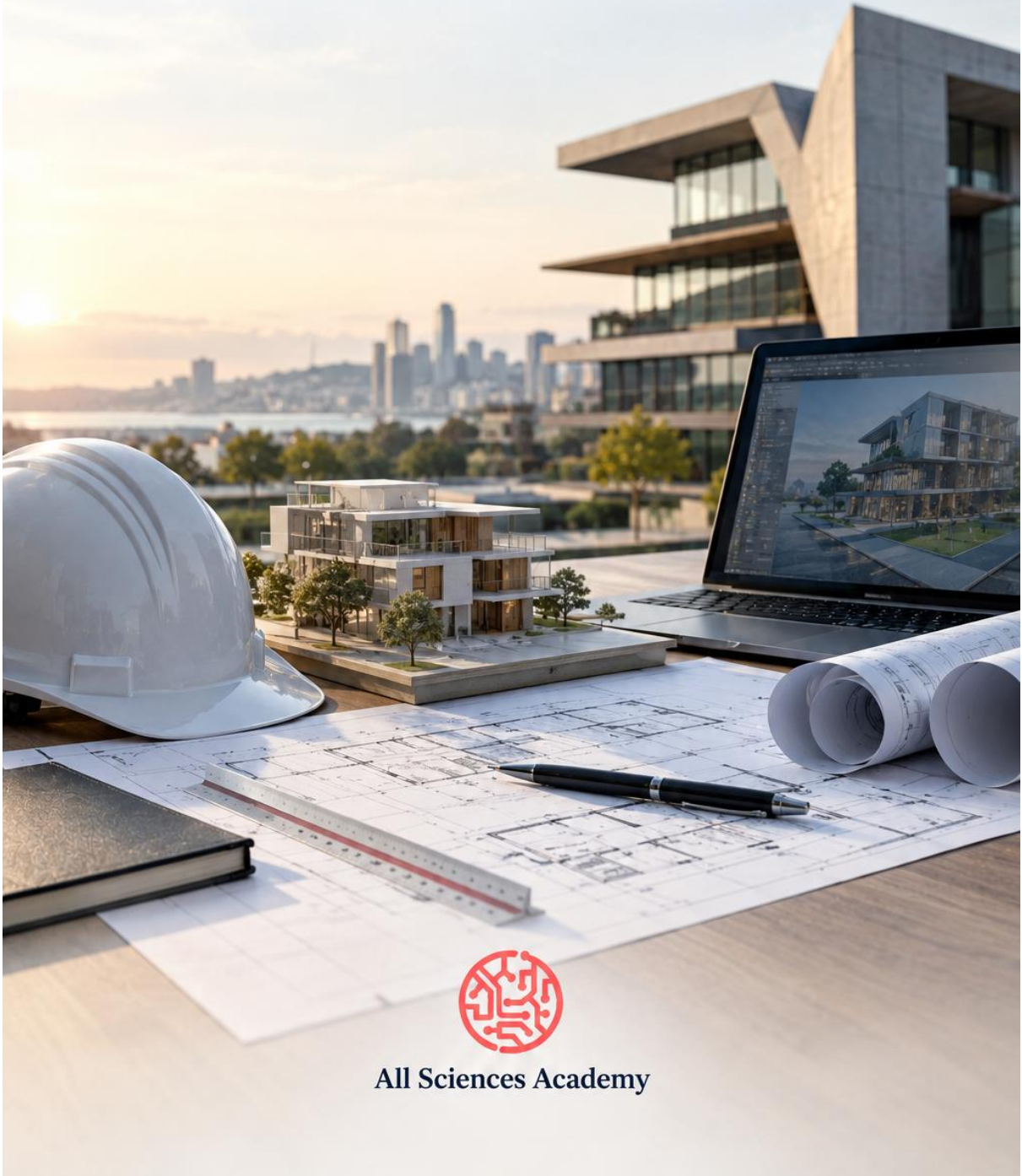


MİMARLIKTA İLERİ VE ÖNCÜ ARAŞTIRMALAR



All Sciences Academy

MİMARLIKTA İLERİ VE ÖNCÜ ARAŞTIRMALAR

Editör
Doç. Dr. Enver KENDAL





Mimarlıkta İleri ve Öncü Araştırmalar

Editör: Doç. Dr. Enver KENDAL

Dizayn: All Sciences Academy Design

Basım Tarihi: Ekim 2026

Yayıncı Sertifika Numarası: 72273

ISBN: 978-625-5472-16-8

© All Sciences Academy

www.allsciencesacademy.com

allsciencesacademy@gmail.com

İÇERİK

1. Bölüm	5
Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi Binası Mimari Tasarım Projesi ve Süreci <i>Berna GÜÇ</i>	
2. Bölüm	18
Türkiye’deki Akıllı Kent Uygulamalarının Akıllı Kent Bileşenleri Doğrultusunda Değerlendirilmesi <i>Kübra SÜMER HAYDARASLAN</i>	
3. Bölüm	34
İklim Değişikliğinin Mimarlığa Etkisi ve Yapay Zekâ Çalışmaları <i>Melike CANOĞLU, Kübra SÜMER HAYDARASLAN</i>	

Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi Binası Mimari Tasarım Projesi ve Süreci

Berna GÜÇ¹

1- Dr. Öğr Üyesi; Süleyman Demirel Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü.
bernaguc@gmail.com ORCID No: 0000-0002-2880-5041

ÖZET

Üniversiteler, çağın gereklerine uyum sağlayarak bilimsel bilgi üretmek üzere evrilmiş; akademik girişimcilik yoluyla sosyalleşme ve araştırma merkezi olmanın ötesinde ekonomik kalkınmanın da destekçisi haline gelmiştir. Bölgesel kalkınmada tarımsal yayım ve uygulama faaliyetleriyle öne çıkan bu kurumlar, sanayi iş birlikleri ve araştırma merkezleri aracılığıyla sahada etkin ve sürdürülebilir tarım uygulamalarının gerçekleştirilmesine katkı sağlamaktadır. Bu doğrultuda Ziraat odaklı yükseköğretim kurumları, araştırma, yenilikçi teknolojiler geliştirme, eğitim ve öğretim faaliyetleriyle stratejik bir rol üstlenmektedir.

Kampüs alanlarının etkin kullanımı, sürdürülebilir planlama süreçlerinin temel kriterlerinden biri olarak öne çıkmaktadır. Kampüslerin temsil ettiği kentsel yapı, onları yalnızca birer eğitim alanı olmaktan çıkarıp sürdürülebilirlik politikalarının test edilip doğrulandığı stratejik bir konuma getirmektedir. Özellikle kampüs açık alanlarının Ziraat Fakültesi tarımsal araştırma ve uygulama alanları olarak değerlendirilmesi, araştırma-geliştirme, eğitim, toplumsal ve ekonomik katkı bağlamının da kalkınma süreçleri açısından önem taşımaktadır.

Bu bağlamda çalışmada Süleyman Demirel Üniversitesi bünyesinde inşa edilen Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi Binası araştırma-geliştirme, deneyim-sunum birlikteliğinin bir arada çözümlendiği akademisyen, öğrenci, toplum kesişiminde bir yapı olarak tasarlanmıştır. Çalışmada mekânsal organizasyon, yerleşim ve cephe kararlarına bağlı kalınarak tasarım projesi üzerinden yaklaşım incelenmiştir. Tasarım sürecinde kullanıcı kararları doğrultusunda belirlenen ihtiyaç programı tarımsal üretimin laboratuvar tabanlı değerlendirmesi, depolama/saklama, sergileme ve deneyim işlevlerini entegre edecek şekilde kurgulanmıştır.

Sonuç olarak SDÜ Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi Binası farklı kullanıcı profillerini (akademisyen, öğrenci, üretici, tüketici) mekânsal bir süreklilik içinde buluşturan mekânsal organizasyonu ile, tarımsal bilgi birikimini kent-üniversite kesitinde görünür kılan bir arayüz niteliği taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler – Mekansal organizasyon, Mimari proje, Kampüs planlama, Tarımsal araştırma ve uygulama merkezi, Tasarım süreci.

GİRİŞ

Tarihsel süreç içerisinde üniversiteler farklı kültürel etkiler ve eğilimlere göre kurulsalar da bilimsel bilgi üretimine odaklanmış çağın gereklerine uyum göstermeye çalışarak dönüşüm geçirmişlerdir (Damar vd., 2020). Bu bağlamda akademik girişimciliğin evrimi, üniversitenin amacını dönüştürerek sosyalleşme, kültürel hafıza ve araştırma merkezi olmanın

ötesinde ekonomik kalkınmanın da bir paydaşı haline getirmektedir (Etzkowitz, vd., 2000).

Tarımsal teknoloji yayımı ve uygulama faaliyetlerinin tarımsal kalkınma üzerinde belirgin bir kaldıraç etkisi yarattığı bilinmekle birlikte, üniversitelerin ürettiği bilginin sahada etkin ve sürdürülebilir uygulamalara dönüşebilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda yapılan araştırmalar, tarımsal teknoloji yayımı ve sürdürülebilir tarım arasında modern tarımsal sanayi parklarının düzenleyici bir rol üslenerek etkisini pekiştirdiğini ortaya koymaktadır (Dai, vd., 2024).

Üniversiteler, bilimsel bilgi üretimi ve bilgi paylaşım merkezi olmalarının yanı sıra bünyelerindeki boş arazileri tarımsal üretime dahil ederek gıda güvencesinin sağlanmasında stratejik bir rol üstlenebilmektedir. Gıda güvencesinin temini ve sürdürülebilirliği sürecinde ziraat odaklı yükseköğretim kurumları; bilimsel araştırmalar yürütme, yenilikçi teknolojiler geliştirme ve başta üreticiler olmak üzere tüm paydaşlara yönelik eğitim-öğretim faaliyetleri düzenleme vasıtasıyla stratejik bir görev üstlenmektedir (Sultan vd., 2024).

21. yüzyılda küresel gıda güvenesi; nüfus artışı, kentleşme ve iklim değişikliğinin yarattığı çok boyutlu baskılar altında yeniden tanımlanmaktadır. Yapılan öngörüler, 2050 yılına kadar tarımsal üretim kapasitesinin %70 oranında artırılması gerektiğini göstermektedir; ancak çevresel emisyonlar, azalan tarımsal alanlar ve yükselen üretim maliyetlerinin bu artışı gerçekleştirmeyi zorlaştıracakları öngörülmektedir. Bu bağlamda, geleneksel ve emek-yoğun üretim yapısını temsil eden "Tarım 1.0" evresinden akıllı ve yenilikçi teknolojilerine uzanan dönüşüm süreci, sektörün geleceğini belirleyen temel dinamik haline gelmiştir (Saygılı vd., 2019).

21. yüzyılın küresel dinamikleri doğrultusunda güncellenen tarım eğitimi, yenilikçi yükseköğretim modellerini gerekli kılmaktadır. Yılmaz-Yıldız ve Kiraz (2024), tarımsal yükseköğretimi çok boyutlu bir yaklaşımla ele alarak modelleri uygulama, kalkınma, iş birliği, bölgesel ilerleme, araştırma ve tematik odaklı olmak üzere altı temada kategorize etmiştir. Araştırmada geliştirilen altı yapısal model arasından katılımcıların en çok vurguladığı beş yapı; 'Uygulamalı Tarım Üniversitesi', 'Bölgesel Kalkınma Odaklı Tarım Üniversiteleri Sistemi', 'Yüksek Tarım Akademisi', 'Kooperatif Üniversite Yapılanması' ve 'Tematik Tarım Üniversitesi' olmuştur. Bu bağlamda kampüs yeniden planlamasında ise; mevcut mekânın etkin kullanımı ile tarım alanları üzerindeki baskının azaltılmasına vurgu yapılarak, kampüs ile kent arasındaki etkileşimin artırılması ve kampus içi arazi kullanımının optimize edilmesi önemli birer kriter olarak değerlendirilmektedir (Benek vd., 2016).

Üniversiteler tarafından topluma yönelik yürütülen eğitim ve yayım faaliyetleri kapsamında önerilen tarım teknolojilerini benimseyen üreticilerin, hane halkı gelirlerine doğrudan olumlu katkı sağladığı

vurgulanmaktadır. Bu doğrultuda; tarımsal teknolojilerin tasarımı, yaygınlaştırılması ve ölçeklendirilmesi süreçlerinde çok paydaşlı katılımın tesis edilmesi, üniversitelerin araştırma, yayım ve toplumsal katkı misyonlarının temel modelini oluşturması gerekmektedir (Wordofa, vd., 2021).

Tarım toplumundan bu yana insanlığın en büyük mücadelesi gıdanın temini günümüzde hızla artan nüfus, iklim değişikliği, küresel krizler, afetler gibi birçok nedenler karşısında stratejik bir dönüşüm zorunluluğuyla karşı karşıyadır. Bu bağlamda devletlerin en büyük görevlerinden biri de gıda güvenliğini öncelikli hale getirerek araştırma geliştirme faaliyetlerini desteklemek ve toplumlarını korumak olacaktır. Dolayısıyla üniversitelerin bölgenin ve hatta ülkenin tarımsal üretiminde hayati bir katkı sunduğu açıkça görülmektedir; nitekim bu kurumlar, ürettikleri bilimsel ve teknolojik çözümlerle geleneksel tarım modellerini dönüştürürken aynı zamanda üreticileri ve gençleri eğiterek nitelikli beşerî sermaye yetiştirmektedir. Araştırma merkezleri ve sanayi-toplum iş birlikleri sayesinde üniversiteler, sürdürülebilirlik bilincini artırmakta, nitelikli insan gücü ile ülkenin geleceğini güvence altına alan stratejik bir rol üstlenmektedir.

Kampüs Planlaması ve Alanların Kullanımı

Türkiye’de kampüs tasarımları; 1950’lerde kent dışında, sınırları net ve alle/avlu gibi kamusal akslar etrafında eğitim yapılarının kurgulandığı kampüs modelinden, 1980’lerde anıtsal idari yapıların merkezde yer aldığı modellere, 2000’li yıllarda ise kente yakın ve entegre, yeşil alanların etrafında kurgulanan eğitim ve sosyal tesislerin olduğu kampüs modellerine evrilmiştir (Yaylalı Yıldız vd., 2015). Kampüs tasarımlarını iyileştirmek için yapılan tüm müdahaleler kentler için büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda Dober (1996) üniversitelerin gelişme ve büyüme şekillerini, yenilemeler, eklemler, yeni inşaat, arazi birleştirme, uydu kampüsler ve yeni kampüsler başlıkları altında ele almaktadır. Larkham (2000) ise kampüsleri morfolojik olarak kentle kurdukları ilişkiler açısından üç modele ayırmaktadır: “Kampüs model”, “kolonizasyon model” ve “dağınık model”.

Kentlerin ekonomik ve toplumsal gelişiminde üniversitelerin üslendiği dinamik rol, kampüs planlama ve geliştirme çalışmalarını stratejik bir odak noktası haline getirmiştir. Kumaş ve Sivrioğlu Aslan (2025)’a göre üniversiteler; barındırdıkları yüksek nüfus ve ölçekleri bakımından doğrudan ve dolaylı çevresel etkilere sahip birer "mikro şehir" niteliğindedir. Bu mikro kentsel yapı, kampüsleri yalnızca birer eğitim alanı olmaktan çıkarıp kentsel sürdürülebilirlik politikalarının test edildiği, doğrulandığı ve kentsel ölçeğe aktarıldığı konuma getirmektedir. Bu bağlamda uydu görüntüleri ve yapay zekâ teknikleriyle gerçekleştirilen nesne tespiti; kampüs alanlarındaki arazi kullanım bileşenlerinin ve alansal yoğunluklarının nicel olarak belirlenmesine imkân sağlayarak sürdürülebilir planlamaya katkı sunmaktadır (Kumaş ve Sivrioğlu Aslan, 2025). Sürdürülebilir kampüs kavramını ele alan yazın; çevresel dönüşüm kapsamında kentsel tasarım,

kampüs yeşillendirme, enerji tasarrufu, atık yönetimi ve yeşil altyapı gibi fiziki boyutların yanı sıra ulaşım, gıda sistemleri, öğrenci katılımı, müfredat gibi idari/eğitsel süreçleri de kapsayan geniş bir yelpazeyi incelemektedir (Leal Filho vd., 2015; Leal Filho vd., 2023; Noaime vd., 2025; Ramísio vd., 2019; Sun vd., 2025; Engin Balın ve Mumcu Akan, 2025).

