesiyle oluşan plexus lumbalis ile, ilk beş sacral spinal sinirin ön dallarının bir araya gelmesiyle şekillenen plexus sacralis'in birlikte oluşturduğu karmaşık bir sinir ağıdır. Bu plexus, medulla spinalis'in canalis vertebralis içerisindeki ikinci genişleme bölgesi olan intumescencia lumbalis seviyesinde yer alır ve buradan çıkan sinirler, kuşun arka ekstremiteleri ile pelvis çevresindeki kas, deri ve iç organların sinirsel kontrolünü sağlar. Plexus lumbalis ile plexus sacralis'in iştirakını n. furcalis adındaki sinir sağlar (Baumell vd., 1993; Fitzgerald, 1969; Kara ve Derviş; 2023).

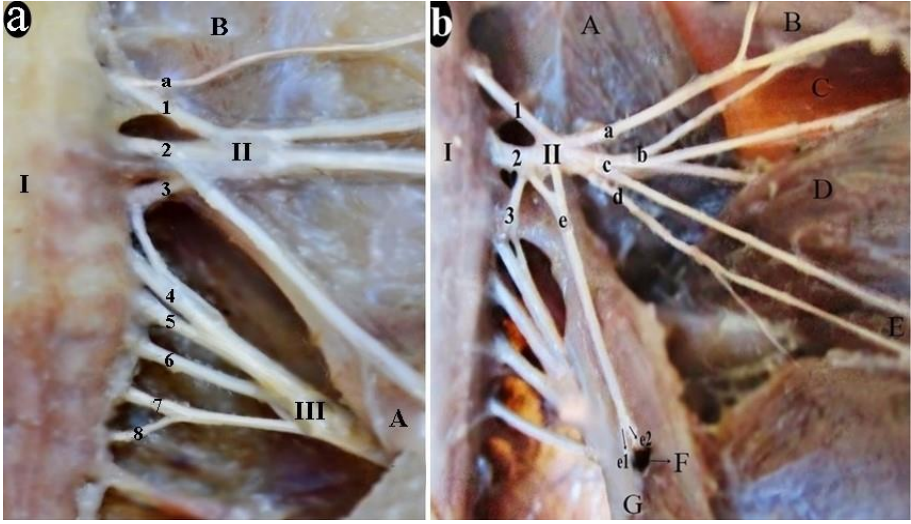
Synsacrum, kuşlara özgü bir iskelet yapısı olup, birkaç torakal, tüm lumbal, sacral ve bazı coccygeal omurların kaynaşmasıyla oluşan, pelvis ile tamamen bütünleşmiş rijit bir kemik kompleksidir. Bu yapı, omurganın arka kısmında yer alır ve hareket kabiliyeti sınırlı olmakla birlikte, uçuş sırasında vücut dengesini korumak, yer hareketlerinde yük taşımak ve pelvik organlara destek sağlamak gibi önemli fonksiyonlar üstlenir. Synsacrum boyunca canalis vertebralis devam eder ve bu kanal içinde medulla spinalis yer alır. Synsacrum'un ventrolateral yüzeyinde, arka ekstremitelerin ve pelvik bölgenin sinirsel innervasyonunu sağlayan plexus lumbosacralis ve plexus sacralis gibi önemli sinir ağları yer alır. Türler arasında synsacrumu oluşturan omur sayısı değişkenlik gösterebilir ve bu farklılık, büyük ölçüde kuşun uçuş yeteneğine bağlı olarak gelişen osteolojik adaptasyonlarla ilişkilidir (Nickel et al., 1977; Baumel et al., 1993; König & Liebich, 2009). Plexus lumbosacralis synsacrum'un ventrolateral yüzeyinde konumlanmış olarak farklı kanatlı türlerinde değişken sayıda spinal sinirlerin ventral dallarının bir araya gelmesiyle şekillenir. Güvercinde yedi, tavuk, japon bıldırcını, saksığan, kaya kekliği ve kınalı keklikte sekiz, deve kuşunda on iki, bıldırcında yedi, diğer kümes hayvanlarında ise dokuz adet synsacral spinal sinirin ventral dalları birleşerek bu plexusu meydana getirir. Türler arasındaki sinir sayısındaki farklılıklar, osteolojik yapıdaki farklılıklara bağlı olarak ortaya çıkar (Can ve Özdemir, 2011; El-Mahdy vd., 2010; Serbest vd., 1993)



Şekil 1. Plexus lumbosacralis'in sağ ventromedial'den görünümü. I. Symsacrum, II. Plexus lumbalis, III. Plexus sacralis, 1-8. 2.-9. symsacral spinal sinirlerin r. ventralis'leri, 3. N. furcalis. (Kara ve Özdemir, 2017).

2.1. Plexus Lumbalis:

Plexus lumbalis'in oluşumu, farklı kanatlı türlerinde çeşitli sayılarda spinal sinirin katılımıyla gerçekleşir. Evcil kanatlılarda, Kaya kekliğinde, bıldırcında ve Japon bıldırcınında bu plexusun genellikle üç adet spinal sinirin ventral dalları tarafından oluşturulduğu bildirilmektedir. Buna karşılık, deve kuşunda ve bazı Japon bıldırcını çalışmalarında, plexus lumbalis'in dört adet symsacral spinal sinirin ramus ventralis'i ile meydana geldiği ifade edilir. Saksagan ve Kınalı keklik gibi türlerde ise plexus lumbalis, ikinci, üçüncü ve dördüncü olmak üzere üç adet symsacral spinal sinirlerin ventral dalları tarafından şekillendirilir. Kanatlı hayvanlarda bu yapıdan (plexus lumbalisten) n. İlioinguinalis, n. obturatorius, n. iliohypogastricus, n. cutaneus femoris, n. gluteus cranialis, n. saphenus ve n. femoralis dal verir (Bentley vd., 2009; Can ve Özdemir, 2011; El-Mahdy vd., 2010; Fitzgerald, 1969;



Şekil 2. Plexus lumbalis'in makroanatomik görüntüsü.

a: Lumbar plexus in the chukar partridge, left ventromedial view; (I) symsacrum, (II) lumbar plexus, (III) sacral plexus, (1–8) ventral branches of the 2nd–9th symsacral spinal nerves, (3) n. furcalis, (a) n. pubicus (n. ilioinguinalis), (A) m. obturatorius internus, (B) m. iliotrochantericus cranialis.

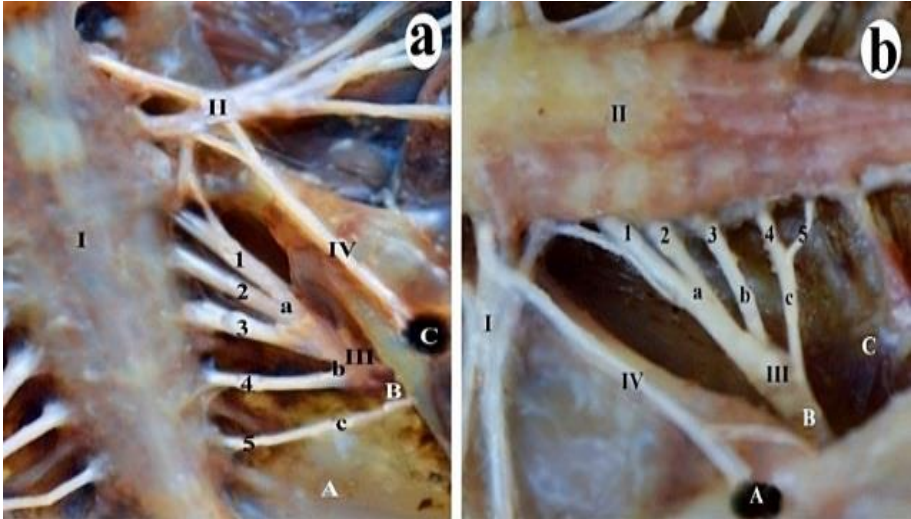
b: Lumbar plexus in the magpie, left caudoventral view; (I) symsacrum, (II) lumbar plexus, (1–3) ventral branches of the 2nd–4th symsacral spinal nerves, (3) n. furcalis, (a) n. cutaneus femoris, (b) n. coxalis cranialis, (c) n. femoralis, (d) n. cutaneus femoris medialis (n. saphenus), (e, e2) n. obturatorius, (e1) r. lateralis of n. obturatorius, (A) m. iliotrochantericus cranialis, (B) m. iliotibialis cranialis, (C) m. iliotibialis lateralis, (D) m. femorotibialis medialis, (E) m. ambiens, (F) foramen obturatum, (G) m. obturatorius internus (Kara ve Özdemir, 2019).

2.2. Plexus Sacralis:

Kanatlı hayvanlarda sacral spinal sinirlerin ön dalları (rami ventrales), bir araya gelerek plexus sacralis adı verilen sinir ağını oluşturur. Bu plexus genellikle ilk beş sacral spinal sinirin ventral dallarının birleşmesiyle meydana gelir. Bu yapıyı oluşturan en son sinir dalı, nervus bigeminus olarak adlandırılır ve bu sinir, kaudal bir kol aracılığıyla plexus pudendus'un distal bölümüyle bağlantı kurarak plexus sacralis'e katılır. Sacral plexus, kuşlarda arka ekstremitenin duysal ve motor innervasyonunu sağlayan ana

sinirleri verir ve bu nedenle intumescencia lumbosacralis bölgesinden çıkan nervus synsacralis tarafından oluşturulan plexus lumbosacralis yapısı içinde değerlendirilir. Plexusu oluşturan sinir kökleri genellikle üç ana gövde (truncus) halinde organize olur: İlk üç kökün birleşmesiyle truncus cranialis meydana gelir; dördüncü kök, bu birleşime katılmadan truncus medianus olarak ayrı kalır; beşinci ve altıncı kökler ise bir araya gelerek truncus caudalis'i oluşturur. Bu yapılardan truncus cranialis, örneğin nervus tibialis gibi alt ekstremiteye giden sinirlerin kaynağıdır; truncus caudalis ise uyluğun kaudal bölgesine giden sinirleri verir (Akbulut vd., 2015; İstanbullugil, 2008; Serbest, 2000).

