ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ ORMAN FAKÜLTESİ DERGİSİ / ARTVIN CORUH UNIVERSITY FACULTY OF FORESTRY JOURNAL 2024 / C:25 S:2

ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ ORMAN FAKÜLTESİ DERGİSİ

ARTVİN ÇORUH UNIVERSITY
JOURNAL OF FORESTRY FACULTY

YIL: 2024 CİLT: 25 SAYI:2 YEAR: 2024 VOL:25 NUMBER:2
ISSN: 2146-1880 e-ISSN:2146-698X

ARTVİN CORUH UNIVERSITY
JOURNAL OF FORESTRY FACULTY
Journal homepage
http://ofd.artvin.edu.tr

ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
ORMAN FAKÜLTESİ DERGİSİ
Dergi ağ sayfası
http://ofd.artvin.edu.tr

PRODUCTION INFORMATION

ÜRÜN BİLGİSİ

Publisher
Artvin Coruh University Faculty of Forestry

Yayıncı
Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi

Owner (on behalf of ACU Faculty of Forestry)
Prof. Dr. Atakan ÖZTÜRK

Sahibi (AÇÜ Orman Fakültesi adına)
Prof. Dr. Atakan ÖZTÜRK

in Charge of Publication Unit
Prof. Dr. Aydın TÜFEKÇİOGLU

Yayın Birimi Sorumlusu
Prof. Dr. Aydın TÜFEKÇİOGLU

Date of Publication
October 2024

Basım Tarihi
Ekim, 2024

Language
Turkish / English

Yayın Dili
Türkçe / İngilizce

Frequency
Published two times a year

Yayım Aralığı
Yılda iki kez yayımlanır

Type of Publication
Widely distributed periodical

Yayın Türü
Yaygın süreli yayını

Indexed in

Tarandığı İndeksler

AÇÜ Orman Fakültesi Dergisi, 08000 Artvin/Türkiye
+90 466 215 10 35
+90 466 215 10 34
editorofd@artvin.edu.tr

Yazışma Adresi/Correspondence Address
Telefon/Telephone
Belgegeçer/Fax
e-mektup/e-mail

ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
ORMAN FAKÜLTESİ DERGİSİ

Dergi ağ sayfası
http://ofd.artvin.edu.tr

ARTVİN CORUH UNIVERSITY
JOURNAL OF FORESTRY FACULTY

Journal homepage
http://ofd.artvin.edu.tr

BAŞ EDİTÖRLER
Editor-in-Chief

Prof Dr. Aydın TÜFEKÇİOGLU

YARDIMCI EDİTÖRLER
Co-Editors

Dr. Öğr. Üyesi İnci Zeynep YILMAZ

Doç. Dr. Derya SARI

Doç. Dr. Davut BAKIR

SORUMLU YAZI İŞLERİ MÜDÜRÜ
Managing Editor

Dr. Öğr. Üyesi İnci Zeynep YILMAZ

KONU EDİTÖRLERİ
Topical Editors

Prof Dr. William CONNER	*Clemson University, ABD*
Prof Dr. Zeki KAYA	*Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Türkiye*
Prof Dr. Taşkın ÖZTAŞ	*Atatürk Üniversitesi, Türkiye*
Prof Dr. Göksel TOZLU	*Atatürk Üniversitesi, Türkiye*
Doç. Dr. Jiří Remeš	*Czech University of LifeSciences, Çek Cumhuriyeti*
Prof Dr. Said LAARIBYA	*Ibn Tofail University, Morocco*
Prof Dr. Sevda KIRBAG	*Fırat Üniversitesi, Türkiye*
Dr. Vladimir JANECEK	*Czech University of Life Sciences, Çek Cumhuriyeti*
Prof Dr. Öner DEMİREL	*Kırıkkale Üniversitesi, Türkiye*
Prof Dr. Dani SARSEKOVA	*S. Seifullin Kazakh Agra Technical University, Kazakistan*

YABANCI DİL EDİTÖRÜ
Foreign Language Editor

Doç. Dr. Mustafa TÜFEKÇİOGLU — *Artvin Çoruh Üniversitesi, Türkiye*

MİZANPAJ
Compositor

Arş. Gör.Dr. Enis KÜÇÜK	*Artvin Çoruh Üniversitesi, Türkiye*
Arş. Gör.Dr.Neslihan ATAR	*Artvin Çoruh Üniversitesi, Türkiye*
Arş. Gör. Burak KILIÇ	*Artvin Çoruh Üniversitesi, Türkiye*

Cilt	25
Sayı	2
Yıl	2024

Volume	25
Number	2
Year	2024

İÇİNDEKİLER/ *TABLE OF CONTENTS* ***Sayfa No***

Araştırma Makalesi/ Research Article

Yağmur sularının sulama sisteminde kullanılması: İstanbul Baltalimanı Polisevi Tesisleri otel binası örneği.....1-12

Using stormwater in irrigation system: The case of İstanbul Baltalimani Police House Facilities hotel building

Meltem GÜNEŞ TİGEN, Tuğçe DİLER

Niğde kenti ve çevresinde peyzaj özelliklerine dayalı hava kalitesi potansiyelinin değerlendirilmesi.....13-26

Assessment of air quality potential based on landscape characteristics in Nigde city and its surroundings

Nuriye Ebru YILDIZ, Hatice ALP, Ahmet Alper TOPALOĞLU

Experimental analysis of water evaporation rates: influence of fan configuration on evaporation efficiency.....27-36

Su buharlaşma oranlarının deneysel analizi: fan konfigürasyonunun buharlaşma miktarına etkisi

Birkut GÜLER

Determination of optical properties of ovangkol (*Guibourtia ehie* (a.chev.) j.léonard) wood treated with oxalic acid and hydrogen peroxide.....37-46

Oksalik asit ve hidrojen peroksit ile işlem görmüş ovangkol (Guibourtia ehie (a.chev.) j.léonard) odununun optik özelliklerinin belirlenmesi

Ümit AYATA, Osman ÇAMLIBEL

Makine öğrenmesi yöntemleri ile hisse senedi fiyat tahmini: kâğıt firması örneği.....47-58

Stock price prediction with machine learning methods: the case of paper company

Selahattin BARDAK, Nadir ERSEN, Kinyas POLAT, Kadri Cemil AKYÜZ

Susam bitkisinin çimlenme ve fide gelişimi üzerine kurşun klorür'ün ($PbCl_2$) etkisi.....59-66

Effect of lead chloride ($PbCl_2$) on germination and seedling development of sesame plant

Osman GEDİK, Fatih KILLI, Nurdan Gül KÖRÜK

Yuvacık Barajı Havzası'nda (Kocaeli, Türkiye) *Schizophyllum commune* Fr. (Agaricales: Schizophyllaceae)'nin çevresel ilişkilerinin analizi.....67-76

Analysis of the environmental relationships of Schizophyllum commune Fr. (Agaricales: Schizophyllaceae) in Yuvacık Dam Watershed (Kocaeli, Türkiye)

Ersel YILMAZ, Sabiha ACER, Muhittin İNAN, Ayhan KARAKAYA

Türkiye'de ormancılık ve orman ürünleri ön lisans programlarında yer alan orman ürünleri ile ilgili derslerin incelenmesi.....77-84

Investigation of forest products-related courses in forestry and forest products programs in Türkiye

Kamile TIRAK HIZAL, Emel ÖZTÜRK

Evaluation of computer aided design (CAD) systems and their usage efficiency in Türkiye furniture industry.....85-97

Türkiye mobilya endüstrisinde bilgisayar destekli tasarım (CAD) sistemleri ve kullanım etkinliğine ilişkin bir değerlendirme

Emine Seda ERDİNLER, Küçük Hüseyin KOÇ

Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ve Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) ağaçlandırma sahalarının büyüme performansı: Isparta Yöresi örneği.....108-113

Growth performance in afforestations of Brutian Pine (Pinus brutia Ten.) and Taurus Cedar (Cedrus libani A. Rich.): a case study from Isparta District

Yunus ESER

Türkiye'de orman yangınlarına müdahale sürecinde yaban hayatına yönelik ilk yardım yönetimi hakkında güncel değerlendirme..... 114-123

Current evaluation on first aid management for wildlife during the response to forest fires in Türkiye

Sefa YALÇIN, Okan ÜRKER

İzmir Bölgesi bazı dış mekân süs bitkisi üretim ve satış fidanlıklarının performanslarına etki eden kriterlerinin analitik ağ süreci yöntemi kullanılarak önceliklerinin belirlenmesi.....124-132

Determination of the priorities of the criteria affecting the performance of some outdoor ornamental plant production and sales nurseries in Izmir Region by using analytical network process method

Necmettin GÜR, Özgür KAHRAMAN, Şeyda GÜR

Cilt	25	Volume	25
Sayı	2	Number	2
Yıl	2024	Year	2024

İÇİNDEKİLER/ *TABLE OF CONTENTS* ***Sayfa No***

Araştırma Makalesi/ Research Article

Potential of Bursa city parks to provide natural food for urban wildlife.....133-143

Bursa kent parklarının kentsel yaban hayatına doğal besin sağlama potansiyeli

Zeynep UĞURLU, Mustafa YILMAZ

İzmir Yalıçapkını (*Halcyon smyrnensis)* iklim değişikliğine direnebilecek mi?.....144-153

Can the White-throated Kingfisher (Halcyon smyrnensis) be able to resist climate change?

Özkan EVCİN

Saz kedisi (*Felis chaus* S.) habitat uygunluk modellemesi ve haritalaması..... 154-166

Jungle cat (Felis chaus S.) habitat suitability modelling and mappin

Ahmet ACARER

Türkiye Periploca (*Periplocoideae*: Apocynaceae) taksonlarının morfolojik ve korolojik özellikleri.....167-177

Morphological and corological features of Periploca (Periplocoideae: Apocynaceae) taxa in Türkiye

Seher GÜVEN, Eyüp SARIKAYA

Orman Fakültesi öğrencilerinin iş sağlığı ve güvenliği konusunda farkındalıklarının analizi (Düzce Üniversitesi).....178-183

Analysis of awareness of occupational health and safety among Forestry Faculty Students (Düzce University)

Muhammet ÇİL, Tarık GEDİK

Küresel iklim değişikliği bağlamında çim alanlarının karbon döngüsüne etkisi: İstanbul ili örneği.....184-195

The effect of grass areas on the carbon cycle in the context of global climate change: the example of Istanbul provinces

İpek Müge ÖZGÜÇ SAKAR, Nilüfer KART AKTAŞ, Beyza Ece EKMEKSİZ

Artvin *Castanea sativa* Miller ormanlarında *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu zararının sınıflandırılması ve etkilerinin değerlendirilmesi.....196-203

Classification of Dryocosmus kuriphilus Yasumatsu damage in Artvin Castanea sativa Miller forests and evaluation of the damage effects

Hazan ALKAN AKINCI, Funda ERŞEN BAK

Türkiye'nin en büyük peyzaj işletmesinde 2015-2023 yılları arasında yaşanan iş kazalarının veri analizi.....204-222

Data analysis of work accidents in Türkiye's largest landscaping company from 2015 to 2023

Muvaffak Osman ENGÜR, Muhittin İNAN

İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü işletmelerinin ekonomik katma değer ve Ramsay verimlilik ölçüleriyle gruplandırılması.....223-237

Clustering of forest enterprises in Istanbul Forest Regional Directorate with economic value added and Ramsay productivity measures

Kenan OK, Güven KAYA, Tuncay PORSUK

Atık kâğıtlardan levha üretim denemeleri.....238-248

Board production experiments from waste paper

Cengiz GÜLER, Büşra ÜÇÜNCÜ

Farklı sıklık ölçütlerinin meşcere hacim tahmini üzerine etkisi.....249-255

The effect of different stand density indexes on stand volume predictions

Ferhat BOLAT

Geleneksel konutlarda dış mekân öğelerinin irdelenmesi: Trabzon Ortahisar ve Pazarkapı Mahalleleri örneğinde.....256-270

Examination of outdoor elements in traditional houses: examples of Trabzon Ortahisar and Pazarkapı Neighbourhoods

Reyhan AKAT, Birgül ÇAKIROĞLU, Evren Osman ÇAKIROĞLU

Tüketicilerin bitkisel ilaç/ürün kullanma ve satın alma davranışları: Artvin ili örneği 271-284

Consumer behaviour with regard to the use and purchase of herbal medicines/products: a case study in Artvin province

Atakan ÖZTÜRK, Mustafa FİLİZ

Cilt	25	Volume	25
Sayı	2	Number	2
Yıl	2024	Year	2024

İÇİNDEKİLER/ *TABLE OF CONTENTS*

Sayfa No

Teknik Not/Technical Note

Determining the health status of natural monument trees using acoustic tomography method.....98-107

Tabiat anıtı ağaçların akustik tomografi yöntemiyle sağlık durumlarının belirlenmesi

Temel GÖKTÜRK, Sedat KARA

Cilt	25	Volume	25
Sayı	2	Number	2
Yıl	2024	Year	2024

Artvin Çoruh Üniversitesi
Orman Fakültesi Dergisi
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Yıl: 2024, Cilt: 25, Sayı:2, Sayfa: 1-12

ofd.artvin.edu.tr

Artvin Coruh University
Journal of Forestry Faculty
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Year: 2024, Vol: 25, Issue:2, Pages: 1-12

Yağmur sularının sulama sisteminde kullanılması: İstanbul Baltalimanı Polisevi Tesisleri otel binası örneği

Using stormwater in irrigation system: The case of İstanbul Baltalimani Police House Facilities hotel building

Meltem GÜNEŞ TİGEN[1*], Tuğçe DİLER[1]

[1]Namık Kemal Üniversitesi, Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Tekirdağ

Eser Bilgisi / *Article Info*
Araştırma makalesi / *Research article*
DOI: 10.17474/artvinofd.1455999

Sorumlu yazar / *Corresponding author*
Meltem GÜNEŞ TİGEN
e-mail: mgunes@nku.edu.tr

Geliş tarihi / *Received*
20.03.2024
Düzeltme tarihi / *Received in revised form*
06.06.2024
Kabul Tarihi / Accepted
09.06.2024
Elektronik erişim / *Online available*
15.10.2024

Anahtar kelimeler:
Yağmur suyu yönetimi
Yağmur suyu hasadı
Otomatik sulama sistemi
İklim değişikliği

Keywords:
Stormwater management
Stormwater harvesting
Automatic irrigation system
Climate change

Özet

Küresel ısınma, çevre kirliliği, bilinçsiz su tüketimi ve su kaynaklarının eşitsiz dağılımı, su kaynaklarının azalması ve susuzluk sorununu giderek artmaktadır. Bu durum, su kaynaklarının etkin ve sürdürülebilir yönetimini zorunlu hale getirmektedir. Bu çalışmada, İstanbul Baltalimanı Polisevi Tesisleri otel binası çatısında biriken yağmur suyunun depolanıp otomatik sulama sisteminde kullanılmasına yönelik bir uygulama ele alınmıştır. Çalışmanın amacı, yağmur suyu hasadı konusunda farkındalık yaratmak ve bu tür uygulamaların kentlerde yaygınlaşmasını teşvik etmektir. Böylece, bahçelerde otomatik sulama sistemlerinde kullanılan su gibi yapı dışındaki su tüketimi için alternatif su kaynaklarının kullanımıyla doğal su kaynaklarının korunması hedeflenmektedir. Çalışma alanı, meteoroloji verileri, uydu görüntüleri ve altyapı durumuna göre analiz edilmiştir. Su toplama kapasitesi, çatı yüzeyi ve sert zemin miktarları hesaplanarak, depolanacak ve toplanacak yağmur suyu miktarları belirlenmiştir. Yağmur suyu hasadı için gerekli tesisat ve altyapının hazırlanması amacıyla boru çapı ve adeti ile belediyelerin konumlandırdığı su toplama kanalları tespit edilmiştir. İstanbul Baltalimanı Polisevi Tesisleri otel binası çatısı ve balkonunda 1332 m²'lik alanda biriken 635 ton yağmur suyu toplanmış, ancak mevcut depolama alanlarının yetersizliği nedeniyle sadece 6 tonu depolanabilmiştir. Depolanan su, polyester depoda tutularak otomatik sulama sistemine aktarılmıştır. Boru çapı 6.873522 mm olarak hesaplanmış ve 70 mm çapında 27 boru kullanılması önerilmiştir. Çatı ve balkon alanlarında biriken yağmur suyunun büyük kısmı, belediyelerin yağmur suyu toplama kanallarına yönlendirilmiştir. Sonuç olarak, alanın yağmur suyu kazanım potansiyeli belirlenmiş ve suyun depolanması için öneriler sunulmuştur. Bu tür uygulamaların teşvik edilmesi, su kaynaklarının etkin ve sürdürülebilir kullanımını artırarak su krizlerinin önlenmesine ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasına önemli katkılarda bulunabilir.

Abstract

Global warming, pollution, unconscious water consumption and unequal distribution of water resources are exacerbating the problem of water scarcity and thirst. This situation makes an effective and sustainable management of water resources imperative. In this study, an application for storing the rainwater collected on the roof of the hotel building of Istanbul Baltalimanı Police House Facilities and using it in an automatic irrigation system is discussed. The aim of the study is to raise awareness about rainwater harvesting and to encourage the spread of such applications in cities. The aim is to conserve natural water resources by using alternative water resources for water consumption outside the building, such as water used in automatic irrigation systems in gardens. The study area was analysed using meteorological data, satellite imagery and infrastructure status. The amount of rainwater to be stored and collected was determined by calculating the water collection capacity, roof area and hard floor area. To prepare the necessary installations and infrastructure for rainwater harvesting, the pipe diameter and number of pipes and water collection channels located by the municipalities were determined. In Istanbul Baltalimanı Police House Facilities, 635 tonnes of rainwater collected from the roof and balcony of the hotel building over an area of 1332 m² was collected, but only 6 tonnes could be stored due to the inadequacy of the existing storage areas. The collected water was stored in a polyester tank and transferred to the automatic irrigation system. The pipe diameter was calculated to be 6.873522 mm and 27 70 mm diameter pipes were proposed. Most of the rainwater collected on the roof and balcony areas was directed to the municipal rainwater collection channels. As a result, the rainwater harvesting potential of the area was identified and recommendations for water storage were made. Encouraging such practices can make a significant contribution to preventing water crises and ensuring environmental sustainability by increasing the efficient and sustainable use of water resources.

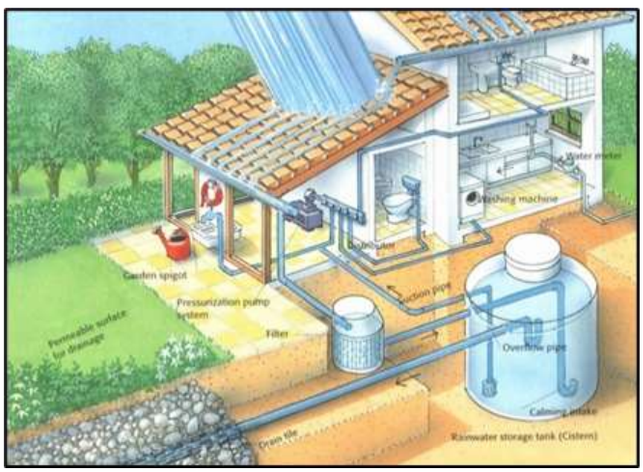
GİRİŞ

Küresel ısınma ile su varlığının azalmaya başlaması; çevre kirliliği, bilinçsiz su tüketimi, su kaynaklarının nüfus yoğunluklarına göre dağılımının eşit olmaması gibi sebeplerden ötürü son yıllarda sıkça karşılaşılan susuzluk sorununu ortaya çıkarmıştır (Karaman ve Gökalp 2010, URL-1). Son yıllarda iklim değişikliği ile mücadelede önemi daha da artan su kaynaklarının yönetimi; su tüketiminin azaltılması, arıtma, alternatif su kaynaklarının kullanılması ve doğal su kaynaklarının korunması gibi konularının önemini vurgulamaktadır (Alvareza ve ark. 2024). Günümüzde yağmur sularının yalnızca %30'u yeraltı sularına katılmakta ve geri kalan %70'lik kısmı gri su olarak değerlendirilmektedir (Yalılı Kılıç ve Abuş 2018).

Yağmur suyunun etkin bir şekilde yönetilmesi, su kaynaklarının korunması, suya erişimin sağlanması ve çevresel sürdürülebilirliğin desteklenmesi açısından son derece önemlidir. Yağmur suyu yönetimi uygulamaları, yağmur suyunun toplanması, depolanması, arıtılması ve kullanılması gibi çeşitli stratejileri içermektedir (Tanık ve ark. 2015, Sevimli 2021). Pek çok kaynakta da belirtildiği gibi suyun doğru bir şekilde yönetilmesini ve sürdürülebilir olarak kullanılmasını sağlayan bu uygulamalardan birisi de yağmur suyu hasadı uygulamasıdır. Yağmur suyu hasadı, yağmur suyu toplama sistemleri kullanılarak yağmur suyunun toplanması, depolanması ve kullanılması sürecidir (Pamuk 2008, Ertop ve ark. 2023, URL-2).