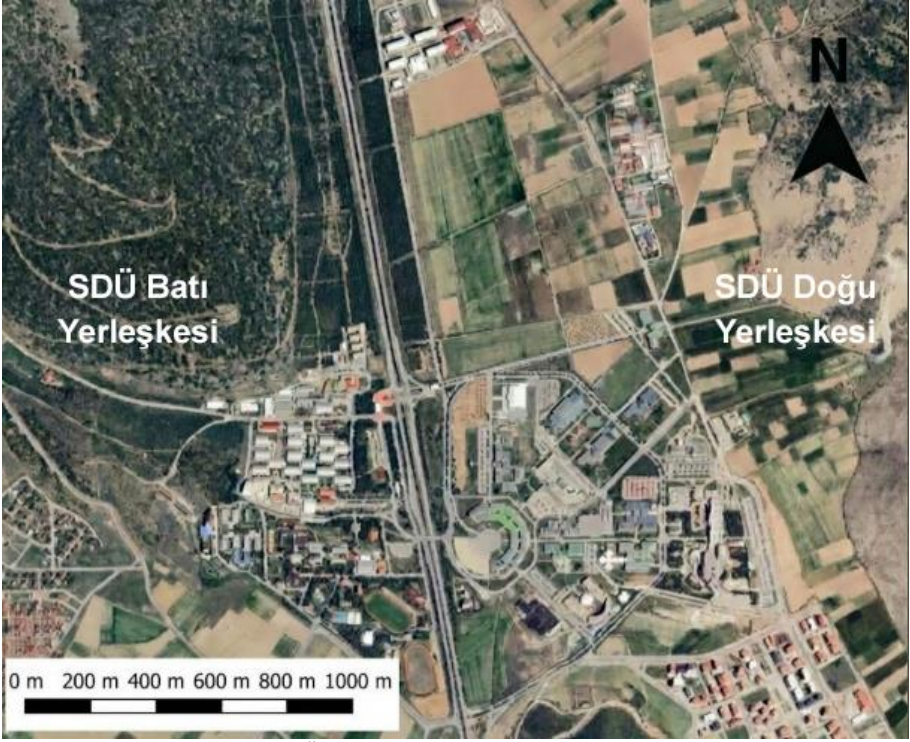
Kampüs yazını sürdürülebilirlik, kullanıcı odaklı tasarım, akıllı kampüs, kampüs planlama, mekânsal esneklik, iklime dirençlilik ve yeşil altyapı konularına odaklanmaktadır (Künyeli vd., 2025). Ayrıca kampüsün kente göre konumuna bağlı olarak; kampüs ile kent arasındaki fiziksel mekân kurgusu ve işlevsel entegrasyon; üniversite ile şehrin ortak vizyonlarını somutlaştıran ve bütünleşik rollerini tanımlayan temel bir analitik çerçeve sunmaktadır (Mohammed vd., 2022).

Gelecek kampüs tasarımlarında, katılımcı ve sürdürülebilir tasarım yaklaşımlarının benimsenmesi; erişilebilir, kapsayıcı ve mekânsal dayanıklılığa sahip ve değişen ihtiyaçlara uyum sağlayan ortamların yaratılmasının önemi üzerinde durulmaktadır; bu bağlamda fiziksel, dijital altyapı ve sosyal mekanizmaların entegre edildiği esnek ve hibrit modellerin önemi vurgulanmaktadır (Shahid ve Khalid, 2025). Dolayısıyla kampüslerin eğitim kurumları olmasının ötesinde ekonomik büyümeyi, topluluk entegrasyonunu ve mekânsal yenilenmeyi destekleyen kentsel odak noktaları olarak yeniden düşünülmesi gerektiği belirtilmektedir (Alnaim vd., 2025). Bu bağlamda yerleşkelerde yer alan boş alanların topluluk bahçeleri, kampüs çiftlikleri, çatı bahçeleri, dikey tarım, akuaponik sistemler ve gıda ormanları olarak kullanımı; sürdürülebilir tarım uygulamalarını teşvik edebilmekte, öğrenciler ile yerel halk nezdinde gıda güvenliği farkındalığını artıracak etkileşimli eğitim mekânları sunabilmektedir (Sultan vd., 2024).

Tasarım Süreci

Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta’da 1992 yılında kurulmuş, kurumsallaşmasını tamamlamış bir devlet üniversitesidir. Lisans eğitimi veren 14 fakültesi, 2 yüksekokulu, 1 devlet konservatuarı, ön lisans eğitimi veren 4 meslek yüksekokulu, lisansüstü eğitim veren 6 enstitüsü ile 48 araştırma ve uygulama merkezi bulunmaktadır. Üniversitenin binalarının büyük bir bölümü Isparta’daki merkez yerleşkededir (Süleyman Demirel Üniversitesi, 25.09.2026) (Şekil 1).

Süleyman Demirel Üniversitesi bünyesinde “SDÜ Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi Binası” yapılmasına ihtiyaç duyulmuştur. Bu bağlamda SDÜ Rektörlüğü Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığından bu yapının tasarımı talep edilmiştir. Yapının tasarımı Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığında görevli Yüksek Mimar Berna Güç tarafından yapılmıştır. Bu çalışma SDÜ Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi Binası’nın mekânsal organizasyon, yerleşim ve cephe kararlarına bağlı kalınarak tasarım projesi üzerinden tasarım yaklaşımını aktarmaktadır.



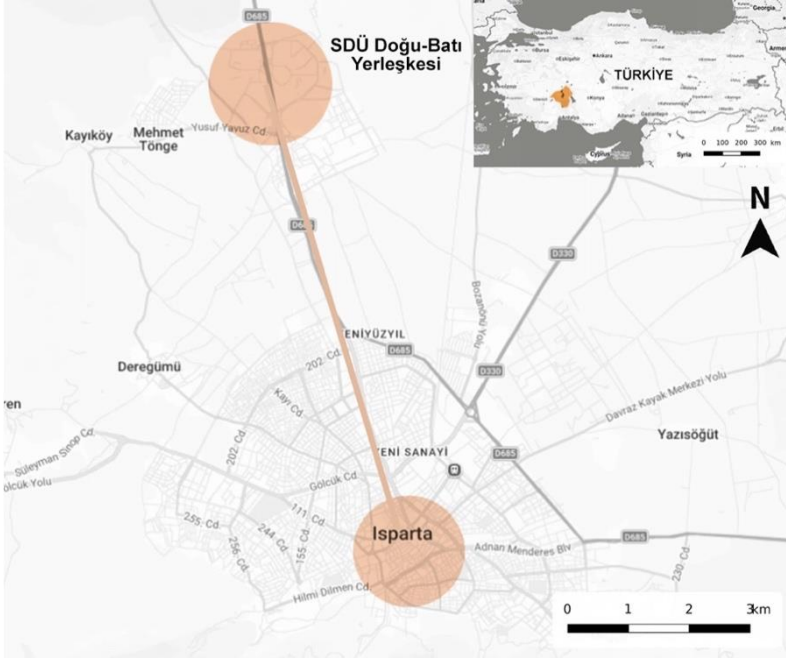
Şekil 1: Süleyman Demirel Üniversitesi yerleşkenin genel görünümü (Google Earth, 02.10.2026 tarihinde erişilmiştir).

Yapının bağlamsal ve mekânsal kurgu süreci; kampüs yerleşim alanı içerisinde Ziraat Fakültesi ve komşu akademik birimlerle kurulan fonksiyon, sirkülasyon kurgusu ve görsel entegrasyon ekseninde, topografik veriler ve iklimatik parametreler optimize edilerek başlatılmıştır. Katılımcı tasarım yaklaşımı benimsenen bu evrede, fakülte yönetimi ve ilgili akademik kadroyla gerçekleştirilen görüşmeler aracılığıyla mekânsal gereksinimler belirlenmiştir. Tasarımın odağındaki temel sorunsal; kamusal etkileşim ve sunum yüzeyleri ile uygulamalı ürün işleme hatları ve güvenli/erişilebilir depolama birimleri arasındaki mekânsal ilişkilerin, kullanıcı ve ürün akış şemaları çakıştırılmadan hangi mekânsal organizasyonla kurgulanacağı üzerinedir.

Yerleşim Kararları

Süleyman Demirel Üniversitesi Isparta kentinde, kentin merkezinden yaklaşık olarak 9 km kuzeyinde, Afyon-Isparta karayolu üzerinde doğu-batı yerleşkesi olarak konumlandırılmıştır (Şekil 2). Batı yerleşkesi, 15 bloktan oluşan modüler tasarımlı fakülte binalarından meydana gelmekte ve bu yapılar birbiriyle geçişli olacak şekilde ilişkilendirilmektedir. Doğu yerleşkesi ise Merkezi Derslikler ve açık amfiden oluşan bir odak alandan ırsınal olarak dağılan yaya ve taşıt akslarıyla çevrelenmiştir. Bu akslar; doğu yerleşkesi genelindeki fakülte binalarını, Diş Hekimliği Fakültesi ve Ağız ve Diş Sağlığı Hastanesini, Tıp Fakültesi ve Hastanesini, 29 Ekim Olimpik

Yüzme Havuzu ve Atatürk Spor Salonu'nu birbirine entegre ederken; söz konusu mekânsal doku, açık/yarı-açık sosyal ve rekreatif donatılar sayesinde Ziraat Fakültesi tarım alanlarıyla süreklilik kurmaktadır.

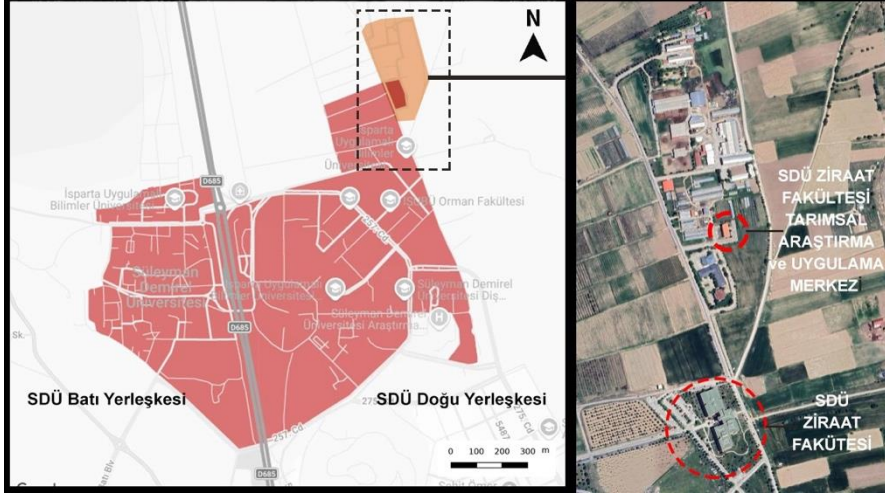


Şekil 2: Süleyman Demirel Üniversitesi Doğu-Batı Yerleşkesi ve kent merkezi ilişkisi (Snazzy Maps kullanılarak hazırlanmıştır, 01.10.2026)

18 Mayıs 2018 tarih ve 30425 sayılı Resmî Gazete 'de yayımlanarak yürürlüğe giren “Yükseköğretim Kanunu İle Bazı Kanun Ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair 7141 Numaralı Kanun” ile Isparta’da Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi adıyla yeni bir üniversite kurulmuştur Süleyman Demirel Üniversitesine bağlı Ziraat Fakültesi Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi (ISUBÜ) Rektörlüğüne bağlanan 6 fakülteden biridir (Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, 19.09.2026).

Ziraat Fakültesi doğu yerleşkesinin kuzeyinde yer alan son fakülte binasıdır. Fakülte binasının doğusunda yer alan taşıt yolu açık/kapalı üretim alanları ve hayvan yetiştirme alanları ile ilişki kurmasını sağlamaktadır. Bu alanlarda bilimsel çalışmalar yürütülmektedir. SDÜ Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi Binası, Ziraat Fakültesi’nin kuzeyinde ana omurganın dışındaki, sera ve açık tarım alanlarına bağlanan aks üzerine kuzey güney doğrultusunda yerleştirilmiştir (Şekil 3). Toplamda üç kat olarak tasarlanan yapı bodrum, zemin ve birinci kattan oluşmaktadır. Ürün girişi ve diğer kullanıcı girişi (misafir, akademisyen, vb.) doğu ve

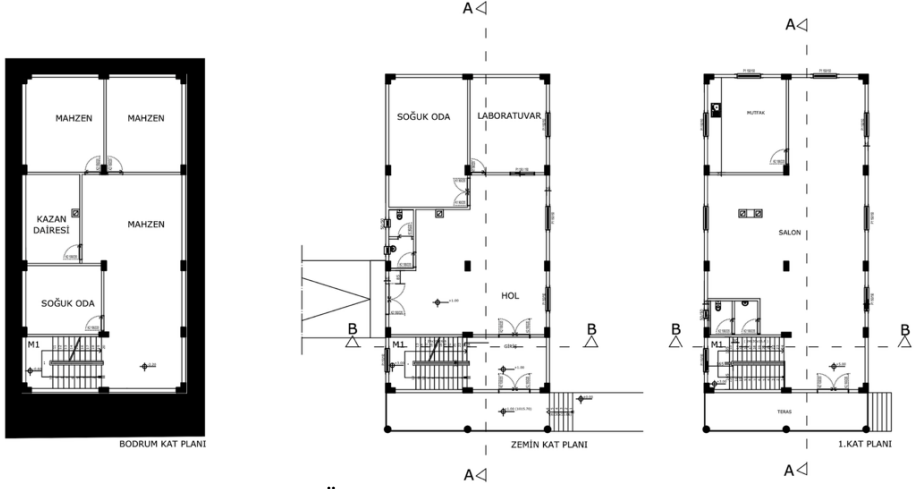
kuzey yönünde ayrılarak, doğu yönünden rampayla ürünlerin alımı sağlanmaya çalışılmıştır.



Şekil 3: Süleyman Demirel Üniversitesi Batı Yerleşkesi ve SDÜ Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezinin Doğu Yerleşkesindeki yeri (Snazzy Maps ve Google Earth kullanılarak hazırlanmıştır, 01.10.2026 tarihinde erişilmiştir)

Mekân Organizasyonu

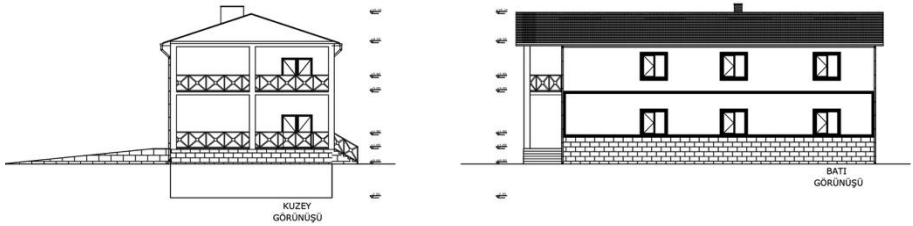
Arazinin eğiminin olmaması nedeniyle yol kotu 0.00 olarak belirlenmiş ve giriş +1.00 kotundan başlatılmıştır. Tüm katlar birbirine çift kollu bir merdivenle bağlanmıştır. Doğu yönündeki ürün girişi rampa ile çözülmüştür. Kuzey yönündeki giriş merdiven ve giriş holünün temiz alan olarak kalması için ürün giriş alanından kapıyla ayrılmıştır. Ürünün alındığı zemin katta ayrıca soğuk oda ve laboratuvar tasarlanmıştır. Laboratuvarın iç mekâna bakan duvarına ürünün girdiği mekânla bağ kuracak şekilde 150/150 pencere eklenmiştir. Bodrum kat depolama, soğuk oda ve kazan dairesi işlevleri için ayrılmıştır. Birinci kat ise daha çok sunum, sergi işlevlerine uygun olarak tasarlanmıştır. Bu katta bir ıslak hacim bir de mutfak olabilecek kuzey ve batı yönüne bakan bir mekân oluşturulmuştur (Şekil 4).



Şekil 4: Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi Binası tasarımına ait planlar.

