T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PEYZAJ PLANLAMADA YAPAY ZEKÂ ARAÇLARININ İRDELENMESİ

Özge ALBAYRAK KARGA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı

Peyzaj Planlama Programı

Danışman

Doç. Dr. Tülay ERBESLER AYAŞLIGİL

Temmuz, 2025

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PEYZAJ PLANLAMADA YAPAY ZEKÂ ARAÇLARININ İRDELENMESİ

Özge ALBAYRAK KARGA tarafından hazırlanan tez çalışması 04.07.2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Şehir Bölge Planlama Anabilim Dalı, Peyzaj Planlama Programı **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Tülay ERBESLER AYASLIGİL
Yıldız Teknik Üniversitesi
Danışman

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Tülay ERBESLER AYASLIGİL, Danışman
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Prof. Dr. Mustafa VAR, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Prof. Dr. Hüseyin CENGİZ, Üye
İstanbul Ticaret Üniversitesi _____

Danışmanım Doç. Dr. Tülay ERBESLER AYAŞLIGİL sorumluluğunda tarafımca hazırlanan "PEYZAJ PLANLAMADA YAPAY ZEKÂ ARAÇLARININ İRDELENMESİ" başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Özge ALBAYRAK KARGA

(Peyzaj Mimarı)

Sevmeyi öğreten canım eşime,

Bana güçlü olmayı öğreten anneme,

Bana her gün yeni şeyler öğreten kızıma,

Tez yazım aşamasında kaybettiğim babama,

Doğayı ve yaşamı sevmeyi öğreten mesleğime,

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın her aşamasında bilgi ve deneyimleriyle yol gösteren, akademik katkılarıyla sürecin şekillenmesine sağlayan, aklımdaki tüm sorulara sabırla cevap veren değerli danışmanım Doç. Dr. Tülay ERBESLER AYAŞLIGİL'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam için değerli vakitlerini ayırarak katkı sağlayan, Prof. Dr. Hüseyin CENGİZ ve Prof. Dr. Mustafa VAR'a teşekkür ederim.

Çalışmamın tüm aşamalarında kıymetli görüşleri ve mesleki birikimiyle bana yol gösteren Yüksek Şehir Plancısı Şevval KASAP'a gönülden teşekkür ederim.

Çalışmamın tamamlanma sürecinde verdiği destekten dolayı Peyzaj Mimarı Ayşe CEYLAN'a içten teşekkür ederim.

Özge ALBAYRAK KARGA

(Peyzaj Mimarı)

İÇİNDEKİLER

KISALTMA LİSTESİ viii

ŞEKİL LİSTESİ ix

TABLO LİSTESİ xiv

ÖZET xv

ABSTRACT xvii

1 GİRİŞ 1

1.1 Problem Tanımı 1

1.2 Tezin Kapsamı ve Amacı 3

1.3 Literatür Taraması 4

2 PEYZAJ PLANLAMA 10

2.1 Peyzaj Planlama Tanımı ve Önemi 10

2.2 Peyzaj Planlamanın Tarihsel Süreci 20

2.3 Peyzaj Planlamanın Amaç ve Kapsamı 26

3 YAPAY ZEKÂ 30

3.1 Yapay Zekâ Tanımı ve Önemi 30

3.2 Yapay Zekânın Tarihsel Süreci 32

3.3 Yapay Zekâ Teknolojileri 36

3.3.1 Yapay Zekâ Teknoloji Bileşenleri……..... 37

3.3.2 Yapay Zekâ Teknolojileri Kullanım Alanları……37

3.3.3 Yapay Zekâ Teknoloji Sistemleri……... 39

3.4 Yapay Zekâ Teknolojilerinin Peyzaj Mimarlığında Kullanım Alan ve Olanakları.....36

4 PEYZAJ PLANLAMADA YAPAY ZEKÂ KULLANIMI 55

4.1 Yapay Zekânın Planlamada Kullanımı ve Gelişimi.....55

4.2 Planlama ve Tasarımında Kullanılan Yapay Zekâ Araçları.....58

4.2.1 Adobe Photoshop Generative Fill……...58

4.2.2 Aino.world…….. 59

4.2.3 Autodesk Forma……..66

4.2.4 Climate Engine……75

4.2.5 Esri ArcGis Pro-CityEngine.…….…….…77

4.2.6 Finch……... 80

4.2.7 Google Earth Engine……...81

4.2.8 İ-Tree……...83

4.2.9 Midjourney……..84

4.2.10 OpenArt……86

4.2.11 Runway…… 88

4.2.12 PlanITGeo (Tree Plotter)…….. 89

4.2.13 Rhino+Grasshopper…….. 90

4.2.14 Testfit-İnc……..91

4.3 Planlamada Yapay Zekâ Kullanımına Yönelik Literatür Taraması 96

4.4 Yapay Zekâ Kullanımında Etik ve Yasal Sorunlar 100

4.5 Planlama Sürecinde Yapay Zekânın Gelişim Olanakları 104

5 BULGULAR **106**

6 SONUÇ **117**

KAYNAKÇA **121**

TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR **135**

KISALTMA LİSTESİ

APS	Avrupa Peyzaj Sözleşmesi
AI	Artifical Inteligence
BIM	Building Information Modeling- Yapı Bilgi Modellemesi
BVA	Bilgisayarlı Veri Analizi
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
DÖ	Derin Öğrenme (Deep Learning – DL)
MÖ	Makine Öğrenimi (Machine Learning – ML)
PM	Peyzaj Mimarlığı
UAT	Uzaktan Algılama Teknikleri
YZ	Yapay Zekâ

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2. 1 Planlama döngüsü **11**

Şekil 2. 2 Peyzaj planlama süreçleri **15**

Şekil 2. 3 Ekolojik master planı yöntem şeması **15**

Şekil 2. 4 Howard Fisher'ın Bilgisayar Grafikleri IBM Selectric Daktilo ve SYMAP **22**

Şekil 2. 5 Tarım, ormancılık ve biyoçeşitliliğin korunma kapasitesi haritaları **23**

Şekil 2. 6 Konut modeli, Jack Dangermond **23**

Şekil 2. 7 Peyzaj planlamanın genel çerçevesi **27**

Şekil 3. 1 Yapay zekâ için temel analitik süreç **32**

Şekil 3. 2 Çin Odası Problemini - Chenese Room Problem **34**

Şekil 3. 3 Yapay zekâ bileşenleri **37**

Şekil 3. 4 Yapay zekâ döngüsü **38**

Şekil 4. 1 Adobe Photoshop Generative Fill ile sokak yayalaştırma **58**

Şekil 4. 2 Adobe Photoshop Generative Fill ile cadde peyzaj düzenlemesi **59**

Şekil 4. 3 Aino.world programında konum belirleme **60**

Şekil 4. 4 Aino.world San Marino konum belirleme **60**

Şekil 4. 5 Aino.world ile veri üzerine belge ekleme **61**

Şekil 4. 6 Aino.world Seul veri seçimi ve ulaşım ağı **61**

Şekil 4. 7 Aino.world ile Rio de Jenerio mekânsal analiz ve nüfus yoğunluğu **62**

Şekil 4. 8 Ainoworld ile Hazar Denizi mekânsal analiz ve nüfus yoğunluğu **62**

Şekil 4. 9 Aino world Paris veri seçimi ve müzeler **63**

Şekil 4. 10 Aino.world Paris mekânsal analiz, 15 dakika yürüme mesafesindeki müzeler **63**

Şekil 4. 11 Aino.world ile Hazar Denizi mekânsal analiz, 25 km mesafede havza koruma bandı **64**

Şekil 4. 12 Aino.world ile Hazar Denizi mekânsal analizi grafiksel nüfus yoğunluğu **64**

Şekil 4. 13 Aino world ile veri seçimi, 1.6 km mesafedeki yükselti durumu **65**

Şekil 4. 14 Aino world ile veri seçimi ve arazi kullanımı **65**

Şekil 4. 15 Autodesk Forma ile konum belirleme **66**

Şekil 4. 16 Autodesk Forma ile veri seçimi ve kat yüksekliğine göre görselleştirme **67**

Şekil 4. 17 Autodesk Forma ile belge üzerine belge ekleme **67**

Şekil 4. 18 Autodesk Forma ile belge üzerine döküman ekleme **68**

Şekil 4. 19 Autodesk Forma ile görselleştirme, alternatif yapı tipi 1 ..... **68**

Şekil 4. 20 Autodesk Forma ile görselleştirme, alternatif yapı tipi 2 ..... **69**

Şekil 4. 21 Autodesk Forma ile belge üzerine döküman ekleme **69**

Şekil 4. 22 Autodesk Forma ile analiz çeşitliliği **70**

Şekil 4. 23 Autodesk Forma ile analiz çeşitliliği **70**

Şekil 4. 24 Autodesk Forma ile çevresel analiz katmanları **71**

Şekil 4. 25 Autodesk Forma ile çevresel analiz katmanları **71**

Şekil 4. 26 Autodesk Forma ile doluluk-boşluk analizi **72**

Şekil 4. 27 Autodesk Forma ile çevresel analiz ve rüzgar analizi **72**

Şekil 4. 28 Autodesk Forma ile çevresel analiz ve gürültü analizi **73**

Şekil 4. 29 Autodesk Forma ile çevresel analiz- farklı ulaşım tipine göre gürültü analizi **73**

Şekil 4. 30 Autodesk Forma ile görselleştirme- tasarım alternatifleri üretme **74**

Şekil 4. 31 Autodesk Forma ile çevresel analiz, rüzgar etki alanı ve rüzgar konforu **74**

Şekil 4. 32 Climate Engine aracı ile çevresel analiz, Hargreaves yöntemiyle aylık standart yağış-buharlaşma analizi **75**

Şekil 4. 33 Climate Engine aracı ile çevresel analiz, rüzgar hızı analizi **76**

Şekil 4. 34 Climate Engine aracı ile çevresel analiz, maksimum sıcaklık analizi ... **76**

Şekil 4. 35 Climate Engine aracı ile çevresel analiz, maksimum sıcaklık analizi renk özelleştirme **77**

Şekil 4. 36 Climate Engine aracı ile çevresel analiz, maksimum sıcaklık grafiği oluşturma **77**

Şekil 4. 37 Esri ArcGis Pro- CityEngine ile Brüksel'deki kent içinde kullanılan küçük rüzgar türbinleri için 3B görünürlük analizi **78**

Şekil 4. 38 Esri ArcGis Pro- CityEngine ile Brüksel gerçekçi görselleştirmelerle tasarım senaryoları üretme **79**

Şekil 4. 39 Esri ArcGis Pro- CityEngine ile arazi gelişim planı oluşturma süreci .. **79**

Şekil 4. 40 Esri ArcGis Pro- CityEngine ile sanal şehir modelleme **80**

Şekil 4. 41 Finch ile kat planları senaryoları üretme **80**

Şekil 4. 42 Google Earth Engine ile yapay zekâ eklentisi ile analiz için kod yazma **81**

Şekil 4. 43 Google Earth Engine ile yüzey sıcaklığı farklı saat aralıklarında analizi **82**

Şekil 4. 44 Google Earth Engine ile Bolivya sınırları içerisinde bulunan göl kuruması simülasyonu öncesi (a) ve sonrası (b) **83**

Şekil 4. 45 İ-Tree ile mekânsal analiz- ağaç tür tespiti **84**

Şekil 4. 46 Midjourney aracı ile ilham aşamasında farklı görseller oluşturma **85**

Şekil 4. 47 Midjourney aracı ile ilham aşamasında farklı yapı görselleri oluşturma **85**

Şekil 4. 48 Midjourney aracı ile ilham aşamasında alternatif plan görselleri oluşturma **86**

Şekil 4. 49 OpenArt ile görsel oluşturma- girilen istem: "a town square, green texture, moving, people and vehicles, watercolor style” **87**

Şekil 4. 50 OpenArt ile görsel oluşturma- girilen istem: “a plan of a city with a lot of buildings and roads and streets and a park with a lot of trees, modular constructivism, isometric view, a digital rendering” **87**

Şekil 4. 51 OpenArt ile görsel oluşturma- girilen istem: “a plan of a city with a lot of buildings and roads and streets and a park with a lot of trees, modular constructivism, isometric view, a digital rendering” **88**

Şekil 4. 52 Runway ile görsel oluşturma - girilen istem "a plan of a city with a lot of buildings and roads and streets and a park with” **89**

Şekil 4. 53 PlanITGeo (Tree Plotter) ile mekânsal analiz, bitki konumu ve durum tespiti **90**

Şekil 4. 54 Rhino+Grasshopper aracı kullanılarak model oluşturma **91**

Şekil 4. 55 Testfit-İnc aracıyla seçili alan içerisine yapı ekleme **91**

Şekil 4. 56 Testfit-İnc aracıyla farklı yapısal senaryolar üretme **92**

Şekil 4. 57 Testfit-İnc aracıyla görselleştirme **92**

Şekil 4. 58 Yapay zekâ uygulamaları için en önemli potansiyel alanlar **103**

Şekil 4. 59 Yapay zekâ uygulamalarının uygun olmayan alanları **103**

TABLO LİSTESİ

Tablo 3. 1 Yapay zekâ teknolojilerinin peyzaj mimarlığında kullanım alan ve olanakları**.....45**

Tablo 4. 1 Peyzaj planlamada kullanılan yapay zekâ araçları **.....94**

Tablo 4. 2 Yapay zekâ kullanılarak yapılan planlama çalışmaları ve kapsamı **....97**

Tablo 5. 1 Yapay zekâ teknolojilerinin işleyiş sistemi ve fonksiyonları **.....110**

Tablo 5. 2 Peyzaj planlamada kullanılabilecek yapay zekâ araçlarının kullanım alanları**.....116**

ÖZET

Peyzaj Planlamada Yapay Zekâ Araçlarının İrdelenmesi

Özge ALBAYRAK KARGA

Şehir Bölge Planlama Anabilim Dalı

Peyzaj Planlama Programı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Tülay ERBESLER AYAŞLIGİL

Peyzaj planlama, çok sayıda ekolojik parametreyi, estetik ve fonksiyonel ihtiyaçları dikkate alarak, alan kullanım kararlarının alındığı, geleceğe ışık tutan bilimsel bir süreçtir. Günümüzde bu süreç, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Bilgisayarlı Veri Analizi gibi geleneksel yöntemlerle yapılmakta; ancak veri toplama ve analiz aşamaları, zaman alıcı olmasının yanı sıra, yüksek düzeyde uzmanlık ve dikkat gerektiren karmaşık bir yapıya sahiptir. Son 20 yılda yapay zekâ alanında gelişen teknolojik ilerlemeler, peyzaj planlamada verimliliği artırma ve karar destek sistemlerini geliştirmede önemli potansiyeller sunmaktadır. Bu tezin amacı, peyzaj planlama süreçlerinde kullanılabilecek yapay zekâ teknolojilerini ve araçlarını ortaya koymaktır. Yapay zekâ teknolojilerinin entegrasyonu ile daha hızlı, doğru ve verimli kararlar alınması sürecinde plancıya destek olacak araçlar ortaya konulacaktır. Yapay zekâ uygulamalarının önemini daha iyi kavramak için peyzaj planlama ve yapay zekâ temel kavramları ele alınacaktır. Çalışma yapılırken nitel araştırma yöntemi seçilmiştir. Ayrıca çalışma içerisinde planlamacılara getireceği avantajlar, etik sorunlar ele alınmıştır. Bulgu olarak peyzaj planlamada kullanılabilecek araçların hangi konularda planlamacılara destek olacağına yer verilmiştir. Sonuç bölümünde yapay zekâ araçlarının kullanım olanakları, planlama çalışmalarının hangi aşamasında kullanılabileceği ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Peyzaj planlama, Yapay zekâ, Peyzaj mimarlığı

ABSTRACT

Examining The Posssibilities of Artificial Intelligence in Landscape Planning

Özge ALBAYRAK KARGA

Department of Urban and Regional Planning
Master of Science

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Tülay ERBESLER AYAŞLIGİL

Landscape planning is a scientific process that sheds light on the future, in which land use decisions are made by taking into account numerous ecological parameters, as well as aesthetic and functional needs. Today, this process is carried out using traditional methods such as Geographic Information Systems and Computerized Data Analysis; however, the data collection and analysis phases have a complex structure that is time-consuming and requires a high level of expertise and attention. Technological advancements in the field of artificial intelligence over the past 20 years offer significant potential for increasing efficiency and developing decision support systems in landscape planning. The aim of this thesis is to reveal the artificial intelligence technologies and tools that can be used in landscape planning processes. With the integration of artificial intelligence technologies, tools that will support the planner in making faster, more accurate, and more efficient decisions will be presented. In order to better understand the importance of artificial intelligence applications, the basic concepts of landscape planning and artificial intelligence will be addressed. A qualitative research method was chosen during the study. In addition, the advantages that artificial intelligence will bring to planners and ethical issues are discussed within the study. As a finding, the study includes

in which areas the tools that can be used in landscape planning can support planners. In the conclusion section, the possibilities of using artificial intelligence tools and at which stage of planning studies they can be used are revealed.

Keywords: Ecologic planning, Artificial intelligence, Landscape architecture

1
GİRİŞ

1.1 Problem Tanımı

Kentleşme, 21. yüzyılın en önemli küresel sorunlarından biri haline gelmiş, özellikle son yıllarda dramatik boyutlara ulaşmıştır. Tarihte ilk kez dünya nüfusunun yarısından fazlası kentlerde yaşamaya başlamış ve bu oranın 2050 yılına kadar %70'e çıkacağı öngörülmektedir. Yıllık ortalama 50–60 milyon kişilik artışla birlikte, kentsel nüfusun 6,7 milyara ulaşması ve bu doğrultuda yaklaşık 2,4 milyar kişinin daha şehirlerde yaşamaya başlaması beklenmektedir (Bibri, 2021).

Hızla artan kentsel nüfus, kentlerin sadece fiziki yapılarını değil; doğal kaynak kullanımı, çevresel sürdürülebilirlik, mekânsal planlama ve yaşam kalitesi gibi pek çok alanı doğrudan etkilemektedir. Bu bağlamda, planlama süreçlerinin daha sistematik, veriye dayalı ve teknolojik yaklaşımlarla desteklenerek çalışmaması planlama disiplinini olumsuz etkilemektedir.

Peyzaj planlama çok sayıda ekolojik parametre, estetik ve fonksiyonel ihtiyaçları dikkate alarak alan kullanım kararlarının verildiği ve geleceğe ışık tutan bilimsel bir süreçtir. Planlama geleneksel yöntemlerle ve Coğrafi Bilgi Sistemleri- CBS, Bilgisayarla Veri Analizi- BVA destekli olup veri toplama ve analizi süreci zaman alıcı ve karmaşık bir yapıya sahiptir. 2000 yılı ve sonrası yapay zekâ alanında teknolojik ilerlemeler, peyzaj planlamada verimliliği artırma ve karar destek sistemlerini geliştirmede önemli potansiyeller sunmaktadır. Peyzaj planlama süreçlerinin çok katmanlı ve karmaşık yapısının anlaşılmasında, yapay zekâ, plancılara yeni çözümler ve işlevsel katkılar sunma potansiyeline sahiptir. Ancak yapay zekâ araçlarının çalışma işleyişi, işlevleri ve potansiyeli henüz yeterince ortaya konulmamıştır. Bu nedenle peyzaj planlamada kullanılabilecek yapay zekâ araçlarını ve kullanım olanaklarını ortaya koymak, gelecekte yapılacak planlama çalışmaları için son derece önemlidir.

Bu kapsamda yapay zekânın ilham verme, peyzaj tasarımı, mekânsal analiz, çevre analizi, sürdürülebilirlik ve planlama kararlarında kullanılacak araçlarını ve teknolojileri tespit etmek plancılara çalışmaları sırasında avantaj sağlayacaktır.

Bilgi teknolojilerindeki gelişmeler, finansal hizmetler, sağlık hizmetleri ve ticari mal ve hizmetler gibi diğer alanlarda devrim yaratırken planlama alanında yavaş ilerlemektedir. Planlama çalışmaları, bir yandan potansiyel önyargılara ve olumsuz sosyal etkilere karşı özel bir hassasiyet gösterirken, diğer yandan da hizmet ettikleri topluluklar için yeni içgörüler ve verimlilikler elde etmek üzere bu teknolojilerden yararlanabilecek, doğru veriye ihtiyaç duyan bir alandır (Sanchez, Shumway, Gordner, & Lim, 2022).

Kentsel planlama ve peyzaj planlama üzerine yapılan çalışmalar, çalışmaların veri farklılıkları, çalışmayı yapan kişi veya kişilerin bakış açılarındaki farklılıklardan dolayı bütüncül bakış açısına sahip olamamaktadır.

Günümüzde yapay zekâ uygulamaları birçok sektörde hızlı ve önlenemez şekilde gelişmektedir. Peyzaj planlama ve kentsel planlama çalışmaları bu gelişmeler ışığında ilerletilmelidir. Böylece ortak kabuller, standartlar ve kontrol edilebilir veri setleri ortaya çıkacaktır. Bu yönde yapılacak çalışmalar, gelecekte yaşanılacak mekânların daha doğru şekilde planlanması, otomasyon ve akıllı şehirler yönünde ilerlemesi açısından son derece önemli olacaktır. Standartlaştırılmış ve ölçeklenebilir analiz eksikliği konusunda bilgi boşluğu bulunmaktadır (Sanchez, Fu, Yiğitcanlar, & Ye, 2024).

Amerikalı yatırımcı Marc Andreessen, 6 Haziran 2023 yılında “Yapay Zekâ Dünyayı Nasıl Kurtaracak” adlı makalesinde “Size iyi haberi vermeye geldim: yapay zekâ dünyayı yok etmeyecek, hatta bırakın yok etmeyi kurtarabilir bile, yapay zekâ bizim için önemli olan her şeyi daha iyi bir hale getirebilir. Yapay zekânın gelişip büyük bir hızla yayılması korkmamamız gereken bir tehlike değil aksine kendimiz, çocuklarımız ve geleceğimiz için üstlenmemiz gereken ahlaki yükümlülüğümüzdür” demiştir (Harari, 2024).

1.2 Tezin Kapsamı ve Amacı

Peyzaj Planlamada Yapay Zekâ Araçlarının İrdelenmesi adlı tez çalışmasının temel amacı, peyzaj planlama disiplini perspektifinde, çağın getirdiği yeniliklerin etkisiyle yapay zekâ teknolojilerinin bu alandaki potansiyelini ve etkilerini ortaya koymaktır. Bu doğrultuda planlama disiplinin de gelişmesine katkı sağlamaktır.

Çalışmanın ikincil amacı, yapay zekâ teknolojileri ve araçlarının; senaryo ve fikir geliştirme, plan hedeflerinin belirlenmesi, analiz ve veri toplama süreçleri ile plan kararlarının alınması gibi peyzaj planlama sürecinin farklı aşamalarındaki kullanım olanaklarını ve bu süreçlere sunduğu katkıları irdelemektir.

Araştırma kapsam olarak 2000 yılı ve sonrası dönemde, yapay zekâ teknolojilerinin hızla geliştiği ve planlama alanlarında kullanılmaya başlandığı bir çerçeveyle sınırlandırılmıştır.

Tezin amacı doğrultusunda temel kabuller belirlenmiş ve hipotez kurulmuştur. Bu araştırma aşağıdaki temel kabullere dayanmaktadır:

1. Yapay zekâ araçları teknolojik imkanların ilerlemesiyle her geçen gün gelişmektedir.
2. Yapay zekâ araçları peyzaj planlama süreçlerinde plancı ve tasarımcılara yardımcı bir rol üstlenebilme potansiyeline sahiptir.

Araştırmanın temel kabullerinden yola çıkarak belirlenen hipotez; “Yapay zekâ teknolojilerinin peyzaj planlamada etkin biçimde kullanımı, planlama süreçlerini kolaylaştırmaktadır. Ancak yapay zekâ teknolojisinin artan imkanlarından yararlanırken insan iç görüsünden vazgeçilmemelidir”.

Belirlenen hipotez doğrultusunda temel araştırma soruları peyzaj planlama disiplini perspektifinden yapay zekâ ilişkisi bağlanımında kurulmuş olup belirli yapay zekâ teknolojileri ve araçları planlama süreci için özelleşmiştir. Sorular aşağıdaki gibidir:

1. Planlama sürecinde hangi yapay zekâ teknolojileri ve araçları kullanılabilir?
2. Veri tabanı, veri seti ve altlık oluşturma, katmanlara ayırma, sınıflandırma, veri analizi, görselleştirme, değerlendirme yöntemleri, plan kararlarına alternatifler oluşturma, gelecek senaryolarını üretme, karşılaştırma olanakları, her ölçekte

planlama ve tasarım sürecine ve aşamalarına katkı sağlayabilecek yapay zekâ araçları hangileridir?

Tez, yapay zekâ uygulamalarının, peyzaj planlamada sunduğu yenilikçi çözümlerle teorik bir inceleme sunmayı hedeflemektedir.

Bu çalışma peyzaj planlamada yapay zekâ araçlarının kullanımı ve olanakları odaklı olarak aşağıdaki konuları kapsamaktadır:

1. Peyzaj planlamanın tanımı geçmişi, önemi, amacı: Peyzaj planlamanın tanımı ve evreleri, tarihsel gelişimi, çalışma alanları, amacı ve hedefleri,
2. Yapay zekânın tanımı, geçmişi, önemi ve amacı: Yapay zekânın tanımı, tarihsel gelişimi, çalışma alanları, teknolojileri, olanakları,
3. Peyzaj planlamada ve yapay zekâ: Yapay zekânın planlama kararlarının alınmasında nasıl bir rol alabileceği ve planlama sürecinde kullanımı olanakları,
4. Peyzaj planlamada yapay zekâ teknolojileri kullanılarak yapılan çalışma örnekleri: Son dönem planlama ve yapay zekâ çalışmalara ait örnekler,
5. Peyzaj planlamada kullanılan yapay zekâ uygulamaları: Yapay zekânın peyzaj planlamada dünyada kullanılan uygulamalar ve kullanım şekilleri, özellikleri, planlama çalışmalarında kullanım alanları.

Bu kapsamda, teori ve uygulama arasında ilişki, yapay zekâ araçlarının peyzaj planlama süreçlerine katkısı ve hangi uygulamaların kullanıldığı irdelenecektir.

1.3 Literatür Taraması

Bu araştırma 2000 yılı ve sonrası sürekli artan yapay zekâ çalışmalarının peyzaj planlamaya katkı sağlayabilecek günümüz kaynakları taranarak ve ilgili çalışmalardan yararlanarak hazırlanmıştır.

Peyzaj planlama disiplini içerisinde çok sayıda analizi kapsayan veri işleme, modelleme, tasarım ve plan kararları alma sürecinde uygulanan yapay zekâ ile ilgili literatür taraması gerçekleştirilmiştir.

Web of Science, Scopus gibi akademik tarama yapılabilecek web sitelerinden yararlanılmıştır. Peyzaj Planlama (Landscape Planning), Yapay Zekâ (Artifical Intellegence), Peyzaj Mimarlığı (Landscape Architecture) anahtar kelimelerini,

ücretsiz ve geniş akademik bilgi tabanı nedeniyle Google Scholar üzerinden de aratılarak kullanılmıştır. Google Scholar, sadece hakemli dergi makaleleri değil, konferans makaleleri, tezler, kitaplar, raporlar ve ön baskılar gibi geleneksel olmayan kaynaklar da dahil olmak üzere geniş bir yayın yelpazesine ve erişime olanak sağladığı için kullanılmıştır. Ayrıca yapay zekânın akademik uygulamaları olan Elicit Ai ve ChatGPT içerisindeki SciSpace araçlarından yararlanılmıştır. Makalelerin tercümeleri yapılırken yapay zekâ ile entegre çalışan DeepL aracı da kullanılmıştır.

Çalışma sürecinde, tezin temelini oluşturan, yapay zekâ ile planlama alanlarının en temel kaynakları üzerinden araştırma şekillenmiştir. Yararlanılan önemli kaynaklar ve içerikleri kısaca aşağıdaki gibidir:

Turing, A. M. (1950)'e göre "Computing Machinery and Intelligence" adlı makalesinde, yapay zekâ düşüncesinin temelini atan ve döneminde yapılan eleştirilere karşı argümanlar ortaya koyan öncü bir makaledir. Bilgisayarı insandan ayırt etmenin mümkün olup olmadığını "Turing Testi" ile araştırmaktadır.

Haton, J. P., & Haton, M. C. (1991)'e göre "Yapay Zekâ" adlı kitabında, yapay zekâ temel kavramları, tarihsel gelişimi, teknolojileri, kullanım alanlarını ve sistemlerini ele almaktadır. Yapay zekânın insan gibi düşünmesinin olabilirliğini tartışmakta ve yapay zekânın temellinin anlaşılması açısından önemli bir kaynaktır.

Penrose, R. (1997)'e göre "Bilgisayar ve Zekâ - Kralin Yeni Usu I" adlı kitabında, yapay zekânın, insan zihin yapısını taklidinin mümkün olup olmadığını tartışmaktadır. Bilinç gibi insana özgü zihinsel sürecin tam anlamıyla yapay zekâ ile modellenemeyeceğini ileri sürmektedir. Gödel'in eksiklik teoremi ve kuantum fiziği gibi konularla beraber yapay zekânın ulaştığı noktayı kendi zamanı için sorgulamaktadır.

Ahern, J. (1997)'e göre "At the Crossroads: Sustainable Future or Urban Spraw Spatial Concepts and Scenarios for the Lisbon Metropolitan Area" adlı makalesinde, Lizbon metropolitan alanında kentleşmenin sürdürülebilirlik ve çevresel etkileri, gelecek için mekânsal planlama yaklaşımlarına odaklanmaktadır. Kentsel yayılmanın (Urban sprawl) uzun vadedeki çevresel, sosyal sonuçlarını ele almaktadır. Örnek alanda bu gelişimin peyzaj ekolojisi temelli senaryo ile doğru bir

şekilde yönetileceğini iddia etmektedir. Ekolojik altyapı, yeşil ağlar ve çok işlevli açık yeşil alan sistemlerinin peyzaj planlamadaki önemi üzerinde durmaktadır.

McCarthy, J. (2007)'e göre "From Here to Human-Level AI" adlı makalesinde, insan seviyesinde bir yapay zekânın mümkün olup olmadığını tartışmaktadır. McCarthy, ortak akıl (common sense reasoning), bilgi temsili ve mantıksal çıkarımlara odaklanarak, insan benzeri zekânın ancak bu alanlardaki ilerlemelerle mümkün olabileceğini savunmaktadır. Uzun vadede zorlukları olsa da insan seviyesinde yapay zekânın ulaşılabilirliğini ortaya koymaktadır.

Steinitz, C. (2009)'e göre "Landscape Planning: A History of Influential Ideas" adlı makalesinde, peyzaj planlamanın sürekli evrimleşen ve gelişen bir disiplin olarak tarihsel gelişiminden bahsetmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin kullanımı ve öncesinde planlama disiplinin geçirdiği dönüşümü tartışmaktadır.

Steiner, F. (2016)'e göre "The Living Landscape" kitabı, "Ecological Planning Method" bölümünde, ekolojik planlama yaklaşımını tanımlayarak, planlamanın aşamalarını ortaya koymaktadır. Peyzaj planlamanın envanter ve veri toplama, veri tabanı oluşturma, altlıkların hazırlanması, analiz ve sentezler, kullanım alternatifleri oluşturma süreci, uygulama alanlarını ortaya koyma ve örneklerle uygulamasını açıklayan detaylı bir çalışmadır. Bu kapsamı planlama disiplinine bütüncül bakış açısı getirmektedir.

Steinitz, C. (2019)'e göre "From (Before) Analog to (After) Digital: A Personal Perspective" adlı makalesinde, peyzaj planlamanın analog dönemden dijital döneme geçiş sürecini anlatmaktadır. Görselleştirme, planlama yöntemlerini ve karar verme süreçlerinin nasıl değiştiğini ve değişeceğini tartışmaktadır. CBS, sayısal modelleme, simülasyonlar ve veri odaklı tasarım yaklaşımları gibi araçların, peyzaj mimarlığında yapmış olduğu değişimleri ortaya koymaktadır. Bu kapsamda plancıların değişime ayak uydurması gerektiğinin önemini vurgulanmaktadır.

Bibri, S. E. (2021)'e göre "Data-Driven Smart Sustainable Cities Of The Future: An Evidence Synthesis Approach To A Comprehensive State-Of-The-Art Literature Review" adlı makalesinde, kentlerin geniş veri kümeleri ve analitiklere göre geçirdiği değişime ve hangi yönlerde gelişebileceğine odaklanmaktadır. Bu geniş veri setleri ve yapay zekâ ve nesnelerin interneti gibi teknolojilerden yararlanarak; kentlerin sürdürülebilirliğini sağlama, verimliliği ve yaşam kalitesini

artırmada nasıl kullanılacağını tartışmaktadır. Yeni teknolojilerin benimsenmesi ve kullanımında plancılar ve politikacılar tarafından desteklemeyi amaçlamaktadır.

Hersperger ve diğerlerine (2021)'e göre "Landscape Ecological Concepts in Planning: Review of Recent Developments" adlı araştırmasında, peyzaj ekolojisinin temel kavramları ve planlama disiplinindeki yerini ortaya koymaktadır. Planlama kararlarında kullanılan kavramların yorumlanmasına yardımcı olmaktadır. 'Sürdürülebilirlik' ve 'Dirençlilik' gibi kavramlarının planlamada yeri ve önemi ortaya konmakta, bir strateji olarak kullanılabileceği savunulmaktadır.

Sanchez ve diğerlerine (2022)'e göre "The Prospects of Artificial Intelligence in Urban Planning" adlı makelesinde, peyzaj planlamada yapay zekânın kullanımını ve mevcut potansiyel olanakları incelemektedir. Planlamada kullanılan analizlerin birkaçına odaklanarak yapay zekânın sunduğu avantajlar ele alınmaktadır. Yapay zekânın, veri kalitesi, şeffaflık ve insan odaklı yaklaşımlar ve sınırlamalar çerçevesinde hareket ettiği, farklı ölçeklerde dikkat edilmesi gereken parametrelerin olduğu vurgulamaktadır.

Sanchez, T. W. (2023)'e göre "Planning on the Verge of AI, or AI on the Verge of Planning" adlı makalesinde, yapay zekânın, bölgesel ve kentsel planlama süreçlerine entegre olması ele alınmaktadır. Yapay zekânın süreçlere dahil edilmesinde geleneksel planlama yaklaşımlarını da dönüştürdüğünü savunulmaktadır. Veri analizi, karar verme süreçleri ve katılımcıların planlamadaki yeri gibi alanlarda, yapay zekânın sağladığı olumlu yönler ortaya konmaktadır. Plancının rolünün dönüşmesine bağlı etik sorumluluklarının arttığı eleştirel bir bakış açısıyla değerlendirilmektedir. Son olarak, yapay zekânın planlama süreçlerine katılacağı, ancak insan merkezli olması gerektiğini savunulmaktadır.

Wang, K. (2023)'e göre "Intelligent Urban Planning and Sustainable Development Integrating Artificial Intelligence and Knowledge Graphs" adlı çalışmasında sürdürülebilir ve akıllı kentsel planlamanın teknolojik gelişmelere entegrasyonu ve veriye dayalı planlamanın mümkün olup olmadığını incelenmektedir.

Anwar & Sakti, (2024)'e göre "Integrating Artificial Intelligence and Environmental Science for Sustainable Urban Planning" adlı araştırmasında, yapay zekâ tekniklerinin, CBS tabanlı mekânsal analiz ile bütünleştirilmesini irdelenmektedir. Kentsel peyzajların doğal sistemlerle nasıl etkileşime girdiği

ayrıntılı bir şekilde ortaya konmaktadır. Kentsel planlamada yapay zekâyı çevre bilimi ile entegre etmenin pratik uygulamalarını göstermeyi amaçlamaktadır. Çeşitli metropol alanlarını içeren bir dizi vaka aracılığıyla, sürdürülebilir kentsel gelişim stratejileri oluşturmada yapay zekâ ile geliştirilmiş karar destek sistemli uygulamaları değerlendirilmektedir. CBS destekli mekânsal analizlerin kentsel planlama kararlarını optimize etmek, ileri teknoloji ve veri entegrasyonunda kullanımı vurgulanmaktadır. Çoklu veri tabanlı ve karmaşık kentsel planlamanın zorluklarını kolaylaştırma bakımından, teknolojik yenilikleri kullanarak kalkınma stratejilerinin sürdürülebilir olması hem de sağlam bilimsel analizlere dayanmasını gerektiği savunulmaktadır.

Liu, X. (2024) ’e göre “Integrating Generative AI into Landscape Architecture Education: Methodologies, Applications, and Ethical Considerations” adlı çalışmasında, yapay zekânın peyzaj mimarlığı eğitimine dahil edilmesi üzerinde durulmaktadır. Planlamada yöntem, uygulama alanları, teknik ve mesleki etik açısından irdelemeler yapılmaktadır. Yapay zekânın ilham verme, farklı senaryolar üretme ve karar alma süreçlerinde peyzaj mimarlarını destekleyeceğini savunmaktadır.

Sanchez, T. W., Brenman, M., & Ye, X. (2024) ’e göre “The Ethical Concerns of Artificial Intelligence in Urban Planning” adlı makalesinde, yapay zekânın karar verme süreçlerinde gün geçtikçe daha fazla yer alması ve planlama süreçleri dahil edilmesi ele alınmaktadır. Yapay zekânın kentsel planlama süreçlerinde kullanımında, etik sorunların ortaya çıkması ve bu teknolojilerin adil ve kapsayıcı bir şekilde kullanılması için denetim mekanizmalarının önemini vurgulamaktadır.

Sanchez, T. W., Fu, X., Yiğitcanlar, T., & Ye, X. (2024) ’e göre “The Research Landscape of AI in Urban Planning: A Topic Analysis of the Literature with ChatGPT” adlı makalesinde, yapay zekânın kentsel planlama literatüründe ve planlama süreçlerinde rolünün ve bununla birlikte etik ve eleştirel değerlendirme sorunlarının da her geçen gün daha fazla arttığı ortaya konulmuştur.

Xing, Y., Gan, W., & Chen, Q. (2024) ’e göre “Artificial Intelligence in Landscape Architecture: A Survey” adlı araştırmasında, yapay zekânın peyzaj mimarlığı alanında mevcut potansiyeli incelenmektedir. Yapay zekâ teknolojilerinin, çeşitli başlıklar altında nasıl kullanılacağını ortaya konmaktadır.

Zhou, M., & Dong, Y. (2025) ’e göre “Intelligent Urban Landscape Design Based on Deep Learning. Computer-Aided Design & Applications” adlı araştırmasında, derin öğrenme ile kentsel peyzaj tasarım süreçlerinin nasıl geliştirileceğini ele almaktadır. Görüntü tanıma, otomatik tasarım gibi alanlarda derin öğrenmeden nasıl faydalanılacağı, daha işlevsel, estetik ve sürdürülebilir açık yeşil alanlar üretmeye olanak tanıyacağını vurgulanmaktadır.

2
PEYZAJ PLANLAMA

Bu bölümde peyzaj planlamanın kuramsal temelleri irdelenerek, kavramsal tanımları, tarihsel gelişim süreci, amaçları ve kapsamı mesleki ve bilimsel çerçevede ortaya konmuştur.

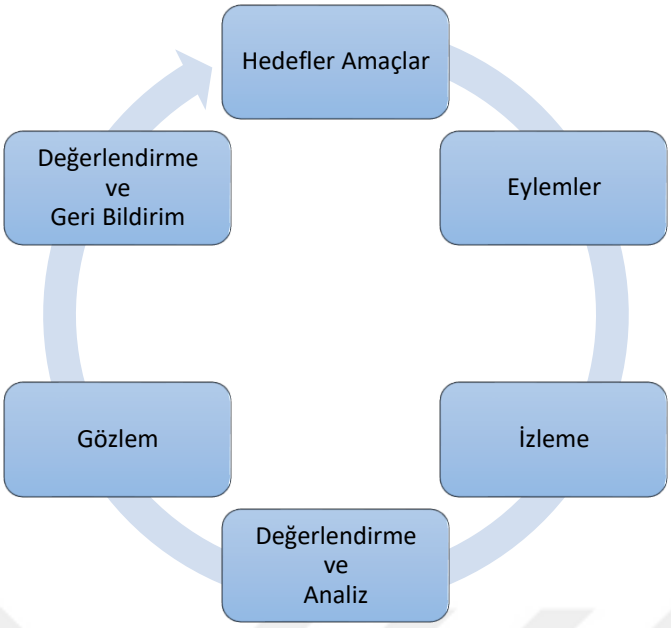
2.1 Peyzaj Planlama Tanımı ve Önemi

Avrupa Peyzaj Sözleşmesi (APS)'ne göre 'Peyzaj', insanlar tarafından algılandığı şekliyle, karakteri doğal ve/veya insanî unsurların eyleminin ve etkileşiminin sonucu olan bir alan anlamına gelmektedir. 'Peyzaj Planlama' ise, peyzajların geliştirilmesi, restore edilmesi veya yaratılması için yapılan ileri görüşlü güçlü eylem olarak tanımlanmıştır (Avrupa Peyzaj Sözleşmesi - European Landscape Convention, 2004).

Planlama, bir dizi seçeneği değerlendirmek ve bunlar üzerinde uzlaşmaya varmak için bilimsel ve teknik bilgileri kullanan bir süreçtir. Ekoloji, insanlar da dahil olmak üzere tüm canlıların biyolojik ve fiziksel çevreleriyle olan ilişkilerinin incelenmesidir. O halde ekolojik planlama, biyo-fiziksel ve sosyo-kültürel bilgilerin, peyzajın kullanımına ilişkin karar verme sürecinde fırsatlar ve kısıtlamalar önermek için kullanılması olarak tanımlanmaktadır (Steiner, 2016).

Nüfusun sayısal olarak büyümesi ve dağılışının değişimi, sosyo- ekonomik faaliyetlerin çeşitlenmesi, arazi örtüsünden yararlanma şekilleri ve yoğunluğunu değiştirmiştir ki bu durum mevcut kaynakların gelecek nesillere aktarılabilmesi için etkili bir arazi yönetimi ve planlaması zorunluluğunu da beraberinde getirmiştir (Bayar, 2019).

Peyzaj planlama belirli adımları takip ederek sonuçlandırılan bir süreçtir. Bu adımlar döngüsel olarak birbirini takip ederek gerçekleştirilir (Schröder, Wascher, Odell, & Smith, 2010), (Şekil 2.1).



Şekil 2. 1 Planlama döngüsü (Schröder vd., 2010)

Archibugi (2008)'ye göre planlama, basit anlamda bir sorunun çözümlenmesi amacıyla yapılan eylemler bütünüdür. Çözülecek sorun, sorunun geçmişi, bugünü ve gelecekteki durumu, çalışılan meslek disiplini, çevresel koşullar gibi birçok faktör, planlama kelimesinin tanımlanmasında önemli rol oynamaktadır (Çetinkaya & Uzun, 2014).

Alipour (1996)'ya göre planlama, sosyal, ekonomik, politik, fiziksel, teknik ve antropojen etkenler dikkate alınarak bugün ve geleceğe ilişkin kararlar bütünüdür (Çetinkaya & Uzun, 2014).

Planlama sürecinin temel aşamaları, problem tanımlama, veri toplama, kapsamlı analiz, değerlendirme ve sentez, gelecek kestirimi ve modelleme, alternatifler geliştirme, alternatifler arasında seçim yapma ve son olarak plan kararlarının verilmesi adımları olarak tanımlanmaktadır. Bu adımlar ayrı ayrı görülmekle birlikte ardışık bir süreci ve bütünleşik bir yapıyı ortaya koymaktadır (Alkay, 2014).

"Peyzaj Planlaması" kavramı, Avrupa Peyzaj Sözleşmesine göre peyzajın değerinin artırılması, iyileştirilmesi veya yeni peyzajların oluşturulması için yapılan ileriye yönelik eylemler bütünü olarak tanımlanmaktadır (Uzun, İlke, Çetinkaya, Erduran, & Açıksöz, 2012).

Peyzaj planlama, bölgesel kalkınma politikaları ile doğrudan ilişkilidir. Bütüncül bir bölgesel planlama politikası; kalkınma, bölge halkının yaşam kalitesinin

iyileştirilmesi, bölgesel kimliğin korunması ve alan kullanımları arasındaki bütüncül bir yaklaşımı kapsamaktadır (Kavaliauskas, 2008).

Peyzaj ekolojisi, Turner ve diğerlerine göre, mekânsal örüntü ve heterojenliğe, özellikle de bunların zaman içindeki karakterizasyona ve tanımına, nedenleri ve sonuçlarına ve insanların bunların nasıl yönettiğine odaklanan disiplinler arası bilimsel bir çalışma alanıdır (Hersperger, Gradinaru, Pierri Daunt, Imhof, & Fan, 2021).

