



PEYZAJ



Eğitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi

PEYZAJ - Eğitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi 6/1 (2024)

Yayın Sahibi

Peyzaj Mimarlığı Eğitim ve Bilim Derneği

Editör

Doç.Dr. Mustafa Artar

Editör Yardımcıları

Doç.Dr. Mert Ekşi

Doç.Dr. Pınar Gültekin

Dr. Öğr. Üyesi Didem Dizdaroğlu

Teknik Sorumlu ve Dil Editörü

Prof.Dr. Veli Ortaçesme - Doç.Dr. Mustafa Artar

Dizgi Sorumlusu ve Sekreteryası

M.Artar – P.Gültekin – A.B.Bulut

Yayın Kurulu

Adnan Uzun	Işık Üniv.
Alper Çabuk	Eskişehir Teknik Üniv.
Aslı Güneş	Izmir Demokrasi Üniv.
Barış Kara	Aydın Adnan Menderes Üniv.
Başak Özer	Çankırı Karatekin Üniv.
Bayram Niyami Nayim	Bartın Üniv.
Bülent Deniz	Aydın Adnan Menderes Üniv.
Çiğdem Kaptan Ayhan	Çanakkale Onsekiz Mart Üniv.
Demet Demiroğlu	Kilis 7 Aralık Üniv.
Emrah Yalçınalp	Karadeniz Teknik Üniv.
Erhan Vecdi Küçükerbaş	Ege Üniv.
Halide Candan Zülfikar	İstanbul Üniv.
Işık Sezen	Atatürk Üniv.
Mehmet Kıvanç Ak	Düzce Üniv.
Meliha Aklıbaşında	Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniv.
Meltem Erdem Kaya	İstanbul Teknik Üniv.
Murat Akten	Süleyman Demirel Üniv.
Murat Memlük	Mdesign
Mustafa Var	Yıldız Teknik Üniv.
Oğuz Yılmaz	Ankara Üniv.
Sertaç Güngör	Selçuk Üniv.
Sevgi Görmüş Cengiz	İnönü Üniv.
Şule Kısakürek	KMaraş Sütçü Imam Üni.
Tahsin Yılmaz	Akdeniz Üniv.
Veli Ortaçesme	Akdeniz Üniv.

6/1 (2024) Sayı Hakem Kurulu

Sertaç Güngör	Selçuk Üniv.
Orhun Soydan	Niğde Ömer Halisdemir Üniv.
Arzu Altuntaş	Siirt Üniv.
Melih Öztürk	Bartın Üniv.
Demet Demiroğlu	Kilis 7 Aralık Üniv.
Onur Güngör	İskenderun Teknik Üni.
Mahmut Tuğluer	KMaraş Sütçü Imam Üniv.
Özlem Erdoğan	Kırklareli Üniv.
Betül Tülek	Çankırı Karatekin Üniv.

*Kapak Tasarım- M.Artar

<https://dergipark.org.tr/peyzaj> adresinden dergiye ilişkin bilgilere ve makalelerin tam metnine ücretsiz ulaşılabilir.

PEYZAJ - Eğitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi yılda iki kez yayınlanan ulusal hakemli bir dergidir.

Yazışma Adresi

PEYZAJ - Eğitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi Editörlüğü

Bartın Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü 74100 Bartın

Tel : +90.378.223 51 20 / Faks: +90.378.223 50 65



PEYZAJ



Eğitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi

PEYZAJ - Eğitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi 6/1 (2024)

PEYZAJ - Eğitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi, Peyzaj Mimarlığı ve genel olarak peyzajlarla ilgili konularda araştırma makalelerine ve nitelikli derleme makalelere yer vermektedir. Dergimiz, içeriğinde daha çok çizim ve görsellerin yer aldığı, akademisyenlerin yanı sıra öğrencilerimizin ve meslektaşlarımızın da yararlanabileceği bir bilimsel ve uygulamaya yönelik yayın olarak planlanmıştır. Akademi-Sektör-ğrenci iş birliklerinin güçlendirilmesi amacıyla yılda iki kez çıkarılan dergide tematik odak konularının yanı sıra PEMDER etkinlikleri ve dünya Peyzaj Mimarlığı gündemine de yer verilecektir.

Dergimizin 2024/1 sayısı peyzaj mimarlığında yapay zekâ çalışmalarından kültürel peyzaj unsurlarına, peyzaj ekonomisi araştırmalarından iklim değişikliği konularına özgün araştırma ve derlemeleri içermektedir. 2024/1 sayımıza katkı sunan tüm ğretim elemanları, yayın ve hakem kurulu yeleri ve meslektaşlarımıza teşekkür ederiz.

Doç.Dr. Mustafa Artar
Editör
30.06.2024



PEYZAJ



Eğitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi

PEYZAJ - Eğitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi 6/1 (2024)

Makale / Yazar / Tür

Sayfa

Peyzaj Tasarımı ve Sunum Tekniklerinde Yapay Zekâ Uygulamalarının Değerlendirilmesi

Ahmet Benliay, Aybüke Kılıç (Araştırma Makalesi)

1-14

Bozulan Peyzajların İyileştirilmesi ve Öğrenme Ortamı Olarak Değerlendirilmesi "The Eden Project"

Hafize Nur Sılay Emir, Emrah Yıldırım (Araştırma Makalesi)

15-30

I-Tree Programı Aracılığıyla Yeşil Alanların Sağladığı Ekonomik Değerin Saptanması

Sümeysa Elma, Veli Ortaçşme (Derleme Makale)

31-49

Türkiye'de Karbon Ayak İzi Konulu Lisansüstü Tezlerinin İncelenmesi

Elif Sancaklı (Derleme Makale)

50-60

Dünya Mirası Kültürel Peyzajlarında "Pers Bahçeleri ve Bagh E Fin"

Parisa Daneshmand, Meryem Atik (Araştırma Makalesi)

61-72

PEYZAJ - Eğitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi

<https://dergipark.org.tr/peyzaj>



PEYZAJ TASARIMI SUNUM TEKNİKLERİNDE YAPAY ZEKÂ UYGULAMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Ahmet BENLİAY¹ Aybüke KILIÇ²

¹Akdeniz Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Antalya. benliay@akdeniz.edu.tr

²Akdeniz Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Antalya. aybukekilig23@gmail.com

Öz

Yapay zekâ teknolojilerindeki gelişmeler ve bu teknolojilerin tasarım ve peyzaj mimarlığındaki uygulamaları, son zamanlarda en dikkat çeken konulardan bir tanesi haline gelmiştir. Yapay zekâ uygulamaları birçok alanda kullanılmakta olup, en kolay ve erişilebilir uygulamalarından bir tanesi metinden görüntü oluşturma teknolojisidir. Bu çalışmada, yapay zekâ teknolojilerinin peyzaj tasarımı sunum tekniklerinde potansiyel kullanımı ve getirdiği yenilikler, akademisyen, işveren, çalışan ve öğrencilerden oluşan 80 kullanıcıdan oluşan bir uzman grubu ile ele alınmıştır. Araştırma bulguları, yapay zekâ ile oluşturulan görsellerin peyzaj tasarım sürecinde çeşitli avantajlar sunduğunu, ancak henüz beklenen seviyeye tam olarak ulaşmadığını göstermektedir. Yine de yapay zekâ destekli görsellerin tasarımcılara hızlı ve yaratıcı çözümler sunarak zaman ve maliyet tasarrufu sağladığı ve işverenler ile öğrenciler tarafından daha fazla benimsendiği belirlenmiştir. Görüntü oluşturmak için kullanılacak metnin içeriğinin detaylandırılması gerektiği ve az detay içeren metin yerine daha belirgin, net ve amaca yönelik metin dizilerinin kullanılması gerektiği görülmüştür. Teknolojinin sürekli gelişimi, kullanıcıların sürekli öğrenme ve adaptasyon içinde olmasını zorunlu kılmaktadır. Bu teknolojilerin gelecekte daha çok kullanılacağı gerçeğinde hareketle, buna uygun eğitim ve öğretim faaliyetlerinin yapılması ve peyzaj mimarlarına tanıtılması büyük önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yapay zekâ, Peyzaj tasarımı, Sunum Teknikleri, Görüntü oluşturucu

EVALUATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS IN LANDSCAPE DESIGN PRESENTATION TECHNIQUES

Abstract

Developments in artificial intelligence technologies and their applications in design and landscape architecture have become one of the most striking topics recently. Artificial intelligence applications are used in many areas, and one of the easiest and most accessible applications is the technology of creating images from text prompts. This study examined the potential use of artificial intelligence technologies in landscape design presentation techniques and the innovations it brings were discussed with an expert group consisting of 80 users including academicians, employers, employees and students. Research findings show that visuals created with artificial intelligence offer various advantages in the landscape design process, but have not yet fully reached the expected level. Nevertheless, it has been determined that artificial intelligence-supported visuals save time and cost by providing fast and creative solutions to designers and are more used by employers and students. It has been observed that the content of the text to be used to create the image needs to be detailed and that more specific, clear and purposeful text sequences should be used instead of text containing less detail. The continuous development of technology requires users to constantly learn and adapt. Considering the fact that these technologies will be used more and more in the future, it is of great importance to carry out appropriate education and training activities and to introduce them to landscape architects.

Keywords: Artificial intelligence, Landscape design, Presentation Techniques, Image generator

1. Giriş

Günümüzde teknolojinin gelişmesiyle her alanda yeni konu başlıkları öne çıkmaktadır. Bu kapsamda ise yapay zekâ son zamanlarda en yükselişte olan gelişmelerdendir. Yapay zekâ genel olarak bakıldığında içerisinde birbirinden farklı konuları barındıran oldukça geniş bir alandır. Yapay zekâ kelime anlamı olarak "Bir bilgisayarın, bilgisayar kontrolündeki bir robotun veya programlanabilir bir aygıtın insana benzer biçimde algılama, öğrenme, fikir yürütme, karar verme, sorun çözme, iletişim kurma vb. işlevleri sergileyebilme yeteneği" olarak

tanımlanmaktadır (TDK, 2022). Yapay zekâ, her alanda hayata dahil olmuş olan bir uygulama olup evde, arabada, hastanede, mobil cihazlarda, internet ve daha birçok alanda hayatın bir parçası haline gelmiştir (Paksın, B. 2020). Yapay zekâ, terimi sıklıkla akıl yürütme, anlam keşfetme, genelleme veya geçmiş deneyimlerden öğrenme gibi insanlara özgü entelektüel süreçlerle donatılmış sistemler geliştirmek amacıyla kullanılmaktadır (Copeland, 2024).

John McCarthy'in 2007 yılında yapmış olduğu çalışmasında yapay zekayı "Akıllı bilgisayar programları yapma bilimi ve mühendisliği" olarak tanımlamaktadır. Yapay zekâ yazılımlarının çalışma biçimi insan zekâsı temel alınarak hazırlanmış ve insan zekasının yapabileceği işler için geliştirilmiş bir bilgisayar programı olarak tasarlanmıştır (Akçan, 2022).

Akçan (2022)'a göre, yapay zekanın en çok kullanımda olduğu alanlar:

- *Doğal dil üretimi:* Makinelerin fikirleri doğru şekilde iletmesine yardımcı sistemler,
- *Konuşma tanıma veya sesli yanıt:* İnsan dilini bilgisayarlar için kullanışlı şekillere dönüştürmek için kullanılan sistemler,
- *Görsel temsilci:* İnsanlarla etkileşime giren ve sesli cevap robotu,
- *Optimize edilmiş donanımlar:* Hesaplama zekâsı için görev verilen donanımlar,
- *Yüz, ses, parmak izi, iris tanıma:* Güvenlik seviyesini artırmak için geniş bir kullanım alanına sahip olan sistemler,
- *Robotik süreç optimizasyonu:* İnsan görevlerini, Metin analitiğini, doğal dil, üretimini otomatik olarak taklit etmek için komut dosyalarını ve diğer tüm yöntemleri içerir, ayrıca doğal dilin anlaşılmasını kolaylaştırır.

Günümüzde yapay zekâ teknolojisi diğer sektörlerde olduğu gibi mimarlık ve tasarım alanında da rağbet görmeye başlamıştır. Yüksek işlem hızı, verdiği kararlardaki doğruluğu bu yaygınlaşmada önemli etkilerdendir (Akçan, 2022).

Yapay zekâ ile mimarlık arasında birbiriyle bağlantılı bir ilişki bulunmaktadır. Bu bağlantılara örnek verilecek olursa, uzman sistemlerde, mimarı tasarımda karar destek sistemlerinde, evrensel tasarım yaklaşımlarında vb. durumlarda insan-bilgisayar etkileşiminde yapay zekanın sağladığı birçok fayda bulunmaktadır (Bayraktar, 2010).Yapay zekanın mimarlık öğrencilerine tanıtılması geleceğin mimar adayları için gelişme ve kendilerine uygun bir çerçeve oluşturabilmeleri için önem taşımaktadır. AutoCAD, 3 boyutlu Modelleme vb. gibi programlarla beraber günümüzdeki mimarlık eğitimine yapay zekanın açıklanması, yapay zekâ uygulamalarının öğrencilerin eğitimine dahil edilmesinin sorgulanması için ortamlar oluşturulmalıdır (Başarı, 2022).

Türk Dil Kurumu'na göre tasarım; zihinde canlandırılan biçim, tasavvur ve bir sanat eserinin, yapının veya teknik ürünün ilk taslağı, tasar çizim, dizayndır (TDK,2022). Tasarım en genel tanımıyla bir planın veya nesnenin biçimini zihinde canlandırarak kaleme alınabilecek ilk şeklini veya modelini hazırlamaktır. Tasarım doğru ilke ve öğelerin etkin kullanımıyla sonuç verir ve önemi oldukça fazladır. Tasarımda ortaya çıkan ürünün belirli bir düşünce sonucunda oluştuğunda fonksiyonel olması, özgün içerikte ve görsellikte olması beklenmektedir. Bir peyzaj mimarı tasarımdan önce sorunu tanımalı ve buna bağlı olarak yapabileceklerini iyi düşünmeli ve rapor etmeli ve buna yönelik tasarım süreçlerini en iyi şekilde yerine getirerek sürdürülebilirlik çerçevesinde tasarımını ele almalıdır (Yaşar ve Düzgüneş, 2013).

Peyzaj tasarımı insanoğlunun kendine yaşam mekânı oluşturup çevresini ihtiyaç halinde kullanması ile başlamıştır. Peyzaj tasarımında amaç yaşanabilir bir mekân oluşturup fonksiyonelliği, ekolojik ve estetik değerleri de göz önünde tutarak bitkisel tasarım ile de sürdürülebilirliği sağlamaktır. Tasarımda estetik değerler o eserin/ürünün

çekiciliğini ön plana çıkarırken fonksiyonelliğinin de kullanım amacı doğrultusunda olması ile ilgilidir. Örneğin bir bitkisel peyzaj tasarımı yapılırken o bitkinin formu rengi estetikliği öne çıkarttırılırken gölgeleme, perdeleme, vurgu gibi kullanım amaçları ile oraya yerleştirilmesi de fonksiyonelliğini ön plana çıkarmaktadır. Peyzaj tasarımının farklı biçim ve formlardan oluşması tasarımda kullanılacak materyal ve bitki çeşitliliğini de yansıtmaktadır (Cankurt, 2019).

Yapay zekâ çeşitli şekillerde tasarım alanlarında önemli rol oynar, yenilikçi şekilde çözümler sunar ve yaratıcılığı artırır. Mimari tasarım kapsamında yapay zekâ algoritmaları soyut kavramları keşfetmeye ve tanımlanmış bazı değişkenlere dayalı çeşitli tasarım fikirleri üretmeye yardımcı olmaktadır (Hegazy and Saleh, 2023).

Yapay zekâ (AI), insan yaratıcılığını artırarak tasarımda görselliği artırmada önemli bir potansiyel sunar (Liu, 2023). İnsan tasarımcılar ve yapay zekâ sistemleri arasındaki iş birliği, kendini ifade etme ve iletişim biçimlerine yol açarak nihayetinde tasarım verimliliğini ve çıktı kalitesini artırabilmektedir (Morajda, 2022). Hung ve Lian (2023)' a göre yapay zekanın insanla olan kombinasyonu, tasarım ve sanat konusunda yeni ve farklı bir bakış açısı getirebileceği belirlenmiştir. Bu sayede yapay zekanın insan yaratıcılığını artırma potansiyeli olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Yapay zekanın görsel tasarıma entegre olması sadece görevleri kolaylaştırmakla kalmaz, aynı zamanda tasarım geri bildirimlerinin otomasyonunu ve alternatif tasarımların oluşturulmasını sağlayarak daha verimli ve etkili tasarım süreçlerine katkıda bulunabilecektir (Xu, 2023). Ek olarak; yapay zekâ teknolojisi, iç mekân tasarımını iyileştirmek için obje özelliklerini modelleyerek 3 boyutlu görsel rekonstrüksiyonlar yaparak ve tasarım güvenilirliğini artırarak iç mekanları optimize edebilmektedir (Lauth, 2022).

Yapay zekâ ile görüntü oluşturma, metinsel tanımlamalardan yeni görüntüler üreterek, iş birliğine dayanan, tasarımda ilhamı ve iletişimi geliştirerek tasarımcıların oluşturma sürecini güçlendirebilir bir durumdur (Verheijden and Funk, 2023). Yapay zekâ (AI) görüntü oluşturuçular, yüksek kalitede görseller sağlayarak mimarın/tasarımcının hayal gücünü genişletebilir ancak daha etkin şekilde kullanılabilmesi için metin şeklinde hazırlanan komutları konusunda uzmanlık gerekmektedir (Beyan and Rossy, 2023).

Bu çalışmada yapay zekanın bir kolu olan metin ile görsel üretme algoritmalarının peyzaj tasarımında sunum tekniği olarak kullanılıp kullanılmayacağı, avantaj ve dezavantajları uzman görüşleri doğrultusunda belirlenmeye çalışılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Yapay zekanın her alanda kullanılmaya başlaması ile gelişmekte olan teknoloji her geçen gün daha da değişmektedir. Bu sebeple yapay zekâyı görmezden gelmek gelişmelerin gerisinde kalmaya sebep olmaktadır.

Bu çalışmada yapay zekâ desteği ile oluşturulan görsellerden ne kadar başarı elde edildiği değerlendirilmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda referans 4 adet farklı görsel belirlenmiş ve bu görselleri tanımlamak için kısa, orta ve uzun olacak şekilde 3 farklı tanımlama metin dizileri oluşturulmuştur. Belirlenen bu metin dizileri metinden görsel oluşturuçuyu 5 farklı yapay zekâ programına girilmiş ve bu metinlerle görseller hazırlanmıştır. Doğal dil yapısına uygunluk bakımından programlara metinler İngilizce diline çevrilerek girilmiştir.

Çalışma kapsamında referans görüntüleri hedeflenerek metinden 60 adet metin dizisi için 240 görüntü oluşturulmuştur. Bunlardan en alakalı ve kapsamla uyumlu olanlar her bir metin dizisi için

birer adet olacak şekilde uzman görüşmesi için elenmiştir.

Görüşleri alınan uzmanlar (kullanıcılar) 20 Akademisyen, 20 İş yeri sahibi, 20 çalışan ve gelecekte kullanım potansiyelinin ne olduğunun belirlenmesi için öğrenci kullanıcılardan oluşan toplam 80 kişiden oluşmaktadır. Uzmanlara görevi, deyim ve çalışma konusu sorulmuş ve referans görsele en yakın oluşan görselin hangi tanımlama cümlesinden çıkmış olduğu ve sunum olarak kullanılıp kullanılmayacağı beşli likert kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır.

Kullanılan yapay zekâ programları metinden görüntü oluşturan programları arasından en çok kullanılanlar ve ücretsiz kullanma hakkı verenler arasından seçilmiştir. Bunlar sırasıyla Canva, Microsoft Designer, DreamStudio, Foocus AI ve Freepik olarak belirlenmiştir.

2012 yılında Melanie Perkins, Cliff Obrecht ve Cameron Adams tarafından çevrimiçi grafik tasarım platformu olarak kurulan Canva, kullanıcıların sosyal medya grafikleri, sunumları, posterler vb. gibi diğer görsel içerikler oluşturmaya imkân sağlayan bir programdır. Canva içerisinde çeşitli şablonlar, yazı tipleri, hazır görseller gibi geniş bir içeriği bulundurmaktadır. Yazıdan görsel oluşturmaya yarayan eklenti aslında 2012 yılında çıkmış olsa da asıl kullanımı daha yeni yaygınlaşmıştır (Orman, 2023).

Microsoft Designer, AI tabanlı bir grafik tasarım ve görüntü düzenleme uygulamasıdır. Kurulan cümlelerle dikkat çekici görüntüler oluşturulabilir, tasarımlar hazırlanabilir hatta fotoğrafların düzenlenmesi yapılabilir. Designer; Copilot, Bing, Edge ve daha fazlası gibi Microsoft uygulamaları ile bütünleşerek eserlerin oluşmasına yardımcı olabilir (Microsoft, 2024).

Stability AI tarafından Ağustos 2022'de geliştirilen bir platform olan DreamStudio, kullanıcıların yapay zekâ destekli içerikler oluşturmaya olanak sağlamaktadır (Jones, 2023). Yapay zekâyı kullanarak çizim ve fotoğraf üretebilmek için kullanıcıların uygulamaya gerekli talimatları vermeleri gerekir. DreamStudio aldığı talimatlar doğrultusunda gerçekçi çizimleri veya fotoğrafları oluşturur (Doğan, 2023).

Foocus AI, metinlerden görüntüler oluşturmak için kullanılan açık kaynaklı bir görüntü oluşturma aracıdır. Stable Diffusion ve Midjourney gibi sistemlerin en iyi özellikleri ile bir araya gelerek kullanıcılara daha kolay bir deneyim sunmaktadır. Foocus AI, özellikle metinden görüntü üretme, görüntülerin yeniden boyanması, görüntülerin boyutlarının değiştirilmesi (genişletme veya ölçeklendirme) gibi geliştirilmiş özelliklere sahiptir (Foocus, 2024).

2010 yılında İspanya'nın Malaga kentinde kurulan Freepik, tasarımcılar, pazarlamacılar ve içerik oluşturucular için geniş bir görsel arşiv sunan çevrimiçi bir platformdur. Freepik, iki öncü olarak bilinen programlar olan Stable Diffusion ve Midjourney'den alınan ilhamın bir sonucudur. Metinden görüntü elde etmek için kullanılan programlar arasındadır (Foocus, 2024).

Referans olarak tercih edilen görsellerde farklı alan kullanımlarından alanlar tercih edilmiştir. Bunlar; deniz kenarında yürüyüş yolu - Ref.1 (Şekil 1), havuzlu bir ev bahçesi - Ref.2 (Şekil 2), çocuk oyun alanı - Ref.3 (Şekil 3) ve göl kenarında bir piknik alanı - Ref.4 (Şekil 4) olarak belirlenmiştir.



Şekil 1. Deniz kenarında yürüyüş yolu (Pinterest, 2024)

Seçilen ilk görsel için üç farklı metin dizisi belirlenmiştir. Kısa olarak belirlenen dizi "Şehrin içinde sahil kenarında, sıralı palmyelerin olduğu doğal taşlı yürüyüş yolu", orta olarak belirlenen dizi "Şehrin içinde sahil kenarında, içinde insanların yürüyüş yaptığı, sıralı palmyelerin olduğu çalıların bulunduğu, doğal taştan yapılmış yürüyüş yolu", uzun olarak belirlenen dizi ise "Şehrin içinde sahil kenarında, sıralı palmyelerin olduğu içerisinde küçük çalı gruplarının ve oturma alanlarının bulunduğu, doğal taştan yapılmış yürüyüş yolunda yürüyen çeşitli yaş gruplarından insanların bulunduğu gerçekçi görüntüsü" şeklinde tanımlanmıştır.



Şekil 2. Havuzlu bir ev bahçesi (Copyright, 2019).

İkinci görsel için belirlenen üç farklı metin dizisi; kısa olarak belirlenen dizi "Havuzlu bir ev bahçesi, havuzun etrafında çeşitli bitkiler bulunmaktadır", orta olarak belirlenen dizi "Havuzlu tek katlı bir ev bahçesi, informal havuzun etrafında farklı boyutlarda çalı grupları bulunmakta", uzun olarak belirlenen dizi "Gerçekçi bir görüntüde informal havuzlu beyaz tek katlı bir ev bahçesi, havuzun etrafında farklı boyutlarda çalı grupları bulunmakta bazı çalılar yeşil bazıları sarı çiçeklere sahip çalılar, havuzun arka tarafında kalan evin etrafında ise uzun boylu ağaçlar bulunmakta" şeklinde tanımlanmıştır.



Şekil 3. Çocuk oyun alanı (ManorPark, 2024).

Üçüncü görsel için belirlenen üç farklı metin dizisi; kısa olarak belirlenen dizi "Kauçuk zemin üzerinde bulunan çocuk parkı, parkın arkasında ağaçlar var", orta olarak belirlenen dizi "Kauçuk zemin üzerinde bulunan ahşap ve metal materyallerden yapılmış çocuk parkı, parkın arkasında uzun ağaçlar bulunmakta", uzun olarak belirlenen dizi "Gerçekçi bir görüntüde kauçuk zemin üzerinde bulunan ahşap ve metal materyallerden yapılmış olan park elemanları içerisinde çocukların oynadığı çocuk parkı, parkın arkasında uzun boylu, geniş ve yeşil taçlı ağaçlar bulunmakta" şeklinde tanımlanmıştır.



Şekil 4. Göl kenarında bir piknik alanı (Bower, 2024).

Dördüncü ve son görsel için belirlenen üç farklı metin dizisi; kısa olarak belirlenen dizi "Göl kenarında çimlerin üzerinde ahşap ormancı masaları bulunan piknik alanı", orta olarak belirlenen dizi "Göl kıyısı kenarında çimlerin üzerinde ahşap ormancı masaları ve mangal alanları bulunan ağaçların arasında piknik alanı", uzun olarak belirlenen dizi "Gerçekçi bir görüntüde göl kıyısında çimlerin üzerinde etrafında uzun ağaçların olduğu ahşap ormancı masaları ve mangal alanları bulunan bir yanında da yürüyüş yolu bulunan piknik alanı" şeklinde tanımlanmıştır.

Görüntü serisinden ihtiyaca en uygun olanı belirlenerek depolanmış ve uzmanlarla yapılacak görüşme için tablolara aktarılmıştır. Referans görüntüleri ile hazırlanan bu görseller hangi yazılım tarafından ve hangi metin dizisi uzunluğu olduğu belirtilmeden uzman değerlendirmesine alınmıştır. Uzmanlarla görüşmeler sırasında kaç yıldır mesleğini yaptığı (ilk öğrencilik yılından itibaren), uzmanlığı (çalışma konusu) ve şu anda yapmış olduğu görev sorularının yanında referans görüntüsü yerine sunum paftasında görsellerin kullanılma potansiyeli uzmanlara hangi metin dizisi girildiği verilmeden 5'li likert ölçeğinde, "1" ve "5" değerleri arasında bir puan vermeleri istenilerek sorgulanmıştır. Bu veriler

istatistik değerlendirme için Orange Data yazılımına aktarılmış ve uygunluk belirleme hedefiyle veriler yorumlanmıştır.

3. Bulgular

Deniz kenarında yürüyüş yolu olan Ref.1 için Canva yazılımının oluşturmuş olduğu kısa orta ve uzun metin dizisinden elde edilen görüntü serisi Şekil 5'te, Microsoft Designer yazılımının oluşturmuş olduğu kısa orta ve uzun metin dizisinden elde edilen görüntü serisi Şekil 6'da, DreamStudio yazılımının oluşturmuş olduğu kısa orta ve uzun metin dizisinden elde edilen görüntü serisi Şekil 7'de, Foocus yazılımının oluşturmuş olduğu kısa orta ve uzun metin dizisinden elde edilen görüntü serisi Şekil 8'de ve Freepik yazılımının oluşturmuş olduğu kısa orta ve uzun metin dizisinden elde edilen görüntü serisi Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 5. Ref.1 için Canva AI görüntüleri (Metin Dizisi kısa, orta, uzun)



Şekil 6. Ref.1 için Microsoft Designer AI görüntüleri (Metin Dizisi kısa, orta, uzun)



Şekil 7. Ref.1 için DreamStudio AI görüntüleri (Metin Dizisi kısa, orta, uzun)



Şekil 8. Ref.1 için Foocus AI görüntüleri (Metin Dizisi kısa, orta, uzun)



Şekil 9. Ref.1 için Freepik AI görüntüleri (Metin Dizisi kısa, orta, uzun)

Kısa orta ve uzun metin dizisinden elde edilen havuzlu bir ev bahçesi olan Ref.2 için Canva yazılımının oluşturmuş olduğu görüntü serisi Şekil 10'da, Microsoft Designer yazılımının oluşturmuş olduğu görüntü serisi Şekil 11'de, DreamStudio yazılımının oluşturmuş olduğu görüntü serisi Şekil 12'de, Foocus yazılımının oluşturmuş olduğu görüntü serisi Şekil 13'de ve Freepik yazılımının oluşturmuş olduğu görüntü serisi Şekil 14'de verilmiştir.



Şekil 10. Ref.2 için Canva AI görüntüleri (Metin Dizisi kısa, orta, uzun)



Şekil 11. Ref.2 için Microsoft Designer AI görüntüleri (Metin Dizisi kısa, orta, uzun)



Şekil 12. Ref.2 için DreamStudio AI görüntüleri (Metin Dizisi kısa, orta, uzun)



Şekil 13. Ref.2 için Foocus AI görüntüleri (Metin Dizisi kısa, orta, uzun)



Şekil 14. Ref.2 için Freepik AI görüntüleri (Metin Dizisi kısa, orta, uzun)

Kısa orta ve uzun metin dizisinden elde edilen çocuk oyun alanı olan Ref.3 için Canva yazılımının oluşturmuş olduğu görüntü serisi Şekil 15'te, Microsoft Designer yazılımının oluşturmuş olduğu görüntü serisi Şekil 16'da, DreamStudio yazılımının oluşturmuş olduğu görüntü serisi Şekil 17'de, Foocus yazılımının oluşturmuş olduğu görüntü serisi Şekil 18'de ve Freepik yazılımının oluşturmuş olduğu görüntü serisi Şekil 19'da verilmiştir.



Şekil 15. Ref.3 için Canva AI görüntüleri (Metin Dizisi kısa, orta, uzun)



Şekil 16. Ref.3 için Microsoft Designer AI görüntüleri (Metin Dizisi kısa, orta, uzun)



Şekil 17. Ref.3 için DreamStudio AI görüntüleri (Metin Dizisi kısa, orta, uzun)



Şekil 18. Ref.3 için Foocus AI görüntüleri (Metin Dizisi kısa, orta, uzun)

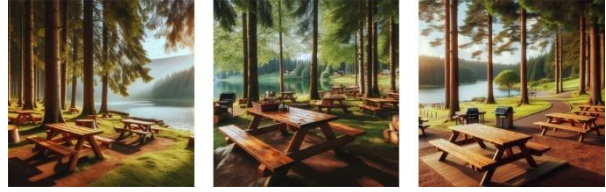


Şekil 19. Ref.3 için Freepik AI görüntüleri (Metin Dizisi kısa, orta, uzun)

Kısa orta ve uzun metin dizisinden elde edilen Göl kenarında bir piknik alanı olan Ref.4 için Canva yazılımının oluşturmuş olduğu görüntü serisi Şekil 20'de, Microsoft Designer yazılımının oluşturmuş olduğu görüntü serisi Şekil 21'de, DreamStudio yazılımının oluşturmuş olduğu görüntü serisi Şekil 22'de, Foocus yazılımının oluşturmuş olduğu görüntü serisi Şekil 23'te ve Freepik yazılımının oluşturmuş olduğu görüntü serisi Şekil 24'te verilmiştir.



Şekil 20. Ref.4 için Canva AI görüntüleri (Metin Dizisi kısa, orta, uzun)



Şekil 21. Ref.4 için Microsoft Designer AI görüntüleri (Metin Dizisi kısa, orta, uzun)



Şekil 22. Ref.4 için DreamStudio AI görüntüleri (Metin Dizisi kısa, orta, uzun)



Şekil 23. Ref.4 için Foocus AI görüntüleri (Metin Dizisi kısa, orta, uzun)



Şekil 24. Ref.4 için Freepik AI görüntüleri (Metin Dizisi kısa, orta, uzun)

Uzman görüşmeleri sonucunda elde edilen ham veri tablosu örneği Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Uzman Görüşmeleri verileri

UZMAN	REF.1			Ref.1			Ref.4					
	GÖR	DEN	KON	K	O	U	K	O	U			
1 AKA	8	A	4	3	5	2	2	4	...	5	4	5
2 AKA	22	B	2	3	2	3	2	3	...	5	3	1
3 AKA	15	A	5	3	5	4	2	5	...	4	4	3
4 AKA	29	C	3	2	2	3	3	2	...	1	3	3
5 AKA	14	A	4	4	4	1	2	5	...	3	5	1
6 AKA	5	A	1	4	3	5	3	3	...	4	1	2
7 AKA	26	B	4	3	4	3	2	3	...	4	3	2
...
79 ÖGR	4	D	4	4	5	5	3	4	...	3	4	4
80 ÖGR	4	D	4	2	5	3	3	5	...	2	4	4

Her biri 20 kişiden oluşan uzmanlar görevleri bakımından "Akademik" için AKA, "İş yeri sahibi" için IYS, "Çalışan" için ÇLS ve "Öğrenci" için ÖGR olarak kodlanmış, çalışma konuları "Peyzaj Tasarımı" olanlar A, "Peyzaj Planlama" olanlar B, "Peyzaj Bitkileri" ile olanlar C ve Özellikle "3 boyutlu modelleme ve sunum teknikleri" ile ilgili çalışanlar D olarak kodlanmıştır. Bu veriler yazılım ve metin dizisi uzunluğu bakımından birleştirilmiş ve Orange yazılımına yüklenmiştir. Uzman görüşmeleri sırasında yapay zekayı peyzaj tasarımı sunumlarında değerlendirilebilirliği de sorulmuştur. Bu veriler ile istatistiki analiz tabloları elde edilmiştir.