Cephe Kararları

Yapı kuzey güney yönünde dikdörtgen bir şekilde yerleştirilmiş olup, dikdörtgen yapısının etkisini koruyacak şekilde beşik çatı çözülmüştür. Zemin katta batı yönünde açılan pencerelerle giriş yönüyle bağ kurulmuştur. Birinci katta ise pencereler mekânın ışık alması ve çevresi ile bağının zenginleşmesi için farklı yönlerde yerleştirilmiştir. Kuzey yönlü yerleştirilen teras, Ziraat Fakültesinin diğer yetiştirme alanlarına yönlendirilmiştir. Aynı zamanda girişi tanımlayarak cepheye hareket katması sağlanmıştır (Şekil 5).



Şekil 5: Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi Binası tasarımına ait planlar.

SONUÇ

SDÜ Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi Binası (Şekil 6); tarımsal üretimin laboratuvar tabanlı değerlendirmesi, depolama/saklama, sergileme ve duyuusal deneyim (tadım) işlevlerini entegre edecek bir mimari yaklaşımla tasarlanmıştır. Farklı kullanıcı profillerini (akademisyen, öğrenci, üretici, tüketici) mekânsal bir süreklilik içinde buluşturan mekânsal organizasyon, tarımsal bilgi birikimini kent-üniversite kesitinde görünür kılan bir arayüz niteliği taşımaktadır.

SDÜ Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi Binası (Şekil 6), üretim/değerlendirme ile bu çıktının kamusal ve akademik paydaşlarla buluştuğu deneyim arayüzünü entegre eden kurguya sahiptir. Araştırma yapısının ötesinde farklı kullanıcı profillerini kesiştiren katmanlı yapı; dikeyde kamusal/kamusal olmayan ayrışması, yatayda ise farklı yönlerdeki giriş çeşitliliği sayesinde mahremiyet ve hiyerarşiyi bir çakışma yaratmayacak biçimde çözümler.

Cephe tasarımında mekânın farklı yönlerden ışık almasını sağlayacak, çevreyle bağını güçlendirecek şekilde oluşturulan pencere sistemi dolu boş dengesini korumaktadır. İşlevine bağlı olarak oluşturulan depo ve soğuk depo gibi mekanlar cephedeki dolu yüzeyleri tanımlamaktadır.



Şekil 6: Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi Binası görselleri. (Güç, B. arşivi, 28.09.2026)

Sonuç olarak SDÜ Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi Binası (Şekil 5), kampüs içerisinde çevresiyle uyumlu ve dengeli kütlesi; üretim-araştırma-geliştirme dengesi içerisinde hem bir laboratuvar hem de kent-üniversite ölçeğinde farklı kullanıcıları buluşturma mekanıdır. Akademi toplum arakesitinde bilimsel etkileşimi destekleyen bir ortam sunmaktadır.

REFERANSLAR

- Alnaim M. M., Alshenaifi M., Noaime E., Albaqawy G., Abuhussain M. A. ve Abdelhafez M. H. H. (2025). Campus urbanism in peripheral cities: Enhancing social engagement and sustainable investment in Hail University, Saudi Arabia. *Front. Built Environ.* 11:1607015. doi:10.3389/fbuilt.2025.1607015
- Benek, S., Elmastaş, N., Şahinalp, M. S., Aytaç, A. S., Yetmen, H., Özcanlı, M., ve Şahap, A. (2016). Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsü'nün Yeniden Planlanmasına Yönelik Öneriler. *TÜCAUM Uluslararası Coğrafya Sempozyumu*, 779-793, Ankara.
- Dai Z., Wang Q., Jiang J. ve Lu Y. (2024). Influence of university agricultural technology extension on efficient and sustainable agriculture. *Scientific Reports*;14(1):4874. doi: 10.1038/s41598-024-55641-1. PMID: 38418521; PMCID: PMC10901778.
- Damar M., Özdağoğlu G., Özveri O., (2020). Üniversitelerde dönüşüm süreci ve araştırma üniversitesi yaklaşımı, *Uluslararası Medeniyet Çalışmaları Dergisi*, 5(2), 135-159.
- Dober, R. P. (1996). Campus Planning, Society for College and University Planning.
- Engin Balın, B. ve Mumcu Akan, H. D. (2025). Üniversitelerde gıda israfına yönelik yaklaşımlar, sürdürülebilir çözümler ve uygulamalar. E. Bayhantopçu ve Ç. Gürsoy (Ed.) içinde, *Sürdürülebilir kalkınma yolunda yükseköğretim kurumlarının rolü* (s. 285-314). İstinye Üniversitesi Yayınları.
- Etzkowitz, H., Schuler Jnr, E. ve Gulbrandsen, M. (2000). The evolution of the entrepreneurial university. M. Jacob ve T. Hellström (Ed.) içinde, *The future of knowledge production in the academy* (s. 40-60), SRHE ve Open University Press.
- Güç, B., (28.09.2026). Fotoğraf Arşivi.
- Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi (19.09.2026). *Tarihçe*. <https://isparta.edu.tr/sayfa/5526/tarihce>
- Kumaş, E. ve Sivrioğlu Aslan, D. (2025). A Case Study: Making Decisions for Sustainable University Campus Planning Using GeoAI. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 10(1), 22-35. <https://doi.org/10.26833/ijeg.1506265>
- Künyeli, F. B., Baydoğan M. Ç. Ve Akdağ, F. (2025). Mapping the Academic Landscape of University Campus Designs: A Comprehensive Literature Review. *Turkish Studies*, 20(3), 1699-1720. <https://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.82385>
- Larkham, P. J. (2000). Institutions and urban form: the example of universities, *Urban Morphology*, 4(2), 63-77.
- Leal Filho, W., Shiel, C., do Paço, A., ve Brandli, L. (2015). Putting sustainable development in practice: Campus greening as a tool for institutional sustainability efforts. J. P. Davim (Ed.), *Sustainability in higher education* içinde (s. 1-19). Chandos Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100367-1.00001-9>.
- Leal Filho, W., Frankenberger Silva, F., Salvia, A., Shiel, C., Paço, A., Price, E., Brandli, L. L., Rampasso I. S., Anholon, R., Quelhas, O. L. G. ve Pretorius, R. W. (2023). An overview of research trends on sustainability in higher education—an exploratory study. *International Journal of Sustainability in*

- Higher Education*, 24(5), 1161-1175. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-08-2022-0252>
- Mohammed, A. M. S., Ukai, T., ve Hall, M. (2022). Towards a sustainable campus-city relationship: A systematic review of the literature. *Regional Sustainability*, 3(1), 53–67. <https://doi.org/10.1016/j.regsus.2022.03.004>
- Noaime, E., Alshenaifi, M., Albaqawy, G., Abuhussain, M. A., Abdelhafez, M. H. H., ve Alnaim, M. M. (2025). Beyond Buildings: How Does Sustainable Campus Design Shape Student Lives? Hail University as a Case Study. *Buildings*, 15(9), 1468. <https://doi.org/10.3390/buildings15091468>
- Ramísio, P. J., Costa Pinto, L. M., Gouveia, N., Costa, H., ve Arezes, D. (2019). Sustainability strategy in higher education institutions: Lessons learned from a nine-year case study. *Journal of Cleaner Production*, 222, 300–309. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.257>
- Saygılı, F., Kaya, A. A., Çalışkan, E. T. ve Kozal, Ö. E. (2019). Türk Tarımının Global Entegrasyonu ve Tarım 4.0., Ege Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi ve İzmir Ticaret Borsası.
- Shahid, U. ve Khalid, M. (2025). Post-pandemic campus futures: Spatial models for distributed learning networks. *Spectrum of Engineering Sciences*, 3(7), 1191 1196. <https://thesesjournal.com.medicalsciencereview.com/index.php/1/article/view/709>
- Sultan M. T. H., Shahar F. S., Zain M. I. M., Komoo I. (2024). A systematic review of the role of integrated farming and the participation of universities in ensuring food security: Malaysia's effort. *Italian Journal of Food Safety*, 29;13(2):11854. doi: 10.4081/ijfs.2024.11854. PMID: 38846045; PMCID: PMC11154168.
- Sun, X., Gao, W., Zhao, M., Huang, X. ve Xin, X. (2025). Optimize green campus sustainable construction from users' perspective. *Environment, Development and Sustainability*, 27, 16549–16582. <https://doi.org/10.1007/s10668-024-04580-y>
- Süleyman Demirel Üniversitesi. (25.09.2026). *Tanıtım*. <http://w3.sdu.edu.tr/sayfa/5525/tanitim>
- Yaylalı Yıldız, B., Çil, E. ve Can, I. (2015). Kampüs morfolojisi: Bir yaşam alanı olarak üniversite yerleşkelerinin analizi. *Türkiye Kentsel Morfoloji Araştırma Ağı 1. Sempozyumu*, 368-386.
- Yılmaz-Yıldız, S. B., ve Kiraz, E. (2024). Tarım eğitiminde paradigmatik dönüşüm: Tarım üniversiteleri model önerileri. *Baskent University Journal of Education*, 11(1), 49-65.
- Wordofa, M.G., Hassen, J.Y., Endris, G.S., Aweke C. S., Moges, D. K. Ve Rorisa D. T. (2021). Adoption of improved agricultural technology and its impact on household income: a propensity score matching estimation in eastern Ethiopia, *Agriculture & Food Security*, 10(5). <https://doi.org/10.1186/s40066-020-00278-2>

Türkiye’deki Akıllı Kent Uygulamalarının Akıllı Kent Bileşenleri Doğrultusunda Değerlendirilmesi

Kübra SÜMER HAYDARASLAN¹

1- Dr. Öğr. Üyesi.; Süleyman Demirel Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü.
kubrahaydaraslan@sdu.edu.tr ORCID No: 0000-0003-0663-6141

ÖZET

Gelecek yıllarda kentlerde yaşayan nüfusun bugüne oranla artması beklenmektedir. Nüfus artışı ile büyük şehirlerin çevresel durumu ve kaynak kullanımının öneminin artması beklenmektedir. Bu nedenle yapılan çalışmalar kentlerin teknolojik çözümler ile dönüştürülmesi ve durumlarının kontrol edilmesi gerektiğini göstermektedir. Farklı ülkelerde akıllı kentlere dönüşümle ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada Dünya ve Türkiye örnekleri ele alınarak akıllı kent kapsamında yapılan uygulamalar incelenmiştir. Çalışmada ayrıca Türkiye'deki örnekler, akıllı kent bileşenleri çerçevesinde değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler – Akıllı kent, Akıllı sistem, Akıllı konut, Akıllı kent bileşenleri.

GİRİŞ

Kentlerde yaşayan nüfus oranı ekonomik koşullar ve konfor ihtiyaçlarının değişmesinden dolayı hızla artmaktadır (European Parliament, 2019). Kentlerin çekiciliği ve göç olgusuyla birlikte kentler giderek büyümektedir. Kentlerde meydana gelen bu büyüme daha önce görülmemiş ölçektedir (Arbolino vd., 2017; Goonetilleke vd., 2014; Kamruzzaman vd., 2018). Birleşmiş Milletler verilerine göre 2020 yılında dünya nüfusunun %56,15'i şehirlerde yaşamaktadır ve bu oranın 2050 yılına kadar %68'e çıkacağı tahmin edilmektedir (Urban population database, 2022). Kentler, sosyal ve ekonomik faaliyetlerin merkezi olmaları nedeniyle önemlidir (Afonso, 2015; Sodiğ vd., 2019; Kusumastuti vd., 2022). Kentlerdeki büyüme doğal çevrenin kirlenmesi, kaynakların azalması, enerji tüketiminin artması, iklim değişikliğinin hızlanması gibi kenti ve çevreyi kapsayan sorunlara neden olmaktadır. Kentlere olan talebin sürekli artması bu konuda çalışmalar yapılmasını zorunlu kılmıştır. Bu konuda yapılan çalışmalardan en önemli ve uygulanabilir olanları teknolojik çözümlerdir (Hollands, 2008; Söderström vd., 2014). Bu bağlamda, akıllı kent girişimleri, kentsel sorunlara çözüm olarak görülmektedir (Kusumastuti vd., 2022). Akıllı kent kavramı, ilk olarak 1990 yılında gelişmiş Bilgi ve İletişim Teknolojisi (BİT) tabanlı donanım ve yazılımın kent planlamasında kullanılması amacıyla tanıtılmıştır (Bibri ve Krogstie, 2017; Al Sharifa ve Pokharel, 2022). Akıllı kent konseptine dayalı kentsel planlamanın, sıkışık ulaşım, yüksek karbonlu enerji ağı, altyapı bakım ve onarımı, kentsel güvenlik ve politika gibi kentsel zorlukların üstesinden gelmesiyle birlikte ileri teknoloji ve sistem kullanması beklenmektedir (Al Sharifa ve Pokharel, 2022; Golubchikov ve Thornbush, 2020).

Kentsel çalışmalarda, alanın büyük olması verilerin toplanmasını ve çözümlerin uygulanabilirliğini zorlaştırmaktadır. Ancak, kentlerde teknolojik inovasyon çalışmalarının sonucunda akıllı kent modeli ve akıllı bina çalışmaları ile uygulanabilirlik artmıştır (Meijer ve Bolívar, 2016; Wu vd.,

2018). Akıllı binalar, şehirleri ve altyapıları iyileştirmede önemli rol oynamaktadır. Binalar kentlerde enerjinin en çok tüketildiği yerlerdir. Akıllı binalar ile enerji verimliliği sağlanabilmektedir. Akıllı kent, yaşayanların ve iş dünyasının yararına olacak şekilde dijital çözümlerin verimli şekilde kullanıldığı yerdir (Smart cities, EU, 2022). Akıllı kentler, kaynak kullanımı ve kaynak kullanımı sonuçlarından elde edilen veriler ile teknolojik çözümleri birleştirmektedir (Khan vd., 2015).

Akıllı kentlerin gelişimi, kentten kaynaklanan çevresel etkileri en aza indirirken hizmetlerin verimliliğini veya yaşam kalitesini potansiyel olarak artırabilecek yeni bir kentsel gelişme paradigması olarak gösterilmektedir (Bibri, 2019). Kentlerin içinde birçok birim bulunmaktadır. Bu birimler veri üretmeye devam etmektedir. Verilerin büyük miktarda olması veri toplanmasını ve analizini zorlaştırmaktadır (Honarvar ve Sami, 2019). Yapılan çalışmalar, akıllı kentlere dönüşümün, çevrenin korunmasına ve sürdürülebilir bir yapıyı çevre oluşturulmasına katkı sağladığını göstermektedir (Angelidou, 2014; Birkeland, 2002; Heo vd., 2014). Akıllı kent kavramı sadece teknolojilerin uygulanmasıyla ilgili olmayıp, sosyal, ekonomik ve sürdürülebilirlik gibi çeşitli yönleri de içermektedir (Grady ve Hare, 2012; Zubizarreta vd., 2016; Kusumastuti vd., 2022). Akıllı kentler, sosyal sürdürülebilir yaşam arayan akıllı insanlara bağımlıdır. Bu bağlamda yenilenemeyen kaynak kullanımının azaltılmasını, çevrenin korunmasını, ekonomik canlılık ve çeşitliliği, vatandaşların refahını ve temel insan ihtiyaçlarının karşılanmasını içermektedir (Al Sharifa ve Pokharel, 2022). Bugün, dünyada akıllı kent uygulamaları konusunda birçok proje yapılmaktadır. Güney Kore, Avustralya, Hindistan, ABD gibi ülkelerde ayrıca Amsterdam, San Francisco, Seul, Viyana gibi şehirlerde akıllı kent uygulamaları görülmektedir (Cowley vd., 2018; Cugurullo, 2016). Türkiye’de ise Antalya, Bursa, Çanakkale, Çorun, Elazığ, Gaziantep, İstanbul, İzmir, Kayseri, Kocaeli, Konya, Malatya, Trabzon ve Şanlıurfa’da akıllı kent dönüşümü kapsamında çalışmalar yapılmıştır (Akıllı şehirler, 2022). Bu bağlamda çalışma iki aşamadan meydana gelmekte olup, birinci aşamasını ulusal literatür taraması, ikinci aşamasını ise akıllı kent uygulamaları oluşturmaktadır. Bu çalışmada, Dünya ve Türkiye örnekleri ele alınarak akıllı kent kapsamında yaptıkları uygulamalar incelenmiştir. Türkiye’deki örnekler akıllı kent bileşenleri çerçevesinde değerlendirilmiştir. Çalışmada ayrıca, akıllı bina uygulamalarının kentlerin akıllı sistemlerle dönüşümündeki yeri incelenmiştir.

