

Fotoğraf: Kızıldag Milli Parkı

e-ISSN:2792-0062

ECOLOGICAL PERSPECTIVE

Ekolojik Perspektif



Editor
Doç. Dr. E. Seda ARSLAN

Volume/Cilt: 4

| Issue/Sayı: 1

| ECOPERS - 2024



SEKİZGEN ACADEMY
An Academic Publisher



ECOLOGICAL PERSPECTIVE/EKOLOJİK PERSPEKTİF

PUBLISHER/YAYINCI: E. SEDA ARSLAN

e-ISSN: 2792-0062

DOI: 10.53463/ecopers



Sponsored by





EDİTÖR KURULU/EDITORIAL BOARD

Editör <i>Editor in Cheif</i>	Dr. E. Seda ARSLAN Süleyman Demirel Üniversitesi Isparta/Türkiye
Alan Editörleri <i>Section Editors</i>	Dr. Ayhan AKYOL İzmir Katip Çelebi Üniversitesi İzmir/Türkiye
	Dr. Ayşe Gül SARIKAYA Bursa Teknik Üniversitesi Bursa/Türkiye
	Dr. Derya SARI Artvin Çoruh Üniversitesi Artvin/Türkiye
	Dr. Işıl KAYMAZ Ankara Üniversitesi Ankara/Türkiye
	Dr. Özgür KAMER AKSOY Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Aydın/Türkiye
İstatistik Editörleri <i>Statistic Editors</i>	Dr. Ömer K. ÖRÜCÜ Süleyman Demirel Üniversitesi Isparta/Türkiye
Dil Editörleri <i>Language Editors</i>	Dr. Elif TOKDEMİR DEMIREL Kırıkkale Üniversitesi Kırıkkale/Türkiye
Yayın Editörleri <i>Publishing Editors</i>	Almira UZUN Bursa Teknik Üniversitesi Bursa/Türkiye
	Elif Ela Nur YAVUZ Süleyman Demirel Üniversitesi Isparta/Türkiye
Kapak Tasarımı	Dilara ERDOĞAN Süleyman Demirel Üniversitesi Isparta/Türkiye

DANIŞMA KURULU / ADVISORY BOARD

Prof. Dr. Adnan KAPLAN

Ege Üniversitesi

Prof. Dr. Alper ÇABUK

Eskişehir Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Banu Çiçek KURDOĞLU

Karadeniz Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Elif Ebru ŞİŞMAN

Namık Kemal Üniversitesi

Prof. Dr. İlkden TAZEYAY

Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Hakan ALPHAN

Çukurova Üniversitesi

Prof. Dr. Hakan DOYGUN

İzmir Demokrasi Üniversitesi

Prof. Dr. Hasan ALKAN

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Prof. Dr. H. Oğuz ÇOBAN

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Prof. Dr. Levent BAŞAYIĞIT

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Prof. Dr. Mehmet Akif IRMAK

Atatürk Üniversitesi

Prof. Dr. Mehmet Faruk GÜRBÜZ

Süleyman Demirel Üniversitesi

Prof. Dr. Murat ÖZYAVUZ

Namık Kemal Üniversitesi

Prof. Dr. Murat ZENGİN

Pamukkale Üniversitesi

Prof. Dr. Niina K ÄYHKÖ

University of Turku

Prof. Dr. Oğuz YILMAZ

Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Oğuzhan SARIKAYA

Bursa Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. S. Gül GÜNEŞ

Selçuk Üniversitesi

Prof. Dr. Sevgi YILMAZ

Atatürk Üniversitesi

Prof. Dr. Süha BERBEROĞLU

Çukurova Üniversitesi

Prof. Dr. Süleyman GÜLCÜ

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Prof. Dr. Şükran ŞAHİN

Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Yılmaz ÇATAL

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Prof. Dr. İsmail ŞEN

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Prof. Dr. Sara DEMİR

Bursa Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Sertaç GÜNGÖR

Selçuk Üniversitesi

Prof. Dr. Tuğba DÜZENLİ

Karadeniz Teknik Üniversitesi

Doç.Dr. Ebru ERSOY TONYALOĞLU

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi

Doç. Dr. Hilal SURAT

Artvin Çoruh Üniversitesi

Doç. Dr. Nora FAGERHOLM

University of Turku

Doç. Dr. Ömer Lütfü ÇORBACI

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi

Doç.Dr. Ahmet ÇİLEK

Çukurova Üniversitesi

Doç.Dr. Mustafa ERGEN

Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Dr. Ömer Faruk UZUN

Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Dr. Salla EILOLA

University of Turku



TARAYAN DİZİNLER/INDEXED IN





İÇİNDEKİLER / CONTENTS

S/P

YENİDEN İŞLEVLENDİRMEDE TEKNOLOJİLERİN GELİŞTİRİLMESİ: YAPAY ZEKA DESTEKLİ SİSTEMLER

ENHANCING TECHNOLOGIES IN ADAPTIVE REUSE: AI SUPPORTED SYSTEMS

1-16

Gamze AKYOL, Seda ŞİMŞEK

TÜR DAĞILIM MODELLEMESİNDE MAKİNE ÖĞRENME YÖNTEMLERİ

MACHINE LEARNING TECHNIQUES IN SPECIES DISTRIBUTION MODELING

17-40

İlksen ÇELİKOĞLU

OTİZMLİ BİREYLER İÇİN AÇIK YEŞİL ALANLARIN ÖNEMİ VE TASARIMI

THE IMPORTANCE AND DESIGN OF OPEN GREEN SPACES FOR INDIVIDUALS WITH AUTISM

41-54

F. Esra BÜYÜKKAL

YAPAY ZEKA VE PEYZAJ MİMARLIĞI: GELECEĞİN ESTETİK VE SÜRDÜRÜLEBİLİR DOKUSU

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND LANDSCAPE ARCHITECTURE: THE AESTHETIC AND SUSTAINABLE FABRIC OF THE FUTURE

55-72

Muratcan KAYAN

EKOSİSTEM HİZMETLERİNİN SOSYO-KÜLTÜREL DEĞERİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN YÖNTEM VE TEKNİKLER

METHODS AND TECHNIQUES USED IN DETERMINING THE SOCIO-CULTURAL VALUE OF ECOSYSTEM SERVICES

73-84

Zahidenur BAYCAN



YENİDEN İŞLEVLENDİRMEDE TEKNOLOJİLERİN GELİŞTİRİLMESİ: YAPAY ZEKA DESTEKLİ SİSTEMLER

(ENHANCING TECHNOLOGIES IN ADAPTIVE REUSE: AI SUPPORTED SYSTEMS)

Gamze AKYOL¹, Seda ŞİMŞEK²

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık, Planlama Tasarım Anabilim Dalı, ISPARTA/Türkiye
gamzeakyol7@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6108-9529

²Süleyman Demirel Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, ISPARTA/Türkiye
sedasimsek@sdu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1881-186X

Doi: <https://doi.org/10.53463/ecopers.20240278>

Corresponding Author/İletişim yazarı: Gamze AKYOL

E-mail: gamzeakyol7@gmail.com



ÖZET

Yeniden işlevlendirme, tarihi binaların sürdürülebilir kentsel gelişimi için önemli bir rol oynamaktadır. Bu yaklaşım, kültürel mirasın korunmasını, çevresel etkilerin azaltılmasını ve çağdaş ihtiyaçların karşılanmasını mümkün kılmaktadır. Bu çalışma, yapay zeka (AI), makine öğrenimi (ML) ve karar ağaçları gibi ileri teknolojilerin yeniden işlevlendirme sürecine nasıl entegre edilebileceğini incelemektedir. Bu teknolojilerin karar alma süreçlerini iyileştirme, tasarım çözümlerini geliştirme ve sürdürülebilir yönetimi destekleme konusundaki potansiyelleri vurgulanmaktadır. Çalışmanın temel amacı, yapay zekâ ve makine öğrenimi gibi teknolojilerin, tarihi binaların yeniden işlevlendirilmesinde sürecin iyileştirebileceğini ve kentsel gelişimde sürdürülebilirliği üzerine etkileri araştırmaktır. Bulgular, bu teknolojilerin mimarlık, koruma ve inşaat kavramlarında önemli dönüşümler yaratma potansiyeline sahip olduğunu ve miras ile yenilik arasında denge sağlamak için bilinçli ve etik bir şekilde uygulanması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler:Yeniden İşlevlendirme, Yapay Zeka (AI), Makine Öğrenimi (ML), Endüstriyel Miras, Sürdürülebilir Kentsel Gelişim

ABSTRACT

The adaptive reuse of historical buildings is pivotal for sustainable urban development. This also enables preserving cultural heritage, minimizing environmental impact, and addressing contemporary needs. This paper examines how advanced technologies such as artificial intelligence (AI), machine learning (ML) and decision trees, can be integrated into the adaptive reuse process. Their ability to improve decision-making, refine design solutions, and support sustainable management is emphasized. The main aim of the paper is to explore how advanced technologies like artificial intelligence and machine learning can improve the adaptive reuse of historical buildings while promoting sustainability in urban development. The findings highlight the potential of these technologies to bring about significant transformations in architecture, conservation and construction sectors, advocating for their conscientious and ethical implementation to strike a balance between tradition and innovation.

Key words: Adaptive Reuse, Artificial Intelligence (AI), Machine Learning (ML), Industrial Heritage, Sustainable Urban Development

1. INTRODUCTION

In the modern era, the preservation and adaptive reuse of historical buildings have become critical components of sustainable urban development. As societies evolve and cities expand, the need for adaptive reuse of existing structures to meet contemporary demands while preserving cultural heritage has garnered increasing attention. The process of adaptive reuse not only extends the life of buildings, but also contributes to environmental sustainability by reducing the need for new constructions and minimizing waste (Fufa, Flyen, & Flyen, 2021). This approach aligns with global sustainability goals, has economic, environmental, and social dimensions.

Adaptive reuse, particularly of historical buildings, offers unique challenges and opportunities to society. These structures are often the landmarks of a city's industrial past and require careful consideration to balance historical preservation with functional modernization. The integration of advanced technologies, such as artificial intelligence (AI) and especially machine learning (ML), into the architecture like adaptive reuse process represents an innovative opportunity (Hegazy & Saleh, 2023). These technologies can provide unlimited design ideas and alternatives for applying green architectural principles, contributing to the development of environmentally friendly design (Abd El- Maksoud & Ahmed, 2024)

Artificial intelligence (AI) and machine learning (ML) have brought revolutionary advancements across diverse domains, including their significant impact on architecture and construction. The ability of AI to analyze vast datasets and generate predictive models can significantly improve the efficiency and effectiveness of adaptive reuse projects (Baduge et al., 2022). Sustainable urban planning requires sustainable land use planning as well as sustainable strategies of urban planning and sustainable urban development planning (UN Habitat, 2007). Urban areas will always be important for sustainable growth. Urban planners and decision-makers prioritize ensuring the sustainability of cities (Eren, 2021). Therefore, AI techniques like machine learning can identify the suitable functions for refunctioned buildings, optimizing structural modifications, and ensuring that these projects align with sustainability goals.

This paper explores the intersection of adaptive reuse, AI, ML, and decision trees, providing a comprehensive overview of their applications and benefits in the context of sustainable urban development through the literature. Adaptive reuse is seen as a practical solution for sustainable urban development in terms of economic, environmental, socio-cultural, political aspects (Vardopoulos et al., 2021). It also highlights the importance of maintaining the cultural identity of vacant buildings while adapting them to new uses, and it addresses the technological

advancements that facilitate this process. Additionally, this paper aims to explore how AI and ML can support the adaptive reuse of industrial heritage buildings, offering insights into their potential to ensure the sustainable management of the built. Especially industrial heritage buildings have been highlighted due to their large scale and expansive footprint within urban areas once they lose their original functions. The substantial spaces they occupy in inner cities can become significant challenges when left unused, often resulting in extensive vacant areas.

The adaptive reuse of buildings and structures, is a good strategy for sustainable development (Mohamed & Alauddin, 2016). The integration of AI and ML into this process may present innovative solutions to the challenges of preserving historical integrity while meeting modern functional requirements. This paper also aims to contribute to the ongoing discourse on sustainable architecture by examining the role of advanced technologies in adaptive reuse, ultimately advocating for a balanced integration of tradition and innovation in the built environment.

The target of the paper is to demonstrate the contemporary relevance of adaptive reuse, particularly its integration with developing technologies such as artificial intelligence (AI) and its subsets, through a comprehensive literature review focused on historical changes. According to study content, in the material and method section, the paper will delve into literature review details and results according to date intervals and keywords. In the “Adaptive reuse and Artificial Intelligence” section, the paper will discover the, explanations and researches about keywords.

2. MATERIAL AND METHOD

As part of the study, keywords were researched in different combinations, and 2 main sources were examined accordingly. The research was conducted through two different databases: "Google Scholar" (Table 1) and "Scopus" (Table 2) under the terms "Adaptive Reuse of Buildings", "Adaptive Reuse of Industrial Heritage Structures", "Adaptive Reuse of Industrial Heritage Structures and Sustainability", "Adaptive Reuse and Artificial Intelligence" and "Adaptive Reuse and Machine Learning". Considering the relevance of the concepts, the periods 1960-1980, 1980-2000, 2000-2010, 2010-2020, and 2020-2024 were searched for. The first two search periods were set at twenty-year intervals, the next two at ten-year intervals, and the last search period covered the last four years. The number of studies in each interval is stated.

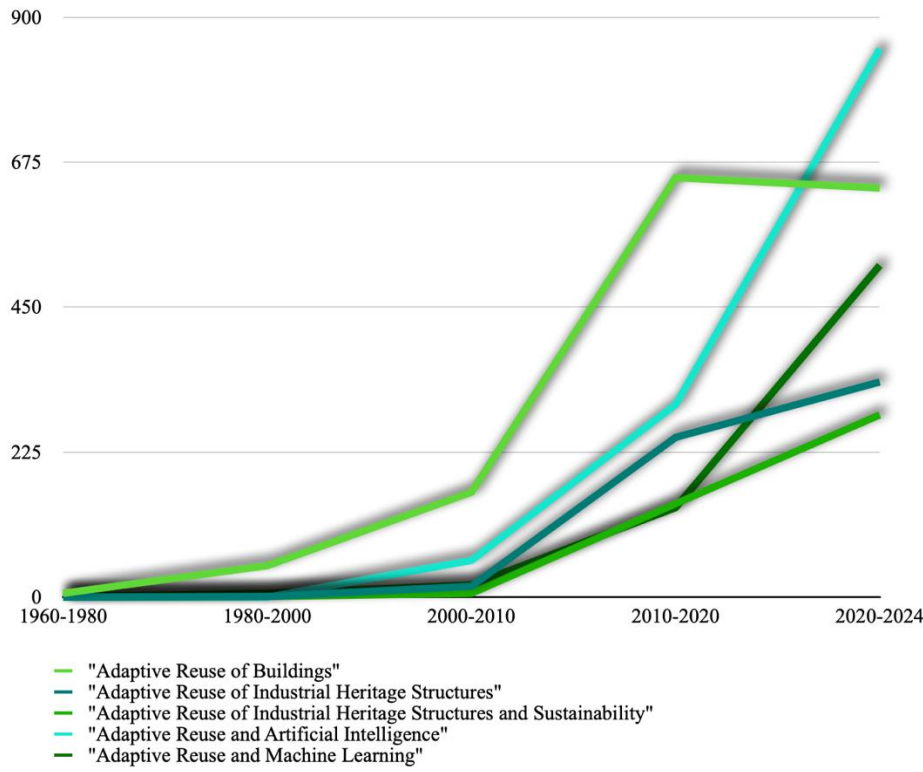
It is found that although studies on the adaptive reuse industrial structures and related concepts began between 1960 and 2000, the number of studies increased significantly from 2000 to 2010. This rate of increase accelerated further between 2010 and 2020. From 2020 to the present

(2024), the number of studies has continued to grow, suggesting that research on industrial heritage has gained increasing importance.

According to the graph obtained from the research conducted between 1960 and 2024, there are 2 breaking points in the graph. Those points refer to important dates and agreements. The first was in 2000 and the second was in the 2010s. Considering the reasons for these in 2000, International Council on Monuments and Sites (ICOMOS) and The International Committee for the Conservation of the Industrial Heritage (TICCIH) signed an agreement that established the concept of industrial heritage globally. Another important date is 2003, the Nizhny Tagil Charter, which clearly defined the concept of industrial heritage, was published. Similarly, the Dublin Principles focusing entirely on industrial heritage issues, played an active role in shifting the research focus in this direction in 2011. As previously mentioned, between 2020 and 2024, studies on both adaptive reuse and artificial intelligence increased significantly compared to the previous decade, indicating that the chosen topic is gaining importance as a major research field.

Table 1: Number of studies in Google Scholar within the specified date ranges

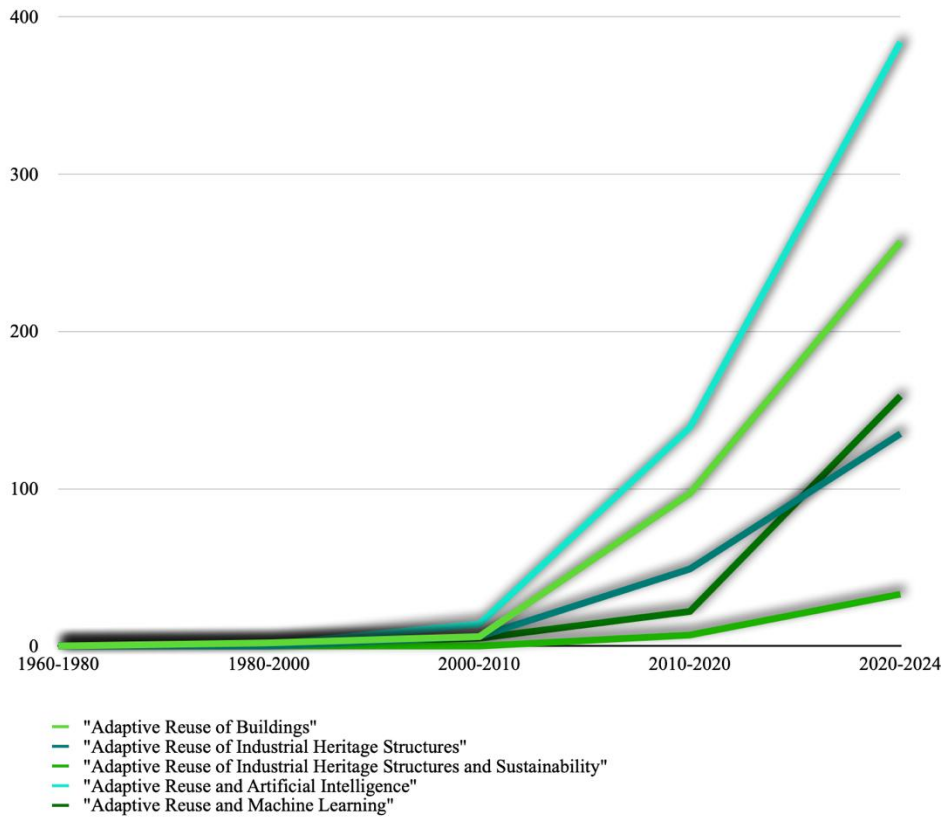
	1960-1980	1980-2000	2000-2010	2010-2020	2020-2024
"Adaptive Reuse of Buildings"	6	49	163	651	635
"Adaptive Reuse of Industrial Heritage Structures"	0	1	17	248	334
"Adaptive Reuse of Industrial Heritage Structures" "and" "Sustainability"	0	1	6	145	283
"Adaptive Reuse" "and" "Artificial Intelligence"	0	0	57	299	851
"Adaptive Reuse" "and" "Machine Learning"	1	6	19	139	515



Graph 1. Number of searches in Google Scholar of keywords between specified dates

Table 2. Number of studies in Scopus within the specified date ranges

	1960-1980	1980-2000	2000-2010	2010-2020	2020-2024
"Adaptive Reuse of Buildings"	0	2	6	97	257
"Adaptive Reuse of Industrial Heritage Structures"	0	0	6	49	135
"Adaptive Reuse of Industrial Heritage Structures" and "Sustainability"	0	0	0	7	33
"Adaptive Reuse" and "Artificial Intelligence"	0	1	14	139	384
"Adaptive Reuse" and "Machine Learning"	0	1	5	22	159



Graph 2. Number of studies in Scopus within the specified date ranges

In conclusion, the comprehensive literature review conducted from 1960 to 2024 reveals significant trends in the study of adaptive reuse and its intersection with artificial intelligence. The analysis highlights important dates and events such as the establishment of global frameworks for industrial heritage conservation and the increasing integration of advanced technologies in adaptive reuse practices. The observed surge in research from 2020 onwards underscores the growing importance of this interdisciplinary field, emphasizing the need for further exploration. Based on these insights, the subsequent sections of this paper will delve into specific case studies and theoretical frameworks, aiming to provide deeper insights into the evolving landscape of adaptive reuse and its technological advancements.

3. Adaptive Reuse and Artificial Intelligence (AI)

3.1 Adaptive Reuse Buildings, Adaptive Reuse Industrial Heritage Structures, and Sustainability

The restoration process of historical buildings should be carried carefully to preserve the cultural identity as these buildings are a part of urban memory. Maintenance and repairs are required to preserve characteristics forming the identity and ensure the continuity of cultural assets.

The aim of restoration is to preserve historical documents, cultural heritage, and social identity with minimum intervention as possible to historical buildings. There are many methods for interventions in buildings in this way. These can be listed as consolidation, integration, renewal, adaptive reuse (renovation-rehabilitation), reconstruction, cleaning, and relocation (Kocabıyık, 2014).

Adaptive reuse involves modifying and adapting existing buildings to suit new requirements, thereby extending the life cycle of historic buildings while giving them new functions (Othman & Elsaay, 2018). By transforming heritage buildings into accessible and usable spaces, adaptive reuse not only conserves historical significance but also revitalizes urban areas in a sustainable manner (Bullen & Love, 2011). In the realm of sustainability, adaptive reuse is seen as a key approach to achieving sustainable urban development (Vardopoulos et al., 2021).

As defined in the previous section on literature survey, adaptive reuse in architecture is gaining global interest as a strategy for sustainable development and heritage conservation. Industrial building demolition damages the environment and the economy while also producing more structural waste. Reusing industrial buildings is a crucial strategy for both making use of available resources and preserving historical assets (Oral Aydın & Çömlekçioğlu Kartal, 2010). This practice involves redesigning existing buildings for new functions, thereby extending their lifespan and reducing environmental impacts. Studies have shown that adaptive reuse not only aligns with United Nations' (UN) sustainability goals but also contributes to economic development, environmental protection, and social welfare (Langston, Wong, Hui, & Shen, 2008). Besides these impacts, buildings preserved and reintegrated into society through adaptive reuse help society to maintain urban memory and cultural heritage along with their surroundings. This process ensures that historical buildings continue to serve as tangible reminders of societal evolution and cultural continuity, enriching the fabric of communities and fostering a sense of identity rooted in shared history and heritage. Therefore, adaptive reuse buildings are important for preserving architectural heritage and supporting sustainability (Bullen & Love 2009).

Architects, developers, and decision-making units play significant roles in the implementation of adaptive reuse projects (Hassanain & Hamida, 2023). The experiences and perspectives of those involved in these projects are crucial for understanding the challenges and opportunities related to the reuse of heritage buildings (P. A. Bullen & Love, 2011). The decision-making process in adaptive reuse projects and function selection is guided by criteria prioritizing

sustainability, continuous building life cycles, and the prevention of building demolition (Mohamed & Alauddin, 2016).

Adaptive reuse is a versatile strategy applicable to buildings of different sizes and scales, with various building typologies. It has been applied in historic buildings in different regions, proving its effectiveness in creating sustainable environments (Gewirtzman, 2017). The flexibility in reusing buildings through adaptive reuse allows the transformation of old buildings without significant structural changes, making it a suitable option for the preservation of historic buildings (Farooq & Qureshi, 2020). The restoration and adaptive reuse in architecture provide a balance between preservation and innovation, acting as a bridge between past traditions and future needs (Kersting, 2006).

While adaptive reuse of buildings, their spatial configurations should be considered. Significant differences between the previous and new spatial configurations of the building may lead to negative outcomes. For example, a building previously functioning as a hotel may not be suitable for use as a cinema but could become a modern accommodation facility. Similarly, a church with a single spatial feature cannot be converted into a school by dividing it into classrooms but can easily be transformed into a car showroom or cinema with less spatial or structural intervention. If buildings are refunctioned with functions that do not fit their former uses, they will largely lose their identity (Altınoluk, 1998).

The adaptive reuse process should consider not only the building's interior but also its environmental and locational features. Environmental requirements are crucial at this point. For functional interaction, considering a bank function for structures worth preserving in commercial areas may be more effective than a library function (Kaşlı, 2008). It involves repurposing existing spaces for functions different from their original design, contributing to sustainability by preserving historical value and bringing social, economic, and environmental benefits (Lemos & Donoso, 2023).

Adaptive reuse is an important concept in urban design especially for industrial buildings. With the advancement of technology, machines have replaced human labor in production. Over time, changes in production methods and production areas have highlighted the need for change in industrial buildings. This also demonstrates how industrial structures lose their function over time (Mengüşoğlu & Boyacıoğlu, 2013). In addition to changes in production methods, as population density increases in cities, other uses needed for industrial buildings in significant locations have become more important. At this point, renewing buildings serves to protect old buildings from demolition (Ahunbay, 2010).

Adaptive reuse in industrial heritage structures involve redesigning these buildings for new functions while preserving their historical and architectural significance. This process generally requires making minimal changes to the original urban fabric which may have an authentic texture of the city to preserve the building's cultural value (Prihatmanti & Susan, 2017). When evaluating function selections in adaptive reuse, ensuring the building's sustainability over time is one of the most important considerations. Sustainability of industrial heritage plays a significant role in facilitating adaptive reuse projects for heritage buildings, allowing these buildings to adapt to changing built environments while preserving their historical integrity (Balta, 2022).

Adaptive reuse helps preserve heritage buildings and contributes to sustainable development by providing eco-friendly solutions and creating usable spaces that benefit society (Günçe and Misirlisoy, 2019). The reuse of industrial heritage buildings can contribute to sustainability, giving new life to these structures and their surroundings (Günçe & Mısırlısoy, 2015). Additionally, using buildings with a new function can be a valuable preservation approach for heritage structures, ensuring their conservation for future generations with efficient and suitable functions (Farjami & Türker, 2021).

3.2. Adaptive reuse, Artificial Intelligence (AI), Machine Learning (ML), and Decision Trees

The artificial intelligence (AI) -based adaptive reuse process offers numerous advantages to restoration experts and all related units (Li, Zhao, Huang, & Law, 2021a). These advantages include determining the most suitable potential functions, creating optimized designs, improving marketing strategies, and supporting sustainable management. According to literature review, from the graphs given in section 2, it is seen that, the integration of AI into adaptive reuse and usage applications is an area of increasing interest. AI technologies, such as computer vision, machine learning, deep learning, and decision trees have the potential to revolutionize the fields of architecture and construction (Yönder, Doğan, & Çavka, 2021).

By refunctioning underutilized historical buildings and abandoned urban areas, adaptive reuse contributes to urban regeneration, and sustainable development (Aigwi et al., 2019). However, with today's technology, different strategies are no longer necessary with the aid of AI. Technologies like Generative Adversarial Networks (GAN), Easy DL, and Natural Language Processing (NLP) can provide technical support in the redesign, adaptive reuse, restoration, and conservation processes of defunct structures and areas, from design to operation (Baduge et al., 2022). In a study, Duan et al. (2022) evaluated ten representative urban ruins in Guangzhou first

with the Analytic Hierarchy Process and then combined AI methods such as generative adversarial networks and big data applications for a study on the reuse design of urban decays (Duan, Qi, Cao, & Si, 2022).

There are many subsets and application methods of AI, one of which is machine learning (ML). Machine learning is a sub-discipline of AI that enhances computer systems' capabilities to analyze data, identify patterns, make predictions, and make decisions (Mitchell, 1997). AI, particularly in the context of machine learning and Python language, has the potential to be used for adaptive reuse. Machine learning, a subset of AI, has been identified as a leading tool in various fields (Greenspan, Van Ginneken, & Summers, 2016). Python, one of the programming languages, has been emphasized in the context of adaptive reuse. It provides open access to Python applications, ensuring the accessibility and reproducibility of models. (Noroozbabaei, Blanco, Safaei, & Nickerson, 2023).

AI, machine learning, and Python's use in adaptive reuse present distinct differences from other applications. For example, AI-based systems present unique challenges such as the increasing importance of data quality and management, boundaries for complex models, and challenges in customizing and reusing AI/machine learning components (Bogner, Verdecchia, & Gerostathopoulos, 2021). In the field of machine learning, Python stands out as a prominent programming language. This is because Python's versatility, ease of handling, and comprehensive libraries makes it a preferred language among people (Virtanen et al., 2020). Similarly, Python's integration with machine learning infrastructures has been crucial for its dissemination.

The ease of use and extensive library support of the Python language offer significant advantages in the development and implementation of machine learning projects. Decision trees are algorithms that proceed in a tree structure in decision-making systems, following the branches of a tree (Mondal et al., 2023). In decision trees, decision-making is based on data characteristics. The decision tree model includes intermediate nodes, branches, and terminal nodes (Lee & Ham, 2022).

To sum up, artificial intelligence and machine learning has been increasingly integrated into architectural practices, with researchers exploring innovative applications of machine learning in architectural design and adaptive reuse (Dai, 2023). This method can facilitate many aspects, from optimizing building selection for adaptive reuse to project management. However, recognizing the challenges and considerations related to the use of these technologies in

adaptive reuse is crucial. It has to be ensure that the design and implementation align with the specific requirements of the adaptive reuse context (Li, Zhao, Huang, & Law, 2021b).



Graph 3: Definition of the problem and offered solution chart

In summary, adaptive reuse is often the best solution for abandoned buildings if a suitable new function can be identified. However, if the chosen function is inappropriate, the building may become obsolete and ultimately be demolished. This can result in the loss of cultural and historical heritage. Therefore, selecting the most appropriate function for each abandoned building is crucial. Artificial Intelligence (AI) can help by suggesting the most viable new uses for these structures with minimal intervention (Graph 3).

4. CONCLUSION

Adaptive reuse contributes to sustainable development, preservation of cultural heritage, and the revitalization of society by reusing existing buildings, making it a valuable practice in contemporary architectural discourse (Ullah, Shah, & Nazir, 2022). The adaptive reuse of historical and industrial buildings is a pivotal strategy for achieving sustainable urban development. This approach not only preserves cultural heritage and architectural identity but also addresses environmental concerns by reducing the need for new construction and minimizing waste. As cities continue to grow and evolve, the adaptive reuse of existing structures becomes increasingly important in maintaining a balance between preserving the past and meeting contemporary needs.

The integration of advanced technologies, particularly artificial intelligence (AI) and machine learning (ML) and decision trees, into the adaptive reuse process offers significant potential to enhance efficiency, effectiveness, and sustainability. AI and ML can analyze extensive datasets, predict optimal design solutions, and support informed decision-making. Technologies such as computer vision, deep learning, and decision trees can identify suitable functions for

refunctioned buildings, optimize structural modifications, and ensure alignment with sustainability objectives.

The findings of this paper discuss the transformative potential of AI and ML in the field of architecture and construction. In recent years, the number of studies on these technologies has increased, and their application is becoming more evident. These technologies can play a crucial role in the adaptive reuse of industrial heritage buildings. With the assistance of AI, optimal new functional offerings can be systematically determined, thereby potentially saving time for designers. AI-supported adaptive reuse strategies can effectively align with the specific requirements of physical environments and facilitate sustainable development.

In contrast to conventional approaches to adaptive reuse decision-making, AI can propose superior alternatives, thereby potentially sustainable heritage protection beneficial outcomes through the selection of the most suitable and viable functional options. Evidently, contemporary discussions and graphical representations highlight AI and new technologies as burgeoning subjects with profound implications across various domains. This study investigates the contemporary impact of artificial intelligence in adaptive reuse.

In conclusion, the adaptive reuse of buildings, particularly industrial heritage structures, represents a critical intersection with the development and application of AI in the field of adaptive reuse. The incorporation of AI and ML into this process not only enhances its feasibility and sustainability but also opens new avenues for preserving cultural heritage in a rapidly changing world as stated. As we move forward, embracing these advanced technologies in the adaptive reuse of buildings will be essential for creating resilient, sustainable, and vibrant urban environments.