Plexus sacralis genellikle beş adet synsacral spinal sinirin ventral dallarının birleşmesiyle şekillenir. Evcil kanatlılarda ve beyaz hindide bu sayının çoğunlukla altı olduğu rapor edilirken, bazı kaynaklar tavukta beş, hindide beş ya da altı, kazlarda ve puhuda ise beş spinal sinirin katılımıyla bu plexusun oluştuğunu bildirmektedir. Literatürde ayrıca, Japon bıldırcımında dört; Kaya kekligi ve sülünde beş; deve kuşunda ise yedi adet spinal sinirin ventral dalı ile plexus sacralis'in meydana geldiği belirtilir. Sacral plexus'tan evcil kuşlarda; n. gluteus caudalis, n. cutaneus femoris caudalis, rami musculares, n. ischiadicus, n. tibialis ve n. peroneus çıkar (Akbulut, 2015; Balkaya ve Özüdoğru, 2016; İstanbullugil vd., 2013, Kara ve Özdemir, 2023).



Şekil 3. Plexus sacralis'in makroanatomik görüntüsü.

a: Saksığan'da plexus sacralis'in oluşumu, sol caudoventral görünüm.

I: Symsacrum, II: Plexus lumbalis, III: Plexus sacralis, IV: N. obturatorius, 1-5: 5-9. symsacral spinal sinirler'in ramus ventralisleri, a: Truncus cranialis, b: Truncus medianus, c: Truncus caudalis, A: Fossa renalis caudalis, B: N. ischiadicus, C: Foramen obturatum.

b: Kınalı keklikte plexus sacralis'in oluşumu, sol ventrolateral görünüm.

I: Plexus lumbalis, II: Symsacrum, III: Plexus Sacralis, IV: N. obturatorius, 1-5: 5-9. symsacral spinal sinirler'in ramus ventralisleri, a: Truncus cranialis, b: Truncus medianus, c: Truncus caudalis, A: Foramen obturatum, B: N. ischiadicus, C: Fossa renalis caudalis (Kara ve  zdemir, 2023).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde yürütülen çalışma ve derlenen literatürler doğrultusunda, kanatlı türlerinde sinir sisteminin genel organizasyonu ve özellikle plexus lumbosacralis yapısının morfolojik farklılıklar sergilediği ortaya konmuştur. Symsacrum yapısına katılan omur sayısının türler arasında değişkenlik göstermesi, plexus lumbalis ve plexus sacralis'in oluşumunda görev alan spinal sinir sayısında da farklılıklara yol açmaktadır. Bu anatomik varyasyonlar, kuş türlerinin uçuş yetenekleri, denge mekanizmaları ve ekstremit  fonksiyonlarıyla yakından ilişkilidir.

Saksığan (*Pica pica*) ve Kınalı keklik (*Alectoris chukar*) gibi örneklerde, plexus lumbalis'in üç spinal sinirin ventral dallarından; plexus sacralis'in ise beş spinal sinirden oluştuğu tespit edilmiştir. Bu yapıların fonksiyonel  ıktıları olan periferik sinirler, özellikle alt ekstremit  kaslarının motor ve duysal innervasyonunu sağlar.

Elde edilen bulgular, kuşların sinir sisteminin yalnızca genel organizasyon açısından değil, tür spesifik adaptasyonlar bakımından da büyük bir çeşitlilik gösterdiğini ortaya koymakta; bu da veteriner anatomi ve karşılaştırmalı nöroanatomi açısından önemli bilgiler sunmaktadır.

REFERANSLAR

Akbulut, Y., Demiraslan, Y., Aslan, K., et al. (2016). The macroanatomy of the sacral plexus and its nerves in Eurasian eagle owls (*Bubo bubo*). *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 45, 367–372. <https://doi.org/10.1111/ahe.12181>

- Balkaya, H., & Ozudogru, Z. (2016). Macroanatomical aspects of the sacral plexus and its branches in sparrowhawk. *Journal of Applied Animal Research*, 44(1), 77–82. <https://doi.org/10.1080/09712119.2015.1124332>
- Baumel, J. J., King, A. S., Breazile, J. E., Evans, H. E., & Vanden Berge, J. C. (1993). *Handbook of avian anatomy: Nomina anatomica avium* (2nd ed., pp. 469–481). Cambridge, MA: Publications of the Nuttall Ornithological Club.
- Bentley, M. T., & Poole, T. J. (2009). Neurovascular anatomy of the embryonic quail hindlimb. *The Anatomical Record*, 292, 1559–1568. <https://doi.org/10.1002/ar.20943>
- Can, M., & Özdemir, D. (2011). Japon bildircını (*Coturnix coturnix japonica*) plexus lumbosacralis’i üzerinde makro-anatomik araştırmalar. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 6, 1–8.
- Doğuer, S., & Erençin, Z. (1964). Evcil kuşların komparatif anatomisi. Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi.
- Dursun, N. (2002). Evcil kuşların anatomisi. Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi.
- Dyce, K. M., Sack, W. O., & Wensing, C. J. G. (2010). *Textbook of veterinary anatomy* (4th ed.). Saunders Elsevier.
- El-Mahdy, T., El-Nahla, S., Abbott, L., & Hassan, S. (2010). Innervation of the pelvic limb of the adult ostrich (*Struthio camelus*). *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 39, 411–425. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0264.2010.01007.x>
- Fitzgerald, T. C. (1969). *The Coturnix quail: Anatomy and histology* (pp. 195–200). Ames, IA: The Iowa State University Press.
- Gill, F. B. (2007). *Ornithology* (3rd ed.). W. H. Freeman and Company.
- Greenspan, R. J. (2007). *An introduction to nervous systems*. Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- Erişim: <https://www.barnesandnoble.com/w/an-introduction-to-nervous-systems-ralph-j-greenspan/1101420600>
- İstanbullugil, F. R. (2008). Beyaz hindide plexus sacralis oluşumu ve plexus sacralis’ten çıkan sinirlerin makroanatomik ve subgros incelenmesi [Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi]. Van, Türkiye.
- İstanbullugil, F. R., Karadağ, H., Sefergil, Ş., İnce, N. G., & Alpak, H. (2013). Formation of the plexus sacralis in pheasants (*Phasianus colchicus mongolicus*) and macroanatomic investigation of the nerves originating from the plexus sacralis. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 37, 160–163. <https://doi.org/10.3906/vet-1201-62>
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H., & Jessell, T. M. (2013). *Principles of neural science* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Kara, H., & Özdemir, D. (2017). Saksığan (*Pica pica*) ve kınalı keklik (*Alectoris chukar*)’te karşılaştırmalı olarak plexus lumbosacralis’in makroanatomik

incelenmesi [Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Veteriner Anatomi Anabilim Dalı]. Ulusal Tez Merkezi.

- Kara, H., & Özdemir, D. (2019). Gross anatomy of the lumbar plexus of magpie (*Pica pica*) and chukar partridge (*Alectoris chukar*). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 43(5), 642–649. <https://doi.org/10.3906/vet-1901-5>
- Kara, H., & Özdemir, D. (2023). A comparative gross study on the sacral plexus of the magpie (*Pica pica*) and chukar partridge (*Alectoris chukar*). *Turkish Journal of Veterinary Research*, 7(2), 67–73. <https://doi.org/10.47748/tjvr.1169281>
- Keijzer, F., van Duijn, M., & Lyon, P. (2021). Broadening the definition of a nervous system to better understand the evolution of plants and animals. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 15, Article 748020. <https://doi.org/10.3389/fnsys.2021.748020>
- Erişim: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8331040/>
- King, A. S., & McLelland, J. (1984). *Birds: Their structure and function*. Baillière Tindall.
- König, H. E., & Liebich, H. G. (2009). *Veterinary anatomy of domestic mammals: Textbook and colour atlas*. Schattauer.
- Necker, R. (2006). Specializations in the lumbosacral spinal cord of birds: The lumbosacral organ and its potential role in proprioception. *Journal of Comparative Physiology A*, 192(5), 439–448. <https://doi.org/10.1007/s00359-005-0076-1>
- Nickel, R., Schummer, A., & Seiferle, E. (1977). Anatomie der Vögel. In *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere*, Band V. Parey Verlag.
- Purves, D., Augustine, G. J., Fitzpatrick, D., Hall, W. C., LaMantia, A.-S., Mooney, R. D., Platt, M. L., & White, L. E. (2018). *Neuroscience* (6th ed.). Sinauer Associates.
- Serbest, A. (2000). Kaz ve hindilerde plexus brachialis'in oluşumuna katılan ramus ventralislerdeki sinir demetlerinin morfolojik ve morfometrik incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 19, 65–73.
- Serbest, A., Bahadır, A., Bahri, Y., & Yılmaz, O. (1993). Tavuklarda plexus sacralis ile bunu oluşturan ramus ventralis'lerin makro-anatomik ve subgros incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2, 46–54.
- Tecirlioğlu, S. (1983). *Komparatif veteriner anatomi: Sinir sistemi*. Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi.