Orange yazılımı ile uzmanların özellikleri ile yapay zekayı peyzaj tasarımı sunumlarında değerlendirip değerlendirmeyecekleri arasındaki ilişki Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Uzman Grubu Görev İstatistikleri

Ref. - Görev	n.	Ort.	Std.	Kor.
Akademisyen	20	3,20	1,35	0,190
İşyeri Sahibi	20	3,48	1,10	0,000
Çalışan	20	3,17	1,36	0,102
Öğrenci	20	3,67	1,05	0,292
Toplam	80	3,38	1,24	0,232

4 ayrı görev kapsamında gerçekleştirilmiş olan uzman grubu analizlerinde katılımcı sayısı (n), değer

ortalamları (Ort.), bunların standart sapmalar (Std.) ve yazılımın değerlendirilebilirliği için verilen cevap ile yazılımların korelasyon değerleri (Kor.) incelenmiştir.

Özellikle akademisyen ve çalışan peyzaj mimarları ortalamalarının yapay zeka yazılımları ile ortaya çıkmış olan görüntüleri sunum tekniği olarak kullanır mısınız sorusuna "3-Kararsızım" değerine yakın değerler verdiği buna rağmen İş yeri sahibi peyzaj mimarları ile öğrenci peyzaj mimarı adaylarının ise "4-Katılıyorum" değerine daha yakın bir ortalama verdiği görülmektedir. Standart sapma değerlerinin 1 ve üzerinde olması ortalama değer en azından 1 altı ve 1 üstünde değerlerde sonuçlar alındığını göstermektedir. Uzmanların görevleri bağlamında önemli bir korelasyon değeri ortaya çıkmamıştır.

Uzman deneyimleri sorgulanırken, öğrenci olan uzmanların da deneyim seviyesinin belirlenmesi amacıyla uzmanların peyzaj mimarlığı eğitimine başladıkları seneden mesleği sürdürdükleri bu zamana kadar geçen süre sorgulanmıştır. Uzmanların deneyim bilgileri ile yapay zekayı peyzaj tasarımı sunumlarında değerlendirip değerlendirmeyecekleri arasındaki ilişki görevleri bilgisi referans alınarak Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Uzman Grubu Deneyim İstatistikleri

Ref. - Deneyim	n.	yOrt.	yStd.	Kor.
Akademisyen	20	19,60	7,64	0,190
İşyeri Sahibi	20	15,63	7,60	0,000
Çalışan	20	14,78	4,98	0,102
Öğrenci	20	2,52	1,00	0,292
Toplam	80	12,64	9,09	0,174

4 ayrı görev kapsamında gerçekleştirilmiş olan uzman grubu analizlerin ile değerlendirilen deneyim verisi için katılımcı sayısı (n), yıl ortalamları (yOrt.), yılların standart sapmaları (yStd.) ve yazılımın değerlendirilebilirliği için verilen cevap ile

yazılımların korelasyon değerleri (Kor.) incelenmiştir. Bu veriler arasında en yüksek ortalamayı 19,60 yıl ve 7,64 standart sapma ile Akademisyen uzmanlar oluştururken, en az değeri ise 2,52 yıl ortalaması ve 1,00 standart sapma ile öğrenci uzmanlar oluşturmaktadır. Katılımcıların deneyim senesi olarak belirlenen toplam ortalaması 12,64 yıl olarak belirlenmiştir. Korelasyon değerleri bakımından deneyim toplam verisi incelendiğinde yine 0 değerine çok yakın pozitif bir değer ortaya çıkmıştır.

Çalışma için konuların her birinin eşit olması planlanmış, ancak hem görevde hem de konu da eşit sayı mümkün olamamıştır. Uzmanların çalışma konuları ile yapay zekayı peyzaj tasarımı sunularında değerlendirip değerlendirmeyecekleri arasındaki ilişki Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Uzman Grubu Çalışma Konu İstatistikleri

Ref.-Çalışma Konuları	n.	Ort.	Std.	Kor.
Peyzaj Tasarımı	27	3,34	1,26	0,344
Peyzaj Planlama	19	3,38	1,23	0,083
Peyzaj Bitkileri	15	3,32	1,32	0,201
3b model. ve sun. tek.	19	3,47	1,15	0,222
Toplam	80	3,38	1,24	0,208

4 ayrı çalışma konusu kapsamında gerçekleştirilmiş olan uzman grubu analizleri için katılımcı sayısı (n), değer ortalamaları (Ort.), bunların standart sapmalar (Std.) ve yazılımın değerlendirilebilirliği için verilen cevap ile yazılımların korelasyon değerleri (Kor.) incelenmiştir. Ortaya çıkan ortalamalarda değerler birbirlerine çok yakındır. Bu veriler arasında en yüksek ortalamayı 3,47 ile 3 boyutlu modelleme ve sunum teknikleri ile ilgili çalıştıklarını bildiren uzmanlar oluşturmaktadır. Korelasyon değerleri bakımından deneyim toplam verisi incelendiğinde yine 0 değerine çok yakın pozitif bir değer ortaya çıktığı ancak 0,344 ile en yüksek değerin Peyzaj Tasarımı ile çalışan uzmanlar olduğu görülmektedir.

Analizler sonucu çıkan referans görseller ile oluşturulan görüntüler arasındaki verilmiş değer ortalamaları (Ort.), bunların standart sapmalar (Std.), yazılımın değerlendirilebilirliği için verilen cevap ile yazılımların p değeri (p) ve yazılımın değerlendirilebilirliği için verilen cevap ile yazılımların ki-kare (X^2) değerleri Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Referans ve Yapay Zekâ Yazılımı Değerleri İstatistikleri

Ref. - Yapay Zeka	Ort.	Std.	p	X^2
Ref.1 Canva	3,48	0,69	+0,002	0,342
Ref.1 Mic. Designer	3,35	0,70	-0,002	0,033
Ref.1 DreamStudio	3,55	0,69	-0,055	0,255
Ref.1 Fooocus	3,40	0,79	-0,036	0,021
Ref.1 Freepik	3,31	0,75	+0,028	0,153
Ref.2 Canva	3,39	0,68	-0,045	0,034
Ref.2 Mic. Designer	3,38	0,73	-0,074	0,055
Ref.2 DreamStudio	3,25	0,75	-0,004	0,162
Ref.2 Fooocus	3,53	0,65	-0,036	0,642
Ref.2 Freepik	3,33	0,71	+0,027	0,001
Ref.3 Canva	3,41	0,69	+0,148	2,971
Ref.3 Mic. Designer	3,35	0,76	+0,017	0,008
Ref.3 DreamStudio	3,49	0,68	+0,117	0,589
Ref.3 Fooocus	3,33	0,72	-0,060	0,383
Ref.3 Freepik	3,22	0,66	+0,135	2,047
Ref.4 Canva	3,30	0,82	+0,117	0,915
Ref.4 Mic. Designer	3,26	0,78	-0,215	3,034
Ref.4 DreamStudio	3,46	0,75	+0,164	4,584
Ref.4 Fooocus	3,29	0,77	+0,252	2,309
Ref.4 Freepik	3,45	0,76	+0,173	1,669

Referans ve yapay zekâ yazılımları incelendiğinde Ref.1 DreamStudio AI'nin 3,55 ile en yüksek ortalama değere sahip olduğu ve Ref.3 Freepik AI'nin 3,22 ortalama ile en düşük ortalama değere sahip olduğu görülmektedir. Uzmanlar tarafından verilen ortalama değerlerin ve bunların standart sapmalarının birbirlerinden çok büyük bir ölçüde değişiklik göstermediği görülmektedir. Bu durum yapay zekâ uygulamalarının kısa, orta ve uzun metin dizimi birleştirilerek oluşturulmuş görüntü ortalaması değeri bağlamında birbirlerinden çok belirgin bir farklılık göstermediği şeklinde yorumlanabilir. Orange yazılımının değerlendirme parametreleri bağlamında sunum tekniği olarak

kullanılabilirlik ile yapay zekâ yazılımların p-değeri ve ki-kare değerleri incelendiğinde en yüksek pozitif değerin Ref.4 Foocus AI ile olduğu, en yüksek negatif değerin Ref.4 Microsoft Designer AI görüntüsünün aldığı görülmektedir.

Çalışma için referans fotoları bağlamında kısa, orta ve uzun metin dizi değerleri birleştirilmiş ve analiz edilmiştir. Analizlerde değer ortalamaları (Ort.), bunların standart sapmalar (Std.), yazılımın değerlendirilebilirliği için verilen cevap ile yazılımların p değeri (p) ve yazılımın değerlendirilebilirliği için verilen cevap ile yazılımların değerleri Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Referans ve Metin Dizisi İstatistikleri

Ref. - Metin Dizisi	Ort.	Std.	p	X ²
Ref.1 Kısa metin dizisi	3,21	0,60	-0,008	0,325
Ref.1 Orta metin dizisi	3,21	0,56	+0,048	0,015
Ref.1 Uzun metin dizisi	3,56	0,47	-0,127	0,992
Ref.2 Kısa metin dizisi	3,31	0,70	+0,170	0,084
Ref.2 Orta metin dizisi	3,31	0,60	+0,028	0,156
Ref.2 Uzun metin dizisi	3,61	0,55	+0,124	0,037
Ref.3 Kısa metin dizisi	3,11	0,61	-0,055	0,696
Ref.3 Orta metin dizisi	3,22	0,64	+0,173	0,000
Ref.3 Uzun metin dizisi	3,56	0,50	+0,008	0,071
Ref.4 Kısa metin dizisi	3,34	0,63	+0,070	0,175
Ref.4 Orta metin dizisi	3,20	0,67	-0,184	4,172
Ref.4 Uzun metin dizisi	3,57	0,49	-0,010	0,215

Referans ve metin dizisi incelendiğinde Ref.2 uzun metin dizisinin 3,61 ile en yüksek ortalama değere sahip olduğu ve Ref.3 kısa metin dizisinin 3,11 ortalama ile en düşük ortalama değere sahip olduğu görülmektedir. Uzmanlar tarafından verilen ortalama değerlerin ve bunların standart sapmalarının birbirlerinden çok büyük bir ölçüde değişiklik göstermediği ancak yine de uzun metin dizilerinin ortalamalarının daha yüksek standart sapmalarının ise daha düşük olduğu görülmektedir. Orange yazılımının değerlendirme parametreleri bağlamında sunum tekniği olarak kullanılabilirlik ile yapay zekâ yazılımların p-değeri ve ki-kare değerleri incelendiğinde ki-kare (X²) için en yüksek pozitif

değerin Ref.4 orta metin dizisinde, en düşük değer ise Ref.3 orta metin dizisinde olduğu görülmektedir. P değerleri bağlamında çok yüksek alt ve üst değer gözükmemektedir.

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışma, yapay zekâ teknolojilerinin peyzaj tasarımı sunum tekniklerinde potansiyel kullanımı ve getirdiği yenilikleri incelemeye çalışmıştır. Araştırma bulguları, yapay zekâ ile oluşturulan görsellerin peyzaj tasarım sürecinde çeşitli avantajlar sunduğunu ancak henüz beklenen seviyeye tam gelemediğini göstermektedir. Buna rağmen çalışmada yapay zekâ destekli görsellerin, tasarımcılara hızlı ve yaratıcı çözümler sunarak, zaman ve maliyet tasarrufu sağladığı gerçeğiyle özellikle işveren ve öğrenciler tarafından daha fazla benimsendiğini göstermektedir. Bu teknoloji, peyzaj tasarımında yeni fikirlerin ve estetik yaklaşımların keşfedilmesine olanak tanıyabilirken, aynı zamanda tasarımların daha hızlı gerçekleştirilebileceği gerçeğini ortaya koymaktadır.

Yapılan anket analizleri sonucunda elde edilen bulgular, çalışmamızın temel hipotezlerini ve araştırma sorularını aydınlatmak adına önemli ipuçları sunmuştur. Elde edilen veriler, katılımcıların konuya ilişkin algılarını, tutumlarını ve davranışlarının henüz kararsız kaldıklarını derinlemesine inceleme fırsatı sağlamış, konuya olan eğilimlerin negatif olmadığını ortaya koymuştur. Uzman görüşmesi yapılmış olan 80 kişiden 47 (58,75%)'si bu teknolojiyi sunum tekniği olarak hemen kullanabileceğini bildirmektedir.

Bu çalışma yapay zekâ ile görüntü oluşturan yazılımların algısının birbirlerinden çok fazla farklılık göstermediğini belirtmektedir. Kullanılan 5 farklı yazılımın algoritmalarının birbirlerine çok yakın olması bu sonucun önemli bir nedenidir.

Metin dizileri oluştururken amaca yönelik, daha hassas ve içeriği tam yansıtan bir metnin kullanımı büyük önem arz etmektedir. Çalışma kapsamında kısa metin dizisinden oluşan görüntülere göre uzun metin dizileri yaklaşık ortalama 0,35 daha fazla değere sahip olmuşlardır. Bu değer oluşturulan görüntülerin daha çok kabul görebileceği anlamına geldiği gibi, görüntü oluşturma sırasında kullanımının metin girişi ile kalitenin değişebileceğini göstermektedir.

Yapay zekâ ile oluşturulan görsellerin, özellikle erken tasarım aşamalarında, müşteri ve paydaşlarla iletişimi kolaylaştırdığı, önerilen tasarımın görselleştirilmesi ve anlaşılması sürecini hızlandırdığı muhakkaktır. Ancak, yapay zekâ teknolojilerinin peyzaj tasarımında etkin bir şekilde kullanılabilmesi için, tasarımcıların bu teknolojilere aşina olması ve doğru veri setlerini kullanabilme yeteneğine sahip olması gerekmektedir. Teknolojinin sürekli gelişmesi ve güncellenmesi, kullanıcıların sürekli öğrenme ve adaptasyon içinde olmasını zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle gerek lisans müfredatlarına eklenerek gerekse eğitim etkinlikleri ile mutlaka bu yeni teknolojilerin öğrencilerle ve peyzaj mimarları ile paylaşılması gerekmektedir.

Sonuç olarak, yapay zekâ ile oluşturulan görseller, peyzaj tasarım sürecinde devrim niteliğinde yenilikler getirmekte ve ileride sektördeki standartları yükselteceği ön görülmektedir. Gelecekte, bu teknolojinin daha da gelişmesi ve yaygınlaşmasıyla birlikte, peyzaj tasarımında daha etkili, verimli ve yaratıcı çözümler ortaya çıkması beklenmektedir. Bilgisayar destekli tasarım teknolojisinin gelişiminin yaptığı gibi yapay zekâ teknolojilerinin peyzaj tasarımında kullanımı, hem tasarımcılar hem de müşteriler için büyük faydalar sunabilecek ve bu alandaki inovasyonun önünü açabilecektir.

Kaynaklar

- Akçan ZM, (2022) Yapay Zekâ Algoritmalarının Mimari Şematik Plan Oluşturmak İçin Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, İstanbul.
- Başarır L, (2022) Modelling AI Architectural Education. Gazi Üniversitesi. Bilim Dergisi 2022: 1260-1278.
- Bayraktar ME, (2010) Kullanıcı Hareketleriyle Mekân Kurgusu: Etmem Tabanlı Bir Tasarım Aracı. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Beyan E, Rossy A, (2023) Review of AI Image Generator: Implications, Challenges and Future Prospects for the Field of Architecture. Artificial Intelligence in Architecture Magazine. <https://doi.org/10.24002/jarina.v21i.6662>
- Copeland BJ, (2024) Britannica Çevrim İçi Ansikopedisi: Yapay Zekâ <https://ddo.link/artificial-intelligence>. (Erişim zamanı: 15.05.2024).
- Doğan S, (2023) DreamStudio: Yapay Zekaya Çizim Yaptırın. <https://www.yapayzekagunlukleri.com/yapay-zeka-uygulamaları/gorsel-tasarim/dreamstudio-yapay-zekaya-cizim-yaptirin/#dream-studio-hakkinda-sikca-sorulan-sorular-fa-qs> (Erişim Tarihi: 18.05.2024).
- Foocus, (2024) What is Foocus. <https://foocus.dev/>. (Erişim Tarihi: 18.05.2024).
- Foocus, (2024) Learned from Stable Diffusion, the yazılım is offline, open source, and free. <https://foocus.net/> (Erişim Tarihi: 18.05.2024).
- Hegazy M, Saleh A (2023) Evolution of AI role in architectural design: between parametric exploration and machine hallucination. MSA Engineering Journal, doi: 10.21608/msaeng.2023.291873.
- Hung PK, Liang RH, (2023) Designing with AI: An Exploration of Co-Ideation with Image Generators. July 2023. Pages 1941–1954 doi: 10.1145/3563657.3596001.
- Jones L, (2023) Stability AI Debuts StableStudio, an Open-Source Version of the Text-to-Image

- Solution DreamStudio.
<https://winbuzzer.com/2023/05/18/stabili-ty-ai-debuts-stablestudio-an-open-source-version-of-the-text-to-image-solution-dreamstudio-xcxwbn/> (Erişim Tarihi:18.05.2024).
- Lauth GJ, (2022) On the Importance of Embodiment for Artificial Design Intelligence in the Context of Sociotechnical Systems. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering,
- Liu DF, (2023) Design Information Extraction and Visual Representation based on Artificial Intelligence Natural Language Processing Techniques. doi: 10.1109/CVIDL58838.2023.10165716
- Microsoft, (2024) Microsoft Designer. <https://www.microsoft.com/tr-tr/microsoft-365/microsoft-designer> (Erişim Tarihi: 18.05.2024).
- Morajda J, (2022) Artificial intelligence applications in visual art capabilities, perspectives and limitations. doi: 10.35603/sws.iscah.2022/s08.07
- Orman KY, (2023) Orman. KY, (2023) Canva'dan yeni güncelleme: Artık yapay zekayı kullanıyor! <https://shiftdelete.net/canva-yapay-zeka-ozellikleri> (Erişim Tarihi: 18.05.2024).
- Paksın B, (2020) Görsel Sanatlarda Yapay Zekâ ve Yaratıcılık İlişkisi. Yüksek Lisans Tezi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Dokuz Eylül Üniversitesi. İzmir.
- Cankurt N, (2019) Peyzaj Tasarımında Günümüz Teknolojilerinin Kullanımı-Teknopeyzaj. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi.
- TDK, (2022) Genel Türkçe Sözlük. Ankara: TDK Yayınları. Ankara.
- Verheijden M, Funk M, (2023) Collaborative Distribution: Increasing Designer Co-Creation with Generative AI. 2023 Extended Abstracts of the CHI Conference on Human Factors in Computer Systems. <https://doi.org/10.1145/3544549.3585680>.
- Xu W, (2023) AI in HCI Design and User Experience. arXiv.org, doi: 10.48550/arXiv.2301.00987. doi: 10.1088/1757-899x/1261/1/012025.
- Yaşar Y, Düzgüneş E, (2013) Peyzaj Tasarımına Sürdürülebilirlik Kavramının Entegrasyonu: Bir Stüdyo Çalışması. İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi, ISSN: 1309-9876 EISSN: 1309-9884, 3 (7): 31-43.

Referans Görseller

- Bower D, (2024) <https://daytrippingroc.com/perfect-picnic-spots/> (Erişim Tarihi: 17.05.2024).
- Copyright, (2019) <https://aonlinetr.unionjill.org/content?c=bah%C3%A7e+havuzu+fiyatlar%C4%B1&id=37> (Erişim Tarihi: 17.05.2024).
- ManorPark, (2024) <https://ourmanorpark.org.uk/about-our-work/playground-project/> (Erişim Tarihi: 17.05.2024).
- Pinterest, (2024) <https://tr.pinterest.com/pin/18295942227206903/> Erişim Tarihi: (17.05.2024).

BOZULAN PEYZAJLARIN İYİLEŞTİRİLMESİ VE ÖĞRENME ORTAMI OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ "THE EDEN PROJECT"

Hafize Nur Sılay EMİR^{1*} Emrah YILDIRIM²

¹Kilis 7 Aralık Üniv., Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Tapu ve Kadastro Programı, Kilis, Türkiye,

²Akdeniz Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Antalya, Türkiye

Öz

Son yıllarda hammadde teminine dayanan endüstriyel faaliyetlerin artması, peyzajların bozulmasını, çevresel dengenin ve biyoçeşitliliğin değişimini beraberinde getirmektedir. Özellikle, maden ocakları kaynaklı çevresel etkilerin azaltılması ve ekolojik restorasyonun teşvik edilmesi uygulamaları çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli bir rol oynamaktadır. Bu çalışmada restorasyon, rehabilitasyon gibi bozulan peyzajların onarılması yaklaşımları küresel ve yerel örneklerle ele alınmış, iyi uygulama örneklerinden biri olarak ekolojik restorasyonun sürdürülebilir çevre eğitimine entegrasyonundaki özel bir yeri olan İngiltere'nin Cornwall kentindeki Eden Projesi incelenmiştir. Doğal alanlarda sürdürülebilirliği sağlayan, ekosistemlerin restorasyonunu hedefleyen ve ekolojik dönüşümü çevre eğitimi ile güçlendiren bir örnek olarak Eden Projesi madencilik sonrası rehabilitasyon ve doğaya kazandırma çabalarına odaklanmaktadır. Eğitimin ekolojik dönüşüm sürecini desteklemedeki kilit rolünü vurgulaması, ekolojik restorasyonun sürdürülebilir eğitime katkısını irdelemesi, maden ocaklarının ekolojik restorasyon çabalarının analizi ve bu çabaların eğitim girişimleriyle uyumlu bir şekilde nasıl entegre edilebileceğine dair kapsamlı bir anlayış sunması ile çalışma sonuçlarının bozulan peyzajların onarılması konusuna katkıda bulunması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bozulan peyzajlar, maden ocakları, öğrenme ortamı, peyzajın iyileştirilmesi, peyzaj onarımı.

IMPROVING DEGRADED LANDSCAPES AND EVALUATING THEM AS A LEARNING ENVIRONMENT "THE EDEN PROJECT"

Abstract

In recent years, the increase in industrial activities based on the supply of raw materials brings about the degradation of landscapes and the change of environmental balance and biodiversity. In particular, practices that reduce environmental impacts from mines and encourage ecological restoration play an important role in terms of environmental sustainability. In this study, approaches to repairing damaged landscapes such as restoration and rehabilitation were discussed with global and local examples, and the Eden Project in Cornwall, England, which has a special place in the integration of ecological restoration into sustainable environmental education, was examined as one of the good practices. As an example of ensuring sustainability in natural areas, targeting the restoration of ecosystems and strengthening ecological transformation with environmental education, the Eden Project focuses on post-mining rehabilitation and reintegration efforts. The results of the study are expected to contribute to the restoration of degraded landscapes by emphasizing the key role of education in supporting the ecological transformation process, examining the contribution of ecological restoration to sustainable education, analyzing the ecological restoration efforts of mines and providing a comprehensive understanding of how these efforts can be harmoniously integrated with educational initiatives.

Keywords: Degraded landscapes, learning environment, landscape improvement, landscape repair, mining quarries.

1. Giriş

Peyzaj, bir alandaki doğal ve kültürel unsurların bütünüdür. İnsanoğlu var olduğundan beri peyzajı ihtiyaçları doğrultusunda şekillendirmekte ve değiştirmektedir. Bozulmuş peyzajlar ise çoğu zaman insan müdahalesi bazı durumlarda da deprem gibi doğal nedenlerle zarar görmüş alanları ifade etmektedir. Doğal madenler ve malzemeler endüstri üretimini, inşaat, altyapı gibi farklı kullanımlar için kaynak oluştururken, faaliyet sonucunda peyzajın yapısı, görüntüsü ve ekolojisi

büyük değişiklik yaşamaktadır (Kalaycı ve Uzun, 2017; Sekban ve Acar, 2021). Belousova ve ark.'larının (2021) da belirttiği gibi endüstriyel üretim gelişimiyle de birçok ülkede eski taş ocakları, madenler, p sahaları ve diğer endüstriyel kullanım yerleri evre üzerinde büyük hasarlara yol açmıştır. Bu bozulan peyzajların iyileştirilmesi hem ekosistem sağlığının güçlendirilmesi açısından hem de doğanın yeniden tesis edilmesi açısından önemlidir.

Peyzajın bozulmasındaki en önemli nedenlerden biri madencilik faaliyetleri olmakla birlikte, bu alanlarda peyzaj onarımında doğal ve kültürel öğelerin kullanımıyla alana yeni bir kimlik ve karakter kazandırılması söz konusudur. Wang (2013) bozulmuş peyzajların büyük bir bölümünün ekolojik onarım ile geri kazanılmasının mümkün olduğunu belirtmiştir. Buna ek olarak, Aras (2022) madencilik faaliyetinin sona ermesinden sonra alanın başka faaliyetler için de kullanılabileceğini ifade etmiştir.

Bu çalışmada, madencilik faaliyetlerinin neden olduğu peyzaj bozulmalarının onarımı için çeşitli yaklaşımlar incelenmiş, dünya genelinden başarılı onarım örnekleri ele alınmış ve İngiltere'deki Eden Projesi örneği üzerinden peyzaj onarımının ekolojik, sosyal ve ekonomik boyutlarına odaklanılmıştır. Bozulmuş peyzajların yenilenmesini pedagojik açıdan ele alan Eden Projesi doğal alanlarda sürdürülebilirliği sağlamak, ekosistemlerin restorasyonunu ve bu dönüşümün çevre eğitimi ile desteklenmesini hedefleyen yenilikçi bir yaklaşım sunmaktadır. Çalışma ile bozulmuş peyzajları ekolojik açıdan iyileştirmek ve doğal dengeyi sağlamak için etkili stratejiler geliştirilerek habitat kaybı, biyolojik çeşitlilik azalması ve ekosistem hizmetlerindeki kayıplar ele alınarak projenin ekolojik sürdürülebilirliğe katkısı incelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

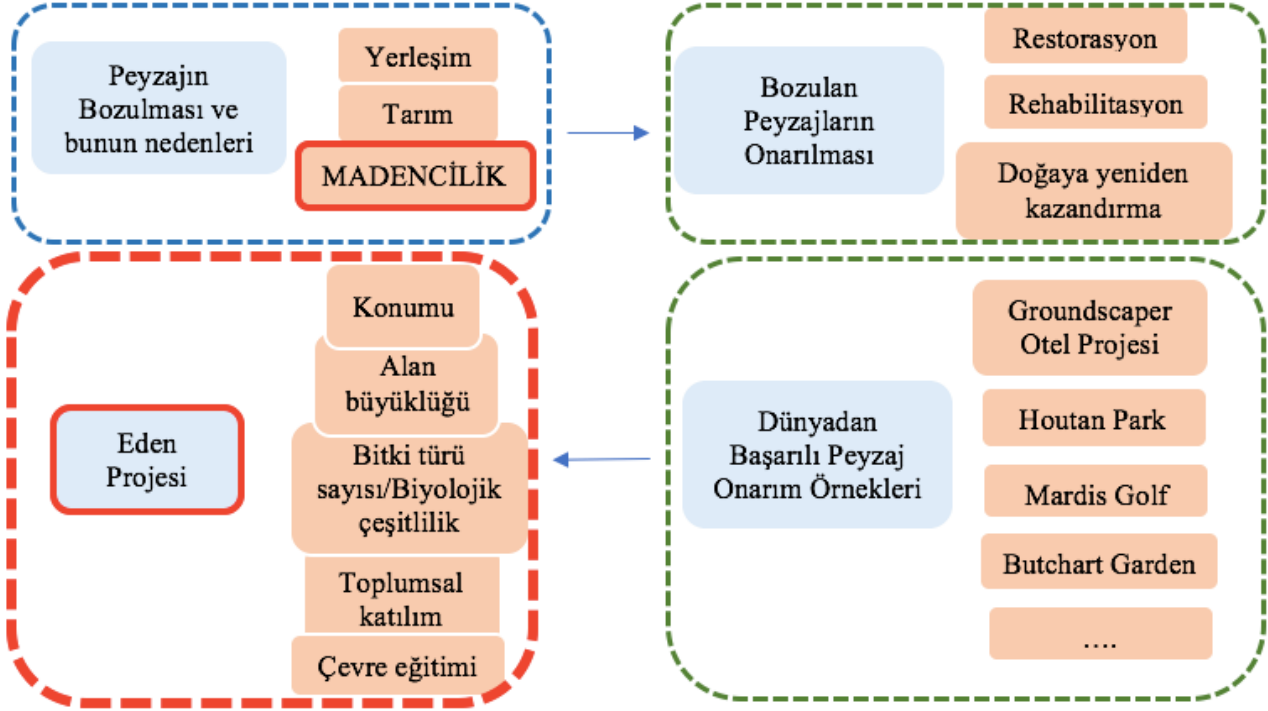
Bozulmuş peyzajlar genellikle insan müdahalesi veya doğal etkenler, örneğin deprem gibi afetler sonucunda zarar görmüş alanları ifade etmektedir.

Çalışmanın materyali, İngiltere, Eden projesi özelinde insan faaliyetleri sonucunda yapısı değişmiş, bozulmuş peyzajlardır. Bu çalışmanın amacı, atık depolama alanları, endüstriyel alanlar,

maden ocakları gibi kullanımlardan sonra bozulan peyzajların rehabilitasyon ve doğaya yeniden kazandırma çalışmalarının yürütüldüğü küresel ve yerel örneklerin incelenmesi ve İngiltere-Eden projesinin detaylı bir şekilde ele alınmasıdır.

Çalışma Şekil 1' de gösterildiği gibi üç aşamada yürütülmüştür. Öncelikle, peyzajın bozulma nedenleri ve bu konuda madencilik faaliyetinin yeri ele alınmıştır. İkinci aşamada, bozulan peyzajların onarımındaki yaklaşımlara değinildikten sonra, doğal bitki örtüsünün geri kazanılmasının yansısı, biyolojik çeşitliliği artırmaya yönelik ulusal ve uluslararası projeler örnek olarak sunulmuştur. Afrika, Asya, Amerika gibi farklı coğrafik özelliklere dair çözümler olması bağlamında dünya genelinde başarılı peyzaj iyileştirme projelerine odaklanarak (Şekil 2), bu projelerin nasıl planlandığı, uygulandığı ve sonuçlarının nasıl değerlendirildiği üzerinde durulmuştur. Son aşamada, bu projelerin en fazla bilinenlerinden biri olan ve iyi uygulama örneği olarak kabul edilen Eden Projesi detaylı olarak ele alınmıştır. Eden Projesi, verilen diğer örneklerden çevre eğitimi rolü ile ön plana çıkmaktadır. Ayrıca, bozulmuş peyzajların iyileştirilmesi sürecinde toplumsal katılımın önemi vurgulanmış, halkın bu süreçteki rolü, bilinçlendirme kampanyaları ve yerel toplulukların projelere dâhil edilmesi gibi unsurlar incelenmiştir.

Ekolojik dönüşümün eğitsel faydaları yanında, seçilen peyzaj onarım örnekleri belirlenen kriterler açısından değerlendirilmiş ve karşılaştırma esasına dayalı olarak öne çıkan özellikleri ele alınmış ve incelenen örnekler ışığında bozulan peyzajların iyileştirilmesi için tasarım önerileri geliştirilmiştir.



Şekil 1. Çalışmanın akış süreci



Şekil 2. İncelenen peyzaj onarım örneklerinin ve Eden Projesinin konumu

3. Bulgular

3.1 Peyzaj Onarımındaki Yaklaşımlar

Arazi üzerindeki doğal dengeyi tam olarak yeniden tesis etmek her zaman mümkün olmayabilir. Onarım çabaları, bozulmuş ekolojik yapıyı en yakın eski haline getirme ve çevresel uyumu sağlama amacını taşımaktadır (PMO, 2010). Peyzaj onarımı, doğal süreçler ve insan etkisi nedeniyle zarar gören alanların eski haline getirilmesi, alandaki ekolojik yapının yeniden tesis edilmesi ve iyileştirilmesi için kullanılan yöntemleri ve süreçlerin tümünü içermektedir. Bu yöntem ve süreçler için kullanılan farklı terimler vardır. Bunlar çoğunlukla birbirinin yerine kullanılırken, anlam bakımından bazı ince farklılıklar olduğu açıktır. Restorasyon; bozulan çevrenin tümünün veya bir bölümünün onarımı, ıslahı anlamında kullanılmaktadır. Rehabilitasyon; yeniden iyileştirme, yeniden onarma, bir alanın madencilik faaliyetleri sonucu bozulan doğal yapısının yeniden onarılması, iyileştirilmesidir. Zaman zaman her iki kavram iyileştirme, ıslah etme anlamında kullanılsa da restorasyonda, çoğu zaman madencilik alanında maden sahalarının işletme sonrası, madencilik öncesindeki orijinal durumuna geri dönüştürülmesi ve doğal dengeyi tam olarak yeniden tesis etmesi hedeflenmektedir (Daş, 2011). Rehabilitasyon çalışmalarında, peyzaj onarım çalışmaları ile eski haline döndürülemeyen alanlar için uygulanan ekolojik çözümler söz konusudur. Tuzluluk, erozyon, habitat kaybı gibi değişimlere uğramış ve doğası tahrip edilmiş alanları kendi kendine yeten stabil hale getirerek özellikle ekolojik yapısının yeniden geri kazandırılmasıdır (Esringü ve Özer, 2019). Reklamasyon ile eş anlamlı kullanılan doğaya yeniden kazandırma ise; bozulan, doğal yapısı bozulmuş alanların ekolojik açıdan aktif doğal sistemlere dönüştürülmesi ve bozulan çevrenin ekolojik, estetik, ekonomik, sosyal çok yönlü olarak

kullanılabilir daha iyi duruma getirilmesidir (Kuter, 2013; Çırak ve Demir Alp, 2023).