Considering conservation concerns, digitalization was initially adopted in cases where accessing information and documents with traditional methods was challenging. With this digitalization and new technologies, much faster documentation, measurement, and other necessary research for conservation became easier. Today, the concept of protection has moved a step further beyond traditional and digital protection concepts, adopting a preservation approach entirely based on automation with AI.

According to the related literature given, the historical process should be tackled from the very beginning, starting with the history of architecture. This approach relates to sustainability because understanding historical contexts helps preserve architectural heritage while adapting it for modern use. Integrating AI and machine learning (ML) can enhance sustainability by

optimizing the adaptive reuse practices of historical buildings, improving resource usability with new and the most proper function, and minimizing environmental impact. AI and ML can analyze historical data to propose viable new functions, predict long-term impacts, and ensure that adaptations align with sustainability goals.

Declaration of Generative AI and AI-Assisted Technologies in the Writing Process

During the preparation of this work the author used Grammarly GO AI Writing Assistant and Chat GPT to improve proofreading like language and readability. After using this tool, the author reviewed and edited the content as needed and take full responsibility for the content of the publication.

REFERENCES

- Abd El- Maksoud, N., & Ahmed, E. (2024). Artificial Intelligence Applications in Green Architecture. *Fayoum University Journal of Engineering*, 7(2), 317–337. Retrieved from <https://doi.org/10.21608/fuje.2024.345049>
- Abraham, A., Pedregosa, F., Eickenberg, M., Gervais, P., Mueller, A., Kossaifi, J., ... Varoquaux, G. (2014). Machine learning for neuroimaging with scikit-learn. *Frontiers in Neuroinformatics*, 8. Retrieved from <https://doi.org/10.3389/fninf.2014.00014>
- Ahunbay, Z. (2010). *Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon*. İstanbul: Yem Yayınları.
- Aigwi, I. E., Egbelakin, T., Ingham, J., Phipps, R., Rotimi, J., & Filippova, O. (2019). A performance-based framework to prioritise underutilised historical buildings for adaptive reuse interventions in New Zealand. *Sustainable Cities and Society*, 48, 101547. Retrieved 1 December 2023 from <https://doi.org/10.1016/J.SCS.2019.101547>
- Altınoluk, Ü. (1998). *Binaların yeniden kullanımı: program, tasarım, uygulama, kullanım* (Vol. 1). Yapı-Endüstri Merkezi Yayınları.
- Baduge, S. K., Thilakarathna, S., Perera, J. S., Arashpour, M., Sharafi, P., Teodosio, B., ... Mendis, P. (2022). Artificial intelligence and smart vision for building and construction 4.0: Machine and deep learning methods and applications. *Automation in Construction*, 141, 104440. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104440>
- Balta, M. Ö. (2022). An AHP-Based Multi-Criteria Model for Adaptive Reuse of Heritage Buildings. *Geographies, Planning And Tourism Studios*, 2(1), 40–45. Retrieved from <https://doi.org/10.5505/gpts.2022.36854>
- Biehler, R., Fleischer, Y., Budde, L., Frischmeier, D., Gerstenberger, D., Podworny, S., & Schulte, C. (2020). Data science education in secondary schools: teaching and learning decision trees with CODAP and jupyter notebooks as an example of integrating machine learning into statistics education. In *New Skills in the changing World of Statistics Education IASE Roundtable Conference*. International Association for Statistical Education. Retrieved from <https://doi.org/10.52041/SRAP.20304>
- Bogner, J., Verdecchia, R., & Gerostathopoulos, I. (2021). Characterizing Technical Debt and Antipatterns in AI-Based Systems: A Systematic Mapping Study. *Proceedings - 2021 IEEE/ACM International Conference on Technical Debt, TechDebt 2021*, 64–73. Retrieved 5 December 2023 from <https://doi.org/10.1109/TechDebt52882.2021.00016>
- Bredesen-Aa, B. A., & Rehmsmeier, M. (2022). Gnocis: An integrated system for interactive and reproducible analysis and modelling of cis-regulatory elements in Python 3. *PLOS ONE*, 17(9), e0274338. Retrieved from <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0274338>

- Bullen, P. A., & Love, P. E. D. (2009). Residential regeneration and adaptive reuse: learning from the experiences of Los Angeles. *Structural Survey*, 27(5), 351–360. Retrieved from <https://doi.org/10.1108/02630800911002611>
- Bullen, P. A., & Love, P. E. D. (2011). Adaptive reuse of heritage buildings. *Structural Survey*, 29(5), 411–421. Retrieved 1 December 2023 from <https://doi.org/10.1108/02630801111182439/FULL/XML>
- Bullen, P., & Love, P. (2011). A new future for the past: a model for adaptive reuse decision-making. *Built Environment Project and Asset Management*, 1(1), 32–44. Retrieved from <https://doi.org/10.1108/20441241111143768>
- Dai, A. (2023). Co-creation: Space Reconfiguration by Architect and Agent Simulation Based Machine Learning (pp. 304–313). Retrieved from https://doi.org/10.1007/978-981-19-8637-6_27
- Duan, Q., Qi, L., Cao, R., & Si, P. (2022). Research on Sustainable Reuse of Urban Ruins Based on Artificial Intelligence Technology: A Study of Guangzhou. *Sustainability*, 14(22), 14812. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/su142214812>
- Eren, Ş. G. (2021). An Analysis on Urbanism and Urban Growth Concepts in the Context of Sustainability. In *Architectural Sciences and Sustainability* (Vol. 2, pp. 197–264). Iksad .
- Farjami, E., & Türker, Ö. O. (2021). The Extraction of Prerequisite Criteria for Environmentally Certified Adaptive Reuse of Heritage Buildings. *Sustainability*, 13(6), 3536. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/su13063536>
- Farooq, D. S., & Qureshi, A. K. (2020). Sustainable Viability for Restoration and Adaptive Reuse of Sikh Era Havelis in Lahore, Pakistan. *Sir Syed University Research Journal of Engineering & Technology*, 10(2). Retrieved from <https://doi.org/10.33317/ssurj.162>
- Fufa, S. M., Flyen, C., & Flyen, A.-C. (2021). How Can Existing Buildings with Historic Values Contribute to Achieving Emission Reduction Ambitions? *Applied Sciences*, 11(13), 5978. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/app11135978>
- Gewirtzman, D. F. (2017). Adaptive Reuse Architecture Documentation and Analysis. *Journal of Architectural Engineering Technology*, 05(03). Retrieved from <https://doi.org/10.4172/2168-9717.1000172>
- Greenspan, H., Van Ginneken, B., & Summers, R. M. (2016). Guest Editorial Deep Learning in Medical Imaging: Overview and Future Promise of an Exciting New Technique. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 35(5), 1153–1159. Retrieved 5 December 2023 from <https://doi.org/10.1109/TMI.2016.2553401>
- Günçe, K., & Misirlisoy, D. (2019). Assessment of Adaptive Reuse Practices through User Experiences: Traditional Houses in the Walled City of Nicosia. *Sustainability 2019, Vol. 11, Page 540*, 11(2), 540. Retrieved 15 December 2023 from <https://doi.org/10.3390/SU11020540>
- Günçe, K., & Mısırlısoy, D. (2015). Questioning the Adaptive Reuse of Industrial Heritage and Its Interventions in the Context of Sustainability. *Sociology Study*, 5(9). Retrieved from <https://doi.org/10.17265/2159-5526/2015.09.004>
- Hassanain, M. A., & Hamida, M. B. (2023). AEC/FM performance in adaptive reuse projects: investigation of challenges and development of practical guidelines. *Facilities*, 41(7/8), 477–497. Retrieved from <https://doi.org/10.1108/F-04-2022-0053>
- Hegazy, M., & Saleh, A. (2023). Evolution of AI role in architectural design: between parametric exploration and machine hallucination. *MSA Engineering Journal*, 2(2), 262–288. Retrieved from <https://doi.org/10.21608/msaeng.2023.291873>
- Kaşlı, B. (2008). *İstanbul'da Yeniden İşlevlendirilen Korumaya Değer Endüstri Yapıları Ve İç Mekan Müdahaleleri: Santralistanbul Örneği*. İtü, İstanbul.

- Kersting, J. M. (2006). Integrating Past And Present: The Story Of A Building Through Adaptive Reuse. Retrieved 22 July 2024 from http://rave.ohiolink.edu/etdc/view?acc_num=ucin1148308325
- Kocabıyık, Y. (2014). *Yeniden İşlevlendirme Kavramı ve Bu Kapsamda İTÜ Taşkışla Binasının İncelenmesi*. Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
- Langston, C., Wong, F. K. W., Hui, E. C. M., & Shen, L.-Y. (2008). Strategic assessment of building adaptive reuse opportunities in Hong Kong. *Building and Environment*, 43(10), 1709–1718. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2007.10.017>
- Lee, K.-S., & Ham, B.-J. (2022). Machine Learning on Early Diagnosis of Depression. *Psychiatry Investigation*, 19(8), 597–605. Retrieved from <https://doi.org/10.30773/pi.2022.0075>
- Lemos, C. B., & Donoso, M. D. (2023). Reduce, Reuse, Rethink And Preserve: The Reuse Of Historical Buildings As A Strategy For Environmental Sustainability And Heritage Appreciation. *Scientific Journal Of Applied Social And Clinical Science*, 3(20), 2–9. Retrieved from <https://doi.org/10.22533/at.ed.2163202314089>
- Li, Y., Zhao, L., Huang, J., & Law, A. (2021a). Research frameworks, methodologies, and assessment methods concerning the adaptive reuse of architectural heritage: a review. *Built Heritage*, 5(1), 6. Retrieved from <https://doi.org/10.1186/s43238-021-00025-x>
- Li, Y., Zhao, L., Huang, J., & Law, A. (2021b). Research frameworks, methodologies, and assessment methods concerning the adaptive reuse of architectural heritage: a review. *Built Heritage*, 5(1), 6. Retrieved from <https://doi.org/10.1186/s43238-021-00025-x>
- Mengüşoğlu, N., & Boyacıoğlu, E. (2013). Reuse Of Industrial Built Heritage For Residential Purposes In Manchester. *METU Journal Of The Faculty Of Architecture*, 30(01). Retrieved from <https://doi.org/10.4305/METU.JFA.2013.1.7>
- Mitchell, T. M. (1997). Does Machine Learning Really Work? *AI Magazine*, 18(3), 11–11. Retrieved 8 May 2024 from <https://doi.org/10.1609/AIMAG.V18I3.1303>
- Mohamed, N., & Alauddin, K. (2016). The Criteria For Decision Making In Adaptive Reuse Towards Sustainable Development. *MATEC Web of Conferences*, 66, 00092. Retrieved from <https://doi.org/10.1051/mateconf/20166600092>
- Mondal, R., Do, M. D., Ahmed, N. U., Walke, D., Micheel, D., Broneske, D., ... Heyer, R. (2023). Decision tree learning in Neo4j on homogeneous and unconnected graph nodes from biological and clinical datasets. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 22(S6), 347. Retrieved from <https://doi.org/10.1186/s12911-023-02112-8>
- Noroozbabae, L., Blanco, P. J., Safaei, S., & Nickerson, D. (2023). Reproducibility study of the modular and reusable model of epithelial transport in the proximal convoluted tubule. *Physiome*. Retrieved 5 December 2023 from <https://doi.org/10.36903/PHYSIOME.23499258.V4>
- Oral Aydın, E. Ö., & Çömlekçioğlu Kartal, R. (2010). Kocaeli Seka I. Kağıt Fabrikası'nın Mimari Analizi Ve Yeniden Kullanım Önerileri. *Türkiye Bilimler Akademisi Kültür Envanteri Dergisi*, (8), 21–34. Retrieved from <https://doi.org/10.22520/tubaked.2010.0002>
- Othman, A. A. E., & Elsaay, H. (2018). Adaptive reuse: an innovative approach for generating sustainable values for historic buildings in developing countries. *Organization, Technology and Management in Construction: An International Journal*, 10(1), 1704–1718. Retrieved from <https://doi.org/10.2478/otmcj-2018-0002>
- Prihatmanti, R., & Susan, M. Y. (2017). Adaptive reuse of heritage building and the impact to the visual comfort: Assessed by the lighting quality. *IPTEK Journal of Proceedings Series*, 0(3). Retrieved from <https://doi.org/10.12962/j23546026.y2017i3.2443>
- Ullah, U., Shah, S. M. A., & Nazir, H. (2022). Challenges and Opportunities for Revitalization of the Architectural Heritage of Saidu Sharif Swat. *Annals of Human and Social Sciences*, 3(III). Retrieved from [https://doi.org/10.35484/ahss.2022\(3-III\)11](https://doi.org/10.35484/ahss.2022(3-III)11)

- Vardopoulos, I., Tsilika, E., Sarantakou, E., Zorpas, A., Salvati, L., & Tsartas, P. (2021). An Integrated SWOT-PESTLE-AHP Model Assessing Sustainability in Adaptive Reuse Projects. *Applied Sciences*, 11(15), 7134. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/app11157134>
- Virtanen, P., Gommers, R., Oliphant, T. E., Haberland, M., Reddy, T., Cournapeau, D., ... Vázquez-Baeza, Y. (2020). SciPy 1.0: fundamental algorithms for scientific computing in Python. *Nature Methods*, 17(3), 261–272. Retrieved from <https://doi.org/10.1038/s41592-019-0686-2>
- Yönder, V. M., Doğan, F., & Çavka, H. B. (2021). Deciphering and Forecasting Characteristics of Bodrum Houses Using Artificial Intelligence (AI) Approaches. In *Blucher Design Proceedings* (pp. 241–252). São Paulo: Editora Blucher. Retrieved from <https://doi.org/10.5151/sigradi2021-146>



TÜR DAĞILIM MODELLEMESİNDE MAKİNE ÖĞRENME YÖNTEMLERİ (MACHINE LEARNING TECHNIQUES IN SPECIES DISTRIBUTION MODELING)

İlksen ÇELİKOĞLU¹

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, ISPARTA/Türkiye
ilksencelikoglu@gmail.com, ORCID: 0009-0001-3110-7201

Doi: <https://doi.org/10.53463/ecopers.20240253>

Corresponding Author/İletişim yazarı: İlksen ÇELİKOĞLU

E-mail: ilksencelikoglu@gmail.com



ÖZET

Küresel ısınma sebebiyle oluşan iklim değişikliği, uzun süreli sonuçlarıyla insan hayatı için önem teşkil eden evrensel sorunlardan biridir. İklim değişikliğinin, türlerin dağılımlarında olumsuz etkiye sahip olacağı yapılan çalışmalarla öngörülmektedir. Bu çalışmalarda, türlerin bulunduğu alanları gösteren noktasal veriler ve alanların biyoiklim verileri ele alınarak iklim senaryolarına göre türlerin günümüz- gelecek potansiyel yayılış alanları farklı tür dağılım modelleri ile tespit edilmektedir. Küresel sorunlardan biri olan iklim değişikliğinin türlerin yayılışı üzerindeki etkilerini saptamak ve farklı senaryolarla olası yayılış tahmin etmek için farklı modelleme araçları kullanılmaktadır. Türlerin mevcut ve gelecekteki potansiyel yayılış alanlarının modellemesinde sıkça kullanılan makine öğrenim tekniği yaygınlaşmış, günümüz için önemli çalışma alanlarından biri olmuştur. Makine öğrenme yöntemleri kullanılarak yapılan çalışmalar sonucunda türlerin gelecek kullanımlarının planlanabilmesi, biyolojik çeşitliliğin analiz edilebilmesi ve gerekli koruma tedbirlerinin alınması ön görülmektedir. Bu çalışma ile de tür dağılım modellemesinde sıkça kullanılan makine öğrenme yöntemleri irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: İklim Değişikliği, Tür Dağılım Modellemesi, Küresel Isınma, Makine Öğrenmesi

ABSTRACT

Climate change caused by global warming is one of the universal problems that is important for human life with its long-term consequences. It is predicted by studies that climate change will have a negative impact on the distribution of species. In these studies, point data showing the areas where the species are found and bioclimatic data of the areas are taken into consideration and the current and future potential distribution areas of the species are determined with different species distribution models according to climate scenarios. Different modeling tools are used to determine the effects of climate change, one of the global problems, on the distribution of species and to predict the possible distribution with different scenarios. The machine learning technique, which is frequently used in modeling the current and potential future distribution areas of species, has become widespread and has become one of the important fields of study today. As a result of studies using machine learning methods, it is envisaged that future uses of species can be planned, biological diversity can be analyzed and necessary conservation measures can be taken. In this study, machine learning methods frequently used in species distribution modeling were examined.

Key words: Climate Change, Species Distribution Modeling, Global Warming, Machine Learning.

1. GİRİŞ

Dünyanın en büyük sorunlarından biri küresel iklim değişikliğidir. İklim değişikliğinden habitat ve insan yaşamı olumsuz olarak etkilenmektedir. Zamanla daha da belirginleşen, etkileri artan küresel iklim değişikliği, gereksinim duyulan doğal su kaynaklarının azalması nedeniyle kuraklık ve çölleşmeye, bunların yanı sıra ekosistem, tür ve genetik çeşitliliklerin zarara uğramasına neden olmaktadır. Ülkemizde küresel iklim değişikliğiyle ilişkili olarak sel, su kaynaklarının azalması, fırtına, kuraklık ve orman yangınları gibi doğal afetler sıkça yaşanmaya başlanmıştır. Su ve kara ekosistemlerinde ortaya çıkan bu değişimler sebebiyle ekosistemler risk altındadır. Bunun yanı sıra sosyoekonomik etkileri de oldukça fazladır. Küresel iklim değişikliğinin sonucunda, buzulların erimekte, sıcaklıklar artmakta, yağışlarda değişiklikler meydana gelmektedir (Öztop, 2023; Tourani vd., 2022). Bitkilerin büyümesi ve gelişmesinde iklimi oluşturan parametreler (sıcaklık, yağış, nem vd.) büyük bir etmendir. Bu sebeple, iklimi oluşturan parametreler, bitki türlerinin coğrafi dağılımını belirleyen değişkenlerdir (Bertrand vd., 2011; Lenoir vd., 2008; Uzun, 2020).

İklim, yerkürenin yaklaşık 4.5 milyar yıllık tarihi boyunca tüm zaman ölçeklerinde doğal olarak bir değişme eğilimi göstermektedir (Türkeş, 2008; Uzun, 2020). Birçok endemik bitki türü, dar coğrafi dağılımları ve sınırlı habitat yayılışları ile küresel iklim değişikliğinin sebep olduğu yok olma tehlikesiyle karşı karşıya olduğu için tehdit altındaki bu türleri ifade eden IUCN kırmızı listesine dâhil edilmiştir (Arslan vd., 2021; Kaky & Gilbert, 2019; Le Breton vd., 2019). Bitki toplumlarının küresel iklim değişikliğine verdiği tepkiler, son zamanlarda oldukça belirgin bir hale gelmiştir (Uzun, 2020; B. Wang vd., 2020).

Küresel iklim değişikliğinin etkileri daha önce görülmemiş fazla oranlarda gerçekleşmekte ve geçtiğimiz yüzyılda ortalama sıcaklık 0,85°C artarak 2100 yılına kadar min. 0,3–1,7°C ila max. 2,6–4,8°C arasında artmaya devam etmesi beklenmektedir (IPCC, 2014). Özellikle habitatları dar olan bitkilerin yaşam alanları küresel iklim değişimi ile risk altında kalmaktadır (Ashraf vd., 2016; Cobben vd., 2014; Fitzpatrick vd., 2008; Lawler vd., 2009; Thuiller vd., 2005; Uzun, 2020). Bu bakımdan yok oluş tehlikesi altında olan türlerin, neslinin tükenmemesi için gereken tedbirler alınmalıdır. Bu bağlamda tür dağılımı tahmini, modelleme ve haritalama tehdit altındaki ve nesli tükenmekte olan bitki türleri için hayati öneme sahiptir (Gaston, 1996; Uzun, 2020).

Küresel iklim değişikliğine bitki türlerinin verdiği tepkiler üç farklı şekilde olabilir (Arslan vd., 2021; Chakraborty vd., 2016; Jagodziński & Dyderski, 2018). İlki; hedefte olan bitki tür, ekolojik nişlerin takibini sürerek başka bir bölgeye göç edebilir (Abdelaal vd., 2019; Arslan vd., 2021;

Keliang vd., 2018). İkincisi; hedefte olan bitki türü, var olan konumda, zamanla değişen farklı iklimsel koşullara uyum sağlayabilir (Arslan vd., 2021; Du vd., 2021; Rana vd., 2021; Yi vd., 2016). Üçüncüsü ise; hedef türün, neslinin tükenmesi, yerel yok oluş gözlemlenebilir (Arslan vd., 2021; Wiens, 2016). Bu türlerin korunması, habitat uygunluklarını göz önünde bulundurarak, günümüz ve gelecekteki koşullar altında tür varlığını ve kalıcılığını sağlayan çevresel faktörlerin belirlenmesi ile mümkündür (Arslan vd., 2021; Mod, 2016; Wilson vd., 2020).

Bitki türlerini korumak için yapılması gereken ilk adım; mevcut coğrafi dağılımı, habitat uygunluğunu ve nesilleri yok olma tehdidiyle karşı karşıya bırakan riskleri belirlemektir (Akyol & Örüçü, 2019; Arslan vd., 2021; Wan vd., 2017). Bu bakımdan, nesli tehlikede olan türler yayılış alanlarını değiştirmeden veya nesilleri kalıcı olarak kaybolmadan gerekli tedbirler alınmalıdır (Gaston, 1996; Örüçü, 2019; Üyük, 2021). Nesli tükenmekte olan riskli türlerin, karasal ekosistemlere yeniden dahili ve rehabilitesi yapılmalıdır. Bu aşamada ise bitki türlerinin potansiyel dağılımları hakkında detaylı bilgiler verilmeli, analizler yapılmalıdır (Üyük, 2021).

2. TÜR DAĞILIMI MODELLEMESİNİN TEMELLERİ

Tür dağılım modellemesi (SDM), bir türün olası coğrafi yayılışını ve o türün ekolojik ihtiyaçlarını modellemek için kullanılan bir tekniktir. Bu teknik, farklı yerlerdeki potansiyel uygun habitatları tahmin etmek için türün bilinen oluşumunun çevresel koşullarını analiz etmektedir (Çardak & Örüçü, 2021; Guisan & Zimmermann, 2000; Li vd., 2019; Peterson vd., 2007; Zhang vd., 2020). Başka bir deyişle türün gereksinimlerinin bir modelini oluşturmak ve haritalamak için verilerin çevresel ve ekolojik değişkenlerle birleştirilmesi oluşumdur (Abrahamyan & Barševskis, 2015; Anderson vd., 2003; Çardak & Örüçü, 2021).

Tarihte yüzyıllar boyunca, türlerin yayılış alanları akademik çalışmalarda işlenmiştir. İlk zamanlarda yapılan akademik çalışmalar genellikle nitel özellikler taşımış, günümüzde ise sayısal modeller, haritalar gibi nicel yöntemler, tanım ve tahmin yapmak için kullanılmaktadır. Çeşitli amaçlara hizmet eden, farklı sayısal yöntemler bulunmaktadır (Grinnell, 1904, ss. 364-; Uzun, 2020).

Tür dağılım modellemesi (species distribution modeling, SDM) çeşitli adlarla nitelendirilmektedir. Bunlar; iklim örtü modellemesi, habitat modellemesi ve çevresel veya ekolojik niş modellemesidir (Kamal vd., 2018; Kraemer, Sinka, Duda, Mylne, Shearer, Barker, vd., 2015; Kraemer, Sinka, Duda, Mylne, Shearer, Brady, vd., 2015; Türkozan, 2019; Uzun, 2020).

Tür dağılım modellemesinin amacı, türün yayılış gösterdiği alanların toplanması, mekânsal veri tabanlarından belirleyici çevresel değişkenlerin değerlerinin alınması, çevresel değerlerin

modele konularak türün yayılış gösterdiği alanın benzerlerinin veya tür yoğunluğu gibi başka ölçütlerin tahminlerde kullanılmasıdır (Akpan vd., 2018; Kamal vd., 2018; Padilla vd., 2016; Türkozan, 2019; Uzun, 2020). Ek olarak, türe hasar veren organizmaların tehdit potansiyelini değerlendirmek, ender türlerin veya biyoçeşitliliğin yoğun olduğu bölgeleri belirlemek ve koruma tedbirleri için alanları önceliklendirmek gibi farklı amaçlarla kullanılmaktadır (Beaumont vd., 2005; Cassini, 2011; Elith* vd., 2006; Hirzel vd., 2002)

Tür dağılımlarının tahmini için kullanılan regresyon yöntemleri, türlerin gerçekleşmiş nişlerini anlamada ve küresel iklim değişikliği karşısında biyoçeşitliliğin korunmasında önemlidir (Guisan vd., 2002; Leach & Scott, 2002; Öztop, 2023). Tür dağıtım modelleri (SDM), ekoloji hakkında bilgi edinmek veya büyük ölçeklerde habitat uygunluğunun tahminine yardımcı olmak için çevresel değişkenleri türlerin oluşum bilgileriyle bağdaştırmaktadır (Elith & Leathwick, 2009; Öztop, 2023).

Tür dağılım modellerinin temelleri, çevresel değişkenlere verilen tepkiyi ve uyumu kullanarak dağılımları tahmin etmeye dayanır. Dağılım modelleri, farklı istatistiksel ve matematiksel tekniklerle türlerin habitat tercihlerini ve yayılışlarını analiz eder. Bu analizlere, biyotik etkileşimler ve habitat kalitesi de eklenerek kapsamlı bir değerlendirme yapılabilir (Cassini, 2011).

SDM'nin temel adımları şunlardır:

1. Tür dağılımı: Bir türün belirli bir alanda yayılış veya yokluk bilgileri.
2. Çevresel değişkenler: İklim (yağış, nem, vb.), arazi kullanımı, topografya gibi unsurlar, tür dağılımını etkileyen çevresel değişkenlerdir.
3. Modelleme: Çevresel değişkenlerin, tür dağılımı üzerindeki etkilerini analiz ederek, tür dağılımını tahmin etmek için kullanılan matematiksel bir yöntem.
4. Veri toplama: Tür varlığına ait yayılış konumların belirlenmesi ve yokluk konumlarının da toplanması.
5. Model doğrulama: Elde edilen modelin doğruluğunu test etmek için kullanılan analizler.
6. Tahmin: Modelin, tüm zamanlarda (gelecekteki bir iklimde) varlığın olasılığını tahmin etmek için kullanılması (R. Hijmans & Elith, 2013).

2.1. Temel Kavramlar: Tür, Türleşme, Ekolojik Niş, Çevresel ve Biyoklimatik Değişkenler

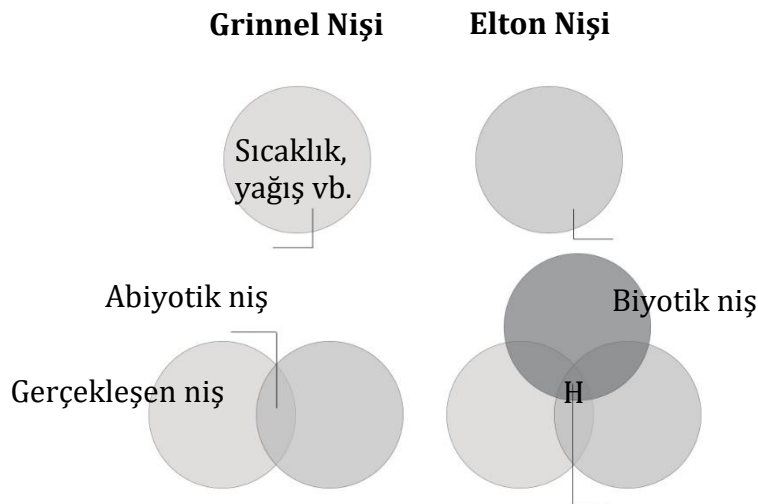
Heywood (1998)'a göre bugüne kadar bilinen 25 farklı tür tanımı vardır ve 9 tanesi sıkça kullanılmaktadır (Heywood, 1998; Önder & Awad, 2000). Tür, çoğunlukla biyolojik

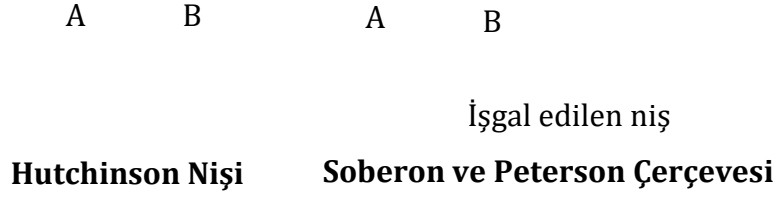
sınıflandırmanın ve biyolojik çeşitliliğin temeli olarak kabul edilmektedir. Tür, “Yapısal ve özellik bakımından birbirine benzeyen, aynı fiziksel ve kimyasal etkenlere aynı şekilde yanıt veren, aynı kökenden oluşmuş ve birbirleriyle çiftleşerek döl verebilme yeteneğine sahip topluluk” olarak tanımlanmaktadır (Önder & Awad, 2000).

Türleşme, yeni bir türün oluşması, bir türden fazla sayıda türlerin meydana gelmesidir. Yeni türün üreme izolasyonu ve ekolojik uyum sağlaması olarak da açıklanabilir (Önder & Awad, 2000).

Niş; türün, etkileşimde olduğu diğer türler, habitat ve çevre üzerine etkileri ile popülasyonlarını sürdürmesine izin veren ekolojik koşulları ifade eder (Gür, 2018; Peterson vd., 2011; Uzun, 2020).

Hutchinson (1957) de, temel ve gerçekleşen ekolojik niş kavramlarını ortaya atmıştır. “Scenopoetic” (tam karşılığı olmasa da abiyotik, aslında etkileşimsiz, tür tarafından değiştirilemeyen) değişkenler ile tanımlanan temel ekolojik nişin (=bir türün popülasyonlarını sürdürmesine izin veren “Scenopoetic” çevresel koşullar, ki çevresel uzamdan boyutlu bir hiperhacim olarak tanımlanır) “Bionomic” (tam karşılığı olmasa da biyotik, aslında etkileşimli, tür tarafından değiştirilebilir) değişkenler (örneğin, diğer türler ile etkileşimler) ile gerçekleşen ekolojik nişe (=temel ekolojik nişin bir bölümü) indirgendiğini belirtmiştir. Böylece, bir türün coğrafi dağılımı, gerçekleşen ekolojik nişinin coğrafi uzamdaki ifadesidir (Hutchinson, 1957; Uzun, 2020). Son olarak Soberon ve Peterson (2005), niş kavramını biyotik, abiyotik ve hareket faktörlerini (yani, bir türün dağılım alanını şekillendiren üç ana faktörü) bir araya getiren BAH çerçevesini (=BAM framework) kullanarak tanımlamıştır (Soberon & Peterson, 2005; Uzun, 2020). Coğrafyanın, türün coğrafi dağılımını şekillendirmedeki rolü, Grinnell (1914)’ün çalışmasından çok sonra yeniden araştırılmıştır. (Grinnell, 1914; Gür, 2018; Uzun, 2020).





Şekil 1. Ekolojik niş kavramının tarihsel çerçevesi (Gür, 2018)

Tür dağılım modellemesinde, türlerin güncel yayılışını tespit etmek için kullanılan biyoklimatik değişkenler WorldClim’de gözlemlenen verilerden türetilmiş ve bunlar Çizelge 1.’de verilmiştir (Çardak & Örucü, 2021; Fick & Hijmans, 2017; R. J. Hijmans vd., 2005).

Çizelge 1. Çevresel değişkenler (*WorldClim*, 2019)

BIO1	Yıllık ortalama sıcaklık	BIO11	En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı
BIO2	Günlük ortalama değişim aralığı (ortalama aylık sıcaklık (en yüksek–en düşük))	BIO12	Yıllık yağış miktarı
BIO3	İzotermallik	BIO13	En nemli ayın yağış miktarı
BIO4	Mevsimsel sıcaklık	BIO14	En kurak ayın yağış miktarı
BIO5	En sıcak ayın en yüksek sıcaklığı	BIO15	Mevsimsel yağış miktarı
BIO6	En soğuk ayın en az sıcaklığı	BIO16	En nemli çeyreğin yağış miktarı
BIO7	Yıllık sıcaklık değişim aralığı	BIO17	En kurak çeyreğin yağış miktarı
BIO8	En nemli çeyreğin ortalama sıcaklığı	BIO18	En sıcak çeyreğin yağış miktarı
BIO9	En kurak çeyreğin ortalama sıcaklığı	BIO19	En soğuk çeyreğin yağış miktarı
BIO10	En sıcak çeyreğin ortalama sıcaklığı	ELEV	Sayısal Yükseklik Modeli

Bağıntılı niş modelleri; gözlemlenen bir türün dağılımını coğrafi referanslı iklim değişkenleriyle ilişkilendirerek, çoklu regresyon yöntemleriyle modellenmesidir. Bağıntılı nişler, türlerin çevreleriyle denge içinde olduklarını ve ilgili çevresel değişkenlerin yeterince örneklenmiş olduğunu varsayar. Modeller, sınırlı sayıda tür varlığı arasında interpolasyona izin verir ("Species Distribution Modelling", 2023).