Akademik bir alan olarak peyzaj planlama, hâlâ yeterince kuramsallaşmış bir yapıda değildir. Bu durum, 'Landscape and Urban Planning' dergisi dışında çok az sayıda bilimsel yayının doğrudan bu alana odaklanmasından da anlaşılabilmektedir. Buna rağmen, peyzaj planlaması; belirli adımları takip eden, yerleşik planlama süreçlerini ele alan ve yöntemsel bir işleyiş geleneğine sahiptir. Bu sistematik yapı, peyzaj ekolojisi ile planlama arasındaki ilişkilerin incelenmesi açısından oldukça elverişlidir. Ekolojik Planlama Modeli (Steiner 2008), Peyzaj Planlama Çerçevesi (Steinitz, 2012) ve Sürdürülebilir Ekolojik Planlama için Çerçeve Yöntemi (Ahern, 1999) iyi bilinen örneklerdir (Hersperger vd., 2021).

Peyzaj mimarlığı; estetik, işlevsel ve sürdürülebilir ortamlar yaratmak için çeşitli kamusal ve özel peyzaj alanlarının planlanması, tasarımı, inşası ve yönetimini içeren, insan ve doğal çevrenin entegrasyonuna odaklanan bir sanat ve bilim alanıdır. Aşağıda peyzaj ile ilgili bazı önemli kavramlar yer almaktadır:

Peyzaj tasarımı: Levinthal (1999) ve Motloch J., (2000)'a göre, peyzaj alanlarının estetik, işlevsel ve çevresel kalitesinin oluşturulması ve iyileştirilmesini kapsar. Peyzaj tasarımcıları, doğal unsurları (bitkiler, su kütleleri ve topografya gibi) ve insan yapımı unsurları (yollar, binalar ve heykeller gibi) sanatsal ve bilimsel yollarla birleştirerek, insan yaşamına ve faaliyetlerine uyarlanmış peyzajlar oluşturmaktadır (Xing, Gan, & Chen, 2024).

Planlama ve yerleşim: Marsh W. M., (2005)'a göre, belirli hedeflere ve gereksinimlere göre peyzaj mimarlığı alanlarının genel planlamasını ve organizasyonunu ifade etmektedir. Planlama; peyzaj mimarlığının rasyonelliğini, sürdürülebilirliğini ve sosyal faydalarını sağlamak için arazi kullanımlarının, işlevsel bölgelendirmenin ve mekânsal düzenin belirlenmesini içermektedir (Xing vd., 2024).

Ekolojik tasarım: Van der Ryn & Cowan (2013)'e göre, doğal ekosistemlerin korunması ve restorasyonunu öngören bir tasarım yaklaşımıdır. Ekolojik işlevleri yeniden tesis etmek, yaban hayatı için yaşam alanları sağlamak ve olumsuz çevresel etkileri mümkün olduğunca en aza indirmek için, yerel iklim, toprak ve bitki örtüsüne uyum sağlamış bitki türlerini seçerek, doğal çevre ile bütünleşmenin önemini vurgulamaktadır (Xing vd., 2024).

Sürdürülebilirlik: Leitao (2002) ve Wu J., (2013)'e göre, gelecek nesillerin yeteneklerinden ödün vermeksizin, mevcut ihtiyaçları karşılamak için, peyzaj mimarlığının tasarım ve yönetiminde sosyal, ekonomik ve çevresel faktörlerin kapsamlı bir şekilde dikkate alınmasını ifade etmektedir. Sürdürülebilirlik, kaynakların yeniden rasyonel kullanımı, enerji tasarrufu, su kaynakları yönetimi ve atık kirliliğin azaltılması önlemlerini içermektedir (Xing vd., 2024).

Kamusal alan: Carr (1992)'ye göre, şehirlerde yer alan parklar, meydanlar, sokaklar ve peyzaj koridorları gibi halka açık peyzaj alanlarını ifade etmektedir. Kamusal alanlar, insanların boş zamanlarını geçirmeleri, eğlenmeleri için yerler sağlamaktadır, kültürel ve sosyal faaliyetler, toplumsal uyumu ve sosyal etkileşimi teşvik etmektedir (Xing vd., 2024).

Kültürel peyzaj: Taylor (2011)'e göre, doğal ve beşerî kültürel unsurları birleştiren bir peyzajdır. Tarihi alanlar, tarihi parklar ve kültürel miras gibi tarihi, sanatsal, dini veya kültürel öneme sahip alanları içermektedir. Kültürel peyzajlar, insanlar ve doğal çevre arasındaki etkileşimi ve değişimini yansıtmaktadır (Xing vd., 2024).

Peyzaj koruma: Beresford (2000)'e göre, doğal, kültürel ve estetik değeri olan peyzaj kaynaklarının korunması ve sürdürülmesini ifade etmektedir. Sürdürülebilirliği ve mirası sağlamak için doğal ekosistemlerin, kültürel mirasın, tarihi binaların ve peyzaj öğelerinin korunmasını konularını kapsamaktadır (Xing vd., 2024).

Peyzaj sanatı: Milani (2009)'a göre, doğal ve insan yapımı unsurların yaratıcı şekilde bütünleştirilerek estetik değeri ve duygusal çekiciliği olan alanlar yaratılmasıdır. Peyzaj sanatı, peyzaj kompozisyonu, renk uygulaması, malzeme seçimi, ışık ve gölge efektleri gibi yönlerden sanatsal ifadeyi içermektedir. Bu kavramlar peyzaj disiplininin temelini oluşturmaktadır. Peyzaj alanlarının tasarımında ve yönetiminde önemli bir rol üstlenmektedir. Peyzaj mimarlığının

amacı, insanlara boş zaman, eğlence, sosyal etkileşim ve kültürel alışveriş için yerler sağlayan; hoş, sürdürülebilir ve uyumlu peyzajlar yaratmaktır (Xing vd., 2024).

Bu tanımlar peyzaj mimarlığı ve planlama disiplini içerisinde kullanılmaktadır ve kavramlar kendi içerisinde özelleşebilmektedir. Bu alanın uygulama boyutunu daha iyi kavrayabilmek adına planlama sürecinin aşamalarını incelenecektir. Çünkü, peyzaj planlaması, yalnızca teorik bir yaklaşım değildir; çok katmanlı, veri temelli, farklı aşamalı bir karar verme ve bu kararları hayata geçirme sürecidir. Bu doğrultuda peyzaj planlamanın farklı evreleri ele alınarak, bu sürecin nasıl şekillendiğini ve kararların hangi adımlar çerçevesinde şekillendiği açıklanacaktır.

Planlama disiplinin farklı evrelerden oluşmaktadır. Peyzaj planlamanın evreleri şu şekildedir;

- Peyzaj planlama hedeflerinin belirlenmesi
- Planlama alanına ilişkin envanter
- Peyzaj analizi
- Peyzaj gelişim stratejileri ve peyzaj planı
- Peyzaj yönetimi

olarak beş aşamadan oluşmaktadır (Uzun vd., 2012). Şekil 2.2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. 2 Peyzaj planlama süreçleri (Uzun vd., 2012)

Planlama çalışmaları, sadece arazi kullanımı ve altyapı geliştirme ile ilgili değildir; her biri kendi değerlerine ve ihtiyaçlarına sahip farklı paydaşlar arasında arabuluculuk yapmayı içermektedir ve belirlenen hedeflere göre farklı yol haritası ortaya koymaktadır (Sanchez vd., 2024).

Planlama çalışmaları, sistematik bir düşünce bütününden hareketle ortaya çıkan bir çalışma şeklidir. Disiplinler arası çalışmayla gerçekleştirilen bu süreç, birçok kurum ve kuruluştan elde edilen veri setleri kullanılmaktadır. Bu veri setleri Mekânsal Planlar Yönetmeliği madde 19, 2. bendinde belirtilmiştir: 'Çevre düzeni planlarının hazırlanması sürecinde, planlama alanı sınırları kapsamında aşağıda genel başlıklar halinde belirtilen konular ile diğer konularda ilgili kurum ve kuruluşlardan veriler elde edilir; bu veriler kapsamında analiz, etüt ve araştırmalar yapılır' ibaresi yer almaktadır. Planlama çalışmaları yapılırken temin edilecek veri başlıklar aşağıdaki gibidir:

1. Sınırlar
2. İdari ve bölgesel yapı
3. Fiziksel ve doğal yapı
4. Sit ve diğer koruma alanları, hassas alanlar, doğal karakteri korunacak alanlar

5. Ekonomik yapı

6. Sektörel gelişmeler ve istihdam

7. Demografik ve toplumsal yapı

8. Kentsel ve kırsal yerleşme alanları ve arazi kullanımı

9. Altyapı sistemleri

10. Yeşil ve açık alan kullanımları

11. Ulaşım sistemleri

12. Deprem, sel/taşkın, kütle hareketi (heyelan, çığ, kaya düşmesi, obruk ve benzeri), tsunami ve benzeri gibi doğal afet tehlikesi altındaki yerleşime uygun olmayan alanlar ile afete maruz bölgeler, ilgili kurumlarca belirlenmiş olan diri/aktif fay hatları, varsa endüstriyel/kimyasal kaza riski taşıyan alanlar, kitlesel göçe konu olabilecek yerler, yangın tehlikesi altındaki alanlar, iklim değişikliğinin ve meteorolojik olayların olumsuz etkilerine maruz alanlar

13. Askeri alanlar, askeri yasak bölgeler ve güvenlik bölgeleri

14. Planlama alanına yönelik bölgesel ölçekli kamu projeleri ve yatırım kararları

15. Her tür ve ölçekteki plan, program ve stratejiler

16. Göller, barajlar, akarsular, taşkın alanları, yeraltı ve yüzeysel su kaynakları ve benzeri hidrolojik, hidrojeolojik alanlar

17. Çevre sorunları ve etkilenen alanlar (Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği)

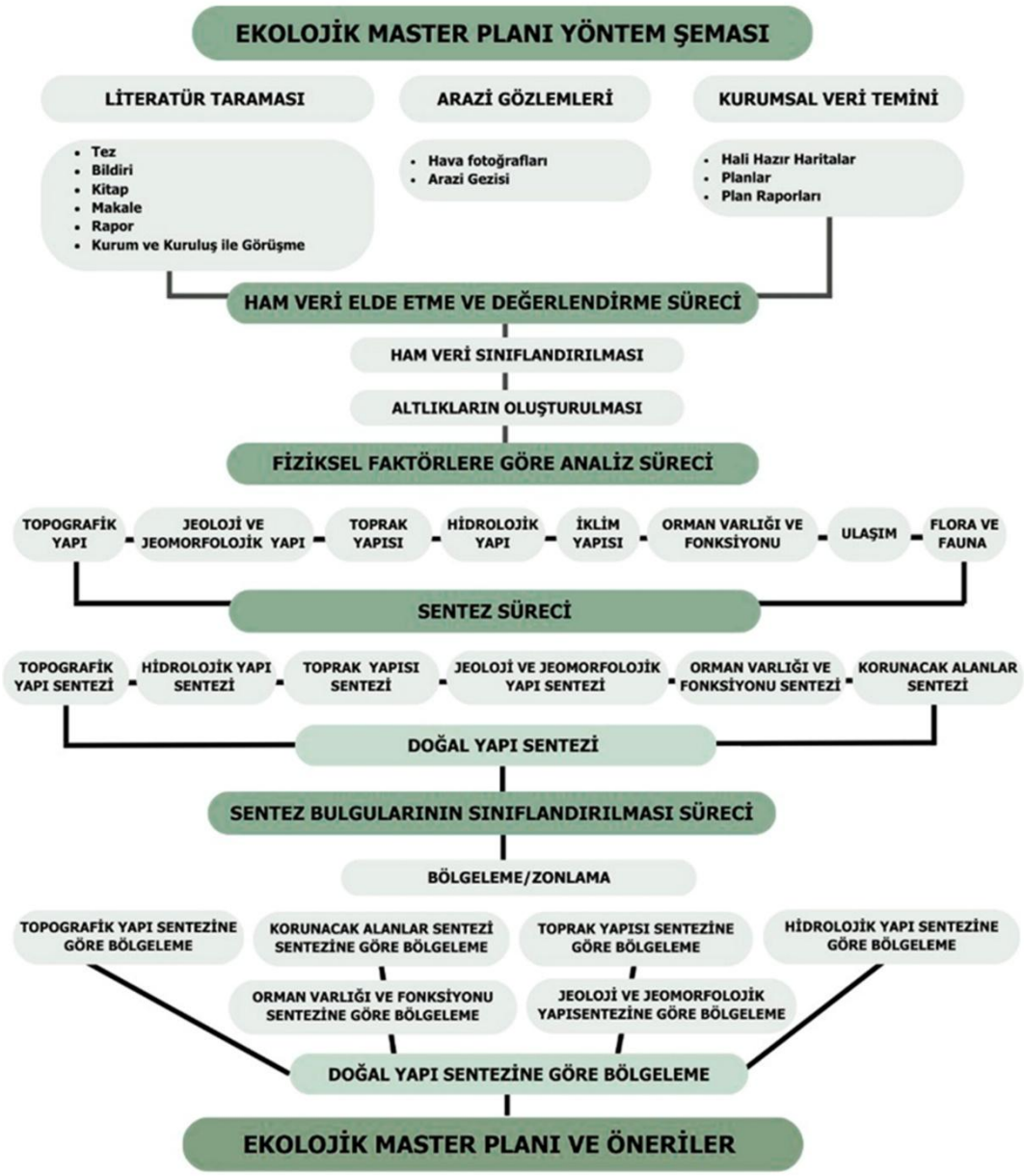
Mekânsal Planlama Yönetmeliği'nin 8. maddesinin yer alan, verinin temin edilmesi konusunda plancıyı desteklenmesi ve her türlü dokümanın sayısal ortamda sunulması gerektiğini net bir şekilde belirtilmiştir. Bu verileri 'Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi Portalında' bakanlıkça sunulur ibaresi yer almaktadır. Ancak bu verilere ulaşmak meşakkatli ve çoğu zaman mümkün olmamaktadır.

Tüm veriler elde edildikten sonra analiz sürecine geçilmektedir. Analiz çalışmaları yapılırken farklı analiz yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemler, çalışma yapılacak alan için belirlenen hedefler doğrultusunda bir veya birkaç tanesi tercih edilir ve plancılar tarafından kullanılır.

Son yıllarda, planlama disiplininde benimsenen çeşitli analiz yöntemlerini kullanılmıştır. Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) en çok bilinenidir; veri tabanı yönetim sistemleri (Database Management Systems- DBMS), karar destek sistemleri (Decision Support Systems- DSS), planlama destek sistemleri (Planning Support Systems- PSS) ve uzman sistemler (Expert Systems- ES) vb. (Sanchez ve ark., 2022). Bu yöntemlerin temel amacı, planlama çalışmaları sırasında plancıya yardımcı olmak ve analiz-değerlendirme sürecinden plan kararları alma adımına dek plancıya yardımcı olmaktadır.

Planlamada Analiz Teknikleri ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (Analyses and Techniques in Planning and Geograpic Information Systems), Tematik Analizler (Thematic Analyses), Risk Analizi (Risk Assesment), Eşik Analizi (Thereshold Analysis), Elek Analizi (Sieve Analysis), Uygunluk Analizi (Suitability Analysis), Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierachy Process), Uyumluluk/ Uyumsuzluk Matrisi (Compatibility/ Conflic Matrix), GZFT Analizi (SWOT Analysis) ve Sentez (Synthesis) vb. bir çok farklı analiz hedefler doğrultusunda uygulanmaktadır (Okumuş, 2014).

Analiz aşamasında çalışma alanın ihtiyaçlarına, hedeflerine göre farklı analizlerden yararlanılmaktadır. Hatta alan için plancı gerekli görürse birden farklı analiz yöntemi kullanabilmektedir. Şekil 2.3'te verilen Ekolojik Master Planı Yöntem Şeması yapılabilecek analizlerden biridir. Şema üzerindeki tanımlanan adımlar takip edilerek ve gerekli görüldüğünde geri dönülerek analiz süreci gerçekleştirilir ve ekolojik master plan oluşturulabilir.



Şekil 2. 3 Ekolojik master planı yöntem şeması

Bu analizlerin yapılması ile farklı meslek disiplinlerinin değerlendirmesi gereken konular ortaya çıkmaktadır. Plancılar karmaşık sorunlara uygun ve etkili bir şekilde çözüm bulması gerekmektedir. Bu sorunlar, farklı disiplinlerin bilgisini gerektiren çeşitli zorluklar içermektedir. Bu nedenle bir plancının veya karar vericinin sorunu kendi başına çözmesi her zaman mümkün olmamaktadır (Sanchez vd., 2024).

Peyzaj planlaması yerden yere büyük farklılıklar göstermektedir (Hersperger, Bürgi, Wende, Bacau, & Gradinaru, 2020). Örneğin Almanya'da, kurumlarla bütünleşmiş bir şekilde planlama çalışmaları yapılabilmektedir. İsviçre'de, stratejik

mekânsal planlamaya bir veri sağlayabilmektedir. ABD'de, kısmi bir çalışma olarak görülmekte, Romanya'da ise kurumlar arası hazırlanan bu veriler sistematik olarak kullanılamamaktadır (Hersperger vd., 2021).

Peyzaj planlama son yıllarda önemli gelişmeler kaydetmiştir. Birçok alanda çalışmalar yaparak kentlerdeki yaşama önemli katkıları olmuştur. Çalışma alanları ve üstlendiği misyon itibariyle genel olarak;

Tarihi ve kültürel miras alanlarının korunması: Carter (1997)'e göre, Antik Roma kalıntıları, antik şehir surları, kraliyet bahçeleri ve tapınaklar da dahil olmak üzere çok sayıda tarihi ve kültürel miras alanı bulunmaktadır. Bu alanları korumak ve gelecek nesillere aktarmak için büyük ölçekli kültürel miras koruma ve restorasyon çalışmaları yürütülmüş, ilgili planlama ve yönetim tedbirleri hazırlanmıştır (Xing vd., 2024).

Ekolojik peyzajın teşvik edilmesi: Turner (1989)'e göre, ekolojik peyzaj, biyolojik çeşitliliğin korunması, su kaynakları yönetimi ve sürdürülebilir kalkınmayı vurgulamaktadır. Birçok şehir ekolojik parklar ve ekolojik koridorlar inşa etmiş, sulak alanlar, nehirler ve ormanlar gibi doğal peyzajları restore etmiş ve korumuştur (Xing vd., 2024).

Kentsel-kırsal sınır alanlarının planlanması: Gan (2023) ve Li G. C. (2021)'e göre, bu alanlar hem kentsel hem de kırsal özelliklere sahiptir ve rasyonel planlama ve yönetim gerektirmektedir (Xing vd., 2024).

Turistik cazibe planlaması: Inskeep (1987)'e göre, turistik cazibe merkezlerinin planlanmasında da önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Yasak Şehir, Çin Seddi ve Huangshan Dağı gibi turistik yerler, bu doğal alanların planlanması ve yönetilmesi, iyi bir gezi deneyimi sağlamak için çok önemlidir. Turizm destinasyonu planlama ve yönetimine yönelik yerli ve yabancı kılavuzlar geliştirilerek doğal alanların korunması, yönetimi ve sürdürülebilir kalkınması güçlendirilmiştir (Xing vd., 2024).

Sonuç olarak peyzaj planlama ekolojik çevrenin korunması, tarihi ve kültürel mirasın korunması ve kentsel yeşillendirme inşasına odaklanarak sürekli gelişmektedir (Xing vd., 2024).

2.2 Peyzaj Planlamanın Tarihsel Süreci

Bilinen ilk planlama yöntemi 1913'te 'Landscape Architecture' dergisinde yayınlanmıştır. Bu yöntem Warren H. Manning tarafından ortaya konulmuştur. Amerika'da yaşayan bir peyzaj mimarıdır. Başlangıçta Olmstead için çalışmıştır. Olmstead ofisi dönemin şartlarına göre yüksek teknolojiyle donatılmıştır. Üzerinde çizim yapılabilecek yarı saydam malzemeler ve ışık masalar ofiste bulunmaktadır. Bu masalarda yapılan çalışmalar ışığın yardımıyla birleştirilmektedir. Aynı ölçekte ve aynı coğrafi referans sisteminde olduğu sürece temelde üst üste katmanlar konulması mümkündür. Gerçekleştirilen farklı çalışmalar kapsamında, çeşitli ve anlamlı veri çakıştırmaları yapılarak özgün haritalar üretilmiştir. Çinlilerin yaptığı gibi saha analizi için tek bir analoji tabanlı haritalar değil, ayrı haritalar üretilmektedir. Toprak çeşitleri, yollar, eğimler ve daha fazla katmanları çizebildiler. Bu katmanları bir araya getirerek yapıların nereye geleceğine karar vermişlerdir (Steinitz, 2019).

McHarg'ın "Doğayla Tasarım (Desing with Nature)" adlı kitabı, peyzaj planlama alanında ve doğal süreçlerin kalkınmayı yönlendirmesine ilişkin etkenleri açıklayan yapılmış en etkili çalışmadır. McHarg ve ekibi karşılaştırmalı analiz yapabilmede alternatif planlar hazırlama, karşılaştırmalı analizler ve alana ilişkin en doğru kararların üretebilme üzerine odaklanmışlardır (McHarg, 1969; Steinitz, 2009).

Steinitz (2009)'e göre, peyzaj planlama alanında önemli katkılardan birini, 1986 yılında yayınlanan 'Peyzaj Ekolojisi' adlı çalışmasıyla, Richard Forman (1935- …) yapmıştır. Peyzaj ekolojisi, peyzajın mekânsal yapısını ekolojik süreçler bazında değerlendirerek, geçmişi ve günümüzdeki potansiyel değişimlerin etkilerini anlamamıza yardımcı olmaktadır. Bu yaklaşım teorik düzeyde peyzaj planlamaya önemli katkı sağlamıştır (Çetinkaya & Uzun, 2014).

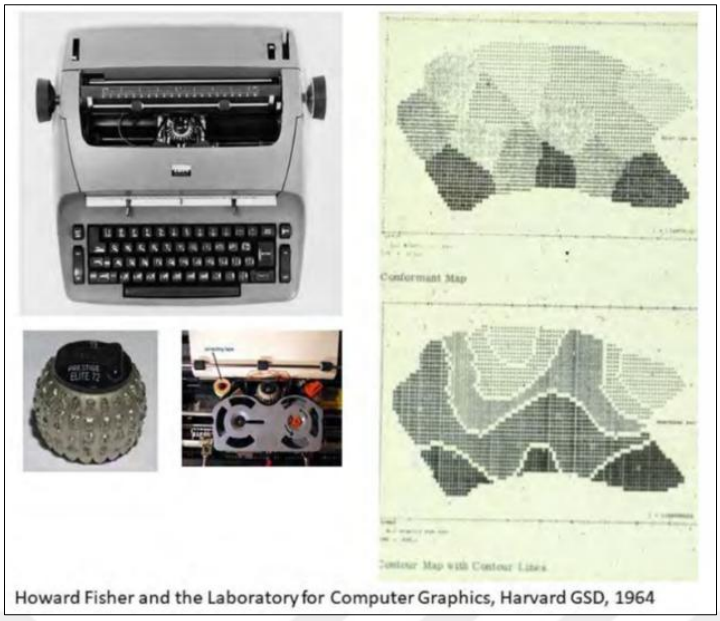
Gülersoy (2014)'e göre, 1970'li yıllarla birlikte arazi örtüsü ve arazi kullanımı araştırmaları doğal ortam-insan etkileşimi ayrıntılı olarak vurgulanmış ve söz konusu değişimlerin plansız olarak gerçekleştiği üzerinde durulmuştur (Bayar, 2019).

1970'li yıllarda ekolojik yaklaşımın koruma olgusuyla bütünleşmesi ile kullanılacak alanların taşıma kapasitesi, çevresel duyarlılıkları ve uygunlukları değerlendirilmiştir. Koruma amaçlı planlamayı yerel kalkınma planlarına ilk kez

peyzaj planlama ve tasarımcısı McHarg tarafından uygulamıştır. Marsh'a (Marsh W. M., 2005) göre; çevre kaynakları ile alan kullanımları arasında bir denge kurulmasını amaçlayan bütüncül peyzaj planlama yaklaşımını geliştiren McHarg'ın bu yaklaşımı 1960-1980'lerde yaygın olarak kullanılmıştır (Çetinkaya & Uzun, 2014).

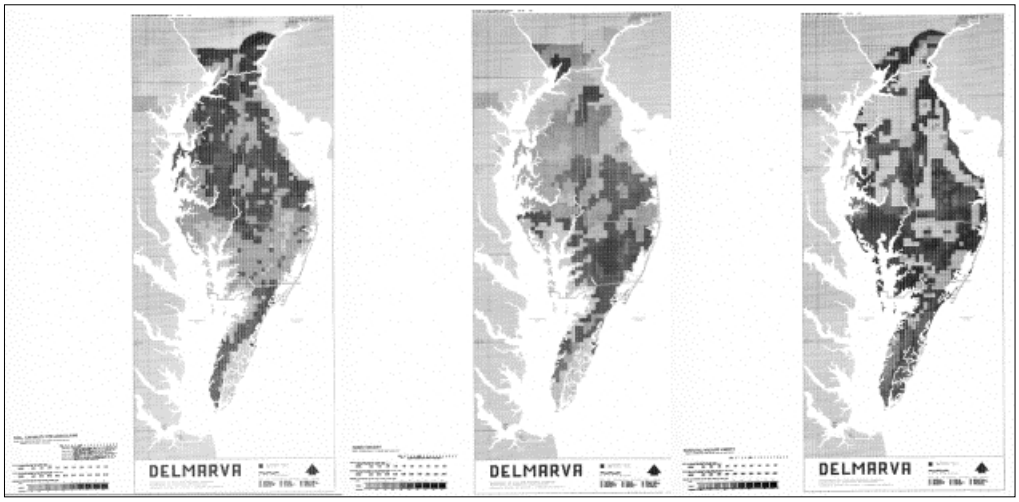
Coğrafi bilgi sistemleri 1960'lı yıllarda geliştirilmiş bilgisayar tabanlı yazılımlardır. Bilgisayar teknolojisinin gelişmesiyle 1980'li yıllarda gelişmiş ülkelerde 1990'lardan itibaren gelişmekte olan ülkelerde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Han ve Kim (1989)'a göre CBS özellikle, kent planlamada etkin karar almak için gerekli olan farklı kaynaklardan gelen verileri bir araya getiren bilgisayar tabanlı bir bilgi sistemidir (Okumuş, 2014).

Analog yöntemlerden dijital yöntemlere geçiş, esasen fikirlerin dijital araçlara dönüştürülmesidir. 1964 yılında Carl Steinitz, Kevin Lynch'in doktora öğrencisi olmuştur. Harvard-MIT kentsel çalışmalar merkezinde tesadüfen Howard Fisher ile tanışmıştır. Fisher, Harvard Üniversitesine bilgisayar grafik laboratuvarı kurmak için çalışmalar yapmaktadır. Steinitz daha önce yapmış olduğu çalışmaları Fisher'a vermiş ve bu çalışmaların dijital olarak haritalar haline getirilmesi için birlikte çalışmışlardır (Steinitz, 2019). Bu çalışmaları yaparken kullandıkları IBM Selectric Daktilo ve çalışma örneği günümüze kadar korunmuştur (Şekil 2.4).



Şekil 2. 4 Howard Fisher'ın Bilgisayar Grafikleri IBM Selectric Daktilo ve SYMAP (Steinitz, 2019)

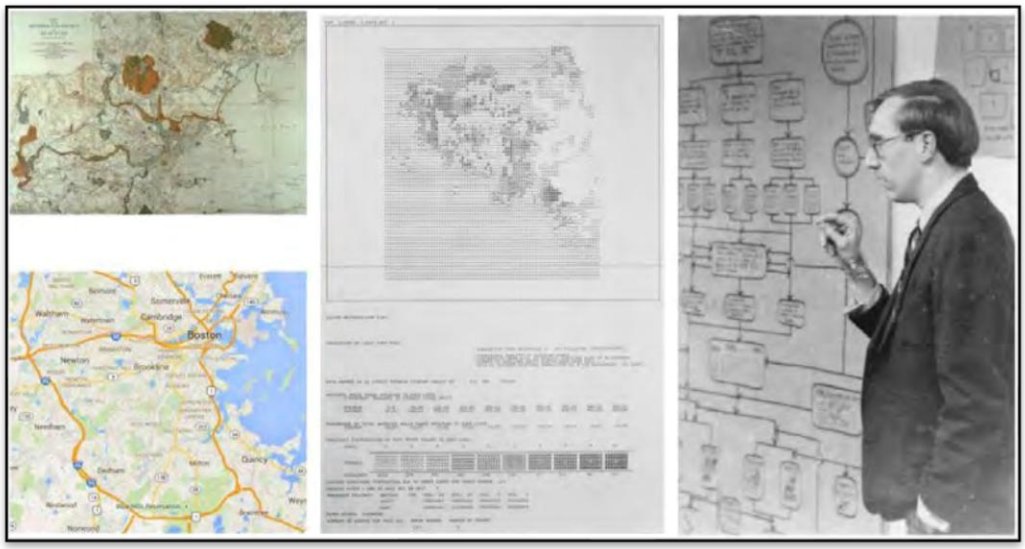
Daha sonraki stüdyo derslerindeki projeleri, Washington DC'nin güneyinde bulunan yarımada için koruma stratejisi üretmektir. Stüdyo dersinde misafir eleştirmenler olarak Ian Mcharg (1920-2001) ve Phil Lewis (1925-2017) bulunmaktadır. Steinitz ve dört peyzaj mimarlığı öğrencisi, koruma stratejilerini ilk defa bilgisayarla yapmışlardır. Çalışmada, hava fotoğraflarının gözle ve elle yorumlanması, sonrasında verilerin düzenlenmesi bir ay sürmüştür. Daha sonra üç ana analiz ve sentezle; tarım, ormancılık ve biyoçeşitlilik kapasitesi belirlenmiştir (Şekil 2.5). Haritaların bilgisayarda yapıldığı ve renkli olmaması nedeniyle, misafir eleştirmenler analizler hakkında tartışmayı reddetmişlerdir. Steinitz bu durumu dijitalleşmenin ilk yıllarda yaygın bir bilgisayar tepkisi olarak görmektedir (Steinitz, 2019).



Şekil 2. 5 Tarım, ormancılık ve biyoçeşitliliğin korunma kapasitesi haritaları (Steinitz, 2019)

Sonraki yıllarda Harvard Üniversitesinde okuyan öğrenciler, bilgisayarın sağladığı işlem gücünü kullanarak farklı çalışmalar için haritalar üretmeye devam etmiştir. Örneğin, Jack Dangermond, Steinitz ile çalıştığı bir projede konut modelleri ve konut için arazi yeri tespit etme görevini üstlenmiştir (Steinitz, 2019), (Şekil 2.6).

Dangermond (1945-…), daha sonra bilgisayar temelli haritaların hazırlandığı programları geliştiren ESRI şirketini kurmuş ve bu yolla peyzaj planlama disiplininin ilerlemesine katkı sağlamıştır (Çetinkaya & Uzun, 2014).



Şekil 2. 6 Konut modeli, Jack Dangermond (Steinitz, 2019)

Türk mekânsal planlama sisteminin tarihi, Osmanlı döneminde on dokuzuncu yüzyılın ikinci yarısına kadar uzanmaktadır. Bu çalışmalar, resmi bir kentsel planlamadan ziyade mekânsal düzenlemeler olarak bilinmektedir. Bu durum, yeni Türkiye Cumhuriyeti'nin ilk yılları olan 1920'ler ve 1930'lar için de geçerlidir. Kentsel mekânsal planlama, ilk olarak 1956 yılında 6785 sayılı ilk İmar Kanunu'nun kabul edilmesiyle kurumsallaşmıştır. Bu tarih, Türkiye'de kentleşmenin 1950'den sonra sanayileşme çabalarıyla birlikte hız kazanması nedeniyle önemlidir (Dede, 2016).

1950'den sonra, Türkiye'de hızlanan kentleşme ve sanayileşmeyle aynı zamana denk gelen önemli bir dönüm noktasını temsil etmektedir. Kırsal nüfus, Ankara ve İstanbul gibi büyük kent merkezlerine göç etmeye başladıkça, yapılandırılmış planlama yaklaşımlarına duyulan ihtiyaç belirginleşmiş ve bu da Türk mekânsal planlama sisteminde rasyonel ve kapsamlı bir planlama yaklaşımının benimsenmesine yol açmıştır. Planlı kalkınma kavramı, 1960 yılında Devlet Planlama Teşkilatı'nın kurulması ve 1962'de başlayan Beş Yıllık Kalkınma Planlarını uygulamaya koyan Ana Kanun'un 1961'de kabul edilmesiyle ulusal düzeyde daha da güçlenmiştir (Dede, 2016).

İkinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1968-1972) sırasında, Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) ve Amerika Birleşik Devletleri Uluslararası Kalkınma Ajansı (USAID) arasında Türkiye'de milli parklar kurulması konusunda bir iş birliği yapılmıştır. Bu dört yıllık çalışma, mimarlar, arkeologlar, mühendisler, planlamacılar, teknisyenler ve orman mühendisleri de dahil olmak üzere uluslararası ve Türk profesyonelleri bir araya getirerek on iki farklı proje üzerinde çalışılmış "Uzun Vadeli Kalkınma Planları" hazırlanmıştır (Uzmay, 2019).

1950’li yıllarda başlayan peyzaj planlama çalışmaları, bu tarihten itibaren hızlı bir kentleşme süreci geçirmektedir. Ancak mekânsal planlama ve imar konusundaki en önemli yasal düzenleme 1985 yılına ait 3194 sayılı İmar Kanunudur. Ülkemizdeki mekânsal planlama süreci, kalkınma planları temel alınarak, bölge planları, metropoliten planlaması, alt bölge ve il planlaması, çevre düzeni planları, nazım ve uygulama imar planları, sektörel planlamalar olarak ele alınmaktadır (Uzun vd., 2012).

Avrupa Birliği'nin bölgesel politikasına uyum süreci çerçevesinde, 2000'li yıllar Türkiye'de kentsel yönetim ve planlama uygulamalarının dönüşüm geçirdiği bir dönemdir. Buna bağlı olarak, Avrupa Birliği bölgesel politikalarına uyum sağlamak üzere yeni yasal ve kurumsal düzenlemeler yapılmıştır. Türkiye'de NUTS sınıflandırması 2002 yılında uygulamaya konulmuş ve bunu 'bölgesel kalkınmayı teşvik etmek, sürdürülebilirliği sağlamak ve bölgesel kalkınma eşitsizliklerini azaltmak' amacıyla kalkınma ajanslarının kurulması izlemiştir. Bu yeni düzenlemelerin ardından, Türkiye'nin arazi kullanım planlama sisteminin ülke, 26 (NUTS2) bölge, 81 (NUTS3) il ve 1.397 belediyeden oluşan dört düzeyde yeniden düzenlenmiştir. Merkezi hükümet, ulusal düzeyde mekânsal planlama sistemlerini tanımlayan yasal çerçeveden sorumludur ve hükümet büyük altyapı yatırımları için finansal kaynak sağlamaktan da sorumludur (Ustaoğlu & Aydınoğlu, 2019).

Türkiye'deki plan hiyerarşisi, makro ölçeklerden mikro ölçeklere doğru sistematik ve kademeli bir ilerlemeyi takip etmektedir. En üst düzeyde ulusal kalkınma planları, ardından ulusal mekânsal strateji planı yer almaktadır. Büyükşehir belediyeleri 1:25.000 ve 1:5.000 ölçekli nazım imar planları hazırlamakla yükümlüdür, ilçe belediyeleri ise 1:1.000 ölçekli uygulama planları hazırlamaktadır (Yücel, 2023).

Bu hiyerarşik sistem, daha yüksek ölçeklerde belirlenen planlama ilkelerinin daha düşük ölçeklerde de uygun şekilde uygulanmasını, uygulama imar planlarının (1:1.000 ölçekli) temel birim olarak parsel düzeyine kadar ölçeklenmesini sağlamayı amaçlamaktadır (Baser, 2020).

Bu hiyerarşik yapının olmasına rağmen, Türk planlama sisteminde önemli boşluklar ve zorluklar mevcuttur. Dikkat çeken eksikliklerden biri, 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanım Planlaması Kanunu uyarınca hazırlanması gereken ulusal ve bölgesel düzeyde makro ölçekli mekânsal planların ve kırsal alanlar için mikro ölçekli arazi kullanım planlarının eksikliğidir (Ercan, 2020).

Türkiye'nin Avrupa Birliği'ne uyum süreci kapsamında 1994 senesinde dahil olduğu, Avrupa Çevre Ajansı tarafından belirlenen kriterler doğrultusunda, hazırlanan uydu görüntüleri üzerinden bilgisayar destekli yorumlama metodu ile CORINE verileri üretilmiştir. Bu verilerle, 1/100.000 ölçekte, Türkiye'de 1990, 2000, 2006, 2012 yılları arasındaki değişimi tespit etmeye yönelik çalışmalar

yapılmıştır. Kapsamında arazi örtüsü; yapay bölgeler, tarımsal alanlar, orman yeri ve yarı doğal alanlar, sulak alanlar ve su yapıları olmak üzere beş ana sınıfa ve detayda kırk dört alt sınıfa ayrılarak ele alınmıştır (TC Tarım ve Orman Bakanlığı, 2025) . Türkiye'nin arazi örtüsü değişiminin belirlenmesi için oldukça önemli olan bu veri seti, uygulamada ve detay sınıflarda maalesef ülkenin tamamı için doğru sonuçları göstermemektedir (Bayar, 2019).

Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknolojileri Türkiye'de 2000'li yıllarda yaygınlaşmaya başlamış, gelişen teknolojik imkanlarla birlikte arazi kullanımı çalışmaları ve planlamaya altlık oluşturabilecek daha somut değerlendirmeler yapılması adına çeşitli imkanlar gelişmiştir.

Teknolojik gelişmeler Türkiye'de planlama uygulamalarını giderek daha fazla etkilemektedir. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), 1990'lardan bu yana şehir ve bölge planlama, kentsel tasarım ve peyzaj mimarlığında önemli bir ivme kazanmıştır. Türkiye'de CBS ile planlama arasındaki ilişkiyi ortaya koyan araştırmalar, 2004 yılından bu yana önemli ölçüde artmıştır (Çelik & Şekeroğlu, 2023).

CBS ve UAT kullanımıyla birlikte, arazi örtüsü ve arazi kullanımı verilerinin uydu görüntüleri ve/veya hava fotoğrafları yardımıyla tespit edilebilmesi, veri güvenilirliğini ve doğrulanmasını güçlendirirken, değişimin tespitinde bu görüntülerin zamansal olarak izlenebilmesi de büyük kolaylıklar sağlamıştır (Bayar, 2019).

2.3 Peyzaj Planlamanın Amaç ve Kapsamı

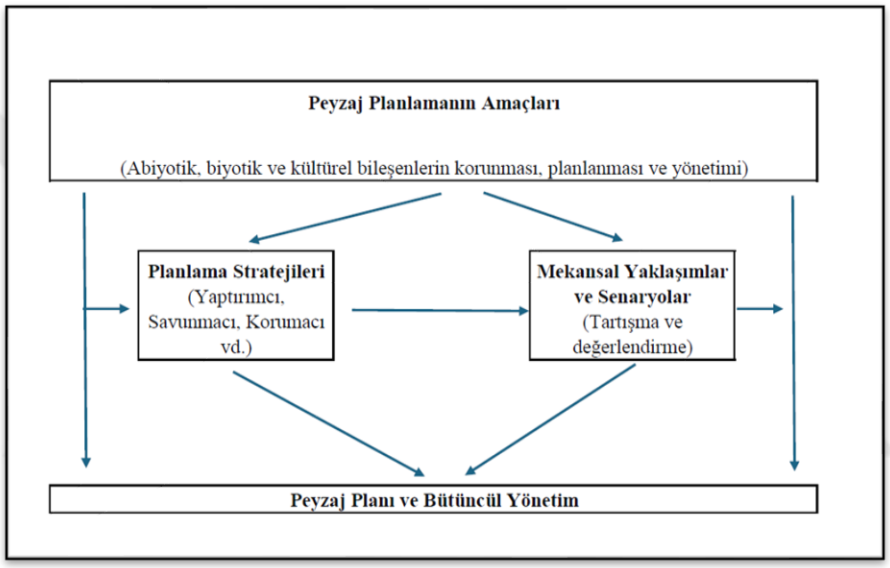
Planlamanın başlıca amacı: doğa koruma ve toplumsal kalkınma arasında bir dengenin oluşturulması için mekânın organize edilmesi veya düzenlemesi eylemidir. Her ölçekte planlama mümkündür. Planlamanın olmaması ve hatalı plan kararları birçok sorunlara neden olmaktadır. Günümüzde planlama bütüncül bir yaklaşımı içermektedir. Bu yaklaşım çerçevesinde, ekolojik ilkelerin planlamaya entegre edilmesi için çalışmalar yapılmaktadır (Botequilha-Leitão, Miller, Ahern, & McGarigal, 2006).

Ahern (1997) ve Motlock (2001)'e göre, peyzaj planlama peyzajın sürdürülebilirliği, mekânın organizasyonu ve düzenlenmesinde ileriye yönelik alınan kararlar bütünüdür.

Doğa Koruma Birliği- IUCN (2008)'e göre peyzaj planlamanın üç amacı vardır:

- Doğa korumak
- Gıda üretiminin devamlılığını sağlamak
- Yöre halkının yaşam kalitesini artırmak (Çetinkaya & Uzun, 2014).

Ahern (1997)'e göre peyzaj planlama ile biyotik, abiyotik ve kültürel kaynakların sürdürülebilir korunması, kullanımı ve restorasyonunda en uygun alan kullanım modellerinin oluşturulması amaçlanmaktadır (Şekil 2.7), (Çetinkaya & Uzun, 2014).



Şekil 2. 7 Peyzaj planlamanın genel çerçevesi (Ahern, 1997)

Belirlenen amaçlar doğrultusunda peyzaj planlama en uygun çözümleri üretmektedir. Alan kullanım kararları, peyzaj planı ve bütüncül yönetim modelinin oluşturulmasında kullanılır (Ahern, 1997).

Peyzaj planı yapmak için tanımlama/envanterler konusunda aşağıdaki katmanlara bakılmaktadır;

- Abiyotik koşullar ve Jeomorfoloji
- Yaşayan doğal ve ekolojik çevre
- Mevcut peyzaj
- Yerleşim alanları
- Alan kullanım şekilleri (Schröder vd., 2010)

Peyzaj planlarının yasal ve yönetsel olarak hazırlandığı birçok ülkede, peyzaj planlamanın temel amaçları arasında doğa koruma, sürdürülebilir doğal kaynak yönetimi gibi koruma amaçları bulunmaktadır. Ulusal, bölgesel ya da yerel düzeydeki peyzaj planları o mekâna ait karar vericilere, doğal kaynakların sürdürülebilirliği ve diğer planların çevre üzerindeki etkilerinin en aza indirgenmesi için önemli ipuçları vermektedir. Almanya ve İngiltere gibi ülkelerde peyzaj planları diğer mekânsal planlar ve sektörel planlarla bütünleştirilmekte, karar verme aşamasında kullanılmaktadır (Çetinkaya & Uzun, 2014).

Peyzaj planlaması, doğal ve inşa edilmiş ortamlarda çeşitli kritik işlevleri yerine getirmektedir. Bu işlevler:

Dirençli peyzajların geliştirilmesi: Peyzaj planlamanın en temel işlevi değişime uğrayan alanlardaki oluşan sorunları azaltma, yeniden düzenleme kapasitesindeki yapıları, kimlikleri ortaya koyarak ve mevcut potansiyelini koruyan alanlar oluşturmaktır (Holling, 1973).

Doğa koruma ve biyolojik çeşitliliğin korunması: Peyzaj planlaması ekolojik sistemlerin korunması ve biyolojik çeşitliliğin sürdürülmesine yardımcı, doğa koruma ve peyzaj yönetiminde kullanılan önemli bir planlama aracıdır (Rudenko, ve diğerleri, 2013). Korunacak alanları tespit eder, yaşam alanlarını güvence altına alır ve planlama süreçleri aracılığıyla ekolojiyi geliştirmeye yönelik önlemler ve hedefler ortaya koyar (Venodha, 2016).

Ekolojik bağlantı ve parçalanmanın azaltılması: Peyzaj koridoru oluşturularak altyapı ve diğer gelişmelerin neden olduğu parçalanmalar azaltılmakta ya da önlenebilmektedir. Ekolojik değerleri artırırken bölgesel sürdürülebilir kalkınmayı teşvik edilebilir (Xu, Plieninger, Zhao, & Primdahl, 2019).

Sürdürülebilir kaynak yönetimi: Peyzaj planlaması, belirli bölgelerde doğal kaynak kullanımının etkisini araştırmaktadır. Kullanıcı taraflar arasındaki çatışmaları çözmenin yollarını ortaya koyar ve doğal peyzaj özelliklerinin insan faaliyetlerinden kaynaklanan bozulmanın önüne geçmektedir (Rudenko vd., 2013).

Çevresel değerlendirme ve koruma: Planlama süreçleri, en iyi uygulamalar kapsamında ekolojik değerlendirmeleri içeren çalışmalardır. Doğal çevreleri

etkileyebilecek inşaat projeleri için planlama çalışmaları yapılması gerekmektedir (Venodha, 2016).