Doğru bir planlama süreci açısından alandaki faaliyetin hazırlığından önce yapılacak bir onarım projesi çok daha sağlıklı olacaktır. Özellikle maden ve malzeme rezervlerinin işletme öncesi, boyunca ve sonrasını kapsayan iyi uygulama örnekleri bulunmakla birlikte, ülkemizdeki uygulamalar açısından bozulan peyzajların doğal bitki örtüsü ile yeniden oluşturulması, diğer bir adıyla bitkisel onarım (Phytoremediation) çevresel iyileştirmenin temel bir bileşeni olarak kabul edilmektedir (Atik ve ark., 2009).

Bitki materyali kullanarak çevredeki bozulmanın önlenmesi ve bozulan çevrenin onarılması, geri kazanılması peyzaj onarımındaki yaygın uygulamadır. Bitkisel onarım (Phytoremediation), özellikle maden işletmesi sonrası bozulan ve değişen üst toprak üst katmanının su ve rüzgâr erozyonuna karşı kontrolünde ve alanın yeniden doğal yapısına kavuşmasında en etkin ve ekonomik yollarından biridir. Burada özellikle alana iyi adapte olabilmeye yeteneğine sahip doğal bitki türleri büyük önem taşımaktadır. Bitkilerin alana adaptasyonları yanında, birbirlerine de adapte olabilmeleri tür seçiminde dikkat edilmesi gereken bir konudur. Bu bitkiler ayrıca; sığ, verimsiz topraklar, kireçli, taşlı alanlar gibi olumsuz koşullarda yetişebilmeleri, bakımlarının kolay olması, hızlı büyümeleri, hastalık ve zararlılara dayanıklı olmaları, kolay üretilebilir ve temin edilebilir olmaları (Atik ve ark., 2009), radyasyonu emmeleri gibi özelliklere sahip olmalıdırlar.

Söz konusu peyzaj onarımı çalışmalarının bölge koşullarına, alan ve her bir alanın ihtiyaçlarına göre

şekillenmesi gerekmektedir. Bu açıdan ekolojik iyileştirme stratejileri; yerel bitki türlerinin ekimi, toprak iyileştirme erozyon kontrolü, su yönetimi, yabancı türlerin kontrolü, yaban hayatı koridorlarının oluşturulması doğal yapı koşullarında gerçekleştirilmelidir. Bu bağlamda peyzaj onarımını çalışmalarının incelenmesinde Asya, Avrupa, Afrika, Amerika gibi farklı kıta özelinde çalışmalara yer verilmiştir.

3.2. Dünya'dan Peyzaj Onarım Örnekleri

3.2.1 Yeni Zelanda, Newmont Waihi Altın Madeni Onarımı

Yeni Zelanda nüfusunun neredeyse yarısının yaşadığı Auckland gibi büyük şehirler bu bölgeye çok yakın mesafede bulunmaktadır. Yaklaşık 45 yıl açık ocak madenciliği gerçekleştirilmiştir. Kırsal bir bölgedeki maden sahası, 2014 yılına kadar devam eden madencilik faaliyetinin sona ermesinin ardından peyzaj onarımı yürütülmüş (Şekil 3) ve maden çukuru bir gölet haline dönüşmüştür. Doğal bitki örtüsü kullanılarak onarım yapılmıştır (Kalaycı ve Uzun, 2017).



Şekil 3. Newmont Waihi Altın Madeni; onarım öncesi (a) ve sonrası (b) (Kalaycı ve Uzun, 2017)

Açık ocak madenciliği sonrası peyzaj onarımı, maden sahasının doğal ve estetik olarak eski haline getirilmesi amacıyla yapılan bir süreçtir ve bu süreçte bu altın madeni çevresel etkilerin azaltılmasını ve biyoçeşitliliğin korunmasını hedeflemiştir (Özbe, 2005).

3.2.2 Çin, Groundscaper Otel Projesi

Peyzaj onarım projelerinin en ilginç olanlarından birisi dünyanın ilk yeraltı oteli olarak hizmet veren Groundscaper Otel Projesidir (Şekil 4). Çin' in Şangay kentine yakın maden ocağında yaklaşık 100 metre derinliğinde açılan çukurda açık ocak madenciliği gerçekleştirilmiş ve önemli miktarda kaynak harcanarak bir otel ve bir gölet inşa edilmiştir. 2016'da tamamlanan otelin bir bölümü suyun altında bulunmaktadır. Su altı restoranları ve büyük akvaryumlar gibi kullanım alanları mevcuttur. Ayrıca, UNESCO tarafından sürdürülebilir dönüşüm ve gelişim için örnek bir model olarak gösterilmektedir (McCandless, 2013).



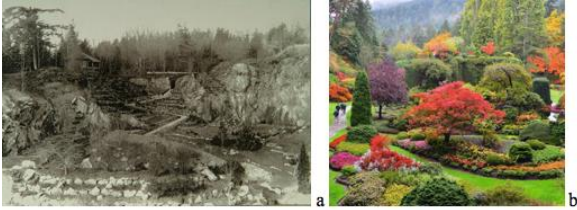
Şekil 4. Groundscaper Otel Projesi; öncesi (a) ve sonrası (b) (Anonim, 2015; McCandless, 2013)

3.2.3 Kanada, Butchart Garden

1904 yılında Kanada'da, 20 hektarlık işlevini tamamlamış bir taş ocağının peyzajının onarılmasıyla Butchart Bahçeleri adlı botanik bahçesi yapılmıştır (Şekil 5). Dönemin zor şartlarında at arabaları ile yüzey toprağı taşınarak saha doldurulmuştur. 1940 yılında halka açılmıştır. Mart-Kasım ayları arasında 700' den fazla bitki türünü görmek mümkündür (Özcan 2009).

Madencilik faaliyetleri tamamlandıktan sonra alanın ekolojik olarak iyileştirilmesi ile hem doğaya hem de ekonomiye kazandırma çalışmalarının en güzel örneklerden biridir. Eski bir maden ocağının ekonomik ve ekolojik yeniden dönüşümünü temsil eden botanik bahçesi, "Rose Garden", "Japanese Garden", "Sunken Garden", "Mediterranean

Garden", "Italian Garden" gibi farklı temaları içeren bahçeler sergilemektedir (McCandless, 2013).



Şekil 5. Butchart Garden'in eski (a) ve yeni (b) durumu (Özcan, 2009; Madenpro, 2021)

3.2.4 İsrail, Ariel Sharon Parkı

Tel Aviv'in Hiriya adı verilen eski çöp depolama alanı geri dönüştürülerek doğaya yeniden kazandırılmıştır. Bu çöplük alanı, 1998 yılında 25 milyon ton atıkla sınırına ulaşmış ve tesis kapatılmıştır. Atıkların Ayalon nehri yatağına çökmesini önlemek ve araziye şu anki görünümüne kavuşmasını sağlamak için uluslararası bir yarışma düzenlenmiştir. Alman peyzaj mimarı ve şehir planlamacısı Peter Latz, metanın yüzeye ulaşmasını engelleyen biyoplastik bir katman icat ederek bitki örtüsünü altta yatan kirletici maddelerden korumak için bir plan geliştirmiştir (Limor-Sagiv ve ark., 2023).

Proje ile İsrail'in en büyük atık depolama alanı olan Hiriya büyük bir metropol parkına dönüştürülmüştür (Şekil 6). Bu peyzaj onarımı sayesinde bölgenin yeniden doğuşu, iklim değişikliği, drenaj ve ulaşımın daha da kötüleştiği sorunlara bölgesel bir çözüm getirilmekte ve güney Tel Aviv metropolünün ihmal edilen mahallelerine sosyal iyileşme sunulmaktadır (Limor-Sagiv ve ark., 2023).



Şekil 6. Ariel Sharon Park; öncesi (a) ve sonrası (b) (Ariel Sharon Park, 2024)

3.2.5 Güney Afrika, Kwa Zulu Kumul Ormanı Ekosistemi Restorasyonu

Güney Afrika'nın kuzeydoğu kıyısında bulunan kumul kordonu titanyum, ilmenit, rutil ve zirkon gibi minerallerce zengin, dokunulmamış kumul tepeleri olan ve endemizm açısından yüksek öneme sahip bir kıyı kumulu özelliğindedir (Şekil 7). Kumul ormanı, 1980 yılından itibaren madencilik yapılan bölgenin kuzeyinde Milli Park statüsünde korunmaktadır (Çırak ve Demir Alp, 2023).

Söz konusu peyzaj onarımı ile; erozyon kontrolü, fırtına koruması, hidrolojik ve görsel rehabilitasyon gibi ekosistem işlevlerinin eski haline getirilmesi hedeflenmiştir. Madenden gelen tortulları örtmek ve rüzgâr erozyonunu önlemek için hızlı büyüyen *Sorghum sp.*, nitrojen sabitleyici özellikteki *Crotalaria sp.* ve *Digitaria eriantha* gibi yerli türleri içeren bitkilendirme çalışmaları gerçekleştirilmiş ve endemik ağaç türleri tercih edilmiştir. Alanın biyoçeşitlilik dostu habitat yapısı yıllar içinde gelişmiş olmasına rağmen 40 yıllık bir ekolojik izleme süresi boyunca bozulma öncesi alanda doğal yayılış gösteren türlerin tamamının geri dönemediği gözlenmiştir (IPBES, 2018).



Şekil 7. Kwa Zulu Kumul Ormanı; restorasyon öncesi (a) ve sonrası (b) (IPBES, 2018)

3.2.6 Çin, Şangay Houtan Parkı

Huangpu Nehri kıyısında 14 hektarlık bir alanda kurulan Houtan Parkının bulunduğu alan daha

öncesinde bir tersane ve bir çelik fabrikası olarak kullanılmıştır. Endüstri alanının dönüştürülmesi yanında amaç Şangay'da düzenlenecek olan EXPO kapsamında kullanılması ve daha sonra şehre kalıcı bir kamusal kıyı parkı kazandırmaktır. Bu kamusal parkın peyzaj onarımında (Şekil 8); sel ile mücadele, su arıtma, nehrin kirliliğinin iyileştirilmesi adına bitkiler ile iyileştirme, estetik, eğitim ve ekolojik sürdürülebilirlik gibi konular ön planda olmuştur (ASLA, 2010).

Nehir boyunca teraslamalar yapılmış ve bu terasların içinde yaz aylarında ayçiçekleri yetiştirilirken, sonbahar aylarında pirinç ve yoncalar yetiştirilmiştir. Yeşil bir koridor oluşturularak kentin ekolojik altyapısına katkıda bulunmuş ve ekolojik su arıtma yöntemleri kullanılarak taşkın kontrolü sağlanarak, aynı zamanda halka rekreasyonel imkânlar sunulmuştur (Tekeli, 2016).



Şekil 8. Houtan Parkı öncesi (a) ve sonrası (b) (ASLA, 2010)

3.2.7 Amerika, Mardis Maden Alanı Golf Sahası

Maden alanları faaliyetleri bittikten sonra rekreasyonel kullanım fırsatı sunabilir. Kamu veya özel eğlence etkinlikleri için kullanılan araziler, parklar, kamplar ve eğlence tesisleri gibi gelişmiş dinlenme tesislerini ve daha az yoğun kullanılan alanlar olarak planlanabilir (CFR, 2012).

Madencilik sonrası alanların ekonomik kullanımları arasında tarım, orman, konut, ticari bölgeler, turizm ve otel altyapısı, depolama sahaları, otoparklar, fabrikalar, eğitim ve eğlence alanları bulunmaktadır (Masoumi ve ark., 2014; Bowie ve

Fulcher, 2017; Kazmierczak ve ark., 2017; Kivinen, 2017). Kentlere yakın bölgelerdeki maden sahalarının rekreasyonel amaçlarla kullanılması, ekonomik ve ekolojik faydalar sunmaktadır (Kalaycı ve Uzun, 2017). Bunun en güzel örneklerinden birisi Amerika'da Mardis maden alanının peyzaj onarımı yapıldıktan sonra 18 delikli bir golf sahasına dönüştürülmesidir (Els, 2016) (Şekil 9).

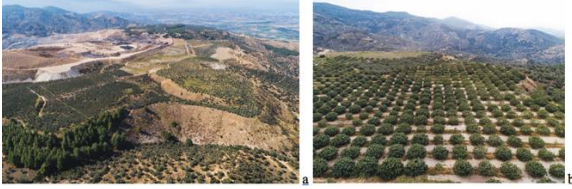


Şekil 9. Madencilik faaliyetleri öncesi (a) ve sonrası (b) rekreasyonel kullanım (Els, 2016)

3.2.8 Türkiye, Ege Linyit Madeni

Türkiye'de yapılan peyzaj onarımı çalışmaları genellikle rehabilitasyon odaklıdır ve eski maden sahalarının açık yeşil alanlar ve piknik alanları gibi rekreasyonel kullanımlara dönüştürülmesi üzerine yoğunlaşmıştır. Madencilik Faaliyetleri ile Bozulan Arazilerin Doğaya Yeniden Kazandırılması Yönetmeliği (2007) kapsamında bu onarım çalışmaları zorunlu hale gelmiştir.

Ege Linyitleri İşletmesi alanına madencilik faaliyetleri yürütülürken doğada bozulan alanlara akasya, fıstık çamı, kızıl çam, zeytin ağaçları dikilmiştir (Şekil 10). Dikilen 7 bin 700 zeytin ağacından elde edilen zeytin yağları hem genel müdürlük ve işletmenin tanıtım faaliyetleri kapsamında misafirlere hediye edilmekte hem de kurum çalışanları için yemekhanelerde kullanılmaktadır (Erdoğan, 2021).



Şekil 10. Ege Linyitleri İşletmesi, toprak döküm sahası ağaçlandırılma alanı (a) ve zeytin ağaçları (Kalaycı ve Uzun, 2017)

3.2.9 Türkiye, Sivas-Kangal Kömür İşletmesi

Bir diğer örnek, Sivas-Kangal kömür işletmesinde 1997 yılından beri madencilik faaliyetleri sonucu bozulan doğal yapının, eskisinden daha kullanışlı hale getirilmesi için çevre düzenlemesi ve ağaçlandırma faaliyetlerine devam edilmektedir. Peyzaj onarım çalışmaları kapsamında 5.200.000 m² alanda akasya, akçaağaç, alıç, kavak, kuşburnu, mahlep, meşe palamudu cinsinden toplam 873.000 adet ağaç dikilmiştir (Şekil 11). Çalışmalar yürütülürken tüm teknik süreçler takip edilmiş,

rehabilitate edilen alanlar, neredeyse orijinal şekillerine geri dönüştürülmüş, içerisinde balık yetiştirilen bir de gölet tesis edilmiştir (Avgan, 2010).



Şekil 11. Sivas-Kangal Kömür İşletmesi; öncesi (a) ve sonrası (b) (IMIB, 2023)

3.3 Eden Projesi, İngiltere

İngiltere'nin güneybatı kesiminde ve ılıman bir iklimde yer alan Eden projesi İngiltere, Cornwall'da eski bir maden ocağından dönüştürülmüş ve sürdürülebilir peyzaj yenilenmesi, biyolojik çeşitliliğe katkı ve bozulan alanların doğaya yeniden kazandırılması adına önemli bir örnektir (Atik ve ark., 2009) (Şekil 12).



- 1- Nemli Tropik Sera (Malezya, Batı Afrika, Tropikal Güney Amerika)
- 2- Sıcak İliman Sera (Akdeniz, Batı Afrika, Kaliforniya)
- 3- Açık alan bahçeleri
- 4- Üretim alanları
- 5- Meydan, toplanma alanı
- 6- Giriş
- 7- Ziyaretçi merkezi
- 8- Sergi binası

Şekil 12. Eden Projesi; konum (a) ve planı (b) (Belousova ve ark., 2021; The Eden Project, 2024)

Proje için bu alanın seçilmesinde okyanus ikliminin bitki gelişimi için elverişli olması ve arazinin düşük maliyet gerektirmesi önemli olmuştur. Toplam 50 hektarlık bir alanda kurulan Eden'in kurulduğu arazinin 15 hektarlık bölümü eski bir

kaolin ocağı niteliğindedir ve 60 metre derinlikindedir. Arthur Conan Doyle (2018)'nin "The Lost World" kitabından etkilenen Tim Smith tarafından planlanan projeyi, Nicholas Grimshaw 1996'da tasarlamış ve 2001'de halkın kullanımına sunulmuştur. Eski taş

ocağının mevcut durumu rampa ve bitkilendirilmiş tepelerden oluşan bir manzara sunmakta ve farklı etkinlikler için planlanmış bir göl barındırmaktadır (Daş, 2011; Anonim, 2024).

Madencilik faaliyeti sonrası bozulan alanın karmaşık yapısı, yapıların ve altyapının sahaya yerleştirilmesini etkilemiş, bunların kompleks içindeki boyutlarını ve önemini belirlemiştir. İç mekânın organizasyonu ve yapısal çözümleri 1940'larda Richard Fuller tarafından yaratılan, zaten iyi bilinen jeodezik kubbe tasarımını öne çıkarmıştır. Botanik mimarinin bu nesnesi hem çevredeki bölge hem de insanlar için modern, dengeli, kompozisyon açısından doğrulanmış, büyük ölçekli bir alanın organizasyonunun bir örneği olup, bu sayede geometrik özellikler boylu bitkilerin serbestçe yerleştirilmesine imkân vermiştir. Seraların biyonomik prensibi, doğayı taklit eden biyomimikri tasarım fikri ile uyumludur (Şekil 13). Bu prensip, sera yapılarının kaolin çukurlarının kullanımına ve mevcut çevreye organik uyum sağlamalarına olanak sağlamıştır (Ural, 2022).



Şekil 13. Eden Projesi; öncesi (a) ve sonrası (b) (Daş, 2011; Anonim, 2024)

"Biyom" hem aynı bitki örtüsüne sahip hem de aynı iklim şartlarının yaşandığı coğrafi alanlara denir. Eden projesi neredeyse dünyanın en büyük serasıdır ve dünyanın her yerinden toplanmış 3.385 türe ait 97.400 bitkinin sergilendiği yapay biyomlardan oluşmaktadır. Bu yapının en önemli bölümü nemli tropik iklim biyomudur. Ölçüleri 240 m uzunlukta, 110 m genişlikte ve 55 m yükseklikte olan bu sera, inşasından sadece bir mevsim sonrasında bile neredeyse bir ormana dönüşmüştür (Şekil 14). Bu

seralar aynı zamanda sürdürülebilir bir gelecek için insanların doğa ile bağ kurabilmelerine imkân tanımaktadır (Daş, 2011).

Büyük tropik seralarda Okyanusya, Batı Afrika, Amazon ve Malezya'dan getirilen bitkiler ve materyaller; Malaya evleri, havuz, akarsu ve şelalelerle birlikte sergilenmektedir. Ilıman iklim serası Kaliforniya'dan Batı Avustralya'ya, Güney Afrika'ya ve Akdeniz havzasına uzanan Akdeniz iklim kuşağının bitki örtüsünü sunmaktadır. Bu iki biyolojik mekânın çatısı çim kaplıdır ve içerisinde 500 kişilik bir restoranı bulunmaktadır. Seralarda (Şekil 14) kil ocağından çıkarılan kil, atık kum, evsel yeşil atıklar ve organik bileşen olarak ormandan alınan ağaç kabuğundan elde edilen toprak kullanılmaktadır (Daş, 2011).



Şekil 14. Eden projesi seraları (Eden Projesi, 2024a)

Eden projesi kendi kendine yeterliliğini, enerji verimliliğini ve ekonomik olarak sürdürülebilirliğini kanıtlamıştır. Bu projede yalnızca ısı tasarrufu açısından değil, aynı zamanda su temini ve atık bertarafı açısından da yenilikçi teknolojiler uygulanmıştır. Seralar tamamen bilgisayar kontrollüdür. Bu tesisin bir diğer özelliği, komplekste yer alan tüm bitkiler, diğer botanik bahçelerinin seralarında yetiştirilmesi ve yerel olarak üretilen taze sebze ve meyveler halka açık olarak kullanılabilmesidir. Bu proje hem kültürel mirasın korunması hem de geliştirilmesi yoluyla bu yenilemenin mümkün olduğunu göstermiş ve Cornwall'da turizmin gelişmesine katkıda bulunmuştur (Çizelge 1).

Çizelge 1. Eden Projesinin kazanımları (Belousova ve ark., 2021)

Kentsel Planlama	Eski taş ocağının harap olmuş alanının planlama yapısına entegre edilmesi, ilçe topraklarının kentsel statüsünün değişmesine ve yaşam kalitesinin artmasına yol açmıştır.
Çevresel	Tesisin inşaatı toprak erozyonunu, toz fırtınasını, gürültüyü ve diğer olumsuz etkenleri önlemiş; yeşil alanların miktarını arttırmış, çevre eğitimi kolektif değerlerin oluşumunun temeli haline gelmiş ve enerji kaynaklarının akılcı kullanımı ekolojik yaklaşımı desteklemiştir
Yenilikçi	Tesisin inşası botanik bilginin aktarımına ve pekiştirilmesine katkıda bulunmuştur. İnşaatın tüm alanlarında modern teknolojilerin test edilmesi ve uygulanması gerçekleştirilmiştir.
Ekonomik	Tesisin tasarımı sermaye akışı sağladı ve bölgenin yatırım çekiciliğini artırmış ve turist faaliyetlerinde artış yaşanmıştır.

Eden projesinin amaçlarından biri de hem çocukların hem de yetişkinlerin ekolojik eğitimi konserler, sergiler ve workshoplar yolu ile organize etmektir (Gromshou, 2002; Zavarikhin ve ark., 2016). Projede Cornwall'un Camborne Madencilik Enstitüsü ve Falmouth Sanat Koleji (Office for National Statistics, 2020) olmak üzere iki yüksek öğrenim kurumu yer almaktadır. Eden Projesi aynı zamanda bir eğitim girişimidir ve sürdürülebilirlik alanında yüksek öğretim kurumları için topluluk atölyelerinden yüksek lisans derecelerine kadar eğitim sunan (Şekil 15) pedagojik "ekoloji" konusunda yaşayan bir laboratuvardır (Eden Projesi, 2024b).

Diğer botanik bahçelerinden farklı olarak Eden'in pedagojik yönü ön plana çıkmaktadır. Su tasarrufu teknikleri, böcekler için evler inşa etmek, ziraat ve bahçecilik kursları (Şekil 15; Şekil 16) gibi eğitimler verilmektedir. Eden Projesi, öğrenciler için harika bir öğrenme mekânıdır. Aslında her yaşta insanı doğal dünyayla buluşturmak, onun içindeki yerini daha iyi anlamak ve geleceği şekillendirmede üzerlerine düşen rolü üstlenmesi için yaşayan bir laboratuvar olarak hizmet etmektedir (Eden Projesi, 2024b).



Şekil 15. Öğrenme ortamları, sertifikalar, kurslar ve eğitimler (Eden projesi, 2024a)

Ayrıca Eden'in Waste Neutral programı yerinde bir geri dönüşüm tesisini ve atölye çalışmaları ile sergiler için özel ortak alanları içermektedir. İlgili kamu eğitimi ve bilinçlendirme faaliyetleri, çevre yanlısı davranışları dönüştürme fırsatı sunmaktadır (Vaughan, 2004). Eden'in gelişen eğitim stratejileri, Smith' in "Heligan'ın kayıp bahçeleri" (Samuel, 1998) restore etme deneyiminden etkilenmiştir. Botanik müzesi olarak Eden'e yapılan 'öğretmen liderliğindeki' ilkökul ziyaretleri (Şekil 16), çocuklara bitkiler ve onlarla olan ilişkileri hakkında bilgi vermenin etkili bir yoludur.



Şekil 16. Doğadaki çevre ile ilgili dersler (Eden projesi, 2024a)

4. Tartışma ve Sonuç

Doğal alanlardaki ekosistemleri etkileyen maden ocakları gibi insan faaliyetleri ekolojik dengede değişimler ve bozulmalar yaratmaktadır. Bozulmuş peyzajların onarım örneklerine bakıldığında restorasyon rehabilitasyon gibi farklı terminolojiler kullanılsa da temel amaç genellikle toprak stabilizasyonu sağlanarak ve bitkiler kullanılarak peyzajın onarılmasıdır.

Bu çalışmada, Dünya'dan ve Türkiye'den atık depolama alanları, endüstriyel alanlar, maden ocakları gibi bozulmuş peyzajların başarılı bir şekilde

doğaya yeniden kazandırılması örnekleri sunulmuş ve bu örneklerin öne çıkan özellikleri Çizelge 2’de özetlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Peyzaj onarım örneklerinin öne çıkan özellikleri

Dönüşüm projesi	Ülke	Türü	Öne çıkan özellikleri
Newmont Waihi Altın Madeni	Yeni Zelanda	Maden ocağı	Gölete dönüştürülmüş, doğal bitki örtüsü kullanılarak onarım yapılmıştır.
Groundscaper Otel Projesi	Çin	Maden ocağı	Dünyanın ilk yeraltı otelidir ve UNESCO tarafından sürdürülebilir gelişim için örnek bir model olarak gösterilmektedir.
Butchart Garden	Kanada	Taş ocağı	Ekolojik iyileştirme ile botanik bahçesi hem doğaya hem de ekonomiye kazandırılmıştır.
Ariel Sharon Parkı	İsrail	Atık depolama alanı	Büyük bir metropol parkına dönüştürülmüştür. Biyoplastik bir katman ile kirlenmiş maddelerden korunmuştur.
Kwa Zulu Kumul Ormanı	Güney Afrika	Maden ocağı	Minerallerce zengin ve endemizm açısından yüksek öneme sahip bir kıyı kumuludur.
Houtan Park	Şangay, Çin	Tersane ve çelik fabrikası	Peyzaj onarımında sel ile mücadele, su arıtma, bitkisel iyileştirme, nehir teraslarındaki tarım uygulamaları ve eğitim gibi konular ön plandadır.
Mardis maden alanı	Davidsonville, ABD	Maden ocağı	Maden alanı 18 delikli bir golf sahasına dönüştürülmüştür.
Güney Ege Linyitleri İşletmesi	Aydın	Maden ocağı	Ağaçlandırma çalışmaları doğal bitki örtüsüne uyumlu olarak yapılmıştır.
Kangal kömür işletmesi	Sivas	Maden ocağı	
Eden Projesi	İngiltere	Maden ocağı	Dünyanın en büyük serasına dönüşmüş ve su tasarrufu teknikleri, böcekler için evler inşa etmek, ziraat ve bahçecilik kursları gibi eğitimler verilmektedir.

Maden faaliyetleri sonucu bozulmuş alanların onarılması sonrası piknik alanları, açık yeşil sahalara, golf alanları, oyun parkları, botanik bahçeleri, bisiklet ve yürüyüş yolları, dinlenme alanları, manzara seyir terasları, çocuk oyun alanları, kamp alanları ve yapay göletler gibi rekreasyonel aktivitelere odaklanan çalışmalar yapılarak bu alanlar yeniden değerlendirilmesi mümkündür. Ancak, Türkiye’den seçilen maden ocaklarının onarımında genellikle yerel bitki türleri ile ağaçlandırma çalışmaları öne çıkmaktadır. İncelenen örneklerden Eden Projesi peyzaj onarımı ve geri kazanımı konusundaki iyi uygulama örneklerinden biridir. Enerji verimliliği sayesinde ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasının yanı sıra, bitki koleksiyonları ile botanik araştırmalarının,

peyzaj mimarlığının ve koleksiyon bahçeciliğinin gelişimi sağlanmıştır. Eğitim kurumları, öğrenciler ve halkın eğitimi ve gelişimi üzerindeki olumlu etkisini projenin eğitsel katkısını öne çıkarmaktadır.

Peyzajda ekolojik dönüşümü teşvik etmek için; özel sektörün çevre ve ekolojinin korunmasına yönelik girişimleri ve örnek başarıları, ekonomik büyümeye ve yaşam kalitesinin iyileştirilmesine olan katkıları ödüllendirilmektedir. Amaç, firmaların faaliyetleri boyunca çevrenin korunması ve faaliyetleri sonunda da çevrenin onarılması konusunda önlemler almasını teşvik etmek, çevre yönetim sistemlerini ile çevre kontrolünün sağlanmasıdır. Örneğin; Filipinler’de Cumhurbaşkanlığı Maden Endüstrisi tarafından



Çevre Ödülü verilmektedir. Amerika'da 1992'dan beri Ulusal Taş, Kum ve Çakıl Birliği (National Stone, Sand & Gravel Association) Altın Kartal Çevre Ödülü vermektedir. Türkiye'de de Matel firması, 2000 yılında İstanbul Ticaret Odası tarafından 'ISO Sanayi Kuruluşları Çevre Teşvik Ödülü'ne layık görülmüştür. Madencilik sektöründe ilk kez bir kuruluşa verilmesi diğer firmaların çalışmalarını da teşvik etmektedir. Bozulan alanların onarılması ve çevre eğitimi açısından bir öğrenme ortamı olarak kullanılması bu gibi teşvik ve ödüllerle desteklenmesi ihtiyacı vardır.

Yasal mevzuat açısından Türkiye'de "9/8/1983 tarihli ve 2872 sayılı Çevre Kanunu'nun Ek 1. maddesinin birinci fıkrasının (b) bendine dayanılarak 2007 yılında Türkiye'de Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından hazırlanan" Madencilik Faaliyetleri ile Bozulan Arazilerin doğaya yeniden kazandırılması yönetmeliği (23.01.2010, R. G. 27471), Madde 5'e göre "madencilik faaliyetleri, malzeme ve toprak temini için arazide yapılan kazılar, dökümler ve doğaya bırakılan atıklarla bozulan doğal yapının, doğaya yeniden kazandırılmasına ilişkin usul ve esasları belirlemektir" (Cındık ve Acar, 2010; Kalaycı, 2016). Bu yönetmelik gereğince, faaliyetlere başlamadan önce doğal yapının yeniden düzenlenmesi, doğal denge sağlanması ve alanın insanlar veya diğer canlılar için güvenli hale getirilmesini sağlayacak bir Doğaya Yeniden Kazandırma Planı hazırlanması zorunluluğu bulunmaktadır.

Doğaya Yeniden Kazandırma Planı çalışmalarında, sahanın mümkün olduğunca faaliyet öncesindeki ekolojik durumuna ve eşyükseltilerine ulaştırılması amaçlanmaktadır (Kalaycı, 2016). Buna ek olarak, alanın eski haline dönüştürülmesi, alanın çevresi ile olan ekolojik, görsel ve fiziksel bağının yeniden kurulması, toprağın iyileştirilmesi, tarımsal kullanımlara olanak sağlanması, ağaçlandırma ile ormanlık alanların oluşturulması ve ormancılığın

teşvik edilmesi, derin çukurların yapay göllerle balıkçılığın teşvik edilmesi, ormanlar, sulak alanlarla doğal habitatların yaratılması ve biyolojik çeşitliliğin geliştirilmesi, alana doğal, ekonomik, sosyal ve toplumsal değer kazandırılması (Atik ve ark., 2009) öncelikleri vardır.

Madencilik Faaliyetleri ile Bozulan Arazilerin Doğaya Yeniden Kazandırılması Yönetmeliği, maden alanına genel bilgilerin verildiği birinci aşamayı; alt yapı, ruhsat alanının koordinatları, topoğrafik harita, jeolojik durum, rehabilitasyon planı, fauna, flora ve sosyo-ekonomik durum gibi bilgilerin sunulduğu ikinci aşamayı; faaliyet sırasında ve sonrasında alınacak önlemlerin açıklandığı üçüncü aşamayı ve doğaya yeniden kazandırma çalışmalarının uygulama sürecini içeren dördüncü aşamayı içermektedir. Bitkisel onarım tekniklerinde özellikle doğal bitki türleri tercih edilmesi önceliklidir (Esringü ve Özer, 2019).

Türkiye'de ve dünya genelinde peyzaj onarım çalışmalarının yaygınlaşması, doğal kaynakların korunması ve sürdürülebilirliğin sağlanması açısından önemlidir. Planlama sürecinde, meslekler arası iş birliği ve disiplinler arası yaklaşım önemlidir. Bununla birlikte, farklı kademe ve yetki düzeylerine sahip ekipler de birlikte çalışmalıdır (Kalaycı, 2016). Burada peyzaj mimarları bozulan doğanın ekolojik dönüşümünü sağlarken çevre eğitimi ve farkındalık konusu dikkate alınmalı, fiziksel ortamda deneyimlenen çevresel eğitimin davranışa dönüştürülmesiyle daha da kalıcı hale geldiği ve sürdürülebilir gelişmeye öncülük ettiği unutulmamalıdır.

Kaynaklar

- Acar D (2007) Türkiye'de Açık Ocak Kömür Madenciliği Sonrası Peyzaj Onarım Çalışmalarının İrdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.