Bağıntılı niş modellerinin etkili olabilmesi için yalnızca türlerin yayılış alanlarının değil, aynı zamanda türlerin yayılış göstermediği alanların da gözlemlenmesi gereklidir. Tür yokluklarına dair bilgiler, genellikle varlık kayıtları kadar yaygın değildir, bu nedenle çoğunlukla bu modeller oluşturulurken "Rastgele arka plan" veya "Yalancı yokluk" verileri kullanılır. Bağıntılı niş

modelleri, bir türün gözlemlenen dağılımının modelleri olduklarından, gerçekleşmiş nişi (bir türün bulunduğu ortamlar) modelleyen modellerdir. Tür için gerçekleşmiş ve temel niş aynı olabilir, ancak bir tür dağılımı, yayılma sınırlaması veya tür etkileşimleri nedeniyle coğrafi olarak sınırlıysa, gerçekleşmiş niş, temel nişten daha küçük olacaktır (“Species Distribution Modelling”, 2023).

Bağıntılı modeller, mekanik modellerden daha kolay ve hızlı uygulanabilir. Ayrıca, gözlemlenen türlerin dağılım aralığı dengeli değilse, oluşturulan modellerin doğrulukları azalabilir. (“Species Distribution Modelling”, 2023)

2.2. Mekanik Modeller

Mekanik modeller, bağıntılı niş modellerine göre daha yakın zamanda geliştirilmiştir. Bağıntılı modellere karşı olarak, mekanik modeller, bir türün çevresel koşullar içinde varlığını sürdürebileceği aralığı belirlemek için türle ilgili fizyolojik bilgileri (kontrollü saha veya laboratuvar çalışmalarından alınan) kullanır. Bu modeller, temel nişi doğrudan karakterize etmeyi ve projelendirmeyi amaçlar.

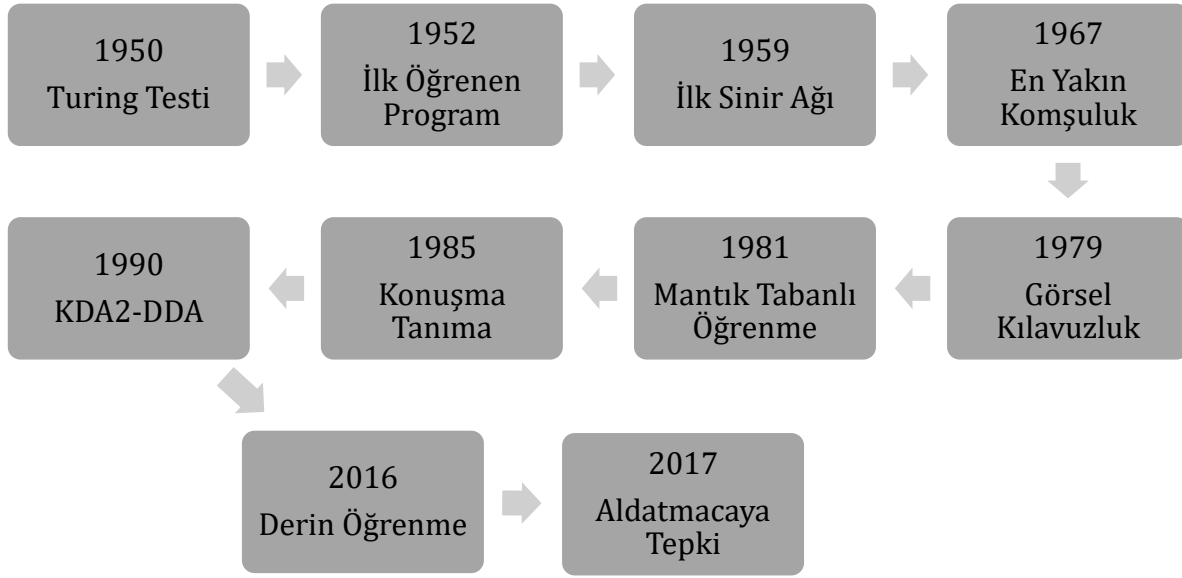
Basit bir model bir türün hayatta kalamayacağı eşik değerleri belirleyebilir. Karmaşık bir model ise çeşitli alt modeller içerebilir; örneğin, makro-iklim koşulları verilerek mikro-iklim koşulları, vücut sıcaklığı verilerek diğer biyolojik oranlar (hayatta kalma, üreme), kaynak veya enerji gereksinimleri ve popülasyon dinamikleri. Çevresel veriler, model girdileri olarak kullanılır. Çünkü tür dağılım tahminleri, türün bilinen aralığından bağımsızdır. Bu modeller, aralığı aktif olarak değişen ve dengeye ulaşmamış türler için kullanışlı olmasından dolayı tercih sebebidir (istilacı türler vb.) (“Species Distribution Modelling”, 2023).

Mekanik modeller, sebep-sonuç ilişkisine dayanır ve dengesiz durumlar için daha çok kullanılır. Bağıntılı modellere kıyasla oluşturulmaları daha fazla zaman ve emek gerektirir. Genellikle hızlı bir şekilde elde edilemeyen birçok fizyolojik verinin toplanması ve doğrulanması gerekir. Bu modeller birçok parametreyi çalışabilir, tahmin edebilir ve çok karmaşık hale gelebilirler (“Species Distribution Modelling”, 2023). Mekanik ve bağıntılı modeller, ek bilgiler elde etmek amacıyla bir arada kullanılabilir. Örneğin, mekanik bir model, türün temel nişinin açıkça dışında olan bölgeleri belirlemek için kullanılabilir ve bu bölgeler, yokluklar olarak işaretlenebilir veya analizden dışlanabilir. Böylece yapılan modellemelerin doğruluğu artar (“Species Distribution Modelling”, 2023).

3. MAKİNE ÖĞRENİMİNİN TEMELLERİ

Makine öğrenmesinin tarihi 1950'lere kadar uzanmaktadır (Eker vd., 2023; Nandi & Pal, 2021). Makine öğrenmesinin zaman içerisindeki gelişim ve değişimi Şekil 2.'de gösterilmiştir.

Nandi ve Pal (2022) tarafından ortaya konulan makine öğrenmesinin tarihsel gelişimi şu şekilde özetlenmektedir: "...Alan Turing tarafından 1950 yılında bilgisayarın bir insanla aynı zekâyı sergileyip sergilemediğini belirlemek için yaptığı Turing Testi makine öğrenmesinin ilk örneği olarak bilinmektedir. 1956 yılında John McCarthy tarafından yapay zekâ terimi bir konferansta ilk defa kullanılmıştır. Daha sonra ise Allen Newell, John Clifford Shaw ve Herbert Alexander Simon tarafından çalışan ilk yapay zekâ yazılım programı olan Logic Theorist geliştirilmiştir. 1967 yılında Frank Rosenbalt deneme yanılma yoluyla "Öğrenen" ilk bilgisayar tabanlı sinir ağını kurmuştur. Sinir ağından birkaç yıl sonra "Perceptrons" isimli (Marvin & Seymour, 1969) sinir ağları konusunda dönüm noktası olan hem de gelecek projeler için altlık oluşturacak kitap yayınlanmıştır. Kendini eğitmede geri-yayılım (back-propagation) algoritmaları kullanan yapay zekâ uygulamaları ise 1980'lerde benimsenmiş ve kullanılıyordu. IBM tarafından 1997 yılında geliştirilen Deep Blue bir satranç maçında Dünya satranç şampiyonu Garry Kasparov'u yenmiştir. Jeopardy şampiyonları Ken Jennings ve Brad Rutter, 2011 yılında IBM Watson'a yenildiler. Baidu tarafından geliştirilen süper bilgisayar Minwa 2015 yılında sinir ağı (Convolutional Neural Networks, CNN) kullanarak görüntüleri bir insandan daha yüksek bir doğruluk oranıyla tanıma ve kategorize etme amaçlı kullanılmıştır. Aynı dönem ImageNet yarışmasının sonuçlarını iyileştirmeye dönük ihtiyaçlar AlexNet'i ortaya çıkarmıştır. Derin bir sinir ağı ile desteklenen DeepMind AlphaGo 2016 yılında beş oyunluk bir maçta Go oyunu dünya şampiyonlarını yenmiştir...".



Şekil 2. Makine öğrenmesinin zaman içerisindeki gelişim ve değişimi (Eker vd., 2023; Nandi & Pal, 2021)

En temeliyle makine öğrenimi dört disipline dayanır; veri madenciliği, veri tabanı yönetimi, yapay zekâ ve derin öğrenme. Veri madenciliği, sonuçları tahmin etmek için büyük veri kümeleri içindeki normal olmayanları ve korelasyonları bulma sürecidir. Veri tabanı yönetimi, bilgisayar ortamında tutulan birbiriyle ilişkili verileri yönetme sürecidir. Yapay zekâ (AI), makinelerin deneyimlerden öğrenmesini, yeni girdilere uyum sağlamasını ve insan benzeri görevleri gerçekleştirmesini mümkün kılar. Yapay zekâ örneklerinin çoğu (satranç oynayan bilgisayarlardan kendi kendini süren arabalara), genellikle derin öğrenmeye dayanır. Bu teknolojiler sayesinde bilgisayarlar, çok miktarda ve büyük hacimli veriyi işleyerek, verilerdeki kalıpları tanıyarak belirli görevleri yapmak için eğitilebilir. Derin öğrenme ise insan beyninin veri işleme ve karar vermede davranışlarını kalıplar oluşturarak taklit eden bir yapay zekâ işlevidir. (Petekci, 2021)

Makine öğrenmesi “Açık bir şekilde programlama yapılmadan, girdi verilerinden bilgisayarlara öğrenme yeteneği kazandırmaya yönelik bir çalışma alanı” olarak tanımlanmaktadır. Makine öğrenme süreci, hem analiz edilen hem de yeni girdi verisinden aşamalı olarak gerçekleştirilir (Eker vd., 2023; Nassif vd., 2019). Bunların yanı sıra makine öğrenmesini, “İstatistiğin ve bilgisayar biliminin kesiştiği bir alan” veya “Bilgisayara belirlenmiş görevleri yerine getirmesi için programlama yapmadan bazı örüntüleri tanımlama ve yeni tahminler ortaya çıkarma yoludur” olarak da açıklanabilmektedir (Alpaydın, 2020; Altınışik, 2022). Başarılı bir makine öğrenmesi sürecindeki işlem adımları aşağıdaki gibi özetlenebilir (Eker vd., 2023; Murty & Avinash, 2023).



Şekil 3. Makine öğrenmesi sürecindeki işlem adımları (Eker vd., 2023; Murty & Avinash, 2023).

1. Veri toplama (Data collection/acquisition); bilgisayarların öğrenebileceği şekilde önceki deneyimi temsil eden verilerin toplanma sürecidir. Sistemin sonunda koşullandırılacağı aynı koşullar dikkate alınarak benzer veriler toplanmalıdır. Böyle toplanan veriler çoğunlukla “Alan içi (in domain)” veriler olarak geçmektedir (Eker vd., 2023; Murty & Avinash, 2023). Bir makine öğrenmesi sisteminin performansı, büyük ölçüde mevcut alan içi eğitim verilerinin miktarı tarafından belirlenmektedir. Çoğunlukla, daha fazla alan içi doğru veriye ulaşmak, performansı artırmanın en etkili yolu olmaktadır (Eker vd., 2023; Jiang, 2021).

2. Özellik oluşturma (Feature generation) veya Özellik mühendisliği (Feature engineering); ham verilerden belli özellikleri çıkarmak için genellikle alana özgü bazı prosedürlerin uygulanması gerekmektedir. Başarılı bir makine öğrenmesinde, özellikler kompakt olmalı, ancak aynı zamanda ham verilerdeki en önemli bilgileri de korumalıdır (Eker vd., 2023; Jiang, 2021). Veri toplamada sıkça karşılaşılan üç farklı sorun vardır(Eker vd., 2023; Murty & Avinash, 2023). Bunlar;

- i) Eksik veri,
- ii) Farklı etki alanlarından veriler ve
- iii) Aykırı değerlerin varlığı.

3. Model Seçimi (Model selection); elde edilen verilerin türlerine ve ilgili alan bilgisine dayalı uygun model seçimi yapılır. Bazı veri türleri için makine öğrenmesi modellerinin yalnızca bir alt kümesi kullanılabilmektedir (Eker vd., 2023; Murty & Avinash, 2023). Örneğin, bazı özellikler sayısal ve diğerleri kategorik ise, algılayıcılara ve destek vektör makinelerine (SVM) dayalı sınıflandırıcılar uygun değildir. Bu gibi durumlarda Bayes sınıflandırıcısı ve karar ağacı tabanlı sınıflandırıcılar tercih edilmelidir.

4. Model tahmini/eğitimi (Model estimation/training); çıkarılan özellik temsillerinden bazı matematiksel modeller oluşturmak için bir öğrenme algoritması seçimi yapılmaktadır (Eker vd., 2023; Jiang, 2021). Bu seçim genel olarak, eğitim verilerinin boyutuna ve türüne bağlıdır. Genellikle uygulamada, etiketlenmiş verilerin bir alt kümesi eğitim verileri olarak kullanılırken,

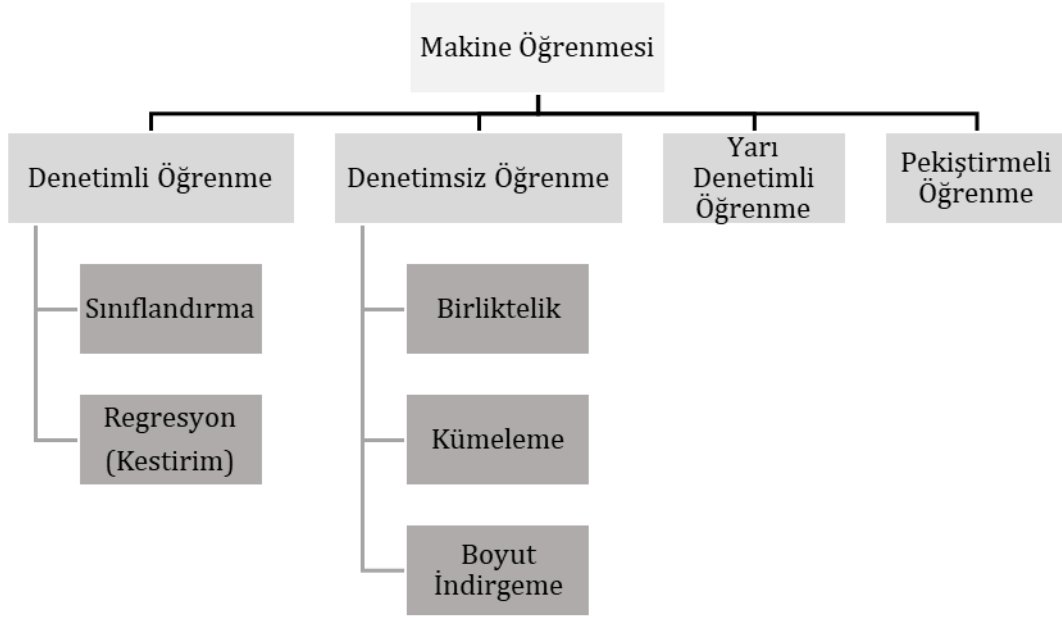
başka bir alt küme ise modelleri doğrulamak için tercih edilmektedir (Eker vd., 2023; Murty & Avinash, 2023). Son zamanlarda makine öğrenmesindeki gelişmeler, öğrenme algoritmalarının tercihi ve model oluşturma konusunda kullanıcıya birçok çeşit sunmaktadır.

5. Model değerlendirme/doğrulama (Model evaluation/validation); bu adımda doğrulama verileri (validation data) olarak bilinen özel olarak bu amaca hizmet eden veriler kullanılmaktadır. Ancak, model bazı durumlarda doğrulama verilerinde iyi çalışmayabilir. Bu da modelin verilerle aşırı uyumlu (overfitting) olduğuna işaret etmektedir (Eker vd., 2023; Murty & Avinash, 2023).

6. Model açıklaması (Model explanation); bu adım alandaki uzman kişinin dikkatini çekmek ve geri bildirim almak için önemlidir (Eker vd., 2023; Murty & Avinash, 2023).

3.1. Makine Öğrenme Türleri

Makine öğrenmesini anlamlandırmak için öncelikle öğrenme kavramı tanımlanmalıdır. Öğrenme kavramı, farklı şekillerde ifade edilmektedir. Simon öğrenmeyi, "Zaman içinde yeni bilgilerin keşfedilmesi yoluyla davranışların iyileştirilmesi süreci" olarak açıklamaktadır. Makine öğrenmesi ise bu öğrenme işinin bilgisayarlar tarafından gerçekleştirilmesidir. Makine öğrenmesi, bilgisayarın geçmişteki deneyimlerinden elde edilen bilgi ve tecrübeleri kullanarak bir model oluşturur, bu model sayesinde gelecekte oluşacak olan benzer olaylar hakkında karar verebilmesini ve problemlere çözüm bulabilmesine imkân tanıyan bir yapay zekâ alanıdır. Başka bir deyişle makine öğrenmesi "Bilgisayarın bir olay ile ilgili bilgileri ve tecrübeleri öğrenerek gelecekte oluşacak benzeri olaylar hakkında kararlar verebilmesi ve problemlere çözümler üretebilmesidir" denilebilir (Pulat & Kocakoç, 2021).



Şekil 4. Makine öğrenmesi türleri

Farklı amaçlara hizmet eden 4 makine öğrenmesi yaklaşımı mevcuttur (Ceyhan & Kasapbaşı, 2022; Masani vd., 2019). Bunlar;

- Denetimli (Supervised) Öğrenme
- Denetimsiz (Unsupervised) Öğrenme
- Yarı-Denetimli (Semi-Supervised) Öğrenme
- Pekiştirmeli (Reinforcement) Öğrenme

Denetimli Öğrenme; etiketli veriler kullanılarak gerçekleştirilir. Denetimli makine öğreniminde bağımsız verilerle birlikte bağımlı değişken de kullanılır. Oluşturulan model daha sonra verilen bağımsız değişkenleri kullanarak, hedef değişkeni tahmin eder. Sınıflandırma ve regresyon amaçlı kullanılır. Doğrusal regresyon (lineer regresyon), lojistik regresyon (logistic regression), naïve bayes, destek vektör makineleri (support vector machines), karar ağaçları (decision tree) gibi denetimli makine öğrenmesi algoritmaları mevcuttur. (Ceyhan & Kasapbaşı, 2022)

Denetimsiz Öğrenme; etiketlenmemiş, belirsiz veriler üzerinde çalışır. Veriler etiketsiz olduğundan kümeleyerek anlam çıkarır. K-ortalamlar (k-means), k-en yakın komşu (k-nearest neighbour), apriori algoritması, temel bileşenler analizi (principal component analysis) denetimsiz makine öğrenme algoritmalarıdır. (Ceyhan & Kasapbaşı, 2022)

Yarı-Denetimli Öğrenme; denetimli ve denetimsiz öğrenme tekniklerini içerisinde barındırır. Etiketsiz çok miktarda veri ile etiketli az miktarda veriyi birlikte kullanabilen bir öğrenmedir (Ceyhan & Kasapbaşı, 2022).

Pekiştirmeli Öğrenme; deneme-yanılma yolunu benimsemiştir. Ödül-ceza sistemini baz alan bir yaklaşımdır. Bu yolla başarıyı hedefler. Pekiştirmeli öğrenmede ajan çevresini ölçebilir ve buna göre bir aksiyon alabilir. Alınan bu aksiyona karşı bir tepki bekler ve bu tepkiler ödül sistemi içerisinde değerlendirilir. Kazanılan ödüller ile ajan eğitilmiş olur (Ceyhan & Kasapbaşı, 2022).

3.2. Tür Dağılım Modellemesinde Kullanılan Algoritmalar

Türlere ait mevcut ve farklı iklim senaryolarına göre güncel ve gelecek yıllardaki potansiyel yayılış alanları, türün yaşam gösterdiği alanlardaki noktasal veri kayıtları ile bu alanlara ait sayısal biyoiklim verileri kullanılarak makine öğrenme teknikleri ile ortaya konulabilmektedir (Arslan, 2019; Çardak & Örüçü, 2021; S. Phillips & Dudík, 2008; Sarıkaya vd., 2018; Sérgio vd., 2007; Tittensor vd., 2009; Y. Wang vd., 2007; Ward, 2007; Williams vd., 2009; Wollan vd., 2008; Yuan vd., 2015).

Tür dağılımlarının tahmin, son yıllarda koruma planlamasının önemli bir bileşeni haline gelmiştir. Az rastlanan veya soyu tükenmekte olan türlerin araştırılması, insani faaliyetlerin sonucunun biyolojik çeşitlilik üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi, güncel koruma alanlarının planlanması, küresel iklim değişikliğinin türlerin yayılışı üzerindeki etkilerinin tahmin edilmesi, istilacı türlerin yayılmasının önlenmesi amacıyla geliştirilen modelleme yöntemleri vardır (Abrahamyan & Barševskis, 2015; Çardak & Örüçü, 2021; Guisan & Thuiller, 2005; Peterson, 2006).

3.2.1 MaxEnt (Maximum Entropy)

MaxEnt yazılımı S.J. Philips ve arkadaşları tarafından 2004 de “Türlerin dağılım modellerine maksimum entropi yaklaşımı” başlıklı çalışma ile duyurulmuştur. Yazılım maksimum entropi prensibine dayanmaktadır. Temel çalışma prensibi maksimum entropi dağılımının olasılığını bularak seçilen türün dağılımını hesaplamaktır. MaxEnt’in olasılık dağılımını oluşturan etmenler, çalışma alanına ait çevresel parametrelerin değeridir. Bu değerler her biri farklı katmanlarda olacak şekilde örnekleme noktalarında türlere ait noktasal veriler, , iklimsel değişkenler, vejetasyon ,yükseklik, toprak yapısı gibi farklı parametreleri içerisinde barındırır (Çardak & Örüçü, 2021; Karacaoğlu, 2013; S. J. Phillips vd., 2006). Türlerin bir bölgede var olma durumunu göz önünde bulundurarak istatistiksel analizler yapar, türün bulunduğu konumları maksimum entropi modeline göre analiz eder ve hangi iklim koşullarında daha iyi bir yayılış göstereceğini, seçili tür için yaşamını devam ettirecek alanları tahmin etmektedir (Çardak & Örüçü, 2021; Yılmaz, 2015).

MaxEnt bilgisayar programının diğer programlara göre bazı avantajları bulunmaktadır (Çardak & Örü, 2021; S. J. Phillips vd., 2006; Yılmaz, 2015). Ücretsizdir, programın çalışması için türün sadece varlık konum verileri ve çalışma alanının çevresel ve iklimsel verilerini gerektirmektedir. Örneklerin konum veri sayısı yeterli miktarda olmasa bile iyi bir performansla program çalışabilir (Costa vd., 2009; Çardak & Örü, 2021; Hernandez vd., 2006; Pearson, 2010; S. Phillips & Dudík, 2008; Yılmaz, 2015). Ara yüzü kolay bir programdır ve farklı programlarla kolayca birlikte çalıştırılabilir. Maksimum entropi modelleme, bilgisayar tabanlı algoritma da ve istatistik yöntemlerini içeren araştırmalarında aktif bir şekilde kullanılmaktadır (Çardak & Örü, 2021).

3.2.2 GARP

Türlerin yayılış alanlarını tahmin etmek için kullanılan makine öğrenme yöntemlerinden biridir. İlk uygulaması Boston ve Stockwell tarafından 1994 yılında " Environmental Resources Information Network" adlı bilimsel bir toplantıda gerçekleştirilmiştir (Beaumont vd., 2005; Çardak & Örü, 2021; Karacaoğlu, 2013). Bu model türlerin dağılımlarını tahmin etmek için genetik algoritmalar kullanmaktadır ve kullanılan bu algoritmalar Holland tarafından geliştirilmiştir (Çardak & Örü, 2021; Holland, 1992; Karacaoğlu, 2013). GARP, türlerin konumlarına ait nokta verileri ve türün hayatta kalma yeteneğini sınırlayabilecek çevresel parametreleri içeren coğrafi katmanları kullanmaktadır (Çardak & Örü, 2021; *DataOne*, 2020). GARP'ın bağıntılı modelleri, türlerin oluşum kayıtlarını veya gerçek dağılımını ve türün fizyolojisini çevresel değişken kümeleri ile ilişkilendirerek tür için uygun olan çevresel koşulları tahmin etmeyi hedeflemektedir (Abrahamyan & Barševskis, 2015; Çardak & Örü, 2021).

GARP modellerinin altlığı regresyon modellerine bağlanmaktadır. Modelin çalıştırılması için gerekli verilerin doğru bir şekilde elde edilmesi, türler için tahmini yayılış haritalarının oluşturulması, ele alınan veri yükü açısından zorlu bir süreç gibi olsa da coğrafi bilgi sistemleri ile ilişkili olarak çalışan bir sistem olduğundan çevresel parametrelere ait verilerin oluşturulup işlenmesi ve kullanılmasında önemli bir avantaj sağlamaktadır (Çardak & Örü, 2021; Karacaoğlu, 2013).

3.2.3 Random Forest

Random Forest algoritması, topluluk öğrenme yöntemidir. Sınıflandırma işlemi sırasında birden fazla karar ağacı üretir ve bu şekilde sınıflandırma değerini yükseltmeyi hedefler. Bireysel olarak oluşturulan karar ağaçları, bir araya gelerek karar ormanını oluşturur. Karar ormanı içerisinde

bulunan karar ağaçları, ilişkili olduğu veri setinden rastgele seçilmiş birer alt kümedir. (Fidancı, 2017)

Random Forests 2001 yılında Leo Breiman tarafından geliştirilmiştir. RF algoritması Brieman'ın 1996 yılında geliştirdiği Random Subspace yöntemlerinin birleşmesidir (Fidancı, 2017). RF tekniği, bilinen diğer makine öğrenme teknikleri içerisinde tahmin geçerliliği ve model yorumlanabilirlik doğruluğu en yüksek olan tekniklerdendir. Rastgele örneklemeyi ve topluluk yöntemlerindeki tekniklerin iyileştirilmiş özelliklerini içerir. Bu sebeple RF, daha iyi genellemeler yapar ve doğruluğu yüksek geçerli tahminlerde bulunur. RF'nin tahminlerinin kesin olmasının nedenleri, sapması düşük sonuçlar vermesi ve ağaçlar arasındaki düşük korelasyondur. Düşük sapma miktarı ise oldukça büyük ağaçların oluşturulması ile mümkündür. Farklı ağaçlar oluşturularak da düşük korelasyonlu topluluk elde edilebilir. Birbirinden farklı olarak kurulan sınıflama ve regresyon karar ağaçları bizi sonuca götürür. Karar ormanı oluşturur. Ormanın oluşumu esnasında çıkarılan sonuçlar toplanılarak en son tahmin yapılır (Fidancı, 2017).

RF;

- Çoğu veri setiyle çalışırken, Adaboost ve Destek Vektör Makinelerine göre daha net ve kısa sürede sonuçlanır.
- Çokça değişken ve fazla sayıda sınıf etiketine sahip değişkenleri içerisinde barındıran veri setlerini kullanır.
- Ormana ağaçlar eklendikçe, test setine ait hata tahmini azalır, sonuçların kesinliği artar (Fidancı, 2017).

3.2.4 GAM ve GLM

Doğrusal regresyon modellerinde, istatistiksel analiz yöntemleri bağımlı değişkenin normal dağıldığı varsayımına dayanır. Bağımlı değişkenin sürekli olmadığı durumları analiz etmek için de genelleştirilmiş modeller kullanılmaktadır. Bu durumlarda bağımlı değişken sürekli değildir. Bunun yanı sıra, değişkenleri sürekli olup, normal dağılım göstermeyen verilerde olabilir. Bu tür verilerin analizine imkân verecek geliştirilmiş modeller Genelleştirilmiş Doğrusal Modellerdir (GLM) (Ceng vd., 2009). GLM, ilk kez Nelder ve Wedderburn (1972) tarafından ortaya konmuştur. Çok çeşitli alanlarda kullanılmıştır. Bu alanlardaki ilk detaylı kitaplar McCullagh ve Nelder (1989), Aitkin ve Ark (1989) ve Dobson (1990) tarafından yazılmıştır. Regresyon modelleri, farklı değişkenlerin etkileşimli davranışını anlamak için tahmin, sınıflandırma ve veri analitik araçlarını sağlayarak pek çok uygulama alanında kullanılmasında önemli bir etkidir.

Basit olmasına rağmen doğrusal modeller, sık sık gerçek yaşam etkilerinde genellikle doğrusal olmadığı için başarısızlığa neden olurlar. Daha esnek istatistiksel modeller, doğrusal olmayan regresyon etkilerini tanımlamak için kullanılabilmektedirler. Bu modeller de; Genelleştirilmiş Toplamsal Modeller (GAM) olarak adlandırılırlar (Aitkin vd., 1989; Ceng vd., 2009; Cengiz & Percy, 2001; Dobson & Barnett, 1990; McCullagh & Nelder, 1989; Nelder & Wedderburn, 1972).

Toplamsal Modellerin her türlü bağımlı değişken için genelleştirilmiş hali Hastie & Tibrishani (1990) ve Hastie (1991) tarafından ortaya çıkmıştır. Bu durum da Genelleştirilmiş Toplamsal Modeller (GAM) olarak isimlendirilir. Bu modeller, bilinen GLM'nin modifiye edilmiş halidir. Bağımlı değişkenin ortalamasının bir toplamsal tahmin ediciye bağlı olduğu bu modellerde doğrusal olmayan bir fonksiyonu kullanılır. GLM'de olduğu gibi GAM, bağımlı değişkenin dağılımının üstel dağılımlar ailesinden olmasını ister. GAM'la GLM arasındaki tek fark GAM'ın doğrusal tahmin edici olarak bilinmeyen düzleştirici fonksiyonları kullanmasıdır (Ceng vd., 2009; T. J. Hastie, 1991; T. Hastie & Tibshirani, 1990)

Çoklu regresyon analizin temel varsayımlarından biri olan bağımlı değişken ile açıklayıcı değişkenler arasındaki varsayımın doğrusal gibi bilinen bir matematiksel forma sahip olması varsayımı genelde incelenmez. Bu da bazı açıklayıcı değişkenlerin istatistiksel olarak anlamsızlığına neden olabilir. Doğru bir regresyon modeliyle istatistiksel olarak anlamsız olan açıklayıcı değişkenler anlamlı hale gelebilir (Ceng vd., 2009).

Klasik doğrusal modeller ve toplamsal modeller pek çok istatistiksel veri analizinde kullanılabılırken, bu modellerin uygun olmadığı durumlarda söz konusudur. Örneğin, normal dağılım bağımlı değişkenlerin kategorik olduğu durumlarda uygun değildir veya bağımlı değişken ile açıklayıcı değişken arasındaki ilişki bilinen parametrik bir formda olmayabilir (Ceng vd., 2009).

Genelleştirilmiş Toplamsal Modeller bu tür zorlukların aşılmasını sağlayabilir. Hem bağımlı değişkenin normal dağılım göstermediği hem de bağımlı değişkenle açıklayıcı değişken arasındaki ilişkinin parametrik (doğrusal yada kübik olmadığı durumlar) olmadığı durumlarda, GAM modellemeye esneklik getirir. Genelleştirilmiş Doğrusal modellere benzer şekilde GAM'da bir tesadüfi bileşen, bir toplamsal bileşen ve bir de bu iki bileşeni birleştiren fonksiyonu içerir (Ceng vd., 2009).

3.3. Makine Öğreniminin Avantajları

Makine öğrenmesi, farklı birçok alanda karşımıza çıkmaktadır. Makine öğrenmesi, günümüzde verilerin giderek artmasıyla daha önemli hale gelmiştir. Bu öğrenme, verileri birlikte

işleyebilmeyi ve bu bütünden yeni çıkarımların elde edilmesini sağlar. Büyük verilerle, gelecekte tahmin edilebilecek sonuçların elde edilmesine altlık oluşturur. Günümüzde verilerin büyük boyutlu ve karışık olması sebebiyle, insanlar bu verileri kısa zamanda yorumlayamaz. Bu sebeple, makine öğrenmesi devreye girer. Karışık ve büyük hacimli verilerden, geleceğe dönük analizlerin elde edilmesine olanak tanır (Gökalp, 2022; Türkmenoğlu & Tantuğ, 2014).