Yağmur suyu hasadı süreci Şekil 1'de gösterildiği gibi, evlerin, işyerlerinin veya diğer binaların çatılarına yerleştirilen yağmur suyu toplama sistemleri ile çatılardan akan yağmur suyunun, yağmur olukları ve borular aracılığıyla toplanmasıyla başlamaktadır. Yağmur suyu deposuna girmeden önce toplanan yağmur suyu, yağmur suyunun içindeki çözünmüş maddelerin, kirleticilerin ve partiküllerin temizlenmesi için filtreleme ve arıtma işleminden geçirilmektedir. Temizlenen yağmur suyu, genellikle yer altında veya yer üstünde konumlandırılan depolama tankları veya haznelerde depolanmaktadır (URL-3, Temizkan 2021).

Depolanan bu su, bahçe sulama, tuvalet rezervuarlarında, çamaşır yıkama, temizlik veya araç yıkama gibi gri su olarak kullanılabilir (Eren ve ark. 2016, Sevimli 2021). Böylelikle içme suyunun kullanımı azaltılarak su kaynaklarının korunmasına katkıda bulunulmaktadır.



Şekil 1. Yağmur suyu hasadı örneği (URL-4)

Yağmur suyunun bu şekilde toplanarak bahçe sulamasında kullanılması hem su tasarrufu sağlar hem de konut içi su tüketimini azaltmaktadır. Özellikle, konut içi tesisat maliyetleri göz önüne alındığında, yağmur suyunun bahçe sulamasında kullanılması ekonomik açıdan daha avantajlı olabilir (Şahin ve Manioğlu 2011). Yağmur suyu hasadı, pek çok kaynakta da belirtildiği gibi sürdürülebilir yağmur suyu yönetimi kapsamında tatlı su kaynaklarının sürdürülebilirliği için alternatif bir su kaynağı olarak değerlendirilebilir. İlk olarak Roma döneminde uygulanmaya başlayan bu yöntem, yapılardaki çatı gibi toplama alanlarından yağmur sularının toplanıp biriktirilmesi ile sanayi, tarım, çevresel ve evsel

tüketim için gerekli olan suyun sağlanması olarak tanımlanmıştır (Oweis ve ark. 2001, Worm ve Hattum 2006, Kantaroğlu 2009, Aladenola ve Adeboye 2010). Günümüzde yağmur suları bu yöntemle, bina çatısından bir oluk sistemi yardımı ile toplanarak yer üstünde ya da yer altında inşa edilen bir depoda (sarnıç) biriktirildikten sonra arıtılarak ya da arıtılmadan, binanın içinde veya dışında kullanılabilmektedir (Tanık ve ark. 2015).

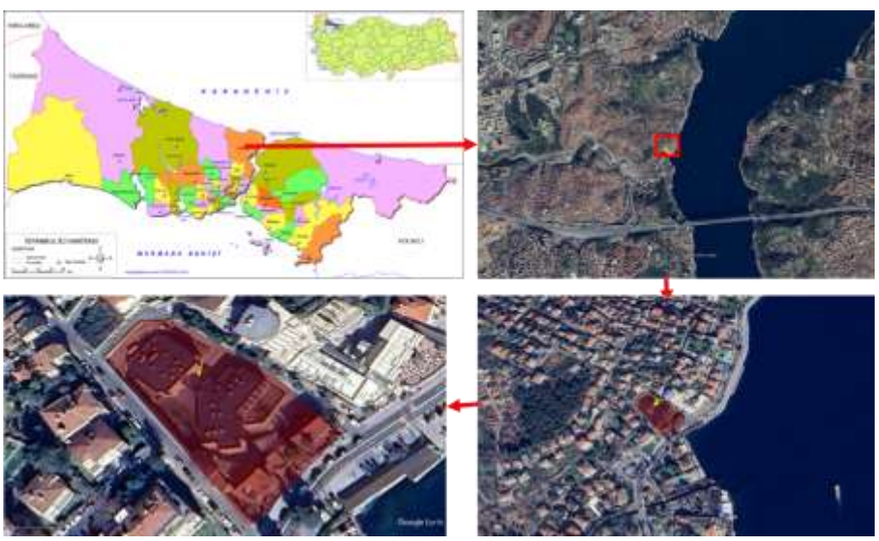
Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nca, 03.07.2017 tarih ve 30113 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği'nde, 11.07.2021 tarih ve 31538 sayılı Resmî Gazete'de yapılan değişiklikle, 2000 m² den büyük parsellerde inşa edilecek tüm binaların çatılarında toplanan yağmur sularının, bahçe sulama veya arıtılarak bina ihtiyacında kullanılmak üzere bahçe zemini altında bir depoda toplaması amacıyla yağmur suyu toplama sistemi yapılması zorunluluğu getirilmiştir (URL-5). Buna göre; bu çalışmada İstanbul Baltalimanı Polisevi Tesisleri otel bina çatısında biriken yağmur suyunun, depolanıp otomatik sulama sisteminde kullanılmasına yönelik bir çalışma yapılmıştır. Çalışma alanında iklim verilerine göre yağmur suyu toplanma kapasitesi ve bu kapasitenin nasıl kullanılabileceği hesaplanmıştır.

Çatılarda biriken yağmur suyunun değerlendirilmesi, özellikle iklim değişikliği ve çevre sorunları ile mücadele eden kentlerde yağmur suyu kullanımı gelecekte yapılacak çalışmalara farkındalık yaratarak ülkemiz kentlerinde yağmur hasadı uygulamalarının artmasına örnek olacak bir yaklaşım sunmaktadır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

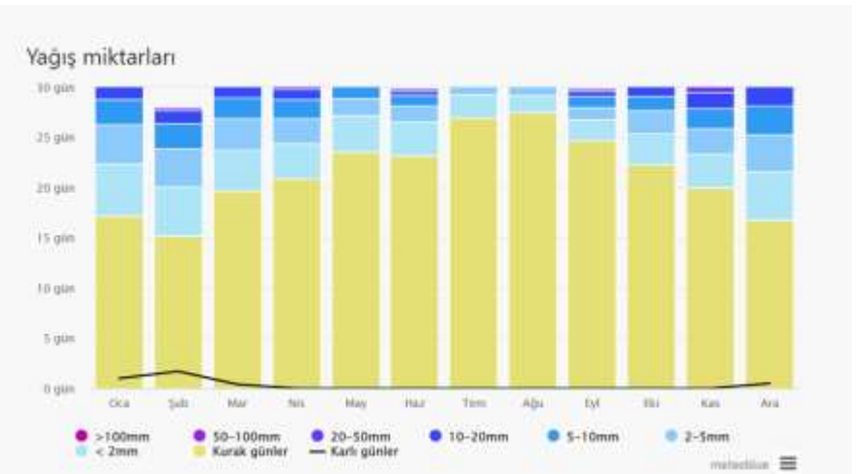
Çalışmanın ana materyalini çatı ve balkon yüzeyleri ile birlikte toplam 1332 m²'lik bir alana sahip olan İstanbul ili Sarıyer ilçesinde bulunan Baltalimanı Polisevi Tesisleri Oteli oluşturmaktadır. Çalışma alanının bulunduğu İstanbul ili 41° 0' 44" Kuzey Enlemi, 28° 58' 34" Doğu Boylamında yer almaktadır. Yüzölçümü 5343 km² alanına sahip olup, nüfus olarak Türkiye'nin en kalabalık ilidir. Kilometrekare başına 3049 kişi düşmektedir (URL-6). Proje alanı olan Baltalimanı, Avrupa Yakasında, Boğaz hattında Sakıp Sabancı Caddesinde yer almaktadır. Kuzey batıda Boyacı köyü yokuşu sokak, güneydoğusunda ise Marmara denizi proje alanını çevrelemektedir. Şekil 2'de çalışma alanının bulunduğu il ve ilçeler (URL-7) ile sınırları (Google Earth Pro) belirtilmiştir.



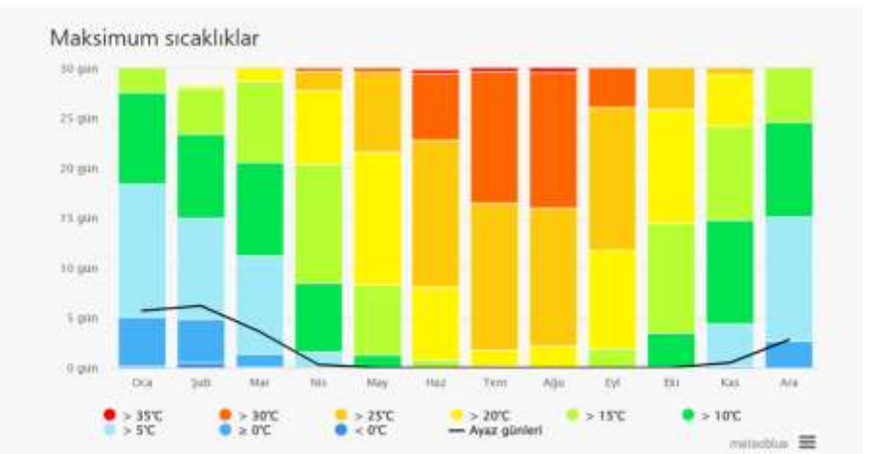
Şekil 2. Baltalimanı Polisevi Tesisleri proje alanı konumu (URL-7'den geliştirilmiştir)

Çalışma alanı olan Baltalimanı Polisevi Tesisleri iki bloktan oluşan 59 odalı otel projesidir. Peyzaj alanları 2100 m²'lik alanı kaplayan toplam proje alanı 5000 m²'dir. Çatı yüzeyi 1164 m² olup balkon yüzeyleri ile birlikte toplam 1332 m² olan alanda yağmur suyu hasadı planlanmıştır.

Çalışma alanının bulunduğu İstanbul iline ilişkin yağış ve sıcaklık verileri sırasıyla Şekil 3 ve Şekil 4'de gösterilmektedir. Şekil 3'e göre en çok yağış Aralık, Ocak ve Şubat aylarında, en az yağış ise Temmuz ve Ağustos aylarında gerçekleşmektedir. Şekil 4'de ise Temmuz ve Ağustos aylarındaki hava sıcaklığından dolayı buharlaşmanın fazla olduğu görülmektedir.



Şekil 3. İstanbul ili yıllık yağış miktarı (URL-8)



Şekil 4. İstanbul ili yıllık sıcaklık miktarı (URL-8)

Yöntem

Çalışmada konusu ve çalışma alanı ile ilgili yapılan literatür çalışmasından, Google Earth ve AutoCAD 2018 programlarından ve Büyük Kent Mimarlığın paylaşmış olduğu Baltalimanı Polisevi Tesisleri Mekanik ve Mimari Projelerden yararlanılmıştır. Daha sonra yağmur suyu hasadına ilişkin uygulama teknikleri uygulanmıştır. Buna göre çatı alanları ve İstanbul ili için m²'ye düşen yağmur suyu miktarı ile çatı yüzeyine düşen toplam yağmur suyu miktarı bulunmuştur. Çatıda biriken yağmur suyu miktarı için

aşağıda belirtilen formül kullanılmıştır (URL-9, Yalılı Kılıç ve Abuş 2018).

Toplanabilecek yağmur suyu miktarı (lt) = toplam çatı alanı (m2) x ortalama yağış miktarı (lt/m2) x akış katsayısı x filtre etkinlik katsayısı

Formülde belirtilen akış katsayısı, Alman standartları tarafından DIN1989'da 0.8 olarak belirtilen katsayıdır. Çatıya düşen yağmur suyunun geri dönüştürülemeyeceğini ifade etmektedir. Bu katsayı, belirli bir yüzeyin çatı malzemesinin tipine, yapısına ve eğimine bağlı olarak yağmur suyunu ne kadar hızlı veya ne kadar yavaş şekilde akıtacağını ifade etmektedir. Alman standartlarına göre DIN 1989'da belirtilen 0.9 filtre etkinlik katsayısı ise, filtrenin yağmur suyundan geçen partikülleri ne kadar etkili bir şekilde temizlediğini göstermektedir. Yağmur suyu toplama sistemlerinde suyun kalitesini artırmak ve depolanacak suyun temizliğini sağlamak için önemlidir.

Son olarak çatı yüzeyine düşen yağışın toplanarak, yağmur olukları yardımıyla yer altında konumlandırılan polyester depoya aktarılmasına ilişkin Peyzaj Uygulama Projesi çizilerek, otomatik sulama sistemi, su deposu ve yağmur suyu bağlantı detayı tasarlanarak kullanılacak boru miktarı hesaplanmıştır. Yağmur borusu hesabı için TMMOB Makina Mühendisleri Odası Sıhhi Tesisat Proje Hazırlama Esasları'ndan yararlanılarak aşağıdaki formüllerden yararlanılmıştır (URL-10).

S=P x m²'ye düşen yağmur miktarı (cm²)/1 m²

P: Çatı alanı + Balkon alanı (m²)

S: Gerekli yağmur borusu alanı (cm²)

A=S/f (cm²)

A=Yağmur borusu kesiti (cm²)

f: Kullanılan yağmur borusu adedi

D=1.13xvA

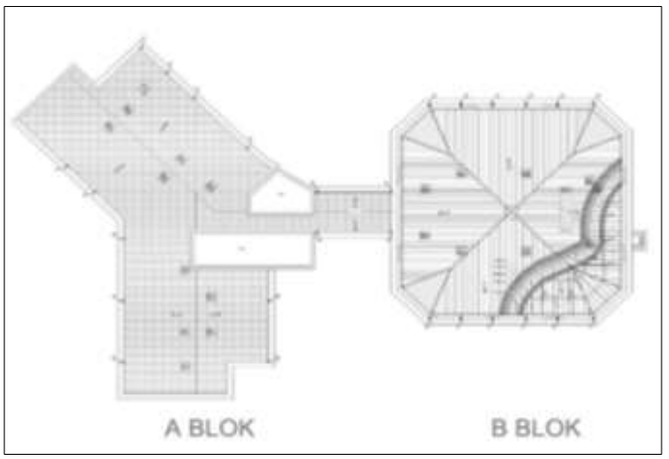
D: Boru çapı (cm)

Binanın çatı yağmur suları çatının her m² için, cm² veya lt/sn×ha cinsinde çatıya düşen yağmur suyu miktarını bilerek boru çapı hesaplanmalıdır. Borunun çapını hesaplarken, öncelikle çatıya düşen yağmur suyu miktarı doğru bir şekilde belirlenmelidir. Bu miktar, çatının her metrekare başına düşen yağmur miktarı (cm² veya lt/sn×ha cinsinden) ile çatının alanı çarpılarak bulunmaktadır. Ardından, bu miktarı kullanarak boru çapı hesaplanmıştır.

BULGULAR

Baltalimanı Polisevi Tesisleri iki bloktan oluşan çatı yüzeyi 1164 m² olup balkon yüzeyleri ile birlikte toplam 1332 m² olan alanda yağmur suyu hasadı planlanmıştır (Şekil 5).

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü internet sitesinden alınan verilere göre, 1950-2023 yılları arasında yıllık toplam Yağış Miktarı Ortalaması 662.5 mm'dir (URL-11). Buna göre aşağıdaki formüle göre hesaplamalar yapıldığında toplanabilecek yağmur suyu miktarı 635364 litre yaklaşık 635 ton olarak bulunmuştur.



Şekil 5. Baltalimanı Polisevi Tesisleri çatı planı (Baltalimanı Polisevi Tesisleri Oteli Mekanik Proje, Çatı Planı, Arya İnşaat Mimarlık Mühendislik 2022)

Toplanabilecek yağmur suyu miktarı (lt)= toplam çatı alanı (m2) x ortalama yağış miktarı (lt/m2) x akış katsayısı x filtre etkinlik katsayısı

Toplanabilecek yağmur suyu miktarı (lt)= 1332x 662.5x0.8x0.9=635364 lt

Daha sonra proje alanında yağmur borusu hesabı yapılmıştır. Bu hesaplamalarda Arya Mimarlık Mühendislik firmasının mekanik proje üzerinde yaptığı hesaplamalardan yararlanılmıştır. Buna göre 1 m² çatıda düşey yağmur borusu miktarı, İstanbul ilinde 0.75 cm² olarak hesaplanmaktadır (Şimşek 2019, Doğaroğlu ve ark. 2019). Çatı alanı ve balkon alanı toplamı 1332 m²dir (P). Çatı yüzeyine kullanılacak düşey yağmur borusu alanı (cm²) (S) aşağıda belirtilen formüle göre 999 cm² olarak hesaplanmıştır.

S= P (1332 m²) x m² ye düşey yağmur borusu miktarı (0.75 cm²) 1332 x0.75=999 cm²

Proje alanının mimari projesine göre, alanda 27 adet kolon bulunmaktadır. Her kolonda yağmur borusu kullanıldığı hesaplanarak kullanılan yağmur suyu boru adeti (f) 27 olarak belirlenmiştir (Şekil 6).

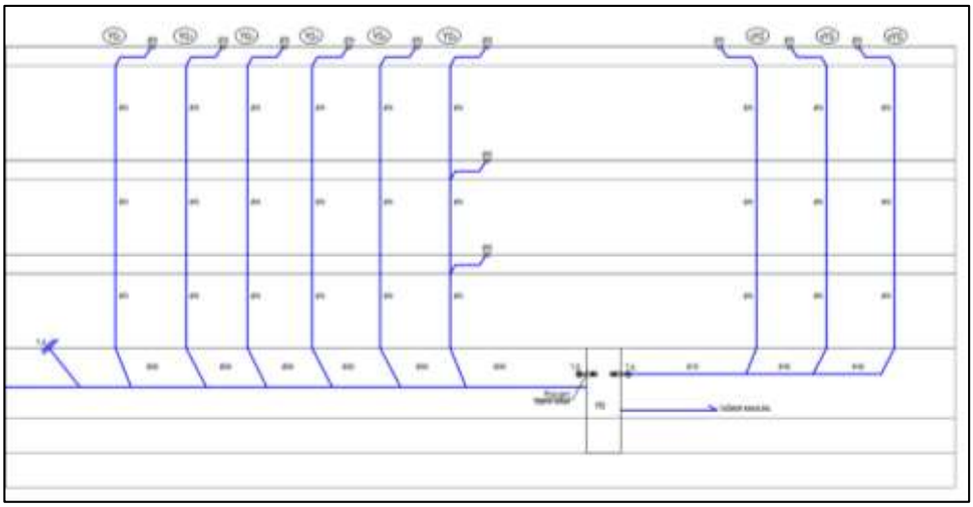
Yağmur suyu boru kesiti için A=S√f formülü kullanılarak, A=999√27=37cm² olarak hesaplanmıştır. Boru çapı hesabı (D) ise; D=1.13√A formülü ile D=1.13√37=6.873522 mm olarak bulunmuştur.

Son olarak Çizelge 1'deki yağmur borusu kesitine göre A=37cm²<38.36 cm² olduğuna göre 70 mm'lik 27 adet boru kullanılması uygun görülmüştür.

Çizelge 1. Yağmur borusu kesitine göre yağmur borusu çaplarının seçilmesi

Boru çapı D: mm	**Yağmur borusu kesiti A: cm**
Ø 50	19.55
Ø 70	38.36
Ø 100	78.31
Ø 125	122.34
Ø 150	175.75

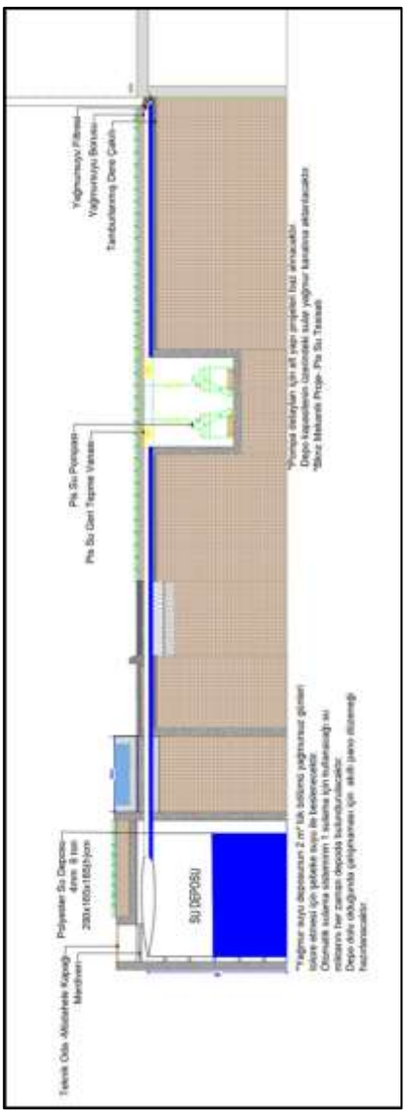
Kullanılması planlanan yağmur borusuna ilişkin bodrum kat, 1.kat, 2.kat ve çatı katları için çizilen ön görünüş yine Şekil 6'de gösterilmiştir.