Mikroplastikler Hakkında Güncel Değerlendirmeler ve Canlılara Giriş Yolları

**Şükrü Hakan ATALGIN¹
Zekeriya ÖZÜDOĞRU²
Mustafa KORKMAZ³**

- 1- Prof. Dr.; Balıkesir Üniversitesi Veteriner Fakültesi Temel Bilimler Bölümü.
sukruhakan@balikesir.edu.tr ORCID No: 0000-0001-9436-6270
- 2- Prof. Dr.; Balıkesir Üniversitesi Veteriner Fakültesi Temel Bilimler Bölümü.
Zekeriya.ozudogru@balikesir.edu.tr ORCID No: 0000-0002-0789-3628
- 3- Arş. Gör.; Balıkesir Üniversitesi Veteriner Fakültesi Temel Bilimler Bölümü.
Mustafa.korkmaz@balikesir.edu.tr ORCID No 0000-0002-4493-0643

ÖZET

Plastikler günlük hayatta herkesin kullandığı materyaller haline gelmiştir. Fakat bu materyallerin parçalanmasıyla ortaya çıkan mikroplastiklerin çevreye, insanlara ve canlılara birçok olumsuz etkisi olmaktadır. Ortamda bulunan plastikler özellikle mekanik değişimin sonucu mikrometre boyutlarında küçük parçalara dönüşmektedir. Bunlar çevre kirliliğine neden olmakta ve tabii hayatı etkilemektedirler. Dolayısıyla günümüzde bu konu hakkında birçok çalışmalar yapılmaktadır. Bu parçalar oldukça hafif olduklarından transferi çok kolaydır, bu nedenle bu parçalar her yerde vardır. Mikroplastikler birçok farklı boyut ve şekillerde bulunabilmektedirler. Canlıların aldığı gıdalara ise ambalajlamadaki plastiklerden hammadde ve çevreden ulaşabilmektedir. Canlılar mikroplastikleri ağız yoluyla, solunum yoluyla ve deri yoluyla alabilmektedir. Ayrıca canlılar mikroplastik ile bulaşık su ve gıdaları bünyelerine alarak da mikro plastikten de etkilenmektedirler. Mikroplastikler bu yollarla alındıktan sonra bazı durumlarda canlı sağlığı için negatif yönde etki edebilir. Çevremiz, mikroplastikler (MP) olarak bilinen 5 mm'den küçük plastik yan ürünleriyle doludur. Son zamanlarda, MP'ler insan kanında dışkıda, karaciğer, akciğer ve böbrek gibi hayati organlarda tanımlanmıştır. İlk olarak, yiyecek ve içeceklerin MP'lerin insan vücuduna girmesinin baskın yolları olduğu gözlemlenmiştir. İkinci olarak, insanlarda MP'lerin sindirim sistemi, karaciğer, böbrekler, nörotoksisite, endokrin sistem, solunum sistemi, bilişsel davranış değişiklikleri, anksiyete, hipokampus iltihabı ve hafıza organı üzerinde yıkıcı etkileri olabileceği gözlemlenmiştir. Bunlar arasında plastik ürünlerin satışının yasaklanması ve kişisel hijyen ürünlerinde mikroboncuk kullanımının yasaklanması yer alıyor. Ancak, bu MP'ler ile insan sağlığı arasındaki karmaşık ilişki nedeniyle, insanlarda MP'lerin birikim modellerini ve uzun vadeli etkilerini tam olarak anlamak için gelecekte çok fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

MP'lerin vücuda girdiği birincil yollar üzerine sınırlı çalışmalar yapılmıştır. Bu bölümde mikrop plastiğin günce durumu, vücuda alındığı anatomik kısımlar ve halk sağlığı bakımından öneminden bahsedilecektir.

Anahtar Kelimeler – Mikroplastik, giriş yolları, sindirim, solunum, temas

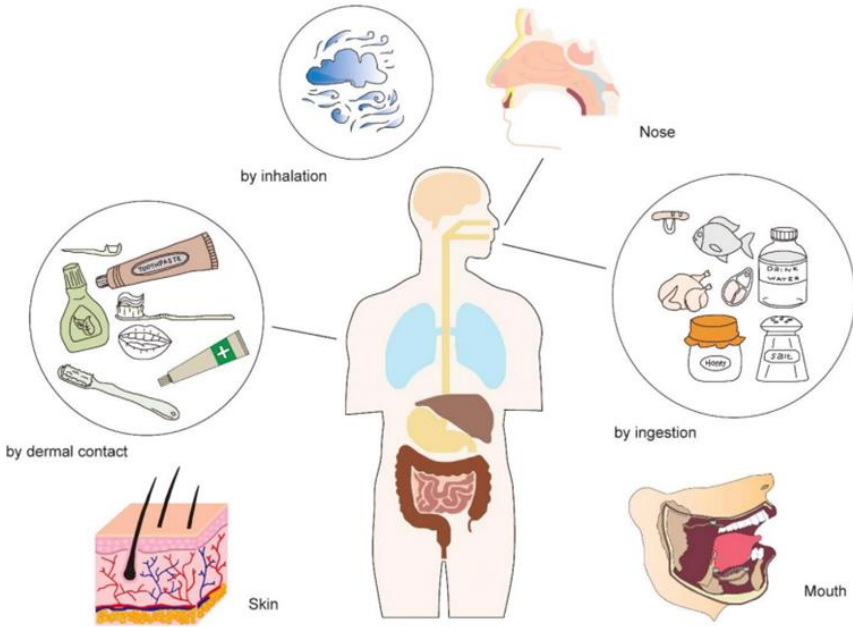
GİRİŞ

Plastikler, insanların günlük yaşamının ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Mobilyadan döşemeye, giyimden mutfak eşyalarına, gıda ambalajlarından su şişelerine, taşıma çantalarından, sargılardan, kayışlardan, deterjanlardan ve kişisel bakım ürünlerine kadar hemen hemen her şeyde kullanılmaktadır. Plastikler, karasal, suda yaşayan, aerosol ve kara ve sudaki

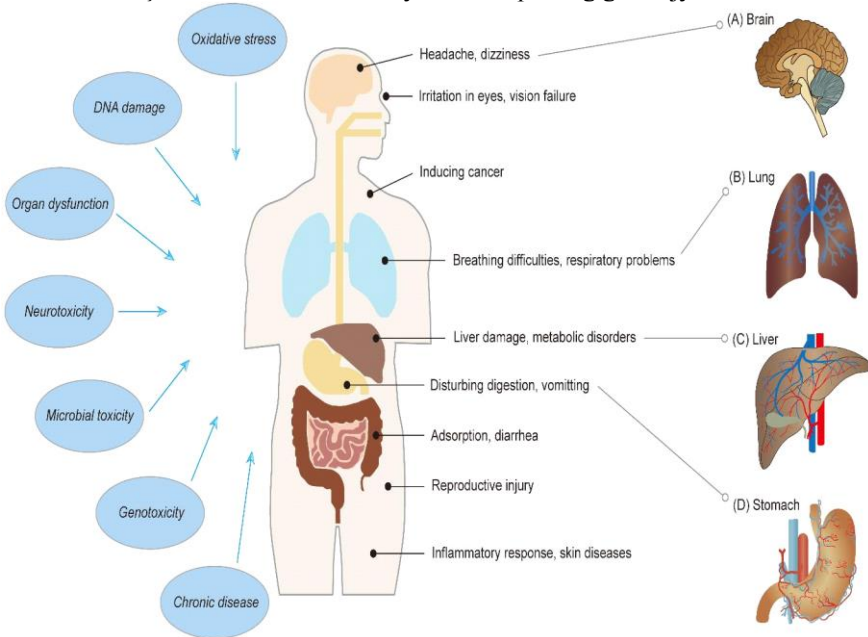
biyota dahil olmak üzere çevrenin her yerinde bulunmaktadır (Haque ve Fan, 2023; Kumar vd., 2023). Plastiklerin, uygun şekilde kullanılmadığında ve geri dönüştürülmediğinde ciddi çevre kirliliğine neden olduğu bilinmektedir (Alsabri vd., 2022). Zamanla 5 mm'den daha küçük, mikroplastikler (MP'ler) olarak bilinen küçük parçalara ayrılırlar (Lee vd., 2023a). MP'ler, düzenli veya düzensiz şekillere ve 1 µm ile 5.000 µm arasında değişen bir boyuta sahip herhangi bir sentetik katı polimerdir (Frias ve Nash, 2019). Yayımlanmış literatürün çoğu, MP'lerin karasal, atmosferik ve deniz gibi tüm çevresel katmanlarda bulunduğunu ve insan sistemine de ulaşabildiğini göstermektedir. Zhang vd., (2020) tarafından yürütülen bir çalışmada, MP'ler yetişkin ve yenidoğanların dışkısında keşfedildi. Fareler üzerinde yapılan başka bir deneysel çalışmada, 1,14 µm'lik parçacıkların beyin-kan bariyerini geçtiği gözlemlenmiştir (Kopatz vd., 2023). Diğer çalışmalarda insanlarda kalp, kan ve akciğerlerde MP'lerin varlığını tespit ettiler (Leslie vd., 2022). Ancak bazı çalışmalar katkı maddelerinin veya adsorbe edilen kirleticilerin insan hücreleri, dokuları ve organları üzerinde toksik etkilere sahip olabileceğini öne sürmektedir. Bunların potansiyel toksisitelerinin araştırılması, risk değerlendirmesi ve halk sağlığının korunması açısından hayati önem taşımaktadır (Lee vd., 2023b).