- Makine öğrenmesi birçok sektörde verimliliği arttırmak için kullanılmaktadır. Araç-gereçlerin bakım, onarım ve oluşabilecek sorunların tahmininde kullanılmakta, bu sayede sorunların azaltılması hedeflenmektedir.
- İlk icat edilen sohbet robotları, kodlanan anahtar kelimelere göre eylemleri gerçekleştiriyordu. Makine öğrenimi ile sohbet robotlarının cevapları çeşitlendi, daha hızlı ve net anlamaya başladı.
- Sağlık sektöründe tanı ve tedavide kullanılmaktadır. Hasta bakım ve hasta sonuçlarında verimliliği arttırmaktadır.
- Çiftçilerin ürün seçiminde karar verme aşamasında; iklim, enerji, su ve diğer etmenlere ait verilerinin karşılaştırılmasını sağlamaktadır.
- Yöneticilerin; sorunları belirlemesinde, çözüm aramada ve karar aşamasında hızlı olmasına yardımcı olmaktadır.
- Amazon – Trendyol gibi e-ticaret şirketlerinin ve Netflix - YouTube gibi büyük platformlar, müşteri memnuniyetini arttırmak ve süreci hızlandırmak için makine öğrenmesi kullanmaktadır.
- Makine öğrenmesi; hava, saat ve mevsim gibi değişkenlerin hizmet talebi üzerindeki etkilerini hesaplamakta; elde edilen bilgileri geçmiş verilerle kıyaslayarak, günümüz-gelecek öngörüsünü çıkartmaktadır.
- Makine öğrenmesi birçok çok sektör tarafından, pazar araştırması ve müşteri segmentasyonu için tercih edilmektedir.
- Görüntü tanıma ve sınıflandırmada kullanılmaktadır. Şüpheli davranışları algılama ve yüz tanımda sistemlerinin gelişmesinde katkı payı vardır (Turhost, 2020) .

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Türkiye'nin, evrensel bir sorun olan iklim değişikliğinden Akdeniz Havzası'ndaki diğer ülkeler gibi büyük ölçüde etkilenmesi öngörülmektedir. Ülkemiz, birçok endemik türü ve nesli

tükenmekte olan bitkileri barındırmaktadır. Biyolojik çeşitlilik açısından zengin olan Türkiye, iklim değişikliğine duyarlıdır.

Türler, biyolojik ve ekolojik gereksinimleriyle birbirlerinden farklılaşırlar ve her tür iklim değişikliğinden farklı seviyelerde etkilenir. Son zamanlarda yapılan çalışmalarla da türlerin iklim değişimine gösterdiği reaksiyonların incelenmesi ve izlenmesi önemli hale gelmiştir. İklim değişikliğinin olası olumlu ve olumsuz sonuçları dikkate alınmalı ve uygun koruma stratejileri belirlenmelidir. Biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilmesi, ekolojik ve ekonomik yönden önemlidir.

İklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltmak için türlerin gelecek yayılışlarının doğru modellenmesi önemli bir çalışma konusudur. Tehlikeli altında olan türlerin yayılış alanları olan habitatların geri kazanımında, çevre faktörünün ve iklim değişimlerinin ekosistem ve tür kapsamındaki olası etkilerinin tahmin edilmesinde farklı Tür Dağılım Modelleri (SDM) tercih edilmektedir.

Bu çalışma da tür dağılım modellerinin temelleri ve makine öğrenmesinden bahsedilmiş, kullanılan Maximum Entropy, GARP, Random Forest, GAM ve GLM algoritmalarına değinilmiş, kullanım alanları, amaçları, avantaj ve dezavantajları irdelenmiştir.

Bu çalışma ile irdelenen algoritmalar sonucunda;

Maximum Entropy (MaxEnt) algoritmasının, ücretsiz ve ara yüzünün kolay olması, sadece varlık verileri ile çalışma alanına ait verilerle bile iyi bir performansla çalışması algoritmanın tercih sebeplerindendir. GARP algoritmasının, CBS sistemleri ile ilişkili olarak çalışması, verilerin işlenmesi ve kullanılmasında avantaj sağlamaktadır. RF, sapması düşük sonuçlar verdiği için diğer yöntemler arasında tahmin geçerliliği ve yorumlanabilirlik doğruluğu en yüksek algoritmadır. GAM ve GLM ise bağımlı değişkenin sürekli olmadığı durumları analiz etmek için kullanıldığı sonucuna varılmıştır.

KAYNAKÇA

- Abdelaal, M., Fois, M., Giuseppe, F., & Bacchetta, G. (2019). Using MaxEnt modeling to predict the potential distribution of the endemic plant *Rosa arabica* Crép. In Egypt. *Ecological Informatics*, 50. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2019.01.003>
- Abrahamyan, A., & Barševskis, A. (2015). Environmental Niche Modelling with Desktop GARP for Wild *Origanum vulgare* L. (Lamiaceae) in Armenia. *Environment. Technology. Resources. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*, 3, 7. <https://doi.org/10.17770/etr2013vol3.869>
- Aitkin, M., Anderson, D., & Hinde, J. (1989). Statistical Modelling of Data on Teaching Styles. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 144(4), 419. <https://doi.org/10.2307/2981826>

- Akpan, G., Adepoju, K., Oladosu, Olakunle, & Adelabu, S. (2018). Dominant malaria vector species in Nigeria: Modelling potential distribution of *Anopheles gambiae* sensu lato and its siblings with MaxEnt. *PLoS ONE*, 13, e0204233. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204233>
- Akyol, A., & Örüçü, Ö. K. (2019). İklim Değişimi Senaryoları ve Tür Dağılım Modeline Göre Kızılçık Türünün (*Cornus mas* L.) Odun Dışı Orman Ürünleri Kapsamında Değerlendirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 17, Article 17. <https://doi.org/10.31590/ejosat.615019>
- Alpaydın, E. (2020). *Yapay Öğrenme: Yeni Yapay Zeka*. NadirKitap. <https://www.nadirkita.com/yapay-ogrenme-yeni-yapay-zeka-ethem-alpaydin-kitap27997917.html>
- Altınışik, B. (2022). *Makine Öğrenmesi Algoritmaları İle Dinamik Portföy Modellemesi*.
- Anderson, R., Lew, D., & Peterson, A. (2003). Evaluating predictive models of species' distributions: Criteria for selecting optimal models. *Ecological Modelling*, 211-232. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(02\)00349-6](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(02)00349-6)
- Arslan, E. S. (2019). İklim değişimi senaryoları ve tür dağılım modeline göre kentsel yol ağaçlarının ekosistem hizmetleri bağlamında değerlendirilmesi: *Robinia pseudoacacia* L. örneği. *Turkish Journal of Forestry*, 20(2), 142-148.
- Arslan, E. S., Gülçin, D., Sarıkaya, A. G., Ölmez, Z., Gülcü, S., Şen, İ., & Örüçü, Ö. K. (2021). Kokulu Ardiç'in (*Juniperus foetidissima* Willd.) Günümüz ve Gelecekteki Potansiyel Yayılışının Makine Öğrenmesi ile Modellenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 22, Article 22. <https://doi.org/10.31590/ejosat.848961>
- Ashraf, U., Ali, H., Chaudry, M., Ashraf, I., Adel, B., & Saqib, Z. (2016). Predicting the Potential Distribution of *Olea ferruginea* in Pakistan incorporating Climate Change by Using Maxent Model: *Sustainability*, 8, 722. <https://doi.org/10.3390/su8080722>
- Beaumont, L., Hughes, L., & Poulsen, M. (2005). Predicting species distributions: Use of climatic parameters in BIOCLIM and its impact on predictions of species' current and future distributions. *Ecological Modelling*, 186, 251-270. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.01.030>
- Bertrand, R., Lenoir, J., Piedallu, C., Riofrío-Dillon, G., De Ruffray, P., Vidal, C., Pierrat, J.-C., & Gégout, J.-C. (2011). Changes in plant community composition lag behind climate warming in lowland forests. *Nature*, 479(7374), 517-520.
- Cassini, M. H. (2011). Ecological principles of species distribution models: The habitat matching rule. *Journal of Biogeography*, 38(11), 2057-2065. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2011.02552.x>
- Ceng, M. A., Sava, N., & Terz, Y. (2009). *Çoklu Doğrusal Regresyonda Model Seçiminde Genelleştirilmiş Toplamsal Modellerin Kullanımı*.
- Cengiz, M. A., & Percy, D. F. (2001). Mixed multivariate generalized linear models for assessing lower-limb arterial stenoses. *Statistics in Medicine*, 20(11), 1663-1679. <https://doi.org/10.1002/sim.924>
- Ceyhan, H., & Kasapbaşı, M. C. (2022). Üretim Sistemlerinde Makine Öğrenmesi ile Kestirimci Bakım Uygulaması ve Modellemesi. *European Journal of Science and Technology*. <https://doi.org/10.31590/ejosat.1019210>
- Chakraborty, A., Joshi, P., & Kamna, S. (2016). Predicting distribution of major forest tree species to potential impacts of climate change in the central Himalayan region. *Ecological Engineering*, 97, 593-609. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.10.006>
- Cobben, M., Treuren, R., Castaneda Alvarez, N., Khoury, C. K., Kik, C., & Hintum, T. (2014). Robustness and accuracy of Maxent niche modelling for *Lactuca* species distributions in light of collecting expeditions. *Plant Genetic Resources*, 13, 1-9. <https://doi.org/10.1017/S1479262114000847>

- Costa, G., Nogueira, C., Machado, R., & Colli, G. (2009). Sampling bias and the use of ecological niche modeling in conservation planning: A field evaluation in a biodiversity hotspot. *Biodiversity and Conservation*, 19, 883-899. <https://doi.org/10.1007/s10531-009-9746-8>
- Çardak, Ç., & Örüçü, Ö. (2021). *Juniperus excelsa Bieb. (Boylu Ardıç) Türünün Coğrafi Dağılımının Modellenmesinde GARP ve Maxent Programlarının Karşılaştırılması*. *DataOne*. (2020). DesktopGarp. <https://old.dataone.org/software-tools/desktopgarp>
- Dobson, A. J., & Barnett, A. G. (1990). *An Introduction to Generalized Linear Models, Third Edition* (3rd edition). Chapman and Hall/CRC.
- Du, Z., He, Y., Wang, H., Wang, C., & Duan, Y. (2021). Potential geographical distribution and habitat shift of the genus *Ammopiptanthus* in China under current and future climate change based on the MaxEnt model. *Journal of Arid Environments*, 184, 104328. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2020.104328>
- Eker, R., Alkış, K., Ucar, Z., & Aydın, A. (2023). Ormancılıkta makine öğrenmesi kullanımı. *Turkish Journal of Forestry / Türkiye Ormancılık Dergisi*, 24, 150-177. <https://doi.org/10.18182/tjf.1282768>
- Elith, J., H. Graham, C., P. Anderson, R., Dudík, M., Ferrier, S., Guisan, A., J. Hijmans, R., Huettmann, F., R. Leathwick, J., Lehmann, A., Li, J., G. Lohmann, L., A. Loiselle, B., Manion, G., Moritz, C., Nakamura, M., Nakazawa, Y., McC. M. Overton, J., Townsend Peterson, A., ... E. Zimmermann, N. (2006). Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*, 29(2), 129-151. <https://doi.org/10.1111/j.2006.0906-7590.04596.x>
- Elith, J., & Leathwick, J. R. (2009). Species Distribution Models: Ecological Explanation and Prediction Across Space and Time. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 40(1), 677-697. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.110308.120159>
- Fick, S., & Hijmans, R. (2017). WorldClim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>
- Fidancı, A. S. (2017, Ekim 23). *Random Forest Algoritması*. <https://www.slideshare.net/SezerFidanci/random-forest-algoritmasi>
- Fitzpatrick, M., Gove, A., Sanders, N., & Dunn, R. (2008). Climate change, plant migration, and range collapse in a global biodiversity hotspot: The *Banksia* (Proteaceae) of Western Australia. *Global Change Biology*, 14, 1337-1352. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2008.01559.x>
- Gaston, K. J. (1996). *Species richness: Measure and measurement*. *Biodiversity: A Biology of Numbers and Difference*. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/030913339602000108>
- Gökalp, Ö. (2022). *Makine Öğrenmesi—Machine Learning* (s. 14).
- Grinnell, J. (1904). *The Origin and Distribution of the Chest-Nut-Backed Chickadee* on JSTOR. <https://www.jstor.org/stable/4070199>
- Grinnell, J. (1914). *Barriers To Distribution as Regards Birds and Mammals*.
- Guisan, A., Edwards, T. C., & Hastie, T. (2002). Generalized linear and generalized additive models in studies of species distributions: Setting the scene. *Ecological Modelling*, 157(2), 89-100. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(02\)00204-1](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(02)00204-1)
- Guisan, A., & Thuiller, W. (2005). Predicting species distribution: Offering more than simple habitat models. *Ecology letters*, 8(9), 993-1009.
- Guisan, A., & Zimmermann, N. (2000). Guisan A, Zimmermann NE. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modeling*, 135, 147-186. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(00\)00354-9](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(00)00354-9)

- Gür, H. (2018). *Hastalık biyocoğrafyası: Kırım-Kongo kanamalı ateşi hastalık bulaşma döngüsü ile örnek bir çalışma / Disease biogeography: A case study with Crimean-Congo hemorrhagic fever transmission cycle*. 46, 335-350.
- Hastie, T. J. (1991). *Generalized Additive Models | 7 | Statistical Models in S | Trevor J.* <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9780203738535-7/generalized-additive-models-trevor-hastie>
- Hastie, T., & Tibshirani, R. (1990). *Generalized Additive Models*.
- Hernandez, P., Graham, C., Master, L., & Albert, D. (2006). The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modeling methods. *Ecography*, 29, 773-785. <https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2006.04700.x>
- Heywood. (1998). *The Species Concept As A Socio-Cultural Phenomenon A source Of The Scientific Dilemma*.
- Hijmans, R., & Elith, J. (2013). Species Distribution Modeling with R. *Encyclopedia of Biodiversity*, 6. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384719-5.00318-X>
- Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P. G., & Jarvis, A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 25(15), 1965-1978.
- Hirzel, A. H., Hausser, J., Chessel, D., & Perrin, N. (2002). Ecological-Niche Factor Analysis: How to Compute Habitat-Suitability Maps Without Absence Data? *Ecology*, 83(7), 2027-2036. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2002\)083\[2027:ENFAHT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2002)083[2027:ENFAHT]2.0.CO;2)
- Holland, J. H. (1992). *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. MIT Press. <https://mitpress.mit.edu/9780262581110/adaptation-in-natural-and-artificial-systems/>
- Hutchinson. (1957). *Concluding Remarks Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*.
- IPCC. (2014). *IPCC. AR5 Synthesis Report: Climate Change 2014* —. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>
- Jagodziński, & Dyderski. (2018). *How much does climate change threaten European forest tree species distributions?*
- Jiang, H. (2021). *Machine Learning Fundamentals | Pattern recognition and machine learning*. Cambridge University Press.
- Kaky, E. D. A. K., & Gilbert, F. (2019). *Assessment of the extinction risks of medicinal plants in Egypt under climate change by integrating species distribution models and IUCN Red List criteria*.
- Kamal, M., Kenawy, M., H. Rady, M., Khaled, A., & Samy, A. (2018). Mapping the global potential distributions of two arboviral vectors *Aedes aegypti* and *Ae. Albopictus* under changing climate. *PLoS ONE*, 13, e0210122. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210122>
- Karacaoğlu, Ç. (2013). *Isophya Rizeensis (Orthoptera: Tettigonidae) Türünün Ekolojik Niş Modellemesi*.
- Keliang, Z., Yao, L., Meng, J., & Tao, J. (2018). Maxent modeling for predicting the potential geographical distribution of two peony species under climate change. *Science of the Total Environment*, 634, 1326-1334. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.112>
- Kraemer, M. U. G., Sinka, M. E., Duda, K. A., Mylne, A. Q. N., Shearer, F. M., Barker, C. M., Moore, C. G., Carvalho, R. G., Coelho, G. E., Van Bortel, W., Hendrickx, G., Schaffner, F., Elyazar, I. R. F., Teng, H.-J., Brady, O. J., Messina, J. P., Pigott, D. M., Scott, T. W., Smith, D. L., ... Hay, S. I. (2015). The global distribution of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Ae. Albopictus*. *eLife*, 4, e08347. <https://doi.org/10.7554/eLife.08347>
- Kraemer, M. U. G., Sinka, M. E., Duda, K. A., Mylne, A., Shearer, F. M., Brady, O. J., Messina, J. P., Barker, C. M., Moore, C. G., Carvalho, R. G., Coelho, G. E., Van Bortel, W., Hendrickx, G., Schaffner, F., Wint, G. R. W., Elyazar, I. R. F., Teng, H.-J., & Hay, S. I. (2015). The global compendium of *Aedes aegypti* and *Ae. Albopictus* occurrence. *Scientific Data*, 2, 150035. <https://doi.org/10.1038/sdata.2015.35>

- Lawler, J. J., Shafer, S. L., White, D., Kareiva, P., Maurer, E. P., Blaustein, A. R., & Bartlein, P. J. (2009). Projected climate-induced faunal change in the Western Hemisphere. *Ecology*, 90(3), 588-597. <https://doi.org/10.1890/08-0823.1>
- Le Breton, T., Zimmer, H., Gallagher, R., Cox, M., Allen, S., & Auld, T. (2019). Using IUCN criteria to perform rapid assessments of at-risk taxa. *Faculty of Science, Medicine and Health - Papers: Part B*, 1-21. <https://doi.org/10.1007/s10531-019-01697-9>
- Leach, J., & Scott, P. (2002). Designing and Evaluating Science Teaching Sequences: An Approach Drawing upon the Concept of Learning Demand and a Social Constructivist Perspective on Learning. *Studies in Science Education*, 38, 115-142. <https://doi.org/10.1080/03057260208560189>
- Lenoir, J., Gégout, J.-C., Marquet, P. A., de Ruffray, P., & Brisse, H. (2008). A significant upward shift in plant species optimum elevation during the 20th century. *science*, 320(5884), 1768-1771.
- Li, Y., Tang, Z., Yujing, Y., Wang, K., Cai, L., He, J., Gu, S., & Yao, Y. (2019). *Incorporating species distribution model into the red list assessment and conservation of macrofungi: A case study with Ophiocordyceps sinensis*.
- Marvin, & Seymour. (1969). *Perceptrons*. MA: MIT Press. <https://mitpress.mit.edu/9780262630221/perceptrons/>
- Masani, K., Oza, P., & Agrawal, S. (2019). Predictive Maintenance and Monitoring of Industrial Machine using Machine Learning. *Scalable Computing: Practice and Experience*, 20, 663-668. <https://doi.org/10.12694/scpe.v20i4.1585>
- McCullagh, P., & Nelder, J. A. (1989). *Generalized Linear Models* / P. McCullagh / Taylor & Francis eBooks, Re.
- Mod, H. (2016). What we use is not what we know: Environmental predictors in plant distribution models. *Journal of Vegetation Science*, 27. <https://doi.org/10.1111/jvs.12444>
- Murty, M. N., & Avinash, M. (2023). *Representation in Machine Learning*. Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-981-19-7908-8>
- Nandi, A., & Pal. (2021). *Interpreting Machine Learning Models: Learn Model Interpretability and Explainability Methods*.
- Nassif, A., Shahin, I., Attili, I., Azzeh, M., & Shaalan, K. (2019). Speech Recognition Using Deep Neural Networks: A Systematic Review. *IEEE Access*, PP, 1-1. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2896880>
- Nelder, J. A., & Wedderburn, R. W. M. (1972). Generalized Linear Models. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 135(3), 370-384. <https://doi.org/10.2307/2344614>
- Önder, F., & Awad, T. I. (2000). *Türlerin Oluşumu Üzerine Bir İnceleme*.
- Örücü, Ö. K. (2019). Phoenix theophrasti Gr.'nin iklim değişimine bağlı günümüz ve gelecekteki yayılış alanlarının MaxEnt Modeli ile tahmini ve bitkisel tasarımda kullanımı. *Turkish Journal of Forestry*, 20(3), Article 3. <https://doi.org/10.18182/tjf.613205>
- Öztop, Z. (2023). *XANTHIUM SPINOSUM L.'UN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE BAĞLI OLARAK GLOBAL DÜZEYDE POTANSİYEL DAĞILIM ALANLARININ BELİRLENMESİ* [Thesis]. <http://acikerisim.harran.edu.tr:8080/xmlui/handle/11513/3150>
- Padilla, O., Rosas, P., Moreno, W., & Toulkeridis, T. (2016). Modeling of the ecological niches of the Anopheles spp in Ecuador by the use of geo-informatic tools. *Spatial and Spatio-temporal Epidemiology*, 21. <https://doi.org/10.1016/j.sste.2016.12.001>
- Pearson, R. (2010). Species' Distribution Modeling for Conservation Educators and Practitioners. *Lessons in Conservation*, 3.
- Petekci, A. R. (2021). *Teorik Olarak Makine Öğrenimi*.
- Peterson, A. (2006). Uses and Requirements of Ecological Niche Models and Related Distributional Models. *Biodiversity Informatics*, 3. <https://doi.org/10.17161/bi.v3i0.29>

- Peterson, A., Papes, M., & Eaton, M. (2007). Transferability and model evaluation in ecological niche modeling: A comparison of GARP and Maxent. *Ecography*, 30, 550-560. <https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2007.05102.x>
- Peterson, A., Soberón, J., Pearson, R., Anderson, R., Martínez-Meyer, E., Nakamura, M., & Araújo, M. (2011). Ecological Niches and Geographic Distributions. İçinde *Monographs in Population Biology* (C. 49). <https://doi.org/10.1515/9781400840670>
- Phillips, S., & Dudík, M. (2008). Modeling of species distributions with MAXENT: New extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 31, 161-175. <https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2008.5203.x>
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., & Schapire, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological modelling*, 190(3-4), 231-259.
- Pulat, M., & Kocakoç, İ. D. (2021). Türkiye’de Makine Öğrenmesi ve Karar Ağaçları Alanında Yayımlanmış Tezlerin Bibliyometrik Analizi. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 28(2), Article 2. <https://doi.org/10.18657/yonveek.870190>
- Rana, S. K., Rana, H. K., Luo, D., & Sun, H. (2021). Estimating climate-induced ‘Nowhere to go’ range shifts of the Himalayan *Incarvillea* Juss. Using multi-model median ensemble species distribution models. *Ecological Indicators*, 121, 107127. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107127>
- Sarikaya, O., Karaceylan, I., & Sen, I. (2018). *Maximum entropy modeling (maxent) of current and future distributions of Ips mannsfeldi (Wachtl, 1879)(Curculionidae: Scolytinae) in Turkey.*
- Sérgio, C., Figueira, R., Draper, D., Menezes, R., & Sousa, A. J. (2007). Modelling bryophyte distribution based on ecological information for extent of occurrence assessment. *Biological Conservation*, 135(3), 341-351. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.10.018>
- Soberon, J., & Peterson, A. T. (2005). *Interpretation of Models of Fundamental Ecological Niches and Species Distributional Areas.*
- Species distribution modelling. (2023). İçinde *Wikipedia*. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Species_distribution_modelling&oldid=1181885841
- Thuiller, W., Lavorel, S., Araújo, M., Sykes, M., & Prentice, I. (2005). Climate change threats to plant diversity in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102, 8245-8250. <https://doi.org/10.1073/pnas.0409902102>
- Tittensor, D. P., Baco, A. R., Brewin, P. E., Clark, M. R., Consalvey, M., Hall-Spencer, J., Rowden, A. A., Schlacher, T., Stocks, K. I., & Rogers, A. D. (2009). Predicting global habitat suitability for stony corals on seamounts. *Journal of Biogeography*, 36(6), 1111-1128. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2008.02062.x>
- Tourani, M., Çağlayan, A., Işık, V., & Saber, R. (2022). İran’da iklim değişikliğinin, klimatolojik, meteorolojik ve hidrolojik afetlere etkisi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 80, Article 80. <https://doi.org/10.17211/tcd.1085714>
- Turhost. (2020, Aralık 18). Makine Öğrenmesi (Machine Learning) Nedir? • Turhost Blog. *Turhost Blog*.
- Türkeş, M. (2008). Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 1(1), 26-37.
- Türkmenoğlu, C., & Tantuğ, A. (2014). *Sentiment Analysis in Turkish Media*. <https://doi.org/10.13140/2.1.1502.1125>
- Türkozan, S. T. (2019). *TÜRKİYE’DE AEDES (STEGOMYIA) ALBOPICTUS (SCUSE, 1894)’UN POPULASYON GENETİĞİ VE EKOLOJİK NİŞ MODELLEMESİ.*
- Uzun, A. (2020). *İKLİM DEĞİŞİMİ SENARYOLARINA GÖRE PEYZAJ TASARIMINDA KULLANILAN FABACEAE FAMILİYASINA AİT BAZI ODUNSU TÜRLERİN GÜNÜMÜZ VE GELECEKTEKİ YAYILIŞ ALANLARININ TAHMİNİ.* <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35773.59368>

- Üyük, A. (2021). *Platanus orientalis* L.(Doğu Çınarı) 'in CMIP6 İklim Modelleri İle Yayılış Alanlarının Karşılaştırmalı Tahmini.
- Wan, J.-Z., Wang, C.-J., & Yu, F.-H. (2017). Spatial conservation prioritization for dominant tree species of Chinese forest communities under climate change. *Climatic Change*, 144, 1-14. <https://doi.org/10.1007/s10584-017-2044-7>
- Wang, B., Xu, G., Li, P., Li, Z., Zhang, Y., Cheng, Y., Jia, L., & Zhang, J. (2020). Vegetation dynamics and their relationships with climatic factors in the Qinling Mountains of China. *Ecological Indicators*, 108, 105719. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105719>
- Wang, Y., Xie, B., Wan, F., Xiao, Q., & Dai, L. (2007). The Potential Geographic Distribution of *Radopholus similis* in China. *Agricultural Sciences in China*, 6(12), 1444-1449. [https://doi.org/10.1016/S1671-2927\(08\)60006-1](https://doi.org/10.1016/S1671-2927(08)60006-1)
- Ward, D. F. (2007). Modelling the potential geographic distribution of invasive ant species in New Zealand. *Biological Invasions*, 9(6), 723-735. <https://doi.org/10.1007/s10530-006-9072-y>
- Wiens, J. (2016). Climate-Related Local Extinctions Are Already Widespread among Plant and Animal Species. *PLOS Biology*, 14, e2001104. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2001104>
- Williams, J. N., Seo, C., Thorne, J., Nelson, J. K., Erwin, S., O'Brien, J. M., & Schwartz, M. W. (2009). Using species distribution models to predict new occurrences for rare plants. *Diversity and Distributions*, 15(4), 565-576. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2009.00567.x>
- Wilson, J., Foxcroft, L., Geerts, S., Hoffman, M. T., MacFadyen, S., Measey, J., Mills, A., Richardson, D., Robertson, M., & van Wilgen, B. (2020). *The Role of Environmental Factors in Promoting and Limiting Biological Invasions in South Africa* (ss. 355-385). https://doi.org/10.1007/978-3-030-32394-3_13
- Wollan, A. K., Bakkestuen, V., Kauserud, H., Gulden, G., Halvorsen, R., & Svenning, J.-C. (2008). Modelling and Predicting Fungal Distribution Patterns Using Herbarium Data. *Journal of Biogeography*, 35(12), 2298-2310.
- WorldClim. (2019). <https://www.worldclim.org/>
- Yılmaz, G. (2015). *Isophya major*, *I. nervosa* ve *I. rectipennis* (Orthoptera: Tettigonidae: Phaneropterinae) türlerinin ekolojik Niş modeli.
- Yi, Y.-J., Cheng, X., Yang, Z.-F., & Zhang, S. (2016). Maxent Modeling for Predicting the Potential Distribution of Endangered Medicinal Plant (*H. Riparia* Lour) in Yunnan, China. *Ecological Engineering*, 92, 260-269. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.04.010>
- Yuan, H.-S., Wei, Y.-L., & Wang, X.-G. (2015). Maxent modeling for predicting the potential distribution of Sanghuang, an important group of medicinal fungi in China. *Fungal Ecology*, 17, 140-145. <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2015.06.001>
- Zhang, K., Sun, L., & Tao, J. (2020). Impact of Climate Change on the Distribution of *Euscaphis japonica* (Staphyleaceae) Trees. *Forests*, 11(5), Article 5. <https://doi.org/10.3390/f11050525>



OTİZMLİ BİREYLER İÇİN AÇIK YEŞİL ALANLARIN ÖNEMİ VE TASARIMI (THE IMPORTANCE AND DESIGN OF OPEN GREEN SPACES FOR INDIVIDUALS WITH AUTISM)

F. Esra BÜYÜKKAL¹

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, ISPARTA/Türkiye
esrabykal@gmail.com, ORCID: 0009-0000-3592-9475

Doi: <https://doi.org/10.53463/ecopers.20240309>

Corresponding Author/İletişim yazarı: F. Esra BÜYÜKKAL

E-mail: esrabykal@gmail.com



ÖZET

Açık yeşil alanlar, otizm spektrum bozukluğu (OSB) olan bireyler için önemli özellikler sunan mekânlardır. Bu alanlar, doğanın sunduğu sakinleştiriciler, sosyal etkileşim olanakları ve fiziksel aktiviteler gibi unsurlar sayesinde otizmlili bireyler üzerinde, duygusal, sosyal ve fiziksel gelişimleri açısından olumlu etkilere sebep olmaktadır.

Bu çalışma, literatür araştırması, otizmlili çocukların ebeveynlerine yönelik anket çalışması ve son olarak veri analizlerinin yapılmasında kullanılan yöntem ve aşamalarının incelenmesi ve bilgi verilmesi çalışmalarını kapsamaktadır. Anket kapsamında ebeveynlere yönelik 27 adet soru sorulmuş ve Google forms aracılığıyla ebeveynlerin yanıtlamaları istenmiştir. Araştırma kapsamında 52 ebeveyn çalışmaya katılmıştır.

Çalışmanın sonucundan elde edilen verilere göre otizmlili bireylerin açık ve yeşil alanlardaki tutum ve davranışlarının daha olumlu olduğu tespit edilmiş ve açık yeşil alanların tasarımında özel gereksinimli bireylere yönelik tasarım kriterlerinin önemi vurgulanmış ve bununla ilgili tasarım önerileri sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Otizm, Yeşil alan, Tasarım

ABSTRACT

Open green spaces are places that offer important features for individuals with autism spectrum disorder (ASD). These spaces have positive effects on individuals with autism in terms of their emotional, social and physical development thanks to the elements such as tranquilisers, social interaction opportunities and physical activities offered by nature.

This study includes literature research, questionnaire study for parents of children with autism, and finally, examination of the methods and stages used in data analyses and providing information. Within the scope of the questionnaire, 27 questions were asked to parents and parents were asked to answer through Google forms. Within the scope of the research, 52 parents participated in the study.

According to the data obtained from the results of the study, it was determined that the attitudes and behaviours of individuals with autism in open and green spaces were more positive and the importance of design criteria for individuals with special needs in the design of open green spaces was emphasised and design suggestions were presented.

Key words: Autism, Green space, Design.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Otizm spektrum bozukluğu (OSB), kuvvetli bir genetik bileşenle ilişkili olarak ortaya çıkan, doğumdan sonraki ilk yıllarda belirtiler gösteren, sosyal iletişim ve etkileşim yetersizliği, hafızada zayıflık, iletişimde problemler, dikkat bozukluğu, kısıtlı ve sürekli yinelenen davranışlarla kendini göstererek beynin işleyişini etkileyen, sinir sistemi problemlerinin sebep olduğu nörogelişimsel bir bozukluktur (Dinure, 2022; Sağlık Bakanlığı, 2016; Susuz ve Doğan, 2020).

Otizm ilk olarak 1944 yılında Leo Kanner tarafından tanımlanmıştır. Otizm, ilk zamanlarda çocukluk şizofrenisi veya çocukluk psikozu olarak değerlendirilmiştir. Kanner, otizm deyimini diğer bireylerle ilişki kurmayan, kendi kurdukları dünyada yaşama eğilimi olan çocuklar için kullanmıştır (Danış, 2001).