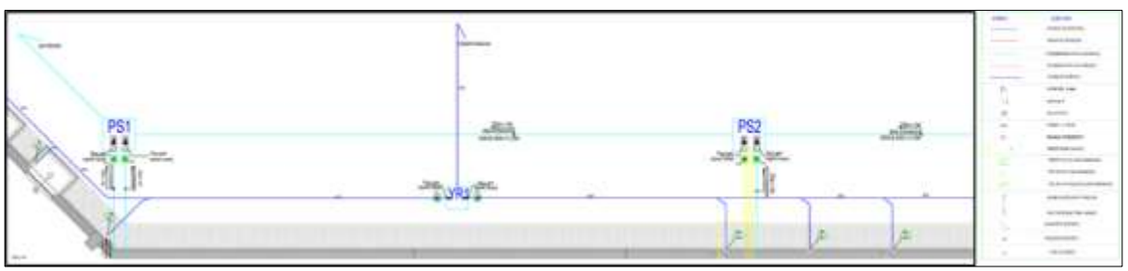
Şekil 6. Yağmur borusu ön görünüş

Çatı yüzeyinden toplanan yağmur suyu, cepheden zemine indikten sonra konumlandırılan oluklardaki filtreden geçerek toprak altı yağmur suyu deposunda toplanmaktadır. Buna göre ilk etapta filtrelenmiş yağmur suyu, suyun basınçlandırılmasında kullanılan dalgıç pompaya, dalgıç pompadan depoya, depodan otomatik sulama sisteminde aktarılarak kullanım döngüsünü tamamlamaktadır. Yağmur suyu deposunun 2 m³' lük bölümü yağmursuz günleri tolere etmesi için şebeke suyu ile beslenecek şekilde planlanmıştır. Bu miktar peyzaj düzenlemesi yapılacak alanın metrajına ve kullanılacak bitkilerin su sarfiyatına göre değişmektedir. Bitki kayıpları yaşanmaması için yağışsız günler dikkate alındığında otomatik sulama sisteminin bir sulama için kullanacağı su miktarı her zaman depoda bulundurulacaktır. Depo dolu olduğunda çalışmaması için uygulamada akıllı pano düzeneği hazırlanmıştır. Çalışma sonucunda Şekil 7'de gösterilen otomatik sulama sistemi ve su deposu yağmur borusu bağlantı detayını gösteren uygulama projesi çizilmiştir.

Mekanik projede, depolanamayan yağmur suyunun belediyenin belirlediği yağmur kanalına yönlendirilmesi için hat çekilmiştir (Şekil 8a).



Şekil 7. Otomatik Sulama Sistemi – Su Deposu Yağmur Borusu Bağlantı Detayı
(Baltalimanı Polisevi Tesisleri Oteli – Peyzaj Uygulama Projesi)



Şekil 8a. Baltalimanı Polisevi Tesisleri Oteli mekanik proje yağmur suyu kanalı detayı (Arya İnşaat Mimarlık Mühendislik 2022)

Şekil 8a'da detayı verilen yağmur suyu kanalının şekil 8b'de yapı çevresinde planlanması gösterilmiştir. Yapının arka cephesindeki YG 7, YG 8, YG 9, YG 10, YG11, YG 12 yağmur borularından toplanan suların 6

tonluk kısmı toprak altı yağmur suyu deposuna kalan su hacmi YR1: Yağmur Suyu, hattına iletilerek belediyenin yağmur suyu toplama kanalına ve PS1-2: Pis Su Kanalı olarak proje alanından tahliye edilen sular ise gerekli hatlara yönlendirilmiştir.



Şekil 8b. Baltalimanı Polis Evi Tesisleri Oteli mekanik proje (Arya İnşaat Mimarlık Mühendislik 2022)

SONUÇ VE TARTIŞMA

Günümüzde, yağmur sularının büyük bir kısmı yer altı sularına geçmeden yüzey akışına geçmektedir. Bu durum, yağmur suyunun toprakta emilmesi ve yeraltı su tabakalarını beslemesi yerine, yüzeyde akarak sel ve taşkın gibi sorunlara neden olarak, su kaynaklarının da kirlenmesine yol açabilir. Hem mevcut nesillerin hem de gelecek nesillerin su ihtiyaçlarını karşılamak için su kaynaklarının korunmasını ve suyun etkin bir şekilde kullanılmasına olanak sağlayan sürdürülebilir yağmur suyu yönetimi uygulamaları önemlidir.

Bu çalışmada, ilk olarak ülkemizde yağmur suyu hasadının önemi ve potansiyel faydaları ele alınmış, daha sonra örnek bir proje üzerinden toplanabilecek yağmur suyu miktarı ve depolanması için gerekli altyapıya ilişkin bilgiler verilmiştir. İstanbul Baltalimanı Polisevi Tesisleri otel bina çatısında ve balkonunda yaklaşık olarak 1332 m²'lik bir alanda biriken 635 ton yağmur suyu toplandıktan sonra, mevcut depolama alanlarının yetersizliği nedeniyle sadece 6 tonunun depolanması mümkün olmuştur. Bu su polyester depoda tutularak otomatik sulama sistemindeki damlama sulama hattı ve sprinklere aktarılmıştır. Boru çapı hesabı ise 6.873522 mm olarak hesaplanmıştır. Buna göre 70 mm'lik 27 adet boru kullanılması önerilmiştir. Çatı ve balkon alanlarında biriken yağmur suyunun büyük bir kısmı ise projede önerilen hat ile belediyelerin oluşturduğu yağmur suyu toplama kanallarına yönlendirilmiştir.

Geçmişten günümüze kullanılan sarnıç yönteminde özellikle son dönemde en yaygın kullanılan sistemin çatı yağmur suyu hasadı olduğu yapılan birçok çalışmada gözlemlenmiştir. Bu yöntemde, çatılardan toplanan yağmur suyu sarnıçlarda veya diğer depolama sistemlerinde biriktirilerek çeşitli amaçlar için kullanılmaktadır. Bu bağlamda, Berlin'de gerçekleştirilen çatı yağmur suyu hasadı projelerinden biri, Daimler Chrysler Potsdamer Platz'ta uygulanan sistemdir. Bu proje kapsamında 32.000 metrekarelik bir çatı alanı kullanılarak yıllık yaklaşık 25.000 ton su toplanmaktadır. Toplanan bu suyun, genellikle, rezervuarlarda ve bahçe sulamasında kullanılması ile, su faturalarını azaltılması ve kentteki su tüketimini sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi amaçlanmıştır (URL-12). Diğer yandan ülkemizde İzmir Büyükşehir Belediyesi'nin Aşık Veysel Rekreasyon Alanı'nda gerçekleştirdiği yağmur suyu hasadı projesinde ise aylık 80.000 metreküp su toplanarak, bu su park ve bahçelerin sulanmasında kullanılmaktadır (URL-13). Bu miktar, yılda yaklaşık 960.000 metreküp suya denk gelmekte ve bu sayede ciddi bir su tasarrufu sağlanmaktadır (URL-13). Ayrıca, İzmir'de bin metrekareden büyük parsellerde yağmur suyu hasadı ve 60.000 metrekareden büyük yapılarda yeşil çatı uygulaması zorunlu hale getirilmiştir. Bu yönetmelik, su kaynaklarının verimli kullanılması ve kuraklıkla mücadele edilmesi amacıyla 2019 yılında yürürlüğe girmiştir (URL-14).

Çatı yağmur suyu hasadı, dünya genelinde su kaynaklarının daha verimli kullanılmasını sağlayan önemli bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Çalışmamızda da vurgulandığı gibi, ülkemizde bu tür sistemlerin yaygınlaştırılması ve geliştirilmesi gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır. Depolama kapasitesinin yetersizliği, hasat edilen suyun büyük bir kısmının verimli bir şekilde kullanılmasını engellemektedir. Yağmur suyu, tarım, bahçe sulama ve hatta içme suyu gibi çeşitli amaçlar için değerlendirilebilir. Ancak, bunun için uygun ve yeterli depolama altyapısının oluşturulması elzemdir.

Belediyelerin depo alanlarının kullanılması, fazla yağmur suyunun değerlendirilmesi açısından önemli bir adım olmuştur. Su yönetimi konusunda ve altyapı projelerinde önemli bir role sahip olan belediyelerin, yağmur suyu hasadı projelerine daha fazla yatırım

yapması ve bu tür projelere yönelik teşvikler sunması, uzun vadede su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimini sağlayacaktır.

Sonuç olarak, yağmur suyu hasadı gibi alternatif su kaynaklarına yönelik farkındalık yaratma ve uygulama örneklerinin artırılması, su kaynaklarının etkin ve sürdürülebilir kullanımında, su krizlerinin önlenmesinde, su kaynaklarının korunmasına ve suyun eşit ve adil bir şekilde dağıtılmasına ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasında kritik bir rol oynamaktadır.

ÖNERİLER

Bu çalışma yağmur suyu hasadının potansiyelini ve uygulama aşamasında karşılaşılan mevcut zorlukları ortaya koymaktadır. Gelecekte yapılacak çalışmalarda, peyzaj projelerinin tasarım aşamasında mimari ve mekanik projelerle eş zamanlı tasarlanması, daha geniş depo hacimleri için çözümler üretilebilmesi ve bu alandaki yatırımların artırılması, alternatif su kaynaklarının yüzde yüz oranında kullanılabilmesi ve su kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi için önem taşımaktadır.

Yağmur suyunun verimliliğini değerlendirirken hava kirliliği verilerini dikkate almak oldukça önemlidir. Hava kirliliğinin birinci öncelikli sorun olduğu illerde hava kirliliği %33 oranında, ikinci öncelikli sorun olduğu illerde %30 oranında, üçüncü öncelikli sorun olduğu illerde ise %25 oranında olduğu görülmektedir (URL-15). Bu veriler ışığında, hava kirliliği, yağmur suyunun kalitesini etkileyebilir ve toplanan yağmur suyunun kullanılacağı bitkilerin sağlığını olumsuz yönde etkileyebilir. Bu nedenle kapsamlı bir analiz yapılmalı ve toplanan yağmur suyunun bitkilere zarar vermemesi için belirli aralıklarla suyun kalitesinin kontrol edilmesi, gerektiğinde filtreleme veya arıtma işlemlerinin yapılması önemlidir. Yağmur suyunun bahçe sulamasında kullanılması, bitkilerin doğal olarak yağmura daha uygun bir şekilde büyümesini sağlayarak bitkilerin daha sağlıklı ve güçlü olmasına yardımcı olabilecektir.

Yağmur suyu hasadı uygulamalarını teşvik etmek ve desteklemek için özellikle yerel ve üst yönetimler gerekli yasal düzenlemeleri yapmalı ve bu konuda yönetmelikler oluşturmaları gerekmektedir. Bu konuda eğitimler vererek halkın bu konuda bilinçlendirilmesi, farkındalık oluşturulması ve teşvik edilmesi su tasarrufu ve yönetimi konusundaki başarıyı artıracaktır. İlaveten, yerel ve üst yönetimlerin hem kendi bünyelerinde proje üretmeleri hem de diğer kamu ya da özel kurum/kuruluşlar ve sivil toplum örgütleri ile iş birliği yapmaları önemlidir. Bu tür uygulamaların yaygınlaşması, suyun verimli bir şekilde kullanılmasını sağlayarak doğal su sarfiyatını düşürebilir ve çevresel sürdürülebilirliği desteklenebilir.

TEŞEKKÜR /BİLGİLENDİRME

Bu çalışmanın özeti, ICASEM IV Uluslararası Uygulamalı Bilimler, Mühendislik ve Matematik Kongresi'nde, 20.10.2022 tarihinde sunulmuştur.

KAYNAKLAR

Aladenola O, Adeboye OB (2010) Assessing the potential for rainwater harvesting. Water Resources Management, 24: 2129-2137.

Alvareza ANR, De-la-Motaa IF, Anguianoa FIS (2024) Smart rainwater harvesting service design. Procedia Computer Science, 232: 465–472.

Doğaroğlu B, Yurdusev MA (2019) Sifonik yağmur suyu drenaj sistemi tasarımı. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 25(8): 945-948.

Eren B, Aygün A, Likos S, Damar Aİ (2016) Yağmur suyu hasadı: Sakarya Üniversitesi Esentepe kampüs örneği. International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science (ISITES), 3-5 November, Antalya.

Ertop H, Kociecka J, Atilgan A, Liberacki D, Niemiec M, Rolbiecki R (2023) The ımportance of rainwater harvesting and ıts usage possibilities: Antalya example (Turkey). Water, 15: 2194.

Kantaroğlu Ö (2009) Yağmur suyu hasadı plan ve hesaplama prensipleri. IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 06-09 Mayıs 2009 İzmir Seminer Bildirisi: 1147-1151 http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/d002865fbe0e7b2_ek.pdf, Erişim Tarihi: 22.11.2022.

Karaman S, Gökalp Z (2010) Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin su kaynakları üzerine etkileri. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 3 (1): 59-66.

Oweis T, Prinz D, Hachum A (2001) Water harvesting: ındigenous knowledge for the future of the drier environments. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo, Syria.

Pamuk Mengü G, Akkuzu E (2008) Global water crisis and water harvesting techniques. ADU J. Fac. Agric., 5: 75–85.

Sevimli A (2021) Sürdürülebilir yağmur suyu yönetimi uygulamaları: Bursa Uludağ Üniversitesi Görükle Kampüsü Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.

Şahin İN, Manioğlu G (2011) Binalarda yağmur suyunun kullanılması. Tesisat Mühendisliği Dergisi, 125(9): 21-32.

Şimşek E (2019) Tesisat teknolojisi. Çukurova Üniversitesi, myo.kilis.edu.tr/duyuru/yapi_tesisat_bilgisi.pdf., Erişim Tarihi: 04.11.2019.

Tanık A, Öztürk İ, Cüceloğlu G (2015) Arıtılmış atıksuların yeniden kullanımı ve yağmur suyu hasadı sistemleri, Ankara, 130.

Temizkan S, Tuna Kayılı M (2021) Yağmur suyu toplama sistemlerinde optimum depolama yönteminin belirlenmesi: Karabük Üniversitesi Sosyal Yaşam Merkezi Örneği. El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi, 8 (14): 102-116.

URL-1, https://www.unwater.org/water-facts/water-and-climate-change, Erişim Tarihi 18.11.2022.

URL-2, https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000217383, Erişim Tarihi 22.11.2022.

URL-3 https://www.unwater.org/sites/default/files/app/uploads/2017/05/analytical_brief_oct2013_web.pdf, Erişim Tarihi 20.11.2022.

URL-4, https://maabir.com/yagmur-suyu-toplama/, Erişim Tarihi 22.11.2022.

URL-5, https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=23722&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5, Erişim Tarihi 28.11.2022.

URL-6, https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=45500#:~:text=T%C3%BCrkiye%20n%C3%BCfusu%2084%20milyon%20680%20bin%20273%20ki%C5%9Fi%20oldu&text=Adrese%20Dayal%C4%B1%20N%C3%BCfus%20Kay%C4%B1t%20Sistemi%20(ADNKS)%20sonu%C3%A7lar%C4%B1na%20g%C3%B6re%2C%20%C3%BClkemizde,%2C'%C3%BCn%C3%BC%20kad%C4%B1nlar%20olu%C5%9Fturdu, Erişim Tarihi:22.11.2022.

URL-7, http://cografyaharita.com/haritalarim/4l_istanbul_ili_haritasi.png. Erişim Tarihi 03.01.2024.

URL-8, https://www.meteoblue.com/tr/hava/historyclimate/climatemodelled/%c4%b0stanbul_t%c3%bcrkiye_745044, Erişim Tarihi 24.11.2022.

URL-9, https://sutema.org/yagmur-hasadi, Erişim Tarihi: 06.02.2022.

URL-10, https://www.temmuzmuhendislik.com/duyurular/19-yagmur-suyu-hesabi.html, Erişim Tarihi 10.11.2022.

URL-11, https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=ISTANBUL, Erişim Tarihi 10.11.2022.

URL-12, https://www.renewableenergyhub.co.uk/articles/commercial-rainwater-harvesting/, Erişim Tarihi: 20.03.2024.

URL-13, https://www.turkiyeajans.com/asik-veysel-rekreasyon-alaninda-yagmur-suyu-hasadi-basladi/., Erişim Tarihi 20.03.2024.

URL-14, https://www.egeligazete.com/haber/izmir-de-bin-metrekarenin-uzerindeki-yapilarda-yagmur-suyu-hasadi-ve-yesil-cati-uygulamasi-getirildi/46945#:~:text=., Erişim Tarihi 20.03.2024.

URL-15, https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/tu-rk-yecevresorunlariveoncel-kler-_2020-20210401124420.pdf., Erişim Tarihi: 22.11.2022.

Worm j, Van Hattum T (2006) Rainwater Harvesting for domestic use. Agrodok 43. Agromisa Foundation and CTA. Wageningen. The Netherlands. 82. ISBN Agromisa:90-8573-053-8, ISBN CTA: 92-9081-330-X.

Artvin Çoruh Üniversitesi
Orman Fakültesi Dergisi
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Yıl: 2024, Cilt: 25, Sayı:2, Sayfa: 13-26

ofd.artvin.edu.tr

Artvin Coruh University
Journal of Forestry Faculty
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Year: 2024, Vol: 25, Issue:2, Pages: 13-26

Niğde kenti ve çevresinde peyzaj özelliklerine dayalı hava kalitesi potansiyelinin değerlendirilmesi

Assessment of air quality potential based on landscape characteristics in Nigde city and its surroundings

Nuriye Ebru YILDIZ[1], Hatice ALP[2] Ahmet Alper TOPALOĞLU[3*]

[1]Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Peyzaj Planlama ve Tasarımı Anabilim Dalı, Niğde
[2] İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı
[3]Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Hatay

Eser Bilgisi / *Article Info*
Araştırma makalesi / *Research article*
DOI: 10.17474/artvinofd.1459599

Sorumlu yazar / *Corresponding author*
Ahmet Alper TOPALOĞLU
e-mail: ahmetalper@gmail.com

Geliş tarihi / *Received*
27.03.2024
Düzeltme tarihi / *Received in revised form*
21.06.2024
Kabul Tarihi / Accepted
21.06.2024
Elektronik erişim / *Online available*
15.10.2024

Anahtar kelimeler:
Hava kirliliği
Kent planlama
Mekânsal planlama
Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)

Keywords:
Air pollution
Urban planning
Spatial planning
Analytical Hierarchy Process (AHP)

Özet

Bu çalışmada, Niğde kenti ve çevresini kapsayan mikro havza sınırı için hava kalitesi potansiyelinin değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Yöntem kapsamında, hava kalitesi potansiyelini etkileyecek antropojenik etkiler (nüfus yoğunluğu ve arazi örtüsü), meteorolojik etkiler (rüzgâr, yağış ve sıcaklık) ve çevresel etkiler (karbon depolama ve yüzey sıcaklığı) olmak üzere üç başlıkta mekânsal analizler gerçekleştirilmiştir. Çok kriterli karar verme tekniklerinden analitik hiyerarşi süreci (AHS) kullanılarak uzman görüşleri alınmış ve her bir alt parametre için ağırlık dereceleri elde edilmiştir. Bu parametreler ağırlık düzeyleri dikkate alınarak örtmeler yöntemi ile çakıştırılmış ve hava kalitesi potansiyelinin mekânsal dağılımı haritalandırılmıştır. Sonuçlar, çalışma alanının yaklaşık %66'sında (Yaklaşık 51.000 ha) hava kalitesi potansiyelinin yüksek ve çok yüksek olduğunu göstermektedir. Çalışma alanının yaklaşık %10'unu (yaklaşık 6.000 ha) kapsayan Merkez ve Bor ilçesi ile diğer küçük ölçekli yerleşimlerde ise, nüfus yoğunluğu ve yapılaşmanın etkisiyle hava kalitesinin çok düşük ve düşük olduğu tespit edilmiştir. Çalışmanın özgün yönü antropojenik, meteorolojik ve çevresel parametreleri içeren bütünleşik bir değerlendirme olmasıdır. Bu çalışma, hava kalitesi potansiyelinin belirlenmesine yönelik gelecekteki benzer çalışmalara örnek teşkil edilebilir.

Abstract

This study aims to assess the air quality potential for the micro-basin boundary covering the city of Niğde and its surroundings. In this context, spatial analyses were carried out under three headings: anthropogenic impacts (population density and land use), meteorological impacts (wind, precipitation, and temperature), and environmental impacts (carbon storage and surface temperature) that will affect air quality. Expert evaluations were obtained, and weight levels were calculated for each sub-parameter through the analytical hierarchy process (AHP). The parameters were overlaid by considering the weight levels and the spatial distribution of the air quality potential was mapped. The results show that the air quality potential is high and very high in approximately 66% of the study area (approximately 51.000 ha). In the center and Bor district and other small-scale settlements covering about 10% of the study area (about 6.000 ha), it was determined that the air quality is very low and low due to the effect of population density and construction. The unique aspect of the study is that it is an integrated assessment including anthropogenic, meteorological, and environmental parameters. This study can set an example for future similar studies to determine the air quality potential.

GİRİŞ

19.yy'dan sonra dünya nüfusu kayda değer bir artış göstermekle kalmamış, aynı zamanda bu nüfus kentlerde yoğunlaşmıştır. Karbon bazlı yakıtların kullanımı, endüstriyel faaliyetler, içten yanmalı motorlu ulaşım ve lojistik araçları başta olmak üzere kirletici kaynakları kentlerde yoğunlaşmışlardır (Fenger 1999). Kükürt dioksit, azot oksitler, amonyak, uçucu organik bileşikler, troposferik ozon, birincil partikül madde ve ince partikül madde gibi kirleticiler bakımından kentler hava kirliliği kaynağı olarak görülmüşlerdir ve bu kirlilik 1952 "Londra büyük dumanı" ile doruğa ulaşmıştır (Fowler ve ark. 2020). Hava kirliliğinin insan sağlığına zararları milattan önceki yıllarda bile bilinmekteydi ancak epidemiyolojik kanıtların birikmesi ve konunun önem kazanması 2000'li yılları bulmuştur (Fowler ve ark. 2020). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) ve Avrupa Çevre Ajansı güncel raporlarında kentsel alanlarda yaşayan insanların en az %80'inin belirlenen eşik değerleri ve kılavuzları aşan miktarlarda hava kirliliğine maruz kaldığını ve bu yüzden yılda yaklaşık 400.000 erken ölüm gerçekleştiğini belirtmişlerdir (Ćurić ve ark. 2022). Hava kirliliği sadece insan sağlığı için değil, aynı zamanda çevre için de ciddi bir tehdit

oluşturmaktadır. Kirlilik sonucu meydana gelen asit yağmurları hem toprağı hem de suyu etkileyerek ormanlara ve bitkilere zarar vermektedir. Bununla birlikte, yaban hayvanları da yüksek kirlilik seviyelerine maruz kaldıklarında sağlıklarını ve üreme kapasitelerini kaybetmektedirler. Sonuçta ekosistemlerin tolere edebileceği belirli bir kirlilik yoğunluğu bulunmaktadır ve bu eşik aşıldığında tahribat kaçınılmaz hale gelmektedir (Manisalidis ve ark. 2020).