Etkili yasa ve yönetmelikler, daha az plastik kirliliği sağlamanın yanı sıra, daha güvenli üretim yöntemlerini ve doğru çöp bertarafını da teşvik eder; bunların tümü halk sağlığını korur ve gelecek nesiller için doğal yaşam alanlarını muhafaza eder. Ancak, plastik kirliliği yasa ve yönetmeliklerini ele alan çok az çalışma bulunmaktadır.

MP parçacıklarının insan vücuduna girdiği en temel yollardan biri sindirimdir. MP'lerin insanlar tarafından sindirimi; yiyecek, içecek, su şişeleri, içme suyu ve daha fazlası gibi çeşitli ürünler aracılığıyla gerçekleşebilir. Bu durum, içme suyunun doğal kaynaklardan, depolardan ve diğer kaynaklardan gelen kirliliğe maruz kalma eğiliminden kaynaklanabilir. Plastik üretimi ve ambalajı ve şişeleme veya üretim sırasında kontaminasyon olabilir (Lee vd., 2023a; Bhardwaj vd., 2024; Haleem vd., 2024). Plastik kapaklar, kaplar ve diğer ambalaj malzemeleri kullanılarak üretilen ve işlenen su, MP parçacıklarından oluşur. Ayrıca, bazı içeceklerin demlenmesi ve şişelenmesi işlemleri sırasında MP'ler de ortaya çıkabilir (Jin vd., 2021; Crosta vd., 2023) Bu durum, içeceklerle doğrudan temas eden plastik ekipman veya ambalaj malzemelerine maruz kalmayla ilişkilendirilebilir.



Şekil 1. Mikroplastiklerin insan vücuduna giriş yolları. (a) Burun yoluyla solunum: atmosferik hava; (b) Ağız yoluyla: Balık, et, tuz, bal, su ve tavuk; ve (c) Cilt yoluyla temas: diş macunu, vücut temizleyicileri ve peeling gibi hijyenik ürünler.



Şekil 2. Mikroplastiklerin insan sağlığı üzerindeki etkileri.

Oßmann ve ark. (2018) tarafından yürütölen bir çalışmada, cam ve tek kullanımlık ve tekrar kullanılabilir polietilen tereftalat (PET) ve PET bazlı şişeler dahil olmak üzere her türlü şişedeki suyun MP içerdiği bulunmuştur. Cam şişelerde, maden suyundaki MP sayısı litre başına 6.292 ± 10.521 ile tek kullanımlık PET şişelerde litre başına 2.649 ± 2.857 arasında değişmektedir (Oßmann vd., 2018). Çin'de musluk suyundaki MP yaygınlığı üzerine yapılan benzer bir çalışma, musluk suyunun 0 ila 1.247 parçacık L arasında değişen miktarlarda MP içerdiğini bulmuştur. Mintenig vd., (2019) tarafından yapılan araştırma, yeraltı suyu kaynaklarından gelen içme suyunda bol miktarda MP olduğunu göstermektedir.

Gıda, vücutun temel enerji kaynaklarından biridir, dolayısıyla insanlar yemek yiyerek kirli gıda kaynaklarından MP'leri almış olurlar. Bu gıdaların MP kontaminasyonunun birkaç önemli nedeni, atık suyun sulama için kullanılması, tarım alanlarında çamur uygulaması, biyolojik birikim, işleme ve paketleme, hava birikimidir (Schell vd., 2022; Hassan vd., 2023). Çok sayıda araştırmaya göre, MP'ler ambalaj malzemelerinden (plastikten yapılmış) gıdalara sızabilir ve bu da insan tüketime riskini artırır (Habib vd ., 2022). Gıdaların işlenmesi de, özellikle plastik ambalajların yaygın olarak kullanıldığı bölgelerde, MP'lerin kontaminasyonunda rol oynar. Gıda ürünlerinde MP'lerin kalıcılığı da gösterdiği gibi, gıda ambalaj malzemelerini düzenleyen katı yasalar gereklidir.

Ürün büyümesini iyileştirmek için plastik mallamada MP'lerin kullanılması, topraklarda MP birikimine neden olabilir (Bläsing ve Amelung, 2018). Topraktaki mikroplastikler bitki köklerinden geçerek bitkinin yenilebilir kısımları da dahil olmak üzere diğer bölgelerine taşınabilir (Wang vd., 2022). MP'ler, biyoakümülayon adı verilen bu sürecin bir sonucu olarak meyve ve sebzelerde ortaya çıkabilir (Oliveri vd ., 2020). Meyve ve sebzelerdeki MP'lerin yaygınlığı üzerine yapılan bir çalışma, elmaların en kirli meyve, havuçların ise en kirli sebze olduğunu göstermiştir. Havuç örnekleri en küçük MP'leri ($1,51 \mu\text{m}$) içerirken, marul örnekleri en büyük MP'lere ($2,52 \mu\text{m}$) sahipti (Oliveri vd ., 2020).

Süt, bira ve baldaki MP'lerin varlığı üzerine yapılan son alışmalar, MP konsantrasyonunun 10 ila 100 MP/L arasında değiştiğini ve ortalamanın yaklaşık 40 MP/L olduğunu göstermektedir. (Diaz-Basantes vd., 2020; Milne vd., 2024). Baldaki MP'lerin varlığı, arı kovanlarında plastik kullanımı, işlenmesi, paketlenmesi ve havadaki MP'lerle ilişkilendirilebilir. MP'ler su ve hava yoluyla çevreye girebilir ve sonunda toprağa ve bitkilere yerleşebilir. (Chia vd., 2023c) Arılar, nektar ve polen ararken iek ve bitkilerin yüzeylerindeki MP'lerle temas edebilirler. Bir alışmada, MP konsantrasyonu 10 ila 100 MP/L arasında değişmiş, ortalama yaklaşık 40 MP/L bulunmuştur ve balda bulunan $2,48$ ila $247,54 \mu\text{m}$ arasındaki parçacıklar, Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi (FTIR) kompozisyon analizine dayanarak doğrulanmıştır (Diaz-Basantes vd., 2020)

Tuz da MP'lerin kaynaklarından biridir (Gündoğdu, 2018; Kuttykattil vd., 2023; Canga vd., 2024). Çalışma sonuçlarına göre, deniz tuzunda MP partikül içeriği 16-84 adet/kg, göl tuzunda 8-102 adet/kg ve kaya tuzunda 9-16 adet/kg olarak bulundu. En yaygın plastik polimerler polietilen (%22,9) ve polipropilen (%19,2) idi (Gündoğdu, 2018). MP'lerin tuzda bulunmasının başlıca nedenleri hava birikimi, deniz aktiviteleri, çevre kirliliği ve kontaminasyonla ilişkilidir. Tuz hasadı ve işlenmesi sırasında (Kuttykattil vd., 2023:930) MP'ler, özellikle plastiğin yaygın olarak kullanıldığı bölgelerde ortama girebilir. Bu işlemler sırasında tuz, ambalaj malzemelerinden gelen MP parçacıklarıyla kirlenebilir (Karami vd., 2017).

Benzer bir çalışma İspanya'da tuzdaki MP'lerin yaygınlığı üzerine de yürütülmüş ve bildirilen MP içeriğinin polietilen ile 50-280 MP/kg tuz olduğu bulunmuştur. En sık bulunan polimer tereftalat (PET), ardından polipropilen (PP) ve polietilen (PE) gelir (İñiguez vd., 2017). Benzer şekilde, Yang vd. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada deniz tuzlarında MP içeriğinin 550-681 parçacık/kg, göl tuzlarında 43-364 parçacık/ kg ve kaya/kuyu tuzlarında 7-204 parçacık/kg olduğu bulunmuştur.

İnsanlar, trofik seviyelerde MP transferi için bir yol görevi gören gıda kaynaklarından biri olarak akvaryum ortamına güvenirlir. Alfaro-Núñez vd. (2021) tarafından yapılan bir çalışma deniz suyu ve deniz organizmalarının MP kirliliğine dikkat çekmekte ve deniz organizmaları ile su örneklerinin MP parçacıkları içerdiğini bildirmektedir. MP parçacıklarının çoğunluğunun boyutu 150 ila 500 µm arasında değişmektedir (Alfaro-Núñez vd., 2021). Su ortamındaki yaygın plastik kirliliği, balıklar da dahil olmak üzere deniz canlılarında MP'lerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Deniz canlılarındaki MP'ler büyük ölçüde okyanustaki plastiğin parçalanması, atmosferik birikim, su kütlelerindeki plastik atık ve MP'lerin iç alanlardan denizlere iletimi olarak plankton ve nehirler tarafından yutulması dahil olmak üzere çeşitli kaynaklardan türetilir. Balıklar, avlarını taklit eden MP'leri ve küçük plastik parçalarını doğrudan yutabilir ve bunları yiyecek sanarak tüketebilir (Eryaşar vd., 2022).