Peyzaj performansının optimizasyonu: Peyzaj planlaması, uzun vadeli uygulanabilirliği teşvik ederken; çevresel, sosyal ve ekonomik hedeflere ulaşmayı amaçlamaktadır (Chen, 2023).

Yapay ve doğal çevrenin bütünleşmesi: Modern peyzaj planlama yaklaşımları, yapılı ve doğal çevreleri birbirinden ayrılamaz olarak kabul etmektedir. Bu nedenle planlama yapılırken tüm çevreyi birleşik ve bütünsel bir bakış açısıyla ele almaktadır (Tan, Gu, & Zheng, 2023).

Çatışma çözümü ve paydaş katılımı: Peyzaj planlaması, iletişimi teşvik ederek tüm paydaşları diyaloğa dahil eden bir süreçtir. Şeffaf ve demokratik karar almayı tüm paydaşlar için tarafsız bir şekilde yapmaktadır (Rudenko vd., 2013).

Karakter değerlendirmesi ve yönetimi: Peyzaj planlaması, peyzaj karakterinin, daha geniş bağlamının (mekânsal/fiziksel, kültürel, ekonomik veya politik) ve bu karakteri etkileyebilecek değişim güçlerinin bütünsel bir anlayışının geliştirilmesine yardımcı olmaktadır (Ray, 2021).

Bölgesel ölçekte iş birliği: Peyzaj planlaması, bölgesel ölçekte bütünleşmiş ve iş birliğine dayalı olarak uygulanmaktadır. Kentsel yayılma ile rekreasyonel peyzaj değerleri, tarımsal üretim ile doğa koruma, yenilenebilir enerji üretimi ile estetik arasında ortaya çıkan çatışmaları ele almaktadır (Hersperger vd., 2021).

Sürdürülebilir arazi kullanımının teşviki: Peyzajları doğrudan planlama aracı olarak görmek yerine, mekânsal planlamanın aracı olarak kullanmaktadır. Peyzaj planlaması; toplumsal beklentiler ve kültürel normlara göre farklılaşan peyzajların sunduğu fırsatlardan yararlanılmasını sağlamaktadır (Rooij vd., 2021).

Tüm bu işlevler, peyzaj planlama çalışmalarında, çalışma alanı bağlamında kullanılan kavramlardır. Hedefler doğrultusunda bir veya birden fazla işlevle hareket etmek söz konusu olabilmektedir.

3
YAPAY ZEKÂ

Yapay zekâ, pek çok disiplin alanında değişim yaratmakta ve gelişerek kullanılmaktadır. Bu bölümde, yapay zekânın kavramsal temelleri, tarihsel gelişim süreci ve teknolojik bileşenleri ortaya konarak peyzaj planlama sürecine sağlayabileceği katkılara yönelik teorik bir zemin oluşturmak amaçlanmıştır.

3.1 Yapay Zekâ Tanımı ve Önemi

Yapay zekâ akıl yürütme ve deneyime dayalı öğrenme, insan zekâsını taklit etme veya geliştirme amacıyla bilgisayarları kullanmak olarak tanımlanabilir (Sanchez T. W., 2023)

Yapay zekâ çalışmalarının öncülerinden McCarthy'e göre, yapay zekânın insan zekâsını öğrenme, olgularını en ince ayrıntılarına kadar anlama ve tanımlanması durumunda; makinelerin bu durumu taklit etmesi, öğrenme yeteneğini kullanması ve bunu yapabilecek zekâya sahip olmasıdır (McCarthy, 2007).

Yapay zekâ, bilgisayar biliminin akıllı dilini kullanabilme, öğrenme, akıl yürütme, problem çözme gibi niteliklere sahip bilgisayar sistemleri tasarlamakla uğraşan koludur (Güzeldere, 1998).

Yapay zekâ büyük ölçüde verimlilik ve neoliberal değerler paradigması içinde geliştirilen, tipik olarak insan zekâsına ihtiyaç duyan görevleri yerine getirebilen, bilgisayar sistemlerinin teorisi ve yaratısıdır. Yapay zekâ görüntüleri anlamak, analiz etmek, doğal dil, kantitatif yöntemler ve diğer teknolojilere dahil olmak üzere çeşitli teknikleri temsil eder (Sanchez vd., 2022).

Kısaca Ai (Artifical Intelligence) olarak tanımlanan yapay zekâ, son 20 yıldır hakkında yapılan çalışmalar giderek artmaktadır.

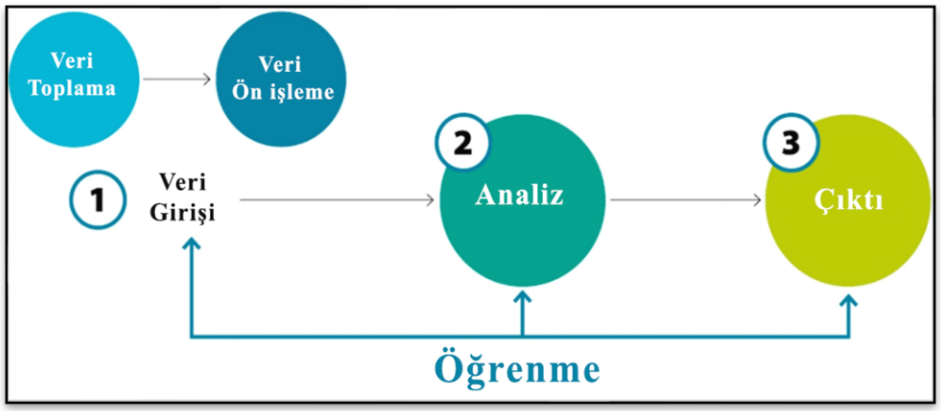
1936 yılında ünlü İngiliz matematikçi olan Alan Turing'in 'Bilgisayar Tasarımının Mantıki Temelleri' adlı yayını bu alanda başlangıç olarak ilk makale kabul edilmektedir. Turing'in 1950 yılında Mind dergisinde yayınlanan 'Computing

Machinery and Intelligence' (Hesap Makineleri ve Zekâ) başlıklı ünlü makalesinde "Turing Testi" adını verdiği testi tanıtmıştır. Bu testin amacı bir makinenin düşündüğünü söylemenin mantıksal olarak mümkün olup olmadığıdır (Penrose, 1997).

Turing testine göre bilgisayar gönüllü bir insanla birlikte, sorgulayıcı ise görüş alanının dışında farklı bir yerde durur. Sorgulayıcı, yalnız soru sormak suretiyle, hangisinin insan, hangisinin bilgisayar olduğunu saptamaya çalışır. Sorgulayıcıya sorular ve aldığı yanıtlar, klavye sisteminden yazılarak veya bir ekranda gösterilerek verilir. Sorgulayıcıya, bu soru/cevap oturumunda elde edilen bilgiler dışında, her iki taraf hakkında hiçbir bilgi verilmez. Gönüllü (insan) soruları içtenlikle yanıtlar ve kendisinin insan, öteki deneğin bilgisayar olduğuna dair sorgulayıcıyı ikna etmeye uğraşır; fakat bilgisayar 'yalan' söylemeye programlanmış olduğu için kendisinin insan olduğuna sorgulayıcıyı inandırmaya çalışır. Dizi halinde tekrarlanan testler sürecinde, sorgulayıcı insanı saptayamadığı takdirde, bilgisayar testi geçmiş sayılmaktadır. Yapay zekânın amaçları elektronik makineler aracılığıyla insanın ussal etkinliğini olabildiğince taklit etmek ve sonucunda insanın ussal etkinlik yeteneğini geliştirmektir (Penrose, 1997).

Yapay zekâ, bilgisayar bilimcileri tarafından bir süredir kullanılıyorsa da ürün tasarımından pazarlamaya, müşteri geri bildirimlerinden kullandığımız çok çeşitli tüketim mallarına kadar birçok hizmetlerle ilişkilendirilmektedir. Bunu yapmak için birçok disiplin sürece katkıda bulunmaktadır. Yapay zekâ, olasılık teorisi, ekonomi, algoritma ve birçok tasarım yöntemlerini kullanmaktadır. Ayrıca, bilgisayar bilimi, matematik, psikoloji ve dilbilimi de yapay zekânın geliştirilmesinde kullanılmaktadır (Sanchez, 2023).

Yapay zekâ çok geniş bir analitik yöntem yelpazesini ifade etse de temel unsurlar bir dizi girdi, analiz ve çıktı sürecini kapsamaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3. 1 Yapay zekâ için temel analitik süreç (Sanchez, 2023)

3.2 Yapay Zekânın Tarihsel Süreci

Yapay zekâ insan zekâsını taklit eden sistemlerin ve algoritmaların geliştirilmesini amaçlayan bir bilim dalıdır. Yapay zekânın başlangıcı, mantık ve hesaplamaya dayanan düşüncelerin ortaya çıkışına kadar uzanmaktadır.

İlkçağ Yunan filozofu Aristoteles (MÖ 384-322) insanlara boş vakit kalması için köleliğin şart olduğunu düşünmeden önce, Politika adlı kitabında; "elimizdeki her alet ya bizim emrimizle ya da ihtiyaç halinde kendi işini icra ediyor, … dokuma tezgahının mekiği kendiliğinden gidip gelse ve lirin mızrabı kendi kendine çalsa, o zaman ne usta zanaatkarlar hizmetçiye gereksinim duyardı ne de efendiler kölelere" sözü, yapay zekâyla ilgili ilk düşünceler olarak görülmektedir. Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716), mantıksal uslamlama hakkında düşünen önemli kişilerdendir. Leibniz "kusursuz insanların hesap için köle gibi saatlerini harcaması ne yazık, oysa makineler kullanılıyor olsa, bu iş güvenle başkalarına bırakılabilirdi" demiştir. Bu düşüncesiyle mekanikleşen düşünceye ve hesaplamayı kastetmiştir ve bunun gibi birçok konu üzerinde yazılar yazmıştır (Nilson, 2010).

Günümüzde popüler bir konu olan ve neredeyse tüm disiplinler içerisinde kendisine çalışma alanı bulan yapay zekânın, felsefi temelleri ve ilk somut adımları 17. yüzyıla dayandırılmaktadır. 17. yüzyılda, başta yönetici ve aristokrat sınıfı olmak üzere toplumun her kesiminde insan ve hayvan davranışlarını taklit eden otomatlar oluşturma yarışı başlamıştır. Bu yarış, dönemin felsefi bakış açısına da yansımıştır. Dönemin ünlü filozoflarından Descartes (1596-1650), insanı saat benzeri bir düzenekle çalışan makinelere benzetmiştir (Schultz & Schultz, 2007).

Sayısal bilgisayar ilk defa Cambridge Üniversitesi matematik profesörü Charles Babbage tarafından, 1828-1839 yılları arasında "Analitik Makine" adını verdiği bir cihaz ile tasarlanmış ancak tamamlanamamıştır. Bu fikir, günümüz makinelerinin temellerini oluşturmaktadır (Turing, 1950).

1938'de sezgi, matematikçilerin hangi sistemlerle çalışacaklarına, hangi soruları çözeceklerine karar vermelerine yardımcı olan gizemli bir 'seçim gücü' olarak anlaşılmaktaydı. Sezgi bilgisayarda olan bir şey değil, bilgisayarın ne yapacağına karar veren bir kavramdır, bu dönemde Turing, sezginin hiçbir sistemin parçası olmadığını düşünür. Bununla birlikte zihin ile makinenin kökten farklı şeyler olmaları yanı sıra, insan gibi düşünen bir yapay zekâ tasarlamanın neredeyse imkânsız olduğunu da inanmaktadır. Ancak 1950'de Turing'in sezgi hakkındaki düşünceleri değişmiştir. Turing Testi sayesinde kuşkuculara meydan okuyarak, bir anlamda sezebilen makinelerin mümkün olduğunu savunarak, karşı çıkanlara "Neden olmasın?" sorusunu yöneltmiştir (Larson, 2022).

1950 yılında Turing bir bilgisayarın düşünüp düşünemeyeceğinin belirlenebilmesi için bir yol önermiştir. "Turing Testi" olarak adlandırılan bu test, bilgisayarla iletişime geçen kişinin, iletişime geçtiği nesnenin, bir makine değil, bir insan olduğu konusunda ikna edilmesine dayanmaktadır. Eğer denek, makinenin tepkilerini insan tepkilerinden ayırt edemiyorsa, bu durumda bilgisayar insan seviyesinde bir zekâ ortaya koyuyor anlamına gelmektedir (Schultz & Schultz, 2007).

Turing testinde bir hakem, bilgisayara ve insana soruları yazılı olarak aktarır ve kimin bilgisayar olduğunu doğru belirleyemezse oyunu bilgisayar kazanmasına dayanmaktadır. Turing böyle bir sonuca ulaştığımız takdirde, insan diye tanımlanabilsin veya tanımlanamasın, o makinenin zeki olmadığını iddia etmenin iler tutar yanının olmadığını ileri sürmektedir. Böylece makinenin gerçekten düşünüp düşünemediği sorusunun yerine, zeki olup olmadığı sorusuna dönüşmektedir. Turing Testi gerçekten çok zor; bugüne dek hiçbir bilgisayar bu sınavı geçememiştir (Larson, 2022).

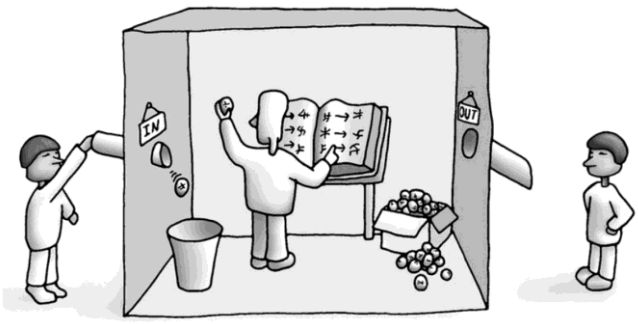
Turing Testinin varsayımları konusunda en etkili itirazlardan birisi, Çin Odası Problemini (Chenese Room Problem) geliştiren filozof Searle tarafından öne sürülmüştür. Öne sürülen, dijital bilgisayarlar ne kadar zeki ya da insansı

davranışlar sergilese de bir “zihne, anlayışa ve bilince” sahip olamayacağı tezidir (Searle, 1980).

Çin odası deneyinde bir kişi Çince bilmediği varsayılarak anlam dizilimleri ile ilgili bilgi verilmeden, Çince sembollerle ne yapabileceğini anlatan kurallar kitabıyla bir odaya konur. Bu kurallar ve semboller sadece biçimsel yani söz dizimsel özelliklerine dayanarak nasıl işleyeceğini anlatmaktadır. Daha sonra odaya başka Çince işaretlerin ve bu işaretleri anlamlandırarak geri verilmesine yönelik yeni kurallar içeren bir kitap verilir. İçerideki kişi kilitli odada, Çince sembollere karşılık gelen Çince metinleri dışarı gönderir. Bu durumda odadaki kişinin Çince bildiği varsayılmaz. Deneydeki bu kişinin önceden belirlenen kuralları uyduğu görülmektedir (Schultz & Schultz, 2007).

Birçok bilişsel psikolog, bilgisayarların gerçekten düşünmeden, insan zekâsını taklit ederek, Turing Testini geçebileceği konusunda hemfikirdirler. Bu durumda bilgisayarların düşünemeyeceği sonucuna varılmaktadır. Ne var ki, bilgisayarlar düşünüyorlarmış gibi davranabilirler (Schultz & Schultz, 2007).

Yapay zekânın Turing'in ilk dönem çalışmalarıyla doğup, Dartmouth Konferansı'nda ivme kazandığı süreçte bilgisayarlar gerçekten de düşünüyorlar gibi görünmektedir. İşlem güçleri ve depolama kabiliyetleri giderek artmaktadır (Larson, 2022).



Şekil 3. 2 Çin Odası Problemini - Chenese Room Problem (Karbhari, 2019)

Allen Newell ve Herbert Simon 1954'te yapay zekâ için bilgisayar programlamaya başlayan ilk kişilerdir. Ancak, bulundukları dönemde insan seviyesinde yapay zekâya ulaşmak için yeterince bilgiye sahip değillerdir (McCarthy, 2007).

Yapay zekâ terimini bugünkü anlamında, bir grup bilim insanı bir araya gelerek 1956 yılında Dortmouth’da düzenlenen konferansta kullanmıştır. Bu konferansta

zekâ ile donatılmış bilgisayar programlarını gerçekleştirme olasılığının araştırmasını önermişlerdir (Haton & Haton, 1991).

İlk yapay zekâ programı olarak kabul edilen “Logic Theorist”, 1955 yılında Allen Newell ve Herbert A. Simon tarafından geliştirilmiş olup, matematiksel teoremleri ispatlamak üzere tasarlanmıştır. LISP, yapay zekâda kullanılan yazılım dili bu dönemde ortaya çıkmıştır (Haton & Haton, 1991).

1960'larda yapay zekâ araştırmalarının ilk hedefi, metinleri makineyle tercüme edilmesinin hayata geçirilebilmesidir. Örneğin, metinlerin bir dilden, bir başka dile tam otomatik şekilde çevrilebilmesi üzerine çalışmalar yapılmıştır (Larson, 2022).

1980’lerin başında, Japonya’nın Beşinci Nesil Bilgisayar Sistemleri Projesi’ni başlatmasıyla, yapay zekâyla ilgili çalışmalar tekrar hızlanmıştır. Japonya yapay zekâya büyük bir yatırım yapma kararı alınca, gelişmiş ülkelerde aynı yolu izlemeye başlamıştır (Bostrom, 2020).

1982'de Japonya'nın Uluslararası Ticaret ve Sanayi Bakanlığı (METI), "Beşinci Nesil Bilgisayar Sistemleri" (FGCS) adını verdiği sistemi geliştirmek amacıyla devletin ve sanayinin ortaklaşa giriştiği bir proje başlatılmıştır. Bu projenin amacı, büyük veri ve bilgi tabanlarından yapay zekâ çıkarımları yapabilecek ve doğal dil aracılığıyla insanlarla iletişim kurabilecek bilgisayarlar üretmektir. Bu proje; paralel işleme, bilgisayar mimarisi ve çeşitli yapay zekâ sistemleri geliştirilmesinde ilerlemeleri sağlamıştır (Nilson, 2010).

1990’ların ortasında fon ve kaynak bulmakta zorlanılması yapay zekâ ile ilgili çalışmaların hızını kaybettirmiştir. Yapay zekânın tekrar yükselmesi, dünya çapında ağın (World Wide Web) ortaya çıkmasıyla tekrar başlamıştır. Bu ağ, dünya çapında milyonlarca kullanıcının dev veri kümelerini ve metin bütüncüllerini (web sayfası) ulaşılabilir hale getirmiştir. Örneğin; yapay sinir ağları, karar ağaçları ve gözetimli öğrenme algoritmaları gibi yapay zekâ teknolojileri, üniversite laboratuvarında zaten mevcuttu, fakat büyük veri kümeleri olmadan, yüz tanıma, metin sınıflandırma ve istenmeyen elektronik postaların elenmesi söz konusu değildi (Larson, 2022).

1997 yılında, dünya satranç şampiyonu Garry Kasparov, IBM tarafından üretilen Derin Mavi adlı bilgisayara karşı müsabaka yapmıştır. Bilgisayar yaklaşık üç ton ve kulelerinden her birisi 1,8 metreden yüksekti. Her saniye 200 milyon satranç

pozisyonunu işleyebiliyor, üç dakika içinde bu sayı 50 milyara çıkarabiliyordu. Bu işlem gücü yüksek bilgisayara karşı, Kasparov mücadeleyi kaybetmiştir (Schultz & Schultz, 2007).

Elon Musk, Stephen Hawking ve Bili Gates gibi birçok tanınmış isim bu alanda uzman olmamalarına rağmen, yapay zekâyı ve daha ziyade derin öğrenmeyi öne çıkararak 2015 yılında yapay zekâyı oldukça popüler bir konu haline getirmişlerdir (Larson, 2022).

2022-2023 yılında Open AI, GhatGPT-4'ü geliştirmiştir. Bu tarihten sonra yapay zekâ, temel kullanıcıların doğrudan deneyimlediği bir teknoloji haline gelmiştir (Harari, 2024).

Bugünün yapay zekâsı, oldukça spesifik hedefleri yerine getirdiği için, dar bir bakış açısındadır, insan zekâsı ise olağanüstü bir şekilde geniştir. Teknoloji iki katı güçlü hale geldiğinde, kendinden iki kat daha güçlü olacak teknolojiyi tasarlamak ve inşa etmekte kullanılabilir. Bu durum "Moore Yasası" ruhu ile tekrar eden bir biçimde, ikiye katlama kabiliyetini tetikleyebilecektir. Bilgi teknolojisinin maliyeti şu anda yüzyıl boyunca iki yılda bir yarıya inerek bilgi çağını oluşturmuştur (Tegmark, 2019).

Uzmanların, yapay zekânın geleceğine ilişkin fikirleri ciddi farklılıklar göstermektedir. Yapay zekânın sonunda nasıl şekilleneceği ve zamanı konusunda görüş ayrılıkları bulunmaktadır (Bostrom, 2020).

Yapay zekâ teknolojisi, son yirmi yılda kayda değer oranda olgunlaşarak, bir dizi güçlü hesaplama aracını içermektedir. Görece ucuz bilgisayarların gitgide güçlenmesi, büyük veri tabanlarının ortaya çıkışı ve internetin yaygınlaşmasıyla bu araçlar gün geçtikçe gelişmektedir. Günümüzün yapay zekâ programları, insanların pek çok bilişsel yeteneğini tahmin edebilmekte, bazılarını bütünüyle otomatik hale getirmekte hatta kimi becerilerde insanları geçmektedir (Nilson, 2010).

3.3 Yapay Zekâ Teknolojileri

Yapay zekâ teknolojileri birçok bileşen aracılığıyla çalışmaktadır. Bu bileşenler teknolojik gelişmelerle birlikte sayısı her geçen gün artmaktadır. Ortaya çıkan bileşenler farklı kullanım alanlarında hizmet vermektedir. Birbirini besleyen ve çalışma yönteminde farklılıklar bulunan bileşenler bu bölümde ele alınacaktır.

3.3.1 Yapay Zekâ Teknoloji Bileşenleri

Yapay zekâ artık birçok işlemi ve çeşitli uygulamaları içeren bir isimdir. Yapay zekâ; Makine Öğrenimi (Machine Learning- ML) ve Derin Öğrenme (Deep Learning- DL) olarak iki alana ayrılmaktadır (Mijwel, 2016).

Makine öğrenimi, yapay zekânın bir alt alanı; derin öğrenme ise makine öğreniminin içinde yer alan daha özel bir alt alandır (Akçan, 2022).

Yapay zekâ; veri seti, öğrenme algoritmaları ve karar verme süreci olmak üzere üç ana bileşenden oluşmaktadır.

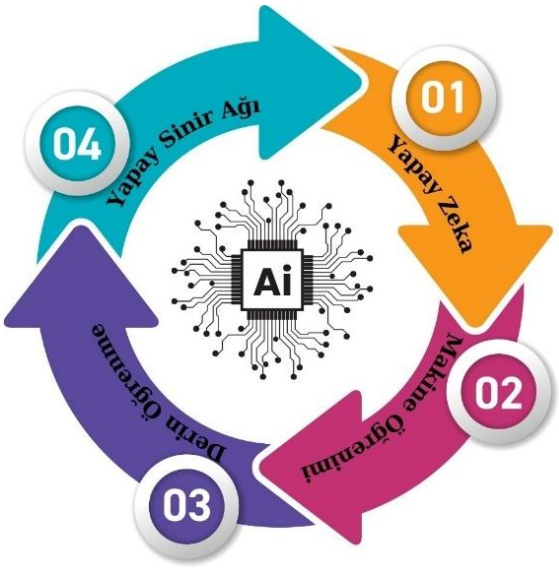
Öğrenme algoritmaları; yapay sinir ağları, makine öğrenimi, derin öğrenme gibi birçok alt daldan oluşmaktadır. Yapay zekânın, öğrenme algoritmaları karmaşık bir yapıya sahip gibi gözükse de temelde algoritma ve programlardan oluşmaktadır (Şekil 3.3), (Köse, Özsoy, & Aksoy, 2023).



Şekil 3. 3 Yapay zekâ bileşenleri

3.3.2 Yapay Zekâ Teknolojileri Kullanım Alanları

Bilgisayar teknolojilerinin son yıllarda yoğunlaştığı alanlardan biri yapay zekâ uygulamalarıdır. Bu uygulamalar geliştirilirken iç içe geçmiş ve gerektiğinde birbirini döngüsel olarak takip bir eden çalışma sistematiği izlenmektedir (Şekil 3.4).



Şekil 3. 4 Yapay zekâ döngüsü

Yapay zekânın teknolojisine dayalı kullanım alanları şimdilik yedi tanedir:

1. Otomatik teorem kanıtlama,
2. Yazılı anadil işleme,
3. Sözün otomatik olarak işlenmesi,
4. Görüntülerin yorumlanması,
5. Bilgisayar tarafından görme,
6. Robotbilim,
7. Oyunlar ve uzman sistemleri (Haton & Haton, 1991).

Ancak günümüzde bu alanlar alt başlıklarda çeşitlenmektedir:

- Doğal dil işleme (NLP),
- Bilgisayarlı görü,
- Makine öğrenimi (ML),
- Derin öğrenme (DL),
- Robotik,
- Öneri sistemleri,
- Ses işleme,
- Sağlık,
- Oyun ve eğlence,
- Eğitim,
- Güvenlik ve savunma,

- Tarım ve çevre,
- Finans ve ekonomi,
- Yapay zekâ sanatı,
- Enerji ve altyapı yönetimi,
- Hukuk ve regülasyon,

Yukarıdaki verildiği gibi birçok alanda kullanılmakta ve bu alanların sayısı her geçen gün artmaktadır. Günümüzde insan zekâsını geride bırakan yapay zekâ teknolojisi, sadece doğal dil işleme (NLP) alanındadır (Haton & Haton, 1991).

3.3.3 Yapay Zekâ Teknoloji Sistemleri

Yapay zekâ teknolojileri genel olarak dokuz temel sistemden oluşmaktadır:

1. Makine Öğrenimi (Machine Learning- ML)
2. Derin Öğrenme (Deep Learning- DL)
3. Doğal Dil İşleme (Natural Language Processing- NLP)
4. Pekiştirmeli Öğrenme (Reinforcement Learning – RL)
5. Bilgisayarlı Görme (Computer Vision- CV)
6. Konuşma Tanıma (Speech Recognition- SR)
7. Dijital İkiz (Digital Twin – DT)
8. Yapay Sinir Ağı (Artificial Neural Network – ANN)
9. Karar Ağacı (Decision Tree)

3.3.3.1 Makine Öğrenimi (Machine Learning- ML)

Makine öğrenimi (ML) bilgisayarlara veriden öğrenme ve belirli görevlerdeki performanslarını açıkça programlanmadan iyileştirme yeteneği veren yapay zekânın bir alt alanıdır (Wasnik, 2019).

Temel olarak makine öğrenimi verilerdeki anlamlı kalıpları belirleyebilen, bilgi çıkarabilen ve bu bilgiyi, benzersiz durumlara karşı algoritmalar geliştirerek kullanan sistemdir (Anand, 2023).

Alpaydın (2010)'a göre makine öğrenimi, örnek veriler ve geçmiş deneyimlerden yola çıkarak otomatik olarak öğrenme ve geliştirme yeteneği sağlayan, bilgisayar sistemlerini kullanılarak geliştirildiği bir dizi yöntemden oluşmaktadır (Şapcı & Taşlı Pektaş, 2021).

Bilgisayarlı sınıflandırma, tahmin ve karar vermeyi gerçekleştirmek için, verilerden kalıpları ve kuralları otomatik olarak öğrenmesine olanak tanıyan yapay zekânın temel teknolojilerden biridir. Makine öğrenimi teknolojileri arasında denetimli öğrenme, denetimsiz öğrenme ve takviyeli öğrenme yer almaktadır (Xing vd., 2024).

Makine öğrenimi genellikle üç ana öğrenme yaklaşıma ayrılır:

1. Gözetimli (Denetimli) Öğrenme: Bu yaklaşımda algoritmalar hem girdileri hem de istenilen çıktıları içeren etiketli eğitim verilerinden öğrenme işlemini gerçekleştirmektedir. Sistem girdilerini çıktılara eşleştirmeyi öğrenmektedir. Böylece tahmin edilen ve beklenen sonuçlar arasındaki tutarsızlığı en aza indirilmektedir (Qu, Dang, Furht, & Nojoumian, 2024).
2. Gözetimsiz (Denetimsiz) Öğrenme: Bu yaklaşımda etiketlenmemiş verilerle çalışmaktadır. Veriler, içindeki desenleri, yapıları ve ilişkileri kendisi tanımlamaya çalışmaktadır. Görevleri arasında benzer veri noktalarının gruplanması, kümeleme, önemli bilgileri koruyarak verinin daha sade bir yapıya dönüştürülmesi ve boyut indirgeme gibi işlemleri bulunmaktadır (Long, 2025).
3. Takviyeli Öğrenme: Bu yaklaşım algoritmaların çevreyle etkileşim yoluyla öğrenmesini, ödül veya ceza şeklinde geri bildirim almasını içermektedir. Sistem insanların deneme yanılma yoluyla öğrenmesine benzer şekilde, kümülatif ödülleri en üst düzeye çıkarmak için karar dizileri yapmayı öğrenmektedir (Qu vd., 2024).

Makine öğreniminin temel avantajı, bilgisayar görüşü, doğal dil işleme ve desen tanıma gibi açık algoritmaların tasarlanmasının zor veya uygulanamaz olduğu görevleri ele alma yeteneğidir (Ra & Souza, 2019).

3.3.3.2 Derin Öğrenme (Deep Learning- DL)

Büyük miktarda veriyi işlemek ve analiz etmek için sinir ağı modellerini kullanan yeni bir makine öğrenimi teknolojisidir. Derin öğrenme, görüntü tanıma, konuşma tanıma ve doğal dil işleme gibi alanlarda önemli sonuçlar ve uygulamalar elde etmiştir (Xing vd., 2024).

Derin öğrenme matematiksel modelleri, nöronlar arasındaki bağlantılar aracılığıyla ilgili hesaplama problemleriyle ilgilenir ve aynı zamanda bilgisayarın öğrenme eğitimi için başlangıç noktasıdır (Zhou & Dong, 2025).

Derin öğrenme, beynin çok modlu bilgileri nasıl algıladığını ve anladığını taklit etmektedir (Wang L. , 2017).

3.3.3.3 Doğal Dil İşleme (Natural Language Processing- NLP)

Doğal dilin anlaşılması ve işlenmesini sağlayan yapay zekâ teknolojisidir. NLP teknolojileri arasında konuşma parçası etiketleme, semantik analiz, duygu analizi ve makine çevirisi bulunmaktadır (Xing vd., 2024).

NLP'nin temel amacı insan iletişimi ile makine anlayışı arasındaki boşluğu kapatmaktır (Sudheer vd., 2024).

Doğal insan dillerinin içeriğini anlama, üretme ve çeviri sorunları, doğal dil işleme (NLP) başlığı altında incelenmektedir. Yapay zekâ araştırmalarının "ilk keşifler" evresinde, NLP sorunlarıyla ilgili önemli çalışmalar yapılmıştır. 1960'ların ikinci yarısından 1970'lerin ilk yarısına uzanan evrede yeni çalışmalar eklenmiştir (Nilson, 2010).

3.3.3.4 Pekiştirmeli Öğrenme (Reinforcement Learning – RL)

Pekiştirmeli öğrenme (Reinforcement Learning- RL), makine öğreniminin bir dalı olup, ajanların bir ortamla etkileşime girerek ardışık kararlar almayı ve bu süreçte toplam ödülü maksimize etmeyi nasıl öğrendiklerine odaklanmaktadır (Kaelbling, Littman, & Moore, 1996).

Bu öğrenme yaklaşımı, ajanların karmaşık, belirsiz ve dinamik ortamlarda otonom olarak karar alma stratejileri geliştirmelerine olanak tanıdığı için özellikle güçlüdür (Bouaouda, Afdel, & Abounacer, 2024).

Makine öğreniminin yeni bir araştırma yönüdür. Deneme yanılma yoluyla stratejileri optimize etmektedir. Ödülleri ve hedefleri en üst düzeye çıkarmak için çevre ile etkileşim yoluyla stratejiler öğrenerek, akıllı ajanlar sorununu çözmektedir. RL'nin otonom sürüş ve robot kontrolü gibi birçok uygulaması bulunmaktadır (Xing vd., 2024).

3.3.3.5 Bilgisayarlı Görme (Computer Vision - CV)

Görüntülerin ve videoların bilgisayar tarafından anlaşılmasını ve işlenmesini içeren önemli bir yapay zekâ dalıdır. CV teknolojisinin görüntü tanıma, nesne algılama ve görüntü sınıflandırmasını kapsamaktadır (Xing vd., 2024).

Bilgisayarlı görü, yaklaşık 1970'ten başlayarak önemli araştırmalara konu olmuş ve yapay zekânın alt uzmanlık alanına dönüşmüştür. Bilgisayarlı görü, başka alanlardan gelen katkılardan da faydalanmıştır, örneğin; optik, matematik, bilgisayar grafikleri, elektrik mühendisliği, fizik, sinirbilim ve istatistik vb. (Nilson, 2010).

Bilgisayar bilimciler, bilgisayarla görme (Computer Vision) ve yapay görme (Machine Vision) arasında ayrım yapmaktadır. Bilgisayarla görmeyi genelde robotikle sınırlamakta, yapay görmeyi bu ve başka uygulamalara dahil etmektedir. Yaklaşık son yirmi yılda üretilmiş pek çok bilgisayarlı görme sistemine bakıldığında, her iki görme modeli de çeşitli alanlarda kullanılmaktadır (Nilson, 2010).

3.3.3.6 Konuşma Tanıma (Speech Recognition - SR)

Konuşmanın metne dönüştürülmesini alanında önemli bir teknolojidir. Şu anda konuşma tanıma, akıllı asistanlar, otonom sürüş ve müşteri hizmetlerinde geniş bir uygulama alanına sahiptir. Yapay zekânın gelişimi, grafik işleme birimleri (GPU), tensör işleme birimleri (TPU) ve sinir işleme birimleri (NPU) gibi donanım hızlandırıcılarının ilerlemesine de bağlıdır. Bu özel donanımlar, farklı yapay zekâ görevleri için çeşitli derecelerde hızlandırma ve optimizasyon sağlayabilmektedir (Xing vd., 2024).

3.3.3.7 Dijital İkiz (Digital Twin – DT)

Dijital ikiz, özünde fiziksel bir varlığın sanal ortamdaki bir karşılığını temsil etmektedir. İster bir nesne, sistem, süreç veya iş akışı olsun, dijital ikizleri geleneksel dijital modellerden ayıran şey, fiziksel ve sanal bileşenler arasındaki çift yönlü veri akışını sağlıyor olmasıdır (Gupta, Tian, Wang, & Nahrstedt, 2024).

El Saddik, (2018)'a göre, yapay zekâyı içeren bir modelleme yaklaşımı yeni bir kavramdır. İzlenen ve modellenen veriler de dahil olmak üzere çıktıları anlamlandırmayı sağlar. Yapay zekâda kullanan dijital ikizler verilerin fiziksel ve sanal dünyalar arasında sorunsuz bir şekilde aktarılmasını sağlar, canlı ve cansız varlıkların dijital kopyalarını üretebilir. Dijitalleşme üç boyuta yayıldıkça bu performansı ve bulunduğu bu nokta daha da ilerleyecektir (Sanchez vd., 2022).

3.3.3.8 Yapay Sinir Ağı (Artificial Neural Network – ANN)

Sinir ağları çok sayıda değişkeni içeren, büyük veri kümelerindeki karmaşık ilişkileri modelleyebilen, karmaşık ve güçlü makine öğrenimi teknolojisidir. Doğrusal olmayan ilişkileri yakalamada özellikle yeteneklidir. Bu da yapay sinir ağlarını, birden fazla faktör arasındaki etkileşimleri içeren, mekânsal olayları tahmin etmek için uygun hale getirmektedir. Sinir ağları her bir düğümün girdilerini, ağırlıklı toplamını ve ardından doğrusal olmayan bir işlemi gerçekleştiren basit bir işlemciye sahip olan, birbirine bağlı düğüm veya nöron katmanlarından oluşmuştur. Her bir nöronun girdileri ham veriler veya önceki nöronların çıktıları olabilmektedir. Öğrenme süreci, tipik olarak geriye yayılma olarak bilinen bir yöntem kullanılarak, tahmin edilen ve gerçek sonuçlar arasındaki farkı en aza indirmek için nöronlar arasındaki bağlantıların ağırlıklarının ayarlanmasını içermektedir (Anwar & Sakti, 2024).

Sinir ağı sinapslarla birbirine bağlanan nöronların bir dizisidir ve bu bakımdan insan beyninin yapısını andırmaktadır, ancak, insan beyni daha da karmaşıktır. Sinir ağlarının iyi yanı spam filtrelemesinden, bilgisayarlı görüye kadar her teknolojiyle birlikte kullanılabilmeleridir. Bunlarla beraber makine çevirisi, anormallik tespiti ve risk yönetimi, konuşma tanıma ve dil üretimi, yüz tanıma ve daha fazlası için uygulanmaktadır (Gavrilova & Stryungis, 2020).

Bir sinir ağı, nöronlardan veya düğümlerden oluşmaktadır. Bu nöronların her biri veri alır, işler ve sonra başka bir nörona aktarır (Ayodele, 2010).

3.3.3.9 Karar Ağacı (Decision Tree)

Karar ağaçları, sınıflandırma ve regresyon görevleri için kullanılan bir tür denetimli makine öğrenimi algoritmasıdır. Mekânsal analiz alanında, birden fazla özniteliğe sahip karmaşık veri kümelerini, işlemde, yorumlamada, sonuç sağlamadaki yetenekleri nedeniyle özellikle kullanışlıdır. Karar ağaçları, veri özelliklerinden çıkarılan basit kurallarını öğrenerek, bir hedef değişkeninin değerini tahmin ederek, model oluşturabilir. Süreç, seçilen bir özelliğin değerine dayalı olarak verilerin alt kümelere bölünmesini içermektedir. Bu bölme işlemi, türetilen her alt küme üzerinde ağaç benzeri bir şekilde özyinelemeli olarak devam etmektedir. Ağacın her düğümünde bulunan algoritma, bazı istatistiksel kriterlere göre verileri en etkili şekilde özniteliği bölmektedir (Anwar & Sakti, 2024).

Karar ağacı, bir karar alma modelini bir ağaç biçiminde görselleştirmenin basit bir yoludur. Karar ağaçlarının avantajı, anlaşılması, yorumlanması ve görselleştirilmesinin kolay olmasıdır. Ayrıca, veri hazırlama için çok az çaba gerektirmektedir. Dezavantajları olarak karar ağaçları, verilerdeki en küçük değişiklikler (varyans) nedeniyle bile tutarsız olabilmektedir. Karar ağaçlarını anlamak ve kullanmak oldukça sezgiseldir (Gavrilova & Stryungis, 2020).

3.4 Yapay Zekâ Teknolojilerinin Peyzaj Mimarlığında Kullanım Alan ve Olanakları

Önceki bölümde bulunan yapay zekâ teknolojilerine ek olarak, sayısı her geçen gün artan birçok yapay zekâ teknolojisi mevcuttur. Bu teknolojilerin peyzaj mimarlığı ve planlama disiplinindeki çok sayıda kullanım alanları ve yararlanma olanakları bulunmaktadır.

Araştırmalarda kullanım yaygınlığı, işlev ve kapsamlarını bakımından 33 adet yapay zekâ teknolojileri incelenmiş, kullanım alanları ve olanakları tablolar halinde verilmiştir (Tablo 3.1).

Tablo 3. 1 Yapay zekâ teknolojilerinin peyzaj mimarlığında kullanım alan ve olanakları (Xing vd., 2024)

No	Teknoloji Adı	Kullanım Alan ve Olanakları
1	Yapay Sinir Ağı (Artificial Neural Network- ANN)	Yapay sinir ağları ile aktivasyon fonksiyonları yapılır. Peyzaj sınıflandırma, Simülasyon yapabilme, Tahminlerde bulunma, Değerlendirme, Peyzaj uygulama problemlerini çözmede etkili kullanım olanakları sunar. Avantajları: Karmaşık çoklu gizli katman yapılarının kullanımı, Öğrenme Yeteneği, İfade Kapasitesi, İlişkisel bellek yeteneğidir.
2	Ajan Tabanlı Modelleme (Agent-Based Model)	Ekosistemdeki bireysel davranışları simüle ederek, etkileşimlerini ve ekosistem üzerindeki etkilerini incelenebilmektedir. Simülasyon yapabilme, Ekosistem etkileşimlerini belirleme, Ekosistem üzerindeki etkileri belirleme, Çevre tasarımı, insan hareketleri ve kentsel çevre değerlendirmeleri gibi alanlarda uygulanır.
3	Hücresel Otomasyonlar (Cellular Automata-CA)	Dinamik sistem simülasyonu en önemli özelliğidir. Arazi dinamiklerini ortaya koyma, Kentsel büyüme süreçlerinin modellenmesi, Peyzaj değişiminin dinamiklerini ortaya koyma, Çevresel değişimi tanımlama Değişimlerin nedenleri ve kurallarını ortaya koyma, Peyzajın gelecekteki gelişimini tahmin etme, Peyzaj yönetimi, Peyzaj planlama, Planlama süreçlerinde güvenceli değerlendirme olanağı sağlar.
4	Konvolüsyonel Nöral Ağları (Convolutional Neural Networks - CNN)	Büyük görüntüleri otomatik olarak tanıma, Soyut özellikler çıkarabilme en önemli özellikleridir. Arazi dinamiklerini ortaya koyma, Peyzaj yapısını görsel olarak tanıma, Peyzaj özellik ortaya koyma, Peyzaj yapısını sınıflandırmada yaygın kullanılır.

Tablo 3. 1 Yapay zekâ teknolojilerinin peyzaj mimarlığında kullanım alan ve olanakları (Xing vd., 2024) (devamı)

No	Teknoloji Adı	Kullanım Alan ve Olanakları
5	CycleGAN	CNN ile karşılaştırıldığında GAN, tanıma ve oluşturmada tek bir modelde tamamlayarak, sınıflandırma yapabilir ve sonrasında yeni görüntüler oluşturabilir. Arazi kullanımlarına göre analiz, Düzlemsel görüntüleme, Peyzaj analizleri, Haritalama, Görüntü sınıflandırması, Stil aktarımı, Görüntü restorasyonu işlemleri
6	Karar Ağacı (Decision Tree)	Güçlü genelleme yeteneğine sahip bir karar ağacı üretebilir, Görünmeyen örnekleri işleyebilir, Basit ve sezgisel "böl ve yönet" stratejisi izlenir, Algoritma, kısıtlamalara göre ayarlanabilir, Peyzaj tasarımında davranışsal sonuçları öngörücüdür, Rehberlik sağlayabilecek çoklu hipotezler üretebilir.
7	Derin Öğrenme ve Panoramik Görüntü Teknolojisi (Deep Learning and Panoramic Image Technology)	En önemli özelliği peyzaj değerlendirmesinin dijitalleşme süreci devam ettikçe özellikle örneklem büyüklüğünün çok fazla olduğu durumlarda dikkate değer sonuçlar göstermiştir. Derin öğrenme teknolojisi aracılığıyla bitkisel peyzaj unsurları işlenebilir. Bitkisel peyzaj tasarımlarının niceliksel olarak uygulanması ve değerlendirilmesinde kullanılabilir. Arazi dinamiklerini ortaya koyma,
8	Kentsel Peyzaj Sisteminin Dijital İnşası (Digital Construction of Urban Landscape System)	Bölgesel tasarım açısından dağ-deniz kentsel peyzaj sistemine dijital teknolojiyle birlikte yaklaşılabilir. Bir dizi teknoloji kümesi önerilmektedir. Bu kümeler: • Bölgesel dijital peyzaj desenleri, • Bölgesel dijital habitat ağı, • Bölgesel dijital dağ-deniz bağlamı ve • Bölgesel dijital dağ-deniz stili gibi bileşenleri içermektedir. Bu dört bileşenli dijital analiz yöntemiyle, dağ-deniz kentsel peyzaj sistemi bölgesel ölçekte optimize edilmekte ve tasarlanmaktadır.