OSB, çevresel ve genetik etmenlerden etkilenen ve birçok alt tipi bulunan bir hastalıktır. Bunlardan daha sık görülenler şunlardır;

Asperger Sendromu: Bariz bir dil gelişimi gecikmesi olmaksızın, toplumsal etkileşimde nitel bozulma, davranış, ilgi ve aktivitelerde sınırlı, tekdüze ve yineleyici örüntülerin olması bozukluğun temel özellikleridir. Dil gelişiminde gerilik olmaması, bilişsel gelişmede, uyum davranışlarında ve çocuklukta çevreyle ilgilenme konusunda belirgin bir gecikme olmaması ile otistik bozukluktan ayrılmaktadır (Girli, 2007).

Çocukluk Desintegratif Bozukluğu: Çocukluk çağı desintegratif bozukluğu (ÇÇDB), yaşamın ilk 2 yılında iletişim, sosyal etkileşim becerileri, oyun, mesane ve barsak kontrolü ile motor davranış alanlarında normal gelişimi takiben 2-10 yaşları arasında belirtilen alanların en az ikisinde gerileme gözlenen nöropsikiyatrik bir sendrom olarak tanımlanmaktadır (Yazıcı, 2014).

Atipik Otizm: Atipik otizm, sözel ve toplumsal etkileşim ile ilgili problemler, dilin amaca uygun olarak kullanılamaması, belirli kurallara aşırı bağlılık ve aşırı düzeydeki utangaçlık ile karakterize olan bozukluktur. Atipik Otizm, erken yaşlarda ortaya çıkabildiği gibi daha sonraki gelişim dönemlerinde de ortaya çıkabilmektedir (Çetinkaya vd., 2023; Namlı, 2012).

Rett Sendromu: Rett sendromu normal gelişim basamaklarını takiben erken nörolojik regresyon ile tanınan ve kızlarda görülen nörogelişimsel bir bozukluktur. Bilişsel, sözel, ince ve kaba motor yetiler ile iletişimin kaybı, otonomik disfonksiyon ve sıklıkla nöbetlerin eşlik ettiği genetik bir hastalıktır (Akkuş ve Utine, 2016).

Otistik bireylerin görsel olarak öğrenme düzeyleri genellikle daha yüksektir. Sözel becerilerinin zayıf olmasına karşın, görsel ve uzamsal becerilerde üstün bir yetenek sergilemektedirler. Çünkü

bilgiyi işleme süreçleri görselliğe dayalı olmaktadır (İrtenk, 2011). Bu kapsamda bahçeler, otizmlili bireylerin renkleri ve dokuları görsel olarak deneyimlemelerine, rüzgârın ağaçlardaki sesini dinleyebilmelerine, duyularıyla çevreyi hissetmelerine olanak sağlayan özel mekanlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bahçe atmosferi hem canlandırıcı ve uyarıcı hem de sakinleştirici bir etki yaratır. Bu sayede otizmlili bireyler stresli günlük yaşamlarından uzaklaşabilmekte ve doğanın içinde huzurlu bir ruh hali yaşayabilmektedirler (Şensoy, 2017). Peyzajın doğallığı ile orantılı olarak sağlık ve memnuniyet de artmaktadır. Yeşil alanların varlığı, kırsal alanların sakinliği, kuş sesleri, çiçek ve toprak kokusu gibi peyzaja ait nitelikler, özel gereksinimli bireyler üzerinde olumlu ve rahatlatıcı bir etkiye sebep olmaktadır (Açıksöz, Bollukçu, Gökçe, ve Yar, 2016). Bu kapsamda OSB olan bireylerin mekânı algılayış şekli, tasarımcıların önem göstermesi gereken bir konudur. Bazı otizmlili çocuklar yalnızlığı, sessizliği ve mahremiyeti ararken bazıları da sosyalleşebilecekleri mekanları tercih edebilmektedir. Benzer şekilde kimileri gölgeli ve kapalı mekanlarda huzurlu ve rahat hissederken kimileri ise açık ve geniş mekanlarda kendilerini daha rahat hissetmektedir. Bu nedenle tasarımcılar geniş ve aydınlık alanlar yanında aynı mekânda daha kapalı ve gölgeli alanları bir araya getirebilmelidir. Otizmlili bireyler için tanıdık ve aşina unsurların bulunduğu mekanlar, bu bireylerin kendilerini o mekânda daha rahat hissetmelerine olanak sağlamaktadır. Bu nedenle tasarımcılar, kullanıcıların günlük yaşamlarında aşina oldukları öğeleri kullanarak mekâna entegre etmelidirler. Bundan dolayı bahçe planlama aşamalarında uygulanacak alanın kullanım potansiyeline en uygun şekilde, her kullanıcıya hitap edecek tasarımlar düşünmelidirler (Bergeman, 2012; Külekçi, 2023; Marcus, 2007).

Otizmlili bireyler genellikle alışılmışın dışında hareket etmektedirler. Gidecekleri yere çoğunlukla aynı yoldan gitmeyi tercih ederler. Sadece belirli konulara ilgilidirler (Külekçi, 2023; Şensoy, 2017). Otizmlili bireylerin duyuşal özellikleri de diğer insanlara göre farklılık göstermektedir. İşitsel, görsel ve fiziksel uyarılara karşı farklı tepkiler gösterebilirler. Örneğin bazı otistik bireyler çocukluk döneminde seslere karşı tepkisiz kalmaktadır. Bazı otistik bireyler hareketli ve parlak cisimlere odaklanabilmekte ve uzun süre bu cisimlere bakabilmektedir. Kimileri ışıktan rahatsız olmakta ve fazla ışık olmayan ortamları tercih etmektedirler. Kimileri sıcak, soğuk, acı, tatlı gibi duyuları önemsemezken kimileri de bu ve benzeri fiziksel uyarılara karşı aşırı tepki göstermektedir. Ayrıca bazı otizmlili bireyler dokunulmaya karşı tepki göstermekte, insanlarla fiziksel temastan hoşnut olmamaktadırlar. Genel anlamda otistik bireylerin duyuşal anlamda çevrelerine verdiği tepkiler farklılık göstermektedir. Örneğin; yeni bir nesneyi tanımlarken veya bir ortamı keşfetmeye çalışırken verdikleri tepkiler farklı olabilmektedir

(Kaya, 2019; Külekçi, 2023; Şensoy, 2017). Bu sebeplerle otizmlı bireylerin rehabilitasyon sürecinde genellikle duyuşal etkilere odaklanılmaktadır. Bu bireylere fayda sağlayabilecek bir bahçe planlamasının temel gayesi duyuşal etkileri artıracak mekanlar oluşturmak olmalıdır (Külekçi, 2023; Mostafa, 2014). Bu kapsamda otizmlı bireylerin rehabilite edilebilmesinde duyuşal bahçeleri bu amaca hizmet eden önemli bir mekân olarak karşımıza çıkmaktadır. Duyuşal bahçelerindeki düzenlilik, sakinlik ve tutarlılık otistik çocuklar için önemlidir. Çünkü birden fazla öğeyi aynı anda algılayan otistik bir birey, çevresel uyaranların karmaşıklığından dolayı büyük tepkiler verebilir (Berar, Silivâşan, ve Bala, 2011; Şensoy, 2017).

Duyuşal bahçeleri, çocuklara çeşitli duyuşal uyarıcılara maruz kalmalarını sağlayarak onların duyuşal deneyimlerini zenginleştirmeyi amaçlamaktadır. Bu uyarıcılardan biriyle etkileşime geçmek, çocukların motivasyonunu artırmakta ve öğrenme süreçlerine olumlu bir katkıda bulunmaktadır. Aynı zamanda, duyuşal bahçeleri bireylerin yeteneklerini geliştirmelerine olanak tanıyarak, motor becerilerini ve sosyal etkileşim yeteneklerini desteklemektedir. Özel olarak tasarlanan bu bahçeler, otizmlı çocukların rahatlamalarına, çevrelerini anlamalarına ve duyuşal deneyimlerini daha etkili bir şekilde yönetmelerine yardımcı olarak genel yaşam kalitelerini artırmaktadır (Gonzalez ve Kirkevold, 2015; Şensoy, 2017). Bu bahçelerin yapısal tasarımı; patika-yürüyüş yolları, oturma ve dinlenme alanları, aktivite yapabilecekleri oyun alanları vb. mekanları içermektedir. Bitkisel tasarım ise uyarıcı özelliği olan bitki kullanımlarını içermektedir. Bu tasarım ilkeleri, duyuşal çevre kavramlarıyla birleştirildiğinde otistik çocuklar için sosyal yaşama uyum sağlamada etkili olabilmektedir (Şensoy, 2017). Bireylerin çevrelerinde rahatça dolaşabilmeleri için, açık ve net görüş sağlayacak hatlar önemlidir. Otizmlı çocuklar genellikle fazla ışığa duyarlı oldukları için açık alanlarda gölge alanlar oluşturmak büyük bir öneme sahiptir. Renkler, doku, hareket, biçim, ışık ve gölge gibi tüm görme duyuşunu uyaran ayrıntılar duyuşal bahçesine mutlaka eklenmelidir (Seven ve Tazebay, 2023). Sese karşı hassas olan otizmlı çocuklar için trafiğin yoğun olduğu bölgelerde tehlikelerden korunmaları için önlemler alınmalıdır. Bahçe içinde rahatlatıcı etkisi olan doğal ses unsurları oluşturmak için müzik koridorları kullanılmalıdır (Şensoy, 2017). Tasarlanan alanlar mümkünse trafiğin daha az yoğun olduğu yerlere konumlandırılmalıdır. Otizmlı bireylerin huzursuz edebilecek gürültüyü engellemek için ses yalıtımı sağlayan ya da kuşları kendine çeken bitki türleri tasarımda kullanılmalı, bu bireyleri daha sakinleştiren mekanlar, örneğin süs havuzları, yapay şelaleler tasarlanmalıdır. Kullanılan malzemelerin dokularının bazı otizmlı çocuklar için önemli olduğu düşünülerek çakıllı yollar, kum havuzu ve çim alanlar tercih edilmelidir. Otistik bireylerde baskın kokular genellikle rahatsızlık yaratmaktadır. Bu sebeple, bahçe düzenlemelerinde tercih

edilen bitkiler arasında baskın olmayan, hafif ve yumuşak kokulara sahip çiçekleri olan bitkiler bulundurmak önemlidir (Philips, Butler, ve Brooks, 2011; Şensoy, 2017). Doğal bir ortam yakalamak için çeşitli bitkilerle bir tasarım yapılmalıdır. Oyun alanlarında kullanılan çok kişilik oyun ekipmanları, sulu oyuncaklar, müzikli oyuncaklar ve sosyal etkinliklere yer verilmelidir. Çocuklar ve engelli bireyler için hortikültürel aktivitelerin, toprakla ve doğayla vakit geçirebilecekleri etkinliklerin yapılabilmesine olanak sağlayan seralar, bitki parterleri, saksılar, bostanlıklar vb. alanlara bahçe içerisinde yer verilmelidir (Külekçi, 2023). Bu bahçelerde içerisinde barındırdıkları anlamlar nedeniyle renk, şekil ve tasarım ilkeleri gibi kriterler, planlama aşamasında dikkate alınmalıdır. Bu kriterler sadece duyu bahçelerinde veya bilişsel amaçlı tasarlanan mekanlarda değil, alanın tamamında hakimiyet sağlamalıdır (Altınçekiç, 2000; Güller ve Kaya, 2016; Külekçi, 2023; Manipa ve Tommasi, 2023; Şekerci, Özgen, ve Dündar, 2016). Oluşturulan mekanlar ve bağlantılı yollar karmaşık olmamalıdır. Açık ve belirgin yollar olmalı ve ergonomik koşulları karşılamalıdır. Ortamlar ve nesneler algılanabilir ve ayırt edilebilir olmalıdır (Bulut ve Göktuğ, 2006; Güller ve Kaya, 2016; Külekçi, 2023; Marcus, 2007; Oğuz, Çakıcı, Sevimli, ve Özgür, 2010). Duyu bütünleme sorunlarına sahip bireyler için mekanlar tasarlanırken, özel oyun alanlarına özel önem vermek gerekmektedir. Örneğin, otistik bireylerin sıklıkla oyun alanlarındaki yüksek gürültüden olumsuz etkilendiği göz önüne alındığında, bu bireylerin rahatlayabileceği düşük ses seviyeli ve huzurlu alanlar yaratmak önemlidir. Bu bağlamda, oyun alanlarında bağımsız oyun evleri gibi özel tasarlanmış bölgeler oluşturmak, duyu bütünleme bozukluğu yaşayan bireylerin konforunu artırabilmektedir. Otistik bireylerin becerilerini güçlendirmek amacıyla, farklı duylara ve motor becerilere odaklanan özel alanlar oluşturmak son derece önemlidir. Örneğin, kum havuzları etkili bir araçtır. Bu tür alanlar, otistik bireylerin dokunma duyusunu geliştirmelerine yardımcı olmaktadır. Aynı zamanda, kumla etkileşimde bulunmak, kasları güçlendirmekte, el-göz koordinasyonunu artırmakta, yaratıcılıklarını geliştirmekte ve zihinsel gelişimlerine katkı sağlamaktadır (Şensoy, 2017). Güvenlik açısından, çarpma riskinin yüksek olduğu bölgelerde (kaydıraklar ve salıncaklar gibi) döşemelerin yumuşak ve doğal malzemelerden olması tercih edilmelidir, böylece çocuklara zarar gelme riskinin ortadan kaldırılması sağlanmaktadır (Tandoğan, 2021). Duyu bahçelerinde kullanılan oyun elemanlarının doğru şekilde kullanılabilmesi için, her bir oyun elemanının üzerine nasıl kullanılacağını açıklayan yazılı, görsel ve işitsel açıklama levhaları yerleştirilmelidir. Bu sayede otistik bireyler, oyunları daha iyi anlayabilmekte ve etkileşimde bulunabilmektedirler (Külekçi, 2023).

Otizimli bireylerin rehabilite edilebilmesi için bir diğer önemli mekânda hortikültürel terapi bahçeleridir. Hortikültürel terapi, kişinin fiziksel, zihinsel ve kişisel gelişimi için canlı malzeme olarak toprak ve bitkilerle yapılan aktiviteleri (üretim, meyve toplama vb.) içermektedir (Uslu, 2008). Uygulamada, hortikültürel terapinin fiziksel, duygusal, bilişsel ve sosyal olarak çok fazla yarar sağladığı bilinmektedir (Barut ve Kara, 2020; Lantz, 2006; Szofran, Myer, ve Meyer, 2004; Taft, 2004). Hortikültürel terapi ile ilgili yapılan araştırmalarda, bu terapiye katılan bireylerde olumlu değişikliklere dair çeşitli bulgular ortaya çıkmıştır. Bu çalışmalarda, terapiye katılan kişilerin sosyalleşme düzeylerinde ve yaşam kalitelerinde artışlar gözlemlenmiştir. Ayrıca, katılımcıların ruhsal durumlarında ve farkındalık düzeylerinde olumlu yönde gelişmeler yaşandığı belirlenmiştir. Hortikültürel terapinin, bireylerin duyuşsal becerilerini artırmada etkili olduğu vurgulanmıştır (Yavaş vd., 2020). Bahçecilik faaliyetleri, özellikle koku, renk, dokunma ve tatma duyuşlarını geliştirmeye yönelik bir ortam sağlayarak katılımcıların duyuşsal deneyimlerini zenginleştirmektedir. Bu bulgular, hortikültürel terapinin bireylerin genel sağlığına olumlu katkılarda bulunduğunu ve bu terapinin sosyal, duygusal ve duyuşsal alanlarda olumlu etkileri olduğunu göstermektedir (Barut ve Kara, 2020; Perrins-Margalis, Rugletic, Schepis, Stepanski, ve Walsh, 2000; Sempik ve Aldridge, 2005). Bu alanlarda; farklı türde bitkilere yer verilmektedir. Türlerin farklı mevsimlere göre çiçeklenme ve renklenme özellikleri dikkate alınmaktadır. Kuş, kelebek gibi fauna için çekici türler ya da yaprak, dal, gövde gibi habitus özellikleri ile ilgi çekici olan bitki türleri kullanılmaktadır. Bununla birlikte bu bahçelerde, iklimsel kontrol yapılmakta, durgun ya da hareketli su yüzeylerine yer verilerek suyun sesi, serinlik etkisi ve balıklar için barınak özellikleri de kullanılarak özel mekânlar oluşturulmaktadır. Bu bahçelerde genel tasarım özellikleri yanı sıra, sessiz, sakin ve herkese açık meditasyon ortamlarının varlığı çok önemlidir. Diğer bireylerle bir arada paylaşım ve iş birliği ile üretim, hasat çalışmaları da yapıldığından, bu alanlar kaynaşma alanlarıdır (Uslu, 2008). Terapi bahçelerinin planlama ve tasarım sürecinde dikkate alınması gereken birkaç önemli konu bulunmaktadır. Öncelikle, bahçenin erişilebilir olması büyük önem taşımaktadır. Engelli bireylerin rahatça dolaşabileceği yollar ve rampaların düşünülmesi, genel erişim açısından kritiktir. Ayrıca, kullanıcıların dinlenme ve etkileşim için oturma alanlarına ve kentsel donatılara erişimini sağlamak da önemlidir. Yürüyüş yollarının basit patikalar şeklinde düzenlenmesi, doğayla iç içe olma hissini pekiştirebilir. Gölgeleme elemanları ve su öğeleri, terapi bahçesinin atmosferini zenginleştirebilir. Aynı zamanda, simgeler ve yön işaretleri kullanılarak, ziyaretçilere kolaylıkla oryantasyon sağlanmalıdır (Demirkan, 2019). Terapi bahçesinin kullanım süresini artırmak için, mevsimlere uygun olarak tasarlanmış sera veya kış bahçesi gibi alanlar düşünülmelidir. Bu sayede, kullanıcılar yıl boyunca bahçeden

faydalanabilirler. Çok duyulu deneyimlere odaklanan mekânlar, kullanıcıların duyularını harekete geçirerek terapi etkisini artırabilmektedir. (Açıksöz vd., 2016). Duyu ve terapi bahçelerinde bitkisel tasarım aşaması da çok önemli bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Oyun alanı ve çevresinde otizmlili bireyleri rahatsız etmeyecek olan küçük ağaç ve çalı türleri kullanılmalıdır. Kuş, kelebek gibi küçük hayvanlarla çocukların etkileşim içerisinde olacağı tasarımlar yapılarak doğa ile çocuk arasındaki bağın kuvvetlenmesi sağlanmalıdır. Yaprak, meyve, çiçek, tohumları ile oyun aksesuarları üreten ancak zehirli olmayan bitkiler oyun alanında olmalıdır (Moore, 1993; Tandoğan, 2021). Yolların kenarlarına tohum, meyve, diken, kozalak veya kırık dal parçalarının düşme riski olan bitkiler dikilmemelidir. Bu tür bitkiler, yollarda potansiyel tehlikeler oluşturabilir ve erişilebilirliği engelleyebilir. Yol kenarlarındaki bitkilerin seçimi, güvenliği artırmak ve kullanıcıların rahatça geçiş yapmasını sağlamak için dikkatle yapılmalıdır (Çelik, Ender, ve Akdeniz, 2015; Tandoğan, 2021). Oyun alanına çocukların görme, duyma, dokunma ve koklama duyuları ile deneyimleyebilecekleri bitki türleri eklenmelidir. "Görme duyusu için; kırmızı, turuncu, sarı ve iri çiçekli bitkiler (Uslu ve Shakouri, 2012); işitsel uyarım açısından, çam, bambu gibi değişik ses üreten bitkiler (Moore, 1993; Tandoğan, 2021); dokunma için "etli yapraklı (*Sedum* gibi) ya da dokulu yaprak, gövde özelliklerine sahip bitkisel elemanlar kullanılabilir (Tandoğan, 2021; Uslu ve Shakouri, 2012). Bitkisel tasarımda beş duyuya hitap eden, kokulu, renkli ve dokulu süs bitkilerine öncelik verilmelidir. Son olarak, terapi bahçelerinin yenilebilir peyzaj içermesi, kullanıcıların doğayla daha yakın bir ilişki kurmalarını sağlayabilir. Bu; bahçelerin sadece estetik bir alan olmanın ötesinde, kullanıcıların duygusal ve fiziksel sağlığını destekleyen bir ortam olmasına katkı sağlar (Açıksöz vd., 2016).

Çocuk oyun alanları da otizmlili bireylerin sosyal yaşama adapte olabilmelerinde çok önemli mekanlardan biridir. Çocuk oyun alanı olarak seçilecek yer, yaşam birimlerinden ve çevresindeki okullardan araçla veya yaya olarak kısa sürede ve kolayca ulaşılabilen bir konumda olmalıdır. Ancak bu konumda yoğun trafik ve rahatsız edici seslerin olmamasına özen gösterilmelidir. Çocuk oyun alanları, farklı yaş gruplarındaki çocuklara hitap eden çeşitli oyun elemanlarını barındıracak kadar geniş ve güvenli olmalıdır. Alan, birçok yerden görülebilmeli ve çocuklar, ebeveynleri tarafından kolayca izlenebilir bir noktada olmalıdır (Duman ve Koçak, 2013; Pouya ve Savaş, 2020). Oyun parkı tasarlanırken arazinin eğimi, güneş ışığına maruz kalma durumu, alt yapı hizmetleri, ulaşım imkânı mutlaka göz önünde bulundurulması gereken çok önemli kriterlerdir (Z. Bulut ve Kılıçaslan, 2009). Oyun alanlarının çevredeki konutlardan çok uzak olması tercih edilmez. Oyun alanları ile konutlar arasındaki mesafe 400-800 m. olması

gerekmektedir (Pouya ve Savaş, 2020; Türkan ve Önder, 2011). Oyun alanlarının konumu belirlenirken, arazi formu da büyük bir öneme sahiptir. Engebeli araziler, çocuklar için genellikle düz araziden daha ilgi çekici olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle, arazideki doğal yükselti farklılıkları oyun alanı tasarımında dikkate alınmalıdır. Çocuklar, oyun sırasında farklı yüksekliklerdeki alanlara tırmanma, keşfetme ve etkileşimde bulunma konusunda önemli derecede bir ilgiye sahiptir. Bu yüzden engebeli arazinin kullanılması, çocuklara daha çeşitli deneyimler sunabilir. Yükselti farkları, oyun parkının daha heyecan verici ve çeşitli aktivitelere olanak tanıyan bir yapıya sahip olmasını sağlayabilir (Keçecioglu, 2014). Aynı zamanda, engebeli arazinin doğal yapısının korunması da çocukların doğayla daha yakın bir etkileşimde bulunmalarına olanak tanır. Doğal yükselti farklılıkları, çevresel sürdürülebilirlik ve çocukların doğayı keşfetme isteğini destekleyerek oyun alanlarını daha çekici kılabilir. Sonuç olarak, oyun alanı tasarımında arazi formunun dikkate alınması, çocukların gelişimine uygun, etkileyici ve doğayla iç içe bir ortam yaratma potansiyelini artırabilir (Sürmen, 1998). Bu yükselti farkları oluşturulurken engelli bireylerin rahatlıkla kullanabileceği azami eğim miktarının üstünde olmamalıdır (Pouya ve Savaş, 2020; Sürmen, 1998). Çocuk oyun alanlarının tasarımında, engelli ve engelli olmayan çocukların birlikte vakit geçirebileceği alanlar oluşturmak, çocukların toplumsal eğitimi açısından son derece önemlidir. Bu yaklaşım, engeli bulunmayan çocuklara engelli arkadaşlarıyla bir arada olma deneyimi yaşatmanın yanı sıra, engelli çocuklara karşı farkındalık oluşturmayı amaçlar. Engeli bulunmayan çocuklar, bu ortamda engelli arkadaşlarının deneyimlerini paylaşarak empati yeteneklerini geliştirebilirler. Ayrıca, oyun alanlarında engelsiz tasarımlar, engelli çocukların da rahatça katılımını sağlar. Bu durum, engeli olmayan çocuklara engelli bireylerin durumunu anlatmak ve farkındalık yaratmak için etkili bir adımdır. Bu yaklaşımın en önemli avantajlarından biri, engeli olmayan çocukların engelli arkadaşlarını dışlamamayı öğrenmeleridir. Engelli çocuklar ise bu sayede dışlanmadıklarını hissederek, dışa dönük ve özgüveni yüksek bir şekilde gelişimlerini sürdürebilirler, yaşama uyum sağlayabilirler (Pouya ve Savaş, 2020). Sadece engelli bireyler için tasarlanmış izole bir park ya da çocuk oyun alanı, çağdaş bir kent peyzajında yeterince etkili bir gösterge olmayabilir. Engelli çocuklar için tasarlanan alanlarda, çocukların çevresi hakkında bilgi alabilecekleri panolar, tabelalar ya da bilgilendirici nesneler yer almalıdır. Örneğin, kabuğu, meyvesi ya da dokusuyla dikkat çekici olan bir ağaç yanında yer alan bir tabela, bireyin bitkiye dokunma deneyimini anlatan şekiller, grafikler ya da uyarıcı ifadeler içermelidir. Bu, engelli bireylerin doğayla etkileşimini artırmak ve çevrelerini daha iyi anlamalarına yardımcı olmak adına önemli bir adım olabilir (Uslu ve Shakouri, 2012).

2. MATERYAL VE YÖNTEM (MATERIAL AND METHOD)

Araştırmada yöntem üç aşamadan oluşmaktadır. İlk aşama literatür araştırması, ikinci aşama, otizmlili çocukların ebeveynlerine yönelik anket çalışması ve son aşama veri analizlerinin yapılmasında kullanılan yöntem ve aşamalarının incelenmesi ve bilgi verilmesi çalışmalarını kapsamaktadır. Anket kapsamında ebeveynlere yönelik 27 adet soru sorulmuş ve Google forms aracılığıyla ebeveynlerin yanıtlamaları istenmiştir. Araştırma kapsamında 52 ebeveyn çalışmaya katılmıştır. Anket sonuçlarının analizi ve değerlendirilmesi sürecinde SPSS 25 yazılımından yararlanılmıştır. Bu yazılımla frekans analizleri yapılmış ve tablolastırılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA (RESULT AND DISCUSSION))

Tablo-1’de Otizm spektrum bozukluğuna sahip çocuğı olan ebeveynlerin demografik verileri gösterilmiştir. Ankete cevap veren ebeveynlerin %88,5’i (46 kişı) kadın %11,5’i (6 kişı) erkek bireylerdir. Ebeveynler %55,8’lik oranla (29 kişı) 35-44 yaş aralığında bulunmaktadır. Medeni durum olarak %90,4 (47 kişı) evli bireylerden oluşmaktadır. Ankete cevap veren ebeveynlerin eğitim durumu %34,6 (18 kişı) lise, %26,9 lisans (14 kişı), %13,5 (7 kişı) ortaöğretim, %11,5 (6 kişı) ilköğretim, %7,7 (4 kişı) önlisans ve %5,8 (3 kişı) lisansüstü düzeyindedir. Ankete cevap veren ebeveynlerin meslek durumları %61,5 (32 kişı) ev hanımı, %15,4 (8 kişı) kamu sektörü, %13,5 (7 kişı) özel sektör, %3,8 (2 kişı) esnaf ve %5,8 (3 kişı) çalışmıyor olarak tespit edilmiştir. Gelir durumu ise %55,8 (29 kişı) 12000-24.000 TL, %23,1 (12 kişı) 24.000 TL üstü ve %21,2 (11 kişı) 12.000 TL’den az olarak belirtilmiştir. çizelge 1’den elde edilen veriler sonucunda otizmlili çocuğına sahip ebeveynlerden ankete cevap veren kadın bireylerin ağırlıkta olduğı (46 kişı) tespit edilmiş ve buradan da otizmlili bireylerle genellikle annelerin ilgilendiğı ve bakımını üstlendiğı sonucu çıkarılmıştır.

Çizelge 1 Ebeveyn demografik verileri

		<i>f</i>	%	M	SD
Cinsiyet	Kadın	46	88,5		
	Erkek	6	11,5		
Yaş	18_24	2	3,8		
	25_34	18	34,6		
	35_44	29	55,8	2,63	0,658
	45_54	3	5,8		
Medeni durum	Evli	47	90,4		
	Bekar	4	7,7		
	Belirtmek istemiyorum	1	1,9		
Eğitim durumu	İlköğretim	6	11,5		
	Ortaöğretim	7	13,5		
	Lise	18	34,6		
	Önlisans	4	7,7		
	Lisans	14	26,9		
	Lisansüstü	3	5,8		
Meslek	Ev hanımı	32	61,5		
	Kamu sektörü	8	15,4		
	Özel sektör	7	13,5		
	Esnaf	2	3,8		
	Çalışmıyor	3	5,8		
Gelir durumu	12.000 TL'den az	11	21,2		
	12.000_24.000 TL	29	55,8		
	24.000 TL ve üstü	12	23,1		
Toplam		52	100	100	

Çizelge-2'de otizm spektrum bozukluğuna sahip çocuk bireylerin demografik verileri gösterilmiştir. Anket sonuçlarına göre otizmlili çocukların cinsiyeti %75 (39 kişi) erkek ve %25 (13 kişi) kız bireylerdir. %17,3 oranla (9 kişi) en fazla 4 yaş grubunda otizmlili birey bulunmaktadır. %96,2 (50 kişi) oranla ailede başka otizmlili birey olmadığı belirtilmiştir. Çocuğun özel gereksinim türü ise %86,5 (45 kişi) atipik otizm, %9,6 (5 kişi) Asperger sendromu ve %3,8 (2 kişi) disintegratif bozukluk olduğu ifade edilmiştir.

Çizelge 2 Otizmlı birey demografik verileri

		<i>f</i>	%	M	SD
Cinsiyet	Kız	13	25		
	Erkek	39	75		
Yaş	1	1	1,9		
	2	2	3,8		
	4	9	17,3		
	5	4	7,7		
	6	8	15,4		
	7	2	3,8		
	8	2	3,8		
	9	5	9,6	8,13	4,289
	10	5	9,6		
	11	6	11,5		
	12	2	3,8		
	13	1	1,9		
	14	2	3,8		
	18	2	3,8		
	22	1	1,9		
Ailede başka otizmlı birey	Yok	50	96,2		
	Anne	1	1,9	1,06	0,308
	Kız/erkek kardeş	1	1,9		
Çocuğun özel gereksinim türü	Atipik otizm	45	86,5		
	Asperger sendromu	5	9,6	1,17	0,474
	Disintegratif bozukluk	2	3,8		
Toplam		52	100	100	

4. SONUÇ (CONCLUSION)

Günümüzde her geçen gün otizmlı çocuk sayısındaki artışa bağlı olarak otizmlı çocukların sosyal hayattaki ihtiyaç duydukları gereksinimler giderek artış göstermektedir. Bu sebeple özel tasarlanmış çocuk oyun alanlarına daha çok ihtiyaç duyulmaktadır. OSB'li çocukların sosyalleşmesi ve dil becerilerinin geliştirebilmek için açık yeşil alan kullanımı oldukça önemlidir. Çünkü OSB'li çocuklar açık yeşil alanları kapalı alanlara göre daha huzurlu bulur, kendilerini daha rahat, mutlu ve aktif hissederler. Bu çalışmanın sonucunda elde edilen verilerden yola çıkılarak OSB'li çocukların olumsuz tüm duygulardan kurtulabilmesi için açık yeşil alanlarda yapabilecekleri etkinliklere yönelik çeşitlilik sunulmalıdır. Çocuğu uyaranlardan uzaklaştıracak

ve hayal kırıklığına uğratabilecek belirsizliklerden kaçınılmalıdır. Bu yaklaşım şekli tüm etkinlik alanlarında kullanıldığında mekânlar arasındaki ilişkiyi güçlendirecektir. Mekânların düzenli tasarlanması, otizmlili çocukların bu alanlarda nereye gideceklerini, nasıl gideceklerini ve ne yapacaklarını daha kolay anlamalarına yardımcı olabilir. Bu sayede, çocuklar rahatlamış bir şekilde etkileşimde bulunabilir ve kendilerini ifade etmeleri desteklenir. Tüm bu unsurların bir araya gelmesi, otizmlili çocukların açık yeşil alanlarda daha olumlu bir deneyim yaşamalarına katkıda bulunabilir ve bu alanların etkili bir şekilde kullanılmalarını sağlayabilir.