AKILLI KENT UYGULAMALARI

Akıllı kentler, kentte yaşayanların yaşam kalitesini artırmak için en son teknolojileri kullanan ve maliyetleri düşürmenin yanı sıra doğal kaynak tüketimini en aza indirmeye çalışan şehirlerdir (Smart cities in the world, 2022). Dünya çapında birçok şehir, akıllı şehir konseptine uyum sağlayacak

şekilde gelişmekte ve sayıları giderek artmaktadır. Akıllı şehir örneklerinden bazıları Barselona, Boston, Kopenhag, New York, Londra, Oslo, San Francisco, Seattle, Singapur, Stockholm, Şikago ve Viyana'dır. Dünya'daki akıllı kent örnekleri Tablo 3'te görülmektedir.

Tablo 3. Dünyadaki akıllı kent örnekleri

Yer	Açıklama
Barselona	Trafik, hava kalitesi, yaya aktivitesi, gürültü, aydınlatma ve atık kontrolünün akıllı sistemler ile sağlanması. Bisiklet kullanımının yaygınlaştırılması (The American Society of Mechanical Engineers, 2022).
Boston	Araç park bilgilerinin paylaşılması, hizmet sorunlarını bildirilmesi ve kullanıcılar ile iletişimin hızlanması (The American Society of Mechanical Engineers, 2022).
Kopenhag	Trafik, hava kalitesi, atık yönetimi ve enerji kullanımının akıllı sistemler ile entegre edilmesi.
New York	Atık kontrolü ve şarj istasyonlarının sağlanması (The American Society of Mechanical Engineers, 2022).
Londra	Akıllı ulaşım sistemi, akıllı park hizmeti, sağlık ve çevre hizmetlerinin iyileştirilmesi (Smart cities in the world, 2022; The American Society of Mechanical Engineers, 2022).
Oslo	Aydınlatma kontrolü, ısıtma ve soğutma sistemi kontrolü, şarj istasyonları kurulumu (The American Society of Mechanical Engineers, 2022).
San Francisco	Ulaşım, enerji, su temini ve atık yönetimi iyileştirilmesi, aydınlatma kontrolü, şarj istasyonları kurulumu (The American Society of Mechanical Engineers, 2022).
Seattle	Yeşil teknoloji kullanımının yaygınlaştırılması (Smart cities in the world, 2022)
Singapur	Trafiğin iyileştirilmesi, su yönetim sisteminin kullanımı, akıllı ev teknolojilerinin geliştirilmesi (Smart cities in the world, 2022; The American Society of Mechanical Engineers, 2022).
Stockholm	Mobil ağ kullanımının yaygınlaşması, bilim çalışmalarının yapılması (Smart cities in the world, 2022).
Şikago	Yenilikçi teknolojilerin geliştirilmesi (Smart cities in the world, 2022)
Viyana	Biyokütle tesisi ile ısıtma sağlanması (Smart cities in the world, 2022)

Dünyada uygulanan akıllı kent örnekleri incelendiğinde akıllı kent kapsamında yapılan çalışmaların çoğunlukla trafiği kontrol eden sistemler, bisiklet kullanımının, yenilenebilir enerji kullanımının, yeşil teknolojinin yaygınlaştırılması, hava kalitesinin iyileştirilmesi, elektrikli araçlar için şarj sistemleri, akıllı ulaşım sistemi, wifi, akıllı park hizmeti ve atık yönetimi gibi alanlarda yoğunlaştığı görülmektedir. Örneğin Barselona'da ana tema bisiklet kullanımının yaygınlaştırılmasıdır. Bisiklet kullanımının yaygınlaşması ile yakıttan tasarruf sağlanıp iklim değişikliğinin en önemli nedenlerinden biri olarak gösterilen sera gazları salınım miktarının azaltılması amaçlanmıştır. Boston'daki akıllı şehir uygulamalarında araç park esnasında harcanan zaman ve yakıt kaybının önüne geçmek için araç parkı konusunda çalışılmıştır. Kopenhag, New York, San Francisco ve Viyana'da akıllı ulaşım çözümlerinin yanı sıra kentlerdeki atık yönetimi konusunda çalışılmıştır (Smart cities in the world, 2022). Getirilen kullanılabilir ve

faydacı çözümler teknolojinin gelişmesi ile güncellenmeye de devam etmektedir. Ayrıca, kentlerin kaynak kullanımını ve kenti kullananların konfor şartlarını da artırmaktadır. Ancak akıllı kent uygulamalarında binalar konusunda ikincil davranıldığına ulaşılmıştır. Oysaki binalardan kaynaklı enerji tüketimi toplam tüketimin yaklaşık %40'ını oluşturmaktadır.

Ülkemizde, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından 2020-2023 dönemi için Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı hazırlanmıştır. Bu kapsamda “Etkin ve Sürdürülebilir Akıllı Şehir Yönetişimi” ve “Yetkin ve Üreten Akıllı Şehir Ekosistemi” stratejileri belirlenmiş; “Hayata Değer Katan Yaşanabilir ve Sürdürülebilir Şehirler” kapsamında çalışmalar yürütülmüştür (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2019). Bu çalışmada Antalya, Bursa, Çanakkale, Çorum, Elazığ, Gaziantep, İstanbul, İzmir, Kayseri, Kocaeli, Konya, Malatya, Trabzon ve Şanlıurfa olmak üzere 14 akıllı kent uygulaması incelenmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. Türkiye’deki akıllı kent örnekleri (Akıllı şehirler, 2022)

Antalya Akıllı Kent Çalışmaları	
Proje Adı	Açıklama
Akıllı Şehir Yönetim Platformu	Kentin görüntülü izlenmesi, akıllı aydınlatma, akıllı sulama vb. sistemlerin merkezi olarak takibi.
Şehir Bilgilendirme Ekranları	Kent ile ilgili bilgilendirme amaçlı kiosk kabinlerinin yerleştirilmesi.
Güven Çemberi Projesi (Uygulanacak)	Çocukların güvenliklerinin sağlanması amacı ile bileklik takılarak güven çemberi oluşturulması.
Kepez Santral Mahallesi Kentsel Dönüşüm Sahası Akıllı Şehir Projeleri (Uygulanacak)	MatchUP Projesi kapsamında konut ve kamu binalarına yenilenebilir enerji kullanımı çözümleri ve sürdürülebilir ulaşım çözümleri getirilmesi.
Akıllı Aydınlatma Sistemi	Akıllı aydınlatma sistemi ile %80’e ulaşan oranda tasarruf sağlanması.
Bursa Akıllı Kent Çalışmaları	
Proje Adı	Açıklama
Levha Yönetim Programı	Düşey (Levha) İşaretleme operasyonlarının takibinin yapılması.
VMS (Video Mesaj Sistemi)	VMS ve bluetooth ile seyahat süresi hesabı.
Trafik Ölçüm Sistemleri	Bluetooth sensör ile seyahat süresi ve ortalama hız ölçümü.
Sinyalizasyon Sistemi Uygulamaları	Sinyalize kavşak noktalarında trafik takibi.
Kavşak Gözlem Kameraları	Anlık trafik durumu takibi.
Trafik Kontrol Merkezi	Akıllı ulaşım sistemleri ile tek merkezden trafik kontrolü.
Büyükşehir Belediyesi CBS Uygulaması	CAD-GIS entegrasyonu ile CAD ve GIS’in birlikte kullanılması sağlanabilmiştir.
e-Belediye Uygulamaları	Fiber Optik altyapısı aracılığıyla bilgi işleme entegre çalışması.
Çanakkale Akıllı Kent Çalışmaları	
Proje Adı	Açıklama
ÇABİS Akıllı Bisiklet Kiralama Sistemi	Kent içi trafiğin rahatlatılması ve sürdürülebilir ulaşım araçlarının teşvik edilmesi

Çorum Akıllı Kent Çalışmaları	
Proje Adı	Açıklama
ÇORBİS	Kent içi trafiğin rahatlatılması ve sürdürülebilir ulaşım araçlarının teşvik edilmesi amaçlı bisiklet istasyonları kurulması.
Akıllı Durak	Çorum Ulaşım uygulaması ile telefonda toplu ulaşım araçlarının takibinin yapılması.
Dinamik Kavşak Sistemi	Trafik yoğunluğunun takibi.
Elazığ Akıllı Kent Çalışmaları	
Proje Adı	Açıklama
Dinamik (Akıllı) Kavşak Kontrol Sistemi	Trafik yükünün yoğun olduğu 12 adet kavşakta uygulanmıştır.
Gaziantep Akıllı Kent Çalışmaları	
Proje Adı	Açıklama
Levha Yönetim Programı	Depo ve saha envanterinin takibinin yapılması.
Mobil İhlal Tespit Sistemi	Park ihlallerinden kaynaklanan trafik problemlerinin önlenmesi için denetlemeler yapılması.
Elektronik Denetleme Sistemi (EDS)	Denetleme ile trafik kazalarının önüne geçilmesi.
Fiber Altyapı	Haberleşme altyapısı ile kavşaklara uzaktan ve tek noktadan erişim sağlanması.
Yaya ve Oto Bas-Geç Kavşaklar ve Erişilebilir Yaya Butonu	Yaya butonu uygulaması ile güvenli yaya geçişi sağlanması.
Video Mesaj Sistemi (VMS)	Ortalama seyahat süreleri, trafik ile ilgili uyarılar ve meteorolojik durum mesajlarının yayınlanması.
Kesintisiz Güç Kaynağı	Kritik kavşakların ve kameraların beslenmesi.
Trafik Sinyalizasyon Görev Yönetimi	Görev yönetimi ile planlama, takip ve analiz süreçlerinin tek bir uygulama üzerinden yapılması.
Trafik Ölçüm Sistemleri	Seyahat süresi ve ortalama hız ölçümü.
Kavşak Gözlem Kameraları	Anlık trafik durumu 7/24 izlenmesi.
Trafik Kontrol Sistemi	Akıllı ulaşım sistemleri ile trafik takibi.
İstanbul Akıllı Kent Çalışmaları	
Proje Adı	Açıklama
Akıllı Park Yönetimi	Akıllı park yönetim sisteminin kullanılması.
Akıllı Geri Dönüşüm Konteyneri / Akıllı Mobil Atık Aktarma Otomatı	Atık dönüşümünün sağlanması.
Başakşehir Living Lab	Yeni ürünlerin geliştirilmesinin desteklenmesi ve test edilmesi.
Yeni Havalimanı	Yeni havalimanında akıllı sistemlerin kullanılması.
Adaptif Trafik Yönetim Sistemi	Trafik yoğunluğunun ve tüketilen yakıtın azaltılması.
Ulaşım Yönetim Merkezi	Trafik kontrolünün sağlanması
İzmir Akıllı Kent Çalışmaları	
Proje Adı	Açıklama
Elektrikli Otobüsler ve Güneş Enerjisi Santrali	Elektrikli otobüslerin yenilenebilir enerji kaynağı ile kullanımı.
Kayseri Akıllı Kent Çalışmaları	
Proje Adı	Açıklama
Akıllı Kavşak	Trafik yoğunluğunun azaltılması.
Sürdürülebilir Enerji Eylem	Plan ile tüm sektörleri kapsayan uzun vadeli karbon

Planı	salınımının azaltılması.
Akıllı Şehir Mobil Uygulaması	Konum ve ulaşım ile ilgili bilgi sağlanması.
Kocaeli Akıllı Kent Çalışmaları	
Proje Adı	Açıklama
Atık Su Transfer İzleme Sistemi	Atık suların kontrolünün sağlanması.
Atık Su Scada Sistemi	Atık su merkezlerinin izlenmesi ve kontrolü sağlanması.
Yenilenebilir Enerji Projeleri	Atık dönüşümü ile elektrik üretimi.
Şehir Rehberi	Kentin konum ve trafik bilgilerinin kullanıcılara sunulması.
Akıllı Şehir Web Portalı	Akıllı şehir çalışmalarının paylaşılması.
Çek İlet	Talep ve şikayetlerin anında ilgililere ulaştırılması.
Bisiklet Kullanımı	Bisiklet kullanımının akıllı sistemlere entegre edilerek yaygınlaştırılması
Toplu Taşıma Kullanımının Teşviki ve Emisyon Azaltma	Metro hattının uzatılması, ulaşım araçlarının yenilenebilir enerji kaynağı kullanımının sağlanması ve akıllı trafik uygulamalarının kullanılması.
Akıllı Ulaşım Sistemleri Birimi	Akıllı ulaşım sistemlerinin geliştirilmesi ve kullanımı.
Çocuklar İçin Trafik Eğitimi	Çocuklara trafik eğitiminin verilmesi.
Konya Akıllı Kent Çalışmaları	
Proje Adı	Açıklama
Gönüllü Hayvan Dostları Projesi	e-Pati mobil uygulaması hayvanların durumlarının takibinin yapılması.
Elektronik Denetleme Sistemleri	Trafik hız kontrolünün sağlanması.
Bilim Merkezi	Bilim merkezinin aktif kullanımı.
Katı Atık Tesisinde Elektrik Üretimi	Atıkların dönüşümü ile elektrik üretilmesi.
Konya Mobil Uygulaması	Şehir rehberim ve ulaşım bilgilerinin kullanıcılara sağlanması.
Büyükşehir Belediyesi Bisiklet Yolları ve Akıllı Bisiklet Sistemi	Bisiklet kullanımının yaygınlaştırılması.
Atık Scada Sistemi	Atıkların takip edilmesi.
Malatya Akıllı Kent Çalışmaları	
Proje Adı	Açıklama
Akıllı Bisiklet Paylaşım Sistemi	Bisiklet kullanımının yaygınlaştırılması.
Trafik Kontrol Merkezi	Trafik kontrolünün yapılması.
Akıllı Kavşak Kontrol Sistemi	Kavşakların kontrolünün sağlanması.
Trabzon Akıllı Kent Çalışmaları	
Proje Adı	Açıklama
Trabzon İçin Bir Fikrim Var	Kullanıcıların proje fikir ve önerilerini kiosk birimlerinde paylaşması.
Engelli Aracı Şarj İstasyonu	Engelli aracı şarj istasyonunun kurulması.
Şanlıurfa Akıllı Kent Çalışmaları	
Proje Adı	Açıklama
Görev Yönetim Sistemi	Çalışanlar ile hızlı iletişimin sağlanması.
URFABİS	Halk sağlığını iyileştirilmesi için bisiklet kullanımının yaygınlaştırılması.

Güneş Enerjili Sinyalizasyon	Güneş enerjili sinyalizasyon ile trafik kontrolünün sağlanması
Mobil Sinyalizasyon	Trafik yoğunluğunun kontrolü
Trafik Kontrol Merkezi	Trafik durumunun denetlenmesi.

Kaynak: Akıllı şehirler, 2022

Türkiye’de yapılan akıllı kent çalışmaları incelendiğinde çalışma yapılan illerin neredeyse hepsinde trafik kontrolü ve trafiğin izlenmesi konusu öne çıkmaktadır. Antalya’da diğer illerden farklı olarak binalar konusunda çalışılmış ve bir proje hazırlamıştır. Bu projede kamu ve konut binalarına yenilenebilir enerji çözümleri getirilmesi amaçlanmıştır. İzmir’de yapılan akıllı kent uygulamalarında elektrikli otobüslerin yenilenebilir enerji kaynağı ile kullanımı konusu çalışılmıştır. Kocaeli’nde atıkların kontrolü ve dönüşümü ile elektrik üretimi konusu ele alınmıştır. Konya’daki çalışmalarda diğer illerden farklı olarak e-Pati uygulaması geliştirilmiş ve hayvanların takibinin yapılması amaçlanmıştır. Trabzon akıllı kent uygulaması olarak ise engelli şarj istasyonunun kurulumu yapılmıştır. Türkiye’deki akıllı kent örnekleri incelendiğinde çoğunlukla ulaşım sistemine ilişkin düzenlemelerin yapıldığı görülmektedir. Akıllı ulaşım kapsamında video mesaj sistemi, trafik ölçüm sistemleri, sinyalizasyon sistemi uygulamaları, kavşak gözlem kameraları, dinamik kavşak sistemi, trafik kontrol merkezi, akıllı bisiklet sistemi, akıllı durak, yeşil dalga uygulaması, akıllı park yönetimi, elektrikli otobüsler gibi uygulamalar yapılmıştır. Ek olarak, ülkemizdeki akıllı şehirlerde; akıllı şehir yönetim platformu, sürdürülebilir enerji eylem planı, şehir bilgilendirme ekranları (kiosklar), CBS ve e-belediye uygulamaları, fiber altyapı, akıllı aydınlatma sistemi, akıllı geri dönüşüm konteyneri / akıllı mobil atık aktarma otomatı, atık su transfer izleme sistemi, yenilenebilir enerji projeleri, akıllı şehir web portalı gibi çalışmalara da yer verilmiştir. Akıllı şehir kapsamında en fazla uygulamanın olduğu iller sırasıyla Gaziantep, Kocaeli ve Bursa olmuştur.