Hindistan'da yapılan bir çalışmada deniz organizmaları tarafından MP'lerin yutulması sonucunda tortu, su, balık, kabuklu deniz ürünleri ve zooplanktonlardaki ortalama MP konsantrasyonlarının m² başına 0,93 ± 0,59 parçacı kilogram, zooplankter başına 0,12 ± 0,07 parça ve numune başına 10,65 ± 7,83 parçacık (Goswami vd., 2020) bulunmuştur. Zooplankton topluluğunda ise yüksek düzeyde MP tutulumu bulundu. Carangoides malabaricus'ın yetişkin olarak en çok MP'yi tükettiği bulunmuştur (Goswami vd., 2020; James vd., 2020). Barboza (2020), tarafından Portekiz'de yapılan yakın tarihli bir çalışmada incelenen 150 balığın (her tür için 50) %49'unda MP bulunduğunu ortaya koymaktadır. Üç türe ait balıkların sindirim sisteminde, solungaçlarında ve sırt kaslarında MP keşfedilmiştir. Analiz edilen 150 balığın %32'sinin sırt kaslarında MP vardı (Barboza vd., 2020). Başka bir çalışmada Kuveyt'te, Basra Körfezi'nde en

çok tüketilen sekiz balık türünün sindirim sisteminde MP'ler bildirilmiştir (Al-Salem vd., 2020). Ancak, bu balıkların çamurlu sularda ve nispeten daha yüksek MP konsantrasyonlarına sahip korunaklı bölgelerde kalmayı tercih etmelerine rağmen, *Acanthopagrus latus*, *Eleutheronemaa tetradactylum* ve *Lutjanus quinquelineatus*'un bağırsaklarında yalnızca üç parça tespit edilmesiyle, MP'lerin görülme sıklığı oldukça düşüktür. Hazar Denizi'ndeki toplam avın %50'sinden fazlasını oluşturan iki balık türü olan *Chelon aurata* ve *Rutilus kutum*'da da mikropplastikler rapor edildi. Analiz edilen 111 bireysel numunenin %67,56'sında MP pozitif çıktı.

Habib vd., (2022) tarafından yapılan benzer bir çalışmada balık örnekleri bir dizi MP kontaminasyonu gösterdi: gram başına $0,014 \pm 0,024$ ila $2,6 \pm 2,8$ parçacık ve tavuk etinde gram başına $0,03 \pm 0,04$ ila $1,19 \pm 0,72$ parçacık tespit edildi. Çevre kirliliği, yem, su ve insan aktivitesi dahil olmak üzere çeşitli faktörler MP'lerin besin zincirine girmesine ve sonunda tavuk ve ete geçmesine neden olabilir. Kirlenmiş yem, su ve tavuklar da dahil olmak üzere çiftlik hayvanları tüketerek MP'leri yutabilir ve bu MP'ler sonunda insan masalarına ulaşır ve insan sistemine rahatsızlık verir. Yiyecekleri kesmek için kullanılan polietilenden yapılmış plastik kesme tahtasının da MP'lerin kaynağı olduğu belirlendi. Yiyecekler filetoların kendisinden ziyade kemikten kesildiğinde ve filetolar plastik dışındaki yüzeylerde hazırlandığında daha az MP kontaminasyonu mevcuttu (Habib vd., 2022).

Et, tavuk ve süt ürünleri ambalaj malzemeleri nedeniyle kirlenmektedir. Kedzierski ve diğerlerine (2020) göre gıda ürünleri, paketlenmiş etin kg'ı başına 4,0 ila 18,7 MP arasında değişen seviyelerde MP'lerle kirlenmiştir. Analizlere göre, bu MP'ler büyük olasılıkla PS tepsilerinden kaynaklanmaktadır. Bu parçacıklar muhtemelen tüketimden önce pişirilmiştir ve basit yıkamayla çıkarılması zordur (Kedzierski vd., 2020). Bir besin kaynağı olan tavuk, MP'lerin insan vücuduna ana giriş yollarından biridir. Pakistan'da yapılan bir araştırmaya göre, 8 tavuk çiftliğinden gelen 24 örnekte (taşlık ve tavuk ürünleri) toplam 1.227 MP parçacığı keşfedilmiştir. 24 tavuk kursağının toplamında 429 MP parçacığı, ortalama $17,8 \pm 12,1$ MP vardı. Diğer yandan, 24 tavuk taşlığı 798 MP parçacığı, ortalama $33,25 \pm 17,8$ MP olarak bulundu. 300 ila 500 µm arasındaki parçacıkların, 300 ila 150 µm (%21) ve 150 ila 50 µm (%16) arasındaki parçacıklardan daha yaygın (%63) olduğu bulundu (Bilal ve ark., 2023).

Mikroplastiklerin Solunum (Hava) Yoluyla İnsanlara Geçiş Yolları

Hem açık hava hem de insanların soluduğu kapalı (atmosferik) ortamlarda (Lee vd., 2023a). Örneğin, Zhang vd. (2020) tarafından yakın zamanda yapılan bir çalışmada, çeşitli kapalı ortamlarda MP serpinisinin varlığı ortaya konmuştur. Hem büyük şehirlerde hem de seyrek nüfuslu

bölgelerde yüksek seviyelerde MP serpintisi kaydedilmiştir (Gasperi vd., 2018). Bu MP'ler, tekstil ve plastik poşet ve şişelerin bozunması ve parçalanması sonucu ortaya çıkmıştır (Prata, 2018; Sun vd., 2020). MP'lerin havada bulunmasının çeşitli nedenleri vardır ve bunlar endüstriyel süreçlere, atmosferik birikime ve otomobil emisyonlarına bağlanabilir. Bu parçacıklar, sanayi bölgelerinin yakınındaki havayı kirletebilen plastiklerin üretimi ve işlenmesinden kaynaklanabilir (Chia vd., 2021). Ayrıca, mobilya, ambalaj ve sentetik tekstil ürünleri de dahil olmak üzere tüketici plastik ürünlerinin kullanımı ve bozulması, atmosferdeki MP miktarını büyük ölçüde artırır. Normal aşınma ve yıpranma nedeniyle, bu ürünler atmosfere MP sızdırabilir ve böylece insanlar tarafından solunabilir. Yapılan bir çalışma Paris'in kentsel ve banliyö bölgelerinde gözlemlenen günlük 2-355 partikül/m²'lik bir atmosferik serpinti tepit edilmiştir (Dris vd., 2016). Kentsel ve banliyö alanları karşılaştırıldığında, banliyö alanlarında kaydedilenler sürekli olarak daha yüksekti. Tamamen sentetik liflerin (petrokimyasallarla yapılmış) veya doğal ve sentetik malzemelerin bir kombinasyonunun miktarı, kimyasal karakterizasyon sayesinde %29 olarak tahmin edilebilir (Dris vd., 2016). Baeza-Martínez ve diğerleri tarafından İspanya'da yapılan benzer bir çalışma (2022) 9,18 ± 2,45 madde/100 mL konsantrasyonunun MP'lerin ortalama konsantrasyonu olduğu ve mikrofiberlerin (MF'ler) tüm MP'lerin %97,06'sını oluşturduğu bildirilmiştir (Baeza-Martínez vd., 2022). MP'ler ile klinik, fizyolojik veya çevresel faktörler arasında anlamlı bir korelasyon bulunamamıştır.

Dermal Yolla Mikro Plastiklerin Bulaşması

Diş ürünleri kullanımı, MP'nin deri teması yoluyla vücuda girmesinin bir başka yoludur çünkü birçok ağız gargarası, diş macunu ve güneş kremi mikropplastik içerir Bu alan çok iyi araştırılmamıştır; ancak bazı çalışmalar günlük olarak kullandığımız hijyenik ürünler ve diş hijyeni ürünlerinde MP'lerin varlığını ortaya koymuştur (Şekil 1). MP'ler uzun zamandır peeling ürünlerinde, yüz temizleyicilerinde ve vücut yıkama ürünlerinde kullanılmaktadır; taneli doku genellikle mikro boncuklardan oluşur. Hijyenik ürünler kullanmak, insanların MP'lere maruz kalmasının önemli bir yoludur (Rochman vd., 2015). Ürünün dokusunu, peeling özelliklerini veya estetik çekiciliğini artırmak için bu MP'ler kullanılmaktadır. MP'ler, dişleri temizlemek için bazı diş macunu formüllerinde aşındırıcı olarak kullanılır. Örneğin, aşındırıcı özellikleri nedeniyle polietilen mikro boncuklar kullanılmıştır (Anagnosti vd., 2021). Bu ürünlerin çevreye MPS yayma ve insan cildiyle yakın temasa girme potansiyeli bulunmaktadır. MP maruziyetiyle ilişkili tehlikeleri tam olarak değerlendirmek ve olası sağlık etkilerine yönelik azaltma yöntemleri oluşturmak için, dermal temas ve benzeri gibi mekanizmaları ve maruz kalma yollarını anlamak önemlidir. MP'ler epidermal bariyeri aşarak vücuda

girebilir ve bu da insanlar için maruz kalma riskini artırabilir. Hijyenik ürünlerin kullanımı: MP'lerin insan vücuduna girmesinin en kolay yolu deri temasıdır (Aristizabal vd., 2024). İnsanlar, plastik bazlı ürünlere dokunmak, kirli yüzeylere dokunmak ve MP'lerin bulunduğu iç ve dış mekanlara girmek gibi rutin aktiviteler yoluyla MP'lerle temas kurarlar. Cilde fiziksel temas yoluyla bu parçacıklar cilde yapışabilir ve gözenekler yoluyla emilebilir (Campanale vd., 2020; Sun ve Wang, 2023).

Çalışmalar, bazı MP türlerinin deri bariyerini aşarak kan dolaşımına karışabildiğini ve bu durumun olası sağlık etkileri konusunda endişelere yol açtığını gösteriyor. MP'lerin deri yoluyla emiliminin derecesi hala araştırılmaktadır Seçilmiş 9 diş ve vücut ürününün incelendiği bir çalışmada, polietilen içerdiği söylenen dokuz üründe MP bulunmuştur (Strand, 2014). Diş macunları %0,1 ila %0,4 arasında polietilen içerirken, fırçalar %0,4 ila %10,5 oranında polietilen içermektedir.