KAYNAKÇA

- Açıksöz, S., Bollukçu, P., Gökçe, G. C., ve Yar, Z. S. (2016). *Zihinsel ve Ruhsal Engellilere Yönelik Terapi Bahçeleri: Özel Bakım Merkezleri Örneği*.
- Akkuş, P. Z., ve Utine, G. E. (2016). Rett sendromu. *Cocuk Sagligi ve Hastaliklari Dergisi*, 59(2).
- Altınçekiç, H. (2000). Peyzaj mimarlığında renk ve önemi. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 50(2), 59-78.
- Barut, B., ve Kara, Y. (2020). Ekolojik sosyal hizmet perspektifinden hortikültürel terapi. *Toplum ve Sosyal Hizmet*, 31(1), 218-240.
- Berar, C., Silivâşan, M., ve Bala, M. (2011). Study on achieving a garden of senses in Icloda Locality, Timis County. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*, 15(3), 75-80.
- Bergeman, J. A. (2012). *Evaluating the healing effects of design elements in therapeutic landscapes: A case study of Rosecrance healing garden*.
- Bulut, Y., ve Göktuğ, T. H. (2006). Sağlık bulma yönünde çevresel bir etken olarak iyileştirme bahçeleri. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 2006(2).
- Bulut, Z., ve Kılıçaslan, Ç. (2009). *Çocuğa özgüven kazandırmada önemli bir ilke; çocuk oyun alanlarında güvenlik*.
- Çelik, A., Ender, E., ve Akdeniz, N. S. (2015). Engelsiz parklarda peyzaj tasarımı. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 8(2), 5-11.
- Çetinkaya, H., Ek, N., Çifçi, Ş., Işın, D., Yıldız, E., ve Bulut, Ş. (2023). Otizm Spektrum Bozukluğuna Genel Bir Bakış. *Sciences*, 9(69), 3735-3744.
- Danış, M. Z. (2001). Otistik çocuklar. *Ufkun Ötesi Bilim Dergisi*, (2), 65-82.
- Demirkan, G. Ç. (2019). İyileştirici bahçeler ve tasarım kriterlerinin değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(1), 148-151.
- Dinure, M. (2022). Otizm spektrum bozukluğu ve beslenme. *İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(2), 66-71.
- Duman, G., ve Koçak, N. (2013). Çocuk oyun alanlarının biçimsel özellikleri açısından değerlendirilmesi (Konya İli Örneği). *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11(1), 64-81.
- Girli, A. (2007). Asperger sendromlu ve yüksek işlevli otistik çocukların eğitimden yararlanma düzeyleri. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, 8(02), 23-43.
- Gonzalez, M. T., ve Kirkevold, M. (2015). Clinical use of sensory gardens and outdoor environments in Norwegian nursing homes: A cross-sectional e-mail survey. *Issues in Mental Health Nursing*, 36(1), 35-43.
- Güller, E., ve Kaya, S. İ. (2016). Mekan Renklerinin Zihinsel Engelli Çocukların Mekanı Algılamasındaki Etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36(3).

- İrtenk, T. (2011). *Otistik çocuk özel eğitim ve rehabilitasyon merkezlerinin mimari tasarım açısından incelenmesi*.
- Kaya, L. (2019). *Spor dersi alan otizm spektrum bozukluğu olan çocukların, ebeveynlerinin yaşam kalitesinin araştırılması*.
- Keçecioğlu, P. (2014). *Ruh sağlığı kurumlarında iyileştirme bahçelerinin irdelenmesi ve peyzaj tasarım ilkelerinin belirlenmesi*.
- Külekçi, E. A. (2023). *İyileştirme Bahçeleri Ve Uygulanabilir Konsept Tasarımların Oluşturulması:Erzurum Örneği Muhammet Emre YAZICI Yüksek Lisans Tezi*.
- Koç, E. (2002). The impact of gender in marketing communications: The role of cognitive and affective cues. *Journal of Marketing Communications*, 8(4), 257-275. <https://dx.doi.org/10.1080/13527260210145993>
- Lantz, B. (2006). Therapeutic gardening with physical rehabilitation patients. *Journal of Therapeutic Horticulture*, 34-38.
- Manippa, V., ve Tommasi, L. (2023). The shape of you: Do individuals associate particular geometric shapes with identity? *Current Psychology*, 42(12), 10042-10052.
- Marcus, C. C. (2007). Healing gardens in hospitals. *Interdisciplinary design and research e-Journal*, 1(1), 1-27.
- Moore, R. C. (1993). *Plants for Play: A Plant Selection Guide for Children's Outdoor Environments*. ERIC.
- Mostafa, M. (2014). Architecture for autism: Autism ASPECTSS™ in school design. *International Journal of Architectural Research: ArchNet-IJAR*, 8(1), 143-158.
- Namlı, S. (2012). *Spor yapan veya yapmayan otistik engelli bireylerin davranış ve motor performanslarının karşılaştırılması*.
- Oğuz, D., ÇAKICI, I., Sevimli, G., ve Özgür, Ş. (2010). Yaslı bakım evlerinde dış mekân tasarımı. *Yaşlı Sorunları Araştırma Dergisi*, 3(1-2), 23-33.
- Perrins-Margalis, N. M., Rugletic, J., Schepis, N. M., Stepanski, H. R., ve Walsh, M. A. (2000). The immediate effects of a group-based horticulture experience on the quality of life of persons with chronic mental illness. *Occupational Therapy in Mental Health*, 16(1), 15-32.
- Philips, C., Butler, P., ve Brooks, M. (2011). The healing circle: A sensory garden for all abilities. *Barwon Commu-nity Leadership Program, Community Project*, 1-17.
- Pouya, S. (2023). Zihinsel Engelli Çocuklara Bireysel Bahçe Terapisinin Uygulanması ve Gelişimlerinin Değerlendirilmesi. *Akademia Doğa ve İnsan Bilimleri Dergisi*, 8(1), 40-61.
- Pouya, S., ve Savaş, S. (2020). Engelsiz Çocuk Oyun Alanları. *GSI Journals Serie A: Advancements in Tourism Recreation and Sports Sciences*, 3(1), 17-34.
- Sağlık Bakanlığı. (2016). 'Otizmin Farkındayım, Farklılıklara Saygılıyım'. Geliş tarihi 14 Kasım 2023, gönderen <https://www.saglik.gov.tr/TR,19827/otizmin-farkindayim-farkliliklara-saygiliyim.html>
- Sempik, J., ve Aldridge, J. (2005). Social and therapeutic horticulture in the UK: the growing together study. *Leicestershire: Centre for Child and Family Research, Loughborough University*.
- Seven, N., ve Tazebay, H. I. (2023). Otizm Dostu Mekân Tasarımı: Sistematik Literatür Taraması. İçinde *Doğa ve Mühendislik Bilimlerinde Güncel Tartışmalar* (1. bs, s. 18). Ankara: Bilgin Kültür Sanat Yayınları.
- Susuz, Ç., ve Doğan, B. G. (2020). Halk sağlığı bakışıyla otizm spektrum bozukluğu/autism spectrum disorder with public health perspective. *ESTÜDAM Halk Sağlığı Dergisi*, 5(2), 297-310.
- Sürmen, A. (1998). Çocuk Psikolojisi ve Çocuk Oyun Alanı Düzenleme Prensipleri Arasındaki ilişkiler. *ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Bitirme Tezi, Bartın*.

- Szofran, J., Myer, S., ve Meyer, S. (2004). Horticultural therapy in a mental health day program. *Journal of Therapeutic Horticulture*, 32-35.
- Şekerci, C., Özgen, E., ve Dünder, Z. (2016). Mekân Tasarımında Rengin Önemi. İçinde *İç Ve Dış Arasındaki Çeper Temalı Ulusal Mekân Tasarımı Sempozyumu 2016 Bildiri Kitabı* (S. 13).
- Şensoy, N. (2017). Otizm spektrum bozukluğu olan bireyler için duyu bahçesi tasarımı. *İnönü Üniversitesi Sanat Ve Tasarım Dergisi*, 7(15), 115-128.
- Taft, S. B. (2004). Therapeutic horticulture for people living with cancer: The healing gardens program at cancer lifeline in Seattle. *Journal of Therapeutic Horticulture*, 16-23.
- Tandoğan, O. (2021). Kapsayıcı çocuk oyun alanları için tasarım ölçütleri. *Artium*, 9(1), 11-20.
- Türkan, E., ve Önder, S. (2011). Balıkesir kenti çocuk oyun alanlarının irdelenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8(3), 69-80.
- Uslu, A. (2008). Zihinsel ve Fiziksel Engelliler İçin Hortikültürel Terapi. *Ufkun Ötesi Bilim Dergisi*, 8(1-2), 5-24.
- Uslu, A., ve Shakouri, N. (2012). Zihinsel ve Fiziksel Engelliler İçin Hortikültürel Terapi. *Journal of Forestry Faculty of Kastamonu University*, 12(1).
- Yavaş, R., Aslan, E., AÇIKÇA, F., Mikail, Ö., ÇALIŞKAN, A. B., ve Kuyumcu, F. Ç. (2020). Bakım Merkezlerinde Bir Sosyalleşme Aracı Olarak Hortikültürel Terapinin Kullanımı. *Ufkun Ötesi Bilim Dergisi*, 20(1), 223-231.
- Yazıcı, K. U. (2014). *Çocuk Psikiyatrisi Pratiğinde Nadir Bir Durum: Çocukluk Çağı Desintegratif Bozukluğu*. (27), 352-355. <https://doi.org/10.5350/DAJPN2014270411>

EK: Anket formu linki

https://docs.google.com/forms/d/1vnObm2Uicqudu0tWEu9bn-jDxhhwsqRiGGfc07E2L_U/prefill



YAPAY ZEKA VE PEYZAJ MİMARLIĞI: GELECEĞİN ESTETİK VE SÜRDÜRÜLEBİLİR DOKUSU

(ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND LANDSCAPE ARCHITECTURE: THE AESTHETIC AND SUSTAINABLE FABRIC OF THE FUTURE)

Muratcan KAYAN¹

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Isparta/Türkiye
kayanmuratcan@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3990-1370

Doi: <https://doi.org/10.53463/ecopers.20240313>

Corresponding Author/İletişim yazarı: Muratcan KAYAN

E-mail: kayanmuratcan@gmail.com



ÖZET

Yapay zeka, peyzaj mimarlığında köklü değişimlere yol açarak sektörü dönüştürmektedir. Bu çalışma, yapay zekanın peyzaj tasarımındaki yenilikçi rolünü ve gelecekteki potansiyelini incelemektedir. Yapay zeka algoritmaları, büyük veri setleri üzerinde yaptığı kapsamlı analizlerle tasarım süreçlerini hızlandırmakta ve veri odaklı karar almayı mümkün kılmaktadır. Bu teknoloji, tasarım süreçlerinin verimliliğini artırırken sürdürülebilirlik ve çevresel duyarlılık gibi önemli konularda da katkı sağlar. Doğal kaynakların etkin kullanımını destekleyerek çevresel etkinin azaltılmasına yardımcı olur ve gelecekteki peyzaj projelerinin sürdürülebilirliğini sağlamlaştırır. Özellikle su kaynakları yönetimi, iklim koşullarına uygun bitki seçimi ve ekosistemlerin korunması gibi alanlarda yapay zeka destekli analizler, tasarımcılara yenilikçi ve etkili çözümler sunmaktadır. Ancak, yapay zekanın etkin kullanımı için tasarımcılar arasında farkındalık oluşturacak eğitim programlarına ihtiyaç vardır. Yapay zekanın peyzaj mimarlığına entegrasyonu, sektördeki yenilikleri yönlendirmenin yanı sıra, yeni kariyer fırsatlarının doğmasına da katkı sağlamaktadır. Bu çalışma, yapay zekanın peyzaj mimarlığındaki rolünü ve gelecekteki etkilerini kapsamlı bir bakış açısıyla ele almaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çevresel duyarlılık, veri analizi, yapay zeka, peyzaj mimarlığı, sürdürülebilirlik

ABSTRACT

Artificial intelligence is driving transformative changes in landscape architecture, reshaping the sector. This study examines AI's innovative role in landscape design and its future potential. AI algorithms accelerate design processes and enable data-driven decision-making through comprehensive analyses of large datasets. While increasing the efficiency of design processes, this technology also contributes significantly to sustainability and environmental sensitivity. By promoting the efficient use of natural resources, AI aids in reducing environmental impact and strengthens the sustainability of future landscape projects. AI-driven analyses provide designers with innovative and effective solutions, especially in areas such as water resource management, climate-adapted plant selection, and ecosystem preservation. However, awareness-building training programs are needed among designers to ensure AI's effective use. The integration of AI into landscape architecture not only guides sector innovations but also contributes to the creation of new career opportunities. This study takes a comprehensive look at AI's role and future impact in landscape architecture.

Key words: Artificial intelligence, data analysis, environmental sensitivity, landscape architecture, sustainability

1. GİRİŞ

Peyzaj mimarlığı, insanın doğayla etkileşimini düzenleyen, çevresel kaliteyi artırmayı ve yaşam alanlarını estetik bir şekilde düzenlemeyi amaçlayan bir sanat ve bilim dalıdır (Antrop, 2005). Geleneksel yöntemlerin yanı sıra, teknolojinin hızla ilerlemesi, peyzaj tasarımında yapay zeka gibi yenilikçi teknolojilerin etkisini giderek artırmaktadır (O'Sullivan, 2016). Bu çalışma, yapay zekanın peyzaj mimarlığı alanında sağladığı dönüşüm ve gelecekteki potansiyelini ele almayı amaçlamaktadır.

Yapay zeka algoritmaları, büyük veri setleri üzerinde çalışarak peyzaj tasarımcılarına daha kapsamlı ve veri odaklı bir temel sunar (Zhou ve Wang, 2018: 33). Bu, tasarım sürecinin hızlanmasına katkı sağlarken aynı zamanda daha bilinçli ve bilgiye dayalı kararlar alınmasına olanak tanır. Yapay zeka destekli sistemler, karmaşık veri analizi ve öngörücü modeller aracılığıyla tasarımcılara daha fazla rehberlik sağlayarak yaratıcılığı teşvik eder ve daha iyi sonuçlar elde edilmesine yardımcı olur (Smith, 2019: 60).

Ayrıca, yapay zeka peyzaj tasarımında sürdürülebilirlik ve çevresel duyarlılık gibi önemli konuları da ele alır (Andersson, 2020: 45). Doğal kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlar ve çevresel etkinin en aza indirilmesine katkıda bulunur. Bu da gelecek nesiller için daha sağlıklı ve sürdürülebilir bir çevre oluşturmayı hedefleyen peyzaj projelerinin geliştirilmesine olanak tanır (Benson, 2021: 77). Örneğin, su kaynaklarının yönetimi ve bitki seçimi gibi konularda yapay zeka destekli analizler, tasarımcılara büyük avantajlar sunar (Li ve Zhao, 2017: 112).

Yapay zeka teknolojisinin peyzaj mimarlığına entegrasyonu bazı zorlukları da beraberinde getirir. Bu teknolojinin etkin bir şekilde kullanılabilmesi için tasarımcılar arasında farkındalık ve eğitim çabalarının artırılması gerekmektedir (Garcia vd., 2019: 99). Yapay zeka destekli peyzaj tasarımının daha yaygın bir şekilde benimsenmesi, sektördeki gelecekteki yönelimleri şekillendirme potansiyeline sahiptir (Johnson, 2020: 58).

Sonuç olarak, yapay zekanın peyzaj mimarlığı alanındaki etkisi giderek artmakta ve bu teknoloji, sektördeki gelecekteki gelişmeleri belirleyen önemli bir faktör olmaya devam etmektedir (Smith, 2019: 60). Yapay zeka, peyzaj mimarlığında yeni bir çağın habercisi olarak, estetik ve sürdürülebilir dokuların oluşturulmasına önemli katkılar sağlayacaktır (Kim, 2018: 44).

2. YAPAY ZEKANIN PEYZAJ TASARIMINDAKİ DÖNÜŞÜMÜ

Yapay zeka (YZ), peyzaj tasarımında devrim niteliğinde bir dönüşüm yaratarak, tasarım süreçlerini daha hassas, verimli ve çevresel olarak duyarlı hale getirmektedir. Bu dönüşüm, özellikle yapay zeka algoritmalarının veri analizi üzerindeki etkileri ve hız ile bilgiye dayalı karar alma süreçlerindeki katkılarıyla belirginleşmektedir. Bu bölümde, yapay zekanın peyzaj tasarımı üzerindeki etkilerini kapsamlı bir şekilde inceleyerek, bu teknolojinin tasarım süreçlerine olan katkılarını ele alacağız.

2.1. Yapay Zeka Algoritmaları ve Veri Analizi

Yapay zeka algoritmaları, peyzaj tasarımında veri analizinin ötesine geçerek, karmaşık veri setlerini anlamlı bilgiye dönüştürür. Bu algoritmalar, büyük veri setlerini işleyerek, çevresel koşulları, bitki türlerini, su kaynaklarını ve diğer önemli faktörleri analiz eder ve tasarım sürecinde kritik rol oynar (Zhou ve Wang, 2018: 33). YZ, makine öğrenimi ve derin öğrenme tekniklerini kullanarak, bu verilerden desenler ve eğilimler çıkarır, böylece tasarımcıların daha etkili ve bilgili kararlar almasını sağlar.

YZ algoritmaları, veri analizi sürecinde yalnızca mevcut verileri değerlendirmekle kalmaz, aynı zamanda gelecekteki senaryoları da simüle eder. Bu, tasarımcılara çeşitli olasılıkları değerlendirme ve en uygun çözümü seçme konusunda önemli avantajlar sunar. Örneğin, yapay zeka tabanlı sistemler, iklim değişikliklerinin bitki örtüsü üzerindeki etkilerini modelleyerek, sürdürülebilir bitki seçimi ve su yönetimi stratejileri geliştirilmesine yardımcı olur (Andersson, 2020: 45). Ayrıca, yapay zeka destekli analizler, tasarım sürecinde karşılaşılabilecek potansiyel sorunları önceden tahmin ederek, bu sorunlara karşı etkili çözümler sunar (Li ve Zhao, 2017: 112).

2.1.1.YZ Algoritma Türleri

Yapay zeka algoritmaları, peyzaj tasarımında çeşitli işlevleri yerine getirmek için kullanılır ve bu algoritmaların türleri, uygulama alanlarına göre değişiklik gösterir. Makine öğrenmesi (ML) algoritmaları, geniş veri setleri üzerinde eğitim alarak desenleri ve ilişkileri öğrenir ve bu bilgiler doğrultusunda tahminlerde bulunur. Denetimli öğrenme algoritmaları, belirli bir etiketli veri kümesi kullanarak modelin öğrenmesini sağlar ve genellikle sınıflandırma ve regresyon problemleri için tercih edilir (Mitchell, 1997: 45). Öte yandan, denetimsiz öğrenme algoritmaları,

etiketlenmemiş verileri analiz ederek veri kümelerindeki doğal yapıları ve grupları ortaya çıkarır (Jain vd., 1999: 121).

Derin öğrenme (DL) yöntemleri, sinir ağları kullanarak karmaşık ve yüksek düzeyde soyutlama gerektiren problemleri çözer. Derin öğrenme algoritmaları, özellikle büyük veri setleri ile çalışırken yüksek başarı oranları sergiler ve görüntü işleme, ses tanıma gibi alanlarda etkili sonuçlar elde eder (LeCun vd., 2015: 436). Ayrıca, evrimsel algoritmalar ve genetik algoritmalar, optimizasyon problemlerini çözmede kullanılır; bu algoritmalar, genetik ve doğal seçim süreçlerini taklit ederek çözüm arayışını optimize eder (Holland, 1975: 78).

2.1.2. Veri Toplama ve İşleme Yöntemleri

Yapay zeka uygulamaları için etkili veri toplama ve işleme, başarılı bir tasarım sürecinin temel taşlarını oluşturur. Veri toplama süreci, çeşitli kaynaklardan bilgi derlemeyi içerir ve bu kaynaklar arasında sensör verileri, uydu görüntüleri, anketler ve gözlemler bulunur. Sensörler, çevresel verilerin gerçek zamanlı olarak toplanmasını sağlar ve bu veriler, bitki büyümesi, hava durumu ve toprak koşulları hakkında bilgi sunar (Zhang ve Li, 2016: 289). Uydu görüntüleri, geniş alanların detaylı analizini mümkün kılar ve peyzaj değişimlerinin izlenmesinde kullanılır (Goodchild ve Li, 2012: 55).

2.2. Hız ve Bilgiye Dayalı Karar Alma Süreçleri

Yapay zekanın sağladığı hız ve bilgiye dayalı karar alma süreçleri, peyzaj tasarımında önemli bir avantaj sunar. Geleneksel tasarım yöntemlerinde, kararlar genellikle zaman alıcı süreçler ve sınırlı veri analizi ile şekillendirilirken, yapay zeka, bu süreçleri hızlandırır ve daha kapsamlı bilgi sunar (Johnson, 2020: 58). YZ algoritmaları, veri işleme ve analiz süreçlerini otomatikleştirerek, tasarım sürecini hızlandırır ve böylece tasarımcıların daha kısa sürede daha fazla veri üzerinde çalışma imkanı sağlar.

Bilgiye dayalı karar alma, yapay zekanın tasarım süreçlerine katkısının merkezinde yer alır. Yapay zeka, tasarım sürecinde toplanan verileri analiz ederek, mevcut koşulları daha iyi anlama ve gelecekteki değişiklikleri tahmin etme konusunda önemli bir avantaj sağlar (Smith, 2019: 60). YZ destekli sistemler, çeşitli senaryoları modelleyerek, tasarımcılara en iyi seçenekleri sunar ve bu seçeneklerin çevresel etkilerini değerlendirir. Örneğin, yapay zeka, su kaynaklarının yönetimini optimize ederek, su kullanımını daha verimli hale getirebilir ve bitki seçimini iklim

koşullarına göre uyarlayarak, ekosistemlerin sürdürülebilirliğini artırabilir (Andersson, 2020: 45).

2.2.1. Karar Alma Süreçlerinde YZ'nin Rolü

Yapay zeka, peyzaj tasarımında karar alma süreçlerini köklü bir şekilde dönüştürür. Karar destek sistemleri (DSS) olarak bilinen YZ uygulamaları, tasarımcılara çeşitli senaryoları değerlendirme ve en uygun çözümü seçme konusunda yardımcı olur. Öngörücü analizler, geçmiş verilere dayanarak gelecekteki olayları tahmin eder ve bu bilgiler doğrultusunda stratejik kararlar alınmasını sağlar (Chen vd., 2012: 45). Örneğin, YZ tabanlı öngörücü modeller, hava koşulları, bitki büyüme döngüleri ve su kaynakları kullanımı gibi faktörleri dikkate alarak optimize edilmiş tasarım önerileri sunar.

Optimizasyon algoritmaları, tasarım süreçlerinde alternatif çözümleri değerlendirmeye ve en iyi sonucu elde etmeye yönelik kararlar verir. Bu algoritmalar, belirli kısıtlamalar ve hedefler doğrultusunda en uygun tasarım seçeneğini belirler (Bertsimas ve Tsitsiklis, 1997: 91). Ayrıca, gömülü öğrenme teknikleri, kullanıcıların tercihlerini ve davranışlarını analiz ederek kişiselleştirilmiş tasarım çözümleri sunar. Bu yöntemler, kullanıcı geri bildirimlerine hızlı bir şekilde yanıt vererek tasarım süreçlerini daha etkili hale getirir (Sutton ve Barto, 2018: 78).

2.2.2. Bilgi Temelli Karar Verme Stratejileri

Bilgi temelli karar verme stratejileri, veri ve bilgi analizi kullanarak bilinçli seçimler yapmayı sağlar. Bilgi tabanlı sistemler, kullanıcıların mevcut bilgi ve verileri analiz ederek kararlar almasına yardımcı olur ve bu sistemler genellikle veritabanları ve bilgi yönetim sistemleri kullanır (Alavi ve Leidner, 2001: 108). Veri analitiği ise, verileri anlamlı bilgilere dönüştürmek için kullanılan çeşitli teknikleri içerir; bu teknikler arasında tanımlayıcı analitik, önleyici analitik ve öngörücü analitik yer alır (Davenport ve Harris, 2007: 45).

Sistematik karar verme yöntemleri, tasarım sürecinde karşılaşılan problemleri analiz ederek ve çeşitli çözüm alternatiflerini değerlendirerek en uygun seçeneği belirler. Bu yöntemler, genellikle karar matrisleri ve çok kriterli karar verme tekniklerini kullanır (Saaty, 1980: 56). Ayrıca, bilgi yönetimi stratejileri, tasarımcılara güncel ve doğru bilgiye erişim sağlayarak karar süreçlerini destekler ve bilgi akışını optimize eder (Nonaka ve Takeuchi, 1995: 34).

3. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE ÇEVRESEL DUYARLILIK

Sürdürülebilirlik ve çevresel duyarlılık, modern peyzaj tasarımının temel ilkeleri arasında yer almaktadır. Yapay zeka (YZ), bu alanlarda sağladığı yenilikçi çözümler ve optimizasyon stratejileri ile çevresel etkilerin azaltılmasında ve doğal kaynakların daha verimli kullanılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu bölümde, yapay zekanın çevresel etkilerin azaltılması, doğal kaynakların verimli kullanımı ve su kaynakları yönetimi konularındaki katkıları kapsamlı bir şekilde ele alınacaktır.

3.1. Yapay Zeka ile Çevresel Etkilerin Azaltılması

Yapay zeka, çevresel etkilerin azaltılmasında devrim niteliğinde bir araç olarak öne çıkmaktadır. Bu teknoloji, çevresel performansı izleme, analiz etme ve optimize etme kapasitesi ile ekosistemlerin sürdürülebilirliğini destekler (Benson, 2021: 77). YZ algoritmaları, büyük veri analitiği ve makine öğrenimi tekniklerini kullanarak, çevresel verilerin derinlemesine analizini gerçekleştirir ve çevresel etkilerin dinamiklerini daha iyi anlama fırsatı sunar.

YZ sistemleri, hava kalitesi, toprak sağlığı ve su kaynakları gibi çevresel parametreleri gerçek zamanlı olarak izler. Örneğin, yapay zeka destekli hava kirliliği izleme sistemleri, hava kalitesindeki değişiklikleri anında tespit eder ve bu değişikliklere uygun aksiyon önerileri sunar. Bu tür sistemler, çevresel riskleri önceden tahmin ederek, kirliliğin azaltılması için gerekli önlemleri almakta büyük bir rol oynar (Garcia vd., 2019: 99). Ayrıca, yapay zeka, bitki örtüsü ve ekosistem sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri belirleyerek, bu etkileri azaltmaya yönelik stratejiler geliştirir.

3.1.1.. Karbon Emisyonlarının Azaltılması

Yapay zeka, karbon emisyonlarının azaltılmasına yönelik stratejilerin geliştirilmesinde önemli bir rol oynar. Karbon ayak izi analizleri, yapay zeka algoritmaları kullanılarak gerçekleştirilir ve bu analizler, tasarım projelerinin karbon salınımını değerlendirmeye yardımcı olur. Veri tabanlı modelleme ve öngörücü analizler, çeşitli tasarım senaryolarının karbon emisyonları üzerindeki etkilerini simüle ederek, daha düşük emisyonlu seçeneklerin tercih edilmesini sağlar (Gartner vd., 2018: 62).

Enerji tüketim verilerinin analizi, karbon emisyonlarını azaltmak için kritik öneme sahiptir. Yapay zeka destekli sistemler, enerji tüketim desenlerini analiz eder ve bu analizler doğrultusunda enerji verimliliğini artıran önerilerde bulunur. Optimizasyon algoritmaları

kullanılarak enerji tüketimi minimize edilir ve bu da dolaylı olarak karbon emisyonlarının azaltılmasına katkıda bulunur (Chien ve Ding, 2017: 54). Ayrıca, yeşil bina sertifikaları ve karbon dengeleme stratejileri, yapıların çevresel etkilerini azaltmaya yönelik kullanılan diğer yöntemlerdir ve bu stratejiler YZ destekli analizlerle daha etkin hale getirilebilir (Kibert, 2016: 88).

3.1.2. Enerji Verimliliği Sağlama

Enerji verimliliği sağlamak, sürdürülebilir peyzaj tasarımının temel unsurlarından biridir ve yapay zeka bu süreçte çeşitli katkılar sağlar. Enerji verimliliği analitiği, yapay zeka tabanlı sistemler tarafından yürütülen enerji tüketim verilerinin analizini içerir. Bu sistemler, enerji tüketimindeki eğilimleri belirler ve enerji kullanımını optimize eden çözümler önerir (Zhang vd., 2019: 73). Enerji modelleme yazılımları, yapay zeka algoritmalarıyla entegre edilerek, binaların ve peyzaj alanlarının enerji performansını simüle eder ve bu sayede enerji verimliliğini artıracak tasarım değişiklikleri yapılır.

Akıllı enerji yönetim sistemleri, enerji tüketimini gerçek zamanlı olarak izler ve dinamik olarak ayar yapar. Bu sistemler, enerji kaynaklarını verimli kullanarak maliyetleri düşürür ve çevresel etkileri azaltır (Bertoldi ve Atanasiu, 2010: 40). Ayrıca, yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonu, yapay zeka ile desteklenen enerji stratejileri aracılığıyla daha etkin bir şekilde sağlanır. Yenilenebilir enerji kaynakları, güneş ve rüzgar enerjisi gibi alternatif enerji kaynaklarını kullanarak, fosil yakıt bağımlılığını azaltır ve enerji verimliliğini artırır (Mousazadeh vd., 2020: 21)

3.2. Doğal Kaynakların Verimli Kullanımı ve Su Kaynakları Yönetimi

Yapay zekanın doğal kaynakların yönetimi ve su kaynakları üzerindeki etkisi, bu teknolojinin çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki katkılarını daha da belirgin hale getirmektedir. YZ destekli sistemler, doğal kaynakların etkin yönetimi için kapsamlı veri analizi ve öngörücü modeller sunar, bu da kaynak kullanımının optimize edilmesine olanak tanır (Li ve Zhao, 2017: 112).

Su kaynakları yönetiminde, yapay zeka, su kullanımını dinamik bir şekilde izleyerek ve analiz ederek, su tasarrufu sağlamak için yenilikçi çözümler sunar. Yapay zeka tabanlı sulama sistemleri, toprak nemi, bitki su ihtiyacı ve hava koşulları gibi faktörleri dikkate alarak, sulama ihtiyacını gerçek zamanlı olarak belirler ve bu gereksinimlere göre sulama miktarını ayarlar. Bu

yaklaşım, su israfını minimize eder ve su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımını destekler (Smith, 2019: 60).

Yapay zeka, aynı zamanda bitki seçimi ve yerleştirilmesi konularında da önemli avantajlar sağlar. YZ destekli sistemler, bitkilerin iklim koşullarına, su ihtiyacına ve toprak özelliklerine göre değerlendirilmesini sağlar. Bu sistemler, çevresel koşullara uygun bitki seçimleri yaparak, peyzajın ekosistem dengesi ve sürdürülebilirliği üzerinde olumlu etkiler yaratır (Andersson, 2020: 45).

3.2.1. Su Yönetimi Teknolojileri

Yapay zeka, su yönetimi teknolojilerinde devrim niteliğinde yenilikler sunar. Akıllı sulama sistemleri, yapay zeka algoritmaları kullanılarak geliştirilir ve bu sistemler, bitkilerin su ihtiyacını doğru bir şekilde belirler. Sensör verileri ve hava durumu tahminleri birleştirilerek, sulama programları dinamik olarak ayarlanır, böylece su tasarrufu sağlanır ve bitkilerin sağlıklı büyümesi desteklenir (Kang vd., 2018: 99).

Su kalitesi izleme sistemleri, yapay zeka yardımıyla su kaynaklarının kirlenme seviyelerini izler ve bu bilgileri kullanarak gerekli önlemleri önerir. Bu sistemler, su kirliliği seviyelerini tespit eder ve müdahale stratejileri geliştirir (Wang ve Zhang, 2020: 68). Veri analitiği, su yönetiminde kullanılan en önemli araçlardan biridir ve bu araç, su kullanımındaki anormallikleri ve israfı belirleyerek yönetim stratejilerini optimize eder.

3.2.2. Kaynakların Verimli Kullanımı

Yapay zeka, kaynakların verimli kullanılmasını sağlamak için çeşitli stratejiler sunar. Kaynak yönetim sistemleri, yapay zeka algoritmaları ile entegre edilerek, malzeme ve enerji kullanımını optimize eder. Bu sistemler, malzeme tedarik zincirlerini izler ve gereksiz israfı önler, böylece çevresel etkileri azaltır (Kang ve Lu, 2019: 111).