- Anonim (2024). Erişim tarihi: 02.01.2024. Erişim adresi: <https://www.edenproject.com/act/our-mission/our-origins>
- Anonim (2015). Songjiang Hotel. Erişim tarihi: 13.10.2015. Erişim adresi: <http://inhabitat.com/songjiang-hotel-construction-begins-on-eco-resort-nestled-into-100-meter-deep-quarry/>
- Aras A E (2022). Examination of the Opportunities to Evaluate Mine Fields As Post-Operated Agropark: The Case of Aydın Province Söke District, (Master Thesis), Aydın Adnan Menderes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Landscape Architecture, Aydın.
- Ariel Sharon Park (2024). Ariel Sharon Park, Erişim tarihi: 22.03.2024. Erişim adresi: <https://ra.co/clubs/172894>.
- ASLA (2010). Shanghai Houtan Park: Landscape as a Living System.
- Atik M, Erdoğan R, Taşçıoğlu S (2009). Çevresel Etkileri Açısından Taş Ocakları ve Bozulan Alanların Doğaya Yeniden Kazandırılması Olanakları, 3. Madencilik ve Çevre Sempozyumu, (s. 85-93), Ankara, Türkiye.
- Avgan M (2010). Madencilik Faaliyetleri Sonucu Bozulan Arazilerin Yeniden Doğaya Kazandırılması. IV. Peyzaj Mimarlığı Kongresi, PANEL: "Peyzaj Onarımı", Antalya, ISBN: 978-605-01-0491-2.
- Belousova O A (2017). On the question of the existence of botanical gardening facilities in the structure of a developing city, Modern problems of history and theory of architecture. Collection of reports of the III scientific-practical conference, (pp. 73-78), St. Petersburg, Russia.
- Belousova O, Medvedeva T, Aksenova Z (2021). A Botanical Gardening Facility as a Method of Reclamation and Integration of Devastated Territories (Based on the Example of the Eden Project). Civil Engineering and Architecture, 9(5), s. 1309-1317. <https://doi.org/10.13189/cea.2021.090504>.
- Bowie L, Fulcher J (2017). Planning for Post-Mining Land Uses, Planning Institute of Australia (Qld) Annual Conference, 14 September, Bundaberg, Australia.
- CFR (2012). Title 30-Mineral Resources Chapter VII-Office of Surface Mining Reclamation and Enforcement, Department of the Interior, Part 701, Section 701.5, U.S. Government Printing Office, Code of Federal Regulations (CFR), Erişim tarihi: 21.06.2018. Erişim adresi: <https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CFR-2013-title30-vol3/pdf/CFR-2013-title30-vol3-chapVII.pdf>.
- Cındık Y, Acar C (2010) Faaliyeti Bitmiş Taş Ocaklarının Yeniden Rehabilitasyonu ve Doğaya Kazandırılması, Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 11 (1), s. 11-18.
- Çırak B N, Demir Alp S (2023) Türkiye'deki Peyzaj Planlama Sürecine Ekosistem Restorasyonu Entegrasyonu. GSI Journals Serie A: Advancements in Tourism, Recreation and Sports Sciences (ATRSS), 6 (2), s. 359-377.
- Daş M E (2011) Eden Projesi: "Dünyanın En Büyük Serası", Erişim tarihi: 10.02.2024. Erişim adresi: <https://www.peyzax.com/eden-projesi-dunyanin-en-buyuk-serasi/>
- Eden Projesi (2024a). Eden Projesi, Erişim tarihi: 21.03.2024. Erişim adresi: <https://www.edenproject.com/>
- Eden Projesi (2024b). Degrees, Erişim tarihi: 20.06.2024. Erişim adresi: <https://www.edenproject.com/learn/degrees>
- Els F (2015). Mine Turned into Spectacular 18-Hole Golf Course, Erişim tarihi: 27.02.2024, Erişim adresi: <https://www.mining.com/mine-turned-into-spectacular-18-hole-golf-course/>
- Erdoğan H H (2021). Bozulan maden sahalarına 10 milyon fidan dikildi! Zeytin ağaçlarından binlerce litre zeytinyağı elde edildi. Erişim tarihi: 06.01.2024. Erişim adresi: <https://zeytinfuari.com/bozulan-maden-sahalarina-10-milyon-fidan-dikildi-zeytin-agaclarindan-binlerce-litre-zeytinyagi-elde-edildi/>
- Ersingü A, Özer S (2019). Madencilik Faaliyetleri ile Bozulmuş Arazilerin Onarımında Peyzaj Mimarlarının Rolü, Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8(Enar Özel Sayı), s. 45-53.

- Gromshou N (2002). The Eden project, *Proje klassika*, 4(27), Erişim tarihi: 08.11.2023. Erişim adresi: http://www.projectclassica.ru/v_o/04_2002/04_v_01.htm
- IMIB (2023). İstanbul Maden İhracatçıları Birliği, Kangal Kömür Madeni, Erişim tarihi: 08.02.2024. Erişim adresi: <https://imib.org.tr/rehabilitasyon/kangal-komur-madeni/>
- IPBES (2018). In: Scholes, R., Montanarella, L., Brainich, A., Barger, N., ten Brink, B., Cantele, M., Erasmus, B., Fisher, J., Gardner, T., Holland, T.G., Kohler, F., Kotiaho, J. S., Von Maltitz, G., Nangendo, G., Pandit, R., Parrotta, J., Potts, M. D., Prince, S., Sankaran, M., Willemen, L. (Eds.), Summary for policymakers of the assessment report on land degradation and restoration of the Intergovernmental Science Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. IPBES Secretariat, Bonn, Germany. Erişim tarihi: 23.11.2023. Erişim adresi: https://www.ipbes.net/system/tdf/spm_3bi_ldr_digital.pdf?file=1&type=node&id=28335.
- IPCC (2019). Summary for Policymakers. In: P.R. Shukla, J. Skea et al. (eds). *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. IPCC <https://www.ipcc.ch/srcl/>.
- İpekşen E (2014) Maden arazisiydi, zeytin ormanı oldu; kömür çıkıyordu, zeytinyağı üretiliyor. Erişim tarihi: 11.07.2019. Erişim adresi: <http://t24.com.tr/haber/maden-arazisiydi-zeytin-ormani-oldu-komur-cikiyordu-zeytinyagi-uretiliyor>.
- Kalaycı M (2016) Maden Ocaklarında Peyzaj Onarımı ve Planlarının Hazırlanması: Kastamonu- Devrekani Örneği. Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce.
- Kalaycı M, Uzun O (2017). Madencilik Sonrası Maden Alanlarının Rekreatif Amaçlı Değerlendirilmesi. *Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Dergisi (IBAD)*, 2(2), s. 232-244. <https://doi.org/10.21733/ibad.2131>
- Kazmierczak U, Lorenc M W, Strzałkowski P (2017). The Analysis of the Existing Terminology Related to a Post-Mining Land Use: A Proposal for New Classification, *Environmental Earth Science*, 76, s. 693.
- Kivinen S (2017). Sustainable Post-Mining Land Use: Are Closed Metal Mines Abandoned or Re-Used Space?, *Sustainability*, 9(10), pp. 1705.
- Konshina N V (2010). Eco-friendly environment as a basis for the design of modern buildings, *Arkhitekton*, 30, Erişim tarihi: 08.11.2019. Erişim adresi: http://book.uraic.ru/project/conf/txt/005/arch_vuz30_pril/02_7/027.htm
- Kuter N (2013). Reclamation of Degraded Landscapes due to Opencast Mining, *Advances in Landscape Architecture, InTech*, 33, pp. 823-858, <http://dx.doi.org/10.5772/55796>
- Limor-Sagiv G, Lisovsky N, Angel N (2023). Israel's largest landfill rehabilitation: creative landscape design as a catalyst for a functioning metropolis, *Planning Perspectives*, <https://doi.org/10.1080/02665433.2023.2272752>
- Madenpro (2021). Doğaya ve Ekonomiye Kazandırmanın En Güzel Örneklerinden: Butchart Gardens. Türkiye Maden Profesyonelleri. Erişim tarihi: 04.03.2024. Erişim adresi: <https://www.madenprofesyonelleri.com/dogay-a-ve-ekonomiye-kazandirmanin-en-guzel-orneklerinden-butchart-gardens/>
- Masoumi I, Naraghi S, Rashidi-nejad F, Masoumi S (2014). Application of Fuzzy Multi-Attribute Decision-Making to Select and to Rank the Post-Mining Land- Use, *Environmental Earth Science*, 72(1), pp. 221-231.
- McCandless C (2013). No Longer Just a Hole in the Ground, pp. 1-18.
- Nefedov V A (2012). The quality of the urban environment as an integrating factor in the architecture of urban planning and design, *Regionalnaya arkhitektura i stroitelstvo*, 1, pp. 165-169.
- Office for National Statistics (2020). *Population Estimates for UK, England and Wales, Scotland and Northern Ireland (English)*.

- Özbeý D (2005). Açık Ocak Madencilik Sonrası Onarım Çalışmalarında Peyzaj Mimarlarının Rolü, Madencilik ve Çevre Sempozyumu, Ankara.
- Özcan A U (2009). Ankara-Hasanoğlan Taş Ocaklarının Onarımı ve Kentsel Kullanım Açısından Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Ankara.
- Samuel R (1998). 'The Lost Gardens of Heligan' in Light, A. (Ed) Raphael Samuel- IslandStories: Unravelling Britain (Theatres of Memory Vol 2.) London, Verso.
- Sekban D U G, Acar C (2021). Determining Usages in Post-Mining Sites According To Landscape Design Approaches. Land Degrad Dev., 32, s. 2661–2676. <https://doi.org/10.1002/ldr.3933>
- T. C. Resmî Gazete, 11 Ağustos 1983. Çevre kanunu, Sayı:18132.
- Tekeli E (2016). Kentsel Dereler ve Peyzaj Onarımı: İstanbul Büyükçekmece Örneği. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, İstanbul.
- The Eden Project, (2024). The Eden Project. Erişim tarihi: 22.03.2024. Erişim adresi: <https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-7571129/Eden-Project-ahead-17m-geothermal-energy-revolution.html>
- UNCCD (2017). The Global Land Outlook, First edition. United Nations Convention to Combat Desertification, Bonn, Germany (340 pp). https://knowledge.unccd.int/sites/default/files/2018-06/GLO%20English_Full_Report_rev1.pdf.
- Ural A (2022). Biyomimikri Biliminin Mekân Tasarımına Etkisi: Earthship. Doğa ve Mühendislik Bilimlerinde Güncel Tartışmalar, Bilgin Kültür Sanat Yayınları, (7), pp.119-139.
- Uzun O (2014). Peyzaj Onarım Süreci: Kuramsal Temeller ve Bazı Biyoteknik Yöntemler. Ulusal Mermer ve Taş Ocakları Onarım Teknikleri Sempozyumu. Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta. s. 214-226.
- Uzun O, Bollukçu P (2009). Bartın Merkez İlçe Sınırları İçinde Yer Alan Açık Ocak İşletmelerinin Peyzaj Onarımı – Biyolojik Onarım Açısından Değerlendirilmesi. 1. Batı Karadeniz Ormancılık Kongresi, Bartın Üniversitesi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi (2), s. 486-500.
- Vaughan A (2004). The Waste Neutral Framework Programme (Eden Project internal document)
- Wang L (2013). Natural Landscaping, a Comparison of Design Treatments in a Surface Mine Setting, Environmental Design, Master of Arts Thesis, Michigan State University, Michigan, USA.
- Zavarikhin S P, Nefedov V A, Slavina, T A (2016). Some foundations of the theory of architectural and urban planning transformations, Vestnik grazhdanskikh inzhenerov, 6(59), pp. 49-52.

I-TREE PROGRAMI ARACILIĞIYLA YEŞİL ALANLARIN SAĞLADIĞI EKONOMİK DEĞERİN SAPTANMASI

Sümevra ELMA^{1*}, Veli ORTAÇEŞME²

¹ Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Antalya

² Akdeniz Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Antalya

Öz

Kentleşmeyle birlikte kentsel nüfus yoğunluğu da artmakta, bu da kentsel mekanlar üzerindeki baskıyı artırmaktadır. Kentlerde yaşam kalitesi bağlamında yeşil alanların önemli bir yeri bulunmaktadır. Bu alanlar kente ve kent insanı birçok yarar sağlamakta olup, Covid-19 sürecinde açık ve yeşil alanların değeri daha fazla anlaşılmıştır. Çoğu durumda bu yararlar nitel olarak ifade edilirken, son yıllarda yeşil alanların sağladığı yararların nicel ifadesi de ön plana çıkmaktadır. Yeşil alanların bir ekonomik yarar da sağladığının kamuoyu tarafından bilinmesi ve bu yararın parasal olarak ifadesi, bu alanlara yönelik bakış açılarında yeni fırsatlar sunmaktadır. Yeşil alanların sağladığı ekosistem hizmetlerinin ekonomik değerinin hesaplanması konusunda pek çok yöntem ve program geliştirilmiştir. Bu çalışmada, Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA) Orman Servisi tarafından geliştirilen ve ABD’de yaygın olarak kullanılan i-Tree programı ele alınmaktadır. I-Tree, kentsel ve kırsal orman analizi ve yarar değerlendirme araçları sağlayan son teknoloji ürünü bir yazılım paketidir. Bu çalışmada, i-Tree programı kullanılarak yapılan çalışmalardan örnekler verilmekte ve hem uluslararası hem de ulusal çalışmalarda i-Tree programının yaygın araçları anlatılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: i-Tree araçları, kent parkı, kent ormanı, ekosistem hizmetleri, ekonomik değer hesabı

*Sorumlu Yazar Corresponding Author | Sümevra ELMA, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı ABD, Antalya, E-mail: sumeyraelma@gmail.com ORCID: 0000-0003-1230-280X / Veli ORTAÇEŞME, Akdeniz Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, E-mail: veliortacesme@gmail.com ORCID: 0000-0003-1832-425X

Geliş Received 05.06.2024 | Kabul Accepted 19.06.2024 | Basım Published 30.06.2024

ISSN 2687-2358 | DERLEME/ (Review) DOI: 10.53784/peyzaj.1496082

ESTIMATING THE ECONOMIC VALUE OF GREEN SPACES THROUGH I-TREE PROGRAM**Abstract**

With urbanization, urban population density increases leading to the pressure on urban spaces. Green areas have an important place in the context of quality of life in cities. These areas provide many benefits to the city and its people, and the value of open and green spaces has been understood more during the Covid-19 period. While in most cases these benefits are expressed qualitatively, in recent years the quantitative expression of the benefits provided by green areas has also come to the forefront. The public knowledge that green areas also provide economic benefits and the monetary expression of this benefit offer new opportunities in the outlook towards these areas. Many methods and programs have been developed to estimate the economic value of ecosystem services provided by green areas. In this study, the i-Tree program, developed by the United States Department of Agriculture (USDA) Forest Service and widely used in the USA, is discussed. I-Tree is a state-of-the-art software package that provides urban and rural forest analysis and benefit assessment tools. In this article, examples of studies using the i-Tree program are given and common tools of the i-Tree program in both international and national studies are described.

Keywords: i-Tree tools, urban park, urban forest, ecosystem services, economic value estimation

1.Giriş

Dünya nüfusunun % 55'i, ortalama % 26.5 ağaç örtüsüne sahip kentsel alanlarda yaşamakta olup, ağaçlar çoğu şehirde önemli peyzaj unsurlarıdır. Küresel olarak, ağaç örtüsü ormanlık bölgelerde yaklaşık % 31, otlak bölgelerde % 19 ve çöl bölgelerinde % 13 civarındadır. Kent peyzajlarının değişen derecelerde önemli bir bileşeni oldukları için, ağaçlar kent sakinlerinin sağlığını ve refahını etkileyecek önemli unsurlardır ve pek çok yarar yanında ekosistem hizmeti de sağlamaktadır (Nowak, 2020).

2050 yılına kadar yaklaşık 10 kişiden 7'sinin kentlerde yaşayacağı düşünülmektedir. 2030 yılına kadar dünyaya 1.2 milyon km² yeni kentsel yerleşim alanı eklenmesi beklenmektedir. Bu yayılma, arazi ve doğal kaynaklar üzerinde baskı oluşturarak istenmeyen sonuçlara yol açmaktadır. Kentler küresel enerji tüketiminin üçte ikisini temsil etmekte ve sera gazı emisyonlarının % 70'inden fazlasını oluşturmaktadır (World Bank, 2023). Kentsel alanlardaki nüfus artışıyla yoğun yapılaşma sonucu kentsel yüzeylerdeki ısı artışı, kentsel ısı adalarını ortaya çıkarmaktadır. Kentsel ısı adasının etkileri kentlerde iklim dengesini bozarak, sıcaklık artışları, yağışların azalması, kuraklık, su krizi, sıcak hava dalgaları gibi durumlar oluşmaktadır (Yüksel ve Yılmaz, 2008; Üstündağ vd. 2023). İklim değişikliği senaryoları, değişen aşırı hava olayları, deniz seviyesindeki yükselişler, kentsel bölgelerde aşırı yağış ve sıcaklıklar şeklinde öngörülebilmesinin (Ortaçesme ve Zeğerek Altunbey, 2022) yanında ormansızlaşma, kuraklık, gece gündüz sıcaklık farklılıklarından dolayı çölleşme gibi olası etkilere de sahiptir.

Yeşil alanlar ve kent ormanları mikro iklimsel etki oluşturarak özellikle yaz aylarında sıcaklıkları düşürebilmektedir. Böylece kentte yaşayan canlılar

açısından termal konfor sağlamaktadır (Feyisa vd., 2014; Elma, 2020).

Yeşil alanlar kent içinde rüzgâr yönü dikkate alınarak konumlandırıldığında, sadece kendi içinde değil, çevresinde de havayı serinletme ve filtreleme etkisi oluşturur. Hem bunaltıcı hem de kirli havayı ortadan kaldırarak ve hava dolaşımını sağlayarak, biyoiklimsel konfora katkıda bulunmaktadır. Elma (2020)'nin Antalya'da bir kent parkında yaptığı çalışmasında en sıcak ay olan Ağustos ayında parkın çevresine göre 3.6° C daha serin olduğu ve bu serinletme etkisinin parktan 100 m mesafeye kadar devam ettiği saptanmıştır.

İnsanlar için zengin ekosistem hizmetleri sağlayan (Schulze, 2000; Liang vd., 2016) ve karasal biyolojik çeşitliliğin büyük kısmını destekleyen (Balvanera vd., 2006) ağaçların dünya çapında yaklaşık 73.000 türünün bulunduğu belirlenmiştir (Cazolla Gatti vd., 2022). Ağaç çeşitliliği arttıkça bu işlev ve hizmetlerin birçoğunun büyüklüğü de artmakta ve ağaç topluluklarının daha fazla işlevsel çeşitliliği, ekosistem üretkenliğini ve istikrarını artırmaktadır (Barrufol vd., 2013; Liu vd., 2018, Guo vd., 2022). Tür çeşitliliğinin olduğu kentsel yeşil alanlar ve kent ormanlarının iklim değişikliğine adaptasyonu daha kolay olabilmektedir (Hill ve Baker, 2021).

Ekosistem hizmetleri, ekosistem işlevlerinin topluma sağladığı yararlarıdır (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Bunlar doğrudan veya dolaylı yoldan oluşturulan mal, ürün ve hizmetler olabilmektedir.

Kentsel yeşil alanların ve kent ormanlarının önemli ekosistem hizmetleri, gıda temini (kentsel parsellerde ve kent çevresindeki alanlarda üretilen sebzeler), yüzey akışını hafifletme (toprak ve bitki örtüsünün ağır ve / veya uzun süreli yağış sırasında suyu süzmesi), kent ısını düzenleme (ağaçlar ve

diğer kentsel bitki örtüsünün, gölgeleme, nem ve rüzgar bloğu oluşturması), gürültüyü azaltma (bitki örtüsü bariyerleriyle ses dalgalarının emilimi), havayı temizleme (kentsel bitki örtüsünün kökleri ve yaprakları ile kirleticileri bağlama ve yok etme), çevresel aşırılıkları iyileştirme (bitki örtüsü bariyerleriyle fırtına, sel, ve dalga tamponlama; şiddetli ısı dalgaları sırasında ısı emilimi), arıtma, iklim düzenleme (kentsel çalı ve ağaçların biyokütlesi tarafından karbon tutması ve depolaması), tozlaşma ve tohum dağılımı (kentsel ekosistem kuşlar, böcekler, ve polen taşıyıcılar için yaşam alanı sağlar), rekreasyonel ve zihinsel gelişme (kent parkları kültür, sanat ve tasarım için ilham ve rekreasyon fırsatları, meditasyon, ve pedagoji için birden fazla fırsat sağlar), hayvanları izleme (kentsel yeşil alanlar insanların izlemekten hoşlandıkları kuşlar ve diğer hayvanlar için yaşam alanı oluştururlar) olmak üzere bir dizi önemli potansiyel yarara sahiptir ve kentleşmenin çevre ve insan sağlığı üzerindeki bazı zararlı etkilerinin hafifletilmesine yardımcı olmaktadır (Baggethun ve Barton, 2013; Tülek ve Mirici, 2019; Salmond vd., 2016; Livesley vd., 2016 ; Nyelele vd., 2022; Davies vd., 2017; O'Brien vd., 2017).

Kentsel yeşil alanların ve kent ormanlarının en iyi nasıl yönetileceğini anlamak ve sağladıkları sayısız yararların potansiyelini en üst düzeye çıkarmak için politikacılar, yöneticiler ve halk tarafından bu alanların sağladığı yararların somut biçimde anlaşılmasına ihtiyaç vardır (Moffat, 2016; Raum vd., 2019). Yeşil alan ya da kent ormanlarının topluma sağladığı yararların ekonomik değerinin hesaplanması, bu alanların sağladığı yararların somut olarak ortaya konmasına olanak tanır.

Kent yöneticileri genellikle kaç insan, araba, bina, elektrik direği vb. olduğunu bilirler, ancak bitki örtüsü kaynakları hakkında sınırlı bilgiye sahiptirler ya da hiç bilgiye sahip değildirler. Yeşil örtü yerel ölçekte milyonlarca dolarlık yarar sağladığından, bu

kaynağın daha iyi anlaşılması için yatırım yapılması son derece önemlidir. Bu kaynağı anlamının ilk adımı, mevcut kaynağın ve değerlerinin envanterini çıkarmaktır. Temel stok veya envanter, bilgi, mevcut ve gelecek nesiller için orman değerlerini optimize etmek üzere daha iyi yönetim ve planlar geliştirmek için gereklidir (Nowak, 2020).

Kentsel yeşil dokunun parasal değerinin hesaplanması amacıyla çeşitli yöntemler ve yazılımlar geliştirilmiştir. Bu yazılımlardan biri ülkemizde Tuğluer (2019) tarafından geliştirilen KARBİYOSİS (Karbon Depolama ve Biyokütke Hesaplama Sistemi) isimli ağaç yapraklarında tutulan karbon miktarını hesaplayan yazılımdır. Bu yazılımlardan bir diğeri de Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığına bağlı Orman Servisi tarafından geliştirilen i-Tree yazılımıdır. i-Tree yazılımı kullanıcıların kendi verilerini programa girerek pek çok ülkede programı kullanabilmesine olanak sağlamaktadır. Ülkemizden bir kullanıcının i-Tree programı ve i-Tree araçları hakkında Türkçe kaynakta çok daha hızlı ve rahat bilgi edinebilmesi ve çalışması için uygun aracı belirleyebilmesi amacıyla i-Tree programı, araçları ve bu araçların kullanıldığı bazı çalışmalar bu çalışmada irdelenmiştir.

Andrew ve Slater (2014) Birleşik Krallık'ta ağaçların sunduğu ekosistem hizmetlerini araştırmışlardır. i-Tree Eco yazılımının kullanıldığı çalışmada, özel konut bahçelerinde ve halka açık alanlarda yer alan ağaçların sunduğu mevcut ekosistem hizmetleri ölçülmüştür. Biri, ağaçların sonraki 10 yıl boyunca sınırsız büyüdüğü diğeri ise, ön bahçedeki ağaçların boyut olarak sınırlandırıldığı iki durum düşünülerek ağaçların kirleticileri yok etme oranları hesaplanmıştır. Ön bahçe ağaçlarındaki boyut küçültmenin ağaç popülasyonundan elde edilen yararlar da önemli düşüşe neden olduğu saptanmıştır. 10 yıl süresince serbest olarak büyümeye bırakılan ağaçların, mevcut

durumda ağaçlar tarafından uzaklaştırılan kirleticilerin yıllık % 149'unu ortadan kaldırdığını belirlenmiştir. 10 yıl boyunca taç büyümesi kısıtlanan ağaçların mevcut durumda ağaçlar tarafından uzaklaştırılan kirleticilerin sadece % 88'ini ortadan kaldırdığı belirlenmiştir. Çalışma sonuçları, konut sahiplerinin bahçelerindeki ağaçların boyutuna müdahale etmelerinin kent ölçeğinde neden olacağı potansiyel ekonomik kaybı ortaya koymuştur.

Hepcan ve Hepcan (2017) Ege Üniversitesi lojmanlar bölgesinde taç örtüsüne bağlı olarak sağlanan hava kalitesi değerini hesaplamıştır. Bu amaçla taç örtüsünce hava kirliliğine neden olan gazların atmosferden uzaklaştırılmasına yönelik analizlerinin yapılmasına olanak sağlayan i-Tree Canopy aracı kullanılmıştır. Araştırma alanının sınırları WorldView2 uydu görüntüsü kullanılarak belirlenmiş ve i-Tree Canopy aracında kullanılacak sayısal veri formatına dönüştürülmüştür. Araştırmada i-Tree Canopy modeli kullanılarak, araştırma alanını tanımlayan sayısal veri 2015 tarihli Google Earth uydu görüntüsü üzerinde üç bin adet rastgele nokta seçilmiştir. Bu noktaların temsil ettiği arazi örtüsü (1) ağaç ve çalı (ağaç ve çalı vejetasyonları), (2) çim (çim alan), (3) geçirimsiz yapı (bina ve yapılar, asfalt ve beton ve kilit parke taşı kaplı yol, sıkıştırılmış yol), (4) açık alan (üzerinde bitki örtüsü bulunmayan toprak yüzey) ve (5) yüzey örtücü bitki (otsu bitki vejetasyonu ile kaplı alanlar) olmak üzere beş sınıf altında gruplandırılmıştır. Nokta seçiminin tamamlanmasından sonra model çalıştırılmış, lojmanlar yerleşkesindeki taç örtüsünün hava kalitesinin iyileştirilmesine yönelik düzenleyici ekosistem servisleri kapsamında sağladığı yararlar hesaplanmıştır. Sonuçlar % 48'i taç örtüsüyle kaplı olan lojmanlar yerleşkesinin bir yılda 321.57 ton CO₂ yakaladığı ve 8107.86 ton CO₂ depoladığı belirlenmiştir. Bunun yanı sıra bitki taç örtüsünce bir

yılda atmosferden 28.70 kg Karbon monoksit (CO), 143.85 kg Nitrojen dioksit (NO₂), 1.58 ton Ozon (O₃), 90.6 kg Kükürt dioksit (SO₂), 69.61 kg PM_{2.5} ve 479.90 kg PM₁₀ parçacık madde uzaklaştırıldığı hesaplanmıştır. Lojmanlar yerleşkesinden sağlanan tüm bu hizmetlerin yıllık ekonomik değeri 112.481 ABD Doları olarak hesaplanmıştır.

Tuğluer ve Gül (2018) UFORE modeli (Kent Ormanı Etkileri Modeli) i-Tree Eco uluslararası sürümünün Isparta kenti Süleyman Demirel Bulvarı'ndaki ağaç envanter verileri kullanılarak test edilmesi amacıyla bir çalışma yapmıştır. Arazi çalışmaları ile elde edilen envanter verileri kullanılarak Coğrafi Bilgi Sistemi ve i-Tree Eco ortamında sonuçlar elde edilmiştir. Türkiye'de ilk defa uygulanan UFORE yönteminin bazı sınırlamalarına rağmen uygulanabileceği ve kent ağaçlarının ekosistem hizmetlerinin belirlenmesinde özellikle yerel ağaç envanterinin detaylı olarak yapılmasının da önemli olduğu ortaya konulmuştur.

Raum vd. (2019) i-Tree Eco yazılımının Britanya'da kullanımını değerlendirmek üzere bir çalışma yapmışlardır. Çalışma, bu yazılımdan elde edilen verilerin kent ormanlarının yararları konusunda farkındalığı artırmaya yardımcı olduğunu ortaya koymuştur. i-Tree Eco bulguları politika ve planların geliştirilmesinde yaygın olarak kullanılmasına rağmen, kent ormanlarının yönetiminin iyileştirilmesinde ve ağaç politikaları ile ilgili değişikliklerde kullanımının daha sınırlı olduğu görülmüştür. i-Tree Eco sonuçlarının çevresel karar alma süreçlerinde daha etkili olabilmesi için sekiz faktör belirlenmiştir.

1. Problemi netleştirme: Net bir amaç oluşturmak ve potansiyel kullanıcılarla yönetim, politika ve kapasitede istenen değişikliklerle ilgili ortak bir vizyon oluşturmak için net bir amaç/problem belirlemek.

2. Yönetim: i-tree ile ilgili projeleri yönetirken i-Tree kullanıcılarının, proje gönüllülerinin ve bilgi sağlayan araçların hem proje hem proje dışındaki rol ve sorumluluklarını anlamak.

3. Girdiler: Etki yaratmanın zaman aldığını ve çıktılarının hemen teslim edilmesinin ötesinde eylemler gerektirebileceğini kabul ederek analiz, raporlama, katılım ve yaygınlaştırma için gereken kaynaklar konusunda gerçekçi olmak.

4. Çıktılar: Çıktıların içeriğinin kullanıcı ihtiyaçlarını, örneğin mevcut politika gündemlerini karşılamasını sağlamak.

5. Etkileşim: Değerlendirmenin birlikte geliştirilmesi, üretilmesi ve çıktıların yaygınlaştırılması gibi süreçlere paydaş katılımını en başından itibaren sağlamak.

6. Yaygınlaştırma: Proje çıktılarının formatını ilgili her bir kitleye hitap edecek biçimde uyarlamak ve ulaştırmak.

7. Kullanıcılar: Proje ve belirli bulguların tanıtımını, gayri resmi veya resmi kullanıcı grupları aracılığıyla yeni potansiyel kullanıcı topluluklarına ulaştırmak.

8. Bağlam: Yeniden yapılanmalar, kamu sektörü bütçe kesintileri, personel değişimi ve önceliklerdeki değişiklikler gibi beklenmedik faktörlere hazırlıklı olmak ve bunlara proaktif olarak yanıt vermek.

Wu vd. (2019) Çin'de kentsel bitki örtüsünün hava kalitesinin iyileştirilmesine etkileri üzerine bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada bitki örtüsüne ilişkin bir zamansal-mekansal çökme modeli i-Tree Eco yazılımı kullanılarak değerlendirilmiştir. Sonuçlar kentsel bitki örtüsünün partikül madde (PM_{2.5}) azaltımının 1000 tonu aştığını ve bitki örtüsü ile ortamdaki uzaklaştırma miktarının yılda m² başına 1.6 g olduğunu göstermiştir. Saatlik maksimum hava

kalitesini iyileştirmede bitki yüksekliklerinin önemli bir etken olduğu ve yüksekliğe bağlı olarak da iyileştirmenin % 1 ile % 3 arasında farklılık gösterebildiği görülmüştür. Vegetasyon tipi açısından, 0-100 m yükseltilerdeki herdemyeşil çalıların, 100-300 m'deki herdemyeşil geniş yapraklı ormanların ve 300 m'den fazla yükseltilerdeki herdemyeşil iğne yapraklıların en yüksek partikül madde tutma verimliliğine sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca PM_{2.5}'in tutulma miktarının yaprak yoğunluğuna bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir.

Alvarado (2019) yaptığı çalışmasında ekosistem hizmetleri değerlendirme araçlarını araştırmıştır. Bu araçların kullanıcı gereksinimleri, nicel değerlendirme ve farklı kentsel peyzaj alanlarında ekosistem hizmetlerini hesaplamada uygunlukları karşılaştırmış, değerlendirilmiş ve sıralanmıştır. i-Tree Eco yazılımı 6 araç arasında en iyi performans gösteren araç olarak değerlendirilmiş ve ardından bir kentsel vaka çalışması olarak Amsterdam'daki Park Frankendael adlı büyük bir parka uygulanmıştır. Uygulama sonuçlarına göre parkın yıllık olarak 664.4 kg hava kirliliğini giderdiği; 27.58 metrik ton karbon tuttuğu ve 2307 m³ yağmur suyu depoladığı ve bunların maliyetlerinin sırasıyla yıllık 32.600 Avro, 5.560 Avro ve 21.800 Avro olduğu belirlenmiştir.

Nyelele vd. (2022) tarafından ABD'nin New York kenti Bronx bölgesinde yapılan çalışmada, hava kalitesi ve yüzeysel akışın önlenmesiyle ilgili parasal yararları göz önünde bulunduran dört senaryo için öncelikli ağaç dikim konumlarını belirleme açısından i-Tree Landscape'i ve Nyelele ve Kroll'un (2021) geliştirdiği mekansal optimizasyon karar destek aracını kullanmışlardır. Bu iki yöntemi ve sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Çalışma Amerika Birleşik Devletleri'nde nüfus sayımı demografik verilerinin kolayca bulunabildiği bir ölçek olan nüfus sayımı blok grubu düzeyinde gerçekleştirilmiştir. Senaryo 1'de PM_{2.5} hava kirletici giderim yararlarına

öncelik verilirken, Senaryo 2’de önlenecek yüzey akışının yararlarına öncelik verilmiştir. Senaryo 3’de hava kirlenimi giderimi ve önlenecek yüzey akışının yararları aynı anda maksimize edilmiş ve Senaryo 4’de eşitlik hedeflerini karşılamak (yoksul veya zengin her kesimden insana ekosistem hizmetlerinin yararlarının eşit biçimde sağlanması) için hava kirlenimi gideriminin yararları maksimize edilmiştir. Tek bir ekosistem hizmeti yararlarını maksimize eden Senaryo 1 ve 2’de i-Tree Landscape ile karar destek çerçevesi benzer optimal çözümler oluşturmuştur. Bununla birlikte, birden fazla hedef göz önünde bulundurulduğunda (Senaryo 3) veya eşitlik dahil edildiğinde (Senaryo 4), karar destek çerçevesinde ağaç örtüsü için belirlenen blok gruplarının sayısı, i-Tree Landscape’teki önceliklendirme şeması kullanılarak elde edilenlerden daha fazla olduğu görülmüştür. i-Tree Landscape, kaynakları daha az sayıda ve daha büyük blok gruplarına yönlendirirken, karar destek çerçevesi sınırlı ağaç örtüsüne sahip ve daha fazla insanın yaşadığı daha küçük blok gruplarında ağaç örtüsünün artırılmasını önermiştir. Mekansal optimizasyon karar destek çerçevesi ile i-Tree Landscape karşılaştırıldığında ise i-Tree Landscape çok çeşitli sosyal, demografik, ekonomik ve çevresel göstergeleri kapsayan önceden yüklenmiş haritaları kullandığından, kapsamlı alan bilgisi olmadan karar vericiler tarafından kolayca uygulanabilme avantajına sahip olduğu belirlenmiştir. Karar destek çerçevesinde ise istenen haritaların, verilerin dahil edilme imkanının olduğu, ancak i-Tree Landscape’te kullanılan girdi verilerinde de sınırlamalarının olduğu ve UTC verilerinin mevcut olmadığı kentler için i-Tree Landscape’in daha kaba olan ve ağaç gölgelik örtüsünü olduğundan düşük tahmin ettiği gösterilen NLCD verilerini kullandığı belirlenmiştir. Örneğin; karar destek çerçevesi hem ekilebilir geçirgen hem de dikilebilir geçirimsiz alanlardaki ağaç örtüsü artışlarını değerlendirebilirken, i-Tree Landscape yalnızca çıplak toprak veya kısa bitki

örtüsü olan alanlarda ağaç örtüsü genişlemesini dikkate almıştır. Karar vericilerin i-Tree Landscape’in belirlediği yaklaşımın ve uygulama maliyetinin bariz düşük olması nedeniyle tercih edilebileceği ancak tipik olarak çıplak toprak veya kısa bitki örtüsüne sahip alanları ağaç örtüsüne dönüştürecek olsa da, ekilebilir geçirimsiz alanların kentsel yeşillendirme planlarına dahil edilmesiyle daha fazla yarar elde edilebileceği çalışmanın sonuçları arasındadır.