Ürünlerde 40 ila 800 µm arasında değişen boyutlarda mikropartiküller bulundu (Strand, 2014). Hindistan'da yapılan bir çalışma, diş macunundaki en yaygın mikropartikül türlerinin, ağırlıkları ana kütlelerin %0,2 ila %0,9'u arasında değişen renksiz lifler ve parçalar olduğunu ortaya koydu. (Madhumitha vd., 2022). Bazı diş macunlarındaki %50'lik MP'ye bakıldığında, bunların üreticiler tarafından eklendiği açıktır. Bu çalışmada incelenen MP'lerin peelinglerde, diş macunlarında ve yüz temizleyicilerinde varlığını saptamışlardır (Praveena vd., 2018; Ustabasi ve Baysal, 2019). Türkiye'de benzer araştırma çalışmaları MP'lerin cilt yoluyla emilimi, vücuttaki dağılımı ve insan sağlığı üzerindeki uzun vadeli etkileriyle ilgili süreçleri daha derinlemesine anlamak için daha fazla araştırma faaliyetine ihtiyaç vardır. (Madhumitha vd., 2022).

Mikroplastik Maruziyetinin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkiler

MP'lerin vasküler sisteme zarar verip vermediğini inceleyen bir çalışmada hastaların dışkılarında polimerler keşfedildi (Yan vd., 2023). Vasküler kalsifikasyonu (VC) olmayan hastalarla karşılaştırıldığında, VC'li hastaların dışkılarında daha yüksek konsantrasyonlarda polipropilen (PP), polistiren (PS) ve toplam MP vardı (Yan vd., 2023). Bir farenin PS-MP'lere maruz bırakılmasının ardından, mitokondriyal hasarın altında yatan mekanizmaları açıklamayı amaçlayan bir çalışma, oksidatif stresteki değişiklikleri gözlemledi ve mitokondrinin yapısını ve işlevini inceledi. MP'lerin önemli bir etkiye sahip olduğunu gösterdi.

MP'ler hücrelerde oksidatif strese neden olarak mitokondride yapısal hasara yol açmaktadır (Liu vd., 2022). Bir araştırmanın bulgularına göre, PS-MP soluyan farelerde doza bağlı olarak pulmoner fibroz gelişir (Li vd., 2022). Yüksek doz grubunda (6,25 mg/kg), PS-MP'ler α-SMA, vimentin ve Colla ekspresyonunu önemli ölçüde ($p < 0,05$) artırmıştır. Dahası, PS'den yapılmış MP'lerin solunması farelerde oksidatif strese neden olur ve Wnt/β-

katenin sinyal yolunu tetikleyerek pulmoner fibroza yol açar (Li vd., 2022). Çeşitli insan organlarında, dokularında veya matrislerinde MP'lerin varlığını ve bunların hayvan ve insan sağlığı üzerindeki etkilerini inceleyen bir çalışmada, MP'lerin inflamatuvar bağırsak hastalığı olan kişilerin dışkılarında sağlıklı kişilerin dışkılarına göre daha yoğun olduğu bulunmuştur. Karaciğer dokularındaki MP'ler yalnızca siroz hastalarında tespit edildi (Barceló vd., 2023). Bir araştırma çalışması, tek doz PET'in sindirim sistemi üzerindeki etkilerini simüle etmek için uyumlu bir statik model ve dinamik bir gastrointestinal simülasyon modelini birleştirdi (Tamargo vd., 2022).

Bulgular, PET'in sindirim sisteminde çeşitli biyotransformasyonları tetiklediğini gösterdi. Bunlar ile kolondaki orijinal parçacıklar arasında yapısal bir fark vardı. Çalışma, bağırsak sağlığının olumsuz etkilenebileceğini öne sürüyor. Çeşitli maruz kalma senaryoları altında MP'lerin hücrel etkilerini araştırmak için yapılan bir çalışmada, akciğerden (A549 ve BEAS-2B), kolondan (Caco-2) ve karaciğerden (HepG2) elde edilen dört farklı insan hücre hattı kullanıldı. İlk maruz kalma süresinden sonra bile, PS'nin mitokondriyal ve hücrel işlevler üzerinde uzun vadeli etkileri olduğu bulundu. Özellikle, 12 gün boyunca tek bir PS dozuna maruz bırakılan Caco-2 hücreleri, yüksek seviyelerde mitokondriyal işlev bozukluğu ve oksidatif stres sergiledi (Peng vd., 2023). MP'ler, endokrin sistemine müdahale ederek büyüme ve üremeyi bozabilir (Amereh vd., 2020). Bu durum, insanlar arasında düşük doğurganlık oranlarına yol açabilir ve bu da toplum için felaket olabilir.

MP'ler solunum sisteminde birikebilir ve solunum sisteminde iltihaplanmaya neden olabilir (Xu vd., 2019). İnsan solunum sisteminde, MP'ler hücre döngüsüyle bağlantılı proteinlerin normal işleyişini değiştirme ve iltihaplanmaya neden olan genlerin transkripsiyonunu başlatma yeteneğine sahiptir. Kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH) ve astım, solunum sisteminin inflamatuvar gen transkripsiyonunu uyarmasından kaynaklanabilen iki solunum yolu rahatsızlığıdır (Xu vd., 2019). Xiong vd. (2023) tarafından yapılan araştırma, PS'den oluşan MP'lere maruz kalmanın insanlarda oksidatif strese neden olabileceğini ve bunun da böbrek fonksiyonlarını bozabileceğini öne sürmüştür. Yin vd. (2023)'ye göre, PS karaciğerde iltihaplanmaya ve makrofaj ekstraselüler tuzaklarının (MET'ler) gelişimine neden olmuştur. Bu, lizozomal hasarın PS-MP'lerin ürettiği MET'lerin oluşumunda önemli bir rol oynayabileceğini göstermektedir

Mikroplastığın dış davranış üzerindeki etkileri

MP tüketmenin davranışları değiştirme potansiyeli vardır. Yetişkin erkek İsviçre albino farelerinin davranışlarının farklı miktarlarda ve zamanlamalarda PS'ye maruz kalmanın etkisi altında kalıp kalmadığını bulmak için yürütülen bir çalışmada, PS'ye maruz kalan hayvanların kontrol hayvanlarından farklı davrandığı bulunmuştur (Kaur vd., 2023). Bu

değişiklikler kaygının bir işaretidir ve bu da mikroplastiklerin merkezi sinir sisteminde stres tepkilerine neden olabileceği anlamına gelir (de Figueiredo Cerqueira vd., 2023). Bu eylemler, hayvanların PS nedeniyle kaygı yaşadığını düşündürmektedir. Ayrıca, PS uygulanan fareler bilişsel davranışlarında değişiklik göstermiştir (Kaur vd., 2023). Labirentte gezinme ve nesne tanımlama görevleri de dahil olmak üzere bilişsel davranış değerlendirmelerinde, maruz kalan farelerde öğrenme ve hafıza hatırlamanın sorunlu olduğu bulunmuştur. Bu durum, MP'lerin bilişin altında yatan nöronal mekanizmaları bozabileceği olasılığını düşündürmektedir. Sinire bağlı davranış değişiklikleri. Davranış ve beyin fonksiyonlarını etkilediği gösterilen proinflamatuvar sitokinler, hipokampüsteki nöroinflamasyon sonucu salınabilir (Kim vd., 2016). MP'lerin anksiyete ve bilişsel bozukluklara neden olmasının önemli bir yolu, bu inflamasyon yoluyla olabilir. Bulgular, MP'lerin hafıza ve öğrenmeden sorumlu olan hipokampal bölgeye ne kadar zararlı olduğunu açıkça ortaya koymuştur (Lee vd., 2023a). İnsan davranışsal veya bilişsel değişiklikleri arasında nedensel bir ilişki olduğunu kanıtlamak için ek çalışmalara ihtiyaç vardır. Daha kapsamlı veriler, daha büyük örneklem büyüklükleri ve daha geniş bir demografik geçmiş yelpazesi ile deneysel araştırmalar yoluyla elde edilebilir. Daha belirgin bağlantılar oluşturmak için MP maruziyetinin belirtileri ve ilgili nörodavranışsal değişikliklere de bakması gerekir.

Bireysel hassasiyetin yanı sıra parçacıkların türü, boyutu ve kimyasal bileşimi, MP'lerin potansiyel sağlık etkilerini etkileyen faktörler arasındadır (Ivleva, 2021). Bu faktörler, farklı MP türlerinin toksisite seviyelerinde farklılık gösterebilmesi nedeniyle risk değerlendirmesini daha zor hale getirir. Örneğin, plastiklerdeki farklı kimyasal eklemelerin farklı toksikolojik profilleri olabilir ve daha küçük parçacıklar biyolojik zarlardan daha kolay geçebilir (Barceló vd., 2023; Ma vd., 2024). İnsan sağlığı ve MP'ler arasındaki ilişki karmaşıktır. Bu bağlantıyı anlamak ve MP maruziyetinin nedenlerini ve etkilerini kapsamlı bir şekilde çözmek için nöroloji, toksikoloji, çevre bilimi ve epidemiyolojiyi birleştiren disiplinler arası bir yaklaşım gerekir.

SONUÇ

MP'lerin canlıların vücuduna girmesinin üç temel yolu vardır: yutma, solunum ve deri teması. Bu bölüme göre, bunlar arasında en sık görülen giriş noktası yutmadır. İncelenen çalışmalar çeşitlilik gösterse de, MP'lerin çeşitli hastalıkların temel nedenini açıklayan araştırma makaleleri yetersizdir. İncelemenin bulguları, MP'lerin canlı vücuduna girmelerinin çeşitli yönlerini inceleyen daha geniş kapsamlı çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Bu bölüm MP birikimiyle ilişkili potansiyel riskler hakkında bireylere, eğitimcilere, kurumlara ve politika yapıcılara derinlemesine bilgi sağlamaktadır.