Hâkim rüzgârlar ile hava kirliliğinin atmosferde uzak mesafelere taşınabiliyor olması konuya uluslararası bir önem kazandırmıştır. 1979 yılında imzalanan Uzun Menzilli Sınır Aşan Hava kirliliği Sözleşmesi (Convention on Long Range Transboundary Air Pollution) hava kirliliğini konu alan uluslararası nitelikteki ilk sözleşme olmuştur (Orhan 2017). Bu sözleşmeyi takip eden Birleşmiş Milletler Çevre Meclisi (United Nations Environment Assembly), Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (UN Sustainable Development Goals) ve DSÖ Küresel Hava Kalitesi Yönergesi (World Health Organisation Global Air Quality Guidelines) gibi uluslararası çabalar küresel hava kalitesini düzenlemeyi hedeflemişlerdir (Velasco ve Jarosinska 2022).

Birincil kirletici emisyonları 1990'lardan bugüne kadar gelişmiş ülkelerde kayda değer bir azalış göstermiştir, ancak gelişmekte olan ülkelerde artış devam etmektedir (Fowler ve ark. 2020). Türkiye'de ise kirletici madde konsantrasyonlarının DSÖ ve Avrupa Birliği (AB) normlarını aştığı bilinmektedir (Health and Environment Alliance 2015, Büke ve Köne 2016), ancak değişim eğilimlerine bakıldığında genel olarak hava kalitesinin zaman içinde birçok bölgede iyileştiği (Şişman 2019) ve en azından Türkiye genelinde kirliliğin artmadığı raporlanmıştır (Kalıpçı ve Başer 2019). Bununla birlikte 2019 yılından sonra COVID-19 salgını sebebiyle alınan tedbirler bireylerin karbon ayak izini küçültmüş (Uzunali ve Yazıcı 2023) ve hava kalitesinde kısmi bir iyileşme görülmüştür (Efe 2022, Yıkıcı ve Ünal 2022).

Kent içinde hava kalitesini belirleyen çeşitli etmenler bulunmaktadır. Bunlar temelde doğrudan havayı kirleten kaynaklar, bölgesel olarak kirliliği düzenleyen meteorolojik etkiler, partiküller için filtre görevi gören ve karbonu depolayarak atmosferden uzaklaştıran kentsel yeşil alanlar olarak ele alınabilirler. Bu bağlamda hava kalitesi kent peyzajının özelliğine göre değişkenlik göstermektedir. Peyzaj özelliği ise, bitki örtüsü veya arazi kullanımı gibi bir peyzajı oluşturan doğal ve kültürel unsurların niteliğidir (Zhang ve ark. 2021). Enerji tüketimi, iklimlendirme, üretim ve ulaşım gibi faaliyetler kirliliği doğrudan veya dolaylı olarak etkilediği için nüfus yoğunluğu hava kalitesi adına önemli bir etmendir. Kentlerde nüfus yoğunluğu arttıkça kirleticiler de artmaktadır (Borck ve Schrauth 2021). Nüfus yoğunluğu dışındaki önemli bir diğer antropojenik etmen ise arazi örtüsüdür. Geçirimsiz yüzeyler, yapı yoğunluğu, ulaşım ağları ve su yüzeyleri gibi farklı arazi örtülerinde hava kalitesi bölgesel olarak değişkenlik gösterecektir ve kent merkezine yaklaştıkça hava kalitesi düşecektir (Vadrevu ve ark. 2017). Karbon depolama kapasitesi veya yeşil alanların varlığı ise hava kalitesini iyileştirecektir. Yeşil alanlar hem karbon depolama hem de filtreleme kabiliyetleri ile kentin hava kalitesine önemli katkı sağlamaktadırlar. Özellikle kent ağaçları düşük maliyetlerle en etkili kirletici giderme görevini üstlenmektedirler (Jayasooriya ve ark. 2017). Yeşil altyapı sistemleri, kirletici kaynakların ortadan kaldırılması ve uzaklaştırılması önlemlerinden sonra en etkili kentsel hava kalitesi iyileştirme mekanizması olarak kabul edilmektedirler (Hewitt 2020). Bununla birlikte kentsel yeşil alanların, insanları motorlu taşıt kullanmak yerine yürümeye teşvik etmesi, yapılarda iklimlendirmeye yardımcı olarak klima kullanımını azaltması ve kentsel ısı adası etkisini en aza indirgemesi gibi dolaylı faydaları da vardır. Kentsel alanlarda sıcaklık çevredeki kırsal bölgelere göre daha fazla olma eğilimindedir. Burada sıcaklık, yüzey sıcaklığı ve ortam sıcaklığı olmak üzere iki kategoride ele alınmaktadır. Yüzey sıcaklığı, ortam sıcaklığından farklı olarak arazi örtüsünden ve yüzey materyallerinin albedosundan etkilenmektedir ve kent iklimini değiştiren önemli çevresel bir etmen olarak değerlendirilmektedir (Fuladlu ve Altan 2021). Sıcaklık ile partikül madde arasındaki ilişki zayıf olarak görülse de kentsel alanda özellikle de hava kirliliği bulunan bölgelerde yüzey ozonu ve sıcaklık arasında gözlemlenen korelasyon, sıcaklığın hava kalitesi açısından zararlı bir etkisi olduğuna işaret etmektedir (Jacob ve Winner 2009). Sıcaklıkla birlikte yağış, rüzgâr hızı ve yönü gibi diğer meteorolojik etmenler

de hava kalitesi üzerinde etkilidir. Yağmur ve kar yağışı, partikülleri ve çözünmüş gaz halindeki kirleticileri havadan yere taşıdığı için hava kalitesini geçici olarak iyileştirmektedir (Jacob ve Winner 2009, Tian ve ark. 2021). Rüzgâr ise havalandırma sağlayarak kirleticileri uzaklaştırmada etkili olmaktadır. Bu etkide kentin formu da önemlidir, vadiler ve ulaşım aksları kent içinde havalandırma koridoru görevi görmektedir (Yassin 2013).

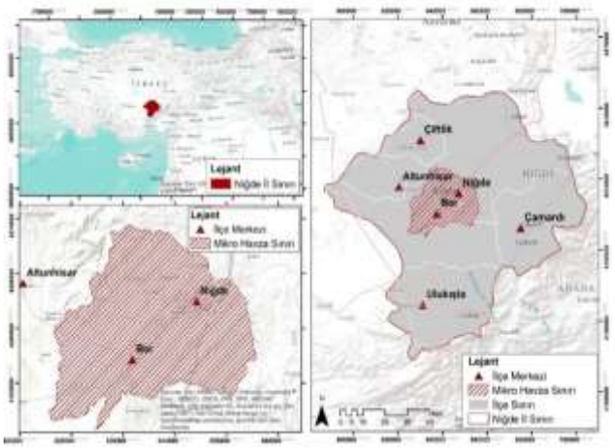
Literatürde hava kalitesinin tespit edilmesine ilişkin çok sayıda bilimsel çalışma mevcuttur. Örneğin, Achillas ve ark. (2011), kentsel hava kirliliği yönetiminde çevresel, ekonomik ve sosyal tercihleri birleştiren bir yöntem geliştirmişler ve farklı disiplinlerden paydaşlardan elde edilen uzman görüşlerini değerlendirmişlerdir. Pisoni ve ark. (2009), PM10'u (Çapı 10 µm'den daha küçük olan partikül madde kirleticisi) kontrol etmek için farklı parametreleri içeren formül uygulamış ve kentsel alanlardaki hava kirliliği ile meteorolojik parametreler arasındaki ilişkiyi belirlemiştir. Gassmann ve Mazzeo (2000), hava kirliliği üzerinde rüzgâr ve karışım ısısı gibi iki atmosferik parametrenin etkilerini incelemiştir. Hosseiniebalam ve Ghaffarpasand (2014), rüzgâr hızı, nispi nem, hava sıcaklığı, atmosferik basınç ve güneş ışığı saatleri gibi meteorolojik parametrelerin kükürt dioksit konsantrasyonu üzerindeki etkisini incelemiştir (Karimi ve ark. 2016). Bu çalışmalara ek olarak Habibi ve ark. (2017), Jhonson ve Saylor (2018), Li ve ark. (2019), Zhou ve ark. (2020) yaptıkları çalışmalarda hava kalitesini, trafik ve nüfus yoğunluğu, arazi kullanımı, kirletici kaynakları ve meteorolojik parametreleri doğrultusunda Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve uzaktan algılama (UA) teknikleri ile haritalamışlardır. Hava kirliliğinin tahmin edildiği bu çalışmalarda, daha çok meteorolojik ve sosyo-ekonomik parametreler irdelenmiş; nüfus yoğunluğu, arazi örtüsü ile yeşil alan varlığına bağlı karbon depolama ve kentin mikroklimatik sıcaklığı hakkında bilgi veren yüzey sıcaklığı gibi antropojenik ve çevresel parametreler dikkate alınmamıştır. Karimi ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada ise, hava kirliliği üzerindeki antropojenik ve meteorolojik parametrelerin etkileri çok kriterli karar verme teknikleri kullanılarak belirlenmiştir. Ancak çalışma irdelendiğinde, yeşil alan varlığı ile ilişkili diğer parametrelerin yönteme dâhil edilmediği görülmektedir.

Bu çalışmada, belirtilen çalışmalarda irdelenen antropojenik ve meteorolojik etkilerin yanı sıra, yeşil alan varlığı ile doğrudan ilişkili karbon depolama ve yüzey sıcaklığı parametreleri de yönteme "çevresel etki" olarak dâhil edilmiştir. Çalışmanın amacı, Niğde kenti ve çevresini kapsayan mikro havza sınırı için hava kalitesi potansiyelinin belirlenmesidir. Çalışmanın özgün yönü antropojenik, meteorolojik ve çevresel parametreleri içeren bütünleşik bir değerlendirme olmasıdır. Bununla birlikte Niğde'de hava kalitesi ölçüm istasyonları sayısının yetersiz olmasının yanı sıra, peyzaj özelliklerine dayalı hava kalitesinin değerlendirildiği bir araştırma bulunmamaktadır. Bu çalışma, hava kalitesi potansiyelinin belirlenmesine yönelik gelecekteki çalışmalar için önemli bir adım olarak kabul edilmektedir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Çalışmanın ana materyalini Niğde kenti ve çevresini kapsayan mikro havza sınırı oluşturmaktadır. Türkiye'nin İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan Niğde, Aladağlar, Bolkar ile Melendiz dağları arasında, deniz seviyesinden yaklaşık 1.300 m yükseklikte ve Kayseri iliyle Akdeniz Bölgesini bağlayan ortalama 1.250 m yükseklikteki platoda konumlanmaktadır. Niğde ilinde, denize paralel uzanan dağların Akdeniz ılıman etkisi ile rüzgârın etkisini azaltması ve/veya yok etmesinin yanı sıra kuzeyden gelen soğuk rüzgârlara açık olması gibi nedenlerle karasal iklim görülmektedir (Kahveci ve Yıldız 2023). Niğde kenti ve çevresinin coğrafi konum haritası Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. Niğde kenti ve çevresi coğrafi konum haritası

Çalışmada kullanılan veri setleri, kaynakları ve veri detayları Çizelge 1'de yer almaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama analizleri için ArcGIS 10.5 yazılımı kullanılmıştır ve kullanılan veri setlerinin projeksiyon sistemi "WGS_1984_UTM_Zone_36N" olarak ayarlanmıştır.

Çizelge 1. Veri setleri ve detayları

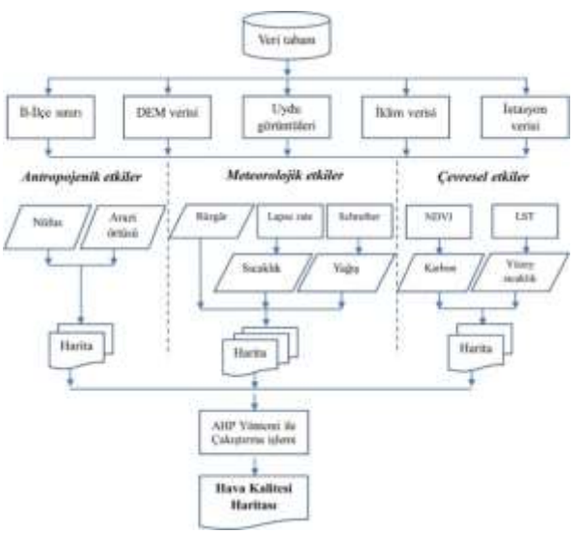
Veri setleri	Detay
Geometrik ve radyometrik düzeltmesi yapılmış uydu görüntüleri *Kaynak:* U.S. Geological Survey (USGS) (https://earthexplorer.usgs.gov/)	Veri tipi: Raster Uydu tipi: Landsat 8-9 OLI/TIRS C2 L1 Çözünürlük: 30 m x 30 m Görüntü tarihi: 27/07/2022 Kullanım amacı: Yüzey sıcaklığı Veri tipi: Raster Uydu tipi: Sentinel-2 Çözünürlük: 16 m x 16 m Görüntü tarihi: 27/07/2022 Kullanım amacı: Karbon depolama
İl ve ilçe sınırları *Kaynak:* Millî Savunma Bakanlığı, Harita Genel Müdürlüğü (https://www.harita.gov.tr/index)	Veri tipi: Vektor (Poligon) Kullanım amacı: Coğrafi konum
Arazi Örtüsü (Corine, 2018) *Kaynak:* Copernicus Land Monitoring Service (https://land.copernicus.eu/)	Veri tipi: Vektör Veri detayı: 1/25.000 Ölçek Kullanım amacı: Hava kirliliği analizi
Meteorolojik Veriler *Kaynak:* Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü (https://mgm.gov.tr/)	Veri tipi: Metin Veri tarihi: Uzun yıllar ortalaması (1935-2022) İklim parametreleri: Sıcaklık, yağış Kullanım amacı: Hava kirliliği analizi
Meteorolojik Veriler *Kaynak:* Global Wind Atlas (https://globalwindatlas.info/en)	Veri tipi: Raster Veri tarihi: 2023 yıllık ortalaması İklim parametreleri: Rüzgâr Kullanım amacı: Hava kirliliği analizi
Nüfus Yoğunluğu Verisi *Kaynak:* Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, Coğrafi Bilgi Dairesi Başkanlığı	Veri tipi: Raster Çözünürlük: 1.000 m x 1.000 m Veri tarihi: 2018 Yılı Kullanım amacı: Hava kirliliği analizi

Yöntem

Çalışmanın yöntemi 2 aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada; hava kalitesini etkileyecek antropojenik etkiler, meteorolojik etkiler ve çevresel etkiler olmak üzere üç başlıkta mekânsal analizler gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada, kamu kurumlarından ve güvenilir uluslararası açık veri kaynaklarından haritalar elde edilmiştir. Doğrudan elde edilemeyen haritalar için, coğrafi bilgi sistemi teknolojisi kullanılarak farklı yöntemler ile (Lapse rate, Schreiber ve Land Surface Temperature) haritalar oluşturulmuştur. Her bir alt parametreye ilişkin önemli bir nokta ise, farklı türdeki bilgileri ve parametre bazındaki sonuçları tek bir değerde toplayan bileşik göstergeler

veya indislerdir. Bazı parametreler, farklı çok sayıda göstergenin kullanıldığı peyzaj planlama çalışmalarında doğrudan değerlendirilememekte, bu kapsamdaki tüm parametrelerin nicel sonuçlarının bütünleşik olarak, ortak bir değerde ele alınması gerekmektedir. Bu durumda, ölçülen farklı bileşenlerin sonuçlarına ait nicel değerler normalize edilip, standart bir değere dönüştürülmektedir (Vihervaara ve ark. 2017). Bu çalışma kapsamında da her bir alt parametre için elde edilen nicel sonuçlar, tüm parametrelerin standart bir değerde ele alınabilmesi amacıyla normalize edilmiş ve 1 (çok düşük)'den 5 (çok yüksek)'e kadar olmak üzere kategorik veriye dönüştürülmüştür. Bu işlem, her bir parametre için elde edilen nicel sonuçların, ArcGIS'teki yeniden sınıflandırma (reclassify) komutu yardımıyla, kategorik olarak 5 eşit aralıkta (equal interval) sınıflandırılması ile yapılmıştır. Karimi ve ark. (2017), hava kalitesini tespit ettiği çalışmada, her bir parametreyi 5 eşit sınıfta kategorik veriye dönüştürmüştür. Bu nedenle, bu çalışmada da her bir parametrelerin nicel sonuçları daha ayrıntılı bir sınıflandırma olması açısından 5 sınıflı bir normalizasyon işlemi uygulanmıştır.

İkinci aşamada; karar verme sürecinde kullanılan çok kriterli karar verme tekniklerinden biri olan analitik hiyerarşi sürecinden (Analitical Hierarchy Process-AHP) yararlanılmıştır. AHS, sadeliği, kolay uygulanan ve anlaşılabilir bir teknik olması nedeniyle çok kriterli karar verme teknikleri arasında sıkça kullanılan bir tekniktir (Abijith ve ark. 2020, Pandian ve ark. 2023, Demir ve Altaş 2024, Aksoy ve ark. 2024). Bu teknikte karar verici uzman sayısı için bir örneklem hesabı veya üzerinde uzlaşılmış sınır değer yoktur. Literatürde genellikle iki ile yüz arası uzman değerlendirmesi kullanılmıştır (Şahin ve Yurdugül 2018), ancak yöntemin kurucusu Saaty'e göre deneyimli tek bir uzmanın değerlendirmesi de yeterli olmaktadır (Saaty ve Özdemir 2014). Bu doğrultuda, ilgili parametrelerin derecelendirilmesi (ağırlıklandırılması) amacıyla peyzaj mimarı dört öğretim elemanının değerlendirmeleri alınmıştır. AHS ile uzman görüşlerinin tespit edilebilmesi amacıyla, çok kriterli karar verme yazılımı olan Expert Choice 11 kullanılmıştır. AHS tekniğinde, oluşturulan ikili karşılaştırma matrisleri karar vericilerin kişisel değerlendirmelerinden oluşmakta; bu nedenle, matrislerin tutarlılıklarının test edilmesi gerekmektedir (Ayçin 2020). Program yardımıyla tutarlılık oranı (CR), ikili karşılaştırma işlemi tamamlandıktan sonra hesaplanmaktadır. Güvenilir bir sonuç elde edebilmek için CI değerinin 0.1'i aşmaması gerekmektedir (Önder ve Önder 2018, Yıldız 2022, Pandian ve ark. 2023). Bu parametreler ağırlık düzeyleri dikkate alınarak örtmeler yöntemi ile çakıştırılmış ve hava kalitesi potansiyelinin mekânsal dağılımı haritalandırılmıştır, Şekil 2'de çalışmanın yöntem akışı yer almaktadır.



Şekil 2. Yöntem akış şeması

Antopojenik Etkiler

Nüfus Yoğunluğu: 1 km x 1 km çözünürlüğe sahip raster nüfus yoğunluğu verisindeki nüfus değerleri, "extract values to point" komutu ile 1 km x 1 km aralıklarla oluşturulmuş örneklem noktalara aktarılmıştır. ArcGIS yazılımının Geostatistical Analyst aracında yer alan "Radial Basis Functions" komutu ile örneklem noktalara aktarılan bu değerlerin mekânsal dağılımı yeniden yapılmıştır. Radial basis functions komutunun esası, belirli bir ağırlık merkezi oluşturmaya dayanmakta ve bu merkez dikkate alınarak enterpolasyon tekniği ile ilgili alanlara uygun değerler atanmaktadır (Bahadır 2011). Elde edilen değerler 5 sınıfta normalize edilmiştir.

Arazi Örtüsü: 2018 Yılına ait arazi örtüsü (CORINE) verisi, hava kalitesi potansiyel durumları dikkate alınarak 5 sınıfta normalize edilmiştir.

Meteorolojik Etkiler

Rüzgâr: 2023 yılı ortalama rüzgâr değerlerine ilişkin elde edilen raster veri 5 sınıfta normalize edilmiştir.

Sıcaklık: 1935-2022 yıllarına ait uzun yıllar sıcaklık ortalaması verisinin yüksekliğe uyarlanabilmesi için Lapse Rate (LR) yönteminden yararlanılmıştır.