Tablo 3. 1 Yapay zekâ teknolojilerinin peyzaj mimarlığında kullanım alan ve olanakları (Xing vd., 2024) (devamı)

No	Teknoloji Adı	Kullanım Alan ve Olanakları
9	Dijital Dinamik Peyzaj (Digital Dynamic Landscape)	Geleneksel peyzajın sabit yapısından farklı olarak, "Dijital Dinamik Peyzajlar" etkileyici, etkileşimli ve olumlu dinamik deneyimler sunabilir: • Işık efektleri ile görsel etki, • Ses eklemeleri ile işitsel etki, • Sanal sahneler ile peyzajın atmosferini yansıtma, • Olası durum ve değişimlere yönelik canlandırma sağlama, • Deneyimsel bir boyut oluşturma olanağı. • Bireyin etkinliğe katılırken duyusal haz alabilirler. Dijital dinamik peyzaj, geleneksel peyzaj formunun ötesine geçer. İnsanların hissettiği duyusal etki; sanal peyzajın sağladığı etkileyici, dinamik deneyimden, aydınlatmadan ve malzeme görselleştirmesinden kaynaklanır.
10	Dijital Peyzaj- (Digital Landscape)	İnsan müdahalesi ve öznel yargılama kaynaklı hatalar azaltılabilir, Peyzaj ekolojisi ve morfolojisi ortaya konulabilir, Aralarındaki karşılıklı ilişkileri simüle edilir ve yansıtılır. Avantajları: • Karmaşık veri toplama, • Bilişsel analiz, • Planlama • Tasarım, • Çözüm seçimi, • İnşaat, • İşletme ve bakım yönetimi tüm süreçleri dijitalleştirilebilir.
11	Dijital İkiz (Digital Twin- DT)	Amaç peyzaj ekolojisi ile morfolojisi arasındaki ilişkinin araştırılmasıdır. Peyzaj çevresinin dinamikleri analiz edilebilir. Çok katmanlı modeller oluşturulmaktadır. Değerlendirilmeler buna göre hassasiyet taşır. Peyzaj ekolojisi ile morfolojisi arasındaki etkileşim belirlenebilir, Bu etkileşimin değişim mekanizması görselleştirilebilir, Çok kaynaklı ve ham veriler toplanarak entegre edilmektedir.

Tablo 3. 1 Yapay zekâ teknolojilerinin peyzaj mimarlığında kullanım alan ve olanakları (Xing vd., 2024) (devamı)

No	Teknoloji Adı	Kullanım Alan ve Olanakları
12	Kültürel Peyzaj Mirasının Dijitalleştirilmesi (Digital Recording of Cultural Landscape Heritage)	Koruma amaçlı planlamalarda ve yönetim süreçlerinde yeterli ve zamanında bilgi desteği sağlanır. Beş temel özelliği vardır: • Kapsamlı, • Doğru, • Dinamik, • Bütünleşik, • Açık olmasıdır. Doğal ve kültürel miras özellikleri belirlenebilir, Varlıkların değerini ortaya koyulabilir ve yansıtılabilir, Kültürel peyzaj miraslarına ait çeşitli bilgi türleri toplanır, Veriler tek bir sistemde saklanır ve analiz edilir, Haritalama ve görselleştirme olanağı sunar, Bilimsel bir kütüphane ve dijital bir miras arşivi, envanteri oluşturulur.
13	eCognition	Akıllı görüntü analizi, karar verme uzman sistemi tarafından desteklenen bulanık sınıflandırma algoritmasını benimser. Belirgin bitki örtüsü peyzaj öğelerine ait bilgileri ortaya çıkarmak, Mekânsal görüntü verilerinin otomatik tanıma doğruluğunu artırmak, Doğal yaşam ortamlarındaki bitki örtüsünün peyzaj özelliklerini nicel olarak analiz etmek amacıyla nesne yönelimli analiz ve sınıflandırma teknolojisi önerilmektedir.
14	i- Tree Eco	Ağaç sayımı, bitki türü ve sağlık verileri elde edilebilir. Sistematik olmadan rastgele seçilen parsellerden elde edilen standart arazi verileri, belirli saat aralığındaki hava kirliliği ve diğer meteorolojik verilerle birleştirilebilir. Ağaç sayımı verilerine dayanarak kentsel ağaç ekosistem hizmetleri hesaplanarak değerlendirilebilir.
15	Üst Metin Ön İşlemcisi (Hypertext Preprocessor- PHP)	Farklı tarihler ve dönemlere ait peyzaj bilgilerini görüntülenebilir, Net ve etkileşimli geçmiş veri sorgulama araçları sunar, Uygulama devamlı optimize edilmekte ve geliştirilmektedir.

Tablo 3. 1 Yapay zekâ teknolojilerinin peyzaj mimarlığında kullanım alan ve olanakları (Xing vd., 2024) (devamı)

No	Teknoloji Adı	Kullanım Alan ve Olanakları
16	Genişletilmiş Gerçeklik (Extended Reality-XR)	Gerçek ve sanal unsurları bir araya getirir İnsan- makine etkileşimi ile sanal- gerçek birlikteliğine dayalı bir peyzaj ortamı oluşturmak amaçlanmaktadır. Kullanılan görsel etkileşim teknolojileri: • R (Artırılmış Gerçeklik), • VR (Sanal Gerçeklik), • MR (Karma Gerçeklik). Bunlar birleştirerek derinlikli bir peyzaj sahnesi kurgulanabilir. İnsan-mekan ilişkisini ve süreçleri belirlenebilir. Haritalama ve görselleştirme olanağı sunar,
17	Yeşil ve Akıllı Peyzaj Yapısının Tüm Yönetim Süreci (Green and Intelligent Landscape Construction Full Process Management)	Avantajları: • Mühendislik, • Tedarik, • Uygulama süreçleri, • Yönetim süreçleri, • Denetimi süreçlerini birbirine bağlayan bir yönetim modelidir. Kapsamlı mühendislik hizmetleri sunar, Tasarım ile uygulama arasındaki çelişkileri çözmede yardımcıdır, Bu süreç yapay zekâ teknolojisinin desteğiyle gerçekleştirilebilir.
18	HUL Konsept Teknolojisi (HUL Concept Technology)	Akıllı şehir uygulamasında dijital bilgi teknolojisi kullanılarak Birim bazlı yönetim temelinde, kentsel planlama sistemiyle daha ileri düzeyde bütünleşme sağlanarak peyzaj dinamikleri izlenebilir. Tarihi kentsel peyzaj korumada dinamik takip ve izleme, Teknoloji yönteminde takip ve izleme.

Tablo 3. 1 Yapay zekâ teknolojilerinin peyzaj mimarlığında kullanım alan ve olanakları (Xing vd., 2024) (devamı)

No	Teknoloji Adı	Kullanım Alan ve Olanakları
19	Kurumsal Olmayan Yeşil Alan Dijital Tanımlama Teknolojisi (Informal Green Space Digital Identification Technology)	En önemli özelliği kurumsal olmayan yeşil alanların tanımlanabilmesidir. Zaman ve iş gücü maliyetlerini önemli derecede azaltır, Elle yapılan görsel tanımlamalara göre derin öğrenme modelleri büyük miktarda veriyi analiz edip öğrenebilir, Yeşil alanların belirlenmesini görece daha nesnel hale getirir, Tanımlamada sonuçların hassasiyeti ve doğruluğunu artırır, Kısa sürede birden fazla şehir ve bölgeyi analiz edebilir.
20	Peyzaj Uygulama Platformu (Landscape Construction BIM-Platform)	Tüm yaşam döngüsünü kapsayan bütünleşik bir platformdur. Peyzaj uygulamalarında üç boyutlu modelleme, İnşaat mühendisliği süreci hakkında bilgi ve veri tabanı sağlama, Uygulama bilgileri arasında bağlantı sağlama, Tasarımcı ve uygulayıcılara veri paylaşımı olanağı, Güvenilir bilgi sağlama, Tasarım kalitesi ile inşaat verimliliğini artırır.
21	Peyzaj Bilgi Modellemesi (Landscape Information Modeling- LIM)	Peyzaj mimarlığında mühendislik projelerinde kullanılır. Planlama, tasarım, inşaat ve işletme gibi süreçlerin tümünü kapsar. Otomatik kontrol sistemi ve diğer araçlar arasında entegrasyon sağlanır, Arazilerde toprak işleri otomatik olarak yürütülür, Bitki materyallerinin bilgi yönetimi sağlanır, Uygulamaların verimliliği artar, Uygulamaların kalitesini artırır.
22	Makine öğrenimi (Machine Learning-ML)	Veri, algoritma ve uygulama platformlarını kapsar. Bilgi çıkarımı, analiz ve değerlendirme aşamalarından oluşur. Planlama ve tasarımlarda çeşitli verilerdeki kuralları özetleme, Farklı özgül problemleri çözme konusunda etkilidir. Peyzaj planlama ve tasarımlarında iş akışında önemli bir rol oynar.

Tablo 3. 1 Yapay zekâ teknolojilerinin peyzaj mimarlığında kullanım alan ve olanakları (Xing vd., 2024) (devamı)

No	Teknoloji Adı	Kullanım Alan ve Olanakları
23	Parametrelendirilmiş Üretim (Parameterized Generation)	GRASSHOPPER kullanılarak peyzaj arazi yapısı ve bölgesel peyzaj eskizlerini modellenebilir, GIS destekli geçmiş dönem tasarım verilerini analiz edilebilir. Özel şekilli yapıların karmaşık yüzey dokuları oluşturabilir. Avantajları: • Planlama ve tasarımın bilimsel niteliğini artırır, • Model üzerinde değişiklik yapmayı daha kolay hale getirir, • Önemli derecede zaman tasarrufu sağlar. • Platform seçim olanağı sağlar, • Farklı görev tanımlarına göre tasarımcılar farklı parametrik tasarım yazılımlarını kullanabilirler. • Çalışma alanı büyüklüğüne göre ölçek değişimi olabilir, Arazi yapısına göre yer şekilleri, eğim analizleri yapılabilir,
24	Pix2Pix Model	Çekişmeli üretken ağ modellerinden biridir. Boş alanlar için otomatik yerleşim tasarımı seçenekleri sunabilir. Difüzyon modelleri aracılığıyla daha çeşitli plan sonuçları üretebilir. Oluşturulan şemalar bahçe tasarımı ilkelerine uygundur, Kabul edilebilir mekânsal düzen ve estetik etkilerine sahiptir.
25	Rastgele Orman (Random Forest- RF)	Topluluk öğrenme (Ensemble Learning) algoritmalarının temsilcilerindendir. Yüksek hassasiyetli ağaç sınıflandırıcı özellikleri, Peyzaj ekolojisi, Arazi örtüsü gibi sınıflandırmalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Avantajları: • Kısa sürede doğru sınıflandırma elde etmek, • Problem tahmininin doğruluğunu artırmak, • Küçük ölçekli eğitim örnekleri sunar, Sınırlı bilgi işlem kaynakları kullanır.

Tablo 3. 1 Yapay zekâ teknolojilerinin peyzaj mimarlığında kullanım alan ve olanakları (Xing vd., 2024) (devamı)

No	Teknoloji Adı	Kullanım Alan ve Olanakları
26	Akıllı Enerji Teknolojisi (Smart Energy Technology)	Hedefleri: • Enerjinin verimli kullanılması, • Enerji yapısının optimize edilmesi, • Enerji tüketiminin azaltılması, • Kirliliğin azaltılmasıdır. Enerji sistemlerini bilgi sistemleriyle organik olarak birleştirerek enerjinin akıllı yönetim ve kontrolünü sağlamayı amaçlar.
27	Akıllı Sulama Sistemi (Smart Irigation System)	Sulama teknolojisi akıllı kontrol ve bilgi teknolojisi ile birleştirilmiştir. Akıllı sulama sisteminin yerinde sulama, uzaktan sorgulama, işletme, kontrolü, bakımı gerçekleştirilir. Veriler ön uç sensörler kullanılarak toplanır. Avantajları: • Sistem modelleme ve veri bağlantısı kullanılır, • Akıllı karar verme süreci sağlar, • Optimum uygunluk değerlendirmesi yapılır, • İnsan gücü girdisini azalır, • Su kaynaklarının israfı azaltılır, • Yönetim verimliliğini artar, • İşleyişte doğruluk sağlanır.
28	Akıllı Peyzaj Mimarlığı (Smart LA)	İnsanın rasyonel yargısını akıllı sistemlerle birleştirerek oluşturulan büyük bir veri tabanı kullanma olanağı sunar. Peyzaj yapısına ait bilgiler etkin ve doğru bir şekilde toplanabilir, saklanabilir ve analiz edilebilir. Bu sayede insan bilgeliği ile doğanın güzelliği bir araya getirilerek, zaman ve mekânı aşan estetik ve bilimsel bir gerçekçi peyzaj oluşturulabilir. En önemli özelliği peyzaj akılla yeniden üretilebilir, algılanabilir ve deneyimlenebilir. Duyusal deneyimle zenginleştirilmiş, zaman ve mekânı aşan gerçekçi bir peyzaj yaratılmış olur.

Tablo 3. 1 Yapay zekâ teknolojilerinin peyzaj mimarlığında kullanım alan ve olanakları (Xing vd., 2024) (devamı)

No	Teknoloji Adı	Kullanım Alan ve Olanakları
29	Sürü Zekâsı Davranış Simülasyonu (Swarm Intelligence Behavior Simulation)	Sahada gerçekleşecek davranışları dijital olarak dönüştür, Simüle ederek ve ön görerek, örneğin bir parkın insan odaklı tasarımı etkin bir şekilde desteklenebilir. Sürü zekâsı algoritması, grup davranış aktivitelerinin izlediği yolları simüle eder, Tasarım planındaki sorunlara geri bildirim sağlar. Mekânsal sözdizimi analizi ile birleştirilerek, simülasyon sonuçları planın genel formu açısından yorumlanır. Planın yenilenip simüle edilebilir, İdeal optimize tasarım aşamalı olarak elde edilir, Böylece tasarımın rasyonelliği artırılır.
30	Akıllı Peyzaj Mimarlığı (Smart LA)	İnsanın rasyonel yargısını akıllı sistemlerle birleştirerek oluşturulan büyük bir veri tabanı kullanma olanağı sunar. Peyzaj yapısına ait bilgiler etkin ve doğru bir şekilde toplanabilir, saklanabilir ve analiz edilebilir. Bu sayede insan bilgeliği ile doğanın güzelliği bir araya getirilerek, zaman ve mekânı aşan estetik ve bilimsel bir gerçekçi peyzaj oluşturulabilir. En önemli özelliği peyzaj akılla yeniden üretilebilir, algılanabilir ve deneyimlenebilir. Duyusal deneyimle zenginleştirilmiş, zaman ve mekânı aşan gerçekçi bir peyzaj yaratılmış olur.
31	Çok Ajanlı Sistem (Multi-Agent System- MAS)	Öngörüsel simülasyon sistemi analizi yapılabilir, Peyzaj alan gelişimine daha fazla seçenek sunar, Daha fazla sayıda nicel veri sağlanmaktadır. Avantajları: • Peyzaj yapısını ortaya koyma, • Mevcut peyzaj mimarlığı bilgilerinden akıl yürütme, • Simülasyon, • Kurgulama ve benzeri yöntemlerle analiz yapabilme, • Uygun farklı çözümleri ortaya koyma, Çeşitli alternatiflerden bağımsız bir şekilde seçim yapmayı sağlar.

Tablo 3. 1 Yapay zekâ teknolojilerinin peyzaj mimarlığında kullanım alan ve olanakları (Xing vd., 2024) (devamı)

No	Teknoloji Adı	Kullanım Alan ve Olanakları
32	Sanal Gerçeklik ve Artırılmış Gerçeklik (Virtual Reality and Augmented Reality)	Gerçekçi sahneleri oluşturulabilir, Oluşan sahneler etkileyici (Immersive Technology) teknoloji kullanılarak tasarım çözümleri sağlanır. Mühendislik projelerinin görselleştirme eşliğinde yönlendirilerek inşa edilmesine olanak tanır. Dijital ikiz teknolojisi ile de proje bilgileri tespit edilir, Geri bildirim sağlanarak inşa süreci için daha fazla uygulama temeli sunulur. Tasarım verimliliği artırmakla kalmaz inşaat sürecine görsel rehberlik de sağlar.
33	Sanal Tur (Virtual Tour)	Kullanıcı gerçek zamanlı üç boyutlu bir sanal ortamda bulunabilir, Bilgisayar tarafından oluşturulan sanal dünyayı görüntüleyebilir, Sanal tur ile etkileşim içine geçebilir, Bahçenin gerçek sesleri duyulabilir, Bitkilerin kokusu duyumsayabilir. Avantajları: • Bilgisayar entegrasyonu, • Sensör ölçümü, • Simülasyon yapabilme, • Mikroelektronik kullanımı, Diğer ilgili teknolojiler kullanılarak sanal bir ortam tasarlanır.

4
PEYZAJ PLANLAMADA YAPAY ZEKÂ KULLANIMI

Bu bölümde, yapay zekânın peyzaj planlamada kullanımı ve gelişim süreci ele alınmaktadır. Yapay zekâ araçlarının planlama ve tasarım süreçlerindeki kullanım olanakları, literatüre dayalı planlama ve yapay zekâ çalışma örnekleri, etik ve yasal konular ile geleceğe yönelik yaklaşımları kapsamaktadır.

4.1 Yapay Zekânın Planlamada Kullanımı ve Gelişimi

Planlama alanında yapay zekâyla ilgili araştırmalar, 1960'lı yıllarda bilişim alanındaki teknolojik ilerlemelerle birlikte, bilimsel ve endüstriyel uygulama alanlarından etkilenerek başlamıştır. Ancak, ulaşım ve arazi kullanım tahmin sistemleri gibi planlama uygulamalarının geliştirilmesi ve uygulanması, büyük ölçekli veri kümelerinin ve hesaplama yeteneklerinin eksikliği nedeniyle önemli ölçüde sınırlı kalmıştır.

Yapay zekâyla ilişkilendirilen gelişmiş nicel ve mekânsal analizleri kullanan akademik ve endüstriyel araştırmalar zamanla giderek artmıştır; bunlardan çok azı planlama mesleği tarafından benimsenmiştir (Sanchez, 2023).

Langendorf'un (1985) yapay zekâ teknolojilerinin planlama alanındaki ilk sistematik incelemesi olan "Computers and Decision Making" adlı çalışmasından itibaren, planlama araştırmacıları 1960'lı yıllardan bu yana yapay zekâ teknolojileri üzerinde çalışmalar yürütmektedir (Sanchez vd., 2022).

Planlama disiplini, 1980'lerde bilgisayar teknolojilerini, 1990'larda ise CBS'ni kademeli olarak çalışmalarında kullanmıştır. Günümüzde ise yapay zekâ ile desteklenen araçlara doğru kaçınılmaz bir ilerleme söz konusudur. Planlama eğitimcileri ve meslek örgütleri bir başka teknolojik değişimin eşiğindedir.

Bir yapay zekâ programı, büyük miktarda veri girdisi alır, bunları bir dizi kurala göre analiz ederek, girdi ve ele alınan soru türlerine göre çeşitli şekillerde çıktılar üretebilmektedir. Yapay zekâyı 'akıllı' yapan şey, analiz ve çıktılardan elde edilen sonuçlara göre, genel süreci güncelleme veya iyileştirme için kullanma yeteneğidir. Planlamacılar yapay zekânın çalışma mantığının, planlama pratiğinin temel

sürecinden farklı olmadığını söylemektedir. Bir sorun veya zorluk hakkında bilgi toplamak, önemli soruları yanıtlamak için analiz etmek, durumu iyileştiren veya bir zorluğu ele alan planlar veya politikalar üretmek adımları benzemektedir (Sanchez, 2023).

Son yıllarda yapay zekâ ve planlama ile ilgili yayınlarda ve akademik araştırmalarda artış görülmektedir.

Bu eğilimin başlıca nedenleri:

- Yapay zekâdaki hızlı teknolojik gelişmeler,
- Büyük veri tabanının kullanılabilirliği,
- Çeşitli ve karmaşık verilerin değerlendirme zorluklarını azaltması,
- Küresel kentleşme eğilimi ve akıllı şehir girişimlerinin yükselişi,
- Yenilikçi çözümlere olan gereksinimin artması,
- Sürdürülebilirlik yaklaşımının benimsenmesi ve yaygınlaşması,
- Sosyal eşitliğe odaklanma,
- Hükümetlerden ve özel sektörden artan destek ve finansman,
- Araştırmalara teşviklerin artması,
- Disiplinler arası çalışmanın gerekliliği,
- Artan kamuoyu ve medya ilgisidir (Sanchez, 2024).

Yapay zekâ ile ilgili mevcut planlama tartışmalarının çoğu, optimizasyon süreçleri için verileri elde etmek ve analiz etmek için kullanılan ‘akıllı şehir’ teknolojileriyle ilgiliyken, kentsel planlama ve ilgili karar verme faaliyetleri ile ilgili nispeten daha az çalışma yapılmaktadır. Bunun örnekleri arasında senaryo planlama ve üretken tasarımlar yer almaktadır. Küresel nüfusun kentlere kayması, kentlerin planlanma ve yönetilmesinde kısa ve uzun vadede sürdürülebilirlik, dayanıklılık ve eşitlik bakımlarından önemli olacaktır (Sanchez vd., 2023).

Yapay zekânın büyük miktarda veriyi işleme, kentsel faaliyet modellerini daha iyi tahmin etme ve planlama stratejilerinin potansiyel etkilerini modelleme yeteneği, planlamacılara önemli ölçüde geliştirilmiş bir araç seti sağlamaktadır. Bu araçlar, trafik sıkışıklığını azaltmak, enerji kullanımını optimize etmek, iklim değişikliği etkilerini anlamak, bunlara uyum sağlamak ve kentsel genişlemeyi yönetmek gibi modern kentleşmenin en acil zorluklarından bazılarını ele almada etkilidir. Ayrıca, dünya çapındaki şehirler 'daha akıllı' ve sakinlerinin ihtiyaçlarına daha duyarlı hale

gelmeye çalıştıkça, yapay zekânın entegrasyonu bu hedeflere ulaşmada kritik bir bileşen haline gelmektedir (Sanchez vd., 2024).

Geleneksel tasarım süreci çok fazla zaman ve insan gücü gerektirirken, yapay zekâ tasarım sürecini hızlandırması mümkündür. Bununla birlikte yapay zekâ şekil optimizasyonu ve otomatik yerleşim düzeni oluşturma işlemlerini de gerçekleştirerek, zamanla ilham ve yaratıcı destek sağlayacaktır.

Bir proje sürecinde yapay zekâ:

- Ön koşulları doğru ve bilimsel olarak tanımlama,
- Analizler yapılabilme,
- Tasarım mantığını oluşturmada destekleyici,
- Tasarım sonuçlarını belirlemede yardımcı,
- Ağ hesaplamalarını değerlendirmeyi kolaylaştırıcı,
- Gerçekçi tasarım sonuçlarını çıkarabilmekte,
- Parametre girdilerine dayalı akıllı hesaplamalar yapabilmekte,
- Optimum çözümler üretebilmektedir (Xing vd., 2024).

Son yıllarda planlamacılar, yapay zekâ teknolojisiyle ilgili; mimarlık, planlama ve peyzajın hâkim olduğu alanlarda birçok uygulama araştırması gerçekleştirmiştir. Bu araştırmaların sonucunda yapay zekâ, tasarımcılara, planlamacılara ve yöneticilere, peyzaj alanlarını daha iyi planlamaları, tasarlamaları ve yönetmeleri için yeni gelişim fırsatları sağlamıştır. Bu fırsatlar güçlü araçlar yaratmanın yolunu açmıştır. Yapay zekâ teknolojisi aynı zamanda, peyzaj mimarlığının gelişimini anlamak için bilimsel destek sağlamaktadır (Xing vd., 2024).

Cathy O'Neil (2016) ve Virginia Eubanks'a (2018) göre, yapay zekâ araçları da verilerle modelleme (tahmin ediciler ve seçim sonuçları) varsayımlarıyla sınırlıdır. Yapay zekâ araçlarının planlamadaki sınırlılıklarını ve davranışsal önyargıları nasıl iyileştirebileceğini belirlemek, aynı zamanda bu araçların söz konusu faktörleri tasarımlarına dahil ettiğini ve önyargılı yapay zekâ tabanlı önerilere nasıl yol açabileceğini anlamak önemlidir (Sanchez vd., 2022).

4.2 Planlama ve Tasarımında Kullanılan Yapay Zekâ Araçları

Yapay zekâ teknolojileri kullanılarak geliştirilen yapay zekâ araçları, peyzaj planlama ve tasarım disiplininde her geçen gün yeni olanaklar sunmaktadır. Bu başlık altında, peyzaj planlamada görselleştirme, veri analizi, tasarım sürecini yönlendirme ve plan kararlarına altlık oluşturma gibi süreçlerde kullanılabilecek yapay zekâ araçlarına yer verilmiştir.

4.2.1 Adobe Photoshop Generative Fill

Adobe Photoshop 2023 sürümüyle, yapay zekâ destekli eklentisi Generative Fill aracını kullanıcılara sunmuştur. Çevredeki görüntülerinin bağlamsal anlamda uyarlanması ve entegrasyonunu sağlama amacıyla yapay zekâ kullanan bir görüntü düzenleme eklentisidir.

Generative Fill eklentisi,

- Görsel çıktıların gelişmiş bir şekilde düzenlenmesine,
- Görsellerin iyileştirilmesine olanak tanır,
- Öğe ekleme mümkündür,
- Dokularda ayarlama yapılabilir,
- Görseller, manzara görüntüleriyle uyumlu olacak şekilde genişletilmektedir (Liu, 2024). Adobe Photoshop Generative Fill eklentisiyle sokak yayalaştırma çalışma görselini düzenlemek için istem girilmesi gerekmektedir (Şekil 4.1, 4.2).



Şekil 4. 1 Adobe Photoshop Generative Fill ile sokak yayalaştırma (a) öncesi, (b) sonrası (Tack, 2025)



Şekil 4. 2 Adobe Photoshop Generative Fill ile cadde peyzaj düzenlemesi

(a) öncesi, (b) sonrası (Tack, 2025)

4.2.2 Aino.world

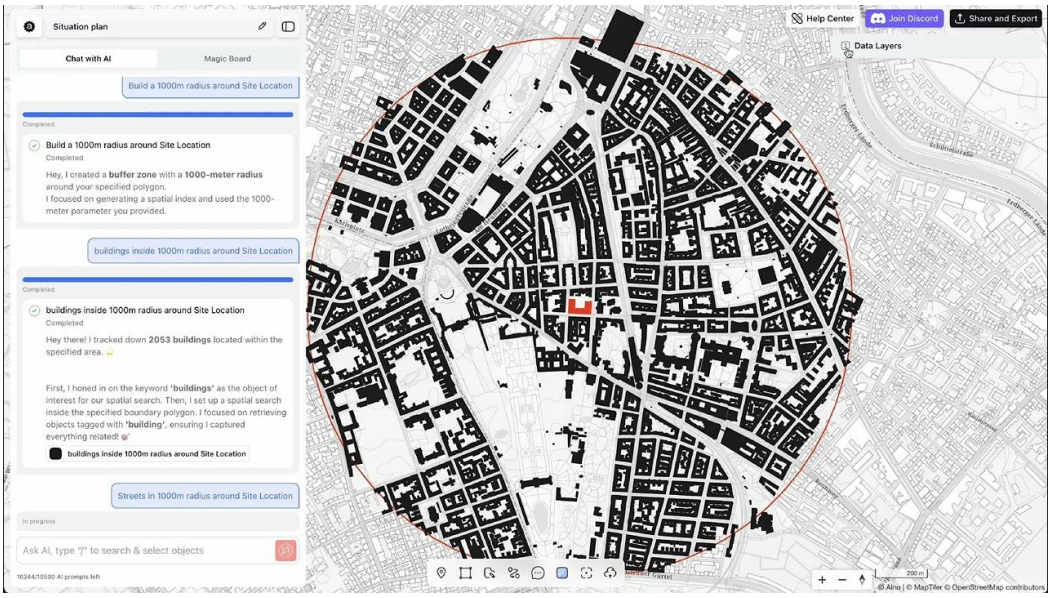
Aino.world'u mekânsal analiz ve görselleştirme sürecinde kullanmak mümkündür. İdari sınır, yol, doğal bitki örtüsü, sokak yapısı ve özellikleri, mekânsal veriler kullanarak analizler gerçekleştirilmektedir. İstem (prompt) girilerek haritalar üretilmektedir.

Planlamada süreçlerinde mevcut durum analizlerini hızlı bir şekilde oluşturmada yararlanılabilmektedir. Haritalar üzerinde yapabilecekleri aşağıdaki gibidir;

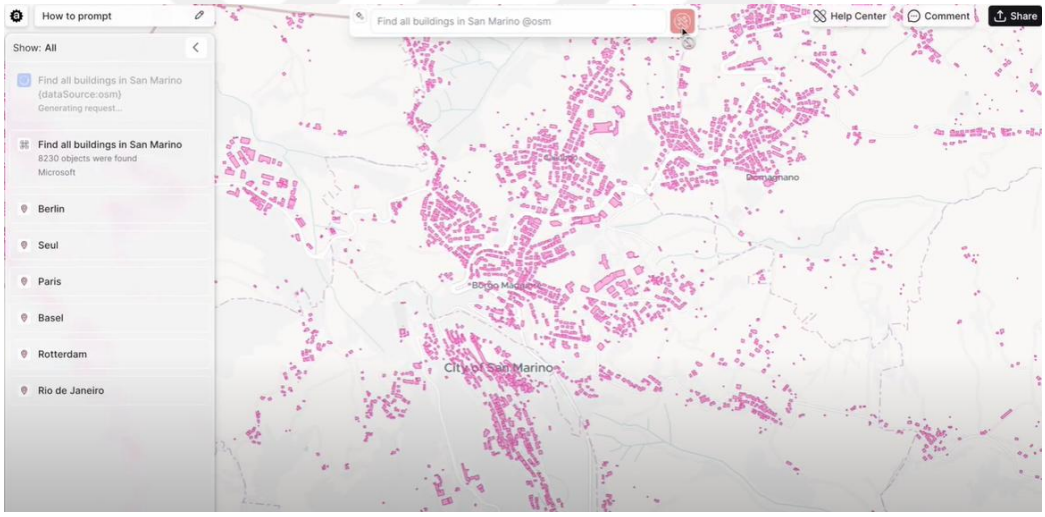
- İşaretleme,
- Diyagram oluşturma,
- Görsel ekleme,
- Belge ekleme,
- Yorum yapma

Bulut sistem üzerinden çalışmaya olanak sağladığından multidisipliner çalışmalar gerçekleştirilebilmektedir (Aino.World, 2025).

Aino.world programından mekânsal analiz ve görselleştirme örnekleri bulunmaktadır (Şekil 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, 4.11, 4.12, 4.13, 4.14).



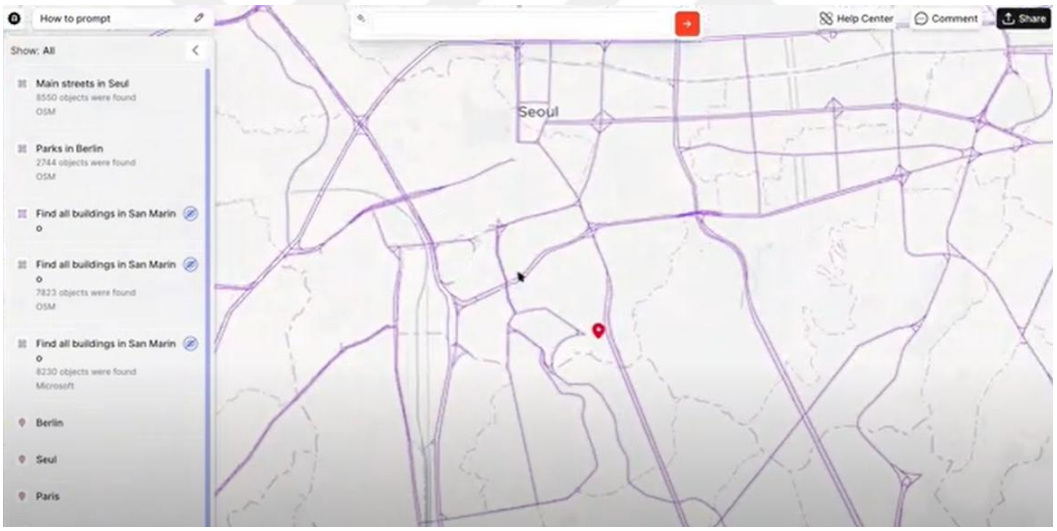
Şekil 4. 3 Aino.world programında konum belirleme (Aino.world, 2025)



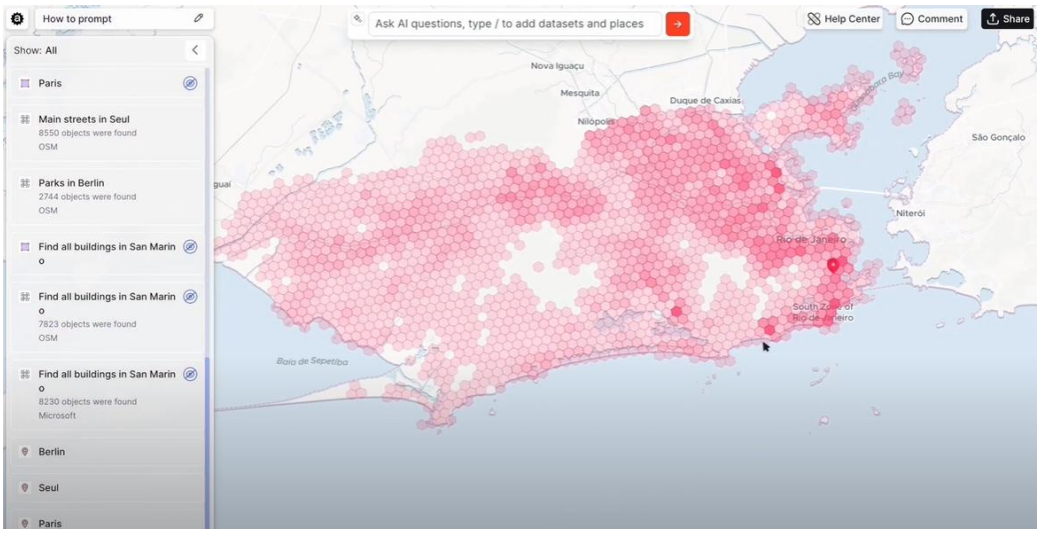
Şekil 4. 4 Aino.world San Marino konum belirleme (Aino.world, 2025)



Şekil 4. 5 Aino.world ile veri üzerine belge ekleme (Aino.world, 2025)



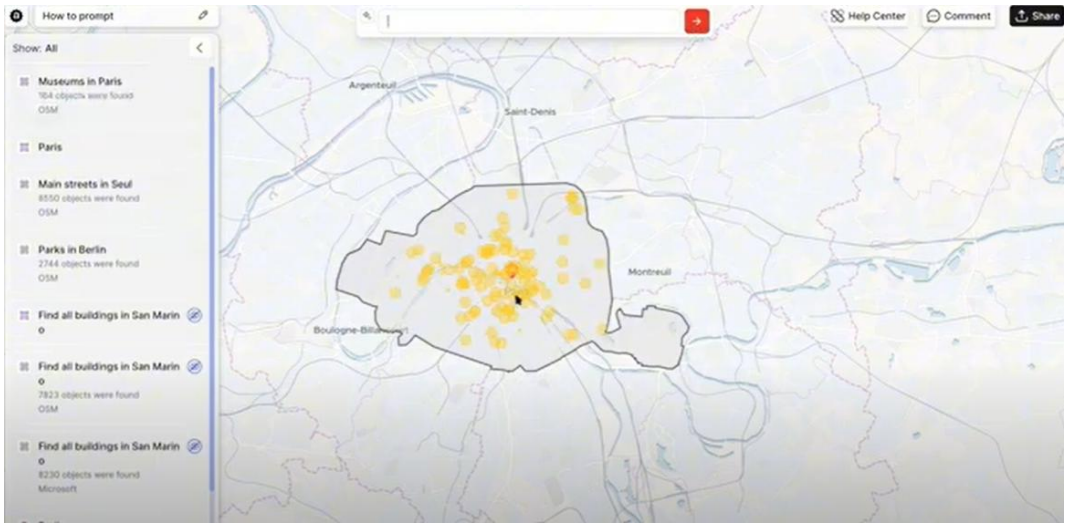
Şekil 4. 6 Aino.world Seul veri seçimi ve ulaşım ağı (Aino.World, 2025)



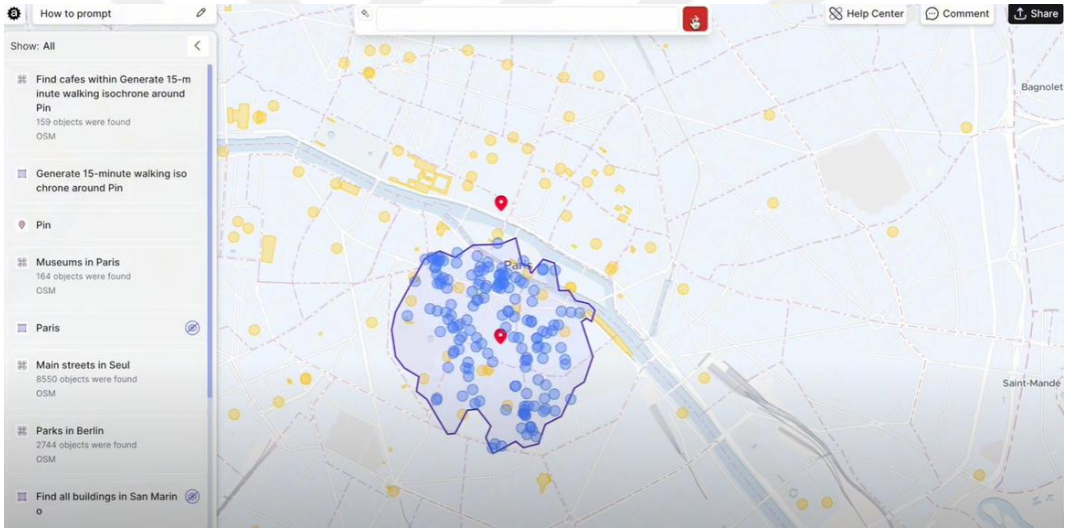
Şekil 4. 7 Aino.world ile Rio de Jenerio mekânsal analiz ve nüfus yoğunluğu (Aino.world, 2025)



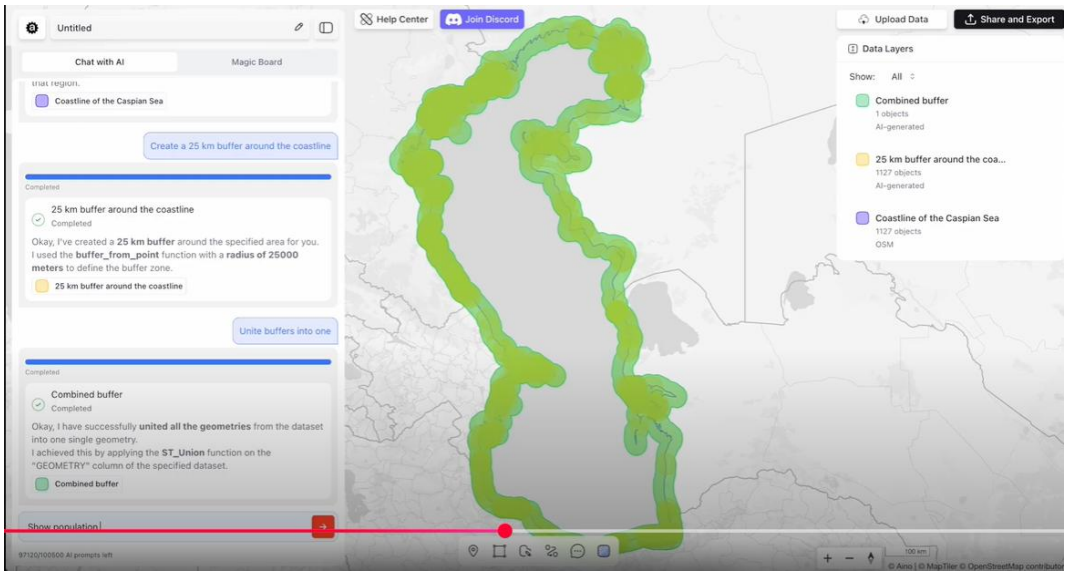
Şekil 4. 8 Ainoworld ile Hazar Denizi mekânsal analiz ve nüfus yoğunluğu (Aino.world, 2025)



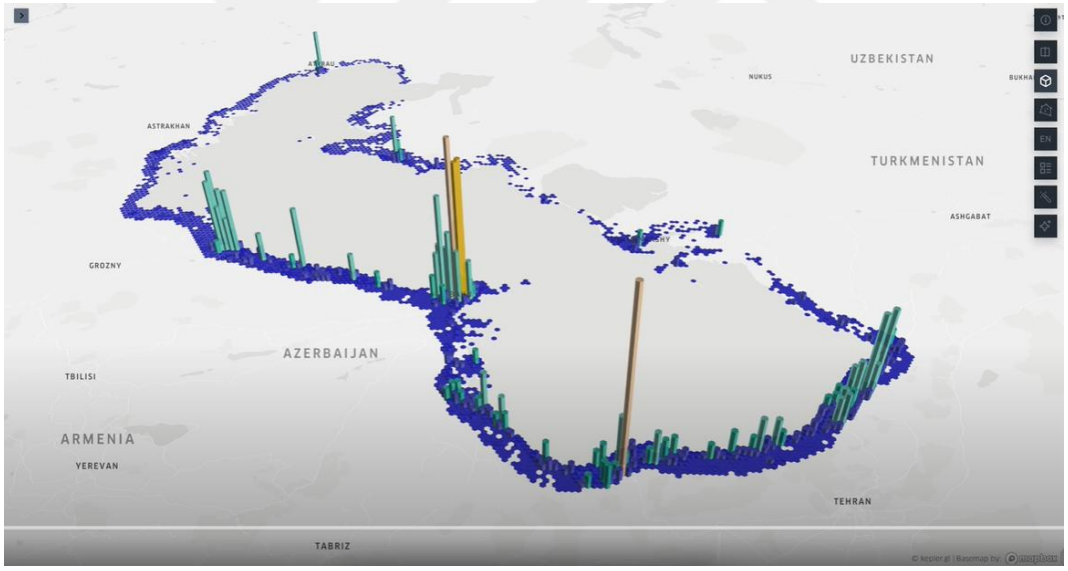
Şekil 4. 9 Aino world Paris veri seçimi ve müzeler (Aino.world, 2025)



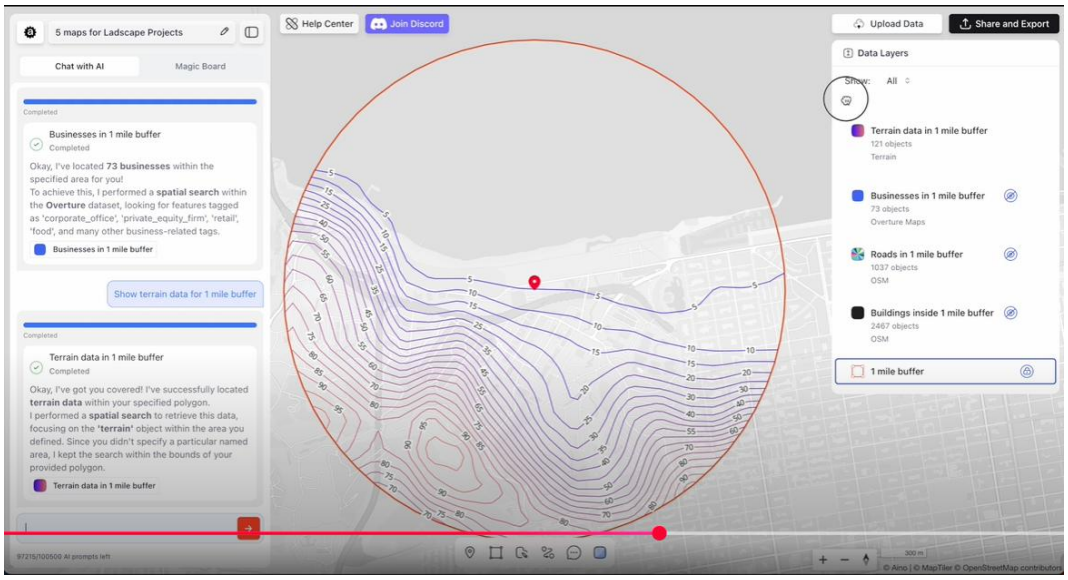
Şekil 4. 10 Aino.world Paris mekânsal analiz, 15 dakika yürüme mesafesindeki müzeler (Aino.world, 2025)