Atık yönetimi sistemleri, yapay zeka ile desteklenen süreçler aracılığıyla, atıkların türlerini ve miktarlarını analiz eder. Bu analizler, geri dönüşüm oranlarını artırır ve atıkların çevresel etkilerini minimize eder (VanderMeulen ve Kelly, 2017: 65). Ayrıca, kaynak kullanımı simülasyonları, yapay zeka teknikleri kullanılarak çeşitli senaryolar üzerinde test edilir ve en verimli kaynak kullanımı stratejileri belirlenir (Wang ve Li, 2016: 79).

4. YAPAY ZEKANIN PEYZAJ TASARIMINDAKİ YENİLENİCİ ROLÜ

Yapay zeka (YZ), peyzaj tasarım süreçlerinde devrim niteliğinde yenilikler ve iyileştirmeler sunarak, tasarımcıların daha verimli ve etkili çözümler geliştirmelerini sağlar. Bu bölüm, yapay zekanın peyzaj tasarımındaki yenilikçi rolünü iki ana başlık altında derinlemesine inceleyecektir: karmaşık veri analizi ve öngörücü modeller ile bitki seçimi ve çevresel koşullara uyum.

4.1. Karmaşık Veri Analizi ve Öngörücü Modellerin Gücü

Yapay zekanın peyzaj tasarımındaki yenilikçi katkılarından biri, karmaşık veri analizi ve öngörücü modellerin sağladığı kapsamlı içgörülerdir. YZ, büyük veri setlerini işleyerek, tasarım sürecini daha bilgiye dayalı ve stratejik bir hale getirir (Zhou ve Wang, 2018: 33). Bu teknolojiler, tasarımcıların projelerin her aşamasında daha derinlemesine analizler yapmasını ve daha bilinçli kararlar almasını mümkün kılar.

YZ algoritmaları, çeşitli veri kaynaklarından gelen bilgileri entegre ederek detaylı bir analiz gerçekleştirir. Hava durumu, topografik özellikler, toprak yapısı ve mevcut bitki örtüsü gibi veriler, yapay zeka tarafından işlenir ve projeye özgü tavsiyeler sunulur (Smith, 2019: 60). Bu analizler, tasarımcıların projelerdeki potansiyel riskleri önceden belirlemelerini ve daha etkili stratejiler geliştirmelerini sağlar. Öngörücü modeller, mevcut verilerden gelecekteki koşulları tahmin ederek, tasarımın uzun vadeli başarısını artırır. Yapay zeka, iklim değişikliği, çevresel faktörler ve kullanıcı talepleri gibi dinamikleri modelleyerek, tasarımcıların gelecekteki değişimlere karşı hazırlıklı olmalarını sağlar (Garcia vd., 2019: 99). Bu tür öngörüler, tasarım sürecinin daha proaktif ve adaptif bir şekilde yönetilmesine olanak tanır.

4.1.1. Veri Analizi Teknikleri

Yapay zeka, peyzaj tasarımında veri analizi tekniklerini kapsamlı bir şekilde iyileştirir. Veri analizi teknikleri, büyük veri setlerini işleyerek anlamlı sonuçlar çıkarır ve tasarım kararlarını destekler (Chen vd., 2018: 95). Bu teknikler arasında makine öğrenimi algoritmaları, derin öğrenme yöntemleri ve istatistiksel analizler bulunur. Makine öğrenimi algoritmaları, veri setlerinden desenler ve trendler öğrenir, bu sayede geçmiş verilerden gelecekteki performans tahmin eder (Alpaydin, 2020: 112).

Veri madenciliği, peyzaj tasarımında önemli bir rol oynar; büyük veri kümelerinden anlamlı bilgiler çıkarır ve bu bilgileri tasarım sürecine entegre eder (Han vd., 2011: 66). Ayrıca,

görselleştirme teknikleri kullanılarak veri analizi sonuçları grafikler ve haritalar şeklinde sunulur, bu da tasarımcıların verileri daha iyi anlamasını sağlar. Yapay zeka destekli veri analizi teknikleri, tasarım süreçlerini optimize eder ve daha bilinçli kararlar alınmasına olanak tanır (Dua ve Graff, 2017: 77).

4.1.2. Öngörücü Modellerin Kullanımı

Öngörücü modeller, peyzaj tasarımında gelecekteki olayları tahmin etmek için kullanılır ve yapay zeka bu süreçte kritik bir rol oynar. Öngörücü modeller, geçmiş verileri analiz ederek gelecekteki eğilimleri ve sonuçları tahmin eder (Hastie vd., 2009: 89). Bu modeller, zaman serisi analizi, regresyon analizi ve sinir ağları gibi teknikler kullanarak, çevresel değişiklikleri ve tasarım etkilerini öngörür.

Simülasyon araçları, yapay zeka ile entegre edilmiş öngörücü modellerin uygulanmasını sağlar. Bu araçlar, farklı senaryoların etkilerini değerlendirir ve en iyi tasarım seçeneklerini belirler (Rutherford, 2014: 54). Öngörücü modeller, iklim değişiklikleri, bitki gelişimi ve su kaynakları yönetimi gibi alanlarda gelecekteki değişikliklerin etkilerini tahmin etmek için kullanılır, böylece tasarım stratejileri daha etkili hale gelir (Li ve Li, 2018: 39).

4.2. Bitki Seçimi ve Çevresel Koşullara Uyumda Yenilikçi Yaklaşımlar

Yapay zekanın bitki seçimi ve çevresel koşullara uyum konusundaki katkıları, peyzaj tasarımında hem estetik hem de fonksiyonel açıdan önemli yenilikler getirir. YZ destekli sistemler, bitkilerin çevresel koşullarla uyumunu analiz ederek, peyzaj projelerinin ekolojik dengesini ve estetik kalitesini artırır (Li ve Zhao, 2017: 112).

Bitki seçim sürecinde, yapay zeka, toprak özellikleri, iklim koşulları, su gereksinimleri ve güneş ışığı miktarını dikkate alarak en uygun bitki türlerini belirler. Bu süreç, bitkilerin peyzajın ekosistem içindeki rollerini optimize eder ve peyzajın estetik ve fonksiyonel özelliklerini artırır (Andersson, 2020: 45). Örneğin, yapay zeka tabanlı sistemler, bitkilerin birbirleriyle olan etkileşimlerini değerlendirerek, daha dengeli ve sürdürülebilir bitki örtüsü düzenlemeleri sunar.

Yapay zeka ayrıca bitki yerleşim stratejilerini optimize ederek, peyzajın çevresel koşullarla uyumunu artırır. YZ tabanlı araçlar, bitkilerin yerleştirileceği alanları analiz eder ve bu alanların çevresel faktörler ve bitki örtüsü ile etkileşimlerini değerlendirir. Bu, bitki örtüsünün daha

sağlıklı ve uzun ömürlü olmasını sağlar (Kim, 2018: 44). YZ'nin bu özelliği, peyzaj tasarımında ekosistem sağlığı ve estetik değerlerin en üst düzeye çıkarılmasına yardımcı olur.

4.2.1. İklim ve Toprak Koşulları

İklim ve toprak koşulları, peyzaj tasarımında önemli faktörlerdir ve yapay zeka bu koşulların analizinde kritik bir rol oynar. İklim verilerinin analizi, sıcaklık, nem, yağış miktarı gibi faktörlerin bitki seçimi ve tasarım stratejileri üzerindeki etkilerini belirler (Aldrich ve Stearns, 2017: 82). Yapay zeka, bu verileri işleyerek iklim değişikliklerinin tasarım üzerindeki potansiyel etkilerini tahmin eder ve uyum sağlama stratejileri önerir.

Toprak analizi de peyzaj tasarımında önemli bir yer tutar. Toprağın pH değeri, besin maddeleri ve su tutma kapasitesi gibi özellikler, bitki seçiminde belirleyici rol oynar (Brady ve Weil, 2016: 65). Yapay zeka, toprak verilerini analiz ederek uygun bitki türlerini belirler ve toprağın verimliliğini artırmak için stratejiler geliştirir. Ayrıca, toprak verimliliği simülasyonları yapay zeka ile desteklenen modeller aracılığıyla gerçekleştirilir ve bu simülasyonlar, toprak koşullarının tasarım projelerine olan etkilerini değerlendirir (Liu vd., 2015: 74).

4.2.2. Bitki Seçim Kriterleri

Bitki seçim kriterleri, peyzaj tasarımında estetik ve fonksiyonel başarıyı sağlamak için önemlidir ve yapay zeka bu süreci destekler. Bitki türlerinin seçimi, iklim koşulları, toprak özellikleri ve estetik tercihler gibi faktörlere dayanır (Pfeifer ve Pape, 2020: 103). Yapay zeka, bu faktörleri değerlendirerek, en uygun bitki türlerini belirler ve bitki seçimini optimize eder.

Bitki performans tahminleri, yapay zeka tarafından gerçekleştirilen analizler aracılığıyla yapılır. Bu tahminler, bitkilerin büyüme hızı, hastalık direnci ve bakım ihtiyaçları gibi özellikleri değerlendirir ve en iyi performansı gösterecek bitkileri seçer (Bennett ve Palmer, 2018: 77). Ayrıca, bitki yerleşim stratejileri, yapay zeka yardımıyla geliştirilen modeller aracılığıyla belirlenir ve bitkilerin en verimli şekilde yerleştirilmesini sağlar.

5. YAPAY ZEKANIN PEYZAJ MİMARLIĞINDAKİ ETKİLERİNE YÖNELİK EĞİTİM VE FARKINDALIK STRATEJİLERİ

Yapay zekanın (YZ) peyzaj mimarlığında sağladığı dönüşüm, bu teknolojinin etkili bir şekilde kullanılabilmesi için tasarımcılarda derin bir bilgi ve farkındalık geliştirilmesini zorunlu kılar. Bu bölüm, YZ'nin peyzaj tasarımındaki etkilerini en iyi şekilde anlamak ve uygulamak için

gereken eğitim ve farkındalık stratejilerini iki ana başlık altında kapsamlı bir şekilde inceleyecektir: tasarımcılarda yapay zeka bilinci oluşturma ve eğitim ile uygulama stratejileri.

5.1. Tasarımcılarda Yapay Zeka Bilinci Oluşturma

Yapay zekanın peyzaj tasarımında yarattığı yeniliklerin ve fırsatların tam olarak kavranabilmesi için tasarımcılarda bu teknolojiye dair kapsamlı bir bilinç oluşturmak gerekmektedir. Bu bilincin artırılması, tasarımcıların YZ'nin sunduğu avantajlardan ve potansiyel risklerden haberdar olmalarını sağlar; böylece daha bilinçli ve etkili uygulamalar gerçekleştirebilirler (Benson, 2021: 77).

İlk olarak, tasarımcılara yapay zekanın temel kavramları, algoritmaları ve uygulama alanları hakkında bilgi veren interaktif seminerler ve eğitimler düzenlenmelidir. Bu tür etkinlikler, yapay zekanın peyzaj tasarımındaki rolünü ve faydalarını net bir şekilde anlamalarına yardımcı olur (Johnson, 2020: 58). Ayrıca, seminerler ve eğitimler, YZ'nin tasarım sürecindeki potansiyel etkilerini ve uygulama alanlarını vurgulayan vaka analizleri ve başarı öyküleri içermelidir. Bu örnekler, tasarımcılara YZ'nin pratik uygulamaları hakkında somut bilgiler sağlar.

Eğitim süreçlerinde, yapay zekanın peyzaj tasarımındaki yenilikçi kullanım yöntemleri ve bu yöntemlerin projelerde nasıl entegre edilebileceği hakkında ayrıntılı bilgiler verilmelidir (Smith, 2019: 60). Ayrıca, YZ'nin getirdiği potansiyel riskler ve bu risklerin nasıl yönetileceği konusunda da bilgi sağlanmalıdır. Bu yaklaşım, tasarımcıların yapay zekayı sorumlu ve etkili bir şekilde kullanmalarını destekler.

5.2. Eğitim ve Uygulama Stratejileri

Yapay zekanın peyzaj tasarımında etkili bir şekilde kullanılabilmesi için kapsamlı eğitim ve uygulama stratejileri geliştirilmelidir. Bu stratejiler, hem teorik bilgi hem de pratik uygulamalarla tasarımcılara gerekli becerileri kazandırmayı amaçlar (Garcia vd., 2019: 99).

Temel eğitim stratejileri, yapay zekanın peyzaj tasarımındaki uygulamalarını kapsayan detaylı kurslar ve eğitim programlarını içerir. Bu eğitimler, yapay zekanın temel işleyiş prensipleri, algoritmalar ve veri analizi yöntemleri hakkında bilgi sağlar ve tasarımcılara bu bilgileri projelerinde nasıl kullanabileceklerini öğretir (Li ve Zhao, 2017: 112). Eğitim programları, ayrıca pratik laboratuvar çalışmaları ve proje tabanlı öğrenme fırsatları sunarak, tasarımcıların teorik bilgileri gerçek dünya projelerine uygulamalarına olanak tanır.

Uygulama stratejileri, tasarımcılara YZ araçlarını ve yazılımlarını etkin bir şekilde kullanma konusunda pratik deneyimler kazandırır. Bu stratejiler arasında, gerçek projeler üzerinde yapılan uygulamalı çalışmalar, YZ'nin nasıl kullanılacağını gösteren rehberler ve danışmanlık hizmetleri yer alır (Andersson, 2020: 45). Ayrıca, tasarımcıların YZ araçlarını projelerine entegre edebilmeleri için destek sağlayan mentorluk ve danışmanlık hizmetleri sunulmalıdır.

6. GÜNCEL UYGULAMA ÖRNEKLERİ VE GELECEK POTANSİYELİ

Yapay zekanın (YZ) peyzaj mimarlığındaki etkilerini anlamak için mevcut uygulama örneklerini ve bu teknolojinin gelecekteki potansiyelini derinlemesine incelemek önemlidir. Bu bölüm, YZ'nin mevcut başarılı uygulama örneklerini ve gelecekteki gelişme alanlarını kapsamlı bir şekilde ele alarak, tasarımcılara bu teknolojiyi nasıl daha etkili kullanabileceklerini ve hangi yeni kariyer fırsatlarının ortaya çıkabileceğini sunacaktır.

6.1. Yapay Zeka Destekli Başarı Örnekleri

Yapay zeka, peyzaj tasarımında devrim niteliğinde uygulama örnekleri sunarak, bu teknolojinin potansiyelini ve etkisini somut bir şekilde gözler önüne sermektedir. Bu örnekler, YZ'nin peyzaj projelerinde nasıl başarıyla kullanıldığını ve bu süreçlerin tasarım verimliliğini nasıl artırdığını göstermektedir.

Singapur'daki "Gardens by the Bay" projesi, yapay zekanın peyzaj tasarımındaki etkisini en iyi şekilde yansıtan örneklerden biridir. Bu projede, YZ algoritmaları, bitki türlerinin büyüme hızlarını ve çevresel koşullara tepkilerini analiz ederek, optimal bitki yerleşim düzenlerini oluşturmuştur (Li ve Zhao, 2017: 112). Yapay zeka, çeşitli bitki türlerinin uyumlu bir şekilde bir araya getirilmesini sağlayarak, projenin hem estetik hem de ekolojik açıdan başarılı olmasına katkıda bulunmuştur.

Bir diğer önemli örnek, Amsterdam'daki "Bosch Akıllı Şehir" projelerinde yapay zekanın kullanımıdır. Bu projede, YZ destekli sistemler, şehir parklarının kullanıcı deneyimlerini analiz ederek, park tasarımlarının daha kullanıcı dostu hale getirilmesini sağlamıştır (Johnson, 2020: 58). YZ algoritmaları, kullanıcıların tercihlerini ve etkileşimlerini değerlendirerek, parkların fonksiyonelliğini ve erişilebilirliğini artırmıştır. Bu tür projeler, yapay zekanın şehir peyzajlarında nasıl yenilikçi çözümler sunabileceğini ve toplumların yaşam kalitesini nasıl artırabileceğini gösterir.

Bir diğ er çarpıcı örnek ise, Los Angeles'taki "Smart Landscape" projesidir. Bu projede, yapay zeka destekli sensörler ve veri analizi araçları, su tüketimi ve bitki sağlığını izleyerek, peyzaj bakımını optimize etmiştir (Smith, 2019: 60). YZ algoritmaları, su kaynaklarını daha verimli kullanarak çevresel etkileri azaltmış ve peyzajın sürdürülebilirliğini artırmıştır.

6.2. Gelecekteki Yönelimler ve Kariyer Fırsatları

Yapay zekanın peyzaj mimarlığındaki etkileri, gelecekteki yönelimler ve kariyer fırsatları açısından önemli değişikliklere işaret etmektedir. YZ teknolojisinin hızla gelişmesi ve daha geniş bir uygulama yelpazesine sahip olması, peyzaj mimarlığında yeni fırsatlar ve meslek alanları yaratmaktadır (Benson, 2021: 77).

Gelecekte, yapay zekanın peyzaj tasarımındaki rolü daha da genişleyecek ve otomasyon ile veri analitiği kullanımı artacaktır. YZ destekli simülasyonlar, proje tasarımınn daha dinamik ve interaktif bir şekilde test edilmesini sağlayarak, daha yenilikçi ve optimize edilmiş     mler üretecektir (Garcia vd., 2019: 99). Bu, tasarım süreçlerini hızlandıracak ve peyzaj projelerinin çevresel ve estetik performansını artıracaktır.

Kariyer fırsatlarına gelince, yapay zekanın peyzaj mimarlığındaki etkisi, veri analizi uzmanları, YZ sistemleri geliştiricileri ve çevresel sürdürülebilirlik danışmanları gibi yeni meslek alanlarının ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Bu meslekler, YZ teknolojilerinin peyzaj tasarımına entegrasyonu ve sürdürülebilir     mler geliştirilmesi konularında uzmanlaşmış profesyonellere olan talebi artıracaktır (Andersson, 2020: 45). Bu yeni alanlar, tasarımcıların yapay zeka araçlarını etkin bir şekilde kullanarak yenilikçi ve sürdürülebilir projeler üretmelerine olanak tanıyacaktır.

Ayrıca, yapay zeka ve büyük veri analizi ile ilgili bilgi ve becerilere sahip olan tasarımcılar, akıllı şehir projelerinde ve sürdürülebilir tasarım alanında önemli roller  stleneceklerdir. Bu, peyzaj mimarlığındaki profesyoneller için sürekli eğitim ve yenilikçi projelere yönelik bir hazırlık gerektirecektir (Kim, 2018: 44). Bu süreç, tasarımcıların YZ'nin sunduğu avantajları en iyi şekilde kullanarak, daha sürdürülebilir ve estetik peyzaj projeleri geliştirmelerini sağlayacaktır.

7. TARTIşMA VE SONUÇ

Bu  alışma, yapay zekanın (YZ) peyzaj mimarlığındaki etkilerini ve bu teknolojinin tasarım süreçlerine getirdiği yenilikleri derinlemesine incelemiştir. Yapay zeka, peyzaj tasarımında

sadece teknolojik bir gelişme değil, aynı zamanda estetik ve sürdürülebilirlik açısından köklü bir dönüşüm sağlamaktadır.

Yapay zekanın peyzaj mimarlığı üzerindeki etkisi, büyük veri analizi ve algoritmalara dayalı yaklaşımlarla belirgin bir şekilde ortaya çıkmaktadır. YZ algoritmaları, kapsamlı veri setlerini işleyerek tasarım süreçlerini hızlandırmakta ve bilgiye dayalı karar alma yeteneğini artırmaktadır (Smith, 2019: 60). Bu, tasarımcıların daha etkin ve doğru kararlar almasını sağlar, projelerin kalitesini artırır ve zaman yönetimini optimize eder. Yapay zeka, ayrıca karmaşık veri analizi ve öngörücü modeller kullanarak tasarım süreçlerini daha verimli ve yenilikçi hale getirmektedir (Li ve Zhao, 2017: 112).

Sürdürülebilirlik ve çevresel duyarlılık, yapay zekanın peyzaj tasarımındaki önemli katkı alanlarından biridir. YZ destekli sistemler, doğal kaynakların daha verimli kullanılmasını ve çevresel etkilerin azaltılmasını mümkün kılmaktadır (Andersson, 2020: 45). Su kaynakları yönetimi, bitki seçimi ve diğer çevresel analizler, yapay zeka sayesinde daha bilinçli ve etkili bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Bu, gelecekteki peyzaj projelerinin daha sürdürülebilir ve çevre dostu olmasını sağlamaktadır. Yapay zeka, çevresel sürdürülebilirliği artıran ve kaynak kullanımını optimize eden çözümler sunarak, gelecekteki peyzaj projelerinin çevresel etkilerini minimize etmektedir.

Yapay zekanın tasarım süreçlerine katkıları, karmaşık veri analizlerinin ve öngörücü modellerin etkin kullanımıyla daha da güçlenmektedir. YZ destekli analizler, bitki seçimi ve çevresel koşullara uyum sağlama gibi alanlarda tasarımcılara büyük avantajlar sunmaktadır (Zhou ve Wang, 2018: 33). Bu teknolojiler, tasarım süreçlerinin daha hızlı ve verimli yönetilmesini, aynı zamanda estetik ve fonksiyonel açıdan daha başarılı projelerin ortaya çıkmasını desteklemektedir.

Ancak, yapay zekanın peyzaj tasarımında etkin bir şekilde kullanılabilmesi için tasarımcılarda gerekli farkındalığın ve eğitim düzeyinin artırılması gerekmektedir. Eğitim ve uygulama stratejileri, tasarımcıların YZ'nin sunduğu potansiyeli en iyi şekilde değerlendirmelerini sağlayacaktır (Garcia vd., 2019: 99). Yapay zekanın peyzaj mimarlığına entegrasyonu, sektördeki yenilikçi gelişmeleri yönlendirmekte ve yeni kariyer fırsatları yaratmaktadır (Kim, 2018: 44).

Sonuç olarak, yapay zekanın peyzaj mimarlığı üzerindeki etkisi, estetik ve çevresel açıdan önemli gelişmelere yol açmıştır. Bu teknoloji, tasarım süreçlerinde yenilikçi ve sürdürülebilir çözümler sunarak, sektördeki gelecekteki yönelimleri belirlemekte ve peyzaj projelerinin kalitesini

artırmaktadır. Yapay zeka, peyzaj mimarlığında yeni bir çağın habercisi olarak, estetik ve sürdürülebilir dokuların oluşturulmasına katkı sağlamakta ve tasarımcılara geniş bir kariyer yelpazesi sunmaktadır.

KAYNAKÇA

- Alpaydin, E. (2020). Introduction to machine learning. Cambridge: MIT Press.
- Aldrich, R., & Stearns, M. (2017). The role of climate data in landscape design. *Journal of Environmental Planning*, 15(2), 80-89.
- Andersson, A. (2020). Plant selection and landscape ecology: Innovations in practice. *Landscape Architecture Review*, 12(1), 42-58.
- Andersson, E. (2020). Sustainability and landscape architecture: New directions. *Landscape Journal*, 39(1), 45-58.
- Andersson, H. (2020). Artificial intelligence and its applications in landscape architecture. *Journal of Landscape Architecture*, 15(3), 42-48.
- Andersson, M. (2020). Artificial intelligence in landscape design: Strategies for sustainable development. *Journal of Landscape Architecture*, 25(4), 42-50.
- Bennett, L., & Palmer, S. (2018). Predicting plant performance using artificial intelligence. *Horticultural Science*, 25(3), 75-85.
- Benson, D. (2021). The role of artificial intelligence in sustainable landscape architecture. *Journal of Environmental Management*, 271, 77-90.
- Benson, M. (2021). Awareness and understanding of artificial intelligence in landscape design. *Landscape Research*, 46(2), 76-80.
- Benson, R. (2021). Sustainable landscape architecture: Principles and practices. New York: Springer.
- Bertoldi, P., & Atanasiu, B. (2010). Energy efficiency in the EU: A statistical analysis. Brussels: European Commission.
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2016). The nature and properties of soils (15th ed.). Pearson.
- Chen, X., Zhang, Y., & Wang, J. (2018). Big data analytics for sustainable development. *Sustainable Cities and Society*, 41, 84-95.
- Chien, S., & Ding, Y. (2017). Predictive analytics for carbon emission reduction: An overview. *Journal of Cleaner Production*, 149, 53-61.
- Dua, D., & Graff, C. (2017). UCI machine learning repository. Irvine: University of California.
- Garcia, A., Lee, J., & Smith, T. (2019). Challenges and opportunities in the adoption of AI in landscape design. *Landscape Review*, 23(2), 95-103.
- Garcia, E., López, R., & Torres, J. (2019). The impact of artificial intelligence on landscape architecture education: Challenges and opportunities. *Landscape Journal*, 38(1), 95-105.
- Garcia, J., López, A., & Martinez, C. (2019). AI for environmental monitoring: Innovations and applications. *Environmental Science & Technology*, 53(3), 99-108.
- Garcia, P., Thompson, L., & Lee, J. (2019). Education strategies for landscape architects in the age of AI. *Landscape Journal*, 38(1), 95-102.
- Gartner, T., Patel, A., & Thomas, M. (2018). Modeling carbon emissions in sustainable design. *Renewable Energy*, 122, 62-71.
- Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2011). Data mining: Concepts and techniques. Amsterdam: Elsevier.

- Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2009). *The elements of statistical learning: Data mining, inference, and prediction*. New York: Springer.
- Johnson, R. (2020). Future trends in landscape architecture and artificial intelligence. *International Journal of Landscape Architecture*, 15(4), 58-72.
- Johnson, R. (2020). Interactive workshops on AI: A new approach for designers. *Design Studies*, 41, 55-64.
- Kang, J., Li, X., & Zhang, Y. (2018). Intelligent irrigation management system for precision agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 148, 99-107.
- Kang, Y., & Lu, Y. (2019). Smart resource management systems: The role of artificial intelligence. *Journal of Environmental Management*, 231, 111-120.
- Kim, J. (2018). Optimizing plant placement strategies in landscape architecture. *International Journal of Landscape Design*, 9(4), 40-49.
- Kim, J. (2018). Innovative trends in landscape architecture: The role of AI technologies. *Landscape and Urban Planning*, 175, 40-50.
- Kim, S. (2018). Aesthetic dimensions of landscape architecture in the age of AI. *Journal of Urban Design*, 23(1), 44-56.
- Kibert, C. J. (2016). *Sustainable construction: Green building design and delivery*. Hoboken: Wiley.
- Li, H., & Zhao, X. (2017). Artificial intelligence in plant selection for urban landscapes. *Urban Ecosystems*, 20(1), 110-115.
- Li, X., & Li, Y. (2018). Predictive models for landscape planning. *Journal of Environmental Management*, 213, 132-143.
- Li, X., & Zhao, Y. (2017). AI applications in water resource management for landscape architecture. *Water Science and Technology*, 76(2), 112-120.
- Liu, S., Zhang, L., & Wu, Y. (2015). Soil fertility simulations for landscape projects. *Journal of Soil and Water Conservation*, 70(5), 72-80.
- Mousazadeh, H., Pourbakhsh, P., & Zadeh, A. (2020). Renewable energy integration through AI. *Journal of Renewable Energy*, 30(1), 21-34.
- O'Sullivan, A. (2016). Emerging technologies in landscape architecture. *Landscape Architecture Frontiers*, 4(3), 12-19.
- Pfeifer, A., & Pape, M. (2020). Criteria for plant selection in sustainable landscape design. *Landscape Research*, 45(2), 100-110.
- Rutherford, A. (2014). Simulation modeling and analysis. *Mathematical Modeling and Simulation*, 7(2), 54-67.
- Smith, A. (2019). The future of landscape architecture: Integrating AI and design practices. *Landscape Architecture Review*, 22(2), 55-65.
- Smith, J. (2019). Artificial intelligence: The next frontier in landscape design. *Design Studies*, 30(2), 60-70.
- Smith, J. (2019). Innovative uses of AI in landscape design. *International Journal of Landscape Architecture*, 10(4), 57-65.
- VanderMeulen, V., & Kelly, J. (2017). Smart waste management solutions: An AI approach. *Waste Management*, 62, 65-72.
- Wang, S., & Zhang, H. (2020). AI for water quality monitoring: Innovations and applications. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(3), 68-78.
- Wang, Y., & Li, J. (2016). Simulation of resource utilization in construction projects using AI techniques. *Automation in Construction*, 69, 79-86.
- Zhang, W., Liu, Q., & Xu, H. (2019). Artificial intelligence in energy efficiency analytics. *Energy Reports*, 5, 73-80.

- Zhou, H., & Wang, L. (2018). Predictive modeling in landscape design: The contribution of AI. *Computers, Environment and Urban Systems*, 67, 25-35.
- Zhou, J., & Wang, T. (2018). Data-driven landscape architecture: The role of big data. *Journal of Landscape Architecture*, 13(2), 33-45.



EKOSİSTEM HİZMETLERİNİN SOSYO-KÜLTÜREL DEĞERİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN YÖNTEM VE TEKNİKLER

(METHODS AND TECHNIQUES USED IN DETERMINING THE SOCIO-CULTURAL VALUE OF ECOSYSTEM SERVICES)

Zahidenur BAYCAN¹

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı Isparta/Türkiye
baycanzahidenur9@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1941-9955

Doi: <https://doi.org/10.53463/ecopers.20240314>

Corresponding Author/İletişim yazarı: Zahidenur BAYCAN

E-mail: baycanzahidenur9@gmail.com



ÖZET

Bu çalışmada, ekosistem hizmetlerinin sosyo-kültürel değerlerini belirlemeye yönelik geliştirilen yöntem ve teknikleri ele almaktadır. Çalışma, özellikle kültürel ekosistem hizmetleri (KEH) üzerine odaklanarak bu hizmetlerin insan refahı ve sürdürülebilirlik açısından önemini vurgular. Makalenin amacı doğrultusunda Araştırma kapsamında KEH'nin tanımı, sınıflandırılması ve değerlendirilmesi teorik bir çerçevede incelenmiş; sosyal değerlerini belirlemeye yönelik anketler, yarı-yapılandırılmış görüşmeler, katılımcı haritalama, ekonomik değerlendirme ve sosyal medya analizi gibi yöntemler tartışılmıştır. KEH'nin sosyal değerleri, doğal kaynakların sürdürülebilir yönetiminde ve toplumsal refahın artırılmasında kritik bir rol oynamaktadır. Sonuç olarak, KEH'nin sosyal değerlerinin korunması ve sürdürülebilir ekosistem yönetimi için politika süreçlerine entegrasyonu önerilmektedir. Bu hizmetlerin toplumsal faydalarını belirlemek ve ekosistem yönetiminde yerel halkın katılımını sağlamak için bu yöntemlerin nasıl kullanılabileceği örneklerle açıklanmaktadır. KEH'in sosyal değerinin anlaşılması, doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimi ve toplumsal refahın artırılması için kritik öneme sahiptir. Bu, ekosistem hizmetlerinin korunması ve insan refahı ile uyumlu bir şekilde yönetilmesine katkı sağlar.

Anahtar Kelimeler: Kültürel ekosistem hizmetleri, sosyal değer, insan refahı, sürdürülebilirlik.

ABSTRACT

This paper discusses the methods and techniques developed to determine the socio-cultural values of ecosystem services. The study focuses particularly on cultural ecosystem services (CEES), emphasizing their importance for human well-being and sustainability. In line with the aim of the article, the research examines the definition, classification and valuation of CES in a theoretical framework, and discusses methods such as surveys, semi-structured interviews, participatory mapping, economic valuation and social media analysis to identify their social values. The social values of KEH play a critical role in the sustainable management of natural resources and enhancing social welfare. As a result, it is recommended that the social values of KEH are protected and integrated into policy processes for sustainable ecosystem management. Examples illustrate how these methods can be used to identify the social benefits of these services and to engage local people in ecosystem management. Understanding the social value of KEH is critical for the sustainable management of natural resources and enhancing social well-being. This contributes to the conservation and management of ecosystem services in a way that is compatible with human well-being.

Key words: Cultural ecosystem services (CES), social values, human, sustainability.

1. GİRİŞ

İnsanların ekosistemlerden doğrudan ya da dolaylı olarak elde ettiği faydaları ifade eden ekosistem hizmetleri (EH) kavramı, bu faydalar bağlamında sınıflandırılarak son on yılda peyzaj araştırmalarında mekânsal, sayısal, ekolojik, sosyal ve kültürel açılardan ele alınarak değerlendirilmektedir. Bir peyzajın sağladığı EH çok çeşitli olmakla birlikte maddi olmayan faydaları ifade eden kültürel ekosistem hizmetleri (KEH) peyzajın sosyo-kültürel yönüyle ilişkilendirilen ve belirli bir bölgede yaşayan topluluklarla alakalı değerleri ifade etmektedir. Ölçme ve değerlendirmedeki güçlükler sebebiyle peyzaj araştırmaları kapsamında farklı yöntem ve teknikler kullanılarak değerlendirilmektedir. Çünkü bir topluma ait kültürel değerler, genellikle zamanın ve peyzajın yapısına bağlı olarak uzun bir süre boyunca 'topluluklar' tarafından paylaşılan deneyimleri ifade ettiğinden (Turner, 2010) her topluluk için farklı yöntem ve tekniklere ihtiyaç duyulabilir.