2. Amaç ve Kapsam

Araştırmanın ana materyalini i-Tree yazılım araçları kullanılarak kentsel yeşil alan veya kent ormanının sağladığı yararların ekonomik değerinin hesaplandığı araştırma, makale, tez, bildiri gibi yazılı kaynaklar oluşturmaktadır.

Çalışma yönteminin ilk aşamasında i-Tree yazılım programı, çalışma temeli ve araçları hakkında bilgiler toplanmış, ikinci aşamada ise bu programın kullanıldığı 2014 ve sonrasında yapılan uluslararası ve ulusal çalışmalar incelenmiştir. Çalışmanın son aşamasında ise programın uluslararası ve ulusal çalışmalarda en çok tercih edilen araçları belirlenmiş ve tercih edilme sebebi açıklanmıştır.

3. i-Tree programının genel özellikleri

i-Tree programı, Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA) Orman Hizmetleri ve işbirliği yaptığı kuruluşlar (Davey Ağaç Uzmanlık Şirketi, Ağaç Günü Vakfı, Belediye Ağaç Uzmanları Derneği, Uluslararası Ağaç Yetiştirme Derneği, Casey Ağaç) tarafından geliştirilen kentsel ve kırsal ormancılık analizi ve yarar değerlendirme araçları sağlayan bir yazılım paketidir. Tek bir ağaçtan olabildiği gibi parsel-mahalle –eyalet kadar tüm ölçeklerde tek bir ağaç veya ağaç topluluklarının sağladığı somut ekosistem hizmetlerini belirlemede ve parasal değerinin ölçülmesinde, kentsel orman yapısının ve değerlerinin ölçülmesinde kullanılmaktadır.

EKOSİSTEM ETKİLERİ	ÖZELLİK	ÖLÇÜM	PARASAL DEĞERİ
ATMOSFER	Hava Sıcaklığı	●	○
	Önlenen emisyonlar	●	●
	Bina enerji kullanımı	●	●
	Karbon tutma	●	●
	Karbon depolama	●	●
	İnsan konforu	○	●
	Polen	○	
	Kirliliğin giderilmesi	●	
	Transpirasyon	●	●
	Ultraviyole radyasyon	●	
	Uçucu organik bileşik emisyonları	●	○
TOPLULUK/SOSYAL	Estetik/mülkiyet değeri	○	
	Gıda/tıp	○	○
	Sağlık endeksi	○	
	Orman ürünleri	○	○
	Yetersiz hizmet alan bölgeler	●	
KARASAL	Biyçeşitlilik	○	
	İstilacı bitkiler	●	
	Besin döngüsü	○	
	Yaban hayatı yaşam alanı	●	
SU	Önlenen yüzey akışı	●	●
	Sel baskını	○	○
	Yağış durdurma	●	
	Akarsu sıcaklığı	●	
	Su kalitesi	●	●

- = i-Tree'de şu anda tanımlanan veya değer biçilen nitelik
○ = i-Tree'de geliştirilmekte olan özellik

Şekil 1. Ağaçların sağladığı ekosistem hizmetlerinin i-Tree'de ölçülen ve geliştirilmekte olan yararları ve maliyetleri (Nowak, 2020).

Ağustos 2006'da piyasaya uygulamaya konulan i-Tree araçları, orman yapısını ve ağaçların sağladığı

çevresel yararları ölçerek orman yönetimi ve korunması konusunda yardımcı olabilmektedir (USDA Forest Service, 2006).

i-Tree'nin kökleri daha önceki yıllarda geliştirilen Kent Ormanı Etkileri (UFORE - The Urban Forest Effects), Kent Ormanı Yöneticileri için Cadde Ağaçları Kaynak Analizi Aracı (STRATUM - The Street Tree Resource Analysis Tools for Urban Forest Managers) ve Hareketli Toplum Ağaç Envanteri (MCTI - Mobile Community Tree Inventory)'ne kadar uzanmaktadır (i-Tree, 2024 a).

i-Tree kullanıcıları, ağaçların sağladığı yerel ekosistem hizmetlerini, orman yönetimi faaliyetlerini çevresel kalite ve toplum yaşanabilirliği ile ilişkilendirebilir. İster tek bir ağaç ister ormanın tamamı olsun, i-Tree sağlanan yararın değerini ortaya koymak ve bu alanlarda ekosistem adına daha etkili kararlar almak için öncelikleri belirlemek amacıyla kullanılacak veriler sağlamaktadır (USDA Forest Service, 2006).

3.1. i-Tree programının hesapladığı parametreler

Ağaç tür dağılımı, ağaç taç örtüsü, taç yoğunluğu, taç sağlığı, yaprak alanı, yaprak biyokütlesi, çalı ve toprak örtüsü gibi kent orman yapısı hakkındaki bilgileri aşağıdaki bazı formüller vasıtası ile hesaplamaktadır.

$$CF = GA/TA$$

CF: taç rekabet faktörü

GA: ağacın taç alanı

TA: ağaç tacının yüzde değeridir.

$$K = (\% CON \times 0.52) + (\% HRD \times 0.65)$$

% CON: alandaki ibrelili taç yüzdesi

% HRD geniş yapraklı ağaçların taç yüzdesi
Ayrıca ışık tükenme katsayısı ibrelili ağaç türleri için
0,52; yaprağını dökenler için ise 0,65'tir.

$$Lal = \ln (l/l_0) l-k$$

Lal: yaprak yüzeyi indeksi

L: taç altındaki ışık yoğunluğu

l₀: tacın maruz kaldığı ışık yüzdesi

k: ışık tükenme katsayısıdır (Tuğluer ve Çakır, 2019).

3.2. i-Tree programının veri tabanı yapısı

i-Tree programının kullanımı için çeşitli veri girişlerinin yapılması gerekmektedir. Programın veri tabanı yapısı şu şekildedir;

- Kullanıcılar tarafından girilen arazi verilerini içermektedir.
- Veri tabanı ağaç türleri listesini içermektedir.
- Konumsal ve coğrafi bilgileri içermektedir.
- Hava kalitesi ile ilgili parametreler yersel ölçüm merkezlerinden elde edilmelidir.
- Kirlilik ile ilgili veriler Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Çevre Koruma Ajansı'nın sitesinden elde edilmektedir (Tuğluer ve Çakır, 2019).

3.3. i-Tree programında veri toplama ve değişkenler

Çalışma yapılacak arazide doğrudan ölçülen veriler temel verileri oluşturmaktadır. Temel veriler ve temel verilerden türetilen yapısal çıktılar kullanılarak ekosistem hizmetlerinin tahmini ve değerlendirilmesi yapılmaktadır. Araziden toplanan temel veri türleri:

• **Genel plan bilgileri:** Arazinin genel özelliklerini tanımlamak için kullanılmaktadır.

• **Ağaç bilgileri:** Ağaçların bazı yapısal özelliklerini tahmin etmek, karbon depolama ve tutma kapasiteleri, enerji tasarrufu etkileri, VOC emisyonları, ağaçların miktarı ve olası zararlı etkileri vb. bilgileri içermektedir. Bahsedilen bu yapısal özellikler için çalışma alanını oluşturan arazideki ağaç ta yapılması gereken ölçümler vardır. Bunlar:

- Ağaç türü,
- Ağaç dbh'ı (her ağaç için yerden 1.37 m yükseklikteki ağaç gövdesi çapıdır),
- Toplam ağaç yüksekliği,
- Taç boyutu
- Taç sağlığı
- Tacın ışığa maruz kalma oranı
- Ağacın çevresindeki binaya mesafesi ve yönü

Bu ölçümlerden elde edilen veriler sonucu yapısal ve çıktılar ve ekosistem hizmetleri değerlendirilmesi yapılmaktadır.

• **Çalı bilgileri:** Çalıların yaprak alanı, biyokütle tahmini, kirlilik tahmini uçucu organik maddelerin çalılar tarafından salınımı tahminleri gibi bilgileri içermektedir.

• **Toprak üstü verileri:** Çalışma alanındaki değişken toprak örtüsü çeşitlerinin dağılımını içermektedir (Nowak, 2021; Tuğluer ve Çakır, 2019).

3.4. i-Tree programı çıktıları

i-Tree kent ağaçlarının kent ekosistemi etkileri üzerine yapısal ve işlevsel olarak aşağıdaki çıktıları vermektedir;

A. Yapısal çıktılar

Ağaç tür kompozisyonu (%): Çalışma alanlarında kaydedilen ağaç türleri toplam ağaç türleri içindeki % katılım değerlerini ifade etmektedir.

Ağaç sayısı (adet ve %): Çalışma alanındaki her bir ağaç türünün toplam sayısı ve yüzdesini ifade etmektedir.

Ağaç gövde göğüs çapı(dbh) dağılımı (%): Her bir ağaç türünün sahip olduğu yerden 1.37 m yükseklikteki(göğüs yüksekliği) ağaç gövdesi çaplarının yüzde dağılımıdır.

Ağaç yoğunluğu: Çalışma alanındaki ağaç yüzeyi toplam alanı(m²) dır.

Ağaç sağlığı (%): Çalışma alanlarındaki ağaçların sağlıklı ve sağlıklı olmama durumu yüzdelerini ifade etmektedir.

Ağaç yaprak yüzeyi (m²): Yaprak yüzey alanı ve alanda kapladığı yaprak yüzey alanı yüzdesini(yaprak alanı indeksi) ifade etmektedir. Yaprak yüzey alanı, basitçe bir ağaç üzerindeki yaprakların yüzey alanı (tek taraflı) miktarı olarak tanımlanmaktadır. Öngörülen zemin yüzey alanı birimi başına düşen toplam yaprak alanı miktarı yaprak alanı indeksi (LAI = yaprak alanı (m²) / zemin alanı (m²)) olarak bilinmektedir (Nowak, 2021; Tuğluer ve Çakır, 2019).

Yaprak biyokütlesi: Ağaç yaprak biyokütlesi (kuru yaprakların ağırlığı), türe özgü dönüştürme faktörleri (USDA Forest Service, 2021 a) kullanılarak yaprak alanı tahminlerinden hesaplanmaktadır. Çalılıarın yaprak biyokütlesi, yapraklar tarafından işgal edilen çalı taç hacmi (m³) ve her bir tür için ölçülen yaprak biyokütle faktörlerinin (g m⁻³) çarpımı olarak hesaplanmaktadır (USDA Forest Service, 2021 b). Çalı yaprak alanı, ölçülen tür dönüşüm oranlarına

(m² g⁻¹) dayalı olarak yaprak biyokütlesinin yaprak alanına dönüştürülmesiyle hesaplanmaktadır (Nowak, 2021; Tuğluer ve Çakır, 2019).

B. İşlevsel çıktılar (Ekosistem hizmetleri)

Karbon tutma ve depolama: Kent ağaçlarının allometrik denklemlerle biyokütlesi ve büyüme katsayılarını da baz alarak karbon depolama miktarını tahmin etmektedir. Karbon depolama miktarları tahmin edilirken biyokütle miktarı, büyüme katsayıları, yaprak tipi gibi veriler kullanılmaktadır. Program içerisinde denklemlerle hesaplanarak elde edilen türlere ait katsayılar bulunmaktadır. Model, herhangi bir türe ait veri içermediği zaman en yakın türe ait katsayıyı kullanmaktadır (Tuğluer ve Çakır, 2019).

Bina enerji kullanım etkileri: Binaların enerji kullanımını sonucu karbon salınımının ne kadarını ağaçların tuttuğu ağaç büyüklüğü, binaya uzaklığı, bina tipi, bina yönü, iklim bölgesi, yaprak türü ve alan üzerindeki ağaç örtüsü, ağaç gölgeleme faktörü, rüzgâr kırıcı etkileri gibi verilere dayanarak tahmin edilmektedir (Tuğluer ve Çakır, 2019).

Hava kirliliğini kaldırma: Saatlik meteorolojik veriler ve yaprak yüzey alan miktarı kullanılarak ağaç kaplı alanlarda yıl boyunca ozon (O₃), kükürt dioksit (SO₂) nitrojen dioksit (NO₂), karbon monoksit (CO), 10 mikrondan küçük partikül madde (PM₁₀), ve 2,5 mikrondan küçük partikül madde (PM_{2,5})nin kuru birikimi tahmin edilmektedir (Nowak, 2021; Tuğluer ve Çakır, 2019).

Yüzey akışını engelleme ve transpirasyon: Yaprak/kabuk alanı verilerine ve yerel saatlik hava durumu verilerine dayanarak, saatlik yağmur durdurma, yaprak yüzeylerinden buharlaşma, potansiyel evapotranspirasyon, transpirasyon ve önlenen yüzey akış değerleri tahmin edilmektedir. Tahminler, ağaçların yüzey akışı üzerindeki etkisini tahmin etmek için mevcut ağaç koşullarına göre ve

daha sonra ağaçlar olmadan oluşturulmuştur. Bireysel ağaç etkilerini tahmin etmek için, tüm ağaç popülasyonundaki su etkileri, bireysel ağacın ağaç yaprak alanı ile orantılı olarak ağaç ölçeğine geri oranlanmaktadır (Nowak, 2021).

Biyojenik uçucu organik bileşimi (VOC) emisyonu: Uçucu organik bileşim (VOC) emisyonlarının miktarı ağaç türlerine, yaprak biyokütlesine, hava sıcaklığına ve diğer çevresel faktörlere bağlıdır ve program bu verileri kullanarak ağaçlara ait emisyon miktarını tahmin etmektedir (Tuğluer ve Çakır, 2019).

	YAPISAL ÇIKTILAR				EKOSİSTEM HİZMETLERİ						
	Yaprak alanı	Yaprak biyokütlesi	Karbon depolama	Enerji etkileri	Hava kirliliğinin giderilmesi	Yüzey akışını engelleme	Transpirasyon	Voc Emisyonları	Telaflı edici değer	Yaban hayatına uygunluk	UV etkileri
TEMEL VERİLER											
Türler	D	D	D	D	I	I	I	D	D		
dbh			D						D	D	
Ağaç yüksekliği	D	D	C	D	I	I	I	I		D	
Taç taban yüksekliği	D	D	C		I	I	I	I			
Taç genişliği	D	D	C		I	I	I	I			
Tacın ışık maruziyeti			C								
Eksik taç %si	D	D	C	D	I	I	I	I			
Taç sağlığı									D	D	
Arazi kullanımı			C						D	D	
Ağaç-bina mesafesi				D							
Ağacın binaya yönü				D							
Ağaç %'si				D	D	D				D	D
Çalı %'si					D					D	
Bina % si				D							
Zemin örtüsü kompozisyonu					I					D	

D= doğrudan kullanılır, I= dolaylı olarak kullanılır, C= şartlı olarak kullanılır.

Şekil 2. Doğrudan sahada ölçülen verilerin bazı yapısal çıktılar ve ekosistem hizmetlerinin tahmin edilmesindeki kullanımı (Nowak, 2021).

UV etkileri: bir çalışma alanındaki farklı arazi kullanım türlerinde zemindeki ultraviyole (UV) radyasyon yoğunluğunu azaltmada kentsel ağaç etkileri ölçülebilmektedir (Nowak, 2021).

Yukarıda bahsedilen ekosistem hizmetlerinden karbon emisyonu, hava kirliliğini engelleme, bina enerji kullanımı, yüzey akışı engelleme gibi hizmetlerin maddi değeri i-Tree programında tahmin edilebilmektedir (Nowak, 2021; Tuğluer ve Çakır, 2019).

3.5. i-Tree programının araçları

i-Tree araçları temel ve yardımcı araçlar olmak üzere iki ana başlık altında toplanmaktadır:

3.5.1. Temel araçlar

Ağaç popülasyonlarını, ekosistem hizmetlerini ve değerlerini değerlendiren temel araçlardır.

A. i-Tree Eco: Orman yapısını, çevresel etkileri ölçmek için yerel saatlik hava kirliliği ve meteorolojik verilerle birlikte, sahada toplanan eksiksiz envanter verilerinin programa aktarılmasıyla tek bir ağaç veya ormanlık alan analizlerini yapmaktadır. Kirliliğin giderilmesi ve insan sağlığına etkileri, karbon tutma ve depolama, hidrolojik etkiler (akışın engellenmesi, transpirasyon, yağmur suyunu tutma), bina enerji etkileri, ağaç biyoemisyonları, kuş habitatının uygunluğu, ultraviyole radyasyonun ağaç etkileri gibi fonksiyonel analizler yanında, türlerin durumu ve dağılımı, yaprak alanı ve biyokütle, türlerin önem değerleri, çeşitlilik endeksleri ve göreceli performans gibi yapı ve kompozisyon analizleri ve zararlı risk analiziyle yarar maliyet analizleri bu aracın yaptığı analizler arasındadır. Ayrıca i-Tree Eco mobil veri girişi uygulamaları; tablo ve grafik raporlama ve dışa aktarma ve otomatik yazılı rapor oluşturma gibi özelliklere sahiptir.

Eco aracı diğer i-Tree araçları arasında aynı ABD dışındaki ülkelerde sonuçların doğruluğu açısından uluslararası kullanıma en uygun olan ve en yaygın kullanılan araçtır ve i-Tree Eco, i-Tree paketinin temel(çekirdek) programıdır (i-Tree, 2024 d; Nowak 2000).

B. i-Tree Design: Bu araç, karbondioksit, hava kirliliği, yağmur suyu etkileri ve enerji tasarrufu açısından ağaçların mevcut yıl için ve gelecek 99 yıla kadar olan yararlarını tahmin etmektedir. Tahmini ağaç yaşına dayalı olarak bugüne kadarki toplam yararlar da hesaplanabilmektedir. Birden fazla ağaç ve bina modellenabilmektedir. Sadece Amerika kıtasındaki konumlarda çalışmaktadır (i-Tree, 2024 c).

C. i-Tree Landscape: ABD ağaç örtüsü ve nüfus sayımı haritaları/verilerini sağlayarak, iklim ve sosyal sorunlar için öncelikli dikim ve koruma alanlarını belirlemede kullanılmaktadır. Sadece ABD sınırları içerisindeki konumlar için kullanılabilir (i-Tree, 2024 e). i-Tree Landscape'te ağaç dikmek veya korumak için öncelikli yerleri belirlemek amacıyla, ağaç ve geçirimsiz örtü verileri, ABD nüfus sayımı verileriyle birlikte, seçilen coğrafi birimler arasındaki öncelikli alanları vurgulayan bir dizin oluşturmak için kullanılır. Endeks, kullanıcı tarafından seçilen katmanlar için ağırlıklarla geliştirilir (katman ağırlıklarının toplamı 100'e eşit olacak şekilde 0 ile 100 arasında değişir). Endeks değeri ne kadar yüksek olursa, alanın ağaç dikme veya koruma önceliği de o kadar yüksek olur (Nyelele vd., 2019).

D. i-Tree Hydro: Bir su havzasındaki ağaç örtüsü ve geçirimsiz örtüdeki değişiklikler sonucu saatlik su akışı ve su kalitesi üzerindeki etkileri simüle etmek için kullanılmaktadır. Model tahminlerini ölçülen saatlik akarsu akışıyla eşleştirmeye yardımcı olmak için otomatik kalibrasyon rutinleri içerir (Nowak, 2021).

E. i-Tree Canopy: Havadan görüntüler üzerinde rastgele nokta örnekleme kullanarak araziye gitmeden ağaç örtüsünü ya da arazi örtüsünü (örn; çim, bina, yol vb), sınıflandırmak ve yararlarını tahmin etmek için kullanılmaktadır. Uluslar arası projeler içinde kullanılabilir (i-Tree, 2024 f).

F. My Tree: Bulunduğu konum seçilip, türü, boyu gibi özellikleri belirtilen tek bir ağacın ortamdaki uzaklaştığı karbondioksit ve hava kirliliğinin yanı sıra yağmur suyu etkilerini tahmin etmede kullanılmaktadır. Ağaçları tek tek değerlendirmektedir (i-Tree, 2024 b).

G. i-Tree Planting: Bir ağaç dikme projesinin karbondioksit, hava kirliliği, yağmur suyu etkileri, enerji tasarrufu ve gölge açısından uzun vadeli çevresel yararlarını tahmin etmeye yardımcı olur. Ağaçların gelecek yıllarda sağlayacağı değeri tahmin etmek için kullanılmaktadır. Sadece ABD'de kullanılabilir (i-Tree, 2024 g).

3.5.2. Yardımcı araçlar

Temel araçlara yardımcı olarak veya belirli amaçlar için temel araçlardan bağımsız çalışabilen araçlardır.

A. i-Tree Species: Konuma göre uygun türleri bulmaya yardımcı olmaktadır. Bunu yaparken karbon depolama, hava kirliliğinin giderilmesi, yağmur suyu etkileri, bina enerji tasarrufu, hava sıcaklığının azaltılması (yoğun gölgeleme etkisi), ultraviyole radyasyonun azaltılması, polen alerjenliği ve rüzgârı perdeleme gibi çevresel faktörleri göz önüne almaktadır. Araç, ağaçların yararlarını en üst düzeye çıkararak, yerel kullanıma uygun türlerin listesini çıkarır (i-Tree, 2024 h).

B. i-Tree Database: Veritabanı, uluslararası kullanıcıların i-Tree'ye entegre edilmek üzere yerel şehir, kirlilik ve yağış verilerini göndermelerine

olanak tanımaktadır. Veriler gönderildikten sonraki birkaç ay içinde programa entegre edilmekte ve kullanıcılar söz konusu uluslararası konum için i-Tree Eco veya diğer temel araçlardan birini çalıştırabilmektedir. Ayrıca kullanıcıların küresel bir ağaç veritabanı oluşturmak için yeni ağaç türleri bilgilerini gönderme ve görüntüleme imkânı sağlamaktadır (Nowak, 2021).

C. i-Tree Projects: Kullanıcıların arsa verilerini görselleştirmesine, daha fazla analiz ve veri karşılaştırması için gerçek saha verilerini indirmesine olanak tanımaktadır.

D. i-Tree Glossary: i-Tree'de kullanılan terimlerin açıklandığı araçtır.

E. i-Tree Eco Mobile Data Collection: Mobil cihazlarla veri toplamak için tasarlanmıştır.

F. i-Tree Pest: i-Tree Eco içinde olası böcek veya hastalık sorunlarına karşı bir ağacı gözlemlemek için tasarlanmıştır (Nowak 2021).

Yukarıda bahsedilen temel ve yardımcı araçlar dışında i-Tree'nin iş ortakları için geliştirdiği ancak herkesin kullanımına açık olan araçlar da vardır. Bu araçlar:

Planting Calculator: Bir ağaç dikme projesinin karbondioksit, hava kirliliği, yağmur suyu etkileri, enerji tasarrufu ve gölge açısından uzun vadeli çevresel yararlarını tahmin etmeye yardımcı olur. Ağaçların gelecek yıllarda sağlayacağı değeri tahmin etmek için kullanılmaktadır. Sadece ABD'de kullanılabilir (i-Tree, 2024 g).

County Tree Benefits: Bir ABD ilçesi içindeki bir alan veya tüm ilçe için faydaları değerlendirmektedir.

Harvest Carbon Calculator: Arazi yöneticilerinin hasat edilen ağaç ürünlerinde

depolanan karbon miktarını tahmin etmelerini sağlamaktadır (Nowak 2021).

i-Tree Eco'ya dahil edilen araçlar	i-Tree Eco yöntemlerinden elde edilen değerler	i-Tree Eco'dan bağımsız araçlar
Forecast	Canopy ^a	Cool River*
Hydro ^b	County ^a	Harvest
Streets	Design	
	Landscape ^{a,c}	
	MyTree	
	Planting	
	Projects ^d	
	Species ^c	

^a ABD ilçeleri için ağaç örtüsünün alan (m²) başına türetilmiş değerlerini kullanmaktadır.

^b i-Tree Hydro'nun bazı rutinleri i-Tree Eco'ya dahil edilmiştir.

^c Gelecekte i-Tree Eco'ya dahil edilecektir.

^d i-Tree Eco sonuçlarını ve verilerini görüntülemektedir.

* i-Tree cool river nehir kıyısındaki gölgelenme ve geçirimsiz yüzey akışının etkilerini simüle eden bir araçtır. Sadece araştırma programlarında ileri düzey teknik kullanıcılar için geliştirilmiştir.

Şekil 3. Diğer i-Tree araçlarının temel araç olan i-Tree Eco ile ilişkisi (Nowak, 2021).

4. Tartışma ve Sonuç

Dünya nüfusunun % 57'si kentlerde yaşamaktadır (UNICEF, 2023) ve kentlerin sunduğu iş fırsatları, sosyal ve kültürel aktivitelerin varlığı, pek çok ihtiyaç ve hizmete erişim kolaylığı gibi avantajlarından dolayı gün geçtikçe kentlerdeki nüfus yoğunluğu artmaktadır. Nüfus yoğunluğuna bağlı olarak kentsel yapı yoğunluğu beraberinde plansız ve çarpık kentleşmeye ve bu da kentin yeşil alanlarının yerini yapı bloklarına bırakmasına neden olmaktadır. Her ne kadar Covid-19 salgını sonrası kentten kıra doğru göç yaşanmaya başlasa da eğitim alan, çalışan pek çok kişi için kentler vazgeçilemez olmaktadır. Bundan dolayı şehre göçü durdurmak mümkün olmasa da kentlerin yaşanabilirliğini korumak, sürdürülebilirliğini sağlamak mümkün olabilmektedir.

Kentlerdeki yeşil alanlar kent ormanları, parklar, bitkisel dokunun hâkim olduğu kent meydanları gibi pek çok alanı kapsamaktadır ve kent insanının ihtiyaç duyduğu pek çok ekosistem hizmetini sağlamaktadır. Bu hizmetlerin yanı sıra kentsel ısı adası etkilerini azaltma, mikro iklim oluşturma, termal konfor sağlama, , kentin iklim değişikliğine adaptasyonunu kolaylaştırma gibi kent ve kentli için pek çok yarar sunmaktadır.

Ancak bazı durumlarda bitki örtüsünün, ağaçların kabul edilen yararlarının yanında ağaç polenlerinden kaynaklanan alerjiler ve solunum yolu rahatsızlıklarının mevsimsel olarak artışına neden olma, hem yaprak dökmeyen hem de yaprak döken ağaçlardan kaynaklanan ağaç gölgesi nedeniyle kış aylarında bina enerji kullanımındaki artışlar ve istilacı veya egzotik bitkiler nedeniyle yerel biyoçeşitlilikteki değişiklikler gibi diğer dolaylı maliyetler oluşturma gibi durumlara da neden olabildiği yapılan çalışmalarda belirlenmiştir. Kentsel ağaçlar hava kirliliğini ortadan kaldırıp genel olarak kirlilik konsantrasyonlarını azaltırken,

bazı durumlarda yollara taşan ağaç örtüsü, trafiğin yoğun olduğu cadde kanyonlarında aralıksız ve kapalı kanopilerle yoğun ağaç sıraları kirlilik dağılımını sınırlayabilir ve yerel kirlilik konsantrasyonlarını artırabilir (Abhijith vd., 2017; Veerkamp vd., 2021; Janhäll, 2015; Barwise ve Kumar, 2020; Kumar vd., 2019; Tiwari vd., 2019). Bitki örtüsünün sık olması, hava akışının olduğu cadde veya alanlarda akışı engelleyebilmektedir. Kentsel ağaçlarla ilgili maliyet ve yararların anlaşılması, ağaçlarla kentsel çevrenin iyileştirilmesi için daha iyi tasarımlar yapılmasını sağlayabilir (Nowak, 2020; Venter vd., 2024).

Yeşil alanların sağladığı yarar veya ekosistem hizmetleri maliyetinin hesaplanmasında bir bilgisayar yazılım programı olan i-Tree kullanımı son 10 yılda artmış ve literatür taraması sonucunda i-Tree, i-Tree için geliştirilmiş yöntemler veya i-Tree ya da öncül programlar (UFORE ve STRATUM) hakkında yazılan 1.000'den fazla makale ortaya çıkmıştır (Nowak, 2021). Bu çalışmalarda en fazla kullanılan aracın i-Tree Eco olduğu görülmüştür. İ-Tree Eco'nun en çok tercih edilmesinin nedeni, i-Tree yazılımının temel programı/aracı olması ve uluslararası projelerde yerel saatlik hava kirliliği, meteorolojik veriler ve sahada toplanan envanterlerin programa aktararak, yerel verilerle değerlendirme yapılmasına olanak tanınması, ayrıca diğer i-Tree araçlarına oranla çok daha fazla ekosistem hizmeti yararını belirleyebiliyor olmasıdır.

Yine i-Tree araç tercihleri incelendiğinde, son 10 yılda ülkemizde yapılan çalışmalarda Canopy aracının öne çıktığı görülmektedir. Canopy'nin arazi çalışması gerektirmeden Google Haritalar üzerinde alan sınırını çizerek veya ESRI şekil dosyası yükleyerek rastgele belirlenen noktalar sayesinde arazi ve ağaç örtüsünü ve yararlarını belirleyebiliyor olması tercih edilmesine neden olmaktadır.

i-Tree, arazi ve hava verilerinin zaman içinde yeniden ölçülmesi, yerel kent ormanı kaynakları ve değerlerindeki değişiklikleri izlemek için de bir araç sağlamaktadır (Nowak, 2020). Hem mevcut stoğun hem de stokta zaman içinde meydana gelen değişikliklerin değerlendirilmesi, gelecekte yeterli ve sağlıklı kent ormanlarının sürdürülebilmesi için gereklidir.

Her ne kadar çalışmalarda bazı durumlarda ağaç varlığının olumsuz etki yarattığı (Abhijith vd., 2017; Veerkamp vd., 2021; Janhäll, 2015; Barwise ve Kumar, 2020; Kumar vd., 2019; Tiwari vd., 2019) veya yeşil alanların sokak ölçeğinde hava kalitesini iyileştirmede önemli bir etkisinin olmadığından (Venter vd., 2024) bahsedilmiş olsa da kent ve bölgesel ölçekte değerlendirildiğinde biriktirme mekanizmaları baskındır ve hava kirliliğini azaltıcı etki göstermektedir (Diener ve Mudu, 2021; Vos vd., 2013). Modelleme çalışmaları, on yıllık zaman dilimlerinde % 1 ile % 2 arasında oranlarda yeşil alanların birikim yoluyla hava kalitesini iyileştirebileceğini göstermektedir (Diener ve Mudu, 2021; Nemitz vd., 2020; Nowak vd., 2014).

Yeşil alan olarak adlandırılan kentsel bitki örtüsünün hava kalitesini artırabileceği varsayımı, halk sağlığı (Diener ve Mudu, 2021), kentsel planlama (Huang vd. 2021) ve ekosistem hizmeti (Veerkamp vd., 2021) literatüründe yaygın olarak kabul edilmektedir. Popüler medya (örneğin, Traverso, 2020) ve hatta BM Çevresel Ekonomik Muhasebe Sistemi gibi uluslararası standartlar ve politika çerçeveleri, bitki örtüsünü hava kirliliğini azaltmak için doğaya dayalı bir çözüm olarak önermektedir (Farrell vd., 2021; Venter vd., 2024).

Sonuç olarak, i-Tree programı, gerek bilimsel araştırmalarda ve gerekse uygulamada yaygın olarak kullanılan bir programdır. Özellikle ABD'de kent ağaçlarının ve kentsel bitki örtüsünün ekonomik değerinin saptanması ve bu konudaki

politika ve programların oluşturulmasında önemli katkıda bulunmaktadır. İ-Tree programı ülkemizde de bilimsel araştırmalarda yaygın olarak kullanılan bir yazılımdır, ancak ilgili kamu kurumları tarafından yeteri derecede kullanılmamaktadır. İ-Tree ve KARBIYOSİS gibi benzeri metot veya programlar yalnızca belediyeler değil, ilgili tüm kamu kurumları ve bilimsel çalışmalar ile desteklenerek kullanılmalıdır. Nitekim i-Tree programının ihtiyaç duyduğu birçok veri (hava kirlilik, yağış indeksleri vb.) Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Müdürlüğü, Meteoroloji Genel Müdürlüğü gibi bazı kurumların çalışmaları ile elde edilebilmektedir. Bu noktada tüm ilgili kamu kurum ve kuruluşların veri havuzunu genişletmesi ilgili paydaşların bu çalışmaları artırması gerekmektedir.