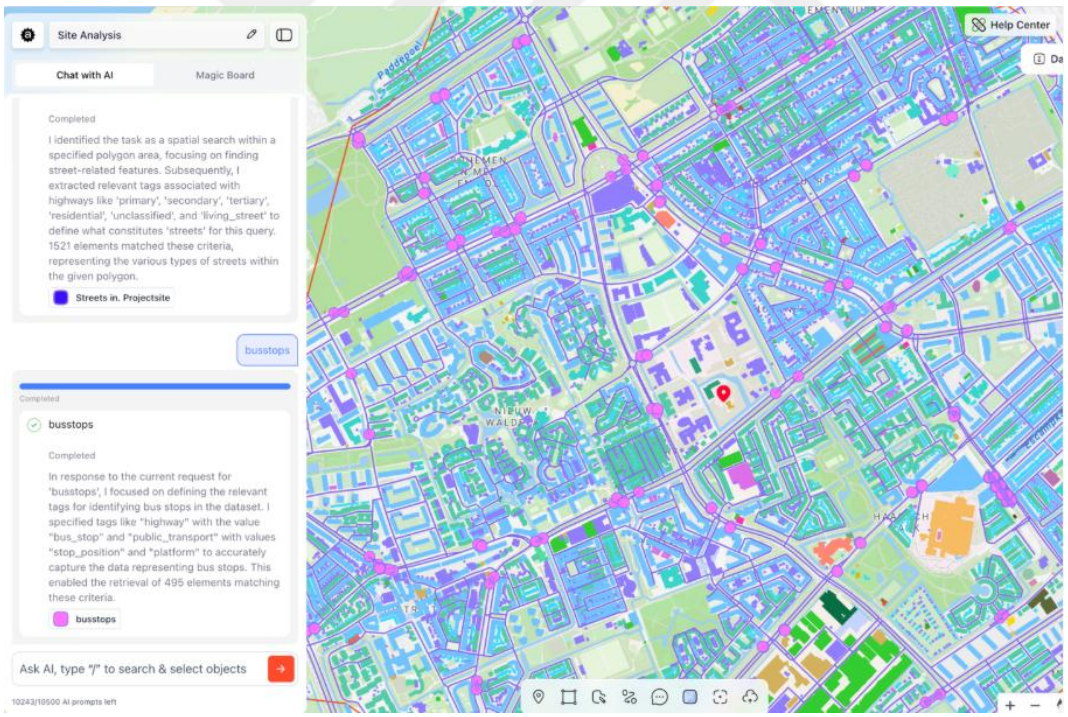
Şekil 4. 11 Aino.world ile Hazar Denizi mekânsal analiz, 25 km mesafede havza koruma bandı (Aino.world, 2025)



Şekil 4. 12 Aino.world ile Hazar Denizi mekânsal analizi grafiksel nüfus yoğunluğu (Aino.world, 2025)



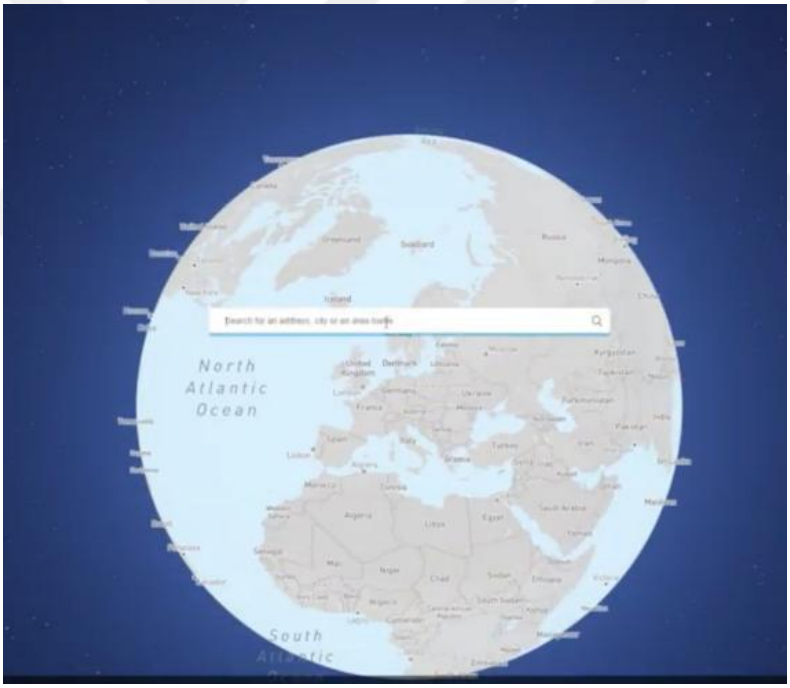
Şekil 4. 13 Aino world ile veri seçimi, 1.6 km mesafedeki yükselti durumu (Aino.world, 2025)



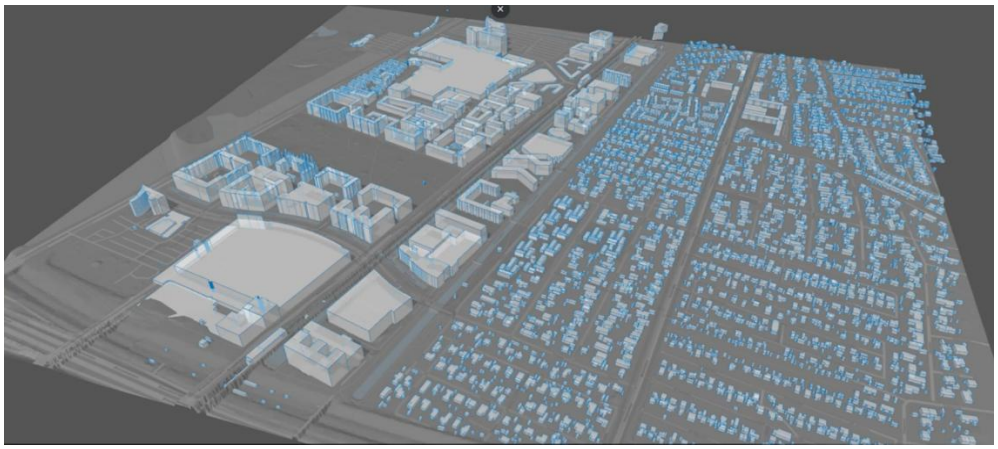
Şekil 4. 14 Aino world ile veri seçimi ve arazi kullanımı (Aino.world, 2025)

4.2.3 Autodesk Forma

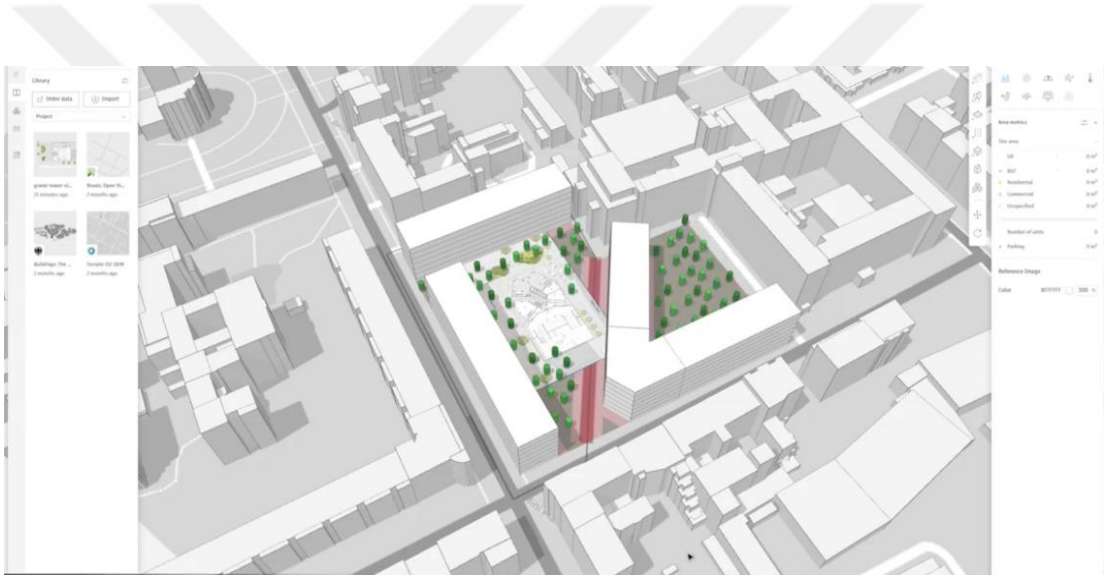
Bulut tabanlı çalışan bir yazılımdır, konsept tasarımlarda, görselleştirmede, ve konsept oluşturma aşamalarında kullanılabilmektedir. Rüzgar, güneş, gün ışığı, karbon ayak izi gibi çevresel etkilerin analizini gerçekleştirmektedir. Karmaşık üçboyutlu konseptleri kısa sürede modellenmesi bu araçla mümkündür. Alınan veriler güncel uydu görüntülerinden sağlanmaktadır. Bu sayede bağlamsal olarak gerçek coğrafi konumla uyumlu sonuçlar vermektedir. Analiz ve çevresel değerlendirme özellikleriyle plancılara daha verimli ve sürdürülebilir sonuçlar yaratmada yardımcı bir araçtır. İçerisinde bulunan eklentilerle, analiz çeşitliliği her geçen gün artmaktadır (Autodesk, 2025). İstemlerin hepsi ingilizce olarak girilmektedir. Autodesk Forma programının mekânsal ve çevresel analiz örnekleri bulunmaktadır (Şekil 4.15, 4.16, 4.17, 4.18, 4.19, 4.20, 4.21, 4.22, 4.23, 4.24, 4.25, 4.26, 4.27, 4.28, 4.29, 4.30, 4.31).



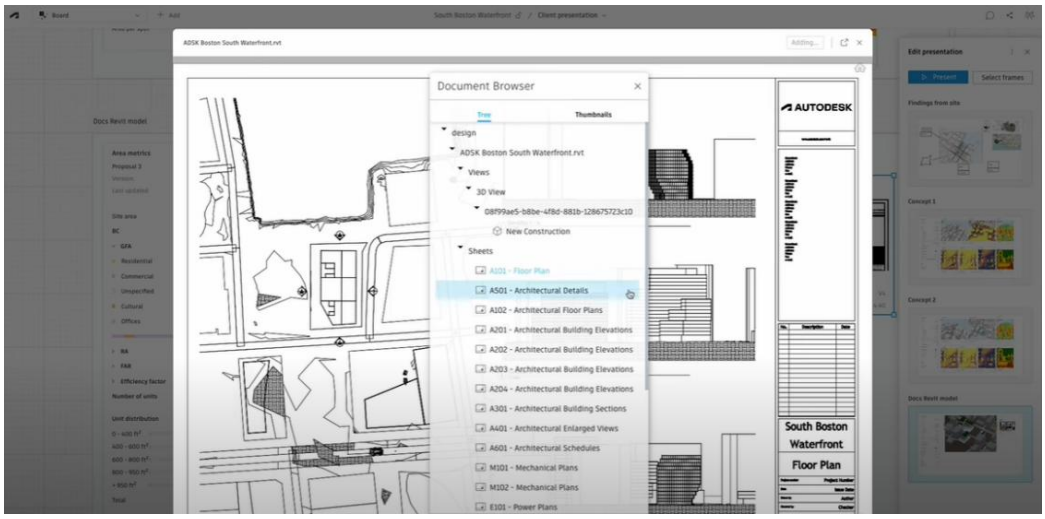
Şekil 4. 15 Autodesk Forma ile konum belirleme (Autodesk, 2025)



Şekil 4. 16 Autodesk Forma ile veri seçimi ve kat yüksekliğine göre görselleştirme (Autodesk, 2025)



Şekil 4. 17 Autodesk Forma ile belge üzerine belge ekleme (Autodesk, 2025)

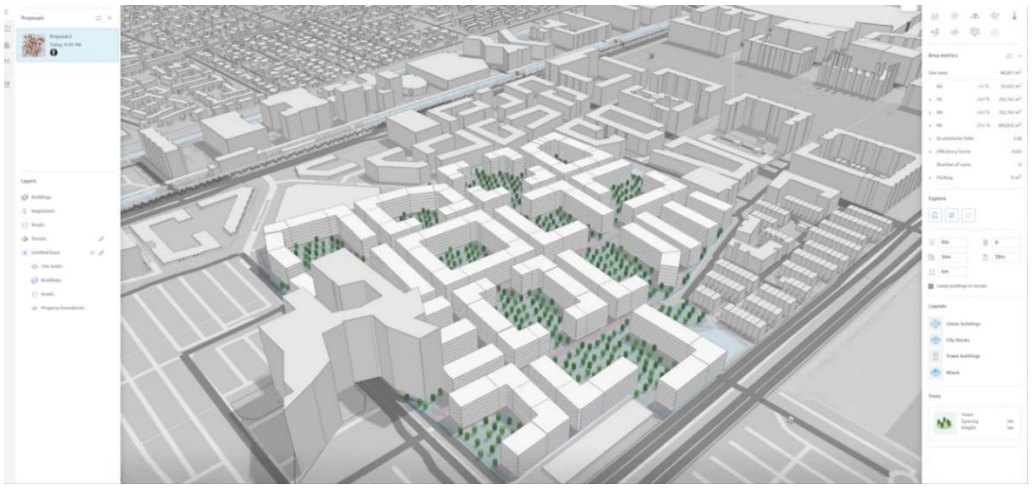


Şekil 4. 18 Autodesk Forma ile belge üzerine döküman ekleme (Autodesk, 2025)



Şekil 4. 19 Autodesk Forma ile görselleştirme, alternatif yapı tipi 1

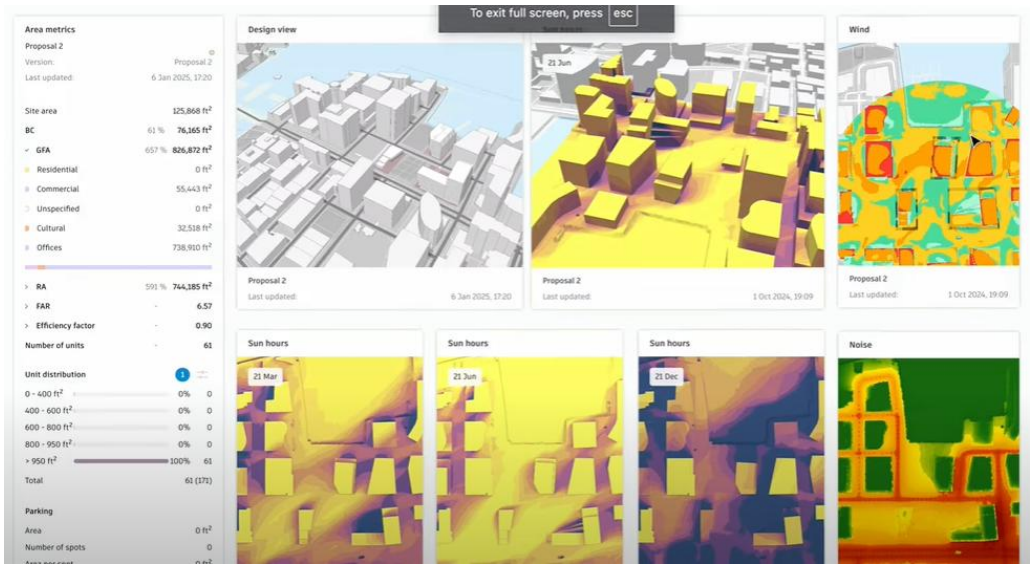
(Autodesk, 2025)



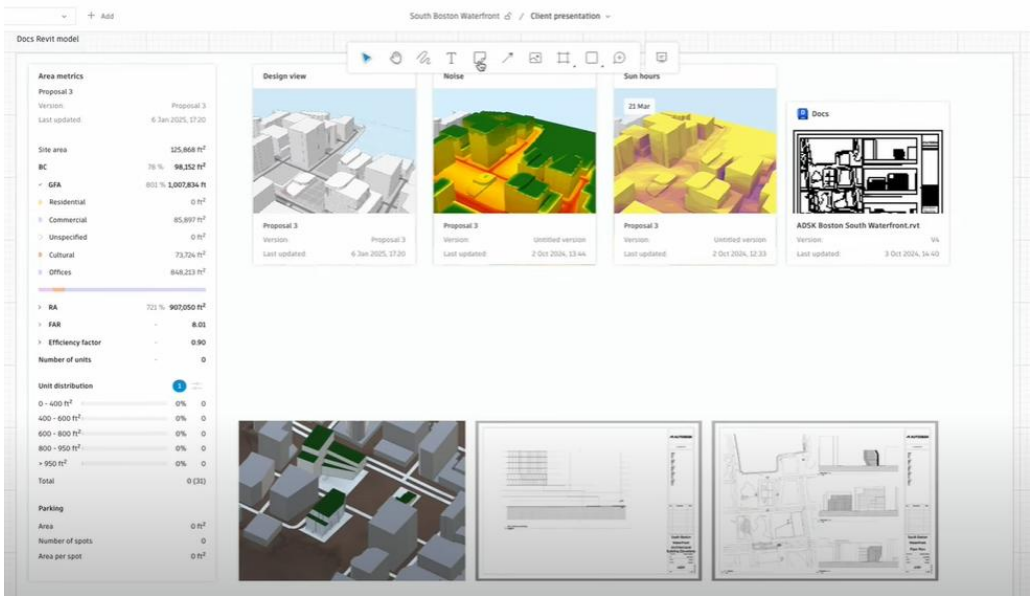
Şekil 4. 20 Autodesk Forma ile görselleştirme, alternatif yapı tipi 2 (Autodesk, 2025)



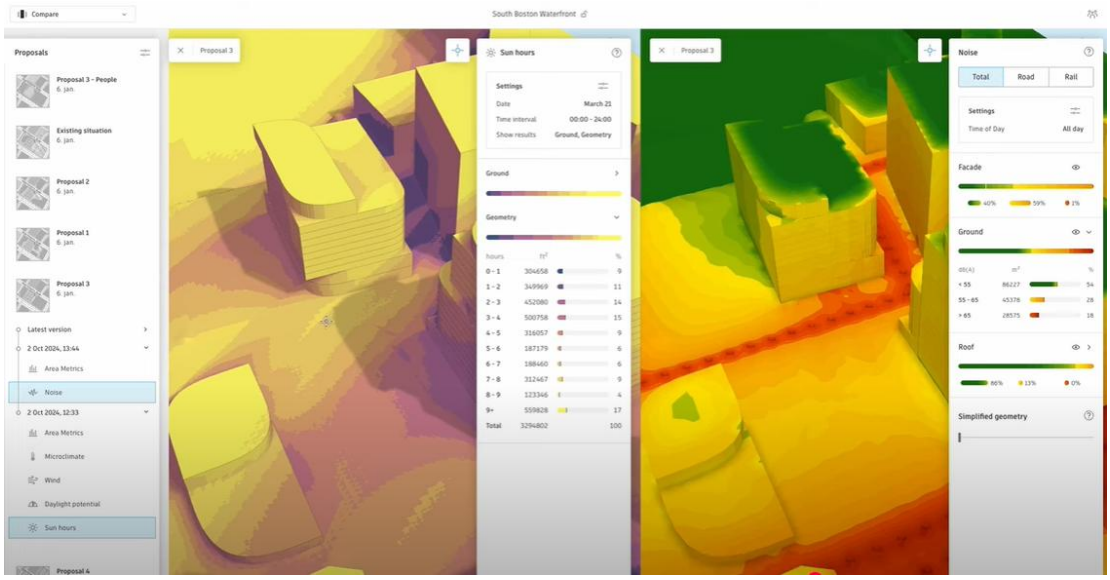
Şekil 4. 21 Autodesk Forma ile belge üzerine döküman ekleme (Autodesk, 2025)



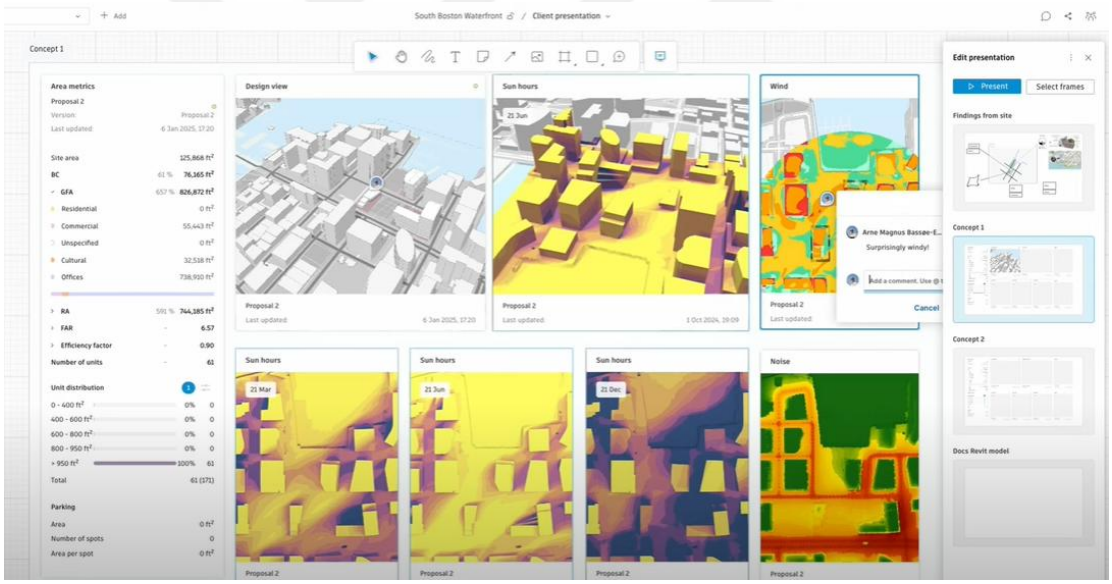
Şekil 4. 22 Autodesk Forma ile analiz çeşitliliği (Autodesk, 2025)



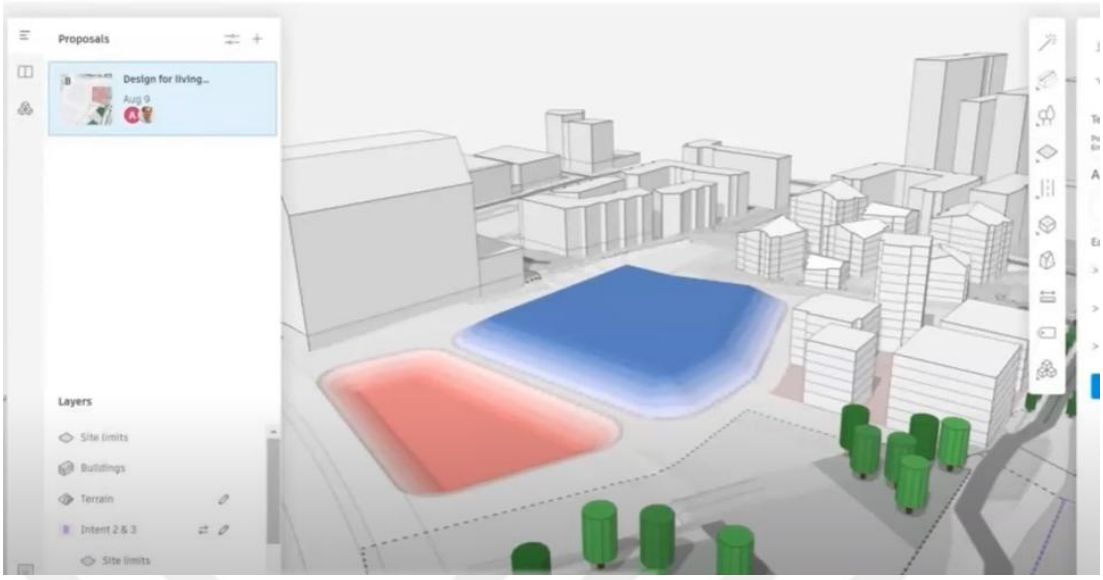
Şekil 4. 23 Autodesk Forma ile analiz çeşitliliği (Autodesk, 2025)



Şekil 4. 24 Autodesk Forma ile çevresel analiz katmanları (Autodesk, 2025)



Şekil 4. 25 Autodesk Forma ile çevresel analiz katmanları (Autodesk, 2025)



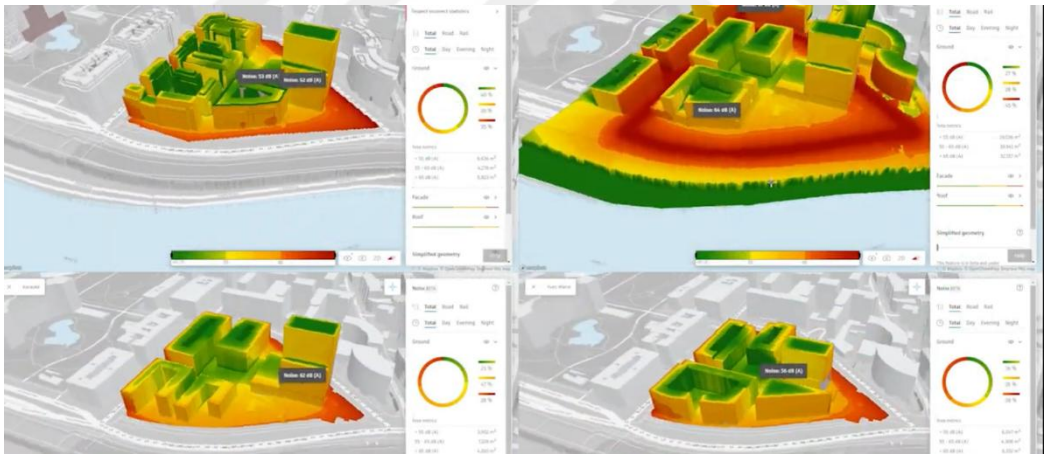
Şekil 4. 26 Autodesk Forma ile doluluk-boşluk analizi (Autodesk, 2025)



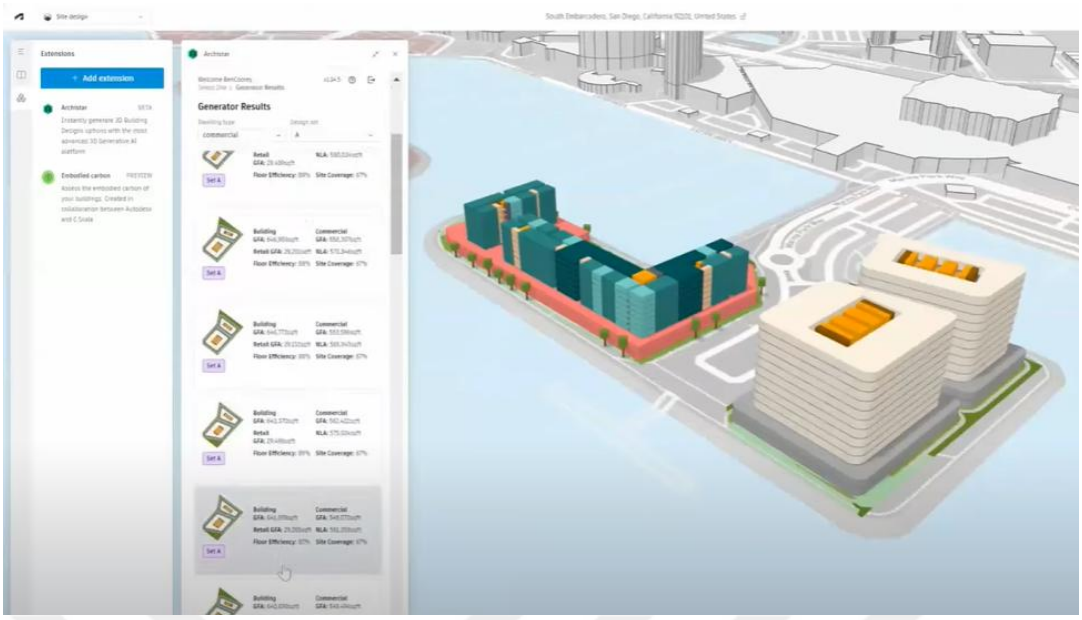
Şekil 4. 27 Autodesk Forma ile çevresel analiz ve rüzgâr analizi (Autodesk, 2025)



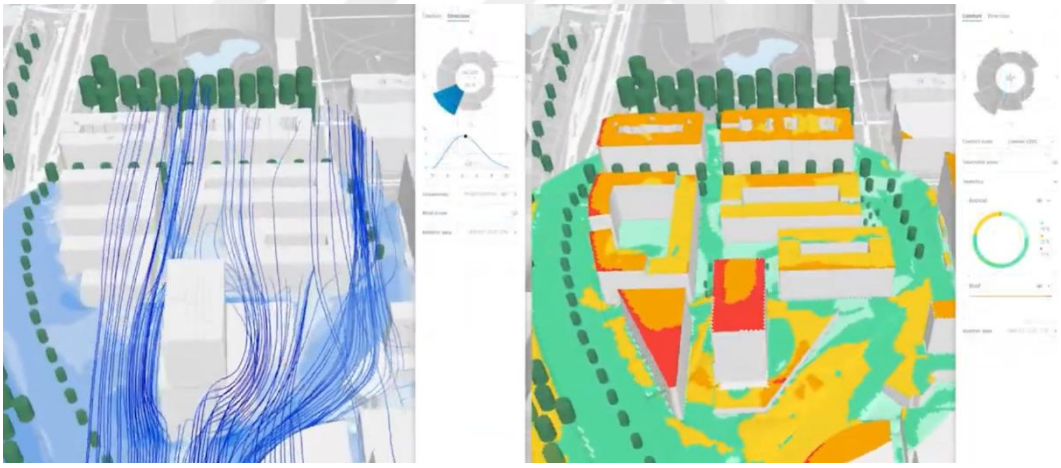
Şekil 4. 28 Autodesk Forma ile çevresel analiz ve gürültü analizi (Autodesk, 2025)



Şekil 4. 29 Autodesk Forma ile çevresel analiz- farklı ulaşım tipine göre gürültü analizi (Autodesk, 2025)



Şekil 4. 30 Autodesk Forma ile görselleştirme- tasarım alternatifleri üretme (Autodesk, 2025)

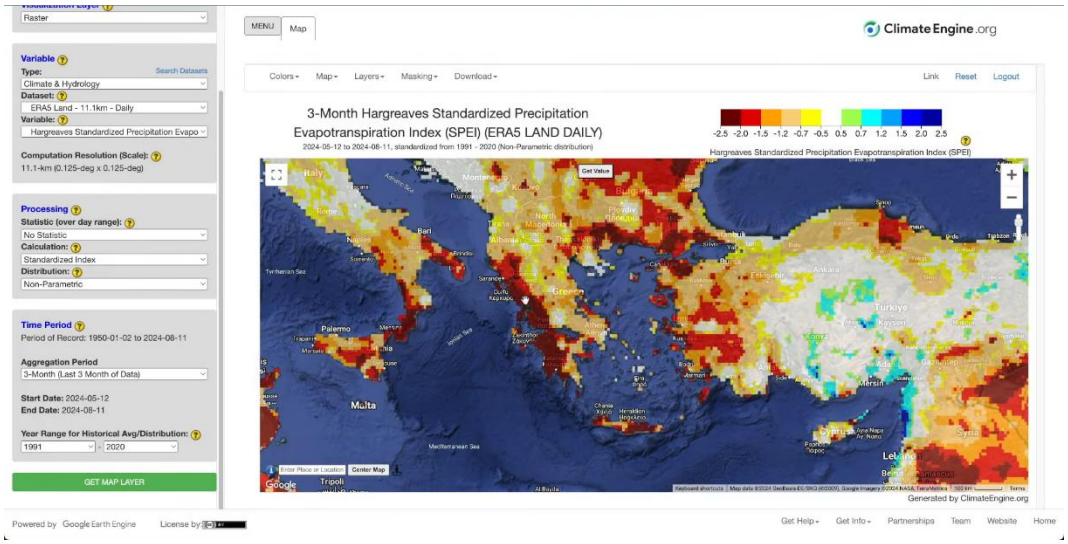


Şekil 4. 31 Autodesk Forma ile çevresel analiz, rüzgâr etki alanı ve rüzgâr konforu (Autodesk, 2025)

4.2.4 Climate Engine

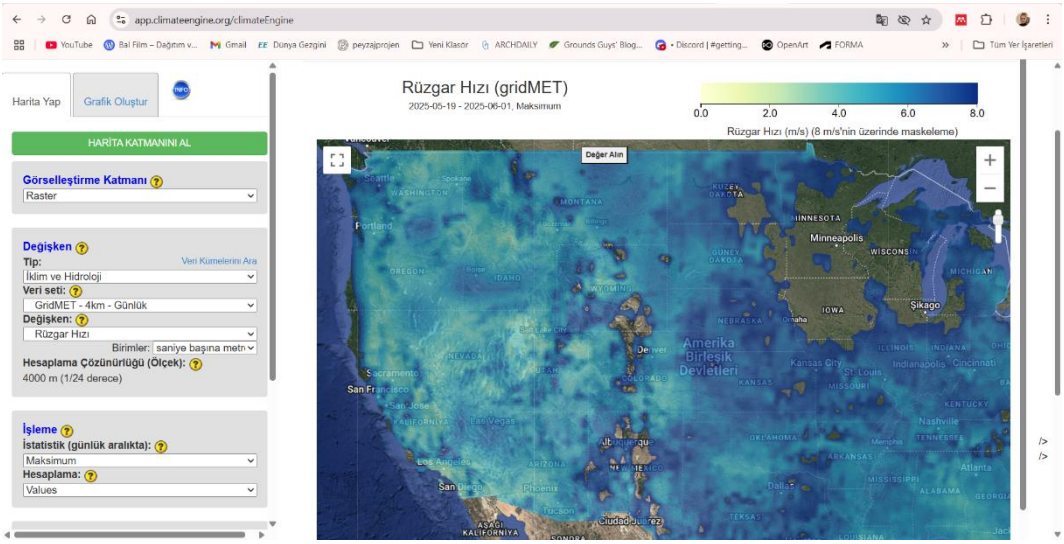
Yapay zekâya tamamen dayalı olmasa da, yapay zekâ destekli özelliklere sahiptir. Landsat gibi uydu gözlemleri, ERA5 gibi iklim veri analizleri, kuraklık, otlak alan, bitki örtüsü veri setleri gibi çeşitli veri kaynaklarını bir araya getirerek, kullanıcıların çevresel değişimleri analiz etmelerine olanak tanımaktadır. Google Earth Engine bulut bilişim altyapısıyla çalışmaktadır (ClimateEngine, 2025). İstemlerin hepsi ingilizce olarak girilmektedir.

ABD verileri üzerinde daha fazla analiz çalışması yapılabilmektedir. Climate Engine aracıyla çevresel analiz yapılması mümkündür (Şekil 4.32).

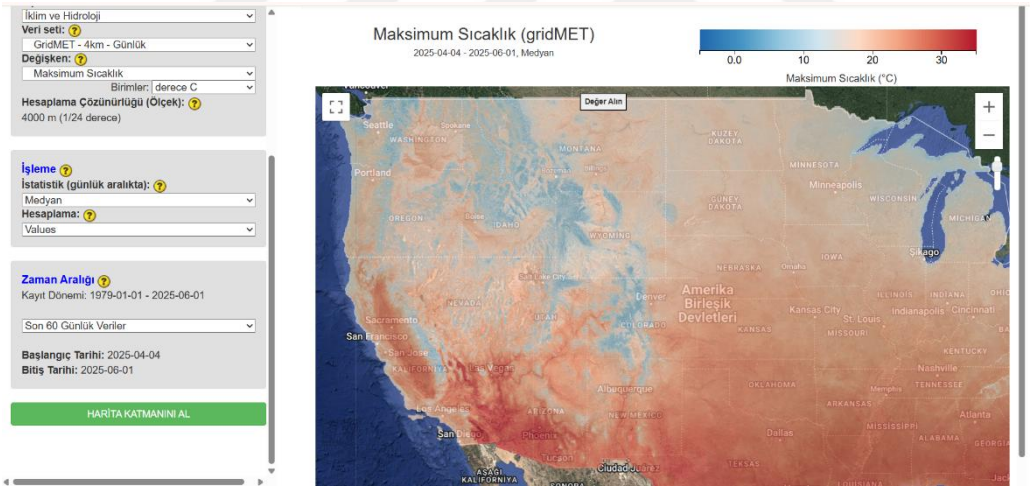


Şekil 4. 32 Climate Engine aracı ile çevresel analiz, Hargreaves yöntemiyle aylık standart yağış-buharlaşma analizi (ClimateEngine, 2025).

Climate Engine aracı çevresel analiz yapılırken katman seçimi ve programın görselleştirme aşamaları bulunmaktadır (Şekil 4.33, 4.34).

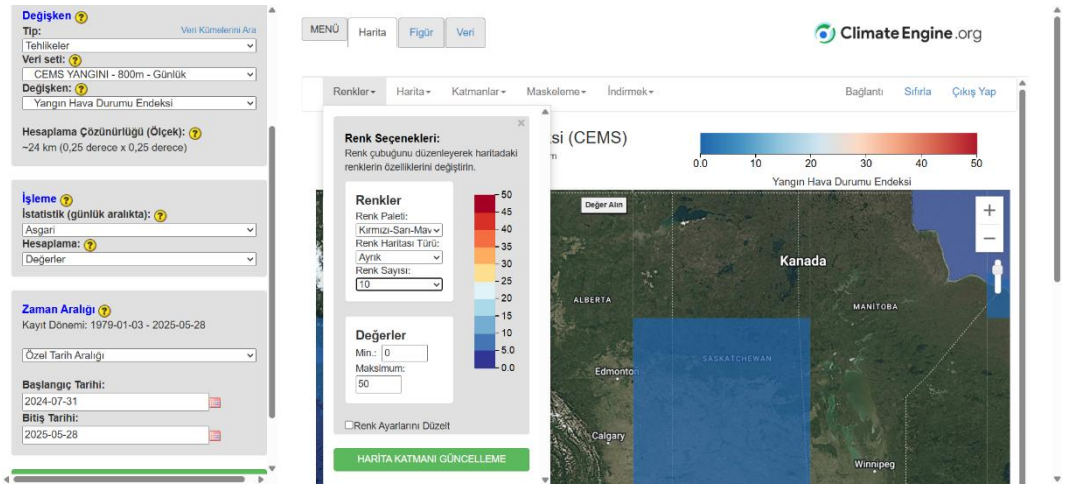


Şekil 4. 33 Climate Engine aracı ile çevresel analiz, rüzgâr hızı analizi (ClimateEngine, 2025)



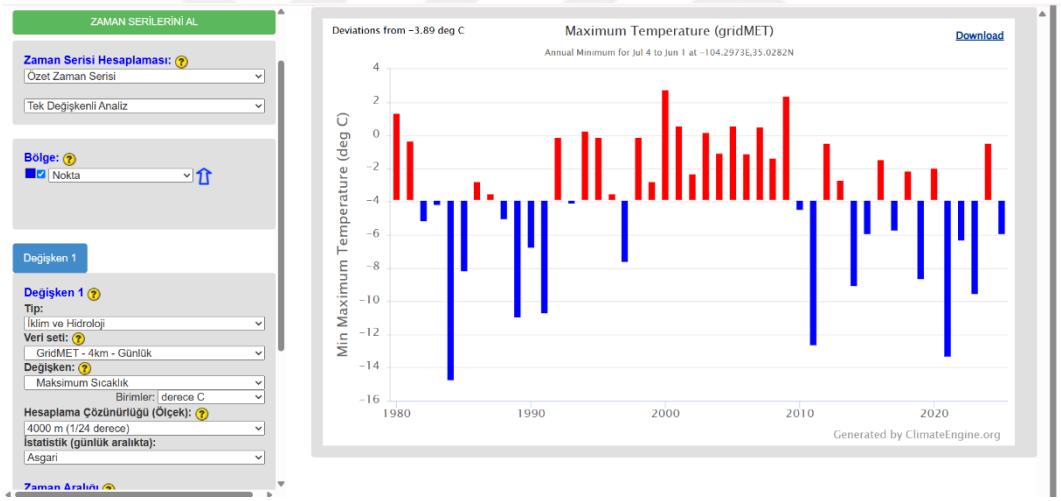
Şekil 4. 34 Climate Engine aracı ile çevresel analiz, maksimum sıcaklık analizi (ClimateEngine, 2025)

Climate Engine aracı ile sıcaklık analizi yapılması ve yapılan analizin gruplama özelliklerini plancının tercihlerine göre değiştirme potansiyeli görselleştirilmiştir (Şekil 4.35).



Şekil 4. 35 Climate Engine aracı ile çevresel analiz, maksimum sıcaklık analizi renk özelleştirme (ClimateEngine, 2025)

Maksimum sıcaklık analizi yapılması ve bunu grafiksel olarak gösterilmesi mümkün olmaktadır (Şekil 4.36).



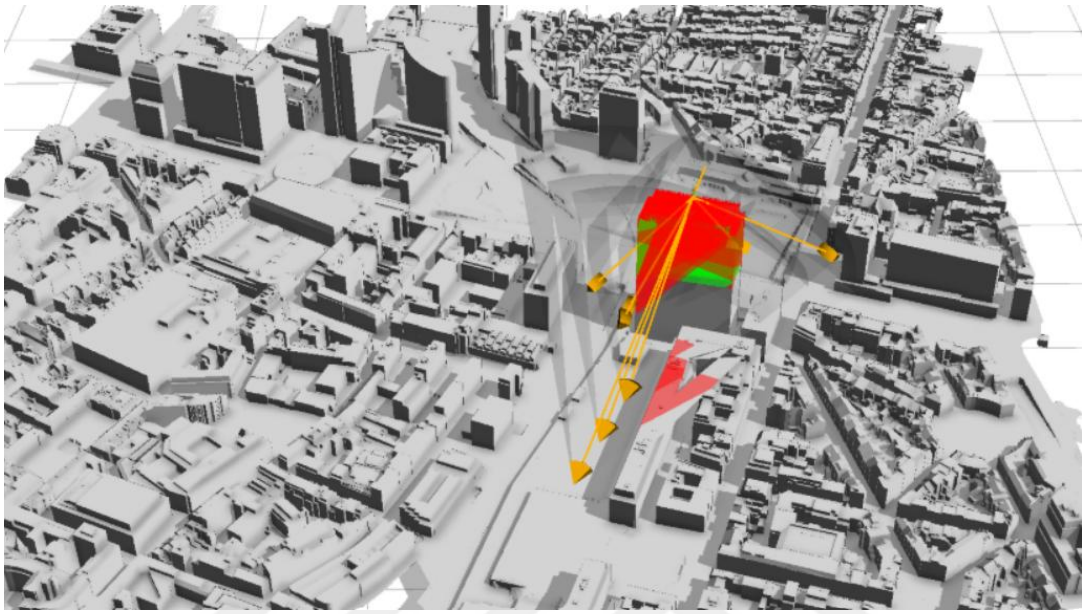
Şekil 4. 36 Climate Engine aracı ile çevresel analiz, maksimum sıcaklık grafiği oluşturma (ClimateEngine, 2025)

4.2.5 Esri ArcGis Pro- CityEngine

ArcGis Pro eklentisi olan CityEngine mekânsal analiz ve haritalama için kullanılan ileri düzey bir platformdur. Arazi örtüsü sınıflandırması, toprak-su analizi, yeşil alt yapı planlaması, iklim değişikliği etkileri, uydu görüntüleri işleme, hassas alan tespiti, arazi modelleme, doğal afet riski analizlerinin yapılmasını sağlamaktadır. Ayrıca eklentiler yardımıyla modelleme, dijital ikiz teknolojisi sayesinde sanal şehir ve modelleme, yeşil alan simülasyonu, ulaşım ve alt yapı ilişkisini modelleme

gibi analizlerin yapılmasını sağlayabilmektedir (Esri, 2025). İstemlerin hepsi ingilizce olarak girilmektedir.

Esri ArcGis Pro- CityEngine aracı rüzgâr yönleri girilerek ve esiş hızları verilerek seçilen bölgelerde ve yapılaşmış alanlarda rüzgâr analizleri yapılabilir (Şekil 4.37).



Şekil 4. 37 Esri ArcGis Pro- CityEngine ile Brüksel'deki kent içinde kullanılan küçük rüzgâr türbinleri için 3B görünürlük analizi (Esri, 2025)

Esri ArcGis Pro- CityEngine aracı planlanacak bölge veya tasarım yapılacak alan için farklı görsel senaryolar oluşturularak kullanıcıya fikir aşamasında yardımcı olmaktadır (Şekil 4.38).



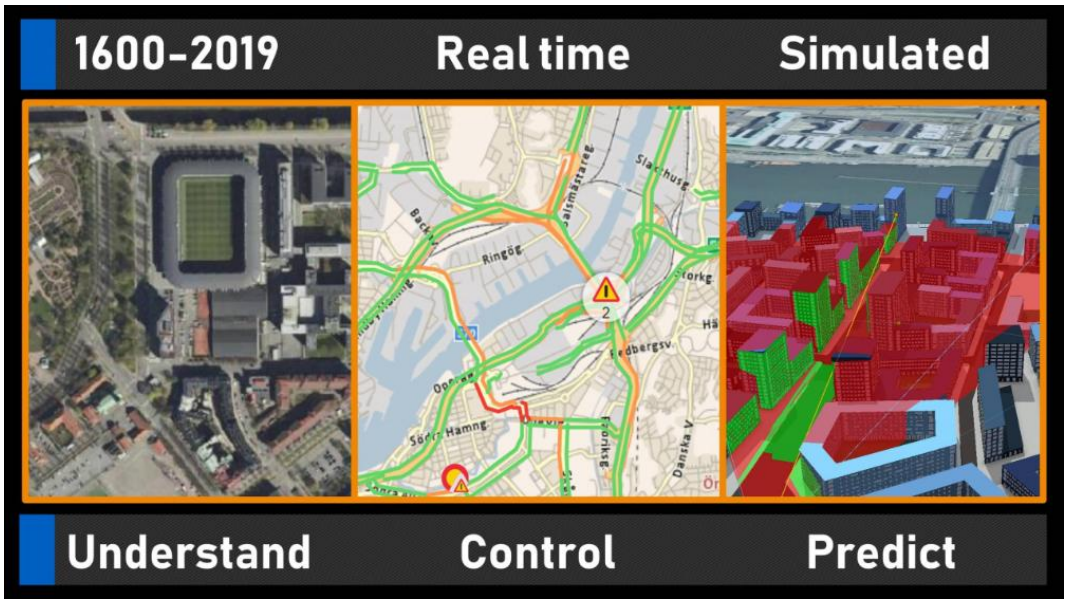
Şekil 4. 38 Esri ArcGis Pro- CityEngine ile Brüksel gerçekçi görselleştirmelerle tasarım senaryoları üretme (Esri, 2025)

Esri ArcGis Pro-CityEngine ile alan kullanımlarına göre arazi gelişim planı oluşturulabilmektedir (Şekil 4.39).