LR yönteminde, sıcaklığın yüksekliğe bağlı değişimi atmosferin günlük yapısı ile ilgilidir. LR, atmosferdeki adyabatik ısınma ve soğuma oranları olarak tanımlanmaktadır. LR, yükseklik bilgisini kullanarak hava sıcaklığını tahmin etmek amacıyla enterpolasyon yöntemlerinde kullanılmaktadır. LR yöntemi ile değeri olmayan noktalardaki sıcaklığın, mevcut istasyonlardan ölçülen sıcaklık ve yükseklik değerlerini dikkate alarak tahmin etmektedir. Bu yöntem aynı zamanda akıllı enterpolasyon (smart interpolation) yöntemi olarak da ifade edilmektedir (Willmot ve Matsura 1995, Vincente Serrano ve ark. 2003, Stahl ve ark. 2006, Kazancı 2014). Kuru havadaki adyabatik LR oran, yaklaşık 100 metrede 1 °C olarak belirtilmiştir. Ancak bu değerin farklı kaynaklarda 100 metrede 0.5 °C azaldığı da varsayıldığı ifade edilmiştir (Fairbridge ve Oliver 2005, Demircan ve ark. 2017).

Çalışma kapsamında, yüksekliğe uyarlanmış sıcaklık dağılımını elde edebilmek amacıyla, ArcMap yazılımının Data Management aracındaki "Create Random Points" komutu ile rastgele istasyon noktaları oluşturulmuştur. Bu istasyon noktalarındaki yükseklik değerleri, Sayısal Yükseklik Modelinden (DEM-Digital Elevation Model) Spatial Analyst Tools aracı ile nokta verisine aktarılmıştır. İstasyonların sıcaklık değerleri, bulundukları yüksekliklere bağlı olarak Eşitlik (1) aracılığıyla deniz seviyesine indirgenmiştir.

$$Td = Ti + (hi * 0.005) \quad (1)$$

Td: Deniz seviyesine indirgenmiş sıcaklık
Ti: İstasyonun ortalama sıcaklığı
hi: İstasyonun yüksekliği

Deniz seviyesine indirgenmiş sıcaklıklar, rastgele oluşturulan örnek istasyon noktalarına çekilerek, Eşitlik (1)'in tersten uygulayan ile Eşitlik (2)'nin kullanımı ile yüksekliğe uyarlanmış sıcaklık değerleri elde edilmiştir.

$$Tg = Td - (hg * 0.005) \quad (2)$$

Tg: Oluşturulan istasyonun sıcaklığı
Td: Deniz seviyesine indirgenmiş sıcaklık
Hg: Oluşturulan istasyonun yüksekliği

LR yöntemi ile elde edilen sıcaklık değerlerinin enterpolasyonu için Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon Tekniği (IDW-Inverse Distance Weighted) ile sıcaklık dağılımı tüm alan için elde edilmiş ve 5 sınıfta normalize edilmiştir.

Yağış: 1935-2022 yıllarına ait uzun yıllar yağış ortalaması verisinin yüksekliğe uyarlanabilmesi için Schreiber yönteminden yararlanılmıştır.

Bu yöntem, yağışın topoğrafyaya bağlı değişimini ortaya koymada en çok tercih edilen yöntemlerden biridir. Formüle göre, her 100 metrelik yükseklik artışına bağlı

olarak yağış miktarı da 54 mm artmaktadır. Bu formülün esası, deniz seviyesinden yüksek seviyelere çıkıldıkça yağış miktarının da arttığı yaklaşımına dayanmaktadır. Formül bu haliyle yağış miktarı bilinmeyen alanlardaki yağış miktarını elde etmek için birçok çalışmada kullanılmıştır (Çiçek ve Ataol 2009, Işık ve ark. 2018, Doğru ve Güngörlüoğlu 2022).

Çalışma kapsamında, yüksekliğe uyarlanmış yağış dağılımını elde edebilmek amacıyla, ArcMap yazılımının Data Management aracındaki "Create Random Points" komutu ile rastgele istasyon noktaları oluşturulmuştur. Bu istasyon noktalarındaki yükseklik değerleri, Sayısal Yükseklik Modelinden (DEM-Digital Elevation Model) Spatial Analyst Tools aracı ile nokta verisine aktarılmıştır.

Schreiber formülü Eşitlik (3)'te yer almaktadır. Bu eşitliğe göre, rastgele elde edilmiş istasyonların yükseklik değerleri dikkate alınarak, yağışın her 100 m'de 54 mm arttığı varsayımı ile yüksekliğe uyarlanmış yağış değerleri elde edilmiştir.

$$Ph = Po + (54h) \quad (3)$$

Ph: Yükseltisi bilinen bir noktanın bulunacak yağış tutarını (mm)
Po: Yükseltisi bilinen ve yağış rasadı yapan bir istasyonun yağış tutarını (mm)
54: Her 100 m yükseldikçe yıllık yağışın 54 mm arttığını gösteren katsayı
h: Gerçek istasyon ile yağış miktarı bulunacak istasyon arasındaki yükselti farkı (hektometre) (Ardel ve ark. 1969, Hepbilgin 2018).

Schreiber yöntemi uygulandıktan sonra yağış değerlerinin enterpolasyonu için IDW yöntemi ile yüksekliğe uyarlanmış yağış dağılımı tüm alan için elde edilmiş ve 5 sınıfta normalize edilmiştir.

Çevresel Etkiler

Karbon Depolama Miktarı: Karbon depolama miktarının belirlenmesi amacı ile Myeong ve ark. (2006) tarafından gerçekleştirilen çalışmanın yöntemi dikkate alınmıştır. Bu yöntem ile bitki örtüsünün birim alanda depoladığı karbon miktarı kolayca tahmin edilebilmektedir. Yöntem kapsamında, bağımsız değişken olarak NDVI (Eşitlik 4), bağımlı değişken olarak ise karbon depolama miktarı (kgC/piksel) kullanılarak bir regresyon denklemi geliştirilmiştir (Eşitlik 5). Eşitlikte, a (107.2) ve b (0.0194) doğrusal olmayan regresyondan geliştirilen sabitlerdir (Yıldız 2022, Yıldız ve Kahveci 2023).

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R) \quad (4)$$

$$\text{Karbon Depolama (kgC/Pixel)} = a \times e^{(NDVI \times b)} \quad (5)$$

Arazi Yüzey Sıcaklığı (Land Surface Temperature-LST): LTS hesaplanmasında uydu görüntüsünün termal bantları kullanılmıştır. Bantlar; 2022 tarihli Landsat 8-9 OLI/TIRS C2 L1 uydu görüntülerinde bant 10-11'dir. LTS haritalarını elde etmek için Landsat 8 OLI/TIRS uydu görüntülerinde aşağıdaki adımlar izlenmiş ve Şekil 3'teki eşitlikler uygulanmıştır. Eşitliklerde kullanılan veriler indirilen uydu görüntülerinin meta veri (MTL) dosyalarından elde edilmiştir. LST yönteminin aşamaları şunlardır:

- Termal kızılötesi dijital değerlerin spektral radyans değerlerine dönüştürülmesi,
- Radyans değerlerinin parlaklık sıcaklığı değerlerine dönüştürülmesi,
- NDVI'a bağlı olarak arazi yüzeyi yayınırlık (Ɛ) değerleri belirlenmesi,
- AYS'nin arazi yüzeyi yayınırlık değerine göre haritalanması (Alp 2021)
- Bantların LTS değerlerinin ortalamasının alınması

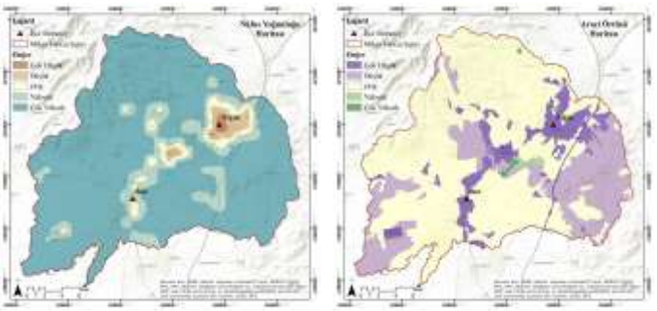
BULGULAR

Antropojenik etkiler kapsamında elde edilen nüfus yoğunluğu ve arazi örtüsü verileri 5 kategoride normalize edilmiştir. Nüfus yoğunluğu ve arazi örtüsü haritaları Şekil 3'te, bu parametrelere ilişkin hava kalitesi potansiyel düzeyleri ise Çizelge 2'de yer almaktadır. Nüfus yoğunluğu haritasında, 1.614 ve 6.060 arasında nüfus yoğunluğuna sahip alanların Niğde kent merkezinde olduğu görülmektedir. Nüfus yoğunluğunun artması, fosil yakıt tüketiminin, sanayileşmenin ve araç trafiğinin arttığının göstergesidir (Rahman 2017). Bu nedenle çalışma sınırı

için belirtilen nüfus yoğunluğunda, hava kalitesi potansiyelinin düşük ve çok düşük olduğu görülmektedir. Benzer şekilde, kent merkezlerinde, nüfus yoğunluğu ile ilişkili olarak konut ve iş merkezlerinin de yoğun olduğunu söylemek mümkündür (Karimi ve ark. 2016). Bu kapsamda, arazi örtüsü sınıfları incelendiğinde, kentteki yerleşime bağlı yapı yoğunluğunun yüksek olduğu alanlarda hava kalitesi potansiyelinin düşük olduğunu söylemek mümkündür. Bu nedenle, 111, 112, 121, 122, 131, 133, 332 ve 333 kodlu arazi örtüsü sınıflarında hava kalitesi potansiyel düzeyleri çok düşük ve düşük olarak belirlenmiştir. Niğde Merkez ve Bor ilçelerinde yapı yoğunluğu yüksek yerleşim alanları yer aldığı için bu alanlarda hava kalitesi potansiyelinin düşük ve çok düşük olduğunu görülmektedir.

Çizelge 2. Nüfus yoğunluğu ve arazi örtüsünün hava kalitesi potansiyel düzeyleri

Nüfus yoğunluğu	**Hava kalitesi potansiyeli- değer**	
3030 - 6206	Çok düşük	1
1614 - 3030	Düşük	2
784 - 1614	Orta	3
222 - 784	Yüksek	4
0 - 222	Çok yüksek	5
Arazi örtüsü	**Hava kalitesi potansiyeli- değer**	
111, 112, 121, 122, 131, 133	Çok düşük	1
332, 333	Düşük	2
211, 212, 221, 222, 242, 231, 243, 321, 324	Orta	3
411	Yüksek	4
512	Çok yüksek	5

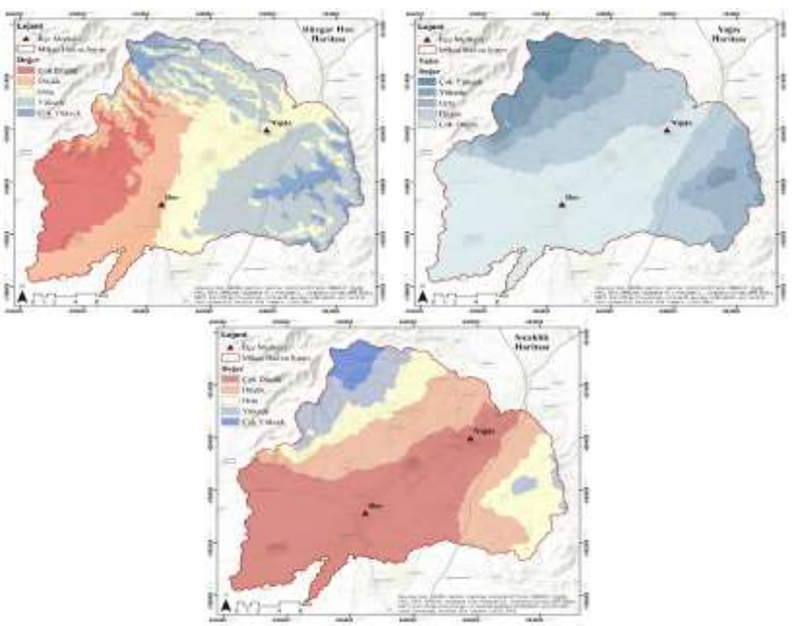


Şekil 3. Nüfus yoğunluğu ve arazi örtüsü haritaları

Meteorolojik etkiler kapsamında elde edilen rüzgâr, yağış ve sıcaklık verileri 5 kategoride normalize edilmiştir. Rüzgâr, yağış ve sıcaklık haritaları Şekil 4'te, bu parametrelere ilişkin hava kalitesi potansiyel düzeyleri ise Çizelge 3'te yer almaktadır. Rüzgâr hızının yüksek olduğu alanlarda kirli hava taşınacağı için bu alanlardaki hava kalitesi potansiyelinin yüksek olacağını söylemek mümkündür (Karimi ve ark. 2016). Bu nedenle, çalışma alanındaki rüzgâr hızı değerleri 5.83 ile 9.56 m sn olan alanlarda hava kalitesi potansiyel düzeyleri yüksek ve çok yüksek olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda, çalışma alanının kuzey, kuzey doğu, doğu ve güney doğusundaki hava kalitesi potansiyel düzeyleri yüksek ve çok yüksek olarak tespit edilmiştir. Benzer şekilde, yağış miktarının yüksek olduğu alanlarda, atmosferdeki kirletici partiküller yıkanmakta ve buna bağlı olarak hava kalitesi potansiyeli artmaktadır (Karimi ve ark. 2016). Bu nedenle, çalışma alanında 528.47 mm ile 796.90 mm arasında yağış alan bölgelerde hava kalitesi potansiyeli yüksek ve çok yüksek olarak belirlenmiştir. Meteorolojik etkiler kapsamında değerlendirilen son parametre ise sıcaklıktır. Sıcaklığın yüksek olduğu bölgelerde havadaki kirletici partiküllerin de yoğun olduğu bilinmektedir (Viswanathanand ve Krishnamurti 1989). Bu nedenle, çalışma alanında sıcaklık değerleri 9.31 °C ile 11.96 °C arasında olan bölgeler için hava kalitesi potansiyel düzeyleri çok düşük ve düşük olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3. Rüzgâr, yağış ve sıcaklığın hava kalitesi potansiyel düzeyleri

Rüzgâr (m sn)	**Hava kalitesi potansiyeli- değer**	
6.87 - 9.56	Çok yüksek	5
5.83 - 6.87	Yüksek	4
4.83 - 5.83	Orta	3
3.68 - 4.83	Düşük	2
2.35 - 3.68	Çok düşük	1
Yağış (mm)	**Hava kalitesi potansiyeli- değer**	
642.41 - 796.90	Çok yüksek	5
528.47 - 642.41	Yüksek	4
439.64 - 528.47	Orta	3
360.47 - 439.64	Düşük	2
302.53 - 360.47	Çok düşük	1
Sıcaklık (°C)	**Hava kalitesi potansiyeli- değer**	
10.78 - 11.96	Çok düşük	1
9.31 - 10.78	Düşük	2
7.66 - 9.31	Orta	3
5.55 - 7.66	Yüksek	4
2.80 - 5.55	Çok yüksek	5

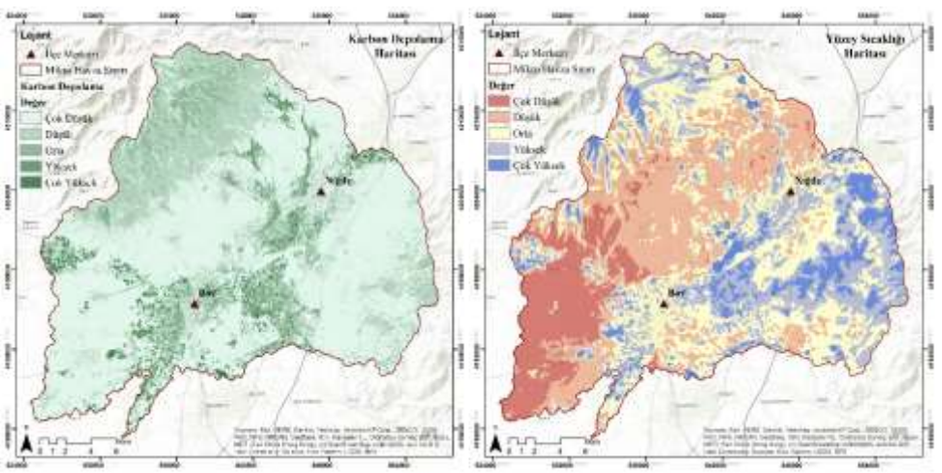


Şekil 4. Rüzgâr, yağış ve sıcaklık haritaları

Çevresel etkiler kapsamında elde edilen karbon depolama ve yüzey sıcaklığı verileri 5 kategoride normalize edilmiştir. Karbon depolama ve yüzey sıcaklığı haritaları Şekil 6'da, bu parametrelere ilişkin hava kalitesi potansiyel düzeyleri ise Çizelge 4'te yer almaktadır. Karbon depolama ile yüzey sıcaklığı miktarı, alandaki yeşil alan miktarı ile ilişkili parametrelerdir. Yeşil alanların yoğun olduğu bölgelerde karbon depolama miktarı da yüksektir. Dolayısı ile karbon depolama miktarının yüksek olduğu bölgelerde, yeşil alan miktarına bağlı olarak hava kalitesi potansiyelinin de yüksek olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır (Liu ve Shen 2014). Çalışma kapsamında, 5.946 ton ile 15.088 ton arasında karbon depolama miktarına sahip olan alanlarda hava kalitesi potansiyel düzeyleri yüksek ve çok yüksek olarak tespit edilmiştir. Benzer şekilde, yeşil alanlar, yapılı alanlara göre daha fazla serinletici etkiye sahiptir. Bu nedenle, bu bölgelerde, sıcaklık parametresinde de ifade edildiği gibi hava kalitesi potansiyelinin yüksek olduğunu söylemek mümkündür. Bu çalışmada, 35.33 °C ile 46.50 °C arasında yüzey sıcaklığına sahip bölgelerde hava kalitesi potansiyeli yüksek ve çok yüksek olarak ifade edilmiştir.

Çizelge 4. Karbon depolama ve yüzey sıcaklığının hava kalitesi potansiyel düzeyleri

Karbon depolama (Ton)	**Hava kalitesi potansiyeli- değer**	
9.289 – 15.088	Çok yüksek	5
5.946 – 9.289	Yüksek	4
3.590 – 5.946	Orta	3
2.298 – 3.590	Düşük	2
107 – 2.298	Çok düşük	1
Yüzey sıcaklığı (°C)	**Hava kalitesi potansiyeli - değer**	
38.96 - 46.50	Çok düşük	1
35.33 - 38.96	Düşük	2
32.47 - 35.33	Orta	3
29.30 - 32.47	Yüksek	4
7.86 - 29.30	Çok yüksek	5

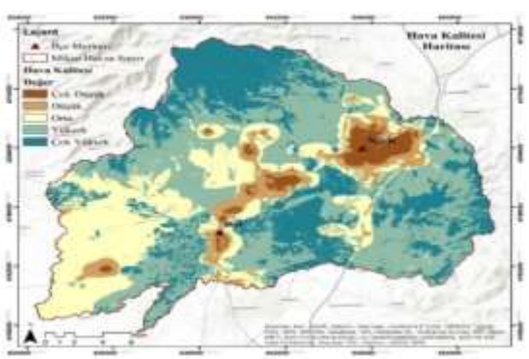


Şekil 5. Karbon depolama ve yüzey sıcaklığı haritaları

Antropojenik, meteorolojik ve çevresel etkiler başlıkları altında belirlenen parametrelerden elde edilen haritalar, çok kriterli karar verme tekniklerinden Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) kullanılarak değerlendirilmiştir. Uzman görüşleri alınarak her bir alt parametre için ağırlık düzeyleri belirlenmiştir (Çizelge 5). Bu parametreler ağırlık düzeyleri dikkate alınarak örtmeler yöntemi ile çakıştırılmış ve hava kalitesi potansiyelinin mekânsal dağılımı haritalandırılmıştır. Şekil 7'de çalışma alanı için elde edilen hava kalitesi potansiyeli mekânsal haritası yer almaktadır.

Çalışma alanındaki hava kalitesi potansiyel düzeylerinin alansal büyüklükleri Çizelge 6'da yer almaktadır. Sonuçlar çalışma alanının yaklaşık %66'sında hava kalitesi potansiyelinin yüksek ve çok yüksek olduğunu göstermektedir. Çalışma alanının yaklaşık %10'unda ise hava kalitesi potansiyel düzeyinin çok düşük ve düşük olduğu görülmektedir. Bu alanlar, Niğde Merkez ve Bor ilçesi ile diğer küçük ölçekli yerleşimleri kapsayan nüfus yoğunluğu ve yapılaşmanın yoğun olduğu bölgelerdir.

Aynı zamanda, bu bölgelerde, yapılaşma nedeniyle yeşil alan miktarının da düşük olduğu arazi örtüsü kodlarından anlaşılmaktadır. Buna bağlı olarak, kentleşmenin olduğu alanlarda, meteorolojik parametrelerin de etkisiyle hava kalitesi potansiyeli diğer alanlara kıyasla düşük ve çok düşük olarak tespit edilmiştir.