Kaynaklar

- Abhijith, K. V., Kumar, P., McNabola, A., Broderick, B., Gallagher, J., Baldauf, R., Pilla, F., Di Sabatino, S., Pulvirenti, B. (2017). Air pollution abatement performances of green infrastructure in open road and built-up street canyon environments – A review. *Atmospheric Environment*, 162, 71-86. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.05.014>
- Alvarado, O. (2019). Measuring the benefits of urban nature-based solutions through quantitative assessment tools. Master Thesis, Utrecht University, Holland.
- Andrew, C. ve Slater, D. (2014). Why some UK homeowners reduce the size of their front garden trees and the consequences for urban forest benefits as assessed by i-Tree ECO. *Arboricultural Journal: The International Journal of Urban Forestry*, 36(4), 197-215. DOI: 10.1080/03071375.2014.994388
- Baggethun, E. G. ve Barton, D. (2013). Classifying and Valuing Ecosystem Services for Urban Planning. *Ecological Economics*, (86) 235–245. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.08.019>
- Balvanera, P., Pfisterer, A. B., Buchmann, N., He, J. S., Nakashizuka, T., Raffaelli, D., Schmid, B. (2006). Quantifying the evidence for biodiversity effects on ecosystem functioning and services. *Ecology Letters*, 9(10),1146-56. [10.1111/j.1461-0248.2006.00963.x](https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00963.x)
- Barrufol, M., Schmid, B., Bruelheide, H., Chi, X., Hector, A., Ma, K., Michalski, S. G., Tang, Z., Niklaus, P. A. (2013). Biodiversity Promotes Tree Growth during Succession in Subtropical Forest. *Plos One*, 8(11), e81246. [10.1371/journal.pone.0081246](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0081246)
- Barwise, Y. ve Kumar, P. (2020). Designing vegetation barriers for urban air pollution abatement: a practical review for appropriate plant species selection. *npj Clim Atmos Sci*, 3, 12. <https://doi.org/10.1038/s41612-020-0115-3>
- Cazolla Gatti, P., Reich, P. B., Gamarra, J. G. P.,Liang, J. (2022). The number of tree species on Earth. *PNAS*, 119 (6), e2115329119. <https://doi.org/10.1073/pnas.2115329119>
- Davies, H.J., Doick, K., Handley, P., O'Brien, L., Wilson, J. (2017). Delivery of ecosystem services by urban forests *Forest Research, Edinburgh . Forestry Commission Research Report*. https://cdn.forestresearch.gov.uk/2017/02/fcrp_026.pdf
- Diener, A. ve Mudu, P. (2021). How can vegetation protect us from air pollution? A critical review on green spaces' mitigation abilities for airborne particles from a public health perspective- with implications for urban planning. *Science of The Total Environment*, 796,148605. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148605>
- Elma, S. (2020). Parkların mikroklimsel etkilerinin Aydın Kanza Parkı (Antalya) örneğinde incelenmesi. Yüksek lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Farrell, C. A, Coleman, L., Kelly-Quinn, M., Obst, C. G., Eigenraam, M., Norton, D., O'Donoghue, C., Kinsella, S., Delargy, O., Stout, J. C. (2021). Applying the System of Environmental Economic Accounting-Ecosystem Accounting(SEEA-EA) framework at catchment scale to develop ecosystem extent and condition accounts. *One Ecosystem*,6,e65582. <https://doi.org/10.3897/oneeco.6.e65582>

- Feyisa, G. L., Dons, K., Meilby, H. (2014). Efficiency of parks in mitigating urban heat island effect: An example from Addis Ababa. *Landscape and Urban Planning*, 123, 87-95. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.12.008>
- Guo, W. Y., Seraa Diaz, J. M., Schrod, F., Svenning, J. C. (2022). High exposure of global tree diversity to human pressure. *Environmental Sciences*, 119 (25), e2026733119. <https://doi.org/10.1073/pnas.2026733119>
- Hepcan, Ç.C. ve Hepcan, Ş. (2017). Ege Üniversitesi Lojmanlar Yerleşkesinin Hava Kalitesinin İyileştirilmesine Yönelik Düzenleyici Ekosistem Servislerinin Hesaplanması. *Ege Univ. Ziraat Fak. Derg.*, 54 (1):113-120. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.299257>
- Hill, D. ve Baker, S. (2021). Oxford i-Tree Eco Report 2021. *Treeconomics For Oxford City Council*. <https://www.oxford.gov.uk/downloads/file/860/oxford-i-tree-eco-study>
- Huang, Y., Lei, C., Liu, C., Perez, P., Forehead, H., Kong, S., Zhou, J.L. (2021). A review of strategies for mitigating roadside air pollution in urban street canyons. *Environmental Pollution*, 280, 116971. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116971>
- i-Tree, (2024) a. Legacy Tools. <https://www.itreetools.org/tools/legacy-tools> (Erişim tarihi: 20 Mayıs 2024).
- i-Tree, (2024) b. Tools for Assessing Individual Trees, My Tree <https://mytree.itreetools.org/#/> (Erişim tarihi: 21 Mayıs 2024).
- i-Tree, (2024) c. Tools for Assessing Individual Trees, i-Tree Design. <https://design.itreetools.org/> (Erişim tarihi: 21 Mayıs 2024).
- i-Tree, (2024) d. Tools for Assessing Individual Trees, i-Tree Eco. <https://www.itreetools.org/tools/i-tree-eco> (Erişim tarihi: 21 Mayıs 2024).
- i-Tree, (2024) e. Tree Canopy Assessment Tools, i-Tree Landscape. <https://landscape.itreetools.org/> (Erişim tarihi: 21 Mayıs 2024).
- i-Tree, (2024) f. Tree Canopy Assessment Tools, i-Tree Canopy. <https://canopy.itreetools.org/> (Erişim tarihi: 21 Mayıs 2024).
- i-Tree, (2024) g. Tree Planting Tools, i-Tree Planting. <https://planting.itreetools.org/> (Erişim tarihi: 21 Mayıs 2024).
- i-Tree, (2024) h. Tree Planting Tools, i-Tree Species. <https://species.itreetools.org/> (Erişim tarihi: 21 Mayıs 2024).
- Janhäll, S. (2015). Review on urban vegetation and particle air pollution – Deposition and dispersion. *Atmospheric Environment*, 105,130-137. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.01.052>
- Kumar, P., Druckman, A., Gallagher, J., Gatersleben, B., Allison, S., Eisenman, T. S., Hoang, U., Hama, S., Tiwari, A., Sharma, A., Abhijith, K. V., Adlakha, D., McNabola, A., Astell-Burt, T., Feng, X., Skeldon, A. C., Lusignan, S., Morawska, L. (2019). The nexus between air pollution, green infrastructure and human health. *Environment International*, 133(A),105181. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105181>
- Liang, J., Crowter, T. W., Piscard, N., Wiser, S.K., Zhou, M., Alberti, G.,Reich, P.B. (2016). Positive biodiversity-productivity relationship predominant in global forests. *Science*, 354(6309). [10.1126/science.aaf8957](https://doi.org/10.1126/science.aaf8957)
- Liu, X., Troglisch, S., He, J. S.,Ma, K. (2018). Tree species richness increases ecosystem carbon storage in subtropical forests. *Proceedings of the Royal Society B*, 285(1885),20181240. [10.1098/rspb.2018.1240](https://doi.org/10.1098/rspb.2018.1240)
- Livesley, S.J., McPherson, E. G., Calfapietra, C. (2016). The urban forest and ecosystem services: impacts on urban water, heat, and pollution cycles at the tree, street, and city scale. *J. Environ Qual*, 45 (1) :119-124.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Opportunities and Challenges for Business and Industry*. World Resources Institute, Washington, DC.
- Moffat, A.J. (2016). Communicating the benefits of urban trees: A critical review. *Arboricultural Journal*, 38 (2), 1-19. [10.1080/03071375.2016.1163111](https://doi.org/10.1080/03071375.2016.1163111)

- Nemitz, E., Vieno, M., Carnell, E., Fitch, A., Steadman, C., Cryle, P., Holland, M., Morton, R. D., Hall, J., Mills, G., Hayes, F., Dickie, I., Carruthers, D., Fowler, D., Reis, S., Jones L., (2020). Potential and limitation of air pollution mitigation by vegetation and uncertainties of deposition-based evaluations. *Philosophical Transactions A*, 378(2183),20190320.
<http://doi.org/10.1098/rsta.2019.0320>
- Nowak, D. J., Hirabayashi, S., Bodine, A., Greenfield, E. (2014). Tree and forest effects on air quality and human health in the United States. *Environmental Pollution*. 193:119-129.
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.05.028>
- Nowak, D. J. (2020). Taking Stock: The First Step to Creating Healthier Cities with Trees. *A Biophilic Cities Journal*, 22-27.
- Nowak, D. J. (2021). Understanding i-Tree: 2021 summary of programs and methods. General Technical Report NRS-200-2021. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station.
<https://doi.org/10.2737/NRS-GTR-200-2021>
- Nyelele, C., Kroll, C. N., Nowak, D.J. (2019). Present and future ecosystem services of trees in the Bronx, NY Urban. *Urban Green.*, 42 :10-20. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.04.018>
- Nyelele, C. ve Kroll, C.N. (2021). A multi-objective decision support framework to prioritize tree planting locations in urban areas. *Landscape and Urban Planning*, 214: 104172. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2021.104172>
- Nyelele, C., Kroll C. N., Nowak, D.J. (2022). A comparison of tree planting prioritization frameworks: i-Tree Landscape versus spatial decision support tool. *Urban Forestry & Urban Greening*, 7: 127703. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127703>.
- O'Brien, L., De Vreese, R., Kernm, M., Sievänen, T., Stojanova, B., Atmiş, E. (2017). Cultural ecosystem benefits of urban and peri-urban green infrastructure across different European countries. *Urban Forestry & Urban Greening*, 24: 236-248.
<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.03.002>
- Ortaçşme, V. Altunbey Zeğerek, P. (2022). iklim adaptasyonunun anahtarı olarak yeşil altyapı: kentsel doğa ve iklim değişikliği. *Peyzaj*, 4(2): 123-132.
<https://doi.org/10.53784/peyzaj.1220747>
- Raum, S., Hand, K.L., Hall, C., Edwards, D.M., O'Brien, L., Doick, K.J. (2019). Achieving impact from ecosystem assessment and valuation of urban greenspace: The case of i-Tree Eco in Great Britain. *Landscape and Urban Planning*, 190:103590.
Doi:<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.103590>
- Salmond, J. A., Tadaki, M., Vardoulakis, S., Arbuthnott, K., Coutts, A., Demuzere, M., Dirks, K. N., Heaviside, C., Lim, S., Macintyre, H., McInnes, R. N., Wheeler B. W. (2016). Health and climate related ecosystem services provided by street trees in the urban environment *Environ. Health*, 15(S1). [10.1186/s12940-016-0103-6](https://doi.org/10.1186/s12940-016-0103-6)
- Schulze, E.D. (2000). "Carbon And Nitrogen Cycle In Forest Ecosystems" In *Carbon And Nitrogen Cycling in European Forest Ecosystems*. Springer Science & Business Media, Berlin.
- Tiwari, A., Kumar, P., Baldauf, R., Zhang, K.M., Pila, F., Di Sabatino, S., Brattich, E., Pulvirenti, B., (2019). Considerations for evaluating green infrastructure impacts in microscale and macroscale air pollution dispersion models. *Science of The Total Environment*. 672: 410-426. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.350>
- Traverso, V. (2020). The best trees to reduce air pollution. BBC, <https://www.bbc.com/future/article/20200504-which-trees-reduce-air-pollution-best>. (Erişim tarihi: 31 Mayıs 2024)
- Tuğluer, M. (2019). Bazı Kent Ağaçlarının Biyokütle ve Karbon Depolama Miktarını Belirlenmesi. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Tuğluer, M. ve Gül, A. (2018). Kent ağaçlarının çevresel etkileri ve değerinin belirlenmesinde UFORE modelinin kullanımı ve Isparta örneğinde irdelenmesi. *Türkiye Ormanlık Dergisi*, 19(3): 293-307. <https://doi.org/10.18182/tjf.341054>

- Tuğluer M, ve Çakır M. (2019). UFORE Modeli'nin Kent Ekosistemine Hizmet Eden Bileşenlerinin İrdelenmesi. Mimarlık Bilimleri ve Uygulamalar Dergisi, 4(2),193-200. <https://doi.org/10.30785/mbud.586754>
- Tülek, B. ve Ersoy Mirici, M. (2019). Kentsel sitelerde yeşil altyapı ve ekosistem hizmetleri. PEYZAJ, 1(2), 1-11.
- UNICEF, (2023). How many people are in the world?. <https://data.unicef.org/how-many/how-many-people-are-in-the-world/> (Erişim tarihi: 20 Mayıs 2024)
- USDA Forest Service (2006). i-Tree. <https://www.fs.usda.gov/research/products/dataandtools/tools/i-tree> (Erişim tarihi: 19 Mayıs 2024)
- USDA Forest Service, (2021) a. Conversion Factors for Leaf Area to Biomass. https://www.fs.usda.gov/nrs/pubs/gtr/gtr-nrs200-2021_appendixes/gtr_nrs200-2021_appendix4.pdf (Erişim tarihi: 1 Haziran 2024)
- USDA Forest Service, (2021) b. Conversion Factors for Shrub Volume to Biomass. https://www.fs.usda.gov/nrs/pubs/gtr/gtr-nrs200-2021_appendixes/gtr_nrs200-2021_appendix5.pdf (Erişim tarihi: 1 Haziran 2024)
- Üstündağ, Ç., Karataş, Ş. İ., Parıldar, N. N., Artar, M. (2023). Kentsel ısı adalarının azaltılmasında yeşilaltyapı sistemlerinin önemi. Peyzaj, 5(2), 124-134. <https://doi.org/10.53784/peyzaj.1406139>
- Veerkamp C.J., Schipper, A. M., Hedlund, K., Lazarova, T., Nordin, A., Hanson, H. I. (2021). A review of studies assessing ecosystem services provided by urban green and blue infrastructure. Ecosystem Services 52,1011367. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2021.101367>
- Venter, Z. S., Hassani, A., Stange, E., Schneider, P., Castell, N. (2024). Reassessing the role of urban green space in air pollution control. Earth, Atmospheric, and Planetary Sciences, 121 (6) e2306200121. <https://doi.org/10.1073/pnas.2306200121>
- Vos, P. E. J., Maiheu, B., Vankerkom, J., Janssen, S. (2013). Improving local air quality in cities: To tree or not to tree?. Environmental Pollution, 183:113-122. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2012.10.021>
- World Bank (2023). Urban Development, Washington DC. <https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/overview#:~:text=Today%2C%20some%2056%25%20of%20the,people%20will%20live%20in%20cities.> (Erişim tarihi: 20 Mayıs 2024)
- Wu, J., Wang, Y., Qiu, S., Peng, J. (2019). Using the modified i-Tree Ecomodel to quantify air pollution removal by urban vegetation. Science of the Total Environment, 688, 673–683. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.437>
- Yüksel, Ü. D., ve Yılmaz, O. (2008). Ankara kentinde kentsel isi adasi etkisinin yaz aylarında uzaktan algilama ve meteorolojik gözlemlere dayali olarak saptanmasi ve değerlendirilmesi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 23(4).

TÜRKİYE'DE KARBON AYAK İZİ KONULU LİSANSÜSTÜ TEZLERİNİN İNCELENMESİ

Elif SANCAKLI¹

¹Düzce Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı, Düzce.

Öz

Günümüz dünyasının en büyük sorunu iklim değişikliğidir ve bu sorunun temel sebebi sera gazlarıdır. Karbon türevi gazlar ise sera gazlarının en önemlisidir. İklim değişikliği sorunun çözümü noktasında karbon salınımının azaltılması en kritik konulardan biridir. Bu bağlamda karbon ayak izinin ortaya konulması oldukça önemlidir ve bu konu birçok araştırmaya konu olmaktadır. Bu çalışmada, Yüksek Öğretim Kurulu (YÖK) Başkanlığı Tez Merkezi veri tabanında yer alan lisansüstü tezler "karbon ayak izi" kelimesi kullanılarak taranmıştır. Bulgular, karbon ayak izi konusunda 2008-2024 yılları arasında 104 tez üretildiğini; bu tezlerden 100 adedinin yüksek lisans tezi olduğunu; tezlerden 51'inin Çevre Mühendisliği Bölümlerinde yapıldığını göstermiştir. Tezlerde özellikle yerleşim, sanayi, ulaşım, kampüs alanı ve atıkların karbon ayak izi hesaplamalarına odaklanılmıştır. Sonuç olarak, Türkiye'de karbon ayak izi konulu lisansüstü tezler, az sayıda bölümde, belirli konular temelinde ve özellikle karbon ayak izi hesaplamalarına odaklı olarak ele alınmaktadır. Bu nedenle farklı bölümlerde, farklı konularda, daha çok sayıda yüksek lisans ve doktora tezine gereksinim bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Karbon ayak izi, küresel ısınma, iklim değişikliği, lisansüstü tezler, YÖK.

REVIEW OF POSTGRADUATE THESES ON CARBON FOOTPRINT IN TURKIYE

Abstract

The biggest problem in today's world is climate change, and the main cause of this problem is greenhouse gases. Carbon-derived gases are the most important greenhouse gases. Reducing carbon emissions is one of the most critical issues in solving the climate change problem. In this context, revealing the carbon footprint is very important and this issue is the subject of many studies. In this study, the graduate theses in the Thesis Database of the Turkish Council of Higher Education (YÖK) were scanned using the word "carbon footprint". Findings show that 104 theses were produced on the subject of carbon footprint between 2008 and 2024; that 100 of them were master's theses; and that 51 of them

were produced in Environmental Engineering Departments. The theses especially focused on carbon footprint calculations of settlement, industry, transportation, campus area and waste. As a result, postgraduate theses on carbon footprint in Türkiye are handled in a few departments, on the basis of specific topics and with a particular focus on carbon footprint calculations. For this reason, there is a need for more master's and doctoral theses in different departments and on different subjects.

Keywords: Carbon footprint, global warming, climate change, graduate theses, YÖK

1. Giriş

Dünya nüfusu, Sanayi Devrimi'nden bu yana hızla artış göstermiş ve bu durum kentleşme oranlarında da ciddi bir artışa yol açmıştır. 18. yüzyılda başlayan Sanayi Devrimi, tarım toplumlarından, sanayi toplumlarına geçişi ve akabinde büyük kentsel merkezlerin oluşumunu hızlandırmıştır (Hobsbawm, 1962). Kentleşme, dünya genelinde kırsal alanlardan kentlere doğru büyük bir nüfus hareketine yol açmıştır. 1950'de dünya nüfusunun %30'u kentlerde yaşarken, 2020'de bu oran %56'ya yükselmiştir (United Nations, 2019). Birleşmiş Milletlere göre, 2050 yılında bu oran %66'ya yükselecektir. 1950'lerde dünya nüfusu yaklaşık 2.5 milyar iken, 2020'de bu sayı 7.8 milyara ulaşmıştır (United Nations, 2019).

Artan nüfusu istihdam etmek yeniden şekillenen dünya ve oluşan yeni düzen ise sera gazı salınımlarının artışına yol açmıştır (McNeill, 2000). Özellikle 19. sanayi çağıyla birlikte gelişen makinalaşma sanayi, tarım, ulaşımaya yön vererek enerji ve yakıt tüketimini artırmıştır. Ayrıca tarım ve kent alanlarına dönüşen doğal alanlar (ormanlar, sulak alanlar, vd.), karbon yutak alanlarının yok olmasına neden olmuştur (Peker ve Aydın, 2019; World Bank, 2020). Böylelikle karbondioksit seviyeleri 1950'lerden itibaren hızla yükselmeye başlamış, 280 ppm'den 350 ppm'in üzerine çıkmıştır. Günümüzde ise bu seviye 400 ppm'i

aşmıştır (Hansen et al., 1981; IPCC, 2013; NOAA, 2020).

Karbon ayak izi kavramı, 1990'ların sonlarından itibaren çevresel farkındalığın artmasıyla birlikte daha yaygın hale gelen bir kavram olarak karbon emisyonunun kurumsal ve bireysel düzeydeki çevresel etkileri ölçmek ve azaltmak için kullanılmıştır. Birimi "kg.CO₂-eşdeğer" veya "ton.CO₂-eşdeğer" olan karbon ayak izi, insan faaliyetlerinin karbondioksit cinsinden ölçülen ve üretilen çevreye verdiği zararın ölçüsüdür. Bu ölçüm, fosil yakıtların yanması, endüstriyel süreçler ve tarımsal faaliyetler gibi çeşitli insan etkinliklerinden kaynaklanan sera gazı emisyonlarını içermektedir (Eggleston ve ark.,2006; EPA, 2021). 2000'li yıllardan itibaren, bu kavram birçok ulusal ve uluslararası kuruluş tarafından kabul görmüş ve çeşitli yöntemlerle tanımlanmıştır. IPCC (2021)'ye göre karbon ayak izi, bir bireyin, bir organizasyonun veya bir etkinliğin atmosfere saldırdığı sera gazlarının (özellikle CO₂) toplam miktarını ifade etmektedir. EPA, karbon ayak izini, "bir bireyin, topluluğun veya kuruluşun, günlük faaliyetleri sonucu atmosfere saldırdığı toplam sera gazı miktarı" olarak tanımlamaktadır (EPA, 2021). Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi (FDA), karbon ayak izini, "gıda üretimi ve ilaç imalatı süreçlerinde salınan sera gazlarının toplamı" olarak tanımlarken (FDA, 2019), Dünya Sağlık Örgütü (WHO) karbon ayak izini, "sağlık sektöründeki

faaliyetlerin, hizmetlerin ve ürünlerin yaşam döngüsü boyunca neden olduğu toplam sera gazı emisyonları" olarak tanımlamaktadır (WHO, 2018). Birleşmiş Milletler (UN) ise karbon ayak izini, "bir kişinin, organizasyonun, etkinliğin veya ürünün yaşam döngüsü boyunca doğrudan veya dolaylı olarak neden olduğu toplam sera gazı emisyonları" olarak tanımlamaktadır (UN, 2020). Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne (UNFCCC) göre, karbon salınımı, "fosil yakıtların yanması, ormansızlaşma ve diğer insan faaliyetleri sonucu atmosfere salınan karbondioksit ve diğer sera gazlarının miktarını" ifade eder (UNFCCC, 2020). EPA (Environmental Protection Agency) (2021)'ya göre karbon salınımı, "insan faaliyetleri sonucu atmosfere salınan karbondioksit ve diğer sera gazlarının miktarı"dır. WHO (Dünya Sağlık Örgütü) ise karbon salınımını, "iklim değişikliğine katkıda bulunan, insan faaliyetleri ve doğal süreçler sonucu atmosfere salınan karbondioksit ve diğer sera gazları" olarak tanımlamaktadır (WHO, 2018). Öte yandan UN (Birleşmiş Milletler) karbon salınımını, "fosil yakıtların yakılması, ormansızlaşma ve endüstriyel süreçler sonucu atmosfere salınan karbondioksit ve diğer sera gazlarının miktarı" olarak tanımlamaktadır (UN, 2020).

Karbon salınımı, 20. yüzyılın ortalarından itibaren küresel ısınma ve iklim değişikliği bağlamında önem kazanmaya başlamıştır. 1970'lerde çevre bilincinin artmasıyla birlikte, karbondioksit salınımının iklim üzerindeki etkileri daha geniş bir kabul görmüştür. Bu dönemden itibaren, çeşitli ulusal ve uluslararası kuruluşlar karbon salınımını tanımlamış ve yönetim stratejileri geliştirmiştir.

Günümüzde, çevresel sürdürülebilirlik konularının giderek daha fazla önem kazanması, küresel ısınma ve iklim değişikliğinin bu süreci tehdit etmesi bilim dünyasındaki çalışmalarını da

hızlandırmıştır. Özellikle karbon salınımının ortaya konulması ve azaltılmasına yönelik çalışmalar günümüzde birçok bilim alanının araştırma konusudur. Bu çalışmada, Türkiye'deki lisansüstü çalışmalarda karbon ayak izi konusunun ele alınması incelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada Yüksek Öğretim Kurulu Başkanlığı (YÖK) Tez Merkezi'ne ilişkin veri tabanı ana materyal olarak değerlendirilmiştir.

Çalışmada veri tabanı arama alanları (tez adı, dizin, özet, tümü) temelinde, "karbon ayak izi" ve "karbon ayakizi" (yazım hatası ile veri tabanına kaydedilmiş) anahtar kelimeleri ile taranmıştır. Tarama sonucunda ortaya konulan tezler, tezin üretildiği bölümler, tezin uzmanlık düzeyi, tezin odaklandığı konular, karbon ayak izi hesaplamasına yönelik tezler ve göstergeler temelinde sistemli bir şekilde incelenmiş ve mevcut durum ortaya konulmuştur.

3. Bulgular

"Karbon ayak izi" anahtar kelimesi ilgili veri tabanında tarandığında 2008-2024 yılları arasında doktora, yüksek lisans, tıpta uzmanlık tezleri üretildiği görülmüştür. Bu tezler incelendiğinde, "tez adı" alanında ulaşılan tezlerin doğrudan karbon ayak izi ile ilgili araştırmalar olduğu görülmüştür. Bu kapsamda 3 doktora tezi, 93 yüksek lisans tezi, 1 tıpta uzmanlık tezi bulunmaktadır (Çizelge 1).

Karbon ayak iziyle ilgili 97 çalışma incelendiğinde, çalışmaların 22 farklı bilim alanında üretildiği görülmüştür. Bu konuda özellikle çevre mühendisliği bölümü araştırma yapmaktadır (Çizelge 2).

Çizelge 1. YK Tez Merkezi "Karbon ayak izi" kelimesinin tarama sonucu

Aranacak alan	Yıllar	Doktora	Yüksek Lisans	Tıpta uzmanlık	Toplam
Tez adı	2008-2024	3	93	1	97
Dizin	2020-2024	1	26	0	27
zet	2008-2024	23	182	0	205
Tümü	2008-2024	35	302	0	337

Çizelge 2. Tez adında "karbon ayak izi" ifadesi olan tezler

Bölümler	Adet
Çevre Mühendisliği	50
Makine Mühendisliği	6
Ekonomi	5
İnŖaat Mühendisliği	4
Jeodezi ve Fotogrametri	3
İŖletme	3
Enerji Sistemleri Mühendisliği	3
Endüstri ve Endüstri Mühendisliği	3
Ŗehircilik ve Bölge Planlama	2
Ziraat Mühendisliği	2
Mimarlık	2
Meteoroloji Mühendisliği	2
Eğitim ve ğretim	2
iktisat	2
Peyzaj Mimarlığı	1
Petrol ve Doğal Gaz Mühendisliği	1
Orman Mühendisliği	1
Kimya Mühendisliği	1
Gıda Mühendisliği	1
Biyoteknoloji	1
Beslenme ve Diyetetik	1
Tıp	1
Toplam	94

"Karbon ayakizi" anahtar kelimesi, veri tabanında tarandığında 2016-2024 yılları arasında doktora ve yüksek lisans tezleri üretildiği grlmŖtr. Bu tezler incelendiğinde, "tez adı" alanında ulaŖılan tezlerin doğrudan karbon ayak izi ile ilgili olduğu grlmŖtr. Bu kapsamda 7 yüksek lisans tezi bulunmaktadır (Çizelge 3).

Tezler incelendiğinde, 4 farklı alanda karbon ayak izi kavramının araŖtırıldıđı grlmŖtr. Bu konuda özellikle ziraat mühendisliği bölümü araŖtırma yapmaktadır (Çizelge 4).

Çizelge 3. YÖK Tez Merkezi "Karbon ayakizi" kelimesinin tarama sonucu

Aranacak alan	Yıllar	Doktora	Yüksek Lisans	Tıpta uzmanlık	Toplam
Tez adı	2016-2024	0	7	0	7
Dizin	-	0	0	0	0
Özet	2013-2024	1	25	0	26
Tümü	2013-2024	1	33	0	34

Çizelge 4. Tez adında "karbon ayakizi" ifadesi olan tezler

Bölümler	Adet
Ziraat Mühendisliği	4
Endüstri ve Endüstri Mühendisliği	1
Makine Mühendisliği	1
Çevre Mühendisliği	1
Toplam	7

"Karbon ayak izi" ve "karbon ayakizi" kelimeleri tümü arama alanında incelendiğinde toplamda 104 tez bulunduğu görülmüştür. Bu tezler incelendiğinde; yerleşim, ulaşım, tarım, sanayi, turizm, atık, inşaat sektörü, enerji sektörü, bankacılık, ekonomi-kalkınma, beslenme, balıkçılık, eğitim, yaşam tarzı ve dijitalleşme konularında üretildiği görülmüştür. Çalışmalar özellikle, yerleşim (22), sanayi (22), ulaşım (16) ve atık (10) konularında üretilmiştir (Çizelge 5)

Çizelge 5. Tezlerin üretildiği konular

Konular	Adet	Kaynak
Yerleşim	22	Atabey, 2013; Turanlı, 2015; Özçelik, 2017; Yüksel, 2017; Perdeli 2018; Altınöz 2019; Cevizci, 2019; Üreden 2019; Akduğan, 2022; Carfi, 2022; Karakaya, 2022; Karakoç, 2022; Yakut, 2022; Aydın 2023; Çerçi, 2023; Gürsoy, 2023; Hünerli, 2023; Kök,2023; Sıleybi, 2023; Buz, 2024; Çağan 2024; Özcan 2024
Sanayi	23	Özlem, 2013; Sreng, 2016; Genç,2017; Mutlu, 2018; Doğan, 2019; Şahin 2019; Balta, 2020; Dindar, 2021; Saban, 2022; Uzgur, 2022; Yaşar, 2022; Akpınar, 2023; Coşgun 2023; Ediz, 2023; Işık, 2023; Öksüm, 2023; Vayış, 2023; Yardımcı Doğan, 2023; Yeşilyurt 2023; Aşır 2024; Avcı, 2024; Kendir Duman, 2024; İslam 2024
Ulaşım	16	Demir, 2008; Elbasan, 2015; Pehlivan 2016; Bıyık, 2018; Türkay, 2018; Altınöz, 2019; Özcan, 2019; Çelik 2020; Özkaynak, 2020; Farzambehboudi, 2021; Ekinci, 2022; Kılıç, 2022; Aksoy 2023; Aydın 2023; Bozkurterdem, 2023; Yabaneri, 2024
Atık	10	Toröz, 2015; Calbay, 2018; Demirbaş, 2018; Güller, 2018; Okan 2019; Yılmaz, 2019; Ateş, 2021; Karakaş, 2021; Kepenek, 2023; Eken 2024
Tarım	7	Ahmet, 2019; Elitaş 2020; Ertürk, 2021; Aydın, 2022; Taş, 2022; Özcan 2023; Pan, 2023
Turizm	2	Sunturlu, 2017; Yavuz, 2020
İnşaat	1	Ahmetoğlu, 2019
Enerji	7	Shaikh, 2017; Demirci, 2018; Ayan, 2019; Şeneren 2022; Erfidan 2023; Sever, 2023; Tosun 2023
Bankacılık	2	Aksu 2023; Alkan 2023
Ekonomi, Kalkınma	4	Tatlıbadem, 2020; Gider 2023; Ünalı 2023; Kuşcu, 2024

Beslenme	2	Ural 2023; Ceylan, 2024
Balıkçılık	1	Usta 2024
Eğitim	3	Ertekin, 2012; Kurt, 2020; Uludağ, 2022
Yaşam tarzı	1	Sarıtürk, 2015
Dijitalleşme	3	Akyol, 2022; Tan, 2023; Yalçın 2023

104 tez incelendiğinde, 2008-2024 yılları arasında üretilen 79 tezde farklı konulara göre karbon ayak izi hesaplaması yapıldığı görülmüştür. Karbon ayak izi hesaplanırken, konuya göre göstergeler kullanılmıştır. Bu göstergeler; sabit yanma (doğalgaz, taş kömürü, linyit), mobil yanma (dizel, benzin, LPG, LTO, jet yakıtı), elektrik tüketimi, su tüketimi, atıklar (evsel, zehirli, atık su, vb.), arıtma, buhar, buzdolabı-klima-iklimlendirme kullanımı, yangın söndürme cihazı kullanımı, yemek tüketimi, enterik fermentasyon, yıkama, ham madde, tarım ürünü, zirai girdi (ilaçlama, gübreleme, vb.), tarımsal mekanizasyon, demografik yapı (yaş, cinsiyet, nüfus), FeCl₃ tüketimi, NaClO tüketimi, FPCM (Yağ ve süt düzeltilmiş süt), Bu göstergelerden elektrik doğal gaz, mazot, benzin ve su tüketimi ve atıklar hemen hemen tüm karbon ayak izi hesaplamalarında kullanılmıştır. Bu nedenle temel gösterge olarak kabul edilebilir. Ayrıca karbon ayak izi hesaplamalarının yapıldığı 9 tezde; geri dönüşüm temelli uygulamalar, orman, yeşil alan ve/veya ağaç varlığı, güneş enerjisi kullanımı, karbon azaltıcı olarak hesaplamaya dahil edilmiştir.

4. Sonuç ve Öneriler

YÖK Tez veri tabanının karbon ayak izi kelimesi ile incelenmesi sonucunda, lisansüstü çalışmalarda, konunun 2008 gibi oldukça yakın tarihten beri incelendiği ve bu konuda yapılan tezlerin oldukça az (104 adet) olduğu görülmüştür. Özellikle bu konuda doktora düzeyinde çalışma yetersizdir (3 adet). Karbon ayak izi yaşamın birçok yönünü etkileyen bir konu iken, tez çalışmalarında özellikle Çevre Mühendisliği Bölümü konuyu araştırmaktadır. Diğer alanların ise karbon ayak izi konusunda çalışmaları

oldukça kısıtlıdır. Tezler incelendiğinde özellikle yerleşim alanları, sanayi, ulaşım, atık konularında yoğunlaşmıştır. Oysaki karbon ayak izi çok farklı etkilere sahiptir, bu nedenle çok farklı alanlarda araştırılmaktadır. Tezler özellikle karbon ayak izinin hesaplanması konusuna odaklanmıştır (79 tez).