Şekil 4. 39 Esri ArcGis Pro- CityEngine ile arazi gelişim planı oluşturma süreci (Esri, 2025)

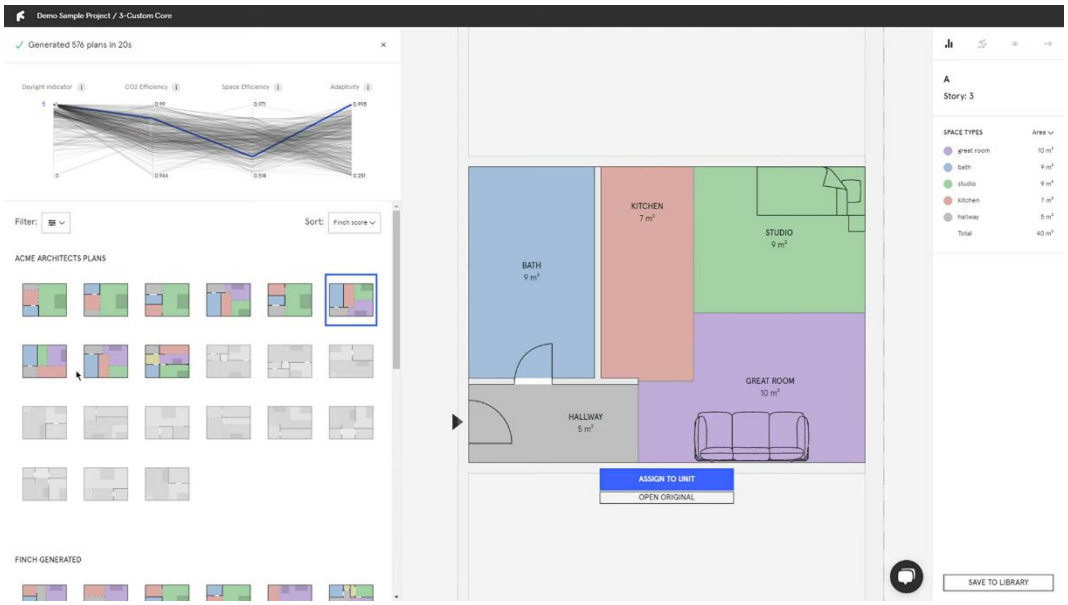
CityEngine eklentisinin önemli özelliklerinden biri de sanal şehir modellemesi yapabilmesidir (Şekil 4.40).



Şekil 4. 40 Esri ArcGis Pro- CityEngine ile sanal şehir modelleme (Esri, 2025)

4.2.6 Finch

Yapıların kat planlarının hızlı bir şekilde oluşturulmasında yardımcı olabilmektedir. Üretilen kat planları kişisel bir kütüphane oluşturularak daha sonra kullanılabilmektedir (Finch3D, 2025). Kat planları tasarımına yönelik senaryo üretimi sürecinde program ara yüzleri alternatifler sunmaktadır (Şekil 4.41).



Şekil 4. 41 Finch ile kat planları senaryoları üretme (Finch, 2025)

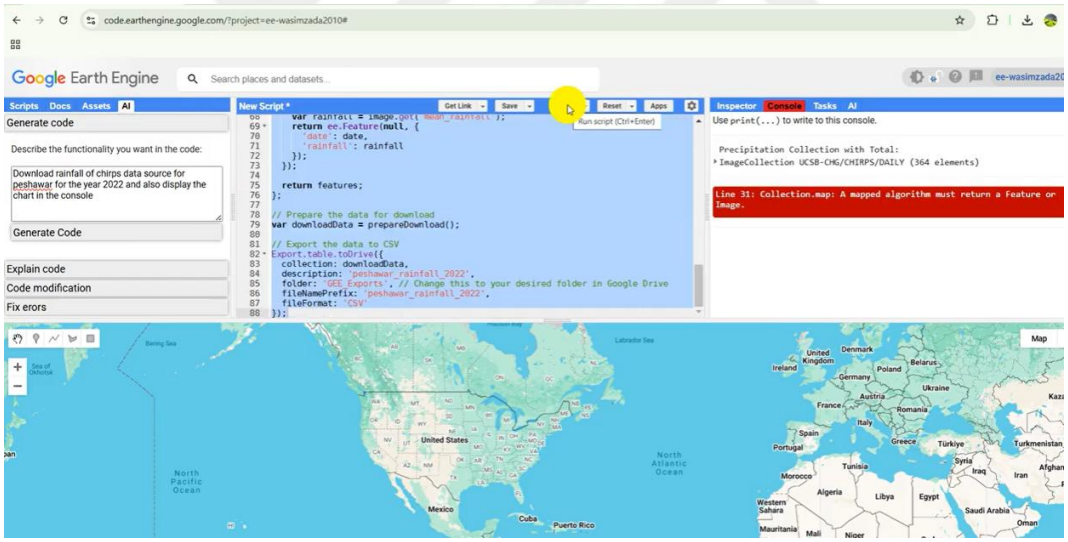
4.2.7 Google Earth Engine

Büyük ölçekli coğrafi veri analizi için geliştirilmiş bulut tabanlı uygulamadır. Uzaktan algılama verileri ve mekânsal analiz araçlarını kullanarak analiz yapılmasına ve planlama kararları alınmasına yardımcı olabilmektedir.

Arazi kullanım değişiklikleri, mevcut kullanım, orman örtüsü, su kaynakları, toprak erozyonu, sıcaklık analizi, sulak alanlar, sel riski analizi, doğal afetler sonrası değişim analizi yapılabilmektedir. İstemlerin hepsi ingilizce olarak girilmektedir.

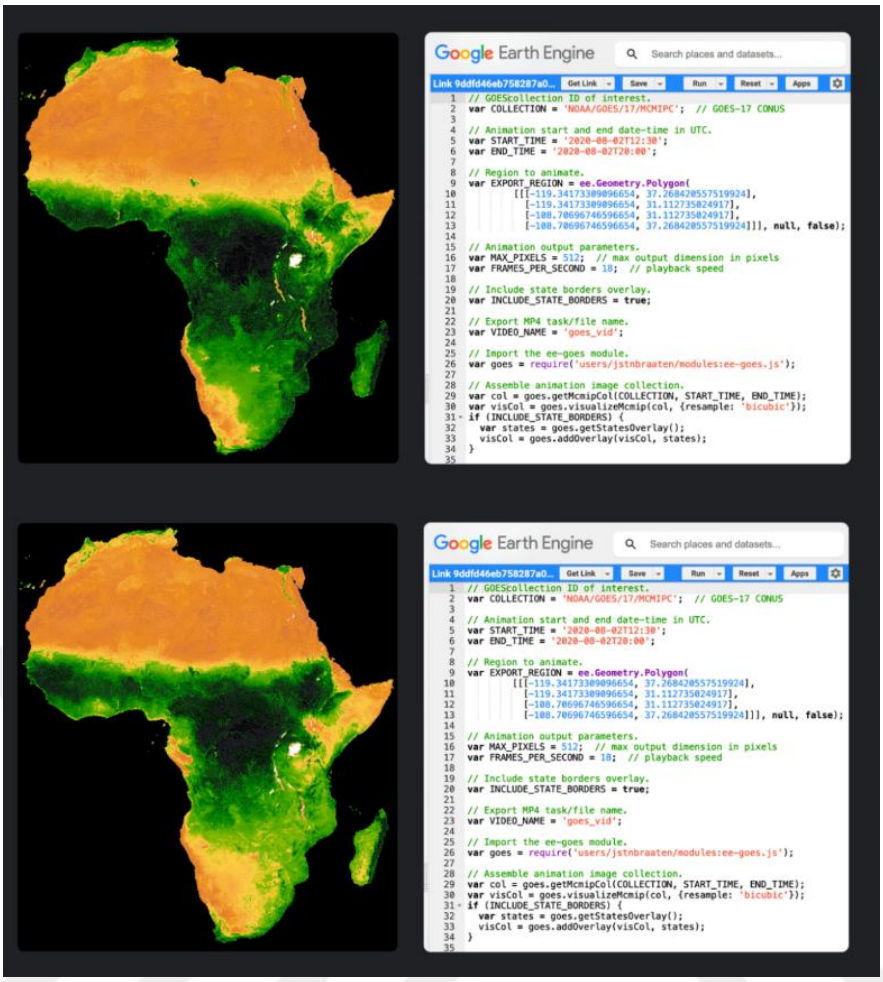
Çevresel yönetimde ve sürdürülebilirlik çalışmalarında kullanılabilir. Veri kaynağı olarak Landssat, Sentinel, MODIS, OpenStreetMap gibi uydu verileri kullanılmaktadır. Kodlama dil bilgisi kullanılarak çalıştığı için diğer araçlara kıyasla ileri düzey bilgisayar bilgisi gerekmektedir (Google Earth Engine, 2025).

Google Earth Engine ile yapay zekâ eklentisi ile analiz için kod yazma ve çalışma şekli gösterilmektedir (Şekil 4.42).



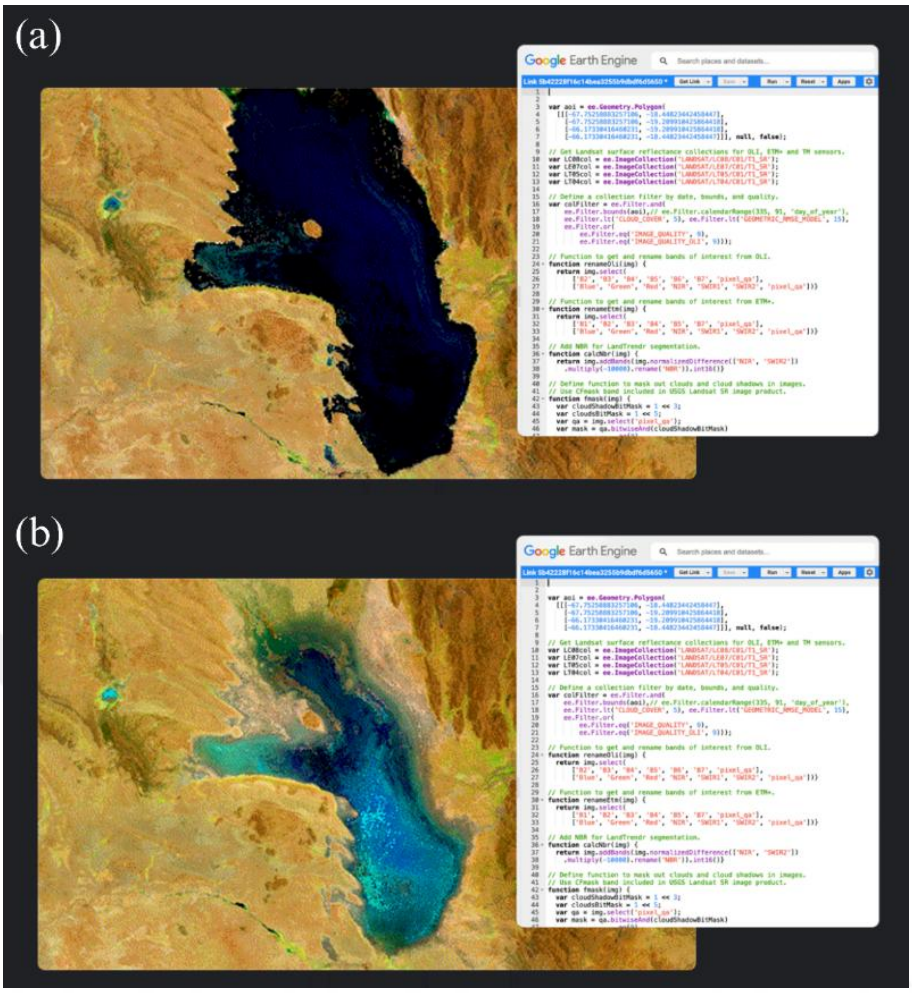
Şekil 4. 42 Google Earth Engine ile yapay zekâ eklentisi ile analiz için kod yazma (Google Earth Engine, 2025)

Google Earth Engine ile yüzey sıcaklığı farklı saat aralıklarında analiz edilmesi ve harita üzerindeki değişimi gösterilmektedir (Şekil 4.43).



Şekil 4. 43 Google Earth Engine ile yüzey sıcaklığı farklı saat aralıklarında analizi (Google Cloud, 2025)

Google Earth Engine ile Bolivya sınırları içerisinde bulunan göl kuruması durumunda, simülasyonu öncesi ve sonrası görselleştirilmiştir (Şekil 4.44).



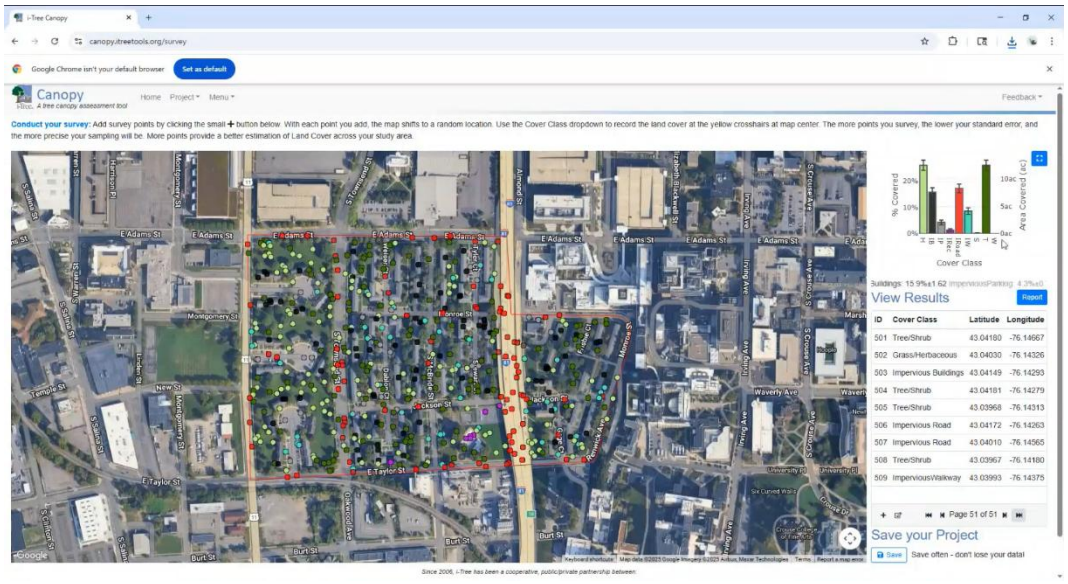
Şekil 4. 44 Google Earth Engine ile Bolivya sınırları içerisinde bulunan göl kuruması simülasyonu öncesi (a) ve sonrası (b) (Google Cloud, 2025)

4.2.8 İ-Tree

Forest Service (USDA) tarafından geliştirilen, kentsel ormanların çevresel ve ekonomik faydalarını ölçmek için kullanılmaktadır. Havadan çekilen görüntülerle, yeşil alan hesabı ve bölgesel düzeyde planlama ve analiz yapılabilmektedir. Ağaç dikimlerinin gelecekteki faydalarını modellemek için de kullanılabilmektedir şu an sadece ABD'de kullanılmaktadır (I-Tree, 2025).

Yapay zekâ ile yarı bütünleşik çalışmaktadır. Nesnelerin interneti teknolojisiyle (IoT) sensörlerinden gelen veri ile gerçek zamanlı hava kalitesi analizi yapabilmektedir (I-Tree, 2025). İstemler ingilizce olarak girilmelidir.

İ-Tree ile mekânsal analiz- ağaç tür tespiti yapılması gösterilmektedir (Şekil 4.45).



Şekil 4. 45 İ-Tree ile mekânsal analiz- ağaç tür tespiti (i-Tree, 2025)

4.2.9 Midjourney

Metinden görüntü üretimi sağlamaktadır. Erken aşama tasarım fikirleri yaratılması ve görselleştirilmesi adımında plancıya yardımcı olabilmektedir. Peyzaj özelliklerini ve senaryolarını kavramsallaştırılmasına yardımcı olma potansiyeline sahip güçlü bir görselleştirme aracıdır (Midjourney, 2025).

Planlama sürecinde fikirleri görselleştirmek, konsept geliştirmek, görsel materyaller hazırlamak için kullanılması mümkündür. Farklı tarzda planlama kararlarını hızlıca görselleştirebilmektedir. Alınan planlama kararlarının hayata geçirilmeden önce, görüntüler oluşturarak test edilmesine yardımcı olabilmektedir. Yüksek kalite ve istenilen boyutta görseller oluşturabilmektedir (Kevseroğlu & Kurban, 2024). Midjourney aracıyla, gelecekteki kentlerin nasıl olacağına yönelik görselleştirme çalışması yapılmıştır (Şekil 4.46). İstemler ingilizce olarak girilmelidir.



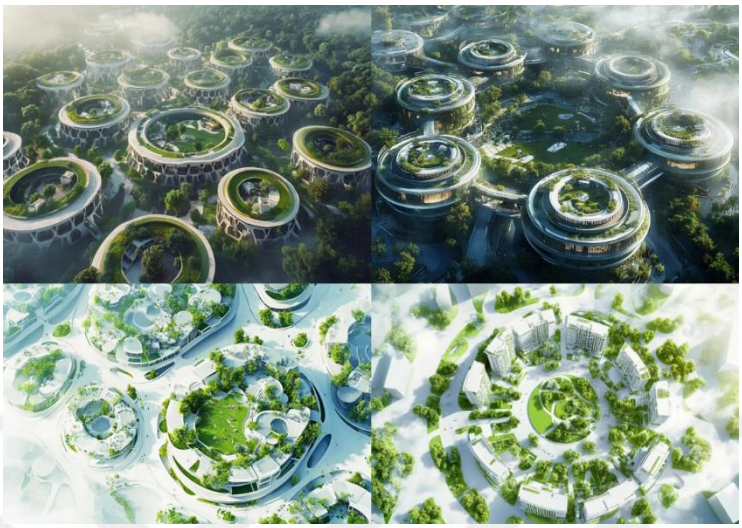
Şekil 4. 46 Midjourney aracı ile ilham aşamasında farklı görseller oluşturma (Journeyaiart, 2025)

Midjourney aracıyla farklı yapı tasarım seçenekleri sunması ve gösterilmesi bulunmaktadır (Şekil 4.47).



Şekil 4. 47 Midjourney aracı ile ilham aşamasında farklı yapı görselleri oluşturma (Journeyaiart, 2025)

Midjourney aracı ile geleceğin kentlerinin nasıl göründüğünün görselleştirilmesi farklı tasarım seçenekleriyle verilmiştir (Şekil 4.48).



Şekil 4. 48 Midjourney aracı ile ilham aşamasında alternatif plan görselleri oluşturma (Journeyaiart, 2025)

4.2.10 OpenArt

Planlama ve tasarım alanlarında görsel ilham ve fikir geliştirme adımlarında kullanılabilmektedir. Metin tabanlı– istem (prompt) girilerek kullanılan bir araçtır. Konsept geliştirmede, analiz sonrası karar aşamalarında, malzeme ve doku seçimlerinde alternatif üretmede, sunum paftaları hazırlamada kullanılabilir (OpenArt, 2025). Ayrıca, fikir aşamasında düşünsel çizimleri, içerisinde bulunan farklı araçlarla üçboyutlu görseller elde etmek mümkündür. Bir ‘kasaba meydanı, yeşil doku, hareketli, insanlar ve araçlar, suluboya stili istemi’ girilerek oluşturulmuştur (Şekil 4.49).



Şekil 4. 49 OpenArt ile görsel oluşturma- girilen istem: "a town square, green texture, moving, people and vehicles, watercolor style" (OpenArt, 2025)

Birçok yapı, yol ve cadde ile ağaçlarla dolu bir parkın bulunduğu bir şehir planı, modüler konstrüktivizm, izometrik görünüm, dijital render istemi girilerek iki farklı görsel oluşturulmuştur. İstemlerin hepsi ingilizce olarak girilmektedir (Şekil 4.50 ve 4.51)



Şekil 4. 50 OpenArt ile görsel oluşturma- girilen istem: "a plan of a city with a lot of buildings and roads and streets and a park with a lot of trees, modular constructivism, isometric view, a digital rendering" (OpenArt, 2025)



Şekil 4. 51 OpenArt ile görsel oluşturma- girilen istem: “a plan of a city with a lot of buildings and roads and streets and a park with a lot of trees, modular constructivism, isometric view, a digital rendering” (OpenArt, 2025)

4.2.11 Runway

Tasarımı süreçlerinde yaratıcı fikir üretimi, görsel anlatım ve konsept geliştirme amacıyla kullanılabilecek güçlü bir yapay zekâ uygulamasıdır. Platform, istem girerek (prompt) veya görselleri referans vererek, statik peyzaj görüntülerini canlandırabilir, yeni tasarım senaryoları oluşturabilir ve mevcut projeleri oluşturmaya katkı sağlamaktadır. Gen4 teknolojisiyle görsellerden video oluşturmak da mümkündür (Runway, 2025). İstemler ingilizce olarak girilmelidir.

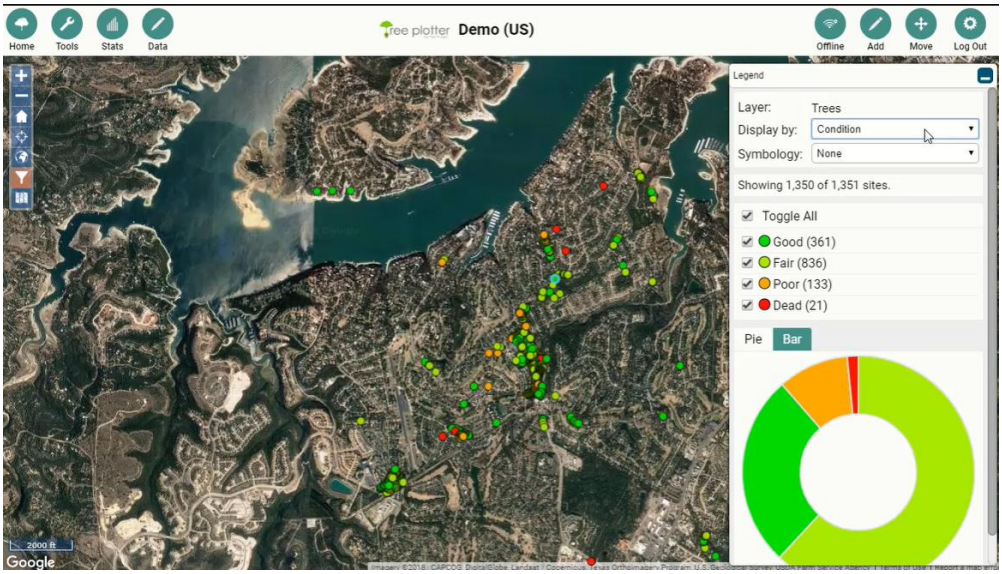
Birçok yapı, yol ve cadde ile bir parkın bulunduğu bir şehir planı istemi girilerek görsel oluşturulmuştur. Görsel oluşturma sırasında İngilizce olarak istem girilmiş, farklı çıktı boyutu, tema seçenekleri araç içerisinde mevcuttur (Şekil 4.52).



Şekil 4. 52 Runway ile görsel oluşturma - girilen istem "a plan of a city with a lot of buildings and roads and streets and a park with" (Runway, 2025)

4.2.12 PlanITGeo (Tree Plotter)

Kentsel peyzaj ve ağaçların konumu, türü, sağlık durumu ve ekosisteme faydalarının haritalandırılmasını sağlayabilecek teknolojiyi içerisinde barındırmaktadır. Sağlıklı durumda olan ve olmayan araçların tespit edildiği çalışma ekranı verilmiştir (Şekil 4.53). Bitki hastalıklarının tespiti ve tedavisinde, kuraklık etkisi ve kent ekosistemi üzerindeki etkilerinin tahmininde kullanılabilmektedir. Karbon emülsiyonu ve karbon tutulum miktarını, ısı adası etkisi, güneş-gölge analizi yapılabilmektedir. Makine öğrenimi ile peyzaj tasarım stratejisi belirlemekte kullanılabilmektedir (PlanITGeo, 2025). İstemlerin hepsi ingilizce olarak girilmektedir

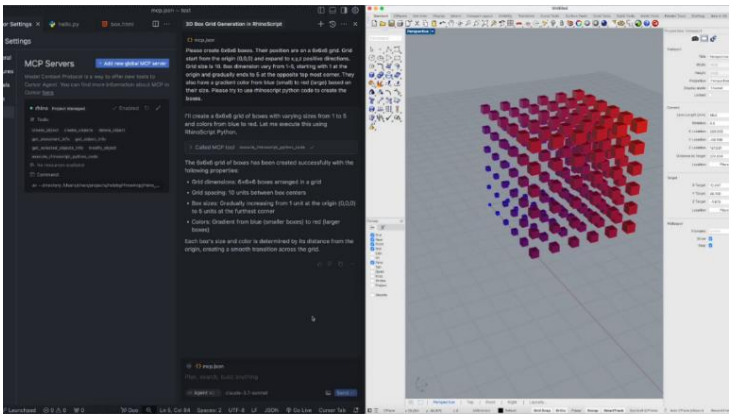


Şekil 4. 53 PlanITGeo (Tree Plotter) ile mekânsal analiz, bitki konumu ve durum tespiti (PlanIT Geo, 2025)

4.2.13 Rhino+Grasshopper

Rhino+Grasshopper, doğrudan yapay zekâ aracı değildir. Ancak, yapay zekâ algoritmalarıyla birlikte çalışabilen, girdi verilerine (örneğin; alan, yükseklik, güneş açısı) göre şekillenen bir modelleme platformudur.

Uydu verilerini kullanarak gerçek zamanlı modeller oluşturmaktadır. Eğim haritaları, hidrolojik analizler, doğal koridorlar, rüzgâr, güneş – gölge iklim analizleri yapmaktadır. Grasshopper eklentileri ile farklı analizler yapılmasına yardımcı olmaktadır. Çalışma şekli olarak yazılım dil bilgisi gerekmektedir (Rhino, 2025). İstemlerin hepsi ingilizce olarak girilmektedir. Rhino+Grasshopper aracı kullanılarak, kod girilmesi ve oluşturulan model örneği mevcuttur (Şekil 4.54).

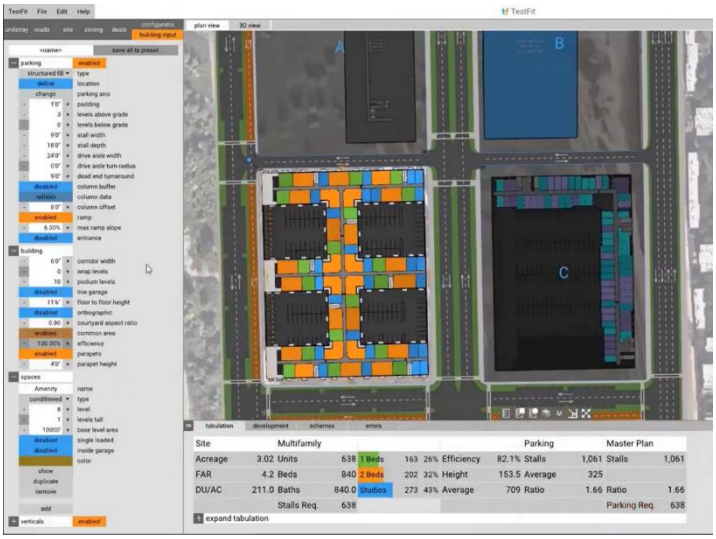


Şekil 4. 54 Rhino+Grasshopper aracı kullanılarak model oluşturma (Rhino3d, 2025)

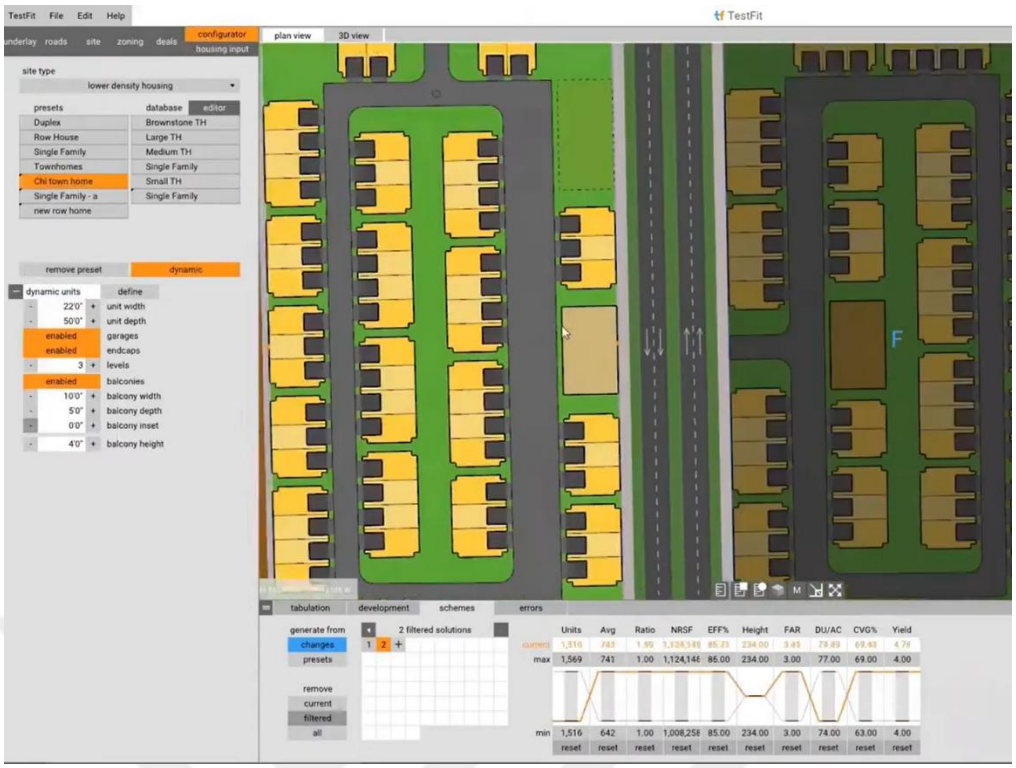
4.2.14 Testfit-İnc

Mekânsal analiz yapılmasının mümkün olduğu güçlü bir yapay zekâ aracıdır. Arazi sınırları, yol ağları, imar geri çekmeleri gibi unsurların hızlı bir şekilde modellenmesine olanak tanımaktadır. Bu parametreler, uygulama içinde hazır olan veri setlerinden seçim yapılarak kullanıcı tarafından seçilen alanlar üzerine uygulanmaktadır. Bu uygulama ile farklı senaryoların hızlıca değerlendirilmesine olanak vermektedir (TestFit, 2025). İstemlerin hepsi ingilizce olarak girilmektedir.

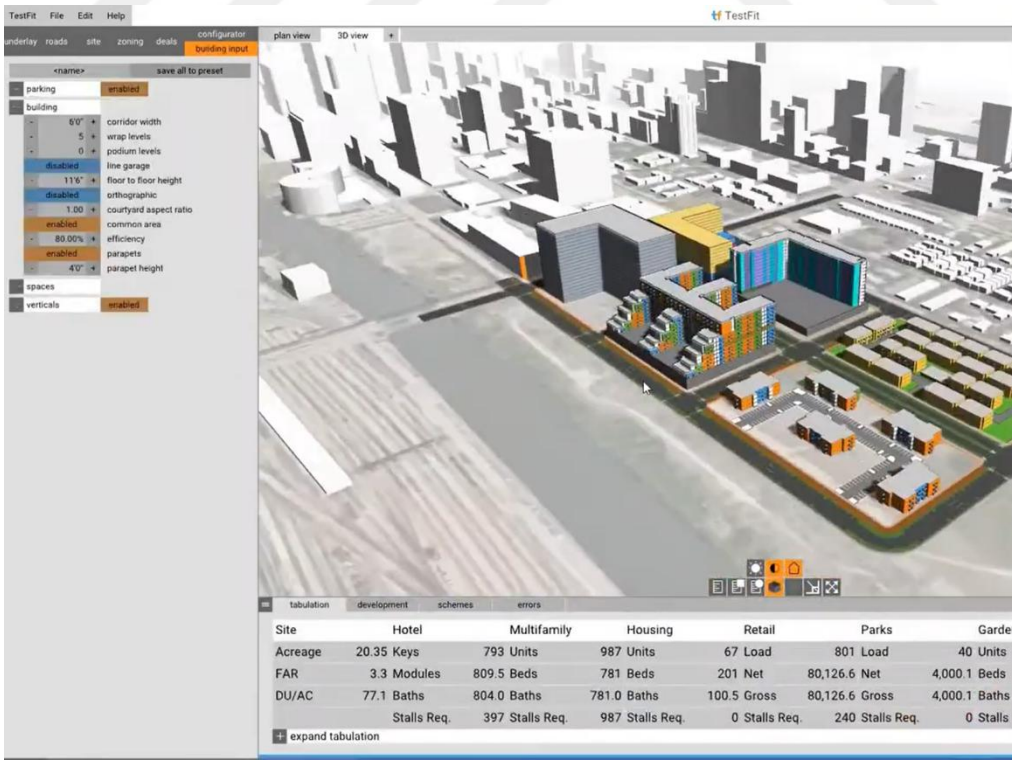
Testfit-İnc aracıyla yapılan alan seçimi, seçili alan içerisinde farklı yapı gruplarını otomatik olarak ekleme ve görselleştirme ekranları mevcuttur (Şekil 4.55, 4.56, 4.57).



Şekil 4. 55 Testfit-İnc aracıyla seçili alan içerisine yapı ekleme (TestFit, 2025)



Şekil 4. 56 Testfit-İnc aracıyla farklı yapısal senaryolar üretme (TestFit, 2025)



Şekil 4. 57 Testfit-İnc aracıyla görselleştirme (TestFit, 2025)

Detaylı olarak açıklanan yapay zekâ araçlarının ortaya çıkış tarihi, hangi ülkede doğduğu, kullanım alanları, kullandığı yapay zekâ türü, çalıştığı ölçek büyüklüğü, çalışma yöntemi iletişim bilgileri ve kullanım alanları bir tabloda ayrıntılı olarak verilmiştir (Tablo 4.1).

Tablo 4. 1 Peyzaj planlamada kullanılan yapay zekâ araçları

Peyzaj Planlamada Kullanılan Programlar- Araçlar									
Program Adı	**Kullanım Alanı**	**Türü**	**Ölçeği**	**Çıkış Tarihi**	**Teknolojisi**	**Çalışma Yöntemi**	**Çalışma Şekli**	**Kullanım Şekli**	**Mail Adresi**
AdobePhotoshop-Generative Fill	Hızlı görselleştirme, ilham verme, farklı tarzları deneme olanağı.	Görselleştirme		2023	Derin öğrenimi Doğal dil işleme Difüzyon model üretme	İstem Girerek	Düzenlenmek istenen araç seçilir. Seçili alan için istemler İngilizce olarak girilir. Girilen isteme göre alan doldurulur. Ortaya çıkan sonuç beğenilmezse işlem tekrarlanır. Her istem ayrı katman olarak program içinde yer alır.	Adobe Photoshop kullanıcılarına ücretsiz	https://helpx.adobe.com/tr/contact/what-contact-options.html
Aino.world	İdari sınırlar, yollar, doğal bitki örtüsü, sokak özellikleri, mevcut durum analizleri, haritalar üzerinde işaretleme, diyagram oluşturma, görsel ekleme, belge ekleme, yorum yapma	Veri analizi Görselleştirme	Küresel Ölçek	2023	Makine öğrenimi Doğal dil işleme Bilgisayarlı görü	Hazır Veri İstem Girerek	Alan seçimi yapılır. Seçilen alanlarla ilgili istem girilir. Program içinde hazır istemler mevcuttur. İsteme göre analiz yapılır. Renklerle değişiklik yapılarak analiz özelleştirilebilir. Haritalandırma, belge ekleme, yorum yazma fonksiyonları mevcuttur.	Ücretli üyelik	hello@aino.world
Autodesk Forma	Alan analizi, güneşlenme durumu, güneş enerjisi analizi, gün ışığı potansiyeli analizi, rüzgâr analizi, mikro iklim analizi, gürültü analizi, karbon analizi, gelişmeye devam eden analiz eklentileri bulunmaktadır.	Modelleme Veri analizi Çevresel analiz	Küresel Ölçek	2023	Makine öğrenimi Veri işleme	Hazır Veri	Alan seçimi yapılır. Seçili alan için istemler İngilizce olarak girilir. Farklı analizler yapılmasını sağlayan araçlar sistemde mevcuttur. Çevresel analizler yapma olanağı sağlar. Yapılan analizler sonucunda projede değişiklikler yapılabilir. Haritalandırma, belge ekleme, yorum yazma fonksiyonları mevcuttur. Araçlar sayesinde model üzerinde değişiklikler yapılabilir.	Ücretli Öğrenciler için ücretsiz	https://www.autodesk.com/tr/support/contact-support
Climate Engine	İklim ve çevre analizleri, sıcaklık değişimleri, kuraklık ve yağış izleme, su kaynakları yönetimi, iklimsel afet izleme.	Modelleme Veri Analizi	Küresel Ölçek	2017	Makine öğrenimi	Hazır Veri	Bulut tabanlı ve YZ destekli bir araçtır. Alan seçimi yapılır. Araç içinde hazır seçeneklerle çeşitli analizler yapılabilmektedir. Analiz özelleştirilmesinde renk, tarama, doku vb seçenekler, Gruplama yapabilme gibi farklı tercihler sunar	Ücretsiz	https://climateengine.org
Esri ArcGis Pro-CityEngine	Bina yoğunluğu, tarım alanlarında mahsul tespiti, zaman içerisindeki değişimlerin belirlenmesi	Modelleme Veri Analizi	Küresel Ölçek	2015	Makine öğrenimi Görüntü tanıma Nesnelerin interneti TensorFlow	İstem Girerek	Çalışma alanı için ihtiyaç olan veriler içe aktarılır. Araç içinde hazır halde bulunan analiz eklentileri ile analizler yapılır. CityEngine'e aktarılan verile ile modelleme yapılabilir. Senaryo oluşturma fonksiyonu vardır. Görselleştirme ve harita hazırlama bu aşamadan sonra gerçekleştirilir. VR destekli ortamlarda sunulabilir.	Ücretli Deneme Sürümü Mevcut	info@esri.com.tr
Finch3D	Kat planları yapılması, ortak alanlar, meydanlar, giriş çıkışların tasarlanmasında	Modelleme	Küresel Ölçek	2019	Makine öğrenimi Karar ağaçları Difüzyon Model üretme Generatif Yapay Zekâ (GANs)	Hazır Veri	Kat planlarının hızlı bir şekilde oluşturulmasında yardımcı olabilir. Üretilen kat planları kişisel bir kütüphane oluşturularak daha sonra kullanılabilir.	Ücretli-Deneme Sürümü Mevcut	pamela@finch3d.com
Google Earth Engine	İklim, topoğrafya, arazi örtüsü, biyolojik çeşitlilik, zamansal analiz, hidrolojik analiz, iklim modelleme	Veri Analizi	Küresel Ölçek	2010 (Beta) 2013	Makine Öğrenimi Uzaktan algılama TensorFlow Karar Ağaçları	Hazır Veri	Alan seçimi yapılır. JavaScript tabanlı arayüzü ya da Python API kodlama komutları ile analizler yapılmaktadır. Veri araç içerisinde tarihsel olarak hazır halde bulunmaktadır. Plancılar shapfile, raster verilerini ekleyerek analizler gerçekleştirebilir.	Ücretsiz	https://developers.google.com/earth-engine/help?utm_source&hl=tr
İ-Tree	Kent içi ağaçların karbon depolama kapasitesi analizi, hava kalitesi analizi, enerji tasarrufu analizi, su kalitesi analizi, hidrolojik analiz, ekonomik değer analizi	Veri Analizi	ABD	2006	Makine öğrenimi Nesnelerin interneti (IoT)	Hazır Veri	Web sitesinde yer alan uygulama üzerinden bilgisayara indirilerek kullanılmaktadır. İstemler İngilizce olarak girilir. Farklı analiz seçenekleri mevcuttur. Veri eklenerek analiz yapılmasını da sağlamaktadır.	Ücretsiz	info@itreetools.org

Tablo 4. 1 Peyzaj planlamada kullanılan yapay zekâ araçları (devamı)

Program Adı	Kullanım Alanı	Türü	Ölçeği	Çıkış Tarihi	Teknolojisi	Çalışma Yöntemi	Çalışma Şekli	Kullanım Şekli	Mail Adresi
Midjourney	Hızlı görselleştirme, ilham verme, farklı tarzları deneme olanağı	Görselleştirme		2022	Derin öğrenme Generatif yapay zekâ (GANs) Diffusion modeller	İstem Girerek	Midjourney, uygulamasına giriş sağlanır. İstemler İngilizce olarak girilir. Komut bölümü açılır. Komut girildikten sonra Örneğin </imagine> gibi istem girilir. Dört öğeye kadar görsel üretmektedir. Farklı URL'ler girilerek bağlamsal olarak görsel üretmesi sağlanmaktadır.	Ücretli	https://docs.midjourney.com/hc/en-us/articles/32638309968141-Contacting-Support
OpenArt	Hızlı görselleştirme, ilham verme, farklı tarzları deneme olanağı	Görselleştirme		2022	Derin öğrenme Generatif yapay zekâ (GANs) Difüzyon Model üretme	İstem Girerek	Bulut tabanlı uygulamaya girilir. Kullanıcı adı oluşturduktan sonra istem yerinden istem girerek görseller oluşturulur. Görsel boyutu, sayısı özelleştirilebilir. İçinde bulunan çeşitli temalar sayesinde aynı alan için farklı görseller üretmek mümkündür.	Ücretli-Deneme Sürümü Mevcut	https://openart.ai/
PlanITGeo (Tree Plotter)	Kentsel peyzaj ve ağaçların konum, tür, sağlık durumu, ekosisteme faydalarını haritalandırılmasında, bitki hastalıklarının tespiti, bitki tedavisinde, kuraklık etki analizi, karbon emülsiyonu, karbon tutulum miktarı, ısı adası etkisi, güneş-gölge analizi	Veri Analizi	Küresel Ölçek	2012	Makine öğrenimi	Hazır Veri	Web sitesi üzerinden giriş sağlanmaktadır. İstemler İngilizce olarak girilir. Veri seçenekleri kısmı bulunmaktadır. Ağaç bilgisi, veri seçenekleri bilgileri eklenir. Diğer veri seçenekleri bilgileri eklenir. Araç içerisinde yer alan analiz araçları seçilir. Farklı haritalar üretilebilir. Sonuçlar tablo ve grafiklere dönüştürülebilir. Mobil cihazlarla entegre etmek mümkündür.	Ücretli	sales@treeplotter.co.uk
Rhino+Grasshopper	Gerçek zamanlı modeller, eğim haritaları, hidrolojik akış yönü, doğal koridorlar, rüzgâr analizi, güneşlenme analizi, gölge analizi, iklim analizi	Modelleme Veri Analizi	Küresel Ölçek	2014	Makine öğrenimi	Hazır Veri	Rhino programına gelen Grasshopper eklentisi ile çalışılır. İstemler İngilizce olarak girilir. Uydu verileriyle gerçek zamanlı ve mekânsal modeller oluşturur. Eğim, akış yönü, doğal koridorlar, iklim analizleri gibi birçok çevresel analiz yapabilir. Grasshopper eklentileriyle analiz çeşitliliği artar. Yazılım bilgisine sahip olmak gereklidir.	Rhino lisansı satın alındıktan sonra Grasshopper eklentisi ücretsiz olarak sunulur	tech.eu@mcneel.com
Runway	Hızlı görselleştirme, ilham verme, farklı tarzları deneme olanağı	Görselleştirme		2025	Generatif yapay zekâ (GANs) Difüzyon Model üretme	İstem Girerek	Web ara yüzünden kullanıcı kaydı oluşturarak girilir. İstemler İngilizce olarak girilir. İstenilen görüntüler oluşturulur. Farklı temalar, örnek modeller, görsel üzerinde değişiklik yapma seçenekleri mevcuttur.	Ücretli-Deneme Sürümü Mevcut Video oluşturma ücretli	https://runwayml.com/
Testfit-İnc	Bina prototipi, yol düzeni, mahalle parkı planlaması, alan tasarımı	Modelleme Veri Analizi	Küresel Ölçek (Mekânsal Veri)	2016	Gerçek zamanlı YZ Real-Time YZ üretken tasarım Generative tasarım	Hazır Veri	TestFit aracı bulut üzerinde kullanıldığı gibi uygulama olarak indirilerek bilgisayardan kullanmak mümkündür. Alan seçimi yapılarak farklı senaryolar üretmesi istenebilir. İçerisinde bulunana araçlarla tasarım gerçekleştirilerek çıktılar üretilmektedir.	Ücretli-Deneme Sürümü Mevcut	support@testfit.io

4.3 Planlamada Yapay Zekâ Kullanımına Yönelik Literatür Taraması

Son yıllarda yapay zekâ teknolojilerinin farklı disiplinlerdeki uygulama alanları hızla gelişmektedir. Şehir ve bölge planlaması ve peyzaj planlaması gibi alanlar da bu dönüşümü yavaş da olsa yaşamaktadır. Gelişmiş analiz yetenekleri, karar destek sistemleri, öngörü modelleri ve ilham yetenekleri sayesinde yapay zekâ, planlama süreçlerini yeniden şekillendirecektir. Gelecekte veri toplama, analiz, senaryo üretme ve alternatif çözüm geliştirme aşamalarında önemli katkılar sunma potansiyeline sahiptir.