AKILLI KENT UYGULAMALARININ AKILLI KENT BİLEŞENLERİ ÇERÇEVESİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

Kentlerin büyümesi tarihte görülmemiş ölçekte devam etmekte ve kentsel sorunlar giderek artmaktadır. Bu sorunlar; enerji kaynaklarının yetersizliği, fosil kaynak kullanımına bağlı karbon salınımının fazla olması, çevresel sorunlar, yaşama alanlarının yetersiz kalması, konfor koşullarının azalması, trafik sorunları vb. olarak sıralanmaktadır. Dolayısıyla, kentler için teknolojik gelişmeler potansiyel kurtarıcı olarak görülmektedir. Kentlerde binaların sayısı barınma ihtiyacını karşılamak için hızla artmaktadır. Yapılan çalışmalar, kentlerde binalardan kaynaklı enerji tüketiminin %40 oranında olduğunu göstermektedir. Ayrıca iklim değişikliğinin en önemli nedenlerinden olan CO2 salınımının %36’sı binalar kaynaklıdır

(International Energy Agency, 2016). Binalarda yapılacak olan akıllı dönüşümler kentin dönüşümü için önemlidir.

Akıllı binalar, geleneksel inşaa koşulları ile teknolojik gelişmelerin kombinasyonu oluşmaktadır. Mevcut binalara otomatik izleme ve sensör sistemleri ile akıllı hale getirmek ve enerji tüketimlerini dolayısıyla karbon salınımlarını azaltmak mümkündür (Gonzalez vd., 2019). Akıllı bina çözümlerinde ısıtma ve soğutma sistemlerinin optimize edilmesi, aydınlatma kontrolü, bina güvenliğinin artırılması, bina dışında evdeki cihazların kontrolü gibi uygulamalar yapılabilmektedir. Çağdaş yapım teknikleri ve teknolojiyle gerçekleştirilen akıllı binalar, tasarım aşamasından kullanıma kadar çeşitli alt sistemleri barındırmaktadır (Ulaş, 2006). Akıllı binalar, kullanıcılar için verimli, düşük maliyetli ve çevre dostu bir ortam oluşturmak amacıyla yapı strüktürü, sistemler, hizmetler ve yönetimin entegrasyonunu içermektedir (So ve Chan, 1999; Arkin ve Paciuk, 1997; Oğuz, 2007). Diğer bir yandan akıllı binalar çevreye duyarlı olduğu sürece akıllı sayılmaktadır (Arctic infrastructure ingenuity, 2007; Atasoy, 2009). Kentlerde yaşanan çevresel sorunların çözümlenmesinde önemli adımlardan biri akıllı bina uygulamalarının geliştirilmesidir. Kentin en önemli parçası olan binalardaki akıllı dönüşüm kentlerin akıllı dönüşümüne katkı sağlamaktadır. Kentlerin akıllı dönüşümünde akıllı bina altyapıları, enerji verimliliği sağlanması, güvenlik kontrollerinin sağlanması öne çıkan konulardır. Akıllı bina alt yapıları ile verilerin toplu olarak saklanıp anlık olarak analizinin yapılması mümkündür (Huseien ve Shah, 2022).

Kentlerin, akıllı kentlere dönüşümü sürecinde Avrupa Birliği'nin Smart Cities Wheel – SCW yaklaşımı öne çıkmaktadır. Bu yaklaşıma göre şehirler altı bileşen altında ele alınmaktadır (Elvan, 2017). Bu bileşenler; Akıllı hareketlilik/ulaşım (Smart mobility), Akıllı yaşam (Smart living), Akıllı yönetim (Smart governance), Akıllı çevre (Smart environment), Akıllı ekonomi (Smart economy), Akıllı insanlar (Smart people)'dir. Akıllı ulaşım, çevre dostu ve teknoloji ile entegre bir ulaşım sistemini kapsamaktadır. Akıllı yaşam, şehir kullanıcılarının daha sağlıklı ve güvenilir ortamlarda yaşamaları konusu ile ilgilenmektedir. Akıllı yönetim, açık veri politikası ile verilen tüm paydaşlar ile paylaşılması ile ilgilenmektedir. Akıllı çevre, yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı ve kent içi sistemlerin akıllı araçlara dönüştürülmesi ile ilgilenmektedir. Akıllı ekonomi, teknoloji kullanılarak üretim ve verimliliğin artırılması ile ilgilenmektedir. Son bileşen olan akıllı insan bileşeni ise, yaratıcılığı ve inovasyon yönü gelişen bir toplum oluşturulması ile ilgilenmektedir. Bu kapsamda incelenen akıllı şehir örnekleri 6 bileşen çerçevesinde değerlendirilmektedir (Tablo 5).

Tablo 5. Türkiye’deki akıllı kent uygulamalarının akıllı kent bileşenleri çerçevesinde değerlendirilmesi

Proje Adı	Akıllı Ekonomi	Akıllı İnsan	Akıllı Yaşam	Akıllı Yönetişim	Akıllı Ulaşım	Akıllı Çevre
Antalya						
Akıllı Şehir Yönetim Platformu	√			√	√	√
Şehir Bilgilendirme Ekranları (Kiosklar)			√			
Güven Çemberi Projesi (Uygulanacak)		√	√			
Kepez Kentsel Dönüşüm Sahası Akıllı Şehir Projeleri (Uygulanacak)	√		√		√	√
Akıllı Aydınlatma Sistemi	√		√		√	√
Bursa						
Levha Yönetim Programı	√				√	
VMS (Video Mesaj Sistemi)					√	√
Trafik Ölçüm Sistemleri	√		√		√	√
Sinyalizasyon Sistemi Uygulamaları	√		√		√	√
Kavşak Gözlem Kameraları	√		√		√	√
Trafik Kontrol Merkezi	√		√	√	√	√
Büyükşehir Belediyesi CBS Uygulaması	√			√		
e-Belediye Uygulamaları	√		√	√		
Çanakkale						
ÇABİS Akıllı Bisiklet Kiralama Sistemi	√		√		√	√
Çorum						
ÇORBİS	√		√		√	√
Akıllı Durak	√				√	√
Dinamik Kavşak Sistemi	√		√		√	√
Elazığ						
Dinamik (Akıllı) Kavşak Kontrol Sistemi	√		√		√	√
Gaziantep						
Levha Yönetim Programı	√				√	
Mobil İhlal Tespit Sistemi	√				√	
Elektronik Denetleme Sistemi (EDS)	√				√	
Fiber Altyapı	√				√	
Yaya ve Oto Bas-Geç Kavşaklar ve Erişilebilir Yaya Butonu	√				√	
Loop Sensörler	√		√		√	√
Video Mesaj Sistemi (VMS)	√		√		√	√
Kesintisiz Güç Kaynağı	√		√		√	√
Trafik Sinyalizasyon Görev Yönetimi					√	
Yeşil Dalga Uygulaması	√		√		√	√

Kavşak Gözlem Kameraları	√		√		√	√
Trafik Kontrol Sistemi	√		√		√	√
İstanbul						
Akıllı Park Yönetimi	√		√		√	√
Akıllı Geri Dönüşüm Konteyneri/Akıllı Mobil Atık Aktarma	√		√			√
Başakşehir Living Lab	√	√	√			
Yeni Havalimanı	√		√		√	√
Adaptif Trafik Yönetim Sistemi – ATAK	√		√		√	√
Ulaşım Yönetim Merkezi	√		√	√	√	√
İzmir						
Elektrikli Otobüsler ve Güneş Enerjisi Santrali	√		√		√	√
Kayseri						
Akıllı Kavşak	√		√		√	√
Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı	√		√	√		√
Akıllı Şehir Kayseri Mobil Uygulaması	√		√			
Kocaeli						
Atık Su Transfer İzleme Sistemi (KATİS)	√		√			√
Atık Su Scada Sistemi	√		√			√
Yenilenebilir Enerji Projeleri	√		√			√
Şehir Rehberi	√		√		√	√
Akıllı Şehir Web Portalı	√		√		√	√
Çek İlet					√	
Bisiklet Kullanımının Yaygınlaştırılması	√		√		√	√
Toplu Taşıma Kullanımının Teşviki ve Emisyon Azaltma	√		√		√	√
Akıllı Ulaşım Sistemleri Birimi	√		√		√	√
Çocuklar İçin Trafik Eğitimi		√	√		√	
Konya						
Gönüllü Hayvan Dostları Projesi		√	√			
Elektronik Denetleme Sistemleri (EDS)	√		√		√	√
Bilim Merkezi	√					
Katı Atık Tesisinde Metan Gazından Elektrik Üretimi	√		√			√
“Konya” Mobil Uygulaması	√		√	√		
Büyükşehir Belediyesi Bisiklet Yolları ve Akıllı Bisiklet Sistemi	√		√		√	√
Atık Scada Sistemi	√		√			√
Malatya						
Büyükşehir Belediyesi Akıllı Bisiklet Paylaşım Sistemi	√		√		√	√
Büyükşehir Belediyesi Trafik Kontrol Merkezi	√		√	√	√	√
Dinamik (Akıllı) Kavşak Kontrol Sistemi	√		√		√	√
Trabzon						
Trabzon Büyükşehir Belediyesi Trabzon İçin Bir Fikrim Var				√		√
Engelli Aracı Şarj İstasyonu	√		√		√	√
Şanlıurfa						

Görev Yönetim Sistemi	√	√			√	√
URFABİS	√		√		√	√
Güneş Enerjili Sinyalizasyon	√		√		√	√
Mobil Sinyalizasyon	√		√		√	√
Araç Sayım Kameraları	√		√		√	√
Trafik Kontrol Merkezi	√		√		√	√

Türkiye’deki akıllı kent dönüşümü kapsamındaki uygulanan akıllı kent projeleri incelendiğinde akıllı kent bileşenlerinden en az bir bileşeni sağladığı görülmektedir. Türkiye’de uygulanan bu çalışmalarda, çoğunlukla akıllı ekonomi, akıllı yaşam, akıllı ulaşım ve akıllı çevre bileşenleri ile uyumlu olduğu görülmüştür. Çalışmalarda ayrıca güneşlenme süresinin fazla olduğu illerde yenilenebilir kaynak olan güneş enerjisi kullanımının da öne çıktığı görülmektedir. Antalya’da ve Kocaeli’nde akıllı kent bileşenleri kapsamında yapılan çalışmalar akıllı kent bileşenlerinden yoğunluklu olarak akıllı yaşam kriterini sağladığı görülmüştür. Bursa’da akıllı ekonomi bileşeni kapsamındaki çalışmalar öne çıkmıştır. Çorum’da akıllı ekonomi ve akıllı ulaşım bileşeni yoğunluklu olarak sağlanmıştır. Gaziantep’te akıllı ulaşım bileşeni yoğunluklu iken, İstanbul’da akıllı ulaşım bileşenin yoğunluklu olduğu görülmektedir. Türkiye’de akıllı şehir kapsamında yapılan çalışmalarda akıllı ekonomi ve akıllı ulaşım bileşenlerinin yoğunluklu olarak sağlandığı görülmektedir. Daha sonra ise akıllı yaşam, akıllı çevre, akıllı yönetim ve son olarak akıllı insan bileşeni gelmektedir.

SONUÇ

Kentlerin geleceği ve sürdürülebilirliği açısından önemli adımlardan biri olan akıllı kent uygulamaları Dünyada ve Türkiye’de giderek yaygınlaşmaktadır. Ulusal literatürde de son dönemde önem kazanan çalışmalar belli disiplinlerde yoğunlaşmaktadır. Mühendislik, kamu yönetimi, planlama alanlarındaki çalışmaların diğer alanlarda da yapılması önem taşımaktadır. Kapsamlı kavramlar Dünya’daki uygulamalar incelendiğinde yoğunluklu olarak akıllı ulaşım bileşeni konusunda olduğuna ulaşılmıştır. Çalışmalar, akıllı ulaşım bileşeni üzerine yoğunlaşmakla birlikte, diğer bileşenlerle dolaylı olarak etkileşimdedir. Çalışma kapsamında ele alınan akıllı kent örneklerinde akıllı bina uygulamaları sınırlı kalmakta ya da yer almamaktadır. Ancak, Dünyada olduğu gibi Türkiye’de de akıllı bina uygulamalarına eğilim artmaktadır. Kent ve binanın birlikte düşünüldüğü akıllı uygulamaların artması yaşanabilir ve sürdürülebilir mekânlar açısından önemlidir. Akıllı kent çözümlerinde enerji tüketiminin azaltılması, yenilenebilir kaynak kullanımı ve kullanıcı konforu konuları ön plandadır. Binaların enerji tüketimindeki payının yaklaşık %40 olması binaların akıllı kent çalışmalarına daha yüksek oranda dahil edilmesini zorunlu kılmaktadır. Her ilde akıllı kent uygulamalarının yaygınlaştırılması amacıyla çalışmaların

yürütülmesi önem taşımaktadır. Bu bağlamda, üniversite, sivil toplu örgütleri, yerel yönetimler, özel sektör iş birliği ile disiplinler arası çalışmaların yapılması gerekmektedir. Sonuç olarak, kent planlarına, kentsel ve mimari uygulamalara entegre edilmiş akıllı kent ve akıllı bina uygulamaları geliştirilmelidir.

REFERANSLAR

- Afonso, R. A. (2015). Brazilian smart cities: Using a maturity model to measure and compare in inequality in cities (ss. 230-238).
- Akşit, M. A., Arıcı, G., ve Mutlu Çelik, Ö. (2020). Akıllı şehir, akıllı yer/ev kavramı. *Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Yenidoğan Dergisi*, 5(2), 326-329.
- Al Sharifa, R., ve Pokharel, S. (2022). Smart city dimensions and associated risks: Review of literature. *Sustainable Cities and Society*, 77, 103542.
- Angelidou, M. (2014). Smart city policies: A spatial approach. *Cities*, 41, 3-11.
- Arbolino, R., Carlucci, F., Cirà, A., Ioppolo, G., ve Yigitcanlar, T. (2017). Efficiency of the EU regulation on greenhouse gas emissions in Italy: The hierarchical cluster analysis approach. *Ecological Indicators*, 81, 115-123.
- Arkin, H., ve Paciuk, M. (1997). Evaluating intelligent buildings according to level of service systems integration. *Automation in Construction*, 6, 471-479.
- Atasoy, A. (2009). Akıllı bina teknolojisinin yapısal özellikler açısından incelenmesi (Yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Bibri, S. E. (2019). On the sustainability of smart and smarter cities in the era of big data: An interdisciplinary and transdisciplinary literature review. *Journal of Big Data*, 6, 25.
- Bibri, S. E., ve Krogstie, J. (2017). Smart sustainable cities of the future: An extensive interdisciplinary literature review. *Sustainable Cities and Society*, 31, 183-212.
- Birkeland, J. (2002). Design for sustainability: A sourcebook of integrated ecological solutions. London: Routledge.
- Cowley, R., Joss, S., ve Dayot, Y. (2018). The smart city and its publics: Insights from across six UK cities. *Urban Research Practice*, 11, 53-77.
- Cugurullo, F. (2016). Urban eco-modernisation and the policy context of new eco-city projects: Where Masdar City fails and why. *Urban Studies*, 53, 2417-2433.
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2019). 2020-2023 Ulusal akıllı şehirler stratejisi ve eylem planı. Türkiye.
- Elvan, L. (2017). Akıllı şehirler: Lüks değil ihtiyaç. *İTÜ Vakfı Derneği Dergisi*, 77, 6-9.
- European Parliament. (2019). Mapping smart cities in the EU. Brussels: European Union (EU) Directorate General for Internal Policies.
- Golubchikov, O., ve Thornbush, M. (2020). Artificial intelligence and robotics in smart city strategies and planned smart development. *Smart Cities*, 3(4), 1133-1144.
- Gonzalez, G. C., Núñez-Valdez, E. R., García-Díaz, V., G-Bustelo, B. C. P., ve