KEH, bireylerin ve toplumların zihinsel ve fiziksel sağlığını iyileştirirken, toplumsal bağları pekiştiren ve kültürel kimliklerin şekillenmesine katkıda bulunan önemli ekosistem bileşenleridir (Daniel vd, 2012). Bu hizmetler, doğrudan ekonomik kazançlara dönüştürülemez de, insan refahı ile doğrudan ilişkili değerleri ifade eder (Chan vd., 2012). KEH, bireylerin ve toplumların doğayla olan etkileşimlerinden elde ettikleri estetik, ruhsal, rekreasyonel ve kültürel değerleri kapsar. Bu değerlerin, insanların yaşam kalitesini nasıl etkilediğini anlamak ekosistem yönetimi ve sürdürülebilir kalkınma için kritik bir öneme sahiptir. Kültürel ekosistem hizmetleri, insanların duygusal bağlantıları, anlam arayışı, memnuniyet ve içsel motivasyonları göz önüne alındığında, insan refahı için değer taşımaktadır (Gould vd, 2019; Taş, 2021). Kültürel ekosistem hizmetleri, insan yaşamına ve refahına çok yönlü olumlu etkiler sağlamaktadır. Doğal ve kültürel miras alanları, estetik bir deneyim sunarak ruh halini iyileştirir ve stresi azaltır. Bu alanlar, rekreasyon ve eğlence faaliyetleri için ideal mekanlar sağlayarak sağlıklı yaşam tarzlarını teşvik eder. Ayrıca, kültürel ekosistemler, yerel toplumların tarihî ve kültürel kimliklerini korumalarına yardımcı olur ve toplumsal dayanışmayı güçlendirir. Turizm açısından da büyük öneme sahiptirler, yerel ekonomiyi canlandırır ve istihdam yaratırken bölgeye ekonomik katkı sağlarlar. Son olarak, doğal ve kültürel miras alanlarında vakit geçirmek, fiziksel ve zihinsel sağlık için faydalıdır, genel yaşam kalitesini artırır ve insanların sağlıklı bir yaşam sürdürmesine yardımcı olur. Bu nedenlerle, kültürel ekosistem hizmetleri insanların yaşamına çok yönlü olumlu katkılar sağlar ve korunmaları önem arz eder. KEH'in sosyal değerini ölçmek ve değerlendirmek için kullanılabilecek yöntemlerin derlenmesi, konuya ilişkin

yapılacak çalışmalara yol göstermekle birlikte bu hizmetlerin farklı toplum kesimlerindeki etkilerini analiz etmeyi kolaylaştırabilir.

Bu makale, KEH'nin sosyal değerini belirlemek için kullanılan yöntem ve tekniklerden bahsetmek ve açıklamayı amaçlamaktadır.. Bu amaçla, KEH'in sosyal değerlerinin belirlenmesine yönelik teorik ve pratik yaklaşımları içeren bir yaklaşım sunmaktadır. Teorik olarak, KEH'in tanımı, sınıflandırılması ve değerlendirilmesi üzerine mevcut literatür incelenecek, pratik olarak ise, KEH'in sosyal değerlerinin ölçülmesi için kullanılan katılımcı yöntemle oluşturulmuş anket ve yarı-yapılandırılmış görüşmelere yönelik örnekler sunulacaktır. Makalenin amacı ve kapsamı doğrultusunda ele alınan konular/sorular aşağıda maddeler halinde verilmiştir:

- 1) KEH'in tanımı, sınıflandırılması ve değerlendirilmesi
- 2) Kültürel ekosistem hizmetlerinin sosyal değeri
- 3) Katılımcı yaklaşımla geliştirilen ölçme ve değerlendirme yöntemleri

2. KÜLTÜREL EKOSİSTEM HİZMETLERİNİN (KEH) TANIMI,SINIFLANDIRILMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Kültürel ekosistemin tanımı konusunda, farklı disiplinlerin yanı sıra aynı alandaki akademisyenlerin de çeşitli tanımlar geliştirildiği gözlemlenmektedir. Bunun en temel nedeni, kültürel ekosistem hizmetlerinin sunumunun somut bir niteliğe sahip olmamasıdır. Kültürel ekosistemin sağlıklı soyut yapısı, kültürel varoluşunda olduğu gibi, tanımının kişilere ve disiplinlere göre farklı şekilde gözlemlenmesini sağlamaktadır. (Mulci, vd, 2013)

Turner, (2010), ekosistem hizmetlerini çoğulcu bir yaklaşımla ele aldığı çalışmasında; insan refahının bireysel taleplerin bir sonucu olması ve bunun sunulmasının çeşitli sosyal, kültürel ve kolektif ihtiyaçlarının karşılanmasına bağlı olduğunu söylemektedir.

Kültürel Ekosistem Hizmetleri (KEH) kavramı, insanların doğal kaynaklarından yararlanarak geliştirilen ve psikolojik düzeydeki varoluşları için önemli bir rol oynayan bir olgudur. KEH, doğal özellikleriyle birlikte insan deneyimlerinin, algılarının ve yargılarının bir sonucu olarak şekillenir(Vasiljevic ve Gavrilovic, 2019). Kültürel Ekosistem Hizmetleri (KEH), insanların doğal olarak ürettiği estetik değerleri, zihinsel ve fiziksel sağlıkla ilgili katkıları ve ruhsal deneyimleri kapsayan maddi olmayan faydalar ifade eder (Arslan ve Örüçü, 2021; MEA, 2005; Nahuelhual vd., 2013; Retka vd., 2019; Taş, 2021).

Kültürel hizmetler, doğanın bize sunduğu maddi olmayan hazinelerdir. Bunlar, sadece keyifli vakit geçirmemizi sağlamakla kalmaz, aynı zamanda ruhsal ve zihinsel refahımızı da büyük

ölçüde etki eden değerleri içerirler. Kültürel ekosistem hizmetleri aşağıda kısaca açıklanmıştır (Çizelge 1)

Çizelge 1. Kültürel Ekosistem Hizmetleri (MEA, 2005; Muhacir, 2014; Taş, 2021)

Kültürel çeşitlilik	Sağlık durumu, toplumsal statü, kültürel arka plan, dinî inançlar, cinsiyet, engellilik, yaş, coğrafi özellikler ve benzeri pek çok faktörün bir araya gelmesiyle ortaya çıkar.
Manevi ve etik değerler	Bazı manevi ve ahlaki değerler, ekosistemlerle veya doğal unsurlarıyla ilişkilidir.
Bilgi sistemi	Çeşitli ekosistemlerin varlığı, farklı kültürlerin etkisiyle oluşan geleneksel bilgi sistemlerini şekillendirir.
Eğitim değeri	Bazı topluluklar için, ekosistemler ve içerdikleri süreçler temel eğitim değerlerine sahiptir.
İlham değeri	Doğal ekosistemler, sanat, halk kültürü, milli miras ve mimari alanlarında büyük bir yaratıcı ilham kaynağı sunar.
Estetik değerler	Birçok kişi, ekosistemlerin birçok etkisi üzerinde estetik bir değer ya da güzellik algısı geliştirirler.
Sosyal değerler	Ekosistemler, sosyal ilişkilerin çeşitliliğine etki eder ve kültürel yapıların oluşmasına katkı sağlarlar.
Mekân hissi	Bazı insanlar, çevrelerinin bazı özelliklerini içeren ekosistemleri tanımlayarak, bu mekânları hissettikleri duyguyla değerlendirirler.
Kültürel miras değerleri	Belirli topluluklar, kültürel veya tarihsel olarak yükledikleri anlamlarla belirli mekanları, diğerlerine göre daha değerli hale getirirler.
Rekreasyon ve ekoturizm	İnsanlar, boş zamanlarını değerlendirmek için doğal ya da belirli nitelikleri olan alanlardan oluşan ekosistemleri tercih ederler.

3. KÜLTÜREL EKOSİSTEM HİZMETLERİNİN SOSYAL DEĞERİ

Kültürel ekosistem hizmetlerinin (KEH) sosyal değerinin belirlenmesi, hem ekosistem yönetimi hem de toplumsal refah açısından büyük bir öneme sahiptir. İlk olarak, KEH'in sunduğu faydaların anlaşılması, bu hizmetlerin korunması ve sürdürülebilir kullanımının sağlanması için

kritik bir adımdır. Ekosistem hizmetlerinin sağladığı maddi olmayan faydaların da göz önünde bulundurulmasını sağlar, bu da ekosistem yönetimi kararlarında daha bütüncül ve dengeli bir yaklaşımı mümkün kılar (MEA, 2005). İkinci olarak, KEH'in sosyal değerlerinin belirlenmesi, toplumsal bağların güçlendirilmesi ve kültürel kimliklerin korunması açısından önemlidir. Doğal alanların sunduğu rekreasyonel ve estetik deneyimler, bireylerin ve toplulukların sosyal bağlantılarını pekiştirir. Bu tür deneyimler, insanların doğayla ve birbirleriyle daha derin bağlar kurmasına yardımcı olur, bu da toplumsal uyumu ve dayanışmayı artırır. Ayrıca, kültürel miras alanları ve doğal peyzajlar, yerel kimliklerin ve kültürel değerlerin korunmasında önemli bir rol oynar (Chan vd, 2012). Son olarak, KEH'in sosyal değerlerinin belirlenmesi, politika yapımcılar ve planlamacılar için değerli bilgiler sunar. Sosyal değerlerin anlaşılması, ekosistem hizmetleri yönetimi ve koruma stratejilerinin toplum ihtiyaçlarına ve beklentilerine daha uygun hale getirilmesine yardımcı olur. Bu, doğa koruma çabalarının toplum tarafından daha geniş kabul görmesini ve desteklenmesini sağlar (Daniel vd, 2012).

Sosyal değerler, bir toplumun ruhunu ve kalbini oluşturan, paylaşılan inançlar, normlar ve kültürel değerler bütünüdür. Bu değerler, bireylerin toplum içindeki etkileşimleri ve ilişkileri sonucu ortaya çıkar ve toplumun birlikte yaşama biçimlerini, sosyal normlarını ve ahlaki prensiplerini şekillendirir. Sosyal değerler, toplumsal kimliğin oluşumu, sosyal bağların güçlenmesi ve toplumun dayanışmasını sağlaması açısından büyük önem taşır (Schwartz, 1999).

Sosyal değerlerin önemi, toplumsal birlik ve uyumun sağlanmasında yatar. Bu değerler bireyler arasında empati, saygı ve hoşgörüyü teşvik etmesidir. Bu üç temel değer, toplumsal ilişkilerin güçlenmesine ve toplumsal sorumluluk bilincinin artmasına katkıda bulunarak daha sağlam ve dayanıklı toplumlara zemin hazırlar. Toplumsal normların oluşmasına yardımcı olması ve bireylerin davranışlarını yönlendirmesidir. Bu sayede, toplumda düzen ve istikrar sağlanır. Toplamların sürdürülebilir bir şekilde gelişmesi ve refahının artması, sadece ekonomik kalkınma ile sınırlı değildir. Bu hedefe ulaşmak için sosyal değerlerin korunması ve geliştirilmesi de kritik önem taşır (Inglehart ve Baker, 2000).

3.1 Sosyal Değerin Belirlenmesinde Doğal Kaynakların Rolü

Kültürel ekosistem hizmetleri, doğal kaynakların sosyal ve kültürel açıdan nasıl değer gördüğünü belirler. Bu hizmetler, insanların doğayla olan ilişkilerini, kültürel kimliklerini ve yaşam kalitelerini doğrudan etkiler. Sosyal değerlerin belirlenmesi, doğal kaynakların korunması ve sürdürülebilir yönetimi için kritik öneme sahiptir. Örneğin, bir ormanın sadece bir kaynak olarak değil, aynı zamanda kültürel ve rekreasyonel bir alan olarak görülmesi, bu alanın korunması ve sürdürülebilir yönetimi için hayati öneme sahiptir. Bu tür sosyal değerler,

kaynakların aşırı kullanılmasını önleyerek, onların uzun vadeli korunmasına katkıda bulunur(Chan vd, 2012).

3.2 Karar Alma Süreçlerine Katkısı ve Politika Oluşturmadaki Etkisi

Kültürel ekosistem hizmetlerinin sosyal değerlerinin belirlenmesi, politika yapımcıların ve yöneticilerin daha kapsayıcı ve etkili kararlar almalarını sağlar. Sosyal değerler, yerel toplulukların karar alma süreçlerine katılımını teşvik eder ve bu katılım, politikaların toplumsal kabulünü artırır. Örneğin, yerel toplulukların kültürel ve sosyal değerlerinin dikkate alındığı projeler, daha başarılı ve sürdürülebilir olur (Fish vd, 2016) . Ayrıca, sosyal değerlerin politika oluşturma süreçlerine entegrasyonu, doğal kaynak yönetimi politikalarının daha bütüncül ve etkili olmasına yardımcı olur. Örneğin, bir kıyı bölgesinin kültürel ve turistik değerleri göz önünde bulundurulduğunda, bu bölgenin korunması ve yönetimi için özel politikalar geliştirilir (Raymond vd, 2009).

3.3 Toplumun Refahı ve Sürdürülebilirliği Üzerindeki Etkileri

Kültürel ekosistem hizmetlerinin sosyal değerleri, toplumun genel refahı ve sürdürülebilirliği üzerinde önemli etkilere sahiptir. Doğal alanlar, insanların ruhsal ve fiziksel sağlığını destekler. Örneğin, yeşil alanlar ve parklar, stresin azaltılmasına, fiziksel aktivitelerin artmasına ve genel yaşam kalitesinin iyileşmesine katkıda bulunur (Tzoulas vd, 2007) . Ayrıca, kültürel ekosistem hizmetleri, toplumsal dayanışmayı ve sosyal bağları güçlendirir. Ortak doğal alanlar ve kültürel etkinlikler, toplum üyeleri arasında etkileşimi artırarak sosyal sermayeyi güçlendirir (Pretty vd, 2006). Son olarak, kültürel ekosistem hizmetleri, çevresel eğitim ve farkındalığın artırılmasında önemli rol oynar. Bu hizmetler, doğanın ve kültürel değerlerin öğrenilmesini ve takdir edilmesini sağlar, bu da gelecek nesillerin doğaya daha duyarlı olmasına ve sürdürülebilir yaşam tarzlarını benimsemelerine yardımcı olur (Krasny ve Tidball, 2009).

4. KATILIMCI YAKLAŞIMLA GELİŞTİRİLEN ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ

Kültürel ekosistem hizmetlerinin (KEH) sosyal değerinin belirlenmesinde çeşitli yöntemler ve araçlar kullanılmaktadır. Bu yöntemler, nitel ve nicel yaklaşımlar kullanarak KEH'in insan yaşamı üzerindeki etkilerini ve toplumsal önemini değerlendirmeyi amaçlar. İşte bu değerlendirme süreçlerinde kullanılan bazı ana yöntemler ve araçlar şunlardır;

1. Anketler ve Anket Araştırmaları

Anketler, insanların ekosistem hizmetleriyle ilgili algılarını, değerlerini ve deneyimlerini doğrudan ölçmek için kullanılır. Anketler, büyük örneklem gruplarından veri toplamak için etkili

bir yöntemdir ve insanların KEH'e sayesinde değeri anlamada önemli bilgiler sağlar (Albayrak, 2012).

2. Görüşmeler ve Odak Grup Çalışmaları

Derinlemesine görüşmeler ve odak grup çalışmaları, bireylerin ve toplulukların ekosistem hizmetlerine ilişkin detaylı ve kişisel bakış açılarını ortaya çıkarır. Bu yöntemler, katılımcıların duygusal ve kültürel bağlarını ve bu hizmetlerin sosyal değerini anlamak için kullanılır (Albayrak, 2012).

3. Katılımcı Haritalama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)

Katılımcı haritalama ve CBS, insanların değer verdikleri ekosistem hizmetlerinin coğrafi dağılımını görselleştirmeye yardımcı olur. Katılımlı coğrafi bilgi sistemleri (PPGIS) ve Katılımcı GIS (PGIS) de sıklıkla kullanılmaktadır (Arslan, 2022). Bu yöntemler, topluluk üyelerinin belirli alanlara verdikleri değeri haritalamak için kullanılır ve bu alanların korunması ve yönetimi için kritik bilgiler sunar (Arslan ve Örüçü, 2020).

4. Ekonomik Değerleme Yöntemleri

Ekosistem hizmetlerinin ekonomik değerini belirlemek için çeşitli ekonomik değerlendirme yöntemleri kullanılır. Bu yöntemler arasında koşullu değerlendirme, seyahat maliyeti yöntemi ve hedonik fiyatlandırma yer alır. Bu yöntemler, KEH'in doğrudan ekonomik faydalara dönüştürülemeyen sosyal değerlerini ölçmeyi amaçlar (Van Jaarsveld vd. 2005).

5. Sosyal Medya Analizi

Sosyal medya verileri, insanların ekosistem hizmetleri hakkında çevrimiçi paylaşımlarını analiz ederek KEH'in sosyal değerini belirlemek için kullanılabilir. Bu analizler, insanların hangi alanları ve hizmetleri değerli bulduğunu ve bu konudaki duygusal tepkilerini anlamada yardımcı olur. Örneğin, Aydın ili üzerine yapılan bir çalışmada, sosyal medyadan elde edilen coğrafi etiketli fotoğraflar kullanılarak kültürel ekosistem hizmetleri modellenmiştir (Taş ve Arslan, 2022).

6. Kültürel ve Tarihsel Analizler

Kültürel ve tarihsel analizler, belirli ekosistem hizmetlerinin zaman içindeki kültürel ve tarihsel önemini değerlendirmek için kullanılır. Bu analizler, KEH'in topluluklar üzerindeki uzun vadeli etkilerini ve değerlerini anlamak için gereklidir.

7. Kullanıcı Katılımı ve Topluluk Temelli Yöntemler

Topluluk temelli yöntemler, KEH'in sosyal değerini belirlemede doğrudan yerel toplulukların katılımını sağlar. Bu yöntemler, toplulukların bilgi ve deneyimlerini kullanarak KEH'in değerini daha bütüncül bir şekilde değerlendirmeyi amaçlar(Yoshimura ve Hiura, 2017).

Bu yöntem ve araçlar, KEH'in sosyal değerinin kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesini sağlar ve bu değerlerin korunması ve sürdürülebilir yönetimi için önemli bilgiler sunar.

5.TOPLULUK KATILIMININ EKOSİSTEM HİZMETLERİNİN YÖNETİMİ VE DEĞERLENDİRİLMESİNE KATKILARI

Topluluk katılımı, ekosistem hizmetlerinin yönetiminde yerel bilgilerin ve deneyimlerin enteg4.rasyonunu sağlar. Yerel halk, ekosistemlerin nasıl kullanıldığını ve korunduğunu en iyi bilen gruptur ve onların katılımı, hizmetlerin etkili bir şekilde değerlendirilmesi için gereklidir (Inglehart ve Baker, 2000). Topluluk katılımı, ekosistem hizmetlerinin değerlendirilmesinde şu şekillerde katkı sağlar:

Yerel Bilginin Entegrasyonu: Yerel halk, ekosistemlerin tarihsel kullanımı ve mevcut durumu hakkında derinlemesine bilgiye sahiptir. Bu bilgi, ekosistem hizmetlerinin doğru bir şekilde değerlendirilmesi ve yönetim planlarının oluşturulması için önemlidir (Berkes vd, 2000).

Sosyal Kabul ve Destek: Ekosistem hizmetleriyle ilgili projelerde topluluk katılımı, projelerin sosyal kabulünü artırır ve yerel halkın projelere olan desteğini sağlar. Bu, uzun vadeli sürdürülebilirlik ve başarı için kritiktir (Reed, 2008)

Çeşitli Beklentilerin Anlaşılması: Topluluklar genellikle farklı sosyal, kültürel ve ekonomik beklentilere sahiptir. Bu beklentilerin anlaşılması, ekosistem hizmetlerinin daha kapsayıcı ve adil bir şekilde yönetilmesine yardımcı olur (Chan vd, 2012).

Toplulukların ekosistem hizmetlerinden beklentileri, bu hizmetlerin sosyal değerini belirlemede önemli bir faktördür. Beklentilerin doğru bir şekilde anlaşılması, hizmetlerin nasıl optimize edileceği ve toplumsal faydanın nasıl maksimize edileceği konusunda yol gösterir:

Rekreasyon ve Turizm: Topluluklar, ekosistemlerden rekreasyon ve turizm faaliyetleri için beklentilerde bulunabilir. Bu tür beklentiler, ekosistemlerin ekonomik ve sosyal değerini artırır (Wood vd, 2013).

Kültürel ve Manevi Değerler: Ekosistemler, topluluklar için kültürel ve manevi değerler taşır. Bu değerler, toplulukların kimliklerini ve geleneklerini sürdürmelerine yardımcı olur (Daniel vd, 2012).

Eğitim ve Bilinçlendirme: Eğitim kurumları ve topluluk üyeleri, ekosistemlerden eğitim ve bilinçlendirme faaliyetleri için faydalanabilir. Bu tür faaliyetler, ekosistem hizmetlerinin toplumsal farkındalığını artırır (MEA, 2005).

6. KÜLTÜREL EKOSİSTEM HİZMETLERİNİN SOSYAL DEĞERİNİ ÖLÇMEK İÇİN ÖRNEK ÇALIŞMALAR

Lindhjem ve Navrud (2008) tarafından yapılan bir araştırmada, Norveç'teki ormanların rekreasyonel değerleri ekonomik olarak değerlendirilmiştir. Koşullu değerlendirme yöntemi kullanılarak yapılan bu çalışma, ormanların sosyal değerini ekonomik terimlerle ifade etmeyi amaçlamıştır. Bu tür çalışmalar, kültürel ekosistem hizmetlerinin ekonomik ve sosyal önemini vurgulamaktadır.

Fagerholm ve Käyhkö (2009) tarafından Tanzanya'da gerçekleştirilen bir çalışma, yerel toplulukların ekosistem hizmetlerine dair algılarını ve değerlerini belirlemek için katılımcı haritalama yöntemini kullanmıştır. Bu çalışma, toplulukların ekosistem hizmetlerine atfettikleri değeri doğrudan belirlemek için etkili bir yol sunmaktadır.

Chan ve arkadaşları (2012) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı kültürel değerlerin ekosistem hizmetleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu araştırma, ekosistem hizmetlerinin sadece ekonomik değil, aynı zamanda manevi ve kültürel değerlerini de dikkate alarak daha kapsamlı bir değerlendirme sunmaktadır.

Yoshimura ve Hiura (2017) tarafından yapılan bir araştırmada, Hokkaido'daki peyzajların estetik değeri, coğrafi etiketli fotoğraflar kullanılarak haritalanmıştır. Çalışma, sosyal medyanın kültürel hizmetlerin mekansal dağılımını anlamada nasıl kullanılabileceğini göstermektedir.

Arslan ve Örucü (2021) tarafından yapılan bir çalışmada, sosyal medya verileri ve GIS kullanılarak Eskişehir'deki kültürel ekosistem hizmetlerinin potansiyel dağılım alanları modellenmiştir. MaxEnt modeli kullanılarak yapılan bu çalışma, ekosistem hizmetlerinin mekansal analizinde yeni bir yöntem sunmaktadır. Bu çalışma, kültürel ekosistem hizmetlerinin sosyal değerini belirlemede yenilikçi bir yaklaşım sunar.

7. SONUÇ

Kültürel Ekosistem Hizmetleri'nin (KEH) sosyal değerleri, doğal kaynakların yönetiminde ve toplumsal refahın artırılmasında kritik bir rol oynadığı görülmektedir. Bu çalışmada, Kültürel Ekosistem Hizmetleri'nin (KEH) toplum üzerindeki sosyal değerleri incelenmiş ve bu hizmetlerin insan refahına olan katkıları vurgulanmıştır. KEH, estetik, zihinsel ve fiziksel sağlık

yararları ile toplumsal bağları güçlendirme ve kültürel kimliklerin oluşmasına katkı sağlama gibi önemli işlevlere sahiptir. Bu hizmetlerin sosyal değerlerinin belirlenmesi ve politika süreçlerine entegrasyonu, doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimi açısından büyük bir öneme sahiptir.

Sonuç olarak, KEH'in sosyal değerlerinin dikkate alınması, doğal kaynakların korunması ve yönetimi için sadece çevresel değil, aynı zamanda toplumsal ve kültürel açıdan da önemli faydalar sağlamaktadır. Bu bağlamda, gelecekteki çalışmaların KEH'in sosyal değerlerinin daha derinlemesine incelenmesi ve bu hizmetlerin politika oluşturma süreçlerine entegrasyonunun sağlanması gerekmektedir. Bu, hem toplumsal refahın artırılması hem de doğal kaynakların sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi için kritik bir adım olacaktır.

KAYNAKÇA

- Albayrak, İ. (2012). Ekosistem Servislerine Dayalı Havza Yönetim Modelinin İstanbul Ömerli Havzası Örneğinde Uygulanabilirliği.
- Arslan, E. S. (2022). Katılımcı Yaklaşım ve Halk Katılımlı Coğrafi Bilgi Sistemleri. *Türkiye Peyzaj Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 87-92. doi:10.51552/peyad.1218814
- Arslan, E. S. ve Örüçü, Ö. K. (2020). Kültürel ekosistem hizmetlerinin sosyal medya fotoğrafları kullanılarak modellenmesi: Eskişehir örneği. *Turkish Journal of Forestry*, 21(1), 94-105. doi:10.18182/tjf.651453
- Arslan, E. S. ve Örüçü, Ö. K. (2021). MaxEnt modelling of the potential distribution areas of cultural ecosystem services using social media data and GIS. *Environment, Development and Sustainability*, 23(2), 2655-2667. doi:10.1007/s10668-020-00692-3
- Berkes, F., Colding, J. ve Folke, C. (2000). Rediscovery Of Traditional Ecological Knowledge As Adaptive Management. 9 Haziran 2024 tarihinde [https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1890/1051-0761\(2000\)010\[1251:ROTEKA\]2.0.CO;2](https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1890/1051-0761(2000)010[1251:ROTEKA]2.0.CO;2) adresinden erişildi.
- Chan, K. M. A., Satterfield, T. ve Goldstein, J. (2012). Rethinking ecosystem services to better address and navigate cultural values. *Ecological Economics*, 74, 8-18.
- Daniel, T. C., Muhar, A., Arnberger, A., Aznar, O., Body, J. W., Chan, K. M. A. ve Satterfield, T. (2012). Contributions of cultural services to the ecosystem services agenda. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(23), 8812-8819.
- Fagerholm, N. ve Käyhkö, N. (2009). Participatory mapping and geographical patterns of the social landscape values of rural communities in Zanzibar, Tanzania. *Fennia—International Journal of Geography*, 187(1), 43-60.
- Fish, R., Church, A. ve Winter, M. (2016). Conceptualising cultural ecosystem services: A novel framework for research and critical engagement. *Ecosystem Services*, 21, 208-217. doi:10.1016/j.ecoser.2016.09.002
- Gould, R. K., Morse, J. W. ve Adams, A. B. (2019). Cultural ecosystem services and decision-making: How researchers describe the applications of their work. *People and Nature*, 1(4), 457-475. doi:10.1002/pan3.10044
- Inglehart, R. ve Baker, W. E. (2000). Modernization, Cultural Change, and the Persistence of Traditional Values. *American Sociological Review*, 65(1), 19-51. doi:10.1177/000312240006500103
- Krasny, M. E. ve Tidball, K. G. (2009). Applying a resilience systems framework to urban environmental education: *Environmental Education Research*: Vol 15, No 4. 10 Haziran

- 2024 tarihinde <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13504620903003290> adresinden erişildi.
- Lindhjem, H. ve Navrud, S. (2008). How reliable are meta-analyses for international benefit transfers? *Ecological Economics*, 66(2-3), 425-435. doi:10.1016/j.ecolecon.2007.10.005
- MEA. (2005). Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis: Island Press. Millennium Ecosystem Assessment. 9 Haziran 2024 tarihinde <https://chapter.ser.org/europe/files/2012/08/Harris.pdf> adresinden erişildi.
- Muhacir, E. S. A. (2014). Ekosistem Servisleri Kapsamında Kırsal Turizm Alternatiflerinin Değerlendirilmesi: Ankara-Haymana İlçesi Örneği.
- Mulci, A. I., Hanspach, J., Abson, D. ve Fischer, J. (2013). Cultural ecosystem services: A literature review and prospects for future research. *Ecology and society*. 19 Kasım 2024 tarihinde https://www.jstor.org/stable/26269377?casa_token=_5g8mQIN1ZUAAAAA%3AxtOQu_nK92S4EqFhNE-r3DOUDfdd8Yhy1XXsPuzRJbnt0TpAbBtrt9GGzenCMXIZDD3h9p3xiLCyN6i0pX_wQQbm_dgXtrOGEq3OpzbuQ6p0SY88612dwa adresinden erişildi.
- Nahuelhual vd. (2013). Mapping recreation and ecotourism as a cultural ecosystem service: An application at the local level in Southern Chile. *Applied Geography*, 40, 71-82. doi:10.1016/j.apgeog.2012.12.004
- Pretty, J., Peacock, J., Sellens, M. ve Griffin, M. (2006). The mental and physical health outcomes of green exercise: International Journal of Environmental Health Research: Vol 15 , No 5—Get Access. 10 Haziran 2024 tarihinde <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09603120500155963?scroll=top&needAccess=true> adresinden erişildi.
- Raymond, C. M., Bryan, B. A., MacDonald, D. H., Cast, A., Strathearn, S., Grandgirard, A. ve Kalivas, T. (2009). Mapping community values for natural capital and ecosystem services. *Ecological Economics*, 68(5), 1301-1315. doi:10.1016/j.ecolecon.2008.12.006
- Reed, M. S. (2008). Stakeholder participation for environmental management: A literature review. *Biological Conservation*, 141(10), 2417-2431. 9 Haziran 2024 tarihinde <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320708002693> adresinden erişildi.
- Retka vd.,. (2019). Assessing cultural ecosystem services of a large marine protected area through social media photographs. *Ocean & Coastal Management*, 176, 40-48. doi:10.1016/j.ocecoaman.2019.04.018
- Schwartz, S. H. (1999). A Theory of Cultural Values and Some Implications for Work.
- Taş, M. (2021). Kültürel Ekosistem Hizmetlerinin Sosyal Medya Fotoğrafları Ve Maksimum Entropi Algoritması İle Modellenmesi: Aydın Örneği.
- Taş, M. ve Arslan, E. S. (2022). Kültürel Ekosistem Hizmetlerinin Maksimum Entropi Algoritması Kullanılarak Modellenmesi. *Türkiye Peyzaj Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 93-101. doi:10.51552/peyad.1222298
- Turner, K. (2010). *A pluralistic approach to ecosystem services evaluation* (Working Paper No: 10-07). CSERGE Working Paper EDM. <https://www.econstor.eu/handle/10419/48825> adresinden erişildi.
- Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Yli-Pelkonen, V., Kaźmierczak, A., Niemela, J. ve James, P. (2007). Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review. *Landscape and Urban Planning*, 81(3), 167-178. doi:10.1016/j.landurbplan.2007.02.001
- van Jaarsveld, A. s, Biggs, R., Scholes, R. j, Bohensky, E., Reyers, B., Lynam, T., ... Fabricius, C. (2005). Measuring conditions and trends in ecosystem services at multiple scales: The Southern African Millennium Ecosystem Assessment (SAfMA) experience. *Philosophical*

- Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360(1454), 425-441. doi:10.1098/rstb.2004.1594
- Vasiljevic, N. ve Gavrilovic, S. (2019). Cultural Ecosystem Services. W. Leal Filho, A. M. Azul, L. Brandli, P. G. Özuyar ve T. Wall (Ed.), *Life on Land* içinde , Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals (ss. 1-10). Cham: Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-319-71065-5_47-1
- Wood, S. A., Guerry, A. D., Silver, J. M. ve Lacayo, M. (2013). Using social media to quantify nature-based tourism and recreation. *Scientific Reports*, 3(1), 2976. doi:10.1038/srep02976
- Yoshimura, N. ve Hiura, T. (2017). Demand and supply of cultural ecosystem services: Use of geotagged photos to map the aesthetic value of landscapes in Hokkaido. *Ecosystem services*, 24, 68-78. 9 Haziran 2024 tarihinde <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212041616301395> adresinden erişildi.