Bu bölümde, 2010 ve 2024 yılları arasında yapılmış çalışmalar ışığında, yapay zekânın planlama alanındaki kullanımına dair akademik çalışmalar bir araya getirilmiştir. Literatür taraması kapsamında farklı ölçeklerde ve çeşitli planlama yaklaşımlarında yapay zekânın kullanılabilirliği ortaya konulmuştur.

Son yıllarda yapay zekâ her sektörde olduğu gibi peyzaj planlama çalışmalarında da planlayıcılara katkı sağlayan birer araca dönüşmüştür. Planlama ve tasarım bilimine katkısı bakımından önemli uygulama örnekleri ve yayınlar bulunmaktadır. Yapay zekâ ile yapılacak planlama çalışmaları ve analizlerine yol gösterici olması adına literatür taraması ile bir tablo hazırlanmıştır. Bu kapsamda toplam 11 adet yapay zekâ teknolojileri ve araçları kullanılarak yapılan planlama çalışmaları ortaya konulmuştur. Yapılan çalışmaların adı, yılı, araştırmacı listesi ve çalışmanın kısa bir özeti tablo halinde verilmiştir (Tablo 4.2).

Tablo 4. 2 Yapay zekâ kullanılarak yapılan planlama çalışmaları ve kapsamı

No	Literatür Bilgisi	Kapsam
1	Kentsel Arazi Dinamikleri için Yapay Zekâ Çözümleri: Bir İnceleme Artificial Intelligence Solutions for Urban Land Dynamics: A Review (Wu & Silva, 2010)	Planlama ve yapay zekâ alanındaki güncel literatür incelemiştir. Yapay zekânın kentsel ve arazi dinamikleri modelleme süreçlerine yaklaşımını ortaya koymak amaçlanmıştır. Araştırmacıların bilgiyi nasıl elde edebilecekleri bakımından yol göstericidir. Bilgiyi modellerine yerleştirmede doğru yaklaşımları belirleyebilmelerinde anlayış ve yaklaşımı artırmaktır.
2	Yapay Zekâ Tekniklerini Kullanarak Sürdürülebilir Çevre Planlaması İçin Kentsel Su Kaynaklarının Yönetimi Urban water resource management for sustainable environment planning using artificial intelligence techniques (Xiang, Li, Khan, & Khalaf, 2021)	Sürdürülebilir çevre planlaması ve kentsel su kaynaklarını yönetimi konusu üzerinedir. Yapay zekâ teknolojilerini kullanım olanakları ile "Uyarlanabilir Akıllı Dinamik Su Kaynağı Planlaması –AIDWRP" yaklaşımı tanıtılmakta ve önerilmektedir.
3	Kent Yapısını Yeniden Tasarlamak: Karşıt Öğrenme Yoluyla Otomatik Şehir Planlaması Reimagining City Configuration: Automated Urban Planning via Adversarial Learning (Wang, Fu, Wang, Huang, & Lu , 2020)	Kent yapısını yeniden tasarlama konusundadır. Kentsel planlama problemini ortaya koymada çevre mekânsal bağlamları dikkate alınarak arazi kullanımlarını yapılandırmayı öğrenme görevi formüle edilmiştir. Planlanmamış bir alan için arazi kullanımı yapılandırması oluşturabilen bir adversarial (çekişmeli) öğrenme çerçevesi önerilmiştir.
4	Karasal Ekosistemlerin Çevresel Restorasyonu İçin Yapay Zekâ Destekli Akıllı Planlama Çerçevesi Artificial intelligence assisted intelligent planning framework for environmental restoration of terrestrial ecosystems (Yin, Li, Kadry, & Sanz-Prieto, 2021)	Makalede karasal ekosistemlerin çevresel restorasyon planlaması konusundadır. Yapay zekâ destekli planlamada akıllı bir çerçeve önerilmektedir.

Tablo 4. 2 Yapay zekâ kullanılarak yapılan planlama çalışmaları ve kapsamı (devamı)

No	Literatür Bilgisi	Kapsam
5	Yapay Sinir Ağları Aracılığıyla Orman Kalıntılarında Ekosistem Hizmetlerinin Potansiyel Arzının Analizi Analysis of Potential Supply of Ecosystem Services in Forest Remnants through Neural Networks (Longo vd., 2023)	Makale orman ekosistemleri hizmetleri konusundadır. Yapay sinir ağları aracıyla orman kalıntılarının düzenleyici ekosistem hizmetlerine yönelik potansiyel arzını değerlendirmeye yönelik bilgiler içermektedir. Manzara göstergelerini etkili bir şekilde analiz edebilme bakımından yol göstericidir.
6	Bilgisayarlı görü ve derin öğrenmeye dayalı çevresel peyzaj tasarımı ve planlama sistemi Environmental landscape design and planning system based on computer vision and deep learning (Chen, 2023)	Bilgisayarlı görme ve derin öğrenme (deep learning) teknolojilerini kullanarak çevresel peyzaj tasarımı ve planlama sürecine yeni bir yaklaşım sunmaktadır.
7	Karbon-Nötr Şehir Planlaması için Yapay Zekâ Analitiği: Uygulamaların Sistematik İncelemesi AI Analytics for Carbon-Neutral City Planning: A Systematic Review of Applications (Cong, Page, Kwak, Deal, & Kalantari, 2024)	Yapay zekâ analitiği ortaya konmuştur. Yapay zekâ ile analitik süreç detaylı açıklanmaktadır. Yapay zekâ yardımıyla karbon nötr şehir planlaması bakımından yol göstericidir. Analitik süreci kolaylaştırmada yapay zekâ araçlarının kullanım olanaklarını ortaya konmuştur. Karmaşık şehir planlama zorluklarını çözmede yapay zekânın fonksiyonları vurgulanmıştır.
9	Tarımsal Arazi Planlamasında Yapay Zekânın Yenilikçi Uygulamaları Innovative Applications of Artificial Intelligence in Agricultural Land Planning (Li, 2024)	Tarımsal arazilerin yapay zekâ ile planlanması konusunu kapsamaktadır. Yapay zekânın sürdürülebilirlik bakımından önemi ortaya konmuştur. Tarımda üretim verimliliği artırmada doğru kaynak kullanımına vurgu yapılmaktadır. Tarımsal arazilerin dağılımı ve tarımsal performansa göre karar alma süreçlerine tarımsal arazi planlaması önerilmektedir. Bu kapsamda yapay zekâ kullanım olanakları bakımından açıklayıcıdır.

Tablo 4. 2 Yapay zekâ kullanılarak yapılan planlama çalışmaları ve kapsamı (devamı)

No	Literatür Bilgisi	Kapsam
10	Yapay Zekâ ile Dijital İkizin Çevresel Açıdan Sürdürülebilir Akıllı Şehirlerin Planlanmasındaki Sinerjik Etkileşimi: Kapsamlı Bir Sistematik İnceleme The synergistic interplay of artificial intelligence and digital twin in environmentally planning sustainable smart cities: A comprehensive systematic review (Bibri, Huang, Jagatheesaperumal, & Krogstie, 2024)	Yapay zekâ ve dijital ikiz teknolojilerinin birlikte kullanımı bakımından öneli bir örnektir. Sürdürülebilir akıllı şehir kavramına yer verilerek vurgulanmıştır. Çevre planlamasında nasıl etkili çözümler sunduğunu incelemektedir. Yapay zekâ ve dijital ikiz teknolojilerinin birlikte kullanımı ve planlamaya entegrasyonunda yol göstericidir. Yapay zekâ araçları ile şehirlerin gerçek zamanlı izlenmesinden yararlanılmıştır. Kapsamlı bir sistematik analitiği ortaya konmuştur. Elde edilen verilere dayalı kararlar alma süreci açıklanmıştır. Kaynakların daha verimli kullanılmasını olanak tanıyan ve sürdürülebilirliği sağlayan bir model önerisidir.
11	Kentsel Tasarımın Geleceğini Ortaya Koymak: Sürdürülebilir Yapılı Çevre için Planlama ve Tasarımda İnsan ve Yapay Zekâ İş Birliğini Keşfetmek (Vaka Çalışması: IKN Nusantara) Revealing the Future of Urban Design: Exploring Human and Artificial Intelligence Collaboration in Planning and Design for the Sustainable Built Environment (Case Study: IKN Nusantara) (Kurniawan, Saragih, Wiranti, Rahmadi, & Poerbo, 2024)	Endonezya'da yeni başkenti olarak planlanan IKN Nusantara bölgesi çalışma alandır. Sürdürülebilir yapılı çevre tasarımı için insan ve yapay zekâ (YZ) iş birliğini araştırmaktadır. ChatGPT, Bard AI ve Autodesk Forma gibi araçlarla yapılan çalışmaları kapsamaktadır. Yapay zekânın tasarımı hızlandırıp desteklediği, ancak yaratıcı kararların insan tarafından alındığı vurgulanmıştır.

4.4 Yapay Zekâ Kullanımında Etik ve Yasal Sorunlar

Kişisel verilerin toplanması ve işlenmesi, yapay zekâ sistemleri için oldukça önemlidir. Mevcut yasal çerçevelerin ele almakta zorlandığı yapay zekânın çalışma yöntemleri her geçen gün gelişmektedir. Yapay zekâ teknolojileri hızla geliştikçe, veri gizliliği, güvenlik ve kişisel bilgilerin korunması konusunda artan endişeler ortaya çıkmaktadır (Kesavan, 2024).

Yapay zekâ sistemleri, karmaşık ve bağımsız karar alma yetisi kazandıkça, mevcut yasal çerçeveler ve etik yönergelerdeki boşluklar ortaya çıkmaktadır. Bu boşlukların kapsamlı bir şekilde yeniden ele alınması gerekmektedir (Nweke & Nweke, 2024). Yapay zekânın, yüksek miktarda veriyi işleme kapasitesinin, özellikle sağlık verileri, biyometrik ve demografik veriler gibi hassas bilgiler işlenirken uygunsuz kullanımı, veri sızıntısı ve potansiyel siber saldırı risklerinin çoğalması nedeniyle endişeler giderek artmaktadır (Shadaska vd., 2024).

Yapay zekâ, çeşitli sektörlerde karar alma süreçlerine giderek daha fazla entegre olmaktadır. Algoritmik önyargı, adalet ve ayrımcılıkla ilgili endişeler önemli etik zorluklar olarak ortaya çıkmaktadır. Tarihsel önyargılar içeren, veri kümeleri üzerinde eğitilen yapay zekâ sistemleri, bu önyargıları sürdürebilir ve artırabilir. Bu durum toplumsal olarak adaletsizliğe ve ayrımcılığa yol açabilir (Nweke & Nweke, 2024). Birçok yapay zekâ sisteminin bilinmez yapısı, kararların nasıl alındığını açıkça belirtmezken, bu durum sorunları daha da karmaşık hale getirmektedir (Fan, 2024).

Avrupa Birliği, yapay zekâ için yasal çerçeveler önermiştir. Avustralya gibi ülkeler ise hem hükümet hem de kamu sektörü yapay zekâ kullanımları için yasal hesap verebilirlik getirilmesini, bağımsız düzenleyici kurumların kurulmasını önermektedir (Sanderson vd., 2023).

İnsanların, yapay zekâ sistemlerinin eylemlerinden sorumlu olmasını ve aynı zamanda bu sistemlerin yeteneklerinden yararlanmasını sağlamak için, insan denetimi ile yapay zekânın karar alma yetisi arasında bir denge kurması gereklidir (Konidena, Malaiyappan, & Tadimarri, 2024). Toplum için riskleri en aza indiren ve maksimum verim sağlamak adına sorumlu bir yapay zekâ geliştirmek ve denetim çerçevesi oluşturmak gerekmektedir (Sundhram & Pramod, 2024).

Yapay zekâ teknolojilerinin, nasıl karar aldığı, tasarımlarını nasıl gerçekleştirdiği ile ilgili geniş etik değerlendirmelere ve şeffaflığa sahip olmalıdır. Yapay zekâ sistemlerinin kamu güvenini kazanması ve etik bir şekilde çalışması için, şeffaf ve açıklanabilir olmaları, paydaşların karar alma süreçlerini anlamaları ve olası önyargıları veya hataları belirlemelerine olanak sağlamaları gerekmektedir (Konidena, Malaiyappan, & Tadimarri, 2024). Bu şeffaflık yalnızca hesap verebilirlik için değil, aynı zamanda yapay zekâ sistemlerinin insan değerleri ve etik ilkelerle uyumlu olmasını sağlamak için de önemlidir (Dhamo, Dhamo, & Manastirliu, 2023).

Planlamacılar, çok katmanlı kentsel sorunları çözmek için yapay zekâdan giderek daha fazla yararlanırken, yalnızca bu teknolojilerin teknik zorluklarıyla değil, aynı zamanda beraberinde gelen çeşitli ahlaki ve etik sorularla da yüzleşmektedir (Sanchez vd., 2024).

Büyük miktarda kentsel veri toplanırken, entegre edilirken, analiz edilirken veri gizliliği ve güvenlik sorunları ortaya çıkmaktadır. Araştırmacıların, verilerin kötüye kullanılmamasını veya güvence altına alınmasını sağlamak için bireysel gizliliğin nasıl korunacağını ele almaları gerekmektedir (Wang, 2023).

Plancıların karşılaşacağı zorluklar; belirsizlik, yeni yetkinliklere duyulan ihtiyaç, gelişen veri talebi, net olmayan hedefler, şeffaflık ve hesap verilebilirlik sorunları, önyargıların varlığı ve etik çelişkiler arasında değişmektedir. Bu sorunlar birbirinden ayrı değil, iç içe geçmiş ve dinamiktir. Bu karşılıklı ilişki, yapay zekâ sistemlerinin doğası gereği, karmaşık yapısından ve kentsel planlama uygulamalarını etkileyebilecekleri çeşitlilikten kaynaklanmaktadır. Planlamacılar yalnızca yeni veri türleriyle nasıl çalışacaklarını değil, aynı zamanda bunu etik ilkelerle uyumlu ve önyargıyı en aza indirecek şekilde nasıl yapacaklarını da anlamaları gerekmektedir. Bu zorlukların birbiriyle bağlantılı olduğunu kabul etmek, yapay zekânın sadece teknik yönlerini değil, aynı zamanda insani ve etik boyutlarını da ele alan bütünsel stratejiler geliştirmek ve yapay zekânın planlama sonuçlarını iyileştirmek için, bir araç olarak hizmet etmesini sağlamak adına önemlidir (Sanchez vd., 2024).

Yapay zekânın yapamadıklarını temel alan eleştirilerin yanı sıra, yapmaması gerekenleri temel alan eleştiriler de mevcuttur. Yapay zekânın ‘yapmaması

gereken’ şeyler olduğunu savunan kimi insanlar, öğretme, rehberlik etme ve hukuksal yargıda bulunma gibi doğal olarak insan-merkezli işleri makinelerin yapmaya kalkışmasının uygunsuz sonuçlarından bahsetmektedir (Nilson, 2010).

Peyzaj mimarlığı disiplini, yapay zekâyı kullanırken çeşitli zorluklarla karşılaşmaktadır. Örneğin, yapay zekâyı eğitme ve öğretme çalışmaları için, büyük miktarda yüksek kaliteli veriye ihtiyaç duymaktadır (Xing vd., 2024). Yanlış seçilmiş bitki türleri ya da bozulmuş yapısal ve dokusal öğeler gibi hatalı sonuçlar üretme eğilimi, yapay zekâ kullanımında dikkatli bir doğrulama sürecini zorunlu hale getirmektedir. Bu tür hatalar her ne kadar sorunlu olsa da tasarımcıları alternatif çözümler üretme yönünde farkında olmadan ilham vererek yenilikçi düşünmeyi teşvik edecektir (Liu, 2024).

American Planning Association (APA) derneğine kayıtlı 30.784 üyesiyle anket yoluyla yapılan değerlendirmede, plancılarının yapay zekâ ile ilgili yeni bilgi teknolojileri hakkındaki düşünceleri ölçülmüştür. 397 anket sonuca göre katılımcıların %48'i planlama çalışmalarının yapay zekâ için uygun olduğunu, %43'ü ise uygun olmadığını belirlemiştir. Uygun ve uygun olmayan uygulamaların olup olmadığı iki ayrı soruda sorulmuştur, bu nedenle ortaya çıkan gruplar birbirini dışlamamaktadır. Örneğin, bir katılımcı toplum katılımının yapay zekâ için uygun olmadığını belirtebilir, ancak aynı zamanda ulaşım analizinin de uygun olabileceğini ifade etmektedir. Anket katılımcıları, ulaşımla ilgili analiz ve planlama görevlerini yapay zekâ uygulamaları için en önemli potansiyel alanlar olarak belirtmiştir (Şekil 4.58). Ulaşım analizi, diğer planlama konularına kıyasla daha fazla veriye ve daha sınırlı planlama sorularına sahip olma eğilimindedir. Ulaşım, veri analizi ve demografik analiz, ele alınan soruların nicel doğası nedeniyle potansiyel yapay zekâ uygulamaları için uygundur (Sanchez vd., 2022).

Tablo 1. En Uygun 10 Alan.

Konu	Frekans
Ulaşım	87
Plan İncelemesi	30
Veri Analizi/Büyük Veri	26
Çevre	21
Demografik Bilgiler	17
Arazi Kullanımı	16
İmar	13
Ekonomik	12
Toplum Katılımı	11
Konum Analizi	10

Şekil 4. 58 Yapay zekâ uygulamaları için en önemli potansiyel alanlar (Sanchez vd., 2022)

Yapay zekâ teknoloji ve araçlarına uygun olmayan alanlar açısından, açık ara en sık belirtilen alan toplum katılımıdır. Bunu, kapsamlı planlama, karar verme ve planlamanın farklı alanları takip etmektedir (Şekil 4.59). Anket katılımcıları tarafından uygun görülmeyen alanların iki ana teması, önemli sosyal boyutlara sahip ve kapsamlı olup, planlamada karar verme ve siyasi boyutlar gibi karmaşık süreçleri içeren alanlardır. Toplum katılımı, imar, plan incelemesi ve veri analizi uygulamalarının her iki listede de uygun ve uygun olmayan olarak yer almıştır. Anket katılımcılarına göre katılımcıların yalnızca yaklaşık %7'si yakın zamanda yapay zekâ uygulamalarını benimsemeyi planlamaktadır (Sanchez vd., 2022).

Tablo 2. En Uygun Olmayan 10 Alan.

Konu	Frekans
Toplum Katılımı	110
Comp Planlama	13
Karar verme	12
Tüm Alanlar	10
İmar	8
Plan İncelemesi	7
Siyasi	6
Veri	5
İnsan/Sosyal Etkileşim	5
Hassas Nüfuslar	4

Şekil 4. 59 Yapay zekâ uygulamalarının uygun olmayan alanları

Adadi & Berrada (2018)'e göre, planlama ve veri bilimi uygulamalarının birleşimi, karar verme süreçleri için sayısız alternatif üretebildiği nedeniyle, büyük veri hesaplama gücü gerektirmektedir. İnsan-yapay zekâ etkileşimi bu yetenekleri birleştirmek için gereklidir. Ancak, insanlar dışarıda bırakıldığında karar verme sorunları ortaya çıkabilmektedir. Makine öğrenimi ve derin öğrenme gibi yapay

zekâ teknikleri, kullanıcılar açısından nispeten opaktır. Öte yandan, bu kural tabanlı ve mantık kuralları ile yapay zekâ algoritmaları, karar vermeyi bazı yönlerden daha şeffaf hale getirebilecek olumlu sonuçları da olacaktır. Ancak algoritmalar, üretilen sonuçlar için herhangi bir gerekçe veya mantık sunmaz, bu nedenle bu algoritmaların kullanıcıları, altta yatan süreci sorgulama veya anlama yeteneği olmadan, sonuçları kabul edip etmeme kararıyla karşı karşıya kalmaktadır. Veri boşlukları da bir sorundur. Modeli eğitmek için kullanılan veriler tüm toplumu temsil etmiyorsa, sonuçlar ve kararlar önyargılı olmaktadır. Veri gizliliğini sağlarken şeffaflık ve izlenebilirlik, kamusal karar alma ve politika açısından önemlidir. Analistlerin, algoritmaların içine bakabilmelerini ve analitik sonuçların algoritma tarafından nasıl keşfedildiğini, süreç izini, analitik kaynağı ve veri desteğini anlayabilmelerini sağlamak için yeni 'açıklanabilir yapay zekâ' yöntemlerine ihtiyaç bulunmaktadır (Sanchez vd., 2022).

4.5 Planlama Sürecinde Yapay Zekânın Gelişim Olanakları

Yapay zekâ, kentsel verilerin işlenmesini ve analizini zaman içerisinde geliştirecektir. Böylece kentsel büyüme ile ilgili çevresel etkiler hakkında daha kesin tahminler sağlayacaktır. Başta makine öğrenimi, derin öğrenme ve sinir ağları olmak üzere yapay zekâ teknikleri; trafik yönetimi, altyapı geliştirme ve kaynak tahsisi de dahil olmak üzere kentsel planlamanın çeşitli yönlerine uygulanmaktadır (Anwar & Sakti, 2024).

Planlamada yapay zekâ kullanım gereksinimleri;

1. Yapay zekâ, çeşitli yaklaşımlar ve tasarım problemlerini kısıtlamalar olarak tanımlamaktadır. Peyzaj tasarımcılarına, fikir üretmek ve tasarım verimliliğini artırmak için tasarım şemalarını optimize etmekte yardımcı olacaktır. Yapay zekâ, peyzaj verisini ve görüntülerini analiz ederek tasarımlara ilhamı verecektir. Otomatik olarak peyzaj düzenleri oluşturabilecektir. Bu yöntem, tasarım sürecini hızlandırmaya, sıkıcı manuel işlemleri azaltmaya ve tasarımcılar için daha yaratıcı olanaklar sunmaya yardımcı olacaktır (Xing vd., 2024).
2. Yapay zekâ, veri analizi ve karar verme desteği sağlayabilecektir. Peyzaj tasarımı ve yönetimi, coğrafi bilgiler, iklim verileri, toprak kalitesi vb. dahil olmak üzere büyük miktarda veri içermektedir. Yapay zekâ, veri analizi ve modelleme yoluyla bu verilerin yorumlanmasına ve kullanılmasına yardımcı

olarak karar verme desteği sağlayabilecektir. Farklı tasarım şemalarının etkilerini tahmin edebilecek ve değerlendirecektir. Kaynak kullanımını ve çevresel etkiyi optimize edebilecektir (Xing vd., 2024).

3. Yapay zekâ ekolojik simülasyon sağlayabilecek ve sürdürülebilirlik değerlendirmesinde kullanılabilecektir. Yapay zekâ simüle edebilir ve değerlendirebilir. Su kaynağı kullanımı, bitki seçimi ve biyolojik çeşitliliğin korunması da dahil olmak üzere farklı tasarım şemalarının ekosistem üzerindeki etkisini simüle edebilecektir (Xing vd., 2024).
4. Yapay zekâ otomatik bakım ve yönetim sağlayabilecektir. Yapay zekâ, bitkilerin büyüme durumunu, haşere ve hastalık koşullarını ve su talebini izlemeye yardımcı olarak, hassas bakım önerileri sağlayacak, işgücü ve zaman yatırımını azaltarak otomatik bakım ve yönetim sistemlerinin oluşumunu sağlayacaktır. Yönetim verimliliğini ve kaynak kullanımını iyileştirmek için sulama ve gübreleme planlarını optimize edebilecektir (Xing vd., 2024).
5. Akıllı rehberlik ve deneyimler sağlayabilecektir. Akıllı rehberlik sistemleri sayesinde yapay zekâ, ziyaretçilerin ilgi alanlarına ve konumlarına göre kişiselleştirilmiş tur rotaları ve etkinlikler önerebilecektir (Xing vd., 2024).

Yapay zekânın, planlama uygulamalarında insanların rolünü değiştirmek yerine, insanların profesyonel bilgisi ve yaratıcılığı ile birleştirilmesi gerekmektedir. İnsan estetiği, duyguları ve yargısı, peyzaj planlama ve yönetiminde kilit unsurdur. Yapay zekâ, yardımcı bir araç ve kaynak olmalıdır. Yapay zekâ teknolojisinin tanıtımı ve yaygınlaştırılması ile ilgili olarak, yapay zekânın planlama çalışmalarında büyük bir potansiyeli olmasına rağmen, uygulanması hala nispeten yeni ve olgunlaşmamıştır (Xing vd., 2024). Dünyanın her yerinden uluslararası erişilebilir verileri kullanmamız mümkündür. Çok fazla verimiz mevcuttur ve daha az veriye ihtiyaç duymamız gerekecektir. Steinitz, "Eğer selin nerede olacağını santimetresine kadar bilmek istiyorsanız, o zaman çok detaylı verilere ihtiyacınız var..., ama bir yerde inşaat yapıp yapmayacağınıza karar vermek için buna ihtiyacınız yok" diyerek fazla verinin gerekliliğini sorgulamaktadır (Steinitz, 2019).

5
BULGULAR

Teknolojik ilerlemeyle beraber yapay zekâ araçları, peyzaj planlama süreçlerinde daha fazla yer alacaktır. Önümüzdeki yıllarda sayısı artacak yapay zekâ araçları sayesinde, peyzaj planlama alanında çalışacak plancılar için birçok avantaj söz konusu olacaktır. Bu avantajlar; veri toplamada geçirilen sürenin kısalması, verimlilik, sürdürülebilirlik ve plan kararları verme süreçlerinin iyileştirilmesi gibi birçok konuda olacaktır. Yapay zekâ destekli veri analiz araçları, büyük ölçekli CBS ve uzaktan algılama verilerini daha hızlı işleyerek plancıların karar alma süreçlerini hızlandıracaktır. Bu, özellikle kentsel gelişim çalışmalarında, ekolojik risk değerlendirme analizleri gibi karmaşık süreçlerde gün geçtikçe daha önemli hale gelecektir. Yapay zekâ destekli hazırlanan modellerle birlikte, gelecekteki mekânsal alan kullanım senaryolarını oluşturarak, sürdürülebilir peyzaj kararları alınmasına katkı sağlayacaktır (Xing vd., 2024).

Yapay zekâ, kentsel ortamların karmaşık dinamiklerini analiz etmek, tahmin etmek ve yönetmek için yeni yollar sunarak bu konuda güçlü bir araç olarak ortaya çıkmaktadır. Yapay zekâ, uydu görüntülerinden trafik düzenlerine kadar çok büyük miktarda veriyi işleyebilmektedir. Kentsel alanların planlanmasını ve yönetimi süreçlerini, önemli ölçüde geliştirebilecek içgörüye sahiptir. Yapay zekâ ile CBS birleştiğinde; çevresel, sosyal ve ekonomik faktörleri içeren mekânsal analizler yapmak için bir sistem doğacaktır (Anwar & Sakti, 2024).

Yapay zekâ ve çevre biliminin bütünleşmesi, planlamaya yönelik dönüştürücü bir yaklaşımı ilerleyen süreçte temsil edecektir. Çeşitli planlama kararlarının, çevresel etkilerini tahmin edebilen daha kapsamlı kentsel büyüme modellerinin geliştirilmesine olanak tanımanın önünü açacaktır. Örneğin, yapay zekâ farklı arazi kullanım stratejilerinin, hava kalitesi, su kaynakları ve biyoçeşitlilik üzerindeki etkilerini simüle etmek için kullanılabilecek ve planlamacıların kapsamlı çevresel verilerle bilgilendirilen kararlar almasını sağlamalarına yardımcı olacaktır. Ayrıca, yapay zekâ odaklı araçlar, kentsel alanlarda kaynak tahsisi, enerji tüketimi ve atık

yönetiminin optimizasyonunu kolaylaştıracaktır. Yapay zekâ, gelecekteki büyüme modellerini ve bunun sonucunda ortaya çıkan çevresel etkileri tahmin ederek, planlamacıların yalnızca verimli değil, aynı zamanda çevresel baskılara karşı dirençli şehirler tasarlamalarına yardımcı olacaktır (Anwar & Sakti, 2024).

Makine öğrenimi teknolojisi, sahadaki bitki örtüsü türleri, topoğrafya ve hidrolojik özellikler gibi temel bilgileri otomatik olarak tanımlayacak ve analiz edebilecektir. Derin öğrenme modellerini eğiterek, peyzaj tasarımının yasalarını ve özelliklerini öğrenmeleri sağlanacak, peyzaj tasarım çözümlerini otomatik olarak üretmeleri mümkün hale gelecektir. Derin öğrenme teknolojisinin gelişimi, akıllı peyzaj tasarım çözümlerinin kendi kendine üretilmesine olanak sağlamıştır. Bu sadece tasarım verimliliğini artırmakla kalmayacak, aynı zamanda tasarımcılara yeni ilhamlar da verecektir. Derin öğrenme algoritmaları sayesinde, bu bilgileri uzaktan algılama görüntüleri aracılığıyla, otomatik olarak algılanması öğretilecek ve modeller eğitilebilecektir. Planlamacılar için ayrıntılı saha veri desteği sağlanabilecektir (Zhou & Dong, 2025).

Sinir ağları trafik düzenleri veya nüfus artışı gibi karmaşık kentsel dinamikleri tahmin etmede kullanılabilecektir. Yol kullanım durumu, trafik akış istatistikleri, demografik yapı belirlenebilir. Günün saati veriler girilerek sinir ağları yardımıyla trafik sıkışıklığı noktaları veya farklı kentsel alanların büyüme oranı tahmin edebilecektir. Bu tahminler, yeni yollar veya toplu taşıma güzergahları gibi altyapı gelişmelerinin planlanmasına ve beklenen nüfus artışını karşılamak için imar kararlarına yardımcı olabilecektir (Anwar & Sakti, 2024).

Planlamada, karar ağaçları, mevcut arazi kullanımı, ekonomik faaliyetler, demografik eğilimler ve çevresel düzenlemeler gibi faktörleri analiz ederek arazi kullanım değişikliklerini tahmin etmek için kullanılacaktır. Örneğin, bir karar ağacı, mevcut mekânsal ve sosyo-ekonomik parametrelere dayanarak belirli bir arazi alanının tarımsal olarak mı kalacağını, konuta mı dönüşeceğini yoksa ticari kullanıma mı geçeceğini belirlemeye yardımcı olması mümkün hale gelecektir (Anwar & Sakti, 2024).

Makine öğrenimi ve veri analizi yoluyla çeşitli tasarım seçenekleri sağlanacaktır. Örneğin, üretken karşıt ağ (GAN) kullanarak gerçekçi sanal peyzaj görüntüleri oluşturulabilecek, tasarımcıların kavramları ve çözümleri görselleştirmelerine

yardımcı olmak için etkileşimli, sanal-gerçek bir peyzaj ortamı yaratılabilecektir (Xing vd., 2024).

DeepCity, tasarımcı tarafından belirlenen kentsel doku tiplerinin morfolojik örüntülerini otomatik olarak öğrenebilen ve bunları yeni kentsel ortamlara uygulayabilen dijital bir tasarım aracıdır. Tasarım oluşturma kısmına ek olarak DeepCity, tasarım şemasının fiziksel performansını erken tasarım aşamasında hızlı bir şekilde değerlendirebilen ve böylece tasarımcıya şemayı değiştirme-derinleştirme konusunda yardımcı olan bir tasarım değerlendirme işlevi de içermektedir. Bu araç dijital teknolojiyi kullanarak daha akıllı ve verimli tasarım desteği sunmaktadır (Xing vd., 2024).

Bilgisayarla Görü (Computer Vision- CV) teknolojisi kullanılarak simülasyonlar hazırlanabilecek, olası doğal afet senaryo modelleri oluşturularak risklerin azaltılmasına yardımcı olmak için kullanılabilecektir. Bu özelliği kullanarak deprem, heyelan, yeşil altyapı ve su yönetimi gibi alanlarda olası senaryo çalışmaları yapılabilecektir (Xing vd., 2024).

Yapay zekâ bir projenin ön koşullarını doğru ve bilimsel olarak tanımlayabilecek ve analiz edebilecektir. Tasarım mantığını oluşturabilecek, tasarım sonuçlarını ve ağ hesaplamasını değerlendirebilecektir. Gerçek tasarım sonuçlarını çıkarabilecek, parametre girdilerine dayalı akıllı hesaplamalar yapabilecek ve optimum çözümler üretebilecektir (Xing vd., 2024).

Yapay zekâ teknolojilerinin peyzaj planlama süreçlerindeki işlevsel kullanımlarını ve planlamaya sundukları katkıları sistematik olarak değerlendirmek amacıyla işleyiş ve fonksiyonlarına ortaya konmuştur (Tablo 5.1). Bu tablo peyzaj planlama çalışmalarında yapay zekâ teknolojilerinin kullanım alan ve olanakları (Tablo 3.1) temel alınarak hazırlanmıştır. Her bir yapay zekâ teknolojisinin peyzaj planlamadaki kullanım alanlarına göre işleyiş biçimi (sınıflandırma, simüle etme, analiz, haritalama ve görselleştirme vb.), fonksiyon ve katkıları (peyzajların değerlendirilmesi, simülasyon tahmini, ilham verme, fikir üretme vb.) ortaya konmuştur. Yapay zekâ araçlarının planlama sürecinin hangi aşamalarında ve hangi amaçlarla kullanılabileceği açık ve karşılaştırmalı bir şekilde sunulmaktadır.

Araştırmacılar ve plancılar için planlama süreçlerinde yapay zekâ kullanımına dair kapsamlı bir içerik sunulmuştur. Ayrıca, planlama kararlarının desteklenmesi ve

süreçlerin daha verimli hâle getirilmesi açısından hangi teknolojilerin öne çıktığına dair yönlendirici bilgiler sağlamaktadır (Tablo 5.1).

Tablo 5. 1 Yapay zekâ teknolojilerinin işleyiş sistemi ve fonksiyonları

No	Yapay Zekâ Teknolojisi	İşleyiş Sistemi	Fonksiyonları
1	Yapay Sinir Ağı (Artificial Neural Network-ANN)	• Çoklu gizli katman • Gelişmiş öğrenme • İlişkisel bellek • İfade kapasitesi	• Peyzajların değerlendirilmesi • Peyzaj uygulama problem çözümü • Simülasyon tahmini
2	Ajan Tabanlı Modelleme (Agent-Based Model)	• Davranışları simüle etme	• Simülasyon tahmini • Çevre tasarımı yapma • İnsan hareketleri değerlendirme • Kentsel çevre değerlendirme
3	Hücresel Otomasyonlar (Cellular Automata- CA)	• Dinamik sistem simülasyonu	• Kentsel büyüme süreçlerini modelleme • Peyzaj değişim dinamiklerini ortaya koyma • Peyzajların gelecekteki gelişimini tahmin etme • Arazi dinamikleri tahmini • Çevresel değişim
4	Konvolüsyonel Nöral Ağları (Convolutional Neural Networks -CNN)	• Bilgi tanıma • Özellikleri ortaya koyma • Sınıflandırma	• Peyzaj görsel özellikleri tanıma • Görsel özellikleri ortaya koyma ve sınıflandırma yapabilmesi
5	CycleGAN	• YZ eğitimi için model oluşturma • Modeli tanıma • Sınıflandırma	• Peyzaj arazi kullanım tipi analizi • Görüntü sınıflandırma • Stil aktarımı • Görüntü restorasyonu
6	Karar Ağacı (Decision tree)	• Güçlü genelleme yeteneği • Böl ve yönet sistemiyle çalışma • Basit ve sezgisel çalışma şekli • Kısıtlamalara çözüm bulma	• Peyzaj tasarım nedenleri için tahmin üretir
7	Derin Öğrenme ve Panoramik Görüntü Teknolojisi (Deep Learning and Panoramic Image Technology)	• Derin öğrenme • Örneklem büyüklüğü fazla olması durumunda çalışması	• Peyzaj tasarımlarının niceliksel uygulanması • Peyzaj tasarımlarının değerlendirilmesi • Bitkisel peyzaj unsurlarını işleme
8	DeepCity	• Otomatik öğrenme • Gelişmiş öğrenme • Bilgi tanıma	• Peyzaj tasarımlarını tanır, üretir, değerlendirir • Kentsel formların tipolojilerini belirleyebilir • Morfolojik özellikleri tanıma • Kentsel formları üretir ve tamir eder • Fikir üretme
9	Kentsel Peyzaj Sisteminin Dijital İnşası (Digital Construction of Urban Landscape System)	• Örneklem büyüklüğü fazla olması durumunda çalışma • Farklı YZ teknolojileriyle çalışma	• Bölgesel tasarım yapabilme

Tablo 5. 1 Yapay zekâ teknolojilerinin işleyiş sistemi ve fonksiyonları (devamı)

No	Yapay Zekâ Teknolojisi	İşleyiş Sistemi	Fonksiyonları
10	i- Tree Eco	• Sistemli olmayan verileri birleştirme • Hesaplama ve değerlendirme	• Hava kirliliği • Meteorolojik verileri • Bölgedeki ağaç sayıların tespiti • Ekosistem hizmet tespiti
11	Dijital Dinamik Peyzaj (Digital Dynamic Landscape)	• Deneyim sunma • Dinamik yapıda olma • Görselleştirme • Simüle etme	• Işık, ses vb. mekânın atmosferini simüle eder • Gerçekçi ortam yaratır • Malzeme ve kullanılan elemanları hissettirir
12	Dijital Peyzaj (Digital Landscape)	• Simüle etme • Tüm peyzaj süreçlerini kapsama yeteneği	• Peyzajları ekolojik ve morfolojik olarak canlandırma • Veri toplama, analiz, planlama, tasarım, işletme, bakım süreçlerinin hepsinin ortak çalışmasını sağlar • İnsan kaynaklı hataların önüne geçer
13	Kültürel Peyzaj Mirasının Dijital Kaydedilmesi (Digital Recording of Cultural Landscape Heritage)	• Tek sistem altında veri toplama • Görselleştirme • Analiz	• Mirasın değerini korumak • Bilgileri kullanarak analiz etme ve görselleştirme yapabilme • Bilimsel miras arşivi oluşturma, koruma ve yönetimi • Bu süreçler için yeterli ve zamanında bilgi sağlama
14	Dijital İkiz (Digital Twin- DT)	• Çok kaynaklı ham veri işleme • Analiz • Simüle etme • Görselleştirme • Dijital ikiz teknolojisi	• Peyzaj ekolojisi ve morfolojisi arasındaki etkileşimi kurabilme • Değişimi haritalama • Peyzajın çevresel dinamikleri analiz etme ve değerlendirme
15	eCognition	• Bulanık sınıflandırma algoritması • Akıllı görüntü analizi • Karar verme uzman sistemi kullanması • Görüntü tanıma • Analiz • Sınıflandırma	• Peyzaj öğelerine ait bilgileri çıkarır • Mekânsal verileri otomatik tanıma • Bitki örtüsünün özelliklerini analiz edebilme
16	Genişletilmiş Gerçeklik (Extended Reality- XR)	• AR (Artırılmış Gerçeklik) • VR (Sanal Gerçeklik) • MR (Karma Gerçeklik)	• Gerçekçi bir peyzaj sahnesi oluşturma • İnsan-mekân ilişkin ve süreçlerini haritalamak • Deneyim yaşayabilme

Tablo 5. 1 Yapay zekâ teknolojilerinin işleyiş sistemi ve fonksiyonları (devamı)

No	Yapay Zekâ Teknolojisi	İşleyiş Sistemi	Fonksiyonları
17	Akıllı Peyzaj İnşasının Tüm Yönetim Süreci (Green and Intelligent Landscape Construction Full Process Management)	• Farklı YZ teknolojilerinin kullanılması • Tek sistem altında veri toplama	• Tasarım ve inşa süreç yönetimi • Peyzaj çalışmalarının yönetimi ve denetimi • Malzeme tedariği süreçlerini takip etme
18	HUL Konsept Teknolojisi (HUL Concept Technology)	• Farklı YZ teknolojilerinin birlikte kullanılması	• Kentsel doku ve tarihi peyzajları takip etme
19	Peyzaj İnşaat BIM (Landscapeconstruction BIM- Platform)	• Farklı YZ teknolojilerinin birlikte kullanılması	• Peyzaj uygulama süreçlerinde uygulamalarla ilgili bilgi akışı sağlama • Tasarımcı ve uygulayıcılar arasında bilgi alışverişini sağlama
20	Gayri Resmi Yeşil Alan Dijital Tanimlama Teknolojisi (Informal Green Space Digital Identification Technology)	• Derin öğrenme • Örneklem büyüklüğü fazla olması durumunda çalışması	• Zaman ve iş gücünden tasarruf
21	Üst Metin Önişlemcisi (Hypertext Preprocessor- PHP)	• Yazılım dil modeli	• Farklı tarihî dönemlere ait peyzaj bilgilerini inceleme
22	Peyzaj Bilgi Modellemesi (Landscape Information Modeling- LIM)	• Farklı YZ teknolojilerinin birlikte kullanılması	• Tasarım, inşaat, işletme süreçlerini yönetme ve denetleme imkânı • Bitkisel tasarım ve bakım süreçlerinin takibi ve yönetimi
23	Makine öğrenimi (Machine Learning- ML)	• Gelişmiş öğrenme • Analiz • Karar verme uzman sistemi kullanması	• Bilgi çıkarımı • Analiz ve değerlendirme • Planlama ve tasarım • Farklı problemlere çözüm üretme
24	Çok Ajanlı Sistem (Multi-Agent System-MAS)	• Simüle etme • Analiz	• Peyzaj alan gelişimime seçenekler üretme • Veri üretimi • Farklı problemlere çözüm üretme
25	Parametrelendirilmiş Üretim (Parameterized Generation)	• Farklı YZ teknolojilerinin birlikte kullanılması	• Model üzerinde değişiklik yapabilme • Analiz ve değerlendirme • Zaman tasarrufu • Farklı platformlarla çalışma imkân
26	Pix2Pix Model	• Çekişmeli üretken ağ • Difüzyon model üretme	• Tasarım seçenekleri sunma • Plan sonuçları üretme
27	Rastgele Orman (Random Forest- RF)	• Sınırlı bilgi ile öğrenme • Topluluk öğrenme (Ensemble Learning) • Örneklem büyüklüğü fazla olması durumunda çalışması	• Ekolojik parametreleri sınıflandırma • Arazi örtüsü sınıflandırma • Problemi ortaya çıkarma

Tablo 5. 1 Yapay zekâ teknolojilerinin işleyiş sistemi ve fonksiyonları (devamı)

No	Yapay Zekâ Teknolojisi	İşleyiş Sistemi	Fonksiyonları
28	Akıllı Enerji Teknolojisi (Smart Energy Technology)	• Farklı YZ teknolojilerinin birlikte kullanılması	• Enerjinin verimli kullanılmasına yardımcı olur • Enerji sistemlerinin kontrolü
29	Akıllı Sulama Sistemi (Smart Irigation System)	• Sistem modelleme • Sensör kullanımı • Akıllı karar verme	• Sulama teknolojilerini kontrol etme • İşletme, kontrol ve bakım adımlarını uzaktan yönetme • Su kaynaklarının israfını azaltma
30	Akıllı Peyzaj Mimarlığı (Smart LA)	• Akıllı karar verme • Örneklem büyüklüğü fazla olması durumunda çalışması • Sürü zekâsı algoritması kullanarak simüle etme	• Peyzaj bilgilerini toplama, saklama ve analiz etme • Estetik ve gerekçi peyzajlar • İnsan-mekân ilişkin ve süreçlerini haritalamak • Deneyim yaşayabilme
31	Sürü Zekâsı Davranış Simülasyonu (Swarm Intelligence Behavior Simulation)	• Simüle etme • Gelişmiş öğrenme • Analiz	• İnsan odaklı peyzaj tasarımları üretme • Tasarım ve planlama arasındaki sorunları tespit etme
32	Sanal Gerçeklik ve Artırılmış Gerçeklik (Virtual Reality and Augmented Reality)	• Simüle etme • Gelişmiş öğrenme • Analiz • Dijital ikiz teknolojisi • Gerçekçi sahne oluşturma • Etkileyici (immersive) teknoloji kullanma	• Gerçekçi tasarım üretmeye yardımcı olma • Tasarım verimliliği, maliyet ve zamandan tasarruf sağlama • Tasarım, inşa süreçlerinde köprü kurar
33	Sanal Tur (Virtual Tour)	• Bilgisayar entegrasyonu ve simülasyon • Sensör ölçümleri ve mikroelektronik • Gerçek zamanlı 3D sanal ortam oluşturma	• Gerçeklik hissiyle etkileşimli deneyim sunar • Tasarım ve eğitim süreçlerinde kullanılması • Kullanıcı deneyimi analizi • Sanal ortam oluşturma • Hislere yönelik ortam yaratma • Gerçekçi tasarım üretmeye yardımcı olma

Peyzaj planlama sürecinde kullanılabilecek yapay zekâ araçlarının uygulamalarının hangi aşamaları kapsadığı sistematik olarak ortaya konulmuştur. Planlama sürecinin çok katmanlı yapısı nedeniyle, önerilen yapay zekâ araçlarının tüm süreci tek başına kapsaması hala söz konusu değildir. Bu nedenle, analiz, görselleştirme, fikir geliştirme ve tasarım gibi farklı aşamalarda ihtiyaç duyulan araç çeşitliliği göz önünde bulundurularak, planlama adımlarında kullanılabilecek söz konusu yapay zekâ araçları işlevsel açıdan karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Değerlendirme sırasında on iki parametreye ayrılmıştır (Tablo 5.2).