Şekil 6. Hava kalitesi potansiyeli haritası

Çizelge 5. AHS tekniği ile uzman görüşleri doğrultusunda elde edilen ağırlık puanları

Göstergeler	Uzman 1	Uzman 2	Uzman 3	Uzman 4	Gösterge ağırlığı
Antropojenik etkileri	0.683	0.625	0.637	0.682	0.7
Meteorolojik etkiler	0.2	0.136	0.105	0.082	0.1
Çevresel etkiler	0.117	0.238	0.258	0.236	0.2
Tutarlılık oranı (CI)	0.02	0.02	0.04	0.02	

Çizelge 6. Hava kalitesi potansiyel düzeyleri ve alanları (ha ve %)

Hava kalitesi potansiyel değeri	Alan (ha)	Alan (%)
Çok düşük	1.923.795	3.36
Düşük	4.028.479	7.04
Orta	13.616.11	23.80
Yüksek	23.088.84	40.35
Çok yüksek	14.565.82	25.46

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, Niğde kenti ve çevresini kapsayan mikro havza sınırı için hava kalitesi potansiyelinin bütünleşik olarak belirlenmesi hedeflenmiştir. Yöntem kapsamında, hava kalitesini etkileyecek antropojenik etkiler (nüfus yoğunluğu ve arazi örtüsü), meteorolojik etkiler (rüzgâr, yağış ve sıcaklık) ve çevresel etkiler (karbon depolama ve yüzey sıcaklığı) olmak üzere üç başlıkta mekânsal analizler gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada kullanılan parametreler belirlenirken Gassmann ve Mazzeo (2000), Pisoni ve ark. (2009), Achillas ve ark. (2011), Hosseiniebalam ve Ghaffarpasand (2014) ve Karimi ve ark. (2016) tarafından gerçekleştirilen çalışmalardan yararlanılmıştır. Bu çalışmalarda nüfus yoğunluğu ve arazi kullanımını ile birlikte sıcaklık, rüzgâr hızı ve yağış gibi meteorolojik veriler hava kalitesini etkileyen önemli faktörler olarak kullanılmıştır. Literatürdeki hava kalitesini haritalayan diğer çalışmalara bakıldığında trafik yoğunluğu ve hava kalitesi istasyon ölçümlerine de yer verildiği görülmektedir (Habibi ve ark. 2017, Chirebvu ve Sibanda 2017, Jhonson ve Saylor 2018, Sharma ve ark. 2018, Li ve ark. 2019, Zhou ve ark. 2020). Bu çalışmalardaki kentlere göre Niğde nüfusu daha az olduğu için trafik yoğunluğu parametresi göz ardı edilmiştir. Bununla birlikte Niğde ilinde yeterli çözünürlükte veri sağlayacak hava kalitesi istasyonu bulunmadığı için çalışmada bu ölçümlere de yer verilmemiştir. Bu çalışmada, literatürdeki benzer çalışmalardan farklı olarak, havayı kirleten kaynaklar ve bölgesel olarak kirliliği düzenleyen meteorolojik parametrelerle ek olarak, kent iklimini etkileyen yüzey sıcaklığı parametresi (Fuladlu ve Altan 2021) ve etkili hava kalitesi iyileştirme mekanizmalarından biri olan kentsel yeşil alanlar (Hewitt ve ark. 2020) karbon depolama parametresi olarak çevresel etkiler başlığı altında yönteme eklenmiştir. Bu bağlamda kapsam zenginleştirilmiş; antropojenik, meteorolojik ve çevresel faktörler bütünleşik bir şekilde değerlendirilerek CBS ve UA teknikleri yardımıyla çalışma alanında hava kalitesi potansiyelinin mekânsal dağılımını detaylı bir şekilde haritalandırmıştır. Buna ek olarak Niğde kenti ve çevresi için daha önce hava kalitesi çalışması yapılmadığı için bu çalışma bir ilk olmuştur.

Bulgular incelendiğinde Niğde kenti ve çevresinde hava kalitesi potansiyelinin %66'sında yüksek ve çok yüksek, %10'unda ise düşük ve çok düşük olduğu tespit edilmiştir. Niğde kent merkezi ile Bor ilçesi kıyaslandığında ise Niğde kent merkezinde hava kalitesinin daha düşük olduğu görülmektedir ve bu bulgu T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı açık erişimli kısıtlı istasyon verileri ile uyumludur. Bu bulguların Tahran (Habibi ve ark. 2017), New York (Jhonson ve Saylor 2018), Delhi (Sharma ve ark. 2018) ve Pekin (Li ve ark. 2019) gibi metropollerde yapılan çalışmalara kıyasla oldukça iyimser olduğu söylenebilir, bu kentlerde hava kalitesinin düşük olduğu ve kirletici kaynakların yoğun olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen değerlerin Niğde kenti ve çevresini kapsayan

mikro havza ölçeğinde yani idari sınırın aksine ekolojik sınırı temel alan ve bu kapsamda kırsal ve kentsel alanı da içinde barındıran bir çalışma alanı sınırında tespit edildiği unutulmamalıdır. Çalışma yalnızca yapılaşmanın yoğun olduğu kentsel alanlar için sınırlandırıldığında, elde edilen yüksek ve çok yüksek düzeydeki hava kalitesi potansiyeli bulgularının bu kadar iyimser olmayacağı öngörülmektedir.

Bu çalışma, hava kalitesi potansiyelinin belirlenmesine yönelik gelecekteki benzer çalışmalar için örnek teşkil edeceği düşünülmektedir. Buna karşın, yönteme ilişkin bazı kısıtlılıklar mevcuttur. Bu çalışmanın yöntemi, farklı kentlerde de uygulanabilmektedir, ancak hava kalitesini etkileyen parametreler ve kullanılan veri detayı, çalışma ölçeği ile alanın doğal ve kültürel peyzaj karakterine göre farklılık gösterebilmektedir. Farklı kentler için hava kalitesini etkileyen birincil parametreler ile bu göstergelerin önem dereceleri değişebilmektedir. Bu kapsamda, her bir gösterge için uygulanan normalizasyon işlemi ve gösterge değerleri için belirlenen eşik değerler de, farklı çalışma alanları için değişiklik gösterecektir. Bu çalışmada normalizasyon işlemi ile elde edilen değer aralıklarının standart değerler olmadığını söylemek mümkündür. Bununla birlikte, çalışma alanı sınırı belirlerken havza ölçeği yerine kent ile kır ayrımını oluşturan yapılaşma sınırının dikkate alınması, analiz sonuçlarının kent için daha net biçimde tahmin edilmesine katkı sağlayacaktır. Çalışmadaki diğer kısıt ise, Niğde il sınırları içinde sadece Niğde merkez ve Bor ilçelerinde birer tane hava kalitesi ölçüm istasyonunun olması nedeniyle çalışma sonuçlarının mevcut hava kalitesi ölçüm değerleri ile karşılaştırılamamış olmasıdır.

Uygulanan yöntem, araştırmacıların ve kent planlamacıların hava kalitesini karakterize etmek için yeni katmanlar eklemelerine ve uygun ağırlıklarla kriterler atamalarına olanak tanımaktadır. Gelecekteki çalışmalarda, araştırma alanının özel sorunlarına ve gereksinimlerine dayanarak farklı parametreler ve farklı ağırlıkların eklenmesi mümkündür. Örneğin antropojenik etkilere, trafik yoğunluğunun yaşandığı kentler için trafik yoğunluğu parametresi, yüksek ve yoğun yapılaşmanın olduğu metropollerde yapı hacmi parametresi eklenebilir. Yükselti ve eğim çeşitliliğine sahip olan kentlerde ise çevresel etkilere topoğrafya parametresi eklenebilir. Aynı zamanda, gelecek çalışmalarda, hava kalitesi ölçüm istasyonlarının mevcut ölçüm değerlerinin olması durumunda, değerlendirilecek parametrelere bu değerler de dâhil edilebilir veya kontrol verisi olarak kullanılıp, çalışma yönteminin başarısı irdelenebilir. Burada önemli olan, kullanılan parametrelerin, her kentin karakterine uygun biçimde seçilmesi gerekliliğidir.

Kentlerde, sorun çıktıkça çözüm üretmek yerine, planlama aşamasında hava kalitesini belirleyen parametrelere yönelik kararlara yer verilmelidir. Kent planlarında, açık ve yeşil alan sistemlerine ilişkin, ilgili kurum ve kuruluşlar tarafından geliştirilen ulusal ve uluslararası standartlar mutlaka dikkate alınmalıdır. Dünya Sağlık Örgütü, kentte kişi başına düşen yeşil alan miktarının en az 9 m^2 olması gerektiğini, idealinin ise 10-15 m^2 olduğunu belirtmektedir. Kent planlarında, bu standart değerlere ulaşılması, kentlerin hava kalitesini doğrudan etkileyecek önemli bir adımdır. Gelişmiş ülkelerde kişi başına düşen yeşil alan ortalama 20 m^2 iken Türkiye'de bu değerin 1 ila 9 m^2 arasında değiştiğini söylemek mümkündür (Sandal Erzurumlu ve ark. 2017). Dolayısıyla, özellikle nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu kentlerde, hava kalitesinin arttırılabilmesi için uluslararası standartlarla uyumlu ulusal eşik değerler kent planlarına bütünleştirilmelidir. Kent içindeki mevcut hava koridorları korunmalı ve ihtiyaca göre alternatif hava koridorlarının oluşturulmalıdır. Bununla birlikte kirletici kaynakları azaltmak adına özellikle organize sanayi bölgeleri ve konutlarda, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı yerel yönetimlerce teşvik edilmeli; endüstride ve ulaşımda fosil yakıt kullanımı azaltılmalıdır. Sonuç olarak hava kalitesini iyileştirmek bir ulusal politika olarak benimsenmeli ve bu doğrultuda izleme, haritalama, tahmin ve değerlendirme çalışmaları önemsenmelidir.

KAYNAKLAR

Achillas C, Vlachokostas C, Moussiopoulos N, Banias G (2011) Prioritise strategies to confront environmental deterioration in urban areas: multicriteria assessment of public opinion and experts' views. Cities, 28(5): 414–423.

Abijith D, Saravanan S, Singh L, Jennifer JJ, Saranya T, Parthasarathy K SS (2020) GIS-based multi-criteria analysis for identification of potential groundwater recharge zones - a case study from Ponnaniyaru watershed, Tamil Nadu, India. HydroResearch, 3: 1–14.

Aksoy O, Demir S, Ersoz ND, Gokkaya MD (2024) Assessment of an effective quantitative model with multi-criteria decision-making method for sustainable campus. Environmental Science and Pollution Research, 1-16.

Alp H (2021) Kent vadilerinin planlanmasında iklim bilgisinin kullanımı: İmrahor Vadisi Örneği. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Ardel A, Kurter A, Dönmez Y (1969) Klimatoloji Tatbikatı. İstanbul Üniversitesi Yayınları, Taş Matbaası, İstanbul.

Ayçin E (2020) Çok kriterli karar verme bilgisayar uygulamalı çözümler (2. Baskı), Ankara: Nobel Yayınevi.

Bahadır M (2011) Coğrafya çalışmalarında yeni bir dağılış modellemesi: yarıçapsal tabanlı fonksiyon yöntemi. TÜBAV Bilim Dergisi, 4(2): 151-161.

Borck R, Schrauth P (2021) Population density and urban air quality. Regional Science and Urban Economics, 86: 103596.

Büke T, Köne AÇ (2016) Assessing air quality in Turkey: a proposed, air quality ındex. Sustainability, 8: 73.

Chirebvu E, Sibanda M (2017) Application of GIS and remote sensing for air quality monitoring in Harare, Zimbabwe. International Journal of Environmental Research and Public Health, 14(6): 621.

Ćurić M, Zafirovski O, Spiridonov V (2022) Air quality and health. 143–182. In M. Ćurić, O. Zafirovski, & V. Spiridonov (Eds.), Essentials of Medical Meteorology, Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-80975-1_8

Çiçek İ, Ataol M (2009) Türkiye'nin su potansiyelinin belirlenmesinde yeni bir yaklaşım. Coğrafi Bilimler Dergisi, 7 (1): 51-64.

Demir M, Altaş NT (2024) Kars kentinde deprem hasar risk potansiyeli taşıyan alanların CBS tabanlı AHP analizlerine dayalı olarak belirlenmesi. Geomatik, 9(1): 123–140.

Demircan M, Arabaci H, Alanİ (2017) Coğrafî bilgi sistemleri ile sıcaklık normallerinin yüksek çözünürlüklü veri setinin üretilmesi. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 16. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 7–10.

Doğru B, Güngörlüoğlu C (2022) Farklı meteorolojik istasyonlara ait yağış değerlerinin haritalanmasında etkenliğin arttırılmasına dair bir uygulama. Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi, 4(1): 15–22.

Efe B (2022) Air quality improvement and its relation to mobility during COVID-19 lockdown in Marmara Region, Turkey. Environ Monit Assess, 194: 255.

Fenger J (1999) Urban air quality. Atmospheric Environment, 33(29): 4877–4900.

Fowler D, Brimblecombe P, Burrows J, Heal MR, Grennfelt P, Stevenson DS, Jowett A, Nemitz E, Coyle M, LiuX, Chang Y, Fuller GW, Sutton MA, Klimont Z, Unsworth MH, Vieno M (2020) A chronology of global air quality. Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 378(2183): 20190314.

Fuladlu K, Altan H (2021) Examining land surface temperature and relations with the major air pollutants: a remote sensing research in case of Tehran. Urban Climate, (39): 100958.

Gassmann M, Mazzeo N (2000) Air pollution potential: regional study in Argentina. Environ. Manag, 25(4): 375–382.

Habibi R, Alesheikh AA, Mohammadinia A, Sharif M (2017) Spatial distribution of air pollutants using GIS: a case study in Tehran, Iran. ISPRS International Journal of Geo-Information, 6(9): 270.

Health and Environment Alliance (2015) Air Pollution and health in Turkey. https://www.env-health.org.

Hewitt CN, Ashworth K, MacKenzie AR (2020) Using green infrastructure to improve urban air quality (GI4AQ). Ambio, 49(1): 62–73.

Hepbilgin B (2018) Kazdağı ve yakın çevresinde ağaç formasyonunun dağılışına iklim değişikliğinin olası etkilerinin modellenmesi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı Doktora Tezi, Çanakkale.

Hosseiniebalam F, Ghaffarpasand O (2014) The effect of emission sources and meteorological factors on sulphur dioxide concentration of great Isfahan, Iran. Atmospheric Environment, (100): 94–101.

Işık F, Bahadır M, Çağlak S (2018) Artvin ilinde yağışın mekânsal dağılışı üzerine bir deneme, Schreiber formülü. Uluslararası Artvin Sempozyumu, Artvin.

Jacob DJ, Winner DA (2009) Effect of climate change on air quality. Atmospheric Environment, 43(1): 51–63.

Jayasooriya VM, Ng AWM, Muthukumaran S, Perera BJC (2017) Green infrastructure practices for improvement of urban air quality. Urban Forestry & Urban Greening, (21): 34–47.

Johnson M, Saylor R (2018) Mapping air quality in urban areas using GIS and remote sensing: A case study of New York City. Journal of Environmental Management, 222: 280-292.

Kahveci B, Yıldız NE (2023) Yağmur suyu hasadı potansiyelinin belirlenmesi: Niğde Kenti Örneği. Erzurumlu, S. (Ed), Kentsel Tasarım Öğelerine Mimari Bakış. Bidge Yayınları, ISBN: 978-625-372-081-0.

Kalıpcı E, Başer V (2019) Coğrafi bilgi sistemi (CBS) ve hava kalitesi verileri kullanılarak Türkiye'nin hava kirliliğinin değerlendirilmesi. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 9(2): 377-389.

Karimi H, Soffianian A, Mirghaffari N, Soltani S (2016) Determining air pollution potential using geographic ınformation systems and multi-criteria evaluation: a case study in Isfahan Province in Iran. Environ. Process, (3): 229–246.

Li X, Zhang Q, Wang Y (2019) Mapping urban air quality using GIS: a case study of Beijing, China. Atmospheric Environment, 214: 116848.

Liu HL, Shen SH (2014) The ımpact of green space changes on air pollution and microclimates: a case study of the Taipei Metropolitan Area. Sustainability, (6) 12: 8827-8855.

Manisalidis I, Stavropoulou E, Stavropoulos A, Bezirtzoglou E (2020) Environmental and health ımpacts of air pollution: a review. Frontiers in Public Health, 8.

Myeong S, Nowak DJ, Duggin MJ (2006) A temporal analysis of urban forest carbon storage using remote sensing. Remote Sensing of Environment, 101(2): 277–282.

Oliver JE, Fairbridge RW (2005) Encyclopedia of World Climate. Springer, 448 sy.

Orhan G (2017) Uzun menzilli sınır aşan hava kirliliği sözleşmesi ve protokolleri: Türkiye'nin duruşu ve uygulamaları. (ss. 131-165). G. Orhan, S. C. Mazlum, & Y. Kaya (Eds), Uluslararası Çevre Rejimleri. Dora.

Önder G, Önder E (2018) İşletmeciler, mühendisler ve yöneticiler için operasyonel, yönetsel ve stratejik problemlerin çözümü çok kriterli karar verme yöntemleri. Dora Yayınevi, 21–74.

Pérez Velasco R, Jarosińska D (2022) Update of the WHO global air quality guidelines: systematic reviews-an introduction. Environment International, (170): 107556.

Pandian RS, Udayakumar S, Balaji KKP, Narayanan RL (2023) Identification of groundwater potential for urban development using multi-criteria decision-making method of analytical hierarchy process. International Journal of Engineering and Geosciences, 8(3): 318–328.

Pisoni E, Carnevale C, Volta M (2009) Multi-criteria analysis for PM10 planning. Environment, (43): 4833–4842.

Rahman MM (2017) Do population density, economic growth, energy use and exports adversely affect environmental quality in Asian Populous Countries?. Renewable and Sustainable Energy Reviews, (77): 506-514.

Saaty TL, Özdemir MS (2014) How many judges should there be in a group?. Ann. Data. Sci., 1: 359–368.

Sandal Erzurumlu G, Yıldız NE, Kahveci B (2017) The evaluation of active green sites for recreation: bor case. Eurasian Journal of Agricultural Research, 1(1): 44-51.

Sharma S, Jain V, Shukla A (2018) Urban air quality mapping and its prediction using GIS and remote sensing techniques: A case study of Delhi, India. Environmental Monitoring and Assessment, 190 (9): 558.

Stahl K, Moore RD, Floyer JA, Asplin MG, McKendry IG (2006) Comparison of approaches for spatial ınterpolation of daily air temperature in a large region with complex topography and highly variable station density. Agricultural and Forest Meteorologhy, (139) 3-4: 224-236.

Şahin M, Yurdugül H (2018) A content analysis study on the use of analytic hierarchy process in educational studies. Journal of Measurement and Evaluation in Education and Psychology, 9(4): 376-392.

Şişman E (2019) Türkiye'de seçilen hava kalitesi izleme istasyonları için eğilim (trend) değerlendirmeleri. Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 5(1): 134-152.

Tian X, Cui K, Sheu HL, Hsieh YK, Yu F (2021) Effects of rain and snow on the air quality ındex, PM2.5 levels, and dry deposition flux of PCDD/Fs. Aerosol and Air quality Research, 21(8): 210158.

Uzunali A, Yazıcı T (2023) Carbon footprint changing with Covid-19 in Turkey. Environ Dev Sustain, 25: 10685–10707.

Vadrevu K, Ohara T, Justice C (2017) Land cover, land use changes and air pollution in Asia: a synthesis. Environmental Research Letters, 12(12): 120201.

Vihervaara P, Monenen L, Santos F, Adamescu M, Cazacu C, Luque S, Genelletti D, Maes J (2017) Biophysical quantification. In: Mapping Ecosystem Services, Burkhard, B. ve Maes, J. (eds), Pensoft Publishers, Sofia.

Yıkıcı A, Ünal H (2022) Türkiye'de hava kalitesinin Covid-19 bağlamında değerlendirilmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Dergisi, 12(23): 21-43.

Zhang L, Liu S, Liu S (2021) Mechanisms underlying the effects of landscape features of urban community parks on health-related feelings of users. International Journal of Environmental Research and Public Health, 18(15).

Zhou J, Wang J, Huang H, Liu Y (2020) Assessment of air quality using GIS and remote sensing: A case study of Guangzhou, China. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(5): 1234-1248.

Artvin Çoruh Üniversitesi
Orman Fakültesi Dergisi
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Yıl: 2024, Cilt: 25, Sayı:2, Sayfa:27-36

ofd.artvin.edu.tr

Artvin Coruh University
Journal of Forestry Faculty
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Year: 2024, Vol: 25, Issue:2, Pages: 27-36

Experimental analysis of water evaporation rates: influence of fan configuration on evaporation efficiency

Su buharlaşma oranlarının deneysel analizi: fan konfigürasyonunun buharlaşma miktarına etkisi

Birkut GÜLER [1*]

[1]Giresun University, Bulancak Vocational School Department of Mechanical and Metal Technologies

Eser Bilgisi / *Article Info*
Araştırma makalesi / *Research article*
DOI: 10.17474/artvinofd.1473060

Sorumlu yazar / *Corresponding author*
Birkut GÜLER
e-mail: birkut.guler@gmail.com

Geliş tarihi / *Received*
24.04.2024
Düzeltme tarihi / *Received in revised form*
13.07.2024
Kabul Tarihi / Accepted
14.07.2024
Elektronik erişim / *Online available*
15.10.2024

Keywords:
Evaporation
Wind
Water management
Water use

Anahtar kelimeler:
Buharlaşma
Rüzgâr
Su yönetimi
Su kullanımı

Abstract

This study experimentally investigates the effect of fan configuration and air velocity on evaporation rates. Four different fan configurations were tested under controlled experimental conditions: central opposite blowing, one-sided blowing, top blowing, and strong fan blowing from the short side. The results indicate that opposite blowing significantly enhances evaporation, while one-sided blowing has limited effectiveness due to reduced air-water contact. Top blowing and the use of strong fans also notably increase evaporation rates. These findings provide valuable insights for optimizing water management practices and contribute to strategies aimed at reducing water losses.