REFERANSLAR

- Alex, R.K., Maes, T., ve Devipriya, S.P. (2024). Clean, but not green: Emission assessment, forecast modelling and policy solutions for plastic microbeads from personal care products in India. **Emerging Contaminants**, 10, 100326.
- Alsabri, A., Tahir, F., ve Al-Ghamdi, S.G. (2022). Environmental impacts of polypropylene (PP) production and prospects of its recycling in the GCC region. **Materials Today: Proceedings**, 56, 2249-2251. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.11.574>
- Al-Salem, S.M., Uddin, S., ve Lyons, B. (2020). Evidence of microplastics (MP) in gut content of major consumed marine fish species in the State of Kuwait (of the Arabian/Persian Gulf). **Marine Pollution Bulletin**, 154, 111052. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111052>
- Amereh, F., Babaei, M., Eslami, A., Fazelipour, S., ve Rafiee, M. (2020). The emerging risk of exposure to nano(micro)plastics on endocrine disturbance and reproductive toxicity: From a hypothetical scenario to a global public health challenge. **Environmental Pollution**, 261, 114158. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114158>
- AG. (2018). Assessment of the voluntary phase out of microbeads. <https://www.dceew.gov.au/sites/default/files/documents/assessment-voluntary-phase-out-microbeads.pdf> (February 15, 2024).
- Barceló, D., Picó, Y., ve Alfathan, A.H. (2023). Microplastics: Detection in human samples, cell line studies, and health impacts. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, 101, 104204. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2023.104204>
- Bhardwaj, L.K., Rath, P., Yadav, P., ve Gupta, U. (2024). Microplastic contamination, an emerging threat to the freshwater environment: A systematic review. **Environmental Systems Research**, 13. <https://doi.org/10.1186/s40068-024-00338-7>
- Bilal, M., Taj, M., Ul Hassan, H., Yaqub, A., Shah, M.I.A., Sohail, M., Rafiq, N., Atique, U., Abbas, M., Sultana, S., Abdali, U., ve Arai, T. (2023). First Report on Microplastics Quantification in Poultry Chicken and Potential Human Health Risks in Pakistan. **Toxics**, 11, 70612. <https://doi.org/10.3390/toxics11070612>
- Bläsing, M., ve Amelung, W. (2018). Plastics in soil: Analytical methods and possible sources. **Science of the Total Environment**, 612, 422-435. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.086>
- Campanale, C., Massarelli, C., Savino, I., Locaputo, V., ve Uricchio, V.F. (2020). A detailed review study on potential effects of microplastics and additives of concern on human health. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 17, 41212. <https://doi.org/10.3390/ijerph17041212>
- Canada. (2024). Microbeads in Toiletries Regulations. <https://laws-lois.justice.gc.ca/PDF/SOR-2017-111.pdf> (February 15, 2024).

- Canga, E.M., Gowen, A., ve Xu, J.L. (2024). Assessing the inconsistency of microplastic measurements in foods and beverages. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, 23. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13315>
- Carlos, B.J., Walker, T.R., Clayton, C.A., ve Adam, I. (2021). Single-use plastic bag policies in the Southern African development community. **Environmental Challenges**, 3, 100029. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100029>
- Cha, J., Lee, J.Y., ve Chia, R.W. (2023). Microplastics contamination and characteristics of agricultural groundwater in Haeen Basin of Korea. **Science of the Total Environment**, 864, 161027. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.161027>
- Chang, M. (2015). Reducing microplastics from facial exfoliating cleansers in wastewater through treatment versus consumer product decisions. **Marine Pollution Bulletin**, 101, 330-333. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.10.074>
- Chen, Q., Gao, J., Yu, H., Su, H., Yang, Y., Cao, Y., Zhang, Q., Ren, Y., Hollert, H., Shi, H., Chen, C., ve Liu, H. (2022). An emerging role of microplastics in the etiology of lung ground glass nodules. **Environmental Sciences Europe**, 34. <https://doi.org/10.1186/s12302-022-00605-3>
- Cheng, W., Zhou, Y., Chen, H., Wu, Q., Li, Y., Wang, H., Feng, Y., ve Wang, Y. (2024). The iron matters: Aged microplastics disrupted the iron homeostasis in the liver organoids. **Science of The Total Environment**, 906, 167529. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167529>
- Chengappa, S.K., Rao, A., K.S., A., Jodalli, P.S., ve Shenoy Kudpi, R. (2023). Microplastic content of over-the-counter toothpastes: A systematic review. **F1000Research**, 12. <https://doi.org/10.12688/f1000research.132035.1>
- Cheung, P.K., ve Fok, L. (2017). Characterisation of plastic microbeads in facial scrubs and their estimated emissions in Mainland China. **Water Research**, 122, 53-61. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.05.053>
- Chia, R.W., Lee, J.Y., Cha, J., ve Çelen-Erdem, İ. (2023a). A comparative study of soil microplastic pollution sources: A review. **Environmental Pollutants and Bioavailability**, 35, 2280526. <https://doi.org/10.1080/26395940.2023.2280526>
- Chia, R.W., Lee, J.Y., Cha, J., ve Rodríguez-Seijo, A. (2023b). Methods of soil sampling for microplastic analysis: A review. **Environmental Chemistry Letters**, 22, 227-238. <https://doi.org/10.1007/s10311-023-01652-9>
- Chia, R.W., Lee, J.Y., Kim, H., ve Jang, J. (2021). Microplastic pollution in soil and groundwater: A review. **Environmental Chemistry Letters**, 19, 4211-4224. <https://doi.org/10.1007/s10311-021-01297-6>

- Chia, R.W., Lee, J.Y., Lee, M., Lee, G.S., ve Jeong, C.D. (2023c). Role of soil microplastic pollution in climate change. **Science of the Total Environment**, 887, 164112. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164112>
- Clarivate. (2024). Web of Science. Available via <https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search> (June 11, 2024).
- Crosta, A., Parolini, M., ve De Felice, B. (2023). Microplastics contamination in nonalcoholic beverages from the Italian market. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 20, 54122. <https://doi.org/10.3390/ijerph20054122>
- Daghighi, E., Shah, T., Chia, R.W., Lee, J.Y., Shang, J., ve Rodríguez-Seijo, A. (2023). The forgotten impacts of plastic contamination on terrestrial micro- and mesofauna: A call for research. **Environmental Research**. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.116227>
- Diaz-Basantes, M.F., Conesa, J.A., ve Fullana, A. (2020). Microplastics in honey, beer, milk and refreshments in Ecuador as emerging contaminants. **Sustainability**, 12, 145514. <https://doi.org/10.3390/SU12145514>
- Dris, R., Gasperi, J., Rocher, V., Saad, M., Renault, N., ve Tassin, B. (2015). Microplastic contamination in an urban area: A case study in Greater Paris. **Environmental Chemistry**, 12, 592-599. <https://doi.org/10.1071/EN14167>
- Eriksen, M., Lebreton, L.C.M., Carson, H.S., Thiel, M., Moore, C.J., Borerro, J.C., Galgani, F., Ryan, P.G., ve Reisser, J. (2014). Plastic pollution in the world's oceans: More than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. **PLOS ONE**, 9. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111913>
- Eryaşar, A.R., Gedik, K., ve Mutlu, T. (2022). Ingestion of microplastics by commercial fish species from the southern Black Sea coast. **Marine Pollution Bulletin**, 177, 113535. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113535>
- Frias, J.P.G.L., ve Nash, R. (2019). Microplastics: Finding a consensus on the definition. **Marine Pollution Bulletin**, 138, 145-147. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.11.022>
- Gsperi, J., Wright, S.L., Dris, R., Collard, F., Mandin, C., Guerrouache, M., Langlois, V., Kelly, F.J., ve Tassin, B. (2018). Microplastics in air: Are we breathing it in? **Current Opinion in Environmental Science ve Health**, 1, 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2017.10.002>
- Goswami, P., Vinithkumar, N.V., ve Dharani, G. (2020). First evidence of microplastics bioaccumulation by marine organisms in the Port Blair Bay, Andaman Islands. **Marine Pollution Bulletin**, 155, 111163. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111163>
- Gunaalan, K., Almeda, R., Vianello, A., Lorenz, C., Iordachescu, L., Papacharalampos, K., Nielsen, T.G., ve Vollertsen, J. (2024). Does water column stratification influence the vertical distribution of microplastics?