İncelemeler sonucunda on dört adet yapay zekâ aracı yapay zekâ aracı, planlama çalışmalarında kullanılabilme potansiyeline sahiptir. İncelenen on dört adet yapay zekâ aracının iki tanesi tamamen yapay zekâ aracı değildir. Eklentilerle ya da içerisinde bulunan farklı analizlerle beraber yapay zekâ ile çalışmaktadır. On iki adet araç küresel düzeyde çalışmaktadır, içerisinden iki tanesi ABD'de çalışmakta her geçen gün gelişmeye devam etmektedir.

Yapay zekâ araçlarının en eskisi 2006 yılında kullanıcılara sunulan 'İ-Tree' aracıdır. Bu araç her geçen gün yapay zekâ teknolojisini artırmaktadır. Yapay zekâ ile tamamen entegre olan araçlar 2020 yılı sonrasında giderek gelişerek plancılara ve tasarımcılara destek vermeye devam etmektedir.

Tüm yapay zekâ araçlarından sadece İ-Tree aracı bulut tabanlı sistemde çalışmamaktadır. Diğer tüm araçlar bulut sisteminde kullanıcılara hizmet vermektedir. Bulut sistemde çalışılması ulaşılabilirlik ve yüksek veri işleme kapasitesi açısından oldukça önemlidir. Bulut sisteminde çalışmayan İ-Tree aracı ise kendi geliştirdiği uygulama sayesinde kullanılması mümkündür (Tablo 5.2).

Midjourney, OpenArt, Runway araçları, görselleştirme çalışmalarında kullanılması yönünden oldukça güçlüdür ve her üç araçta bulut sistemde çalışmaktadır. İlham kaynağı olma, plancıların aklındaki senaryoları görselleştirme, geleceğe yönelik tasarımlar istem (prompt) girerek görselleştirme açısından son derece iyi sonuçlar vermektedir.

Tüm yapay zekâ araçlarının değerlendirildiği on iki parametre Autodesk Forma aracında bulunmaktadır. Mekânsal ve çevresel analiz yapabilme, analizler üzerinde plancıların değişiklik yapabilmesi, görselleştirme, senaryo üretimi, model önerileri geliştirme gibi tüm özellikleri yapabilmesinden dolayı plancıların çalışması için en

güçlü araçtır. Sürekli gelişmesi ve farklı eklentilerle çalışmaya imkân vermesi Autodesk Forma'yı diğer araçlardan ayıran güçlü yönüdür (Tablo 5.2).

Aino.world bulut sisteminde çalışması, planlamacılar için içinde gömülü halde bulunan analiz çeşitliliği ve bu çıktıların özelleştirmesi açısından ikinci en güçlü ve önemli araçtır. Analizleri çıktı olarak alabilmenin mümkün olması ve tek sistem üzerinden bu işlemleri gerçekleştirebilmesi Aino.world'ün güçlü yönlerindedir (Tablo 5.2).

Plancıların tasarım üzerinde değişikliğe ihtiyaç duyması durumunda Autodesk Forma, Rhino+Grasshopper araçları öne çıkmaktadır (Tablo 5.2).

Finch3D aracı, plancılardan daha çok mimari tasarım yapan disiplinlerin kullanımına uygun olsa da özelleşen imar şartlarının kontrol edilmesi açısından önemli potansiyeller sunmaktadır (Tablo 5.2).

AdobePhotoshop- Generative Fill aracı, mevcut çıktıları ya da planlama yapılacak alan üzerindeki görsellerle ilgili fikirsel çalışma, hedef belirleme aşamasında görsel oluşturmak için kullanılması mümkündür (Tablo 5.2).

Google Earth Engine aracı, nispeten diğer uygulamalara göre kullanılması zordur. Bunun nedeni kodlama dil bilgisine ihtiyaç duymasıdır. Yazılım algoritmalarının takip ederek yapılan analizler sonuçları ve geleceğe yönelik model üretmede son derece başarılıdır (Tablo 5.2).

PlanITGeo (Tree Plotter) aracı, ABD'de aktif olarak kullanılmaktadır. Yerel bir araç olarak gözükmesine rağmen gelişmeye devam etmektedir. İleriye yönelik çalışmalara fikir vermesi ve işleyiş şeklinin anlaşılabilmesi için bu çalışmada yer almıştır (Tablo 5.2).

Climate Engine aracı, iklimsel analizlerin yapılmasında önemli bir yapay zekâ aracıdır. Tamamen yapay zekâ aracı olmasa da yapay zekâ destekli çalışabilmesi nedeniyle bu çalışmada yer almıştır, çalışma sistemleri daha da geliştirilmektedir (Tablo 5.2).

Tüm yapay zekâ araçlarının belirlenen on iki parametreye göre değerlendirilmesi Tablo 5.2'de verilmiştir.

Tablo 5. 2 Peyzaj planlamada kullanılabilecek yapay zekâ araçlarının kullanım alanları

No	Yapay Zekâ Uygulaması	Görselleştirme	Mekânsal Analiz	Çevresel Analiz	Modelleme	Tasarım alternatifleri sunma	Simülasyon yaratma	Haritalandırma	Senaryo üretimi	Geleceğe dair model üretme	Dinamik Model Değişimi	Belge üzerine bilgi ekleme	Bulut sisteminde çalışma
1	AdobePhotoshop- Generative Fill	✓										✓	✓
2	Aino.world	✓	✓	✓	✓	✓		✓			✓	✓	✓
3	Autodesk Forma	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	Climate Engine	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓		✓	✓
5	Esri ArcGis Pro- CityEngine	✓	✓	✓	✓			✓	✓			✓	✓
6	Finch3D	✓			✓	✓					✓	✓	✓
7	Google Earth Engine	✓	✓	✓				✓		✓		✓	✓
8	İ-Tree		✓	✓	✓			✓		✓		✓	
9	Midjourney	✓											✓
10	OpenArt	✓											✓
11	PlanITGeo (Tree Plotter)	✓	✓					✓		✓		✓	✓
12	Rhino+Grasshopper	✓	✓	✓	✓		✓				✓		✓
13	Runway	✓											✓
14	Testfit-İnc	✓	✓		✓	✓			✓		✓	✓	✓

6
SONUÇ

Bu tez kapsamında planlama sürecinde kullanılabilecek, yapay zekâ teknoloji ve araçlarını tespit etmeye çalışılarak, ortaya konulan araçların planlama disiplininde kullanımın olanakları incelenmiştir. Hedeflerin belirlendiği aşamadan, analizlerin gerçekleştirilmesi ve plan kararları alınmasına kadar uzanan tasarım süreçleri, yapay zekânın planlama süreçlerinde verimlilik ve yenilikçiliği artırma potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir.

Yapay zekânın peyzaj mimarlığı ve planlama çalışmalarındaki potansiyeli gün geçtikçe artmaktadır. Ancak plan kararları alma ve analizlerin yorumlanması aşamalarında hala plancının profesyonel bilgisine ve muhakeme yeteneğine ihtiyaç vardır.

Yapay zekâ ve planlama disiplininin bir araya gelmesi gelecekte kaçınılmaz olacaktır. Analiz ve CBS sistemine geçildiği 1960 yıllarda öncü plancıların renkli çıktılara yaptıkları itirazın bir benzeri, yapay zekâ içinde günümüzde yapılması söz konusudur. Bu itirazlara rağmen bu konuda yapılacak çalışmalar geleceğe ışık tutacak ve öncü olacaktır. Bu dönem plancılar için bir geçiş sürecidir. Bu geçiş yaşanırken, yapay zekâ kullanımının etik, bilinçli ve sosyal etkilerinin de göz önünde bulundurulması gereklidir. Verinin kalitesi ve yapay zekâ araçlarının içerisinde hazır halde bulunan verinin sorgulanması önemlidir. Plancıların çalışmalarında yapay zekâyı ve kendi içgörülerini, hangi bölümlerde kullanıldığını açıkça belirtmek etik açıdan önemlidir. Bu açıklık, profesyonel alanda etik kuralların ve dürüstlüğün korunmasına yardımcı olurken, yapay zekâ teknolojisinin planlama ve tasarımı dâhil olmak üzere çeşitli alanlarda şeffaf şekilde kullanılmasını teşvik edecektir (Xing vd., 2024). Bu sayede yapılan planlama çalışmalarının sonucunda, kararların hangi kısmının insan içgörüsü ve kontrolüyle, hangi kısmının yapay zekâ desteğiyle alındığı karar uygulayıcıları tarafından net bir şekilde anlaşılacak, böylece insan kontrolünün sürdüğünün bir göstergesi olacaktır.

CBS'nin gelişmiş mekânsal analiz yapabilme yeteneğiyle, yapay zekânın öngörü gücünün birleşimi, ekolojik dengeyi ve insan sağlığına odaklanan kentsel gelişim için ileriye dönük güçlü bir strateji sağlayacaktır. Kentsel alanların hızla genişlediği günümüzde, yapay zekâ ile bütünleşmiş teknolojilerinin kullanılması, sürdürülebilir kentsel peyzajların oluşturulmasında etkili olacaktır.

Bu çalışma içerisinde yer alan on dört yapay zekâ aracının, günümüzde planlama çalışmalarında kullanılması mümkündür. Çalışmada yer alan araçların tümü özel şirketlerin geliştirdiği araçlardır. Planlama ve şehircilik alanında kullanılan yapay zekâ araçları, uluslararası teknoloji firmaları tarafından geliştirilmiştir. Türkiye menşeili araçlar bulunmamaktadır. Türkiye'de ise yapay zekâ ve planlama alanında yerli teknoloji ya da araç geliştirme girişimlerinin yeterince yaygınlaşmadığı görülmektedir. Ar-Ge ve teknoloji yatırımlarının sınırlı olması, akademi-sanayi iş birliğinin sınırlı olması, planlama disiplininde sektörel farkındalığın düşük olması, devlet politikalarının gelişmemiş olması bu durumun yaygınlaşmamasının nedenlerindendir.

Planlama sürecinde kullanılan analiz katmanlarının tamamı, doğrudan tek bir yapay zekâ aracıyla gerçekleştirilememektedir. Analizlerin büyük bir kısmı, farklı yapay zekâ destekli araçlarla yapılabilmektedir. Bu çalışma içerisinde incelenen yapay zekâ araçlarıyla gerçekleştirilebilecek analizler aşağıda sıralanmıştır;

Topoğrafya analizleri; eğim, yükselti ve bakı analizlerini kapsamaktadır. Hidrolojik analizler; su kalitesi değerlendirmesi, su kaynakları yönetimi, hidrolojik modelleme ve akış yönü analizlerini içermektedir. İklim ve çevre analizleri; güneşlenme, güneş-gölge ve gün ışığı potansiyeli, rüzgâr yönü, sıcaklık ve sıcaklık değişimleri, kuraklık ve yağış izleme, kuraklık etkileri, ısı adası olgusu, iklimsel afet riskleri, mikro iklim koşulları, gürültü düzeyi ve hava kalitesi gibi göstergeleri kapsamaktadır. Enerji ve sürdürülebilirlik analizleri; karbon emisyonu, karbon tutulumu ve enerji tasarrufu potansiyelinin belirlenmesini içermektedir. Ekolojik analizler; doğal koridorların belirlenmesi, arazi örtüsü tespiti, doğal bitki örtüsünün incelenmesi, bitki hastalıklarının takibi, kentsel peyzaj bileşenlerinin ve ağaçların konumlandırılması, kent içi ağaçların karbon depolama kapasiteleri, ağaç türleri ve sağlık durumlarının değerlendirilmesi, ekosistem hizmetlerinin haritalandırılması, tarım alanlarındaki mahsul tespiti ve biyolojik çeşitlilik analizlerini kapsamaktadır. Mekânsal analizler; ortak kullanım alanları, bina

yoğunluğu ve kullanım fonksiyonlarının belirlenmesi, kat planlarının çıkarılması, zaman içerisindeki değişimlerin ve gerçek zamanlı dönüşümlerin izlenmesi, idari sınırların belirlenmesi, sokak ve yol özelliklerinin analizi, mevcut durum değerlendirmeleri ile haritalama ve diyagram oluşturma çalışmalarını içermektedir. Planlama çalışmalarında, alan kullanımına yönelik uygunluk kararlarının verilmesiyle ilgili herhangi bir yapay zekâ aracı bulunmamaktadır.

Plancıların, bu yapay zekâ uygulamalarını kullanılırken, ortaya çıkan analizleri, öneri sonuçlarını etik ve mesleki bilgileriyle değerlendirmeleri gerekmektedir. Yapay zekâ, veriye dayalı karar alma adımlarında plancıyı desteklerken, insan içgörüsü odaklı planlama sürecindeki karar alma anlayışında ilerleyememiştir. Ayrıca, yapay zekânın veri doğruluğu, tarafsızlığı ve şeffaflığı gibi konulardaki risklerine de dikkat edilmelidir. Toplumsal önyargı (algoritmik önyargı) ile yapay zekânın karar vermesi durumunda ortaya adaletsiz sonuçlar çıkabilir. Bu durumda plancı bu sonuçları kontrol etmekle sorumludur. Bununla beraber planlama sürecinde bağlı kalınan yasal çerçeveye, yapay zekânın dahil edilmesi zorunlu hâle gelecektir.

Teknolojik gelişmeler devam ettikçe, sunduğu olanaklarla daha verimli ve sürdürülebilir planlama süreçleri ortaya çıkacaktır. Peyzaj planlama çalışmalarında kullanılan yapay zekâ uygulamalarının ortaya çıkardığı sorun ve zorlukların üstesinden gelmek için plancıların daha çok çalışma yapmaları gerekmektedir. Yapay zekâ teknolojilerinin, peyzaj mimarlığında ve planlamada yaygın olarak kullanılmasını teşvik etmek için daha fazla araştırma ve uygulamalar yapmak, profesyonel yetenekleri geliştirmek, akademi-endüstri-hükümet arasında iş birliğini teşvik etmek gerekmektedir. Bunun için öğretim üyelerinin yapay zekâ üzerine araştırmalar yapması ve ilgili dersleri müfredata dahil etmesi gerekmektedir.

Plancılar, veri toplama, analiz, plan kararları verme adımları konusunda çalıştıkça gelişim kaçınılmaz olacaktır. Bunlarla birlikte veri toplama, toplanan verinin kalitesi, peyzaj planlama katmanlarının karmaşıklığı, işlenmesi sürecindeki etik sorunlar gibi durumların hala insan kontrolünde olması gerektiğini ve insan iç görüsüne ihtiyaç olduğu konusu unutulmamalıdır.

Planlama çalışmaları yapılırken son kararın hâlâ tasarım alanının bağlamı ve değerlerine dair insan içgörüsüne bağlı olduğu ortaya sonucu çıkmıştır. Yapay zekâ

ile insan düşüncesi arasındaki iş birliği önemlidir. Plancılar, yapay zekâ araç ve teknolojilerini mesleki açıdan kendilerini desteklemek amacıyla kullanmalıdır.

Yapay zekâ, doğru veriler ve plancılarının iç görüsüyle desteklendiğinde, planlama kalitesini artıran tamamlayıcı bir unsur olarak saptanmıştır. Elde edilen bulgularla, yapay zekânın veri toplama, analiz, modelleme, geleceğe dair senaryo üretme, tasarım alternatifleri sunma, harita oluşturma ve multidisipliner çalışmaya olanak sağlamasıyla, plancının daha bütüncül değerlendirmeler yapmasına imkân vermektedir.

Yapay zekâ destekli peyzaj planlama, yalnızca teknik süreçleri hızlandırıp verimliliği artırmakla kalmayacak, aynı zamanda geleceğin kentlerinin tasarlanmasında ve doğal alanlar için sürdürülebilir, yenilikçi, uygulanabilir çözümler geliştirilmesinde stratejik bir araç olacaktır.

KAYNAKÇA

Ahern, J. (1997). At the Crossroads: Sustainable Future or Urban Spraw Spatial Concepts and Scenarios for the Lisbon Metropolitan Area. J. R. Machado, & J. Ahern (Dü.), *Environmental Challenges in an Urban World and the Role of Emerging Information Technologies Cenforence.* içinde Lisbon, Portugal.

Aino.world. (2025, 5 30). Aino.world: https://aino.world/site_analysis/ adresinden alındı

Aino.World. (2025, 2 24). *https://aino.world/usecases/?utm_source=chatgpt.com*. Aino.World: https://aino.world/usecases/?utm_source=chatgpt.com adresinden alındı

Aino.world. (2025, 5 31). *I literally did this GIS analysis in 2 minutes using just 4 AI prompts*. Youtube: https://www.youtube.com/watch?v=txsRQY8papI adresinden alındı

Akçan, Z. M. (2022). *Yapay Zeka Algoritmalarının Mimari Şematik Plan Oluşturmak İçin Kullanımı.* İstanbul: Mimar Sinan Güzel Sanatlar Fakültesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Alipour, H. (1996, 5). Tourism Development within Planning Paradigms: The Case of Turkey. *Tourism Management*(17), 367-377. doi:10.1016/0261-5177(96)00036-2

Alkay, E. (2014). Giriş. A. A. Akgün, E. Alkay, E. Kerimoğlu, T. K. Koramaz, S. Kundak, G. Okumuş, Ö. Özçevik, & E. Alkay (Dü.) içinde, *Şehir Planlamada Analiz ve Değerlendirme Teknikleri* (s. 11-15). İstanbul: Literatür Yayınları.

Alpaydin, E. (2010). *Introduction to machine learning* (Second edition b.). The MIT Press Cambridge.

Anand, A. (2023). Predicting the Success of a Movie using Machine Learning Algorithms: An Analysis. *International Journal For Multidisciplinary Research, 5*(6). doi:10.36948/ijfmr.2023.v05i06.8653

Anwar, M. R., & Sakti, L. D. (2024, April 2). Integrating Artificial Intelligence and Environmental Science for Sustainable Urban Planning. *IAIC Transactions on Sustainable Digital Innovation (ITSDI)*(5), 179-191.

Archibugi, F. (2008). *Planning Theory: From the Political Debate to the Methodological Reconstruction.* Springer.

Autodesk. (2025, 2 24). *www.autodesk.com/tr/products/forma*. Autodesk: https://www.autodesk.com/tr/products/forma/overview?utm_source=chatgpt.com&term=1-YEAR&tab=subscription&plc=SPCMKR adresinden alındı

Avrupa Peyzaj Sözleşmesi - European Landscape Convention. (2004). Strazburg, Fransa.

Ayodele, T. O. (2010, 2). Machine Learning Overview. *Source: InTech*, 10-18. doi:10.5772/9374

Baser, V. (2020). Effectiveness of School Site Decisions on Land Use Policy in the Planning Process. *ISPRS Int. J. Geo-Inf., 11*(9), 662. doi:10.3390/ijgi9110662

Bayar, R. (2019). *Ayaş İlçesinde Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı.* Ankara: Pegem Akademi. doi:10.14527/9786052418413

Beresford, M. P. (2000). Protected landscapes: A conservation model for the 21st century, in: The George Wright Forum. *JSTOR*, 15–26.

Bibri, S. E. (2021). Data-Driven Smart Sustainable Cities Of The Future: An Evidence Synthesis Approach To A Comprehensive State-Of-The-Art Literature Review. *Sustainable Futures*(3). https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S266618882100006X?via%3Dihub adresinden alındı

Bibri, S. E., Huang, J., Jagatheesaperumal, S. K., & Krogstie, J. (2024, 5 1). The synergistic interplay of artificial intelligence and digital twin in environmentally planning sustainable smart cities: A comprehensive

systematic review. *Environmental Science and Ecotechnology*. doi:10.1016/j.ese.2024.100433

Bostrom, N. (2020). *Süper Zeka; Yapay Zeka Uygulamaları, Tehlikeler, Stratejiler* (2. Baskı b.). (F. B. Aydar, Çev.) İstanbul: Koç Üniversitesi Yayınları.

Botequilha-Leitão, A., Miller, J., Ahern, J., & McGarigal, K. (2006). *Measuring Landscapes: A Planner's Handbook.* Island Press.

Bouaouda, A., Afdel, K., & Abounacer, R. (2024). Unveiling Genetic Reinforcement Learning (GRLA) and Hybrid Attention-Enhanced Gated Recurrent Unit with Random Forest (HAGRU-RF) for Energy-Efficient Containerized Data Centers Empowered by Solar Energy and AI. *Sustainability, 11*(16), s. 4438. doi:10.3390/su16114438

Carr, S. (1992). *Public space.* Cambridge University Press.

Carter, B. G. (1997). Balancing use and preservation in cultural heritage management. *International Journal of Heritage Studies*(3), 45–53.

Cenameri, A. (2024). Përdorimi i inteligjencës artificiale në hartat mjedisore në Tiranë. Një rrugë drejt planifikimit urban të qëndrueshëm. *Optime*(1), s. 265–272. doi:10.55312/op.vi1.5888

Chen, X. (2023). Environmental landscape design and planning system based on computer vision and deep learning. *Journal of Intelligent Systems, 1*(32). doi:10.1515/jisys-2022-0092

ClimateEngine. (2025, 5 22). https://www.climateengine.org/: https://www.climateengine.org/ adresinden alındı

ClimateEngine. (2025, 6 4). ClimateEngine.org: https://app.climateengine.org/climateEngine adresinden alındı

Cong, C., Page, J., Kwak, Y., Deal, B., & Kalantari, Z. (2024). AI Analytics for carbon-neutral city planning: A systematic review of applications. *Urban Science, 3*(8), s. 104. doi:10.3390/urbansci8030104

Coşkun, F., & Gülleroğlu, H. D. (2021). Yapay Zekanın Tarih İçindeki Gelişimi ve Eğitimde Kullanılması. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi, 54*(3), 947-966. doi:10.30964/auebfd.916220

Cranz, G. B. (2004). Defining the sustainable park: a fifth model for urban parks. *Landscape Journal*(23), 102–120.

Çelik, K., & Şekeroğlu, A. (2023). The importance of geographical information systems in urban and landscape planning: A bibliometric analysis. *Megaron, 18*(4), 499-519. doi:10.14744/megaron.2023.70962

Çetinkaya, G., & Uzun, O. (2014). *Peyzaj Planlama.* İstanbul: Birsen Yayınevi.

Dede, O. M. (2016). The Analysis of Turkish Urban Planning Process Regarding Sustainable Urban Development. *Sustainable Urbanization* (s. 269-290). içinde Intech. doi:0.5772/63271

Dhamo, A., Dhamo, I., & Manastirliu, I. (2023). Fundamental Rights and New Technologies. *Interdisciplinary journal of research and development, 3*(10). doi: https://doi.org/10.56345/ijrdv10n319

Ercan, O. (2020). Essentials Of A Sustainable Land Use Planning Aproach For Rural Areas and A Model Proposal to be Applied Under Turkish Conditions. *Turkish Journal of Engineering (TUJE), 3*(4), 154-163. doi:10.31127/tuje.650238

Esri. (2025, 5 31). ArcGIS Blog: https://www.esri.com/arcgis-blog/products/city-engine adresinden alındı

Esri. (2025, 2 24). *ArcGIS CityEngine*. Esri: https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-cityengine/overview adresinden alındı

Eubanks, V. (2018). *Automating Inequality: How High-Tech Tools Profile, Police, and Punish the Poor.* New York: St. Martin’s Press.

Fan, L. (2024). Artificial Intelligence Ethics: A Dialogue between Technological Advances and Human Values. *Iternational Journal of Education and Humanities, 2*(14), s. 260-265. doi:10.54097/tvqkkf40

Finch. (2025, 5 31). *Finch for Beginners: Getting Started*. Youtube: https://www.youtube.com/watch?v=uv7V9UMZuTo adresinden alındı

Finch3D. (2025, 2 24). *Finch3D*. Finch3D: https://www.finch3d.com/?utm_source=chatgpt.com adresinden alındı

Forums, R. (2025, 2 24). www.rhino3d.com: https://www.rhino3d.com/en/for/landscape-design/ adresinden alındı

Gan, W. C. (2023). Anomaly rule detection in sequence data. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*(35), 12095–12108.

Gavrilova, Y., & Stryungis, R. (2020, 6 11). *https://serokell.io/blog/machine-learning-algorithm-classification-overview*. 2 6, 2025 tarihinde https://serokell.io/: https://serokell.io/blog/machine-learning-algorithm-classification-overview adresinden alındı

Google Cloud. (2025, 5 31). Google Earth Engine: https://cloud.google.com/earth-engine adresinden alındı

Google Earth Engine. (2025, 2 24). *https://earthengine.google.com/*. Google Earth Engine: https://earthengine.google.com/ adresinden alındı

Gupta, R., Tian, B., Wang, Y., & Nahrstedt, K. (2024, 6 25). TWIN-ADAPT: Continuous Learning for Digital Twin-Enabled Online Anomaly Classification in IoT-Driven Smart Labs. *Future Internet, 7*(16), s. 239. doi:10.3390/fi16070239

Güzeldere, G. (1998). Yapay Zekâ'nın Dünü, Bugünü, Yarını. *Cogito Yapay Zeka - 3 Aylık Düşünce Dergisi*(13), s. 27-42.

Harari, Y. N. (2024). *Neksus, Taş Devri'nden Yapay Zekaya Bilgi Ağlarının Kısa Tarihi* (1. Baskı b.). (Ç. Şentuğ, Çev.) İstanbul: Kolektif Kitap.

Haton, J. P., & Haton, M. C. (1991). *Yapay Zeka.* (A. E.-A. Türker, Çev.) İstanbul: İletişim Yayınları.

Hersperger, A. M., Bürgi, M., Wende, W., Bacau, S., & Gradinaru, S. R. (2020). Does landscape play a role in strategic spatial planning of European urban regions? *Landsc Urban Plan*(103702), 194.

Hersperger, A. M., Gradinaru, S. R., Pierri Daunt, A. B., Imhof, C. S., & Fan, P. (2021). Landscape ecological concepts in planning: review of recent developments. (36), s. 2329–2345. doi:10.1007/s10980-021-01193-y

Holling, C. S. (1973). Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*(4). doi:10.1146/annurev.es.04.110173.000245

Inskeep, E. (1987). Environmental planning for tourism. *Annals of Tourism Research*(14), 118–135.

i-Tree. (2025, 5 31). *i-Tree*. Youtube: https://www.youtube.com/watch?v=5koQAH42MZo adresinden alındı

I-Tree. (2025, 2 24). *I-Tree*. www.itreetools.org/: https://www.itreetools.org/ adresinden alındı

Journeyaiart. (2025, 6 4). Journeyai Art: https://journeyaiart.com/tag/Ecological-Design adresinden alındı

Kaelbling, L. P., Littman, M. L., & Moore, A. W. (1996, 4 30). Reinforcement Learning: A Survey. *Journal of Artificial Intelligence Research*. doi:10.1613/jair.301

Karbhari, V. (2019, Jan 2). *What is the Chinese Room Argument in Artificial Intelligence?* 2 9, 2025 tarihinde Medium: https://medium.com/ adresinden alındı

Kavaliauskas, P. (2008). A concept of sustainable development for regional land use planning: Lithuanian experience. *Technological and Economic Development of Economy, 1*(14), s. 52-63. doi:10.3846/2029-0187.2008.14.51-63

Kesavan, E. (2024). A Review on Ethical and Legal Issues in Artificial Intelligence and Data Privacy. *International Journal of Innovations in Science*(3). doi:10.69968/ijisem.2024v3i494-99

Kevseroğlu, Ö., & Kurban, R. (2024). Comparison of Text-To-Image Generative AI Tools For Urban Portraits: A Case Study Of Invisible Cities By Using Stable Diffusion, DALL-E and Midjourney. P. D. Güngör (Dü.) içinde, *City, Region and Planning* (s. 76). Ankara: Serüven Yayınevi.

Konidena, B. K., Malaiyappan, J., & Tadimarri, A. (2024). Ethical Considerations in the Development and Deployment of AI Systems. *European journal of technology, 2*(8), s. 41-53. doi:10.47672/ejt.1890

Köse, U., Özsoy, K., & Aksoy, B. (2023). *Yapay Zeka Lise.* Ankara: TÜBİTAK.

Kurniawan, A., Saragih, V., Wiranti, A., Rahmadi, D., & Poerbo, H. (2024). Revealing the Future of Urban Design: Exploring Human and Artificial Intelligence Collaboration in Planning and Design for the Sustainable Built Environment (Case Study: IKN Nusantara). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*(1394). doi:10.1088/1755-1315/1394/1/012032

Larson, E. J. (2022). *Yapay Zeka Miti - Bilgisayarlar Neden Bizim Gibi Düşünemez-*. (K. Y. Us, Çev.) Fol.

Leitao, A. A. (2002). Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning. *Landscape and Urban Planning*(59), 65–93.

Levinthal, D. A. (1999). Landscape design: Designing for local action in complex worlds. *Organization Science*(10), s. 342-357.

Li, G. C. (2021). Understanding the diversity of urban–rural fringe development in a fast urbanizing region of china. *Remote Sensing*(13).

Li, P. (2024). Innovative Applications of Artificial Intelligence in Agricultural Land Planning. *Frontiers in Science and Engineering, 6*(4), s. 75-81. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://scispace.com/pdf/innovative-applications-of-artificial-intelligence-in-3hx36r8ah2.pdf adresinden alındı

Liu, X. (2024). Integrating Generative AI into Landscape Architecture Education: Methodologies, Applications, and Ethical Considerations. *Journal of Digital Landscape Architecture*, 937-945. doi:10.14627/537752088

Long, C. (2025). The Practice and Application of Machine Learning in Data Analysis. *International Journal of Applied Science, 1*(8). doi:10.30560/ijas.v8n1p51

Longo, R. M., Leite da Silva, A., Nunes, A., Melo Conti, D., Gomes, R. C., Sperandio, F. C., & Ribeiro, A. Í. (2023). Analysis of Potential Supply of Ecosystem Services in Forest Remnants through Neural Networks. *Sustainability, 20*(15). doi:10.3390/su152015017

Marsh, W. M. (2005). *Landscape Planning - Environmental Applications.* John Wiley & Sons Ltd.

Marsh, W. M. (2005). Landscape planning: Environmental applications. *Wiley New York*(4).

McCarthy, J. (2007). From here to human-level AI. *Artificial Intelligence*(171), 1174–1182. doi:10.1016/j.artint.2007.10.009

Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği. (tarih yok). *Resmî Gazete Tarihi: 14.06.2014 Resmî Gazete Sayısı: 29030*. https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=19788&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5 adresinden alındı

Midjourney. (2025, 6 16). Midjourney: https://www.midjourney.com/explore?tab=top_month adresinden alındı

Mijwel, M. M. (2016). *Yapay Zeka Nedir?* 1 4, 2025 tarihinde Researchgate: https://www.researchgate.net/profile/Maad-Mijwil/publication/323292529_Yapay_Zeka_Nedir/links/5a8c5d0da6fdcc3b21eb50c2/Yapay-Zeka-Nedir.pdf adresinden alındı

Milani, R. (2009). *Art of the Landscape.* McGill-Queen's Press-MQUP.

Motloch, J. (2000). *Introduction to landscape design.* John Wiley & Sons.

Motloch, J. L. (2001). *Introduction to Landscape Desing* (2 nd. ED. b.). United States.

Nilson, N. J. (2010). *Yapay Zeka; Geçmişi ve Geleceği.* (M. Doğan, Çev.) İstanbul: Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi.

Nweke , O., & Nweke, G. (2024). Legal and ethical conundrums in the AI era: A multidisciplinary analysis. International Law Research. *International Law Research, 13*(1). doi:10.5539/ilr.v13n1p1

Okumuş, G. (2014). Planlamada Analiz Teknikleri ve Coğrafi Bilgi Sistemleri. A. A. Akgün, E. Alkay, E. Kerimoğlu, T. K. Koramaz, S. Kundak, G. Okumuş, Ö. Özçevik, & E. Alkay (Dü.) içinde, *Şehir Planlamada Analiz ve Değerlendirme Teknikleri* (s. 17-31). İstanbul: Literatür Yayıncılık.

O'Neil, C. (2016). *Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy*. New York: Broadway Books.

OpenArt. (2025, 2 24). *OpenArt*. openart.ai/search/landscap: https://openart.ai/search/landscape?utm_source=chatgpt.com adresinden alındı

Penrose, R. (1997). *Bilgisayar ve Zeka - Kralin Yeni Usu I.* Ankara: Tübitak.

Pinto-Correia T, K. L. (2013). Linking research to practice: the landscape as the basis for integrating social and ecological perspectives of the rural. *Landsc Urban Plan*(120), 248–256.

PlanIT Geo. (2025, 5 31). Youtube: https://www.youtube.com/watch?v=B25UdCHTxMA adresinden alındı

PlanITGeo. (2025, 2 24). *planitgeo.com*. PlanITGeo: https://planitgeo.com/treeplotter/?utm_source adresinden alındı

Qu, F., Dang, N., Furht, B., & Nojoumian, M. (2024). Comprehensive study of driver behavior monitoring systems using computer vision and machine learning techniques. *Journal of Big Data*. doi:10.1186/s40537-024-00890-0

Ra, A., & Souza, R. D. (2019). A Review on Machine Learning Algorithms. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology*(7), s. 792-796. doi:10.22214/ijraset.2019.6138

Rahardja, U., Aini, Q., Budiarty, F., Yusup, M., & Alwiyah, A. (2021). Socio-economic impact of Blockchain utilization on Digital certificates. *Aptisi Transactions on Management, 2*(5), 106–111.

Ray, K. A. (2021). Embedding Landscape in the Education of Young Planners. *Transactions of the Association of European Schools of Planning, 2*(5), s. 95-112. doi:doi.org/10.24306/TrAESOP.2021.02.002

Rhino. (2025, 6 4). Rhinoceros Forums: https://discourse.mcneel.com/t/i-built-rhinomcp-exploring-ai-assisted-modelling/202038?utm_source=chatgpt.com adresinden alındı

Rooij, S., Timmermans, W., Roosenschoon, O., Keesstra, S., Sterk, M., & Pedroli, B. (2021). Landscape-Based Visions as Powerful Boundary Objects in Spatial Planning: Lessons from Three Dutch Projects. *Land, 1*(10). doi:10.3390/land10010016

Rudenko, L., Golubtsov, A., Lisovskyi, S., Marunyak, E., Farion, Y., & Chekhniy, V. (2013). Landscape Planning in Ukraine: The First Landscape - Planning Program. *Geography, Environment, Sustainability, 4*(6), s. 91-102. doi:doi.org/10.24057/2071-9388-2013-6-4-91-102

Runway. (2025, 5). *Runway*. https://runwayml.com: https://runwayml.com/ adresinden alındı

Sanchez, T. W. (2023, 7). Planning on the Verge of AI, or AI on the Verge of Planning. *Urban Science*(70). doi:10.3390/urbansci7030070

Sanchez, T. W., Brenman, M., & Ye, X. (2024). The Ethical Concerns of Artificial Intelligence in Urban Planning. *Journal of the American Planning Association*. doi:10.1080/01944363.2024.2355305

Sanchez, T. W., Fu, X., Yiğitcanlar, T., & Ye, X. (2024). The Research Landscape of AI in Urban Planning: A Topic Analysis of the Literature with ChatGPT. *Urban Science*(197). https://doi.org/10.3390/urbansci8040197 adresinden alındı

Sanchez, W. T., Shumway, H., Gordner, T., & Lim, T. (2022). The prospects of artificial intelligence in urban planning. *The Institute of Urban Sciences*. doi:10.1080/12265934.2022.2102538

Sanderson, C., Douglas, D., Lu, Q., Schleiger, E., Whittle, J., Lacey, J., . . . Hansen, D. (2023). AI Ethics Principles in Practice: Perspectives of Designers and Developers. *IEEE Transactions on Technology and Society, 2*(4), s. 171 - 187. doi:10.1109/TTS.2023.3257303

Schröder, R., Wascher, D., Odell, S., & Smith, C. (2010). *Comparing landscape planning in England, Germany and the Netherlands, Policy context and three case study plans.* Wageningen: Alterra.

Schultz, D. P., & Schultz, S. E. (2007). *Modern Psikoloji Tarihi.* (Y. Aslay, Çev.) İstanbul: Kaknüs Yayınları.

Searle, J. (1980). The Chinese Room. *Behavioral and Brain Sciences*, 1-7. Retrieved from chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://rintintin.colorado.edu/~vancecd/phil201/Searle.pdf

Shadaska, U., Nikolaev, A., Derkachenko, Y., Begei, V., Rumyantsev, G., Dubno, O., & Marchenko, O. (2024, 2 15). Human rights in the ere artificial intelligence. *International Journal of Law and Politics*, s. 45-58. doi:10.34079/2226-3047-2023-14-27-71-78

Steiner, F. (2016). Ecological Planning Method. F. Steiner içinde, *The Living Landscape* (s. 233-250). Washington, .DC.: IslandPress.

Steinitz, C. (2009, Şubat). Landscape Planning: A History of Influential Ideas. Editor's Choice. s. 74-83.

Steinitz, C. (2019). From (Before) Analog to (After) Digital: A Personal Perspective. *Digital Landscape Architecture Meeting (DLA)*, (s. 2-52). Germany.

Sudheer, C. L., Susmitha, C., Vishal, R., Prasad, G. D., Sivakumar, B., & Kumar , C. G. (2024). Sign Recognition and Voice Conversion Device for Dumb. *International Journal of Scientific Research in Computer Science Engineering and Information Technology*(10). doi:10.32628/cseit24102130

Sundhram, N., & Pramod, J. (2024). Exploring Ethical Implications of Ai in Modern Society. *International Journal of Scientific Research in Science Engineering and Technology, 6*(11). doi:10.32628/IJSRSET24116173

Şapcı, B., & Taşlı Pektaş, Ş. (2021). Makine Öğrenmesi Aracılığı ile Kullanıcı Deneyimi Bilgilerinin Erken Mimari Tasarım Süreçleriyle Bütünleştirilmesi. *JCoDe: Journal of Computational Design, 1*(2), 67-94.

Tack, A. (2025, 5 27). Achim Tack: https://www.achim-tack.org/blog/2023/5/29/xu022x85j8asdx50ikomi5yo416mbe adresinden alındı

Tack, A. (2025, 05 30). Achim Tack: https://www.achim-tack.org/blog/2023/5/29/xu022x85j8asdx50ikomi5yo416mbe adresinden alındı

Tan, J., Gu, K., & Zheng, Y. (2023, 5 29). Peri-urban planning: A landscape perspective. *Planning Theory, 1*(23). doi:10.1177/14730952231178203

Taylor, K. L. (2011). Cultural landscapes: a bridge between culture and nature? *International Journal of Heritage Studies*(17), 537–554.

TC Tarım ve Orman Bakanlığı. (2025, 3). *Corine nedir?* Tarım ve Orman Bakanlığı: https://corine.tarimorman.gov.tr/corineportal/nedir.html adresinden alındı

Tegmark, M. (2019). *Yaşam 3.0: Yapay Zeka Çağında İnsan Olmak.* (K. Küçükgedik, Dü., & E. C. Göksoy, Çev.) İstanbul: Pegasus Yayınları.

TestFit. (2025, 6 4). TestFit: https://www.youtube.com/watch?v=3vQ9XXjCf6E adresinden alındı

TestFit. (2025, 02 24). *www.testfit.io*. www.testfit.io: https://www.testfit.io/try-urban-planner?utm_source=chatgpt.com adresinden alındı

Turing, A. M. (1950). Computing Machinery and Intelligence. *Mind*(49), 433-460.

Turner, M. (1989). Landscape ecology: the effect of pattern on process. *Annual Review of Ecology and Systematics*(20), 171–197.

Turner, M. G., Gardner, R. H., & O'Neil, R. V. (2001). *Landscape ecology in theory and practice: Pattern and process.* New York: Springer.

Ustaoğlu, E., & Aydınoğlu, A. (2019). Regional Variations of Land-Use Development and Land-Use/Cover Change Dynamics: A Case Study of Turkey. *Remote Sensing, 7*(11), 885. doi:10.3390/rs11070885

Uzmay, A. E. (2019). Landscapes and national imagination: The role of national parks in the formation of national belonging in Turkey. *SHS Web of Conferences.* doi:10.1051/shsconf/20196312001

Uzun, O., İlke, E. F., Çetinkaya, G., Erduran, F., & Açıksöz, S. (2012). *Peyzaj Planlama: Konya İli, Bozkır-Seydişehir-Ahırlı-Yalıhüyük İlçeleri ve Suğla Gölü Mevkii Peyzaj Yönetimi, Koruma ve Planlama Projesi.* Ankara: T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü.

Van der Ryn, S., & Cowan, S. (2013). *Ecological design.* Island press.

Venodha, P. M. (2016). Landscape Degradation and Restoration — A Planning Approach. *International Journal of Environmental Science and Development, 3*(7), s. 229-233. doi:10.7763/IJESD.2016.V7.774

Wang, D., Fu, Y., Wang, P., Huang, B., & Lu , C.-T. (2020, 8 22). Reimagining City Configuration: Automated Urban Planning via Adversarial Learning. *SIGSPATIAL/GIS*, s. 497 - 506. doi:10.1145/3397536.3422268

Wang, K. (2023). Intelligent Urban Planning and Sustainable Development Integrating Artificial Intelligence and Knowledge Graphs. *Adhesion Adhesives*(3), 524-537. doi:10.47750/RAA/11.3.28

Wang, L. (2017). Data Mining, Machine Learning and Big Data Analytics. *International Transaction of Electrical and Computer Engineers System, 2*(4), s. 55-61. doi:10.12691/iteces-4-2-2

Wasnik, C. T. (2019, 5). Machine Learning Techniques: A Review. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology*(7), s. 3091-3095. doi:10.22214/ijraset.2019.5510

Wu, J. (2013). Landscape sustainability science: ecosystem services and human well-being in changing landscapes. *Landscape Ecology*(28), 999–1023.

Wu, N., & Silva, E. (2010). Artificial Intelligence Solutions for Urban Land Dynamics: A Review. *Journal of Planning Literature, 3*(24), s. 246-265. doi:10.1177/0885412210361571

Xiang, X., Li, Q., Khan, S., & Khalaf, O. I. (2021). Urban water resource management for sustainable environment planning using artificial intelligence techniques. *Environmental Impact Assessment Review*(86). doi:10.1016/j.eiar.2020.106515

Xing, Y., Gan, W., & Chen, Q. (2024). Artificial Intelligence in Landscape Architecture: A Survey. *Preprint submitted to Elsevier*, 1-20.

Xu, H., Plieninger, T., Zhao, G., & Primdahl, J. (2019). What Difference Does Public Participation Make? An Alternative Futures Assessment Based on the Development Preferences for Cultural Landscape Corridor Planning in the Silk Roads Area, China. *Sustainability, 22*(11), s. 6525. doi:10.3390/su11226525

Yin, X., Li, J., Kadry, S. N., & Sanz-Prieto, I. (2021, 1). Artificial intelligence assisted intelligent planning framework for environmental restoration of terrestrial ecosystems. *Environmental Impact Assessment Review*(86). doi:10.1016/j.eiar.2020.106493

Yücel, S. D. (2023). Multifactor sensitivity assessment for spatial planning in Izmir, Turkey. *Environmental Science, 2*(34), 73-86. doi:10.5379/urbani-izziv-en-2023-34-02-02

Zhou, M., & Dong, Y. (2025). Intelligent Urban Landscape Design Based on Deep Learning. *Computer-Aided Design & Applications*, 208-222. doi:https://doi.org/10.14733/cadaps.2025.S1.208-222

TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR

Makaleler

1. **Albayrak Karga, Ö., & Erbesler Ayaşlıgil, T.** (2025). Peyzaj planlama süreçleri için yapay zekâ araçları. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi İletişim Fakültesi İletişim Günleri (BAİBÜİLEF-İG)*, *X*(YY), 1–16.