- Lovelle, J. M. C. (2019). A review of artificial intelligence in the Internet of Things. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 5, 9-20.
- Goonetilleke, A., Yigitcanlar, T., Ayoko, G. A., ve Egodawatta, P. (2014). *Sustainable urban water environment: Climate, pollution and adaptation*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Grady, M. O., ve Hare, G. O. (2012). How smart is your city? *Science*, 335(6076), 1581-1582.
- Heo, T., Kim, K., Kim, H., Lee, C., Ryu, J., ve Leem, Y. (2014). Escaping from ancient Rome: Applications and challenges for designing smart cities. *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies*, 25, 109-119.
- Hollands, R. (2008). Will the real smart city stand up: Creative, progressive, or just entrepreneurial? *City*, 12, 302-320.
- Honarvar, A. R., ve Sami, A. (2019). Towards sustainable smart city by particulate matter prediction using urban big data, excluding expensive air pollution infrastructures. *Big Data Research*, 17, 56-65.
- Huseien, G. F., ve Shah, K. W. (2022). A review on 5G technology for smart energy management and smart buildings in Singapore. *Energy and AI*, 7, 100116.
- International Energy Agency. (2016). *Energy technology perspectives*. Paris.
- Kamruzzaman, M., Deilami, K., ve Yigitcanlar, T. (2018). Investigating the urban heat island effect of transit-oriented development in Brisbane. *Journal of Transport Geography*, 66, 116-124.
- Khan, Z., Anjum, A., Soomro, K., ve Tahir, M. A. (2015). Towards cloud based big data analytics for smart future cities. *Journal Cloud Computing*, 4(2), 1-11.
- Kusumastuti, R. D., Nurmala, N., Rouli, J., ve Herdiansyah, H. (2022). Analyzing the factors that influence the seeking and sharing of information on the smart city digital platform: Empirical evidence from Indonesia. *Technology in Society*, 68, 1-13.
- Meijer, A., ve Bolivar, M. P. (2016). Governing the smart city: A review of the literature on smart urban governance. *International Review of Administrative Sciences*, 82, 392-408.
- Oğuz, O. (2007). Akıllı bina kavramı ve akıllı bina değerlendirme metotları (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Öztopcu, A., ve Salman, A. (2019). Sürdürülebilir kalkınmada akıllı kentler. *Karadeniz Uluslararası Bilimsel Dergi*, 41, 167-188.
- So, A. T., ve Chan, W. L. (1999). *Intelligent building systems*. U.S.A: Kluwer Academic Publishers.
- Sodiq, A., Baloch, A. A. B., Khan, S. A., Sezer, N., Mahmoud, S., Jama, M., ve Abdelaal, A. (2019). Towards modern sustainable cities: Review of sustainability principles and trends. *Journal of Cleaner Production*, 227, 972-1001.
- Söderström, O., Paasche, T., ve Klauser, F. (2014). Smart cities as corporate storytelling. *City*, 18, 307-320.
- Ulaş, C. (2006). Akıllı binaların çevresel sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Wu, Y., Zhang, W., Shen, J., Mo, Z., ve Peng, Y. (2018). Smart city with Chinese characteristics against the background of big data: Idea, action and risk. *Journal of Cleaner Production*, 173, 60-66.

- Zubizarreta, I., Seravalli, A., ve Arrizabalaga, S. (2016). Smart city concept: What it is and what it should be. *Journal of Urban Planning Development*, 142(1), 04015005.
- Urban population database. (2022). 1 Şubat 2022 tarihinde data.worldbank.org/indicator adresinden alınmıştır.
- Smart cities, EU. (2022). 20 Şubat 2022 tarihinde ec.europa.eu/info/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/city-initiatives/smart-cities_en adresinden alınmıştır.
- Akıllı şehirler. (2022). 25 Ocak 2022 tarihinde www.akillisehirler.gov.tr adresinden alınmıştır.
- Smart cities in the world. (2022). 4 Ocak 2022 tarihinde www.worldblaze.in adresinden alınmıştır.
- The American Society of Mechanical Engineers. (2022). Smart cities. 31 Ocak 2022 tarihinde www.asme.org/cities adresinden alınmıştır.
- Arctic infrastructure ingenuity, Alaska business monthly. (2007). 22 Ocak 2007 tarihinde proquest.umi.com adresinden alınmıştır.

İklim Değişikliğinin Mimarlığa Etkisi ve Yapay Zekâ Çalışmaları

Melike CANOĞLU¹
Kübra SÜMER HAYDARASLAN²

- 1- Yüksek Lisans Öğrencisi; Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Ana Bilim Dalı. melikecanoglu.mimarlik@gmail.com ORCID No: 0009-0008-8293-5198
- 2- Dr. Öğr. Üyesi.; Süleyman Demirel Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü. kubrahaydaraslan@sdu.edu.tr ORCID No: 0000-0003-0663-6141

ÖZET

Bu çalışma, küresel iklim değişikliği, mimarlık ve yapay zekâ disiplinleri arasındaki karmaşık ve karşılıklı ilişkiyi güncel literatür üzerinden değerlendirmektedir. Sera gazı salınımlarının tetiklediği iklim değişikliğinin, gözlemlenen sıcaklık artışlarının %66-90'ının fiziksel ve biyolojik sistemleri etkilediği ve atmosfer-okyanus sıcaklık değişimlerinin yaklaşık üçte ikisinin insan kaynaklı olduğu literatürde ortaya konmaktadır. İklim krizine katkı sağlayan sektörlerin başında gelen yapı sektörü ve mimarlık disiplini, ön tasarım aşamasında alınan kararların yapının yaşam döngüsü boyunca oluşturduğu iklimsel etkinin %70-80'ini belirleyebildiği gerçeğiyle sürdürülebilir ve iklime dirençli çözümler geliştirmekle yükümlüdür. Bu süreçte yapay zekâ ve makine öğrenmesi teknolojileri, konsept tasarımdan form optimizasyonuna, simülasyondan iklim tahminlemesine kadar birçok aşamada yeni imkânlar sunmaktadır; ancak bu teknolojilerin enerji tüketimi ve karbon ayak izi, yapay zekânın iklim mücadelesindeki ikili rolünü gündeme getirmektedir. Bu çalışmada; iklim, mimarlık ve iklim ilişkisi, mimarlık ve yapay zeka ilişkisi, iklim ile yapay zeka konuları üzerinde literatür taraması yapılarak alanda yapılan çalışmaların odak noktasını ve kavramların birbiri ile olan ilişkisini anlayarak mimarlığın bu noktada bulunduğu konum hakkında fikir sahibi olunması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler – iklim, iklim değişikliği, iklim modelleri, mimarlık, iklime duyarlı tasarım, yapay zeka, makine öğrenmesi,

GİRİŞ

İçinde bulunduğumuz yüzyılın en kapsamlı küresel sorunlarından biri olan iklim değişikliği, sera gazı salınımları başta olmak üzere insan kaynaklı etkenlerle hız kazanmış ve fiziksel, biyolojik, ekonomik ve kentsel sistemleri geniş çaplı biçimde etkiler hale gelmiştir (Nda vd., 2018). Gezegenin kendi doğal döngüleri içinde buzul ve sera dönemleri arasında salınım gösterdiği bilinse de insan kaynaklı emisyonların bu süreci belirgin biçimde hızlandığı ve etkilerin yalnızca küresel değil bölgesel ve yerel ölçekte de gözlemlenebildiği literatürde ortaya konmuştur (Hansen ve Stone, 2016).

İklim değişikliğine yol açan etkenlerin önemli bir kısmından sorumlu olan yapı sektörü, bu krizin hem nedeni hem de çözüm ortağı konumundadır. Mimarlık disiplini ile iklim arasında var olan karşılıklı ilişki nedeniyle, iklime duyarlı planlama ve tasarım yaklaşımlarının erken aşamalarda devreye alınması büyük önem taşımaktadır; nitekim ön tasarım kararlarının bir yapının yaşam döngüsü boyunca oluşturacağı iklimsel etkinin %70-80'ini belirleyebildiği tespit edilmiştir (Tu vd., 2025; Pearlmutter, 2007). Bu doğrultuda şehirlerin acil durumlar yaşanmadan iklim değişikliğine adapte

edilmesi ve bilimsel araştırmaların uygulamaya aktarılması gibi hususlar güncel literatürde vurgulanmaktadır (Raven vd., 2025). Öte yandan, yapay zekâ ve makine öğrenmesi teknolojilerinin tasarım süreçlerine entegrasyonu, mimarlık alanında yeni bir paradigmayı beraberinde getirmiştir. Konsept tasarımdan form optimizasyonuna, kat planı üretiminden cephe tasarımına kadar birçok aşamada kullanılan bu araçlar tasarım fikri geliştirmeye odaklı ilk kuşak uygulamalardan, mevcut tasarımların geliştirilmesine ve optimize edilmesine yönelik daha ileri uygulamalara doğru evrilmiştir (Castro Pena vd., 2021; Zhuang vd., 2025). Aynı teknolojik dönüşüm iklim biliminde de karşılık bulmakta; makine öğrenmesi, sera gazı salınımlarının azaltılmasından afet sonrası hasar tespitine, iklim simülasyonlarının hızlandırılmasından karbon yakalama teknolojilerinin geliştirilmesine kadar geniş bir yelpazede katkı sunmaktadır (Rolnick vd., 2022). Ancak bu katkının karşısında, yapay zekâ veri merkezlerinin enerji tüketimi ve karbon ayak izinin oluşturduğu çevresel yük, teknolojinin iklim mücadelesindeki ikili doğasını gözler önüne sermektedir (Kaack vd., 2022; Nordgren, 2022). Bu çalışma, yukarıda özetlenen üç disiplin -iklim değişikliği, mimarlık ve yapay zekâ- arasındaki döngüsel ilişkiyi mevcut literatür üzerinden sistematik biçimde incelemeyi amaçlamaktadır. Bu doğrultuda çalışma, iklim değişikliğinin nedenleri ve etkilerini konu alan çalışmalarla başlamakta, mimarlık-iklim ilişkisini ve mimarlıkta yapay zekâ kullanımını ayrı başlıklar altında ele almakta, son olarak iklim değişikliği ile yapay zekâ arasındaki kesişimi değerlendirerek mimarlığın bu eksenindeki konumuna dair bir sentez sunmaktadır.

LİTERATÜR TARAMASI

Çalışmanın bu bölümünde; iklim değişikliğinin nedenleri ve etkilerini, mimarlık ile iklim arasındaki ilişkiyi, mimarlıkta yapay zekâ kullanımını ve son olarak iklim değişikliği ile yapay zekâ arasındaki kesişimi konu alan literatür, dört alt başlık altında sistematik olarak incelenmiştir.

İklim Değişikliği Literatür Taraması

Küresel iklim değişikliği birçok farklı bilim dalı tarafından araştırılan, kapsamlı bir sorundur. Bu sorunun küresel etkilerini incelemek ve alanda yapılan çalışmalar hakkında temel seviyede bilgi sahibi olmak için consensus yapay zeka arama motorundan "küresel iklim değişikliği" anahtar kelimesi aratılmış ve çıkan sonuçlardan makaleler seçilerek incelenmiştir. Nda M. vd. (2018)'de yapılan çalışmada iklim değişikliğinin sebepleri ve etkileri incelenmiştir. İklim değişikliği denildiğinde akla ilk önce küresel ısınma geldiğini vurgulayan araştırmacılar iklim değişikliğinin gezegenimizde onlarca yıl süren bir aralıkta gözlemlenen küresel ısınmayı da içinde barındıran geniş bir terim olduğunu vurgulamışlardır. Yapılan çalışmada iklim değişikliğine sebep olan etkenler araştırıldığında insan

kaynaklı ana etkenin içerisinde karbondioksit, metan, nitroz oksit gibi gazları barındıran sera gazı salınımı olduğu tespit edilmiştir. İnsan aktivitelerinin yanı sıra gezegenimizde var olduğu andan beri sürekli değişim geçirmektedir. Dünya buzul çağları ve sera dönemleri arasında döngüsel olarak iklim değişikliği geçirmektedir (Stute, M., vd., 2021; Jovanović, G., 2022). İnsanoğlunun etkinliği olmasa dahi Dünya'nın doğal olarak ısınması gerçekleşecektir (Stute, M., vd., 2021; Jovanović, G., 2022). Ancak insan kaynaklı gaz salınımları süreci hızlandırmaktadır ve etkilerin azaltılması için sera gazı açığa çıkaran fosil; yakıt tüketiminin azaltılması gerekmektedir. Gosling S.N. vd. (2011)'de yapılan çalışmada iklim değişikliğinin küresel çaptaki etkilerine odaklanılmıştır. Bu makalede, iklim değişikliği alanında yapılan çalışmalar arasından; deniz seviyesi yükselmesi ve kıyılara etkileri, okyanusların asit oranının artması, ekosistem ve biyoçeşitlilik, su kaynakları ve çölleşme, agrikültür ve yemek güvenliği, insan sağlığı üzere odaklanan literatürler incelenmiştir. Bu çalışma sonucunda karar verme süreci için önemli olan üç ana faktör belirlenmiştir: etki değerlendirmesinde olasılıksal yöntemler ve iklim modeli belirsizliği, gündelik ya da beklenen senaryolar yerine farklı iklim değişikliği senaryolarının incelenmesi ve önlemler, iklim ile insan ve doğa arasında var olan ilişkinin belirsizliği. Doğru kararların ve önlemlerin alınabilmesi için tehditlerin doğru analiz edilmesi ve kavranması gerekmektedir. Rosenzweig C. vd. (2008)'de yaptıkları çalışmada insan kaynaklı iklim değişikliği etkenlerinin fiziksel ve biyolojik etkilerini incelemişlerdir. IPCC Çalışma Grubu II Dördüncü Değerlendirme raporu iklim değişikliğinin doğal sistemleri etkilediğini belirtmektedir. Aynı grup sıcaklık artışının birçok biyolojik ve fizyolojik sistemi etkilediğini belirtmiştir. Hansen ve Stone (2016)'da yaptıkları çalışmada antropojenik iklim değişikliğine odaklanmışlardır. Çalışma sonucunda atmosfer ve okyanus sıcaklıklarıyla ilgili etkilerin neredeyse üçte ikisinin insan kaynaklı etkenlere atfedilebileceğini tespit etmişlerdir. Kıtasal ölçekteki etkilerde ise insan kaynaklı iklim değişikliği dörtte üç oranında etki yaptığı gözlemlenmiştir. Bu çalışma sonucunda insan kaynaklı emisyonların etkilerinin sadece küresel ölçekte değil bölgesel ve yerel ölçeklerde de gözlemlenebildiği tespit edilmiştir. Loucks D. P. (2021) tarafından hazırlanan kitap bölümünde iklim değişikliğinin; ekonomi, ekosistem, enerji, çevre ve insan eşitliği üzerindeki etkileri incelenmiştir. Artan enerji talebini karşılamak için kullanılan fosil yakıtlar küresel sıcaklıkların artmasına neden olmuştur. İklim değişikliğinin hangi sektöre nasıl ve ne derece etki ettiği bölgesel olarak değişse de küresel ölçekte uzun vadeli ciddi bir problem olduğu gerçeği sabittir. Isınan hava buzulların erimesine neden olmakta ve buna bağlı olarak mercan kayalıkları zarar görmekte, deniz ekosistemleri risk altına girmekte ve balıkçılık faaliyetlerini etkilemektedir. Su sıcaklıklarının artması daha şiddetli fırtınalar, tropikal siklonlar ve kasırgalar yaşanmasına neden olmaktadır (Berwyn, 2020). Deniz seviyesinin yükselmesi ekosistemlerin doğal su filtrasyonunu etkilediği için temiz su

kaynaklarını tehdit etmekte ve kıyı şeritlerini risk altına sokmaktadır. İklim değişikliğinden kaynaklanan çevresel değişimler; gıda kaynakları, insanların hastalığa dayanıklılığını ve diğer sağlık konularını etkilemektedir. Arnell vd. (2019)'da yaptıkları çalışmada iklim değişikliğinin farklı sıcaklık seviyelerinde küresel ve bölgesel etkilerini incelemişlerdir.