Bu çalışma kapsamındaki sonuçlar göstermektedir ki Türkiye'de lisansüstü tezlerde karbon ayak izi, farklı bilim alanları tarafından, farklı konular temelinde daha fazla tez kapsamında araştırılmalıdır. Özellikle bu konuda doktora düzeyinde çalışmalar da yapılmalıdır. Karbon ayak izi hesaplaması dışında çalışmalarda yaygınlaştırılmalıdır. Böylelikle Türkiye örneğinde, bilim dünyasına daha çok veri girişi sağlanabilir. Ayrıca küresel ısınma ve iklim değişikliği konularında Türkiye'deki karar vericilere pratik ve çözüm sunan veriler oluşturulabilir.

Kaynaklar

Ahmet, B. (2019). Bursa Bölgesinde Faaliyet Gösteren Bazı Hayvancılık İşletmelerinin Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi.

Ahmetoğlu, S. (2019). İnşaat Sektöründe Karbon Ayak İzi ve Örnek Hesaplamalar. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.

Akdoğan, Ö. (2022). Öğrenci Yurtlarında Karbon Ayak İzinin Sürdürülebilirlik Ekseninde Hesaplanması: Trakya'da Bir Öğrenci Yurdu Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi.

Akpınar, Ö. (2023). Otomotiv Endüstrisi İçin Karbon Ayak İzi Hesaplamaları, Değerlendirilmesi Ve Azaltım Yöntemlerinin Araştırılması. Yüksek Lisans, Çukurova Üniversitesi.

Aksoy, S. (2023). Aksaray İlinde Karayolu Kaynaklı Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi.

Aksu, İ. (2023). Bankacılık Sektöründe Karbon Ayak İzi Uygulamaları Ve Tureff – Turseff Projesi Sonuçları. Yüksek Lisans Tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi.

Akyol, M. (2022). Karbon Ayak İzinin Zaman Serisi Veri Madenciliği Yöntemleri İle Tahmini: Türkiye Örneği. Yüksek Lisans Tezi, İskenderun Teknik Üniversitesi.

Alkan, G. (2023). Blok Zincir Teknolojisinin Uluslararası Ticaret Bağlamında Çevresel Etkileri; Bitcoin Ve Karbon Ayak İzi İlişkisinin Bayesyen Yöntem İle Belirlenmesi. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi.

Altınöz, E. (2019). Karayollarında Üstyapı Tipinin Karbon Ayak İzi Etkisinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi.

Altınöz, M. (2019). Binaların Çevresel Etkilerinin Enerji Verimliliği ve Karbon Ayak İzi Açısından İncelenmesi: Kırklareli Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi.

Aşır, B. (2024). Karbon Ayak İzinin Hesaplaması: Alüminyum Firması Örneği. Yüksek Lisans, Bursa Teknik Üniversitesi.

Atabey, T. (2013). Karbon Ayak İzinin Hesaplanması: Diyarbakır Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi.

Ateş, F. (2021). Bingöl Atıksu Arıtma Tesisi Karbon Ayak İzinin CCALC2 ve Gps-X Yöntemine Göre Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi.

Avcı, B. (2024). Alüminyum Geri Dönüşüm Sektöründe Karbon Ayak İzi Hesaplamaları ve Azaltım Önerileri. Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi.

Ayan, N. (2019). Muğla İlinde Yakıt Tüketimine Bağlı Karbon Ayakizi Değişimi. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi.

Aydın, H. (2023). Yozgat ilinde araçlardan kaynaklı karbon ayak izinin yakıt tüketimleri ile ilişkili hesaplanması. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi.

Aydın, Ö. (2022). Isparta İli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Karbon Ayakizinin Belirlenmesi.

Yüksek Lisans Tezi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi.

Aydın, Ü. (2023). Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Karbon Ayak İzi Envanterinin Hesaplanması. Yüksek Lisans Tezi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi.

Balta, M. 2020. Endüstri Kaynaklı Karbon Ayak İzi Azaltımı Ve Enerji Verimliliği. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi.

Bıyık Y. (2018). Isparta İlinde Karayolu Kaynaklı Karbon Ayak İzinin Hesaplanması. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi.

Bozkurterdem, M. (2023). Toplu Taşıma Kaynaklı Karbon Ayak İzi Değişiminin İncelenmesi: Ankara Kenti M.I.A (Merkezi İş Alanı)/İç Kordon Hattı. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi.

Buz, A. (2024). Bir Kamu Binasının Mevcut Klima ve Güç Tedarik Sistemlerinin Toplam Karbon Ayakizinin İncelenmesi ve Ekserji Tabanlı Optimum Bir Sistem Önerisi ile Mukayesesi. Yüksek Lisans Tezi, Ostim Teknik Üniversitesi.

Calbay, E. (2018). Evaluation of Dewatered and Partially Dried Sewage Sludge Combustion Based on Energy Balance and Carbon Footprint. Master's thesis, Middle East Technical University.

Carfi, S. (2022). Kamu Binalarının Karbon Ayak İzi Miktarındaki Rolü. Yüksek Lisans Tezi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi.

Cevizci, F. (2019). Bir Yeşil Alan Modeli Olarak Zemin altı Otoparkların Karbon Ayak İzini Düşürücü Etkisi ile Kent Sürdürülebilirliğine Katkısı. Yüksek Lisans tezi, Bahçeşehir Üniversitesi.

Ceylan, Z. Ş. (2024). Akdeniz Diyeti, Vegan Diyet Ve Türkiye Beslenme Rehberi Önerileri İle Oluşturulan Diyetle Karbon Ayak İzi, Su Ayak İzi Ve Protein Kalitesinin Hesaplanarak Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi.

Çelik, H. A. (2020). Konya İlinde Ulaşım Kaynaklı Karbon Ayak İzi Ve Çevresel Fayda Maliyet Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Konya Teknik Üniversitesi.

Coşgun, G. (2023). Tekstil Sektöründe Karbon Ayak İzi Hesaplaması ve Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi.

Çağan, M. (2024). Çevresel Sürdürülebilirliğe Yönelik Karbon Ayak İzinin Konumsal Analizi: Mersin

Üniversitesi Çiftlikköy Kampüsü. Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi.

Çerçi, M. (2021). IPCC TIER 1 ve DEFRA Metodları İle Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi: Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Örneği. Yüksek Lisans Öğrencisi, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi.

Demir, E. (2008). Vehicle and Trip Characteristics and Their Contributions to Carbon Footprint in Tyne and Wear Region. Master's thesis, University of Newcastle upon Tyne .

Demirbaş, F. (2018). Geri Kazanım Tesisinde Karbon Ayak İzinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi.

Demirci, E. (2018). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Konutlarda Karbon Ayak İzinin Azaltılmasındaki Rolü. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi.

Dindar, G. (2021). Otomotiv Yan Sanayinde Karbon Ayak İzinin Hesaplanması - Bursa İli Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi.

Doğan, N. A. 2019. Kumaş Boyama, İplik Boyama, Baskı Ve Konfeksiyon Faaliyetlerinin Karbon Ayak İzi Hesabı.Yüksek Lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi.

Ediz, S. B. (2023). Otomotiv Yan Sanayisinde Parça Üretim Faaliyetlerinden Kaynaklanan Karbon Emisyonları, Karbon Ayak İzi Hesaplamaları ve Enerji Verimliliği Uygulama Önerileri. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi.

Eggleston, S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., & Tanabe, K. (2006). IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. Intergovernmental Panel on Climate Change, Hayama, Japan.

Eken, M. H. (2024). Giresun Atıksu Arıtma Tesisinin İnşaat Aşamasındaki Karbon Ayak İzinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi.

Ekinci, F. (2022). Bursa İli Karayolundan Kaynaklanan Karbon Ayak İzi Miktarının Belirlenmesi ve Alınabilecek Önlemlerin Ortaya Konulması. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi.

Elbasan, S. (2015). Karbon Ayak İzini Dikkate Alan Eşzamanlı Topla-Dağıt Araç Rotalama.Yüksek Lisans, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi.

Elitaş, H. 2020. Carbon Footprint and Ecological Evaluations in Different Crop Plants of Fertilizer

Applications. Yüksek Lisans Tezi, Yeditepe University.

EPA 2021. United States Environmental Protection Agency. Greenhouse Gas Emissions. Erişim tarihi: 9 Haziran 2024, Retrieved from <https://www.epa.gov/ghgemissions>

Erfidan, G. (2023). Yenilenebilir Enerji Ve Uluslararası Ticaretin Çevresel Etkilerinin Karbon Ayak İzi Üzerinden Değerlendirilmesi: Seçilmiş Orta Doğu Ve Kuzey Afrika Ülkeleri Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi.

Ertekin, P. (2012). Sürdürülebilir Kaynak Kullanımına Yönelik Çevre Eğitimi Uygulamalarının İlköğretim Öğrencilerinin Karbon Ayak İzi Konusunda Bilinçlenmeleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi.

Ertürk, N. (2021). Organik, Biyodinamik ve Konvansiyonel Sultani Çekirdeksiz Üzüm (Vitis vinifera L.) Üretiminde Karbon Ayakizinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi.

Farzambehboudi, Y. (2021). Evaluating The Impact Of Carbon Footprint In Electric Rail Transit System - By Potential Recuperative Regenerative Braking Energy. Yüksek Lisans Tezi, Istanbul Technical University.

FDA 2019. Sustainable Manufacturing. Erişim tarihi: 9 Haziran 2024, Retrieved from <https://www.fda.gov>

Genç, M. (2017). Şarap İşletmelerinde Karbon Envanteri ve Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi Ve Kıyaslanması. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi.

Gider, A (2023). Karbon Ayak İzi Ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Bandırma İlçesi Üzerine Mekânsal Ekonometrik Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi.

Güller, A. (2018). Muğla Evsel Atıksu Arıtma Tesisi Karbon Ayak İzinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi.

Gürsoy, F. B. (2023). Erciyes Üniversitesi Kampüsünde Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi.

Hansen, J., Johnson, D., Lacis, A., Lebedeff, S., Lee, P., Rind, D., & Russell, G. (1981). Climate impact of increasing atmospheric carbon dioxide. Science, 213(4511), 957-966.

Hobsbawm, E. J. (1962). The age of revolution: Europe 1789-1848. Weidenfeld & Nicolson.

Hünerli, E. (2023). Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi'nin Karbon Ayak İzinin IPCC Tier 1 Yaklaşımı ve Defra Yöntemiyle Hesabı. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi.

IPCC, 2013. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.

Islam, M (2024). Bir Tekstil Sektörü İçin Karbon Ayak İzi. Yüksek Lisans, Çukurova Üniversitesi.

Işık, S. (2023). Tekstil Sektöründe Karbon Ayak İzi Hesaplanması. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi.

Karakaş, A. (2021). İklim Değişikliğinde Atıksu Arıtma Tesislerinin Etkisi: İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisinde Karbon Ayak İzi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi.

Karakaya, H. (2022). Mersin Üniversitesi Çiftlikköy Kampüsü Kurumsal Karbon Ayak İzi Hesaplaması ve Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi.

Karakoç, A. (2022). Yerel Yönetimler İçin Karbon Ayak İzinin Hesaplanması; Kahramankazan Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi.

Kendir Duman H. (2024). Makine Yedek Parça İmalatı Yapan Bir Tesisin Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi Ve Azaltımının Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans tezi, Giresun Üniversitesi.

Kepenek, H. (2023). Hayvansal Atıkların Enerji Amaçlı Kontrolünün Karbon Ayak İzine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi.

Kılıç, T. (2023). Çevre Muhasebesi Kapsamında Karbon Ayak İzi Ölçümü: İzmir İli Otobüs Taşımacılığında Karbon Salınımının Hesaplanması. Yüksek Lisans Tezi, İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi.

Kök, N. (2023). Arazi Toplulaştırma Projelerinin Karbon Ayak İzine Etkisi Konya Altınekin örneği. Yüksek Lisans Tezi, Konya Teknik Üniversitesi.

Kurt, P. (2020). Ortaokul 7. Ve 8. Sınıf Düzeyinde Ekolojik Ayak İzi Ve Karbon Ayak İzi Konularına İlişkin Durum Tespiti: Bayramiç İlçesi Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi.

Kuşcu, E.. (2024). Who Leads The Way? Buyer vs. Supplier Initiatives in Supply Chain Carbon Footprint

Reduction. Master's thesis, Middle East Technical University.

McNeill, J. R. (2000). Something new under the sun: An environmental history of the twentieth-century world. W. W. Norton & Company.

Mutlu, V. (2018). Kauçuk Endüstrisinde Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi.

NOAA. (2020). Trends in Atmospheric Carbon Dioxide. National Oceanic and Atmospheric Administration. Erişim tarihi: 9 Haziran 2024, Retrieved from

<https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>

Okan, B. (2019). Comparison of Energy Consumption and Carbon Footprint of Wastewater Treatment Systems Through Modeling. Master's thesis, Middle East Technical University.

Öksüm, S. N. (2023). Tekstil Endüstrilerinde Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi

Özcan, B. C. (2024). Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi kampüsünün karbon ayak izinin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi.

Özcan, E. (2023). Süt Sığırcılığında İrk ve Verim Seviyesinin Karbon Ayakizi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans tezi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi .

Özcan, T. (2019). Asfalt Plent Tesisinde Karbon Ayak İzinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi.

Özçelik, G. (2018). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Kampüsü'nün Enerji Ve Karbon Ayak İzi Açısından Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi.

Özkaynak, A. (2020). Ev-İş Yolculuklarına Bağlı Karbon Ayak İzinin Lojit Model İle İncelenmesi: İstanbul İçin Bir Değerlendirme Çalışması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.

Özlem, B. (2013). Seçilen Bir Kağıt Fabrikasında Karbon Ayak İzi Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.

Pan, E. L. (2023). Buğday, Ayçiçeği ve Üzüm Üretiminde Mekanizasyon Düzeyinin Belirlenmesi, Enerji Girdi Çıktı ve Karbon Ayakizi Analizleri: Tekirdağ İli Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi.

Pehlivan, Y. (2016). Liman İşletmelerinde Atık yönetimi ve Karbon Ayak İzinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi.

Peker, E., & Aydın, C. İ. (2019). Değişen iklimde kentler: yerel yönetimler için azaltım ve uyum politikaları.

Perdeli, C. (2018). Developing A Gis-Based Carbon Footprint Accounting Methodology for Residential Buildings: The Case Study of Nilufer District In Bursa. Master's thesis, Middle East Technical University.

Saban, S. (2022). Atık Kâğıt Geri Dönüşüm Tesisi Karbon Ayak İzinin Değerlendirmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi.

Sarıtürk B.,(2015). Türkiye'deki Geomatik Mühendisleri Arasında Yaşam Standartları Ve Karbon Ayak İzi Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.

Sever, Y. (2023). Seçilmiş Yükselen Piyasa Ekonomilerinde Enerji Tüketimi İle Karbon Ayak İzi İlişkisinin Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi.

Shaikh M. A. (2017). Water And Carbon Footprints Of Turkish Energy Development Plans Until 2030. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Şehir Üniversitesi.

Sıleybi, L. (2023). Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsü Karbon Ayak İzinin Hesaplanması. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi.

Sreng, R. (2016). Otomotiv Endüstrisinde Karbon Ayakizi. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi.

Sunturlu, Ö. (2017). Turizm Sektöründe Faaliyet Gösteren Teknelerin Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi: Fethiye Örneği. Yüksek Lisans tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi.

Şahin, M. T. (2019). Karbon Ayak İzi Uygulamaları: Çimento Fabrikası Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Gebze Teknik Üniversitesi.

Şeneren, M. (2022). Kentlerde Isınma Kaynaklı Karbon Ayak İzi Azaltımında Termik Santrallerin Atık Isısının Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi.

Tan, B. (2023). Dijital Karbon Ayak İzinin Azaltılması Ve Sağlıklı Yaşam İçin Bir Uygulama Tasarımı Önerisi. Yüksek Lisans Tezi, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi.

Taş, B. (2022). Türkiye'de Yetiştirilen Bazı Tarla Bitkileri Ürünlerinin Karbon Ayak İzi Değerlerinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi.

Tatlıbadem, A. İ. (2020). Sürdürülebilir Kalkınma Ve Karbon Ayak İzi İlişkisi: G-8 Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi.

Toröz, A.S. (2015). Gemi Kaynaklı Atıkları Alan Bir Atık Kabul Tesisinde Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.

Tosun, G. (2023). Enerji Tüketiminin Karbon Ayak İzindeki Yeri: Giresun Üniversitesi Örnek Çalışması. Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi.

Turanlı, A. M. (2015). Estimation of carbon footprint: A case study for Middle East Technical University. Master's thesis, Middle East Technical University.

Türkay, M. (2018). Karayolu Ulaşımından Kaynaklanan Sera Gazı Emisyonunun (Karbon Ayak İzinin) Hesaplanması: Eskişehir İli Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi.

Uludağ, P.R. (2022). Lise öğrencilerinin karbon ayak izinin hesaplanması ve lise bazında kurumsal karbon ayak izinin tespiti.Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi.

United Nation 2019. World Population Prospects 2019: Highlights. United Nations Department of Economic and Social Affairs Population Division.

United Nation 2020. Sustainable Development Goals. United Nations. Erişim tarihi: 9 Haziran 2024, Retrieved from <https://www.un.org/sustainabledevelopment>

UNFCCC 2020. Get The Latest Climate Change News. Erişim tarihi: 9 Haziran 2024, Retrieved from <https://unfccc.int>

Ural, E. (2023). Geleneksel Elazığ Mutfağı Yemeklerinin Besin Değerlerinin İncelenmesi Ve Karbon Ayak İzinin Tespit Edilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi.

Usta, M. (2024). Karbon Ayak İzinin Hesaplanması Ve Raporlanması: Türk Somonu Yetiştiriciliği Yapan Bir Üretim İşletmesi Üzerine Araştırma. Doktora Tezi, Avrasya Üniversitesi.

Uzgun, N. (2022). Bağlantı elemanı kaplama işlemindeki hidrojen gevrekliği ve karbon ayak izi araştırması. Yüksek Lisans, Manisa Celal Bayar Üniversitesi.

Ünalı, G. (2023). Yeşil Pazarlamada Karbon Ayak İzi Kavramının Değerlendirilmesi : Çorum İli'nin Dünya Üzerindeki Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi Üzerine Bir Alan Araştırması. Yüksek Lisans Tezi, Hitit Üniversitesi.

Üreden, A. (2019). Sürdürülebilir Yaşam İçin Karbon Ayak İzi: (Çankırı Karatekin Üniversitesi Örneği). Yüksek Lisans Tezi, Çankırı Karatekin Üniversitesi.

Vayıç, B. (2023). Sürdürülebilirlik Yaklaşımı Çerçevesinde Kot Yıkama Tesisinin Kurumsal Karbon Ayak İzinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi.

World Bank 2020. Sustainable Urbanization. Erişim tarihi: 09.06.2024, <https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/brief/sustainable-urbanization>

WHO 2018. Climate Change and Health. Erişim tarihi: 9 Haziran 2024, Retrieved from WHO.

Yabaneri, Y. (2024). Asfalt Kaplamaların Karbon Ayak İzi Tespiti. Yüksek Lisans Tezi, Uşak Üniversitesi.

Yalçın, M. (2023). Dijitalleşme Ve Hibrit Çalışmanın Karbon Ayak İzi Etkisine Yönelik Bir Model Önerisi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.

Yakut, S. E. (2022). Ankara, İstanbul ve İzmir İllerine Ait Karbon Ayak İzi Hesaplaması ve Monte Carlo Simülasyonu ile Belirsizlik Analizi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.

Yardımcı Doğan, S. (2023). Bir Gül Yağı Üretim Tesisinde Karbon Ayak İzi Değerlendirmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi.

Yaşar, S. (2022). Endüstriyel Karbon Ayak İzinin Hesaplanması Çimento Sanayi Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi.

Yavuz, A.B. (2021). Turizmde Karbon Ayak İzi: Beş Yıldızlı Otel Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi.

Yeşilyurt, M. (2023). Hazır Beton Santralinde Karbon Ayak İzinin Değerlendirmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi.

Yılmaz, 2019. Elektronik Atık Geri Dönüşüm Tesisinde Yaşam Döngüsü Yönetimi: Karbon Ayak İzinin Hesaplaması. Yüksek Lisans Tezi.

Yüksel, Ş. B. (2017). Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Çalışanlarının Karbon ayak izi Saptanması. Yüksek Lisans tezi, Ankara Üniversitesi.

DÜNYA MİRASI KÜLTÜREL PEYZAJLARINDA "PERS BAHÇELERİ VE BAGH E FİN"

Parisa DANESHMAND¹ Meryem ATİK²

^{1,2} Akdeniz Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Antalya, Türkiye

Öz

Kültür tarihinde önemli mekanlardan biri olan bahçeler insanın doğayı yorumladığı özgün kompozisyonları içinde buluşturur. Bahçeler sebze, meyve, çiçek veya ağaç yetiştirilen yer olmanın ötesinde, ait olduğu dönemin ve toplumun geleneklerinin birer yansımasıdır. Bu noktada Pers Bahçeleri dünya peyzaj sanatına Chahar-bagh dörtlü bahçe stilini kazandırmıştır. Bu çalışmada UNESCO Dünya Mirası Kültürel Peyzajları arasında yer alan ve Pers Bahçe Sanatının en güzel örneklerinden birini temsil eden İran'ın Kaşhan kentinde yer alan Fin Bahçesi incelenmiş; bahçe duvarlar, çevre, su kullanımı, su sistemi ve su yapıları, bitkiler, gölgelik alanlar ve tasarımı yaklaşımı başlıkları altında analiz edilmiştir. Sonuçları itibarıyla çalışmanın Fin örneğinde Pers bahçelerine mimari ve peyzaj mimarlığı açısından ortak bir bakış açısı getirmesi beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Pers Bahçeleri, Chahar-bagh, Fin Bahçesi, UNESCO Dünya Mirası Kültürel Peyzajları

PERSIAN GARDENS AND BAGH E FİN" IN THE WORLD HERITAGE CULTURAL LANDSCAPES

Abstract

Gardens, one of the important places in cultural history, bring together original compositions in which people interpret nature. They are more than just places where vegetables, fruits, flowers or trees are grown, they are reflections of the traditions of the period and society to which they belong. At this point, Persian Gardens introduced the Chahar-bagh, Four-garden, style to world landscape art. In this study, the Fin Garden in Kashan City of Iran, which is among the UNESCO World Heritage Cultural Landscapes and represents one of the most beautiful examples of Persian Garden Art, was analyzed under the headings of garden walls, environment, water use, water system and water structures, plants, shaded areas and design approach. It is expected that the study will bring a common perspective to Persian gardens in terms of architecture and landscape architecture in the Fin Garden example.

Keywords: Persian Gardens, Chahar-bagh, Fin Garden, UNESCO World Heritage Cultural Landscape

*Sorumlu Yazar Corresponding Author | Parisa DANESHMAND, Akdeniz Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Antalya, E-mail: 202251061502@ogr.akdeniz.edu.tr; ORCID¹ : 0009-0000-2201-3118 meryematik@akdeniz.edu.tr ORCID² :0000-0003-2105-9231

Geliş Received 22.06.2024 | Kabul Accepted 26.06.2024 | Basım Published 30.06.2024

ISSN 2687-2358 | DERLEME/ (Review) DOI: 10.53784/peyzaj.1503499

1. Giriş

Peyzaj sözcüğü, Fransızca *paissage* kelimesi ile manzara anlamına gelirken, aynı zamanda "belli sınırlar içinde bulunan bir alanı belirten bahçe" olarak da kullanılmıştır (Nurlu & Erdem, 1994). Bahçe sözcüğü ise, Farsça olan "bağ" kelimesinin "-çe" eki ile birleşerek ortaya çıkmıştır. Fars dilinde -çe eki küçültme eki olarak kullanılıken, Türkçe diline girdiğinde bu sözcük Fars dilindeki "bağ" sözcüğü ile eş anlam kazanmıştır. Genel olarak; belli bir görsel niteliğe sahip, otsu ve odunsu süs bitkilerin bulunduğu, meyve, sebze ve şifalı bitki türlerinin yetiştirildiği; bunun yanı sıra doğanın güzelliği, yeşil dokusu ile insanın şekillendirdiği toprak parçası olarak da tanımlanmaktadır (Khabbazi & Erdoğan, 2012).

Bahçe çoğu zaman sebze, meyve, çiçek veya ağaç yetiştirilen yer (TDK, 2005) olmanın çok ötesinde ait olduğu dönemin ve toplumun geleneklerinin birer yansımasıdır. Gıda ihtiyacı olan ürünlerinin üretilmesi kadar, bahçede kullanılan peyzaj ve süs bitkileri, su kullanımı, sınır ve gölge elemanları bahçenin mekânsal karakterini temsil ederken; bahçe kültürüne dair unsurların farklı kompozisyonlarını da içinde buluştururlar.

Toosi ve Emamifar, (2011)'e göre insanın şekil verdiği her olgu bir anlam ve kültürel kimlik üretebilir. Bahçe ise insan yapımı bir olgu olmakla birlikte onu ihtiyaçlarına göre şekillendirmiştir. Bahçe bir tablo, doğal ve somut bir olgu olarak hayal edilebilir. Dolayısıyla bahçenin de sanatsal bir yapısı olduğunu kabul edip bu açıdan bir göstergeler sistemi olarak öngörmek mümkündür. Bahçe sanatının başlangıcı, insanların yerleşik hayata geçmeleri ve ekonomik faaliyetleri için toprak

üzerine, bir yaşama ortamı olarak düzenleme ihtiyacı duymaları ile başlamıştır (Akdoğan, 1974).

İlkçağ uygarlıklarının bitkilendirme çalışmalarının yanı sıra, su kemerlerini inşa edilmeleriyle bahçelerin suyla buluşması sağlanmıştır. Suyun kemerlerle bahçelere taşınması özellikle Yunan ve Roma bahçelerini üzerinde etkili olmuş; suyun sanatsal yapılarla buluşturulduğu anıtsal çeşmeler nympheumlar başta olmak üzere zengin yapılarla Roma'da görkemli bahçeler kurulmuştur. Ortaçağda ise yüksek duvarlarla sınırlandırılmış ve temel gıda yanında tıbbi aromatik bitkilerin ağırlıkta olduğu *hortus conclusus* kapalı bahçeler bitki parterleri üzerinde oluşturulmuştur. İtalya'da farklı yüksekliğe sahip topografya üzerinde kurulan bahçelerin, Fransa'da düz sade alanlara dönüştüğü görülmektedir.

Avrupa'da simetrik bir biçimde ortaya çıkan bahçe örneklerinin yanında, Uzakdoğu'yu temsil eden Çin ve Japon bahçeleri doğal yapıları ile öne çıkan ve insan duygularının özgürlüğünü ifade eder biçimdedir (Nurlu & Erdem, 1994).

İslam bahçe anlayışı, altından ırmaklar akan bahçeler ile Kuran-ı Kerim'deki cennet tasvirine dayanmaktadır. Ayetlerdeki 'akar sular, çiçek açmış ağaçlar, her türlü meyve' ağaçları vurgusu, mutluluk mekanı bahçe düşüncesini biçimlendirmiştir. İspanya, İran ve Hindistan'daki İslam bahçeleri tasarım yaklaşımı ve dinsel açıdan ortak özellikler göstermesine rağmen, kökleri farklı kültürlerle, iklim ve toprak yapısına dayanmaktadır. İran bahçeleri ise sıcak ve kurak bölgelerde, "cahr-ı bağ" adı ile anılan, birbirini dik kesen dört su kanalı ile oluşan havuzlar ve çiçek tarhları ile formal bir düzen içerisinde tasarlanmışlardır (Khabbazi & Erdoğan, 2012).

İran'da bahçe sanatının izleri çok eski devirlere kadar gitmektedir. Yüksek İnan platosunun vadilerinde, M.Ö. 4000 yıllarında bazı tarım faaliyetlerinin izlerine rastlanmaktadır. Bu tarım yerleşimlerinden sonra, bahçe sanatına ait eserler ve izler de ortaya çıkmıştır. Bu dönemlere ait buluntuların büyük kısmını teşkil eden toprak vazoların üzerinde, kainatı dörde bölen bir plan anlayışı ne çıkmaktadır. Bu Şekilde birbirinden farklı uzunluktaki iki aksın keşişmesi ile meydana gelen bahçe planları, sonraki dönemlerde İnan bahçelerinin standart planlarını oluşturmuş ve "ahar bağ" adı verilmiştir (Akdoğan, 1974).

Araştırmacılar arasında "ahar bağ" kelimesinin anlamı tartışma konusu olmuştur. Fars dilinde "ahar" dört, "bağ" ise bahçe anlamına gelmektedir. Bazı bilim insanları, chahar-bagh kavramının, su akışı yoluyla dört parçaya bölünmüş bir bahçeyi ifade ettiğini kabul ederken, birçok araştırmacı İnan kültüründe arbağ'ın kozmosun bir metaforu olduğunu iddia etmektedirler (Farahani vd., 2016).

İnan bahçelerinin felsefi tasarım konseptinin köklerinin su, rüzgar, ateş ve topraktan oluşan dört kutsal unsura dayandığına inanılmaktadır (Farahani vd., 2016). İslam mitolojisine göre de Chahar Bagh, dört nehrin suladığı *Cennet Bahçesi* anlamına gelmektedir (UNESCO, 2011).

Bakmak, korumak, üretmek anlamlarıyla kullanılan kültürün oluşumunda ve bir sonraki nesillere iletmede kullanılan araçlardan biri de bahçe kültürü ve peyzaj sanatıdır. Kültürel peyzaj ise insanlar tarafından bilinçli olarak oluşturulmuş ve/veya doğal peyzajın farklı amaçlarla değiştirilmesi sonucu ortaya çıkan alanlar ile geçmişten günümüze miras değerleri taşırlar. UNESCO (Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Kurumu) dünya mirası niteliği taşıyan alanları ve yapıları 1972'den beri koruma altına almaktadır.

Bugün geldiğimiz noktada, dünya mirası niteliğinde çok sayıda Pers (İnan) Bahçesi özelliklerini taşıyan bahçeler bulunmaktadır. Günümüzdeki İnan sınırlar içerisinde 9 tarihi bahçe, dünya miras listesinde yer almaktadırlar. Bu alışmada, Pers Bahçe sanatının en güzel örneklerinden biri olan Fin Bahçesi incelenmiştir. Fin Bahçesi hem mimari ögeleri hem de peyzaj tasarımı özellikleri açısından ele alınmıştır. Pers Bahçelerinin, peyzaj mimarlığı ve peyzaj sanatı tarihine farklı bir bakış getirdiği dşnlmekte olup, bu yönüyle alışma Fin Bahçesi rneğinde mimarlık ve peyzaj mimarlığı mesleki bakış açısı kazandıracak olmasıyla özgün değerleri taşımaktadır.

2. Materyal ve Yöntem

İnan Platosu'nun orta kesiminde, çöl çevresinde, Tahran Őehrinin 220 km, Kum Őehrinin ise 86 km güneyinde yer alan Kaşan Şehri İnan'ın tarihi Őehirlerinden biri olup (Şekil 1), deniz seviyesinden yksekliti 940 ile 1130 m arasında değişmektedir (Abizadeh & Babazadeh Oskuei, 2013).

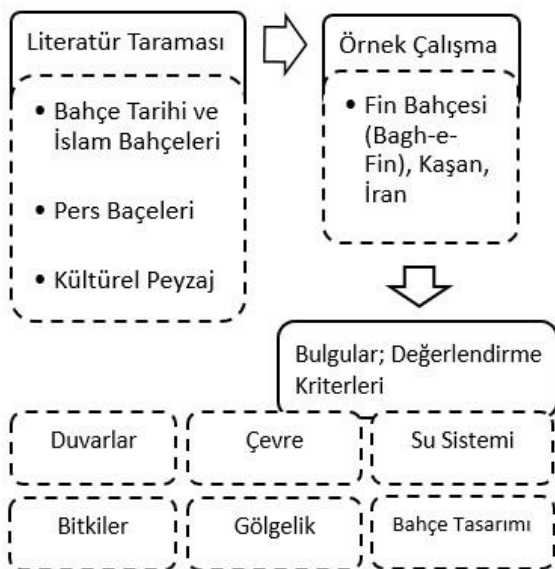
Fin, ılıman havası ve yeşil doğası ile su kaynakları açısından Kaşan İlinin en tercih edilen tatil bölgelerinden biridir ve su bölgeye en yakın noktadaki nl Soleymanieh kaynağından sağlamaktadır

İslam ncesi bir bahçe olan Bagh-e Fin, Bveyhi kralları tarafından inşa edilmiş ve daha sonra İlanlılar tarafından genişletilmiştir. Ancak mevcut haliyle bahçe Safevilerin eseri olduğu kabul edilmektedir. Kerim Han Zend döneminde eski statüsüne kavuşmuş, ancak Kaçar Sultanı Feteli Şah'ın ölümünden sonra bahçe kendi haline terk edilmiştir (UNESCO, 2011).



Şekil 1. Fin Bahçesi, İran (UNESCO, 2011'den)

Çalışmada, peyzaj ve bahçe sanatı tarihi, Pers ve İslam Bahçelerinin tarihi ve Kültürel Peyzaj konusunda literatür taraması yapılmış, literatür taraması sonucunda UNESCO (2024) tarafından tanımlanan Dünya Mirası Kültürel Peyzajlarından biri olan ve Pers Bahçe Sanatının en güzel örneklerini temsil eden Fin Bahçesi çalışma materyali olarak seçilmiş; bahçe duvarlar, çevre, su kullanımı, su sistemi ve su yapıları, bitkiler, gölgelik ve bahçe tasarımı başlıkları altında incelenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Çalışma yöntemi akışı.