Özet

Bu çalışma, fan konumlandırmasının ve hava hızının su buharlaşma hızları üzerindeki etkisini deneysel olarak incelemektedir. Kontrollü deneysel koşullarda yapılan çalışmada dört farklı fan konfigürasyonu test edilmiştir: merkezden karşılıklı üfleme, tek taraflı üfleme, üstten üfleme ve kısa kenardan güçlü fan üflemesidir. Sonuçlar, karşılıklı üflemenin buharlaşmayı önemli ölçüde artırdığını, tek taraflı üflemenin ise hava-su temasının azalması nedeniyle sınırlı etkili olduğunu göstermiştir. Üstten üfleme ve güçlü fan kullanımının ise belirgin bir şekilde buharlaşma hızlarını artırdığı görülmüştür. Bu bulgular, su yönetim uygulamalarını optimize etmek için değerli içgörüler sunmakta ve su kayıplarını azaltma stratejilerine katkıda bulunmaktadır.

INTRODUCTION

The water cycle describes how water evaporates from Earth's surface into the atmosphere, condenses into clouds, and falls back as precipitation. Water collects on land in rivers, lakes, soil, and rocks, with much returning to the oceans. This constant movement affects Earth's weather, emphasizing the importance of water management. Access to clean water isn't a luxury but a basic need, especially for our future and descendants. Urban growth, climate change, industry, and agriculture strain water sources, highlighting the need for efficient use and management. The rational and sustainable use of water resources can be achieved through the coordination and integration of spatial and inter-sectoral planning and decision-making processes. Sustainable water use involves ensuring efficient utilization of water in a manner that is harmonious with the environment, without wasting even a single drop. This concept brings to mind the water masses that evaporate annually from reservoirs. Various models and coefficients can be used to predict evaporation over a lake. Studies have shown that these coefficients vary with wind speed (Yu et al. 2017). This information is crucial for understanding the water cycle and managing water resources effectively. Particularly, it is of great importance for the planning of dams and the management of water storage. New modeling techniques offer promising improvements in evaporation predictions. For example, the modified Coactive Neuro-Fuzzy Inference System (CANFIS) algorithm can perform exceptionally well in different

climates (Allawi et al. 2021). Such advancements can help in more accurately assessing and managing water resources. Additionally, the impact of groundwater on evaporation should not be overlooked. This allows global models to produce more accurate results. For instance, the GLEAM-Hydro model predicts groundwater interaction globally, providing a more realistic representation of evaporation under water-limited conditions (Hulsman et al. 2023). In addition to evaporation, understanding soil water resources is important. Studies using stable isotopes of hydrogen and oxygen contribute to a better understanding of soil water resources in arid and semi-arid regions (Li et al. 2023). Furthermore, the use of modern techniques such as artificial intelligence can improve evaporation predictions. For example, a study using data from a treatment plant in Iran showed that artificial neural networks outperformed other methods (Izady et al. 2017). Different approaches exist for predicting evaporation rates in humid environments using meteorological data. Improving the accuracy of evaporation predictions can be achieved by forecasting daily equilibrium surface temperatures, focusing on models that relate to the relationship between potential and actual evaporation (Szilagyi and Jozsa 2008). A method has also been developed to determine floating tray evaporation rates in small wetlands. A study conducted in a wetland in Norman, Oklahoma, showed that floating tray evaporation rates were significantly lower than those of land trays (Masoner et al. 2008). Predicting global reservoir evaporation losses is challenging, but new datasets like the Global Reservoir Surface Area Data Set and the Global Reservoir and Dam Database can address this gap (Tian et al. 2022). According to data from the Nansihu Lake Evaporation Station, conversion coefficients for free water surface evaporation vary for different evaporators and exhibit a similar pattern throughout the year. The installation and structures of evaporators affect evaporation rates (Fu et al. 2004). When studying micro-droplet evaporation, it was observed that changes in surface energy between different surface materials and temperatures ranging from 25-250 °C affected contact line dynamics. The evaporation rate was linearly scaled with the contact radius, and a sticking-slipping contact line was observed. A maximum evaporation rate of around 35 µg/s was determined for all materials (Putnam et al. 2012). Studies examining different surface materials to enhance micro-evaporator performance revealed that in two different evaporation regimes, namely non-wetted and wetted regimes, different surface properties affected evaporation. In the non-wetted regime, the P-SiO_2 (Phosphorus-doped Silicon Dioxide) surface showed the highest performance, while in the wetted regime, the P-SiNW (Phosphorus-doped Silicon Nanowire) surface was the most efficient (Azarkish et al. 2015). Soil evaporation is a process that varies depending on atmospheric conditions, with factors such as environmental air temperature and relative humidity being crucial. As temperature increases, evaporation rate increases but the evaporation duration decreases exponentially (Ben Neriah et al. 2014). Instead of traditional methods, a maximum evaporation model can be used to approximate potential evaporation (EP). Applying the maximum evaporation model to all global land surfaces resulted in higher EP estimates compared to the Priestley-Taylor model. This difference increases with decreasing surface moisture, relying on increased net radiation despite obtaining lower Ts (surface temperature) (Tu and Yang 2022). The long-term average evaporation of 3415 reservoirs in Texas has a significant impact on water budgets and management. This corresponds to 61% of agricultural water use or 126% of municipal water use in the state. Therefore, developing strategies to reduce evaporation effects in water management is crucial (Wurbs and Ayala 2014). The interaction between soil and atmosphere provides thermal and hydraulic soil surface conditions that maximize evaporation. This theory links surface energy flows to temperature and soil moisture, supported by experiments (Gao et al. 2023). These findings play a crucial role in water resource management and sustainable use. Therefore, the importance of research on evaporation is increasing.

Climate change has significant effects on water resources. Particularly, the uneven distribution of water resources, extreme rainfall, and droughts pose threats to water security (Abbas et al. 2022, Wang and Liu 2023). Some important studies conducted to understand the effect of

wind speed configurations in determining water evaporation rates. Wind speed has an effect on evaporation rates (Yu et al. 2017). Similarly, it is shown how water evaporation prediction models can be improved by specifically considering wind speed (Yu et al. 2017, Allawi et al. 2021). Effective and sustainable management of water resources, including reducing the loss of water through evaporation, is vital to understanding and controlling the water cycle. Reducing evaporation from dams is an important goal to increase the efficiency of water reservoirs and protect water resources. This study aims to investigate the impact of wind as a strategy to reduce evaporation from dams. In the experiment, the effect of wind is simulated by placing water in a container and using a fan at different angles and speeds. Factors such as the speed of the fan and the distance between the water surface and the fan are also considered. The main objective is to measure the amount of water evaporating under different wind conditions to determine the effect of wind on evaporation. This information will contribute to more efficient water resource management and reduce losses in water reservoirs. The overall goal is to develop solutions that support the sustainable use of water resources and minimize water losses.

EXPERIMENTAL SETUP

Laboratory techniques and measurement methods are crucial for assessing water evaporation rates, providing essential data for models such as SWAT-MODFLOW used in water resource management (Abbas et al. 2022). To experimentally investigate the impact of fan position and speed on water evaporation, a transparent glass container filled with water was observed under controlled conditions. Water temperature was measured using a thermometer, and the laboratory's ambient humidity levels were monitored using national meteorological data. Various fan positions and speeds were tested to observe changes in evaporation rates. These changes were recorded at regular intervals using a timer, yielding valuable data for subsequent analysis.

RESULTS AND DISCUSSIONS

Case 1: Two Facing Fans

In the initial experimental setup, two fans were positioned diametrically opposite each other at the center of a long side of a water-filled container, generating airflow at a velocity of 8 m/s. This configuration facilitated a concentrated air movement directly across the water surface. Over a period of 7 days, the evaporation process was monitored, and the reduction in water level was precisely measured using a mechanical caliper.

The findings from this experiment indicate a significant increase in the amount of water evaporated when the fans were placed facing each other. This observation suggests that the opposite orientation of the fans enhances evaporation by creating a focused airflow that maximizes air-water interaction at the surface. The controlled environment ensured stable conditions for humidity and temperature, minimizing external factors that could influence the evaporation rates observed.

This experimental approach provides empirical evidence supporting the hypothesis that optimizing fan placement and airflow direction can effectively enhance water evaporation rates. Such insights are crucial for developing efficient strategies in water resource management and environmental engineering applications, aiming to mitigate water loss and improve overall system efficiency.

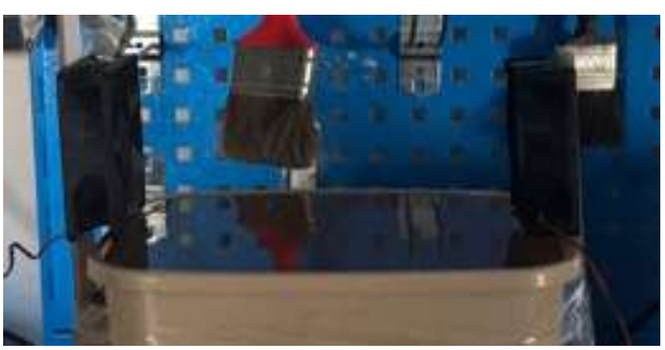


Figure 1. Two fans opposite blowing position

Table 1. Results when two fans blow oppositely from the sides

	Air velocity (m/s)	Time (hour)	Evaporation(g)
Still water	0	168	170
Air blown water	8	168	419

Case 2: Single Fan Blowing From The Side

In the second experimental configuration, a single fan was positioned at the center along one of the long sides of a water-filled container, generating airflow at a velocity of 8 m/s. This setup allowed for unidirectional air movement across the water surface. Over a period of 7 days, the evaporation process was monitored closely, and the reduction in water level was measured using a precise mechanical caliper.

The experimental results indicate that the amount of water evaporated was significantly influenced by the direction and placement of the fan. When the fan blew individually along the long side of the container, the observed evaporation rate was lower compared to the configuration where two fans were blowing towards each other. This suggests that one-sided airflow, despite the same velocity and environmental conditions, results in less effective air-water interaction and consequently reduces the evaporation rate.

The controlled laboratory conditions ensured stable humidity and temperature levels, minimizing external variables that could affect the experimental outcomes. These findings underscore the importance of airflow dynamics and fan placement in optimizing evaporation rates. Understanding these factors is essential for designing efficient systems in water management and environmental engineering, aiming to maximize evaporation processes and mitigate water loss effectively. Such insights contribute to the development of sustainable water conservation strategies and technological advancements in related fields.



Figure 1. Single fan one-side blowing position

Table 2. Results in case of one-side blowing

	Air velocity (m/s)	Time (hour)	Evaporation(g)
Still water	0	168	170
Air blown water	8	168	375

Case 3: Air Blowing From The Top

In the third experimental configuration, different fan setups were tested to investigate their impact on water evaporation from a water-filled container under controlled laboratory conditions. Specifically, three configurations were evaluated: first, two fans positioned at the center blowing towards each other at a speed of 8 m/s; second, a single fan blowing directly downwards onto the water surface at a speed of 13 m/s; and third, no

fans (control group). Each configuration was maintained for a period of 7 days, during which the decrease in water level was measured using a precise mechanical caliper.

The results of the experiments demonstrate distinct variations in the evaporation rates depending on the fan configuration. When two fans were blowing towards each other from the center along the long side of the container, the evaporation rate was observed to increase significantly compared to the control group where no fans were used. This configuration facilitated enhanced air-water interaction due to the converging airflow, thereby promoting greater evaporation from the water surface.

Conversely, when a single fan was positioned directly above the water-filled container, generating a downward airflow at a higher velocity of 13 m/s, the evaporation rate also increased noticeably compared to the control group. The focused airflow directly onto the water surface promoted more intensive air-water mixing, leading to accelerated evaporation over the 7-day observation period.

The controlled laboratory environment ensured consistent humidity and temperature levels throughout the experiments, minimizing external factors that could influence the results. These findings underscore the critical role of fan placement, directionality, and airflow velocity in modulating water evaporation rates. Such insights are instrumental in optimizing evaporative processes for various applications in water management, agricultural practices, and environmental engineering, aiming to enhance efficiency and sustainability in resource utilization.



Figure 2. Single fan top blowing



Figure 3. Two fans top blowing side by side

Table 3. Results in case of single and two fans blowing from the top

	Air velocity (m/s)	Time (hour)	Evaporation(g)
Still water	0	168	170
Air blown (single fan)	13	168	963
Air blown (two fans)	8	168	305

Case 4: Side Blowing Along The Short Side

In the fourth experimental setup, the influence of different fan configurations on water evaporation from a water-filled container was systematically investigated under controlled laboratory conditions. Three distinct fan setups were examined: first, two fans positioned centrally along the long side of the container, blowing towards each other at a velocity of 8 m/s; second, a single fan positioned directly above the water surface, blowing downwards at a higher velocity of 13 m/s; and third, a control setup with no fans operating. Each configuration was maintained for a duration of 7 days, during which the reduction in water level was meticulously measured using a precise mechanical caliper.

The experimental findings revealed notable variations in the rates of water evaporation depending on the fan configuration. When two fans were positioned centrally, directing airflow towards each other along the container's long axis, a significant increase in the evaporation rate was observed compared to the control condition without fans. This configuration facilitated enhanced air-water interaction due to the converging airflow patterns, resulting in accelerated evaporation from the water surface.

Conversely, the setup with a single fan blowing directly downwards onto the water surface at 13 m/s also exhibited a pronounced increase in the evaporation rate relative to the control group. The higher velocity and focused airflow of the single fan promoted intensified air-water mixing and turbulence directly above the water, thereby enhancing the evaporation process over the 7-day experimental period.

The controlled laboratory environment ensured consistent ambient conditions, including humidity and temperature levels, throughout the experiments, thereby minimizing external variables' impact on the results. These findings underscore the critical role of fan placement, directionality, and airflow intensity in modulating water evaporation rates. Such insights are instrumental for optimizing evaporative processes in diverse applications, including water resource management, agricultural practices, and environmental engineering, with the goal of improving efficiency and sustainability in resource utilization strategies.



Figure 4. Side blowing along the short side



Figure 5. High air speed with a single side fan

Table 4. Side blow results along the short side

	Air velocity (m/s)	Time (hour)	Evaporation(g)
Still water	0	168	170
Air blown (single fan)	13	168	782
Air blown (two fans)	8	168	445

The position and speed of fans affecting water evaporation have been examined through laboratory experiments and modeling. Such studies demonstrate how fan configurations can be adjusted to optimize water evaporation (Abbas et al. 2022, Wang and Liu 2023).

Contributions Of Experimental Findings To Evaporation Estimation

The experimental findings from this study significantly contribute to the estimation and control of evaporation in natural and artificial reservoirs, lakes, and similar water bodies. Accurate estimation and reduction of evaporation are critical for sustainable water resource management. These findings offer potential benefits in several key areas:

Development of Evaporation Prediction Models: The experimental data obtained can be utilized to enhance the accuracy of evaporation models. These models could incorporate the effects of material properties, as well as environmental and climatic factors, leading to more precise estimations of water loss in reservoirs and lakes.

Evaluation of Evaporation-Reducing Materials: The findings enable an assessment of the effectiveness of materials designed to mitigate evaporation. This includes solutions such as surface coatings or floating platforms deployed on water surfaces, which may significantly reduce evaporation rates and water loss.

Analysis of Environmental and Climatic Influences: The data acquired facilitate a deeper understanding of how various environmental and climatic conditions impact evaporation processes. Through the analysis of factors such as temperature, humidity, and wind speed, strategies can be developed to manage these variables effectively and reduce evaporation.

Formulation of Water Management Strategies: The results contribute to the development of strategies for sustainable water resource management. By minimizing evaporation, more efficient utilization of water resources is ensured, particularly in regions experiencing water scarcity.

In summary, the results of this study offer important insights into the estimation and control of evaporation in reservoirs and lakes. The minimization of evaporation is crucial for conserving and efficiently utilizing water resources, and the findings of this research can guide future efforts in this area.

Recent studies highlight the escalating impacts of climate change on water resources and emphasize strategies aimed at mitigating these effects (Wang and Liu 2023). The findings contribute valuable insights into optimizing water management practices through the strategic deployment of fans to enhance evaporation rates, thus supporting sustainable water resource management strategies in varying environmental contexts.

NUMERICAL SETUP

Evaporation, the process by which molecules transition from the surface of a liquid to the gas phase, is a fundamental phenomenon encountered in both natural occurrences and industrial applications. It plays a pivotal role in the water cycle, as well as in various industrial processes where accurate estimation and control of evaporation rates are crucial. Understanding and quantifying evaporation rely heavily on a set of mathematical equations that describe the underlying mass and energy transfer mechanisms.

The equations used to model evaporation are essential tools in assessing the amount of water vapor leaving the liquid surface and the associated heat transfer dynamics.

Mass transfer equations are employed to calculate the rate of evaporation from the liquid surface into the surrounding medium. These equations take into account factors such as temperature, humidity, and air movement, which influence the evaporation rate. They provide insights into how environmental conditions affect the evaporation process.

Conversely, energy transfer equations focus on determining the amount of energy required for water molecules to transition from the liquid to the vapor phase. This involves calculating the latent heat of vaporization, which is the amount of heat absorbed by water molecules during evaporation. These energy equations are crucial for understanding the thermodynamics of evaporation and for quantifying the heat flux involved in the process.

The application of these equations extends across various domains, from industrial settings where controlling evaporation impacts production efficiency and resource management, to environmental studies where understanding natural evaporation rates informs ecological models and water resource management strategies. In industrial processes, for instance, precise calculations of evaporation rates aid in optimizing energy consumption and reducing water usage. In environmental sciences, these equations are instrumental in predicting water loss from natural reservoirs, lakes, and rivers, thereby supporting sustainable water resource management practices.

Overall, the mathematical models and equations used to analyze evaporation are indispensable tools in scientific research and engineering applications. They enable researchers and engineers to quantify and predict evaporation rates under different conditions, leading to improved management strategies and enhanced efficiency in various sectors that rely on water and energy resources. Thus, a comprehensive understanding of these equations is essential for advancing both theoretical knowledge and practical applications related to the complex phenomenon of evaporation.

Air density: $$\rho\left[kg/m^3\right]=348.1x\frac{P}{273+T}$$

Air heat conductivity:

$$k\left[W/mK\right]=0.02418x\left(\frac{273+T}{273}\right)^{0.85},$$

Applied -40÷140 °C

Dynamic viscosity of air:

$$\mu\left[kg/ms\right]=1.724x10^{-5}x\left(\frac{273+T}{273}\right)^{0.77},$$

Applied -20÷160°C

Saturation pressure of water:

$$P_{doyma}\left[kPa\right]=\left[0.782+2.962\left(\frac{T}{100}\right)+6.29x\left(\frac{T}{100}\right)^{2.325}\right]^2$$

Enthalpy of evaporation of water:

$$h_{fg}\left[kJ/kg\right]=2501.64-2.364xT-7.80\left(\frac{T}{100}\right)^{2.2}$$

Diffusion coefficient of water vapor in air:

$$D\left[m^2/s\right]=\frac{2.336}{P}x\left(\frac{273+T}{273}\right)^{1.81}$$

Temperatures are in [°C] and saturation pressure and evaporation enthalpy are valid between 0-100 °C. P in the diffusion coefficient equation is atmospheric pressure in N/m^2.

Solution can be applied:

If we write the heat and mass equations together on the box,

$h(T_y-T_\infty) + hm\left(m_{1y}-m_{1\infty}\right)h_{fg} = 0$

This means that heat will be removed from the surface by convection and evaporation. Since there is blowing with a fan, there is forced convection because there is air velocity. Reynolds number will be used to determine the flow regime.

$$m_{1y}=\frac{\emptyset_y.P_{yd}.M_{H2O}}{\emptyset_y.P_{yd}.M_{H2O}+(P_a-\emptyset_y P_{d)}\,M_{hava}}$$

$$m_{1\infty}=\frac{\emptyset_\infty.P_{\infty d}.M_{H2O}}{\emptyset_\infty.P_{\infty d}.M_{H2O}+(P_a-\emptyset_\infty P_{d)}M_{hava}}$$

$$h_{fg}\left[kJ/kg\right]=2501.64-2.364xT-7.80\left(\frac{T}{100}\right)^{2.2}$$

Reynold number: $\frac{\rho V_{ort.D}}{\mu}$

Schmidt number: $\frac{\mu}{\rho.D}$

Prandtl number: $\frac{Cp.\mu}{k} = \frac{\gamma}{\alpha}$

For heat transfer;

Nusselt number: $\frac{h.D}{k} = C.Re^{m}.Pr^{1/3}$

For mass transfer;

Sherwood number: $\frac{\rho.hm.D}{D}$ = $C.Re^{m}.Sc^{1/3}$
According to this

$\mathrm{hm}\left(\mathrm{m}_{1\mathrm{y}} - \mathrm{m}_{1\infty}\right)$: The equation actually tells us the amount of mass evaporated from the surface;

$\mathrm{hm}\left(\mathrm{m}_{1\mathrm{y}} - \mathrm{m}_{1\infty}\right)\mathrm{h}_{\mathrm{fg}}$: The equation will give the amount of heat absorbed by this mass while evaporating (Incropera and DeWitt 2002).