Mimarlık ve İklim İlişkisi

İklim değişikliğinin mekânsal ve çevresel etkileri, mimari tasarım süreçlerinin iklim odaklı yöntemlerle yeniden ele alınmasını gerektirmektedir. Sürdürülebilir, dirençli ve iklime uyumlu yapıları çevrelerin oluşturulmasına yönelik güncel yaklaşımları ve yöntem eğilimleri ortaya koymak adına bu çalışmada literatür taraması yöntemine başvurulmuştur. Raven J. vd. (2025)'de iklim ile planlama, şehircilik ve mimarlık arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Bu çalışmada sürdürülebilirlik prensiplerinin planlama ve tasarım aşamalarına entegre edilmesinin karbon ayak izini azaltma üzerindeki etkisi ve önemi üzerine vurgu yapılmıştır. Bunun için;

- Covid-19 pandemisinden de anlaşıldığı üzere şehirlerin acil durumlar yaşanmadan önce iklim değişikliğine adaptasyon sağlayacak şekilde hazırlanması,
- İklim değişikliğinin etkilerinin ve alınan önlemlerin alakalı kişi ve/veya kuruluşlar arasında eşit şekilde paylaştırılması, yük adaletinin sağlanması,
- Mimarlar, şehir plancıları ve tasarımcıların iklim değişikliğine karşı geliştirilen yeni metotlar ile pratik arasında köprü kurarak bilimsel araştırmalardan elde edilen sonuçların uygulamaya geçirilmesini sağlaması,
- Şehirlerin iklim değişikliğine karşı önlemler alabilmesi için özel ve kamu sektörleri ile sivil toplum kuruluşları ve toplum temelli örgütler genelinde mevcut uluslararası akışların, ulusal politikaların ve belediyelerin ekonomik kapasitelerinin değerlendirilmesi ve kaynakların etkili bir şekilde yönetilmesi,
- Şehirlerin varlıkları gereği çevrelerinde oluşturdukları etkilerin incelenmesi ve bu verilere göre önlem alınması,
- Şehirlerin sera gazı emisyonlarının azaltılması için yaşam döngüsü analizi, gelecek iklim projeksiyonlarına uyumlu sistemler gibi planlama konseptlerinin araştırılması,
- Şehirlerin acil durumlara karşı dayanıklılığının artırılması için; ormanlaştırma, şehir parkları, caddelerin ağaçlandırılması, sürdürülebilir kanalizasyon sistemleri gibi doğal çözümlerden yararlanılması,
- Şehirlerde atık oranının azaltılmasını sağlayan döngüsel ekonomi sisteminin uygulanması gibi noktaların üzerinde durulmuştur.

Šijanović M. ve Perić A. (2020)'de yaptıkları çalışmada iklim değişikliğinin inşaat sektörü üzerindeki etkisi ve sürdürülebilir mimarlığın

iklim değışikliğı ile mücadelede kullanımını incelemişlerdir. Bunun için araştırmacılar iklim araştırmaları, sürdürülebilir inşaat, yeşil binalar ve sürdürülebilir mimarlık üzerine yapılan akademik makaleler; iklim değışikliğı ve yapı çevre üzerine etkileri üzerine hazırlanan küresel raporlar; uzmanların iklim değışikliğine karşı kullanılan mimarlık çözümleri rehberleri olmak üzere üç kaynak kullanmıştır. De Luca F. (2022)'nin yaptığı çalışmada mimarlık ve şehircilikte iklime dayanıklı form araştırmalarını incelemektedir. İklim değışikliğine dayanıklı şehirlerin hazırlanmasında kent planı ve yapı formu önemli bir etkindir. Parametrik tasarımın sektöre girişıyle tasarımcılar içerisinde tasarımın; fonksiyonel, mekansal ve materyal özelliklerinin iklim ve çevre gibi dış faktörlere ilişkisini inceleyebilen dinamik modeller geliştirmeye başlamışlardır. Şehirlerin ve binaların dinamik modellerinin oluşturulmasında geliştirilen; BIM programları (Revit vb.), simülasyon programları, EnergyPlus gibi termal ve enerji modellemesi sağlayan yazılımlar etkili olmuştur. Pearlmutter D. (2007) yaptığı çalışmada mimarlık ile iklim arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Mimarlığın yapı çevre üzerinden iklim değışikliğini etkilemesi ve iklimin yapı ve şehir tasarımını etkilemesi nedeniyle iki bilim dalı arasında karşılıklı bir ilişki bulunmaktadır. Elbaradei A.Y. (2026), modern çevresel tasarımların iklimi mimariye entegresini vurgularken bu çalışmada çevresiyle uyumlu, yapı gereksinimlerini karşılayan ve iklime uygun mimari metod, çözüm ve teknikleri incelemeyi hedeflemiştir. Tu S. vd. (2025)'te yaptıkları çalışmada PRISMA yöntemini kullanarak 2015 Ocak ile 2025 Ocak arasında Web of Science, Scopus ve Google Scholar'da yayımlanan literatürleri inceleyerek ön tasarım aşamasında kullanılan iklimsel etkileri azaltma stratejilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda elde ettikleri veriler ön tasarım aşamasında alınan kararların binanın yapının ömrü boyunca iklim üzerinde yaptığı etkinin %70-80'ini etkileyebildiğini ancak mevcut çalışmaların ön tasarım aşaması için az bilgi sağladığı ve bu açığı kapatmayı hedeflemişlerdir. İncelenen birçok stratejinin birbirini destekleyici özellikte olduğunu belirten Tu S. vd. (2025) erken aşama yapı yaşam döngüsü analizi ve kaynak döngüselliğini teşvik etme stratejilerinin en yüksek sinerjiyi gösterdiği sonucunu elde etmişlerdir.

Mimarlık ve iklim alanlarının ilişkisini inceleyen çalışmalarda genellikle; yapı çevrenin oluşturduğu çevresel etkisi, iklim değışikliğine katkısı ve iklime uygun yapı tasarımı, sürdürülebilir tasarım gibi konular üzerinde durulmuştur. Bu iki bilim dalının karşılıklı ve döngüsel olarak birbirini etkilemesi nedeniyle bu çalışmalardan elde edilen sonuçların yapı tasarım aşamalarına ve iklim değışikliğini durdurmak için hazırlanan stratejilere entegre edilmesi gerekmektedir. İklim üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde iklim değışikliğinin hem Dünya'nın iklim döngülerinin bir sonucu olduğu hem de insan faaliyetlerinin ve bu faaliyetlerin çevresel etkilerinin bu süreci hızlandırdığı sonucuna varılabilir. Gezegenimizin yapısı gereği oluşan doğal süreçler karşısında yapılabilecek etkinliklere bu

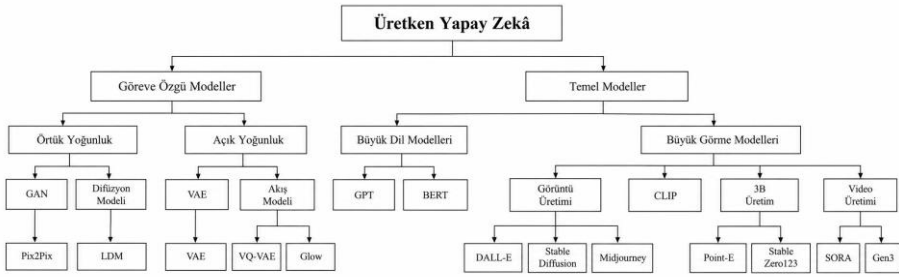
çalışmada bakılmamıştır. Ancak insan kaynaklı etkenlerin verdiği zararı kontrol etmek ve azaltmak insanoğlunun elinde olan bir imkandır. Özellikle iklim değişikliğine sebep olan etkenlerin kayda değer bir kısmından sorumlu olan yapı sektöründe yer alan Mimarlık bilim dalı bu alanda önemli bir noktada yer almaktadır.

Mimarlık ve Yapay Zekâ

Yapay zekâ teknolojilerinin tasarım süreçlerine entegrasyonu ve özellikle mekân/görsel üretme kapasitesindeki ivme, mimarlık alanında yeni bir paradigmayı beraberinde getirmektedir. Çalışma kapsamında, bu iki alan arasındaki etkileşim düzeyini ve güncel eğilimleri çözümlemek amacıyla literatür taraması yapılmıştır. Castro Pena M.L. vd. (2021) tarafından çalışmada yapay zekanın konsept tasarımında kullanımını incelemek için literatür taraması yapılmıştır. İnceledikleri çalışmalarda yapay zekâ; tasarım fikri üretilmesi, tavan formu tasarımı, cephe tasarımı ve plan çözümleme gibi farklı alanlarda kullanılmıştır. Yapılan incelemeler daha eski çalışmaların tasarım fikri geliştirmeye odaklanırken yeni çalışmaların mevcut tasarımların geliştirilmesi ve formlarının optimize edilmesine odaklanıldığını göstermiştir. Song H. vd. (2016)'da yaptıkları çalışmada örtük gereksiz temsil genetik algoritması kullanarak apartman yapılarının mimari tasarımında kullanımını incelemişlerdir. Zhuang X. vd. (2025)'te yaptıkları çalışmada makine öğrenmesi algoritmalarının üretken mimari tasarımda kullanımını incelemişlerdir. Yapılan literatür taraması sonucunda mimarlıkta makine öğrenmesinin; konseptten tasarım üretme, program kurgusu, hızlı görselleştirme, kat planı hazırlama, cephe ayrıştırması ve yapı stoğu analizi gibi alanlarda kullanıldığı gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçların kalitesi yazılımlar arasında fark etmekle birlikte makine öğrenmesi yazılımına verilen veri setlerinin kalitesi ve verimli veri sunumu sağlanmasına da bağlı olduğu görülmüştür. Bu durum bu alanda kullanılan verilerin, makine öğrenmesinden elde edilen sonuçların kalitesine doğrudan etki etmesi sebebiyle önemini arttırmaktadır. Moussaoui M.H.E. (2025) tarafından yapay zekanın mimarlık süreçlerindeki çok yönlü kullanımının ve sahip olduğu limitleri inceleyen bir çalışma yapılmıştır. Özellikle yapay zekanın mekanları bir insan gibi deneyimleyemediğini belirten Moussaoui, tekrarlı işlerde verimli olan yapay zekâ araçları ile insanların mekansal ihtiyaçlarını daha derinden algılayıp çözüm üretme becerisini içinde barındıran mimarlık dalının kendi öz değerlerini kaybetmeden entegre edilmesi ve dengeli bir ilişki kurulması gerekmektedir. Yapay zekâ mimari tasarımdan, sunuma birçok farklı aşamayı yapabilmektedir. Bu durum geleneksel mimari yöntemlerin geride kalmasına ve dolayısıyla mimarların rollerini yeniden tanımlamaya itmektedir.

Yapay zekâ görsel olarak tatmin edici sunumlar hazırlamada başarı gösterirken mekânı bir insan gibi algılayarak ihtiyaçları doğru bir şekilde tespit edip uygun çözümler üretmede aynı başarıyı gösterememektedir.

Burada mimarların mekansal analiz, sorunları algılama ve insan yapısına uygun çözüm üretme becerisi değer kazanmaktadır. Mimarların antropometri, ergonomi ve insan psikolojisine uygun yapı tasarlama becerisi ile yapay zeka araçlarının; süreçleri daha hızlı ve verimli bir şekilde tamamlama, modelleme ve görselleştirme işlemlerini hızlandırarak müşteri ile iletişimde kolaylık sağlama ve iş yükünü azaltma gibi avantajlarının birleştirilmesi daha verimli proje geliştirme ortamları sağlayabilirken, mimarların psikoloji, politika, ekonomi, sosyoloji gibi sosyal bilimlere ve o alanlardan gelen verilerin yapılara entegresine daha fazla odaklanabilmesi için zaman tanıyacaktır (Moussaoui, E.M., 2025). Li C. vd. (2025)'te üretken yapay zekâ modellerinin mimarlığın farklı aşamalarında kullanımını inceleyen bir çalışma yapmışlardır (Şekil 1).



Şekil 1. Yapay zeka modellerinin gruplandırılması

Kaynak: Li, C., vd., (2025)

Derin öğrenme temelli VAE (Variational Autoencoders - Varyasyonel Otokodlayıcı), DM (difüzyon modeli), GAN (Generative Adversarial Network- Üretimli Çekişmeli Ağlar), akış modelleri ve dönüştürücü (transformer) modeller daha gelişmiş imaj ve görsel oluşturma tekniklerine sahiptir. VAE'ler kodlayıcı-kod çözücü mimarisini kullanırken (Gregor vd., 2015), GAN'lar bir üretici ve bir ayırt edici kullanarak giderek (eğitim arttıkça) gerçeğe benzeyen görseller oluştururlar (Yi vd., 2019), difüzyon modelleri de kaliteli görüntü oluşturma yetisine sahiptir (Rombach vd., 2022). Akış modelleri tersinir dönüşümler ile hassas olasılık tahminini ve örnek üretimi sağlarlar (Papamakarios vd., 2021), transformer modeller ise öz-dikkat mekanizmasına sahip olup sıralı veri işlemenin gelişmesini sağlamış ve birden fazla üretken modelin temelini oluşturmuştur (Vaswani vd., 2017).

Çalışmasında GAN yapay zekâ modellerinin avantajları ve kısıtlarına odaklanan Li vd. (2025) şu sonuçlara ulaşmışlardır;

- Üretken yapay zekâ evrimi: Mimarlıkta üretken yapay zekanın kullanımı üç evrede gelişmiştir. Bunlardan ilki görsel üretimi iken ikincisi üç boyutlu veriler içeren görsel üretimidir. Şu anda ise yapay zekayla kapsamlı görsel üretmelerden, model ve video üretimi yapılabilmektedir. Bu gelişmeler mimari

tasarım aşamalarını da optimize ederek konsept görsel hazırlama, üç boyutlu modelleme, kat planı tasarımı gibi işlerde verimliliği arttırmıştır.

- Üretken yapay zekâ araçlarının gelecek yönelişi: Teknolojik gelişmelerin gelecekte yapay zekanın kişiselleştirme ve gerçek zamanlı değişimler yapmasına olanak sağlayarak mimarların, kullanıcı isteğine göre tasarımda (plan, model, render) eş-zamanlı düzenlemeler yapmasına olanak sağlayacaktır.

Burada yaptığımız literatür incelemelerinden de anlaşıldığı üzere yapay zekâ araçlarının ortaya çıkmasıyla mimarlık bir değişim ve gelişim evresinden geçmektedir. Bu gelişmeler yanlarında hem birtakım avantajlar hem de birtakım riskler getirmektedir. Risklerden dolayı teknolojiyi, gelişmeyi yok saymak veya mesleğe entegresini reddetmek yerine mimarlığın uygulama biçimindeki değişiklikleri kabul edip mesleğimizin tanımını ve/veya kapsamını genişletmek, yapay zekâ araçlarının iş verimliliğinin artırılmasında kullanılması mimarlığın teknolojik gelişmelerle uyumlu bir şekilde gelişmesine olanak sağlayacaktır.