3. Bulgular

3.1 Dünya mirası kültürel peyzajları ve bahçeler

İnsanoğlunun var olma çabası peyzajın kültürel bir ürüne dönüşüm sürecinde önemli bir rol oynamıştır. Kültür tarihinin üretim ve tarımla başladığı dikkate alındığında, bahçe mekanı belki de peyzajdaki kültürel dönüşümün en temel örneği olduğu bir gerçektir. Bu bağlamda insanın içinde yaşarken şekillendirdiği ve en güzel anlamların ve zenginliğin ifadesi yaptığı bahçeler dünyanın en önemli kültürel miras alanlarından biri olmuşlardır.

Kültürel peyzajlar 1900'lerde akademik çevrelerde özellikle de Coğrafya alanında çalışılmaya başlanmış; 1992'de de IUCN tarafından uluslararası bir kimlik kazanmıştır. Uluslararası Doğa Koruma Birliği (IUCN, 1992)'ne göre kültürel peyzaj "Kültürel ve doğal kaynakları ve bu bağlamda yaban hayatı ve evcil hayvanları içeren, tarihi bir olay ve bir etkinlikle birlikte olan ya da çeşitli kültürel ve estetik değerler sergileyen coğrafi alanlar" dır.

Dünya mirası kültürel peyzajları arasında kentsel, kırsal, tarımsal, endüstriyel çok farklı karakterlerde alanlar olmakla birlikte tarihi bahçeler ve parklar peyzaj tasarımının özgün örneklerini yansıtmaları dolayısıyla ayrı bir yere sahiptir.

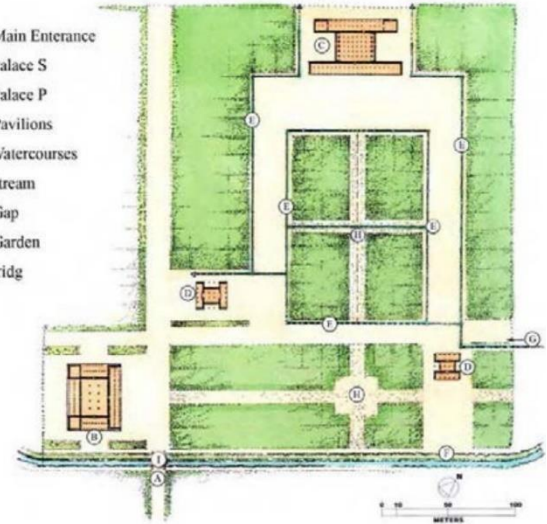
Fowler (2003), WHC (2003; 2012) ve Taylor, (2009)'e göre insan tarafından bilinçli olarak tasarlanan ve yaratılan peyzaj alanları olarak kolay tanımlanabilen peyzaj grubuna giren bahçeler dini veya anıtsal yapılarla ilgili olarak, estetik kaygılarla inşa edilmiş bahçe ve park peyzajlarını temsil etmektedir. UNESCO Kültürel Miras Kriterleri açısından (v) insanlık tarihinde önemli bir aşamayı veya aşamaları gösteren bir yapı biçiminin veya mimari bileşim veya peyzajın olağanüstü örneği olan çok sayıda bahçe örneği dünya mirası kültürel

peyzajları arasında UNESCO (2024) tarafından tanımlanmış Ancient garden of Pasargadae, Bagh-e Eram, Bagh-e Chehel Sotun, Bagh-e Fin, Bagh-e Abas Abad, Bagh-e Shahzadeh, Bagh-e Dolat, Bagh-e Pahlavanpur, Bagh-e Akbariyeh olmak üzere İran'dan çok sayıda Pers Bahçeleri yer almaktadır (UNESCO, 2024).

3.2. Pers kültürü ve bahçe sanatı

UNESCO (2024) dünya mirası listesine giren Pers Bahçeleri, kökleri MÖ 6. yüzyıldaki Büyük Cyrus zamanına dayanan ilkeleri korurken, gelişen ve farklı iklim koşullarına uyum sağlayan tasarımların çeşitliliğini yansıtmaktadır. Suyun hem sulama hem de süslemede önemli bir rol oynadığı ve her zaman dört bölüme ayrılmış olan Pers Bahçesi, Cennet Bahçesi'ni ve dört Zerdüşt unsurunu simgeleyecek şekilde tasarlanmıştır. M.Ö. 6. yüzyıldan itibaren farklı dönemlere tarihlenen bu bahçelerde binalar, köşkler ve duvarların yanı sıra gelişmiş sulama sistemleri de bulunmaktadır. Chahar-bagh bahçe tasarımı Hindistan ve İspanya'ya kadar çok geniş bir coğrafyada etkili olmuştur.

Antik Pers uygarlığından günümüze ulaşan Pers Bahçe sanatının bahçe sanatının önemli bir örneği olan Pasargad'da yer almaktadır ve İran Bahçesini tüm özellikleriyle ve ana mimari özellikleriyle temsil etmektedir (Şekil 3). Bahçeyi İran peyzaj tasarımı için olağanüstü bir model haline getiren özellikler arasında, Chahar Bagh'ın ilk örneklerini sunarak Mezopotamya gibi diğer ulusların Bahçe-Şehir planlamasına ilişkin ilerici bir tasarım yaklaşımından ve sanatından yararlanmış olması yer almaktadır.



Şekil 3. Pasargad Bahçesi (UNESCO, 2011'den)

Bahçeler suya olan bağımlılıkları nedeniyle normal binalara göre çok daha hassastır ve yıllar süren ihmal ve özellikle su yokluğu ve/veya eksikliği sonucunda çok güzel bir bahçenin kurak bir araziye dönüşmesi mümkündür. Bu nedenle Pers bahçelerinden geriye kalan örneklerin korunması oldukça önemlidir (Navai & Haji Ghasemi, 2011).

İslam bahçelerinin ayırt edici özelliklerinin başında sembolik yorum, bazen bir mistisizme doğru giden derin dinsellik, şairane atmosfer ve her türlü "asıl" amaçtan uzak, manevi bir huşu, sessizlik gelmektedir. Fakat buna rağmen biçimlendirilişi bakımından birbirinden ayrılan belirgin özellikleri de vardır: Biçim olarak "Cennet örneği"ni esas alan bir tasarım yaklaşımı sergilemektedir. Bu sayede İslam Bahçesi, kendi içinde barındırdığı güçlü bir sembolizmi de yansıtmaktadır (Sarkowicz, 2003). Bu bahçelerin en önemli örneklerinden, Shiraz, İsfahan, Mazandaran, Yazd, ve Khorasan'da yer almak üzere Bagh-e Eram, Bagh-e Chehel Sotun, Bagh-e Fin, Bagh-e Abas Abad, Bagh-e Shahzadeh, Bagh-e Dolat Abad, Bagh-e Pahlavanpur, ve Bagh-e Akbariyeh öne çıkmaktadır.

Pers bahçe sanatının bileşenleri:

Duvarlar: Pers Bahçesi'nin ıslanmışında kolayca şekillenebilen bir toprak malzeme olan kil kullanılarak inşa edilen duvarları; kurak iklimdeki bir açık alan ile iç mekan arasındaki mülk sınırlarının işaretçisi olarak bahçeyi ve yapıyı çevrelerken, gölgeli ve serinletici bileşenleriyle cenneti tanımını yansıtmaktadır.

Çevre: İran Bahçesi, çevresinden farklı, yokluktan yaratılmış, insan yapımı ekolojik bir ortamdır. Kuru çöl ikliminde bahçeler, sınırlı su kaynakları ve duvarlar ile çevrelenmiş ve tanımlı bitki düzenlemelerini de içeren özgün bir mekanlardır. Bahçe oluşturmanın ve verimli toprak hazırlamanın zorluğu, batı bahçelerinden farklı olarak insan yapımı ekolojik ortamlar haline getirmektedir.

Su: İran'ın en eski Pers Bahçesi örneği olan Pasargad, inşasında ve tasarımında suyun önemi çok etkili bir kanıtları ile günümüze kadar ulaşmıştır. Sulamada kullanılan su, tanklar ve geometrik şekilli su kanalları aracılığıyla bitkilere ulaştırılmıştır. Suyun devamlı akışı ile, buharlaşmadan önce tüm alanı sulamak için yeterli suyun mevcut olmasını sağlayan başka bir sulama yöntemi olmuştur. Pasargad'da ayrıca iki farklı su şebekesi ile su süsleme ve mekan estetiği amacıyla kullanılmıştır. Bu dekoratif kullanım, İran bahçelerindeki havuzlarda, çeşmelerde ve su kanallarında açıkça görülmektedir. Bu bağlamda çeşmeler, havuzlar ve su kanalları Pers Bahçesi'nin en önemli su yapıları olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bitkiler: Heravi'nin İrşâd-oz Zirâat'ı, İran Bahçesi'nin ağaçlar, çiçekler ve bitkiler de dahil olmak üzere bitki örtüsünün ayrıntılı bir açıklamasını sağlamıştır. Bitki örtüsü, bahçenin konumuna bağlı olarak çeşitlilik gösteren, yaprak dökmeyen ve yaprak dökken ağaçları içermektedir. Persepolis karakterleri yaprak dökmeyen ağaçları sonsuz yaşamın sembolü olarak tasvir ederken; yaprak dökken ağaçlar yaşamdan sonraki diğer dünyayı

temsil etmektedir. Diğer çiçekli, yapraklı süs bitkisi türleri de mitolojik kavramları anlatmakta ve aynı zamanda bahçe mekanını karakterlerini oluşturmaktadır.

Gölge: İran coğrafyasının sıcak ve kurak iklimi, Pers bahçelerini Hindistan ve Pakistan gibi nemli topraklardan farklı olarak yoğun güneş ışığından korunmak için büyük ölçüde gölgeye bağımlı mekanlar yapmıştır. Su, kökeni itibariyle aşırı sıcaklıkların azaltılmasına ve nemin artırılmasına yardımcı olarak iklimlendirme sağlarken; büyüleyici ve hoş görüntüsü, sesi ve hareketi ile mekanı güzelleştirmektedir.

Tasarımı ve Geometrisi: İran Bahçesi'nin tasarımı, dört parçalı plan ve tüm parçaların simetrisi gibi geometrik unsurlarla karakterize edilmektedir. Ancak asıl odak noktası, pavyonlar veya cephe gibi belirli alanlardan bakan kişinin konumu ve bakış açısına odaklanan görsel simetri olarak öne çıkmaktadır (Kave Boukani, 2015).

3.3. Fin bahçesi

2011 yılında UNESCO dünya mirası kültürel peyzajların biri olan Fin Bahçesi'nin oluşumunun başlangıcı Şah Abas I. dönemine kadar uzanmaktadır. Bahçe kulesi, duvarları ve surların ortasında sınırlı geniş bir alan bahçenin genel çerçevesini oluşturmaktadır. Bu çerçeve, Pers Bahçesi'nin mekansal yapısını takip eden saf, geometrik bir alan sağlamıştır. Bagh-e Fin'in mekansal yapısında çift kesişen eksenlerin genel mekan oluşumunda önemli özellikler olarak kabul edildiği ve Safevi Shotor Galu olarak da bilinen orta köşkün bir nevi saray gibi hizmet verdiği dikkate alındığında, sınırlı alana şekil veren Bagh e Fin yapısının ilk oluşumu sırasında Pers Bahçesi türlerinden bir bahçe-köşk olduğu sonucuna varılmaktadır.

3.3.1. Duvarlar

Bagh-e Fin, geometrik olarak saf bir mekan sunan kuleleri ve surları ile güvenli bir muhafaza sunmaktadır. Bahçenin kuzeybatı tarafında kerpiçten yapılmış bir sur duvarı daha bulunmaktadır. Bahçenin kuzey duvarı tuğladan; güney, batı ve doğu duvarlarında taş temeller, 4-6 metre yüksekliğe kadar kerpiç duvarlar öne çıkmaktadır. Bahçenin yedi kulesi ve güneybatı cephesinden avluya ana girişi bulunmaktadır (UNESCO, 2011).

3.3.2. Çevre

Bagh-e Fin kompleksi yaklaşık 25.000 metrekarelik bir alan üzerinde kurulmuştur. Fin caddesinden bahçeye yaklaşıldığında görülen ilk önemli yapı, bahçenin en kuzey tarafındaki girişinde yer alan, bahçe alanının tümünü ve çevresini iyi gören yüksek girişidir.

Bahçenin doğu tarafında hamamların yanı sıra kubbe çatılı büyük, eski bir oda da kütüphaneye ayrılmıştır. Bagh-e Fin kütüphanesi, 20. yüzyılda Kaşanlı bir grup seçkin kişinin, özellikle merhum Allahyar Salih'in çabalarıyla halkın kullanımına açılmıştır. Kütüphane bahçenin fonksiyonuna ve kullanımına çeşitlilik katarak, halkın bahçeyi daha fazla deneyimlemesine imkan vermiştir.

Kaşan ulusal müze binası ise bahçenin batı cephesindeki Nezaamoldouleh'in özel binasından kalan kalıntılar üzerine inşa edilmiştir. Müze toplam 300 metrekare alana sahip dörtgen bir yapı niteliğindedir (UNESCO, 2011). Bahçenin güney tarafı, bahçede gerekli suyu temin eden kaynağın giriş noktası olarak su tesisatı yapılarının yer aldığı bölgeyi temsil etmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Bagh-e Fin'in havadan fotoğrafı (Google Earth, 2024)

3.3.3. Su sistemi

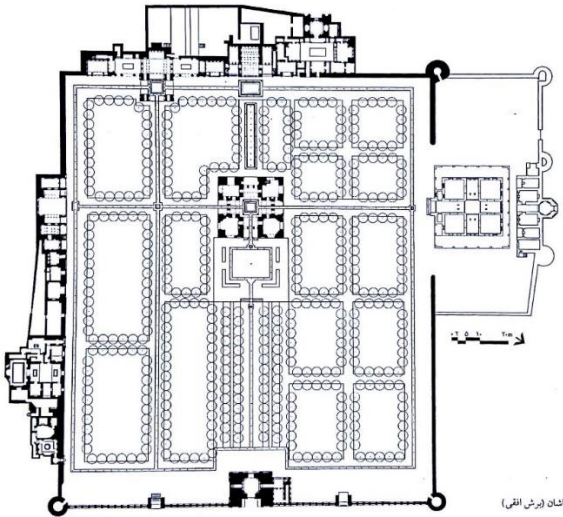
Solymanieh Pınarı olarak da bilinen Fin Pınarı, dünyanın en eski uygarlıklarından biri olan Sialk uygarlığının izlerini taşımasının yanı sıra Baghe Fin ve yeşil Fin köyünün kalıntılarının hemen yanında yer almaktadır.

Su ve sulama sistemi, aynı zamanda bitki yetiştirme ve bitkilendirme sistemi içerisinde öngörülen ve oluşturulan bahçe organizasyonunun önemli bir parçasıdır. Safeviler Shotor Galu'nun girişinden Şah-Neşin (oyuk) yapısına kadar uzanan ana aks, en önemli bahçe aksı ve dolayısıyla su kullanımının en önemli aksıdır. En büyük su hacmi Safevi Shotor Galu'nun her iki yanında olduğu gibi bu eksen üzerinde de akmaktadır. Diğer yandan bu ana eksenin üzerinde, Safevi Shotor Galu'nun yukarıdaki on iki çeşmeli Hovuz, ön havuzu ve aşağıdaki havuz, Bagh-e Fin'in ana yürüyüş yolunda ve orta katında suyun baskın varlığını öne çıkarmakta ve yer yer de suyu yüceltmektedir (UNESCO, 2011).

Bu ana aks üzerindeki havuzlar ve kanallar hariç olmak üzere, bahçenin dört kenarında yer alan, her bir ana aksla kesişen ve aynı zamanda her bir alt aks eksenleri üzerinde de su kanalları bulunmaktadır (Şekil 5).

Tüm bunların yanında, mevcut su yollarına ek olarak, sulama zamanlarında ana kanallara bağlanan ve bahçedeki ağaçların ve diğer bitkilerin ihtiyaç duyduğu suyu sağlayan birçok su kanalı da bulunmaktadır.

Sonunda tüm bu kanalların suları birleşerek bahçenin giriş kapısının karşısından çıkıyor. Kaynak suyu akışı bahçenin dışında yeniden birleşiyor ve sonunda yerel bölünmelerden sonra Fin ve banliyölerindeki diğer bahçeleri ve çiftlikleri suluyor (UNESCO, 2011).



Şekil 5. Pers Bahçeleri Geometrisi, Bagh-e Fin (Navai & Haji Ghasemi, 2011)

3.3.3.1. Çahar Bağ'da su elemanları

Cennetin dört nehrini çağrıştırabilmek için Chahar Bagh'ta birbirini kesen iki aksın olması şart olmadan bu unsurların sembolik kavramlar şeklinde sunulduğu kabul edilebilir. Ancak bu sembolün zaman zaman bu gerçek forma yakın olduğu görülmemektedir. "Heravi", İrşad el-Zirae'deki bir Şahjoi'yi ifade eder. Shahjoi ana nehir anlamına gelir. İki ayrı Shahjoi nehrinden ziyade daha çok tek bir Shahjoi'den bahsedilmektedir. Chahar Bagh'ın iki aksın kesişmesi sonucu olması gerektiği görüşü çok söylenmekle birlikte İrşad el-Zirae, Chahar Bagh

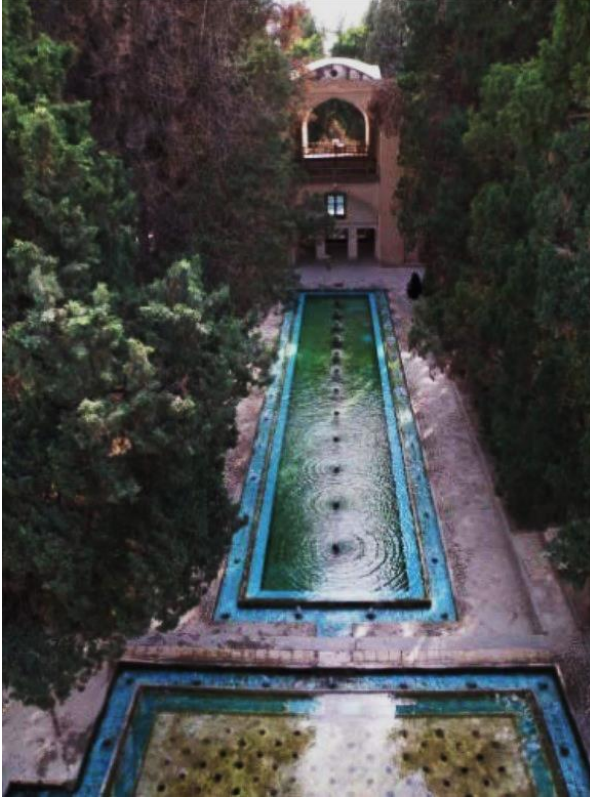
kavramını çok basit bir şekilde açıklamaktadır. Labibzadeh et al., (2012)'e göre Char Bagh büyük bahçe anlamına gelmekte olup, dört sayısının olması şart değildir.

Cennetin yapısında su elementi dört biçimdedir:

1. Bakara: 25, Göksel akışlarda suyun varlığı
2. Bakara: 60, Semavi pınarlarda suyun varlığı
3. Vakaa: 31, Semavi şelalelerinde suyun varlığı
4. Koşar: 21, Semavi havuzlarında suyun varlığı

Bagh-e Fin'de su çağlayan, kaynayan, akan ve küçük göletler halinde mevcuttur (Labibzadeh et al., 2012).

Bahçenin ortasında bir göletin bulunması içe dönüklüğün simgesi olup, bu kullanım suyun görünüşten ziyade iç mekanın önemini vurgulamaktadır. Aslında bu, aynı zamanda gayb alemine yapılan bir vurgu ve ilahi vasıflardan birinin yorumlanmasıdır. Her an çapı artan su halkalarını oluşturan çeşmenin fışkırması ve göğe yükselmesi ile büyüme, küçülme, yok olma yanında genişleme ve daralma döngüsü yeniden yaratılmaktadır (Şekil 5). Göletin merkeze noktası nedeniyle çeşme, tıpkı aynı merkezde ve birbiri ardına gelen dairelerin ışığı gibi, parlaklık ve saflık getiren, köpüren bir kaynağa da benzetilmektedir (Toosi & Emamifar, 2011).



Şekil 5. Howz-e Joosh ve 12 Çeşme Havuzu (UNESCO, 2011'den)

3.3.4. Bitkiler

Bagh-e Fin'in Bahçesinde kullanılan bitkileri öncelikle gölge sağlayan büyü ağaçlar ve meyve veren bitkilerdir olup çiçeklere ve dekoratif bitkilere daha az ağırlık verilmiştir. Bu bitkilerin çoğunluğunu Kashi sedirleri (*Cupressus sempervirens*) ve çınar ağaçları (*Platanus orientalis*) oluştururken, yol kenarlarında akkavak ağaçları dikilmiştir. Bagh-e Fin'de bahçesi çevresinde sedir ağaçları bulunan on yedi büyük yol bulunmaktadır. Bahçede iki simetrik sıra halinde büyük sedir (*Cedrus libani*) ve çınar (*Platanus orientalis*) ağaçlarının yanı sıra müze binasının her iki yanında ve bahçenin Fatali Shahi köşkünün yakınındaki güney batı köşesinde sıralar halinde sedir (*Cedrus libani*) ağaçları bulunmaktadır (Şekil 6).



Şekil 6. Bagh e Fin'in orta aksın içinden güneye açılan ana yol (Orijinal, 2020).

3.3.5. Gölgelekler

Comte de Sercey (1928), Bagh-e Fin'in Bahçesinde yapılan etkinliği ve bahçe elemanları ve yapısı açısından mekanın kalitesini gösteren yazılarında ifade ettiği deneyimini şöyle aktarmaktadır:

"Kasabadan bir buçuk saat kadar yol çıktıktan sonra üzerine villa yapılmış bir tepe gördüm ve oraya gittim. Attan indiğimde yemyeşil çam ve sedir ağaçlarının gölgesinde, yemyeşil bir yürüyüş yoluna sahip bir bahçeye yönlendirildim... (Comte de Sercey, 1928)".

Ana köşke giden tüm patika yolları serin gölgeli ve yeşil yürüyüş yolları koridorları haline getiren iki simetrik sıra büyük ve çok sayıdaki sedir (*Cedrus libani*) ve az sayıda çınar (*Platanus orientalis*)

ağacından oluşmaktadır (Ramyar, 2020). Bu ana yollardan başka Bahçede bulunan patika yollar da etrafındaki ağaçların gölgesinden yararlanmaktadır. Bahçedeki ağaçların gölgesinin yanı sıra binalarda da gölgelik mekanların sağladığı iklim konforundan yararlanacak şekilde tasarlanmıştır (Şekil 7).



Şekil 7. Kerimhani Koşk (Toosi, 2011)

3.3.6. Bahçe Tasarımı

Bagh-e Fin'in tüm alanları, kralın kabul, dinlenme ve ikamet yeri olan bahçenin ana işlevine hizmet edecek şekilde tahsis edilmiştir. Bahçe içindeki ana yürüyüş yolu üzerindeki işlevler aşağıdaki gibidir:

Mekana giriş için özel bir alan olarak tanımlanan kapı, bazı misafirler için aynı zamanda bir karşılama mekanı olarak da hizmet vermektedir. Giriş, konukların oturması ve kabul edilmesi için tören alanı olan Hashti'ye açılmaktadır. Bu amaç için en belirgin alanlardan biri de Karim Khani özel bölümüdür. Bu mekanların ortasında, üstün konumu ve mekansal kalitesi nedeniyle bahçe alanına doğru açılan ve konutlardaki cumba sistemine benzeyen bir girinti gibi hakim olan orta köşk yer almaktadır.

Orta köşkü hemen karşısındaki açık alana bağlayan suyun varlığı, bahçenin kraliyet ailesinin kullanımına uygun bir özellik sergilemektedir. Bu ana işleve yardımcı olacak hamam mekanları ve

diğer yan işlevlerin görülmesi mümkündür. Bagh-e Fin'in bugünkü mevcut işlevi, bahçe-müze işlevine sahip tarihi bir kompleks olarak devam etmektedir.

Bagh-e Fin Bahçesinin Chahar Bagh dörlü bahçe üslubu sadece tasarımın genel düzenlemesinde değil, farklı kısımlarında da dört parçaya bölünmesi görülebilmektedir. Burada hiyerarşik bir şekilde bölme işleminin iç içe dört defaya kadar tekrarlanma örneğini görmek mümkündür (Navai & Haji Ghasemi, 2011).

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada UNESCO dünya mirası kültürel peyzajları listesine giren Bagh-e Fin Bahçesi üzerinden, Pers Bahçelerin mimari ve peyzaj özellikleri incelenmiş, bu bahçenin bir "Çahar Bağ" kavramının örneği olarak kabul edilmesini sağlayan bileşenleri ve karakteri araştırılmıştır. Bahçenin düz geometrisi, birbirini kesen ana eksenleri, dört parçaya bölünmesi geniş ve çeşitli şekillerde su unsurunun bulunması ve bütün bahçede uzatılması vb. özellikleri ortaya çıkmıştır.

Bu tarihi Pers Bahçeler tasarımı ve kullanımları yanında özgün özellikleri ile İran kültürünün izlerini taşımaları dolayısı ile dünya mirası listesine dahil olmuştur. Bu kriterler ve özellikler şunlardır:

1. Chahar Bagh olarak da bilinen İran Bahçesi, tasarımı ve geometrik oranlarıyla tanınan insan yaratıcılığının bir şaheseridir. Pers bahçeleri yenilikçi mühendislik, gelişmiş su yönetim sistemleri ve uygun bitki örtüsü ve konum seçimi ile günümüze kadar ulaşabilmiştir. Bahçe, çöl ortamını yeşil doğası ve etkin su kullanımı ile muhteşem bir mekana dönüştürmesi ile dünyevi cennetle ilişkilendirilmektedir.
2. Pers Bahçesi, Batı Asya'da, Arap ülkelerinde ve Avrupa'da bahçe tasarımının gelişmesinde

temel referans olarak insani değerlerin önemli katkı sağlamıştır. Bu bahçelerdeki tasarımı üzerindeki en etkili özellikleri ise mimarının geometrisi ve simetrisi ile karmaşık su yönetim sistemidir.

3. Chahar Bagh'in etkisinden yola çıkarak Cennet kelimesi Avrupa dillerine, duvarlar arasına alınmış güzel bir bahçenin adı olan Farsça kökenli kelime "Pardis"ten girmiştir.
4. Pers Bahçesi, İran'ın ve Orta Doğu'nun 2 bin yılı aşkın kültürel geleneklerinin eşsiz bir kanıtıdır. Chahar Bagh dörtlü bahçe sistemi özel konutlarda, saraylarda, kamu binalarında, park tasarımları, saray bahçeleri ve meydanlar gibi çok farklı kurumsal ve toplumsal yapıların en önemli bileşeni ve tamamlayıcı unsuru olmuştur.
5. Pers Bahçesi, İran kültürünün tasarım yaklaşımını uyumlu bir fiziksel ve sembolik ifadeyle birleştiren, dünya çapındaki geometrik bahçe düzenleri için bir prototip ve Doğu'daki Çin Bahçesi'ne model alınan benzersiz bir bahçe tasarımı olmuştur.
6. Pers Bahçesi edebi eserleri, şiiri, halı ve tekstil tasarımını, minyatür, müzik ve mimari süslemeleri etkileyen önemli bir kültürel mekandır. Zerdüştlerin eski kutsal kitabı Avesta'da da dört doğal unsurdan biri olarak övülmektedir. Chahar Bagh, eski İran halklarının doğaya ve kozmik düzenlere dair algısını yansıtmaktadır.

Bagh-e Fin için gerekli su Soleymanieh pınarından sağlanmıştır. Kaynağın çıktığı yerde büyük bir havuz ve Merdaaneh Kaynağı olarak bilinen havuz evi bulunmaktadır. Fin su şebekelerinde seramik borular (Farsça'da Tanbusheh) kullanılarak eşit aralıklarla suyu bahçenin her yerinde dikey eksenlerde dağıtan jetler sisteminden oluşmaktadır. Tüm bu kanalların suları birleşerek bahçenin giriş cephesinin karşısından

çıkılmaktadır. Kaynak suyun akışı bahçenin dışında suların yeniden birleşerek, devamında Fin şehri ve banliyölerindeki diğer bahçeleri ve çiftlikleri sulamaktadır.

Pers Bahçe mimarisinin sembolü olan Kushk, doğayla bir arada var olan binalar ve yarı açık mekanlardan oluşmaktadır. Genellikle Kushk'un kenarlarında veranda şeklinde bulunan bu mekanlar, bahçenin doğayla olan yakın bağlantısının bir kanıtıdır. Kushk, belirli bir sıraya yerleştirilmiş çeşitli ağaçlar, çiçekli çalılar ve yerörtücü bitkilerden oluşan bir koleksiyonla çevrilidir. Pers bahçesine selvi gibi yaprak dökmeyen ağaçlar dikilmesi, bahçenin açık kalmasını ve geçmişi korumasını sağlayan temel unsurdur. Bu ağaçların ana yolların kenarına dikilmesi, bahçe içindeki yolların ve ana yolların tanımlanmasını, düzenli ve derinliğe sahip mekanların yaratmasını mümkün kılmaktadır.

Olağanüstü sanatsal ve mimari özelliklerinin yanı sıra Bagh-e Fin, aynı zamanda İran tarihi boyunca önemli sosyal ve politik olaylara da tanık olmuştur. Ayrıca Qanat, su değirmenleri ve bahçe evleri için ihtiyaç duyulan suyun sağlanmasında da önemli bir rol oynamıştır.

Bagh-e Fin, Pers Bahçelerinin zengin karakterleri ile bölgesel kalkınmanın teşvik edici olma rolünün yanı sıra, önemli tasarım ve form öğelerinden, düzenli su şebekelerinden, eski bitki örtüsünden, muhteşem yapısal ve sanatsal unsurlara, özgünlüğe ve bütünlüğe kadar mimarlığı ve peyzaj mimarlığını buluşturmaktadır.

Kaynakça

Abizadeh, E., & Babazadeh Oskuei, S. (2013). Investigating Presence of Water and its Conceptual Manifestation in Architecture of Courtyard of Fin-e-Kashan Garden. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*.

Akdoğan, G. (1974). *Bahçe ve Peyzaj Sanatı Tarihi*. Ankara Üniversitesi Basımevi.

Comte de Sercey (1928). *La Perse en 1839-1840*. Paris.

Farahani, L. M., Motamed, B., & Jamei, E. (2016). Persian Gardens: Meanings, Symbolism, and Design. *Landscape Online*, 46–46. <https://doi.org/10.3097/LO.201646>

Kave Boukani, P. (2015). *Iranian gardening and its architectural elements (Analysis of Fin Kashan Garden)*. 1. <https://www.sid.ir/paper/826458/fa>

Khabbazi, P. a, & Erdoğan, E. (2012). İslam Bahçeleri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(2), Article 2.

Labibzadeh, R., Mahdi, H., & Mohammadali, K. (2012). *Influence of Ideas and Ideals On Persian Garden Structures Case Study: "Pasargad Garden" from Achaemenid Period and "Fin Garden" From Islamic Period*. 8(19), 3–16.

Navai, K., & Haji Ghasemi, K. (2011). *Khesht ve Khiyal: Description of Islamic architecture in Iran*. Soroush (Broadcasting of the Islamic Republic of Iran).

Nurlu, E., & Erdem, Ü. (1994). *Peyzaj Sanatı Tarihi*. Ege Üniversitesi Basımevi.

Ramyar, R. (2020). Learning from tradition: The role of environment perception layers in space making- the case of the Persian Garden. *Journal of Urban Management*.

Resmi Gazete (2003). Avrupa Peyzaj Sözleşmesinin Onaylanmasının Uygun Bulduğuna Dair Kanun. Resmi Gazete 10.06.2003 Tarihli ve 4881 Sayılı Kanun <http://www.basbakanlik.gov.tr>.

Sarkowicz, H. (2003). *Bahçelerin ve Parkların Tarihi* (E. Kayaoğlu, Trans.). Dost Kitabevi Yayınları.

Taylor, K. (2009). Cultural landscapes and Asia: reconciling international and South-east Asian regional values. *Landscape Research* 34 (1): 7–31.

TDK (2005). Türk Dil Kurumu Türkçe Sözlük, Türk Dil Kurumu Akşam Sanat Okulu Matbaası, Ankara, 2243 sayfa.

Toosi, M., & Emamifar, N. (2011). *Semiotics and Symbolic Logic of Iranian Garden Features Using Designed Features in Kahsan Fin Garden*. 6(17), 59–71.

WHC (2003). Cultural Landscapes: the Challenges of Conservation. World Heritage 2002 Shared Legacy, Common Responsibility Associated Workshops 11-22 November, 2002 Ferrara, Italy, Published in 2003 by UNESCO World Heritage Centre. Retrieved Jan. 27, 2018 from <http://whc.unesco.org/venice2002>

WHC (2012). Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention. UNESCO, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation Intergovernmental Committee for the Protection of the World Cultural and Natural Heritage, World Heritage Centre 7, place de Fontenoy Paris.

Görseller: Navai, K., & Haji Ghasemi, K. (2011). *Khesht ve Khiyal: Description of Islamic architecture in Iran*. Soroush (Broadcasting of the Islamic Republic of Iran).

Toosi, M., & Emamifar, N. (2011). *Semiotics and Symbolic Logic of Iranian Garden Features Using Designed Features In Kahsan Fin Garden*. 6(17), 59–71.

UNESCO, WHC-World Heritage Centre, (2017-2018). CULTURAL LANDSCAPES. <https://whc.unesco.org/en/culturallandscape/>

UNESCO (2024). World Heritage Cultural Landscapes – The Persian Garden. UNESCO, United Nations Educational, Scientific and Cultural, Erişim <https://whc.unesco.org/en/list/1372> (14.06.2024)