- Gündoğdu, S. (2018). Contamination of table salts from Turkey with microplastics. **Food Additives and Contaminants - Part A Chemistry, Analysis**, 35, 1006-1014. <https://doi.org/10.1080/19440049.2018.1447694>
- Habib, R. Z., Kindi, R. A., Salem, F. A., Kittaneh, W. F., Poulouse, V., Iftikhar, S. H., ... & Thiemann, T. (2022). Microplastic contamination of chicken meat and fish through plastic cutting boards. *International journal of environmental research and public health*, 19(20), 13442.
- Hale, R.C., Seeley, M.E., La Guardia, M.J., Mai, L., ve Zeng, E.Y. (2020). A global perspective on microplastics. **Journal of Geophysical Research: Oceans**, 125. <https://doi.org/10.1029/2018JC014719>
- Haleem, N., Kumar, P., Zhang, C., Jamal, Y., Hua, G., Yao, B., ve Yang, X. (2024). Microplastics and associated chemicals in drinking water: A review of their occurrence and human health implications. **Science of The Total Environment**, 912. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.169594>
- Haque, F., ve Fan, C. (2023). Fate of microplastics under the influence of climate change. **iScience**, 26. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2023.107649>
- Hassan, F., Prasetya, K.D., Hanun, J.N., Bui, H.M., Rajendran, S., Kataria, N., Khoo, K.S., Wang, Y.-F., You, S.-J., ve Jiang, J. (2023). Microplastic contamination in sewage sludge: Abundance, characteristics, and impacts on the environment and human health. **Environmental Technology ve Innovation**, 31. 103176.
- Iñiguez, M.E., Conesa, J.A., ve Fullana, A. (2017). Microplastics in Spanish table salt. **Scientific Reports**, 7. 8620, <https://doi.org/10.1038/s41598-017-09128-x>
- Ivleva, N.P. (2021). Chemical analysis of microplastics and nanoplastics: Challenges, advanced methods, and perspectives. **Chemical Reviews**, 121, 11886-11936. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.1c00178>
- James, K., Vasant, K., Padua, S., Gopinath, V., Abilash, K.S., Jeyabaskaran, R., Babu, A., ve John, S. (2020). An assessment of microplastics in the ecosystem and selected commercially important fishes off Kochi, south eastern Arabian Sea, India. **Marine Pollution Bulletin**, 154, 111027. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111027>
- Jin, M., Wang, X., Ren, T., Wang, J., ve Shan, J. (2021). Microplastics contamination in food and beverages: Direct exposure to humans. **Journal of Food Science**, 86, 2816-2837. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15802>
- Kato, M., Asokan, V.A., Devaporihartakula, C., Inoue, M., Aoki-Suzuki, C., Fushimi, E., ve Hotta, Y. (2021). G20 Report on Actions Against Marine Plastic Litter: Third Information Sharing Based on the G20 Implementation Framework. Ministry of the Environment Japan. <https://g20mpl.org/wp->

- Karami, A., Golieskardi, A., Keong Choo, C., Larat, V., Galloway, T.S., ve Salamatina, B. (2017). The presence of microplastics in commercial salts from different countries. **Scientific Reports**, 7, 46173 <https://doi.org/10.1038/srep46173>
- Kaur, M., Sharma, A., John, P., ve Bhatnagar, P. (2023). Manifestation of polystyrene microplastic accumulation in tissues of vital organs including brain with histological and behaviour analysis on Swiss albino mice. **Research Square**. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3073756/v1>
- Kedzierski, M., Lechat, B., Sire, O., Le Maguer, G., Le Tilly, V., ve Bruzard, S. (2020). Microplastic contamination of packaged meat: Occurrence and associated risks. **Food Packaging and Shelf Life**, 24, 100489. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2020.100489>
- Kopatz, V., Wen, K., Kovács, T., Keimowitz, A.S., Pichler, V., Widder, J., Vethaak, A.D., Hollóczki, O., ve Kenner, L. (2023). Micro- and nanoplastics breach the blood-brain barrier (BBB): Biomolecular corona's role revealed. **Nanomaterials**, 13, 1404 <https://doi.org/10.3390/nano13081404>
- Kumar, A., Yu, Z.G., ve Thakur, T.K. (2023). Microplastic pollutants in terrestrial and aquatic environment. **Environmental Science and Pollution Research**, 30, 107296-107299. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-29210-4>
- Kuttykattil, A., Raju, S., Vanka, K.S., Bhagwat, G., Carbery, M., Vincent, S.G.T., Raja, S., ve Palanisami, T. (2023). Consuming microplastics? Investigation of commercial salts as a source of microplastics (MPs) in diet. **Environmental Science and Pollution Research**, 30, 930-942. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22101-0>
- Lee, J.-Y., Cha, J., Jeong, E., ve Chia, R.W. (2023a). Microplastics in soil and groundwater of Korea: Occurrence, characteristics and risk assessment. **Episodes**, 685-696. <https://doi.org/10.18814/epiiugs/2023/02403s01>
- Lee, Y., Cho, J., Sohn, J., ve Kim, C. (2023b). Health effects of microplastic exposures: Current issues and perspectives in South Korea. **Yonsei Medical Journal**, 64, 301-308. <https://doi.org/10.3349/ymj.2023.0048>
- Leslie, H.A., van Velzen, M.J.M., Brandsma, S.H., Vethaak, A.D., Garcia-Vallejo, J.J., ve Lamoree, M.H. (2022). Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. **Environment International**, 163, 107199.
- Liu, C., ve Liu, C. (2023). Exploring plastic-management policy in China: Status, challenges and policy insights. **Sustainability**, 15. <https://doi.org/10.3390/su15119087>
- Liu, T., Hou, B., Wang, Z., ve Yang, Y. (2022). Polystyrene microplastics induce mitochondrial damage in mouse GC-2 cells. **Ecotoxicology and*

- Environmental Safety*, 237, 113520.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2022.113520>
- Milne, M.H., De Frond, H., Rochman, C.M., Mallos, N.J., Leonard, G.H., ve Baechler, B.R. (2024). Exposure of U.S. adults to microplastics from commonly-consumed proteins. **Environmental Pollution**, 343, 123233.
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.123233>
- Mintenig, S.M., Löder, M.G.J., Primpke, S., ve Gerdt, G. (2019). Low numbers of microplastics detected in drinking water from ground water sources. **Science of the Total Environment**, 648, 631-635.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.178>
- Oßmann, B.E., Sarau, G., Holtmannspötter, H., Pischetsrieder, M., Christiansen, S.H., ve Dicke, W. (2018). Small-sized microplastics and pigmented particles in bottled mineral water. **Water Research**, 141, 307-316.
<https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.05.027>
- Oliveri, C.G., Ferrante, M., Banni, M., Favara, C., Nicolosi, I., Cristaldi, A., Fiore, M., ve Zuccarello, P. (2020). Micro- and nano-plastics in edible fruit and vegetables: The first diet risks assessment for the general population. **Environmental Research**, 187, 109677.
<https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109677>
- Prata, J.C. (2018). Airborne microplastics: Consequences to human health? **Environmental Pollution**, 234, 115-126.
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.11.043>
- Schell, T., Hurley, R., Buenaventura, N.T., Mauri, P.V., Nizzetto, L., Rico, A., ve Vighi, M. (2022). Fate of microplastics in agricultural soils amended with sewage sludge: Is surface water runoff a relevant environmental pathway? **Environmental Pollution**, 293, 118520.
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118520>
- Shardul, A., Peter, B., Elena, B., ve Rob, D. (2023). Towards eliminating plastic pollution by 2040: A policy scenario analysis. <http://www.oecd.org/termsandconditions> (June 11, 2024).
- Song, W. (2016). Korea's policies against microplastic to protect the marine environment.
https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/26524/ROK_micropl_a.pdf?sequence=1&isAllowed=y (February 15, 2024).
- Sorensen, R.M., Kanwar, R.S., ve Jovanovi, B. (2023). Past, present, and possible future policies on plastic use in the United States, particularly microplastics and nanoplastics: A review. **Integrated Environmental Assessment and Management**, 19, 474-488. <https://doi.org/10.1002/ieam.4678>
- Strand, J. (2014). Contents of polyethylene microplastic in some selected personal care products in Denmark. In **International Conference on Plastics in Marine Environments**.

https://pure.au.dk/ws/portalfiles/portal/81692041/Microplastic_in_Comestics_NMR_poster_sep14jak2.pdf (Accessed 15 February 2024).

- Sun, A., ve Wang, W.-X. (2023). Human exposure to microplastics and its associated health risks. **Environment ve Health**, 1, 139-149. <https://doi.org/10.1021/envhealth.3c00053>
- Sun, X.D., Yuan, X.Z., Jia, Y., Feng, L.J., Zhu, F.P., Dong, S.S., Liu, J., Kong, X., Tian, H., Duan, J.L., Ding, Z., Wang, S.G., ve Xing, B. (2020). Differentially charged nanoplastics demonstrate distinct accumulation in **Arabidopsis thaliana**. **Nature Nanotechnology**, 15, 755-760. <https://doi.org/10.1038/s41565-020-0707-4>
- Tabeyang, E. (2018). Managing single-use land-based plastics in Cameroon: Recommendation drawn from global experiences. https://commons.wmu.se/all_dissertations.
- Tong, H., Jiang, Q., Hu, X., ve Zhong, X. (2020). Occurrence and identification of microplastics in tap water from China. **Chemosphere**, 252, 126493. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126493>
- Towards eliminating plastic pollution by 2040: A policy scenario analysis. (2023). <http://www.oecd.org/termsandconditions> (June 11, 2024).
- Uddin, S., Fowler, S.W., ve Behbehani, M. (2020). An assessment of microplastic inputs into the aquatic environment from wastewater streams. **Marine Pollution Bulletin**, 160, 111538. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111538>
- Uddin, S., Fowler, S.W., Habibi, N., Sajid, S., Dupont, S., ve Behbehani, M. (2022). A preliminary assessment of size-fractionated microplastics in indoor aerosol-Kuwait's baseline. **Toxics**, 10, 20071. <https://doi.org/10.3390/toxics10020071>
- Ustabasi, G.S., ve Baysal, A. (2019). Occurrence and risk assessment of microplastics from various toothpastes. **Environmental Monitoring and Assessment**, 191. <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7574-1>
- Wang, W., Do, A.T.N., ve Kwon, J.H. (2022a). Ecotoxicological effects of micro- and nanoplastics on terrestrial food web from plants to human beings. **Science of the Total Environment**, 834.155333 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155333>
- Yang, D., Shi, H., Li, L., Li, J., Jabeen, K., & Kolandhasamy, P. (2015). Microplastic pollution in table salts from China. *Environmental science & technology*, 49(22), 13622-13627.
- Zhang, J.; Wang, L.; Kannan, K. Microplastics in house dust from 12 countries and associated human exposure. *Environ. Int.* 2020,134, 105314.