İklim Değişikliği ve Yapay Zekâ

İklim krizinin getirdiği karmaşık çevresel tehditler ile yapay zekâ teknolojilerinin sunduğu analitik ve üretken imkânlar, günümüz mimarlık ve şehircilik disiplinlerinde kesişen yeni bir araştırma alanı oluşturmaktadır. Bir yandan iklime dayanıklı ve sürdürülebilir yapıları çevrelerin tasarımı hedeflenirken, diğer yandan yapay zekâ destekli simülasyon, veri analizi ve optimizasyon araçlarının bu süreçteki rolü giderek artmaktadır. Bu doğrultuda, iklim değişikliği ile mücadelede yapay zekâ odaklı mimari ve kentsel tasarım yaklaşımlarını, güncel yöntemleri ve literatürdeki temel eğilimleri incelemek amacıyla bir literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Rolnick D. vd. (2022)'de yaptıkları çalışmada toplumların iklim değişikliğine adapte olmasını kolaylaştırmak ve sera gazı salınımlarını azaltmak için makine öğrenmesinin avantajlarına odaklanmışlardır. Makine öğrenmesinin bazı olumsuz etkileri olmasına karşın doğru kullanıldığında gezegenimizi daha iyi yapma yolunda katkı sunabilir. Bu katkılar arasında; otomatik monitörleme ile ormanların azaldığı bölgeleri tespit etme, yapılan hakkında veri toplama, afet sonrası hasar tespiti gibi gözleme dayalı kullanımlar; bilimsel çalışmaları hızlandıracak yeni enerji kaynaklarının keşfini hızlandırma, yeni inşaat ve karbon yakalama teknolojilerinin geliştirilmesini sağlama; kaynak israfını azaltma, karbon marketlerini tasarlama gibi sistemlerin optimizasyonunu sağlayarak verimliliği artırma; hibrid modelleme ile pahalı fiziksel simülasyonları kolaylaştırma yer alır. İklim değişikliği ile mücadelede makine öğrenmesinin kullanılması hem topluma fayda hem de makine öğrenmesi bilim dalının gelişimine katkısı olacağı söylenebilir. Makine öğrenmesinin limitleri arasında ise

yorumlanabilirlik, nedensellik ve belirsizlik nicelleştirme gibi ileri düzey alanlar yer almaktadır (Rolnick, D. vd., 2022). Kaack L.H. vd. (2022)'de yaptıkları çalışmada makine öğrenmesinin küresel sera gazı salınımına etkisini incelemiştirler. Bu amaçla makine öğrenmesinden kaynaklanan etkileri; işlemlerden kaynaklanan etkiler, uygulama esnasında oluşan etkiler ve sistem seviyesindeki etkiler olmak üzere üçe ayırmışlardır. İşlem kaynaklı etkiler makine öğrenmesi merkezleri, veri bankaları gibi yapıların tükettikleri kaynaklardan ve çıkardıkları atıklardan oluşur. Kaynakların döngüsellüğünün sağlanması bu alandan gelen etkileri azaltmada yardımcı olur. Uygulama esnasında oluşan etkileri ise bilimsel deneylerin hızlandırılması, simülasyonların kolaylaşması, sistem optimizasyonu, ön tahminli bakım süreçleri, veri araştırma ve uzaktan inceleme teknolojilerini içinde barındırır. Bu alanda makine öğrenmesi hem sürdürülebilir teknolojilerin geliştirilmesini sağladığı için çevresel etkileri azaltır, hem de karbon emisyonu oluşturan etkinlikleri arttırdığı için çevresel etkileri artırır. Sistem seviyesindeki etkiler ise makine öğrenmesinin yaptığı bir değişikliğin, kullanılan ürün/teknolojiyi değiştirerek çevresel etkileri değiştirmesi şeklinde açıklanabilir. Bu alan doğru bir şekilde yönetilmezse karbon salınımını ciddi miktarda arttırabileceği gibi doğru kullanımı çevresel etkilerin verimli bir şekilde azaltılmasını sağlayabilir.

Nordgren A. (2022) yaptığı çalışmada yapay zekanın iklim değişikliğini arttırıcı mı yoksa iklim değişikliğine karşı azaltıcı mı olduğunu araştırmıştır. Çalışma sonucunda makine öğrenmesinin faydasının daha fazla olması için sağladığı katkı kendi karbon ayak izinden fazla olması gerektiği, iklimle mücadele için geliştirilen modellerin bireylerin hayatlarına müdahalesinin etik olarak tartışılması gerektiği, üretilen çözümlerden gelişmiş ülkeler faydalanırken daha az gelişmiş bölgelerin AI merkezlerinin neden olduğu çevresel sorunların yükünü taşıması gibi bir durumda adaletin sağlanamayacağı, bu merkezlerden sorumlu teknoloji şirketleri, araştırmacılar ve hükümetlerin AI'nın çevresel etkileri konusunda şeffaf olması gerektiği çıkarımları yapılmıştır. Bracco A. vd. (2024) yaptıkları çalışmada makine öğrenmesinin iklimin fiziğini daha önce mümkün olmayan seviyede detaylı nasıl işlem yapabileceği, işlemleri hızlandırıp, doğruluk oranını nasıl arttırabileceğini incelemiştirler. Elde edilen sonuçlar; makine öğrenmesindeki gelişmelerin iklim fiziği için gözlemlenebilen veri kayıtlarını daha küresel ve tamamlanmış hale getirdiğini, makine öğrenmesinin verilerdeki parametreler ve yüksek kalitede simülasyonlarla eğitilmesi hibrid modellere katkı sağlayarak fiziksel olarak daha dengeli ve detaylı iklim simülasyonları yapılmasını sağlayabileceğini göstermiştir. Yapılan çalışmalar bize yapay zekâ modellerinin hem çevresel etkileri arttırıcı hem de azaltıcı yönü olduğunu göstermektedir. Teknolojinin doğru kullanımı her zaman olduğu gibi insanların elindedir.

SONUÇ

Yapılan literatür taraması, iklim değişikliğinin büyük ölçüde insan kaynaklı sera gazı salınımlarından beslenen, ancak gezegenin doğal döngüleriyle de iç içe geçmiş çok boyutlu bir sorun olduğunu ortaya koymaktadır. Atmosfer ve okyanus sıcaklıklarındaki değişimlerin yaklaşık üçte ikisinin, kıtasal ölçekteki etkilerin ise dörtte üçünün insan kaynaklı etkenlere atfedilebildiği (Hansen ve Stone, 2016) ve sıcaklık artışının biyolojik ile fizyolojik sistemleri etkilediği (Rosenzweig vd., 2008) yönündeki bulgular, sorunun ölçeğini somut biçimde göstermektedir. İncelenen çalışmalar, iklim değişikliğinin etkilerinin toplumsal kesimler arasında eşit dağılmadığını, özellikle dezavantajlı grupların bu süreçten daha ağır biçimde etkilendiğini de ortaya koymuştur (Loucks, 2021).

Mimarlık ve iklim ilişkisine dair literatür, bu iki alanın karşılıklı ve döngüsel biçimde birbirini etkilediğini (Pearlmutter, 2007) ve iklime duyarlı tasarım kararlarının erken aşamalarda alınmasının belirleyici önemde olduğunu göstermektedir. Ön tasarım aşamasında alınan kararların bir yapının yaşam döngüsü boyunca oluşturduğu iklimsel etkinin %70-80'ini şekillendirebildiği bulgusu (Tu vd., 2025), mimarlık disiplinine erken müdahale noktasında önemli bir sorumluluk yüklemektedir. Erken aşama yaşam döngüsü analizi ve kaynak döngüselliğini teşvik eden stratejilerin diğer yöntemlerle birlikte en yüksek sinerjiyi sağladığı da literatürde vurgulanmaktadır (Tu vd., 2025).

Mimarlık ve yapay zekâ ilişkisine yönelik incelemeler, bu teknolojilerin konsept üretiminden kat planı tasarımına, cephe ayırtıştırmasından yapı stoğu analizine kadar geniş bir kullanım alanına sahip olmasına karşın insan gibi mekânsal algılama becerisine sahip olmadıklarından dolayı mimarların yerini tam olarak tutamadıklarını göstermektedir. Yapay zekânın görsel üretim ve sunum aşamalarında başarılı olmasına karşın, mekânı insan gibi deneyimleyip ihtiyaçları derinlemesine algılama noktasında sınırlı kaldığı (Moussaoui, 2025) tespiti, mimarların mekânsal analiz ve insana uygun çözüm üretme becerilerinin değerini korumaya devam ettiğini göstermektedir. Son olarak, iklim değişikliği ile yapay zekâ arasındaki ilişki incelendiğinde, makine öğrenmesinin sera gazı salınımlarının azaltılmasından iklim simülasyonlarının iyileştirilmesine kadar önemli katkılar sunabildiği, ancak bu katkının kendi enerji tüketimi ve karbon ayak izinden kaynaklanan olumsuz etkilerle dengelenmesi gerektiği ortaya konmuştur (Kaack vd., 2022; Nordgren, 2022). Bu bulgu, yapay zekânın iklim mücadelesindeki rolünün tek yönlü değil, dikkatli yönetilmesi gereken ikili bir doğaya sahip olduğunu doğrulamaktadır. Bütün bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, mimarlık disiplininin iklim krizi ve dijital dönüşüm eksenindeki rolünü yeniden tanımlaması gerektiği görülmektedir. Yapay zekâ araçlarının mimari süreçlere, mesleğin özgün değerlerini -

mekânsal analiz, insan ihtiyaçlarına duyarlılık ve bütüncül tasarım yaklaşımı- koruyacak, çevresel verimliliği önceleyecek biçimde entegre edilmesi, hem iklim krizine karşı dirençli yapılar çevrelerin oluşturulmasına hem de mimarlık mesleğinin bu dönüşüm sürecinde konumunu güçlendirmesine katkı sağlayacaktır. Bu çalışma kapsamında incelenen literatür, ileride yapılacak araştırmalar için iklim, mimarlık ve yapay zekâ arasındaki kesişimin nicel verilerle desteklenmiş, disiplinler arası bir çerçevede ele alınması gerekliliğine işaret etmektedir.

REFERANSLAR

- Arnell, N., Lowe, J., Challinor, A., ve Osborn, T. (2019). Global and regional impacts of climate change at different levels of global temperature increase. *Climatic Change*, 155, 377-391. <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02464-Z>
- Berwyn, B. (2020, 14 Ocak). Ocean warming is speeding up, with devastating consequences, study shows. *Inside Climate News*. <https://insideclimatenews.org/news/14012020/ocean-heat-2019-warmest-year-argo-hurricanes-corals-marine-animals-heatwaves/> adresinden [20.09.2026] tarihinde alınmıştır.
- Bracco, A., Brajard, J., Dijkstra, H. A., Hassanzadeh, P., Lessig, C., ve Monteleoni, C. (2024). Machine learning for the physics of climate. *Nature Reviews Physics*, 7(1), 6-20. <https://doi.org/10.1038/s42254-024-00776-3>
- Castro Pena, M. L., Carballal, A., Rodríguez-Fernández, N., Santos, I., ve Romero, J. (2021). Artificial intelligence applied to conceptual design. A review of its use in architecture. *Automation in Construction*, 124, 103550. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103550>
- De Luca, F. (2022). Advances in climatic form finding in architecture and urban design. *Energies*, 16(9), 3935. <https://doi.org/10.3390/en16093935>
- Elbaradei, A. Y. (2026). Climate-adaptive architecture. *Journal of Science and Technology*. <https://doi.org/10.20428/jst.v3i3.3667>
- Gosling, S. N., Warren, R., Arnell, N. W., Good, P., Caesar, J., Bernie, D., Lowe, J. A., ve Smith, S. M. (2011). A review of recent developments in climate change science. Part II: The global-scale impacts of climate change. *Progress in Physical Geography*. <https://doi.org/10.1177/0309133311407650>
- Gregor, K., Danihelka, I., Graves, A., Rezende, D. J., ve Wierstra, D. (2015). DRAW: A recurrent neural network for image generation. *Proceedings of the 32nd International Conference on Machine Learning*, 37, 1462-1471.
- Hansen, G., ve Stone, D. (2016). Assessing the observed impact of anthropogenic climate change. *Nature Climate Change*, 6(5), 532-537. <https://doi.org/10.1038/nclimate2896>
- IPCC. (2007). *Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Editör M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden, ve C. E. Hanson, *Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability* (pp. 7-22). Cambridge, UK: Cambridge Univ. Press.

- Jovanović, G. (2022). The influence of natural cycles on climate change. *Modern Environmental Science and Engineering*. [https://doi.org/10.15341/mese\(2333-2581\)/09.08.2022/004](https://doi.org/10.15341/mese(2333-2581)/09.08.2022/004)
- Kaack, L. H., Donti, P. L., Strubell, E., Kamiya, G., Creutzig, F., ve Rolnick, D. (2022). Aligning artificial intelligence with climate change mitigation. *Nature Climate Change*, 12(6), 518-527. <https://doi.org/10.1038/s41558-022-01377-7>
- Li, C., Zhang, T., Du, X., Zhang, Y., ve Xie, H. (2025). Generative AI models for different steps in architectural design: A literature review. *Frontiers of Architectural Research*, 14(3), 759-783. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2024.10.001>
- Loucks, D. (2021). Impacts of climate change on economies, ecosystems, energy, environments, and human equity: A systems perspective. 19-50. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-822373-4.00016-1>
- Moussaoui, M. H. E. (2025). Architectural practice process and artificial intelligence – an evolving practice. *Open Engineering*, 15. <https://doi.org/10.1515/eng-2024-0098>
- Nda, M., Adnan, M. S., Ahmad, K., Usman, N., Razi, M., ve Daud, Z. (2018). A review on the causes, effects and mitigation of climate changes on the environmental aspects. *International Journal of Integrated Engineering*. <https://doi.org/10.30880/ijie.2018.10.04.027>
- Nordgren, A. (2022). Artificial intelligence and climate change: Ethical issues. *J. Inf. Commun. Ethics Soc.*, 21, 1-15. <https://doi.org/10.1108/jices-11-2021-0106>
- Papamakarios, G., Nalisnick, E., Rezende, D. J., Mohamed, S., ve Lakshminarayanan, B. (2021). Normalizing flows for probabilistic modeling and inference. *Journal of Machine Learning Research*, 22(57), 1-64.
- Pearlmutter, D. (2007). Architecture and climate: The environmental continuum. *Geography Compass*, 1(4), 752-778. <https://doi.org/10.1111/j.1749-8198.2007.00045.x>
- Raven, J., Leone, M., Bhaduri, S., Braneon, C., Corbett, D., Driskell, D., Eicker, U., Fernández, J. E., Gan, J., Hürlimann, A., Judah, I., Neuman, M., Norman, B., Pamlin, D., Ren, C., Roggema, R., Salehi, P., Shellum, A., Santos, A. S., . . . Rosenzweig, C. (2025). Planning, urban design, and architecture for climate action. <https://doi.org/10.1017/9781009643894>
- Rolnick, D., Donti, P., Kaack, L., Kochanski, K., Lacoste, A., Sankaran, K., Ross, A., Milojevic-Dupont, N., Jaques, N., Waldman-Brown, A., Luccioni, A., Maharaj, T., Sherwin, E. D., Mukkavilli, S., Kording, K. P., Gomes, C. P., Ng, A. Y., Hassabis, D., Platt, J. C., . . . Bengio, Y. (2019). Tackling climate change with machine learning. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 55, 1-96. <https://doi.org/10.1145/3485128>
- Rombach, R., Blattmann, A., Lorenz, D., Esser, P., ve Ommer, B. (2022). High-resolution image synthesis with latent diffusion models. 2022 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 10674-10685. <https://doi.org/10.1109/CVPR52688.2022.01042>
- Rosenzweig, C., Karoly, D., Vicarelli, M., Neofotis, P., Wu, Q., Casassa, G., Menzel, A., Root, T. L., Estrella, N., Seguin, B., Tryjanowski, P., Liu, C., Rawlins, S., ve Imeson, A. (2008). Attributing physical and biological

- impacts to anthropogenic climate change. *Nature*, 453(7193), 353-357.
<https://doi.org/10.1038/nature06937>
- Šijaković, M., ve Perić, A. (2020). Sustainable architectural design: Towards climate change mitigation. *Archnet-IJAR: International Journal of Architectural Research*. <https://doi.org/10.1108/arch-05-2020-0097>
- Song, H., Ghaboussi, J., ve Kwon, T. (2016). Architectural design of apartment buildings using the Implicit Redundant Representation Genetic Algorithm. *Automation in Construction*, 72, 166-173.
<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.09.001>
- Stute, M., Clement, A., ve Lohmann, G. (2001). Global climate models: Past, present, and future. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 98, 10529-10530.
<https://doi.org/10.1073/pnas.191366098>
- Tu, S., Roberts, M., ve Zhuang, W. (2025). Climate impact reduction strategies in early architectural design. *Journal of Building Engineering*, 117, 114621.
<https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2025.114621>
- Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., Kaiser, Ł., ve Polosukhin, I. (2017). Attention is all you need. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 30, 5998-6008.
- Yi, R., Liu, Y.-J., Lai, Y.-K., ve Rosin, P. L. (2019). APDrawingGAN: Generating artistic portrait drawings from face photos with hierarchical GANs. 2019 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 10735-10744. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2019.01100>
- Zhuang, X., Zhu, P., Yang, A., ve Caldas, L. (2025). Machine learning for generative architectural design: Advancements, opportunities, and challenges. *Automation in Construction*, 174, 106129.
<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2025.106129>