CONCLUSION

The experimental investigation aimed to assess the influence of varying fan configurations—position and speed—on the rate of water evaporation. Firstly, the scenario involving two fans blowing in a opposite configuration demonstrated a notable increase in evaporation. This effect was attributed to enhanced air movement over the water surface, facilitating a more uniform distribution of water vapor and accelerating the overall evaporation process. The opposite blowing between fans likely promoted a significant rise in the evaporation rate by facilitating a more homogeneous evaporation environment.

In contrast, the case involving a single fan blowing from the side showed an observable but less substantial increase in water evaporation compared to the opposite blowing configuration. Side blowing appeared to limit direct air-water contact, thereby restraining the potential for a more pronounced evaporation rate increase as observed in mutual blowing scenarios.

The third experimental setup involved directing fan airflow directly onto the water surface, whether from a single fan or two fans concurrently. This arrangement led to a significant enhancement in water evaporation rate. The direct airflow from fans promoted faster evaporation by directly interacting with the water surface, thereby accelerating the phase transition of water molecules into vapor. Notably, the combined blowing effect of two fans demonstrated a more pronounced increase in the evaporation rate, suggesting a synergistic effect in promoting evaporation.

Furthermore, the use of a powerful fan was observed to further intensify the evaporation rate. Even when positioned along the shorter side of the water container, a powerful fan still increased the evaporation rate significantly. This outcome can be attributed to the high velocity of air flow and its direct impact on the water surface, facilitating quicker evaporation of water molecules.

Overall, the experimental findings underscored that mutual and top blowing configurations of fans provided the most substantial enhancements in water evaporation rate. Conversely, side blowing configurations showed a more limited increase in evaporation rate. These results emphasize the critical role of fan position and speed in influencing the dynamics of water evaporation.

REFERENCES

Abbas SA, Xuan Y, Bailey RT (2022) Assessing climate change ımpact on water resources in water demand scenarios using SWAT-MODFLOW-WEAP. Hydrology, 9 (10).

Allawi MF, Ahmed ML, Aidan IA, Deo RC, El-Shafie A (2021) Developing reservoir evaporation predictive model for successful dam management. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, 35(2): 499–514.

Azarkish H, Behzadmehr A, Fanaei Sheikholeslami T, Sarvari SMH, Fréchette LG (2015) Water evaporation phenomena on micro and nanostructured surfaces. International Journal of Thermal Sciences, 90: 112–121.

Ben Neriah A, Assouline S, Shavit U, Weisbrod N (2014) Impact of ambient conditions on evaporation from porous media. Water Resources Research, 50(8): 6696–6712.

Fu G, Liu C, Chen S, Hong J (2004) Investigating the conversion coefficients for free water surface evaporation of different evaporation pans. Hydrological Processes, 18(12): 2247–2262.

Gao W, Liu X, Zheng C, Lu Y, He J, He Y (2023) Comparison of the soil water, vapor, and heat dynamics between summer maize and bare fields in arid and semi-arid areas. Agronomy, 13(4).

Hulsman P, Keune J, Koppa A, Schellekens J, Miralles DG (2023) Incorporating plant access to groundwater in existing global, satellite-based evaporation estimates. Water Resources Research, 59(8).

Incropera FP, DeWitt DP (2002) Fundamentals of Heat and Mass Transfer. (6th ed.)., John Wiley & Sons.

Izady A, Sanikhani H, Abdalla O, Chen M, Kisi O (2017) Impurity effect on clear water evaporation: toward modelling wastewater evaporation using ANN, ANFIS-SC and GEP techniques. Hydrological Sciences Journal, 62(11): 1856–1866.

Li Y, Huo S, Guo J, Sun J, Pan J, Wang D, Tan Q, Pei B (2023) Using hydrogen and oxygen stable isotopes to estimate soil water evaporation loss under continuous evaporation conditions. Hydrological Processes, 37(5).

Masoner JR, Stannard DI, Christenson SC (2008) Differences in evaporation between a floating pan and class a pan on land. Journal of the American Water Resources Association, 44 (3): 552–561.

Putnam SA, Briones AM, Byrd LW, Ervin JS, Hanchak MS, White A, Jones JG (2012) Microdroplet evaporation on superheated surfaces. International Journal of Heat and Mass Transfer, 55(21–22): 5793–5807.

Szilagyi J, Jozsa J (2008) New findings about the complementary relationship-based evaporation estimation methods. Journal of Hydrology, 354(1–4): 171–186.

Tian W, Liu X, Wang K, Bai P, Liu C, Liang X (2022) Estimation of global reservoir evaporation losses. Journal of Hydrology, 607.

Tu Z, Yang Y (2022) On the estimation of potential evaporation under wet and dry conditions. Water Resources Research, 58(4).

Wang X, Liu L (2023) The impacts of climate change on the hydrological cycle and water resource management. In Water (Switzerland)i 15 (13).

Wurbs RA, Ayala RA (2014) Reservoir evaporation in Texas, USA. Journal of Hydrology, 510: 1–9.

Yu TF, Si JH, Feng Q, Xi HY, Chu YW, Li K (2017) Simulation of pan evaporation and application to estimate the evaporation of Juyan Lake, northwest China under a hyper-arid climate. Water (Switzerland), 9(12).

Artvin Çoruh Üniversitesi
Orman Fakültesi Dergisi
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Yıl: 2024, Cilt: 25, Sayı:2, Sayfa: 37-46

ofd.artvin.edu.tr

Artvin Coruh University
Journal of Forestry Faculty
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Year: 2024, Vol: 25, Issue:2, Pages: 37-46

Determination of optical properties of ovangkol (Guibourtia ehie (a.chev.) j.léonard) wood treated with oxalic acid and hydrogen peroxide

Oksalik asit ve hidrojen peroksit ile işlem görmüş ovangkol (Guibourtia ehie (a.chev.) j.léonard) odununun optik özelliklerinin belirlenmesi

Ümit AYATA *[1] Osman ÇAMLIBEL[2]

[1] Bayburt University, Faculty of Art and Design, Department of Interior Architecture and Environmental Design, Bayburt
[2] Kırıkkale University, Kırıkkale Vocational School, Furniture and Decoration Program, Kırıkkale

Eser Bilgisi / *Article Info*
Araştırma makalesi / *Research article*
DOI: 10.17474/artvinofd.1487033

Sorumlu yazar / *Corresponding author*
Ümit AYATA
e-mail: umitayata@yandex.com

Geliş tarihi / *Received*
20.05.2024
Düzeltme tarihi / *Received in revised form*
20.07.2024
Kabul Tarihi / Accepted
26.07.2024
Elektronik erişim / *Online available*
15.10.2024

Keywords:
Guibourtia ehie
Color
Bleaching
Whiteness index
Glossiness

Anahtar kelimeler:
Guibourtia ehie
Renk
Ağartma
Beyazlık indeksi
Parlaklık

Abstract

Ovangkol wood, an exotic wood species, is becoming valuable in the woodworking industries, particularly in the furniture sector. Bleaching treatments alter the color of the wood. In this study, changes in certain surface properties [whiteness index (*WI**), glossiness, and color parameters (lightness (*L**), red color (*a**) tone, yellow color (*b**) tone, chroma (*C**), and hue angle (h^o))] were investigated by applying two different bleaching chemicals [oxalic acid ($C_2H_2O_4$) and hydrogen peroxide (H_2O_2) + sodium hydroxide (NaOH)] on ovangkol (*Guibourtia ehie* (A.Chev.) J.Léonard) wood surfaces. According to the results, increases in *WI** in the parallel direction and all color parameters were observed with the $C_2H_2O_4$ chemical. Additionally, with the NaOH + H_2O_2 solution, increases in *L** and h^o values were achieved, while decreases in *a**, *C**, and *b** parameters were observed. When using the $C_2H_2O_4$ chemical, the Δ*E** value was recorded as 4.25, whereas it was determined as 13.14 for treatments with solutions containing H_2O_2 + NaOH. Positive changes in Δ*L** values were observed with both chemicals. However, positive Δ*a**, Δ*b**, and Δ*C** values were observed with the $C_2H_2O_4$ chemical, while these values were negative with the NaOH + H_2O_2 solution. The glossiness values decreased at both 60° and 85° angles regardless of whether the bleaching agents were applied parallel or perpendicular to the wood fibers.

Özet

Bir egzotik ağaç türü olan ovangkol odunu başta mobilya sektörü olmak üzere ahşap işleyen endüstri alanlarında değerli bir tür olma yolundadır. Ağartma işlemleri ile ahşabın rengi değişmektedir. Bu araştırmada, ovangkol (*Guibourtia ehie* (A.Chev.) J.Léonard) odununun yüzeylerinde 2 farklı ağartma kimyasallarının [oksalik asit ($C_2H_2O_4$) ve hidrojen peroksit (H_2O_2) + sodyum hidroksit (NaOH)] uygulanması ile bazı yüzey özelliklerindeki [beyazlık indeksi (*WI**), parlaklık ve renk parametreleri (ışıklılık (*L**), kırmızı (*a**) renk tonu, sarı (*b**) renk tonu, kroma (*C**) değeri ve ton açısı (h^o)] meydana gelen değişimler araştırılmıştır. Sonuçlara göre, $C_2H_2O_4$ kimyasalı ile *WI** ‖ yönde ve bütün renk parametrelerinde artışlar tespit edilmiştir. Buna ek olarak, NaOH + H_2O_2 çözeltisi ile *L** ve h^o değerlerinde artışlar elde edilirken, *a**, *C** ve *b** parametrelerinde azalışlar görülmüştür. $C_2H_2O_4$ kimyasalı kullanıldığında Δ*E** değeri 4.25 olarak kaydedilirken, H_2O_2 + NaOH içeren çözeltilerle yapılan işlemler sonucunda Δ*E** değeri 13.14 olarak belirlenmiştir. Her iki kimyasalda da Δ*L** değerlerinde pozitif değişimler gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, $C_2H_2O_4$ kimyasalıyla Δ*a**, Δ*b** ve Δ*C** değerlerinin pozitif olduğu görülürken, NaOH + H_2O_2 çözeltisi kullanıldığında bu değerlerin negatif olduğu gözlemlenmiştir. Her iki ağartma maddesinin ahşap yüzeylerine uygulanması ile parlaklık değerleri, liflere paralel veya dik yönde tespit edilmiş olmasına bağlı olmaksızın, hem 60° hem de 85 ° de azalmıştır.

INTRODUCTION

Bleaching refers to the elimination of natural color pigments from wood using various oxidizing and reducing agents. This method should be reserved for situations where it is absolutely essential, as it often diminishes the inherent beauty and vibrant look of veneered or solid wood. Recently, the importance of bleaching has increased, and it is commonly used on hardwoods such as walnut, oak, ash, and birch (Kurtoğlu 2000).

Bleaching is performed for various purposes, including the following: ensuring color uniformity across all parts that make up the furniture, enhancing the color, grain, and texture of the wood by removing the causes of color darkening, lightening wood that has been previously stained with dark tones to achieve the desired lighter shades,

maintaining color consistency to prevent color variations in furniture produced at different times, enabling the production of desired colors, and indirectly increasing marketing opportunities, preventing unwanted discoloration resulting from the interaction between natural wood pigments and paint pigments, achieving color stability by reducing the likelihood of color changes over time due to wood by-products and extractives, and eliminating undesirable color changes caused by blue mold and fungi (Sönmez 2005).

Today, a range of chemicals is employed for wood bleaching, such as oxalic acid ($C_2H_2O_4$), hydrogen peroxide (H_2O_2), and sodium hydroxide (NaOH).

Wastewater from oxalic acid activation is considered more environmentally friendly than that from inorganic acids because it can break down through microbiological and photochemical processes (Taxiarchou and Douni 2014). Oxalic acid (HOOC-COOH) is a reducing agent and a carboxylic acid. Chemically, there are at least two possible bleaching mechanisms. One involves the acidic hydrolysis of ester groups, such as those found in lignin, which is catalyzed by the acidic oxalic acid. This reaction produces an alcohol and a carboxylic acid (Herstedt and Herstedt 2017).

Sodium hydroxide (NaOH) in solution is a white, odorless, and non-volatile liquid. While it does not catch fire, it is extremely reactive and can react explosively with water and other materials, generating sufficient heat to ignite adjacent flammable substances. A key benefit of NaOH is its ability to interact easily with water, enhancing its role as a compaction aid and achieving higher density with the same compactive effort. It is also notably effective when applied to soils containing high levels of aluminum (Alshaaer 2000, Olaniyan 2008, Olaniyan et al. 2011).

NaOH aqueous solutions interact with cellulose to form a Na^+/water and cellulose system, which develops stable hydrogen-bonded networks. These networks can break up the tightly packed cellulose chains and prevent their polymerization. The treatment with alkali reduces the length of molecular chains, leading to a minor decrease in the uniformity of cell structures, crystallinity, and crystal grains. This process allows chemical reagents to more easily penetrate the cellulose fibers while preserving their chemical makeup. Furthermore, the degree of cellulose swelling increases as the temperature drops (Jiao and Xiong 2014).

Hydrogen peroxide is extensively utilized as a bleaching agent, particularly in the textile industry, as well as in pulp and paper processing and domestic laundry. It reacts with various substances like carbonates, borates, pyrophosphates, and sulfates to create peroxyhydrates or peroxy compounds (Farr et al. 2003).

The bleaching pretreatment applied in wood veneer painting is thought to remove the color disparity between earlywood and latewood, produce a lighter substrate, create a more consistent stain color, and minimize variations within the same batch (Liu et al. 2015). In the literature, it was reported that bleaching processes were conducted on various wood species using oxalic acid ($C_2H_2O_4$) and sodium hydroxide (NaOH) + hydrogen peroxide (H_2O_2) + chemicals. Some of these studies are provided in Table 1.

In these studies, (Table 1), it was reported that the total color difference values were higher with the H_2O_2 + NaOH solution compared to the $C_2H_2O_4$ chemical. Sodium hydroxide, a potent alkaline chemical, is used for wood pulping and in certain paint removers (Williams 2010). In the literature, it is observed that no bleaching process has been carried out on ovangkol wood, a valuable wood species in the furniture industry.

Ovangkol (*Guibourtia ehie* (A. Chev.) J. Léonard (*Fabaceae*, *Detarioideae*)) is classified under the subfamily *Caesalpinioideae*. It is native to tropical Africa, with its range extending across Cameroon, Liberia, Ivory Coast, Ghana, Gabon, and Nigeria. This species thrives in closed rainforests and transitional forests (WCMC 1991). It is commonly found in evergreen and semi-deciduous moist forests stretching from Liberia to Gabon (Tosso et al. 2016). In Ghana, this species thrives successfully in the drier areas of moist mixed forests (Hawthorne 1995). Its official commercial names include *Guibourtia ehie*, *Copaifera ehie* A. Chev., and Kévazingo. Local names in Gabon include Ovengkol (Fang), Amazone; Hyedua ovengkol (Cameroon, Gabon); amazakou; Amazou, Whimawe (Ivory Coast); mongoy (Gambia); anokye, ehie, hyeduanini, hyedun (Ghana). The timber is employed in the creation of top-notch furniture, carpentry work, woodturning, ornamental veneers, and flooring (Raponda-Walker and Sillans 1961, White and Abernethy 1996).

In light of the information provided above, ovangkol wood emerges as a valuable timber species used in various woodworking industries. This study investigates some surface changes occurring after bleaching application on ovangkol (*Guibourtia ehie* (A.Chev.) J.Léonard) wood. The obtained results were aimed at creating a new potential for usage areas of the wood species.

Table 1. Studies on bleaching by using $C_2H_2O_4$ and H_2O_2 + NaOH.

Wood type	Bleaching chemical type	Change for color parameters					Reference
		L*	***a****	***b****	***C****	***h*°**	
Cocobolo	$C_2H_2O_4$	↓	↓	↓	↓	↓	Çamlıbel and Ayata (2024b)
	H_2O_2 + NaOH	↑	↓	↑	↑	↑	
Basralocus	$C_2H_2O_4$	↑	↑	↑	↑	↑	Ayata and Bal (2024)
	H_2O_2 + NaOH	↑	↓	↑	↑	↑	
Okoumé	$C_2H_2O_4$	↑	↑	↑	↑	↓	Çamlıbel and Ayata (2024a)
	H_2O_2 + NaOH	↑	↓	↓	↓	↑	
Balau red	$C_2H_2O_4$	↓	↓	↓	↓	↑	Peker et al. (2024)
	H_2O_2 + NaOH	↑	↓	↑	↑	↑	
Amazon Rosewood	$C_2H_2O_4$	↓	↑	↑	↑	↑	Ayata et al. (2024a)
	H_2O_2 + NaOH	↑	↓	↑	↑	↑	
Ayous	$C_2H_2O_4$	↑	↓	↑	↓	↑	Ayata et al. (2024b)
	H_2O_2 + NaOH	↑	↓	↓	↓	↑	
Bulletwood	$C_2H_2O_4$	↑	↑	↑	↑	↓	Peker et al. (2023a)
	H_2O_2 + NaOH	↑	↓	↑	↑	↑	
Movingui	$C_2H_2O_4$	↑	↑	↑	↑	↑	Peker et al. (2023b)
	H_2O_2 + NaOH	↑	↓	↑	↑	↑	
Satinwood ceylon	$C_2H_2O_4$	↓	↓	↑	↓	↑	Ayata and Çamlıbel (2023)
	H_2O_2 + NaOH	↑	↓	↓	↓	↑	
Ilomba	$C_2H_2O_4$	↑	↑	↑	↑	↑	Ayata and Bal (2023)
	H_2O_2 + NaOH	↑	↓	↓	↓	↑	
Olon	$C_2H_2O_4$	↑	↑	↑	↑	↑	Peker and Ayata (2023)
	H_2O_2 + NaOH	↑	↓	↓	↓	↑	
Canelo	$C_2H_2O_4$	↑	↑	↑	↑	↑	Peker (2023a)
	H_2O_2 + NaOH	↑	↑	↑	↑	↑	
Lotofa	$C_2H_2O_4$	↑	↓	↑	↑	↑	Peker (2023b)
	H_2O_2 + NaOH	↑	↓	↓	↓	↑	
Black locust	$C_2H_2O_4$	↑	↓	↑	↓	↑	Peker and Ulusoy (2023)
	H_2O_2 + NaOH	↑	↓	↓	↓	↓	
Linden	$C_2H_2O_4$	↓	↑	↑	↑	↓	Çamlıbel and Ayata (2023a)
	H_2O_2 + NaOH	↑	↓	↓	↓	↑	
Ekop	$C_2H_2O_4$	↓	↑	↑	↑	↑	Çamlıbel and Ayata (2023b)
	H_2O_2 + NaOH	↑	↓	↑	↑	↑	
İzombé	$C_2H_2O_4$	↓	↑	↑	↑	↑	Peker et al. (2023c)
	H_2O_2 + NaOH	↑	↓	↑	↑	↑	

MATERIAL AND METHOD

Material

In this research, ovangkol (*Guibourtia ehie* (A.Chev.) J.Léonard) wood was utilized as the primary material. The wood samples were procured from a commercial supplier, ensuring top-notch quality, and measured 100 mm x 100 mm x 15 mm. Following this, the samples were prepared according to ISO 554 (1976) standard.

Prior to the bleaching process, the test samples underwent sanding with 80, 120, and 180 grits, and the surfaces were thoroughly cleaned using compressed air.

In this study, two distinct bleaching agents were employed: a water-based single-component bleaching agent [oxalic acid ($C_2H_2O_4$)] and a double-component bleaching agent [A: hydrogen peroxide (H_2O_2) and B: sodium hydroxide (NaOH), mixed in a ratio of 2:1]. The study procured the chemicals from a specialized company known for selling wood bleaching agents.

Method

Application of Bleaching Chemicals to Wood Material Surfaces

The bleaching chemicals were administered onto the surfaces of the wooden material using a brush sponge. After the bleaching process, a natural drying period of 2 weeks was allowed.

Determination of Optical Properties

Glossiness was measured using the ETB-0833 gloss meter according to ISO 2813 (1994), at angles of 20°, 60°, and 85°, in both perpendicular (⊥) and parallel (∥) orientations to the wood grain.

The whiteness index (*WI**) was assessed with the Whiteness Meter BDY-1, following ASTM E313-15e1 (2015).

Color changes were analyzed with the CS-10 colorimeter (CHN Spec, China), based on the CIELAB color system, adhering to ASTM D 2244-3 (2007) standards. The measurements were taken under CIE 10° standard observer conditions and CIE D65 light source, using an 8/d (8°/diffuse illumination) lighting setup.

In the CIELAB system, the *L** axis indicates lightness, ranging from 100 (white) to 0 (black), while the *a* and *b* axes represent chromaticity coordinates: +*a* for red, -*a* for green, +*b* for yellow, and -*b* for blue. The *a**, *L**, and *b** values are utilized to compute the total color difference, Δ*E**. Consequently, the color variation between two samples can be accurately assessed using the DIN 6174 (1979) equation (Hauptmann et al. 2012). The absolute values (Δ*E**) of color difference for visual assessment are outlined in comparison criteria (DIN 5033 1979) in Table 2.

Table 2. Comparison criteria for evaluating Δ*E** values.

Δ*E values**	**Visual color score difference**
<0.20	Imperceptible
0.20 - 0.50	Very weak
0.50 - 1.50	Weak
1.50 - 3.00	Noticeable
3.00 - 6.00	Very noticeable
6.00 - 12.00	Strong
> 12.00	Very strong

The total color differences were calculated using the formulas listed below (Çamlıbel and Ayata 2024a, b):

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5} \quad (1)$$

$$h^{o} = \arctan (b^*/a^*) \quad (2)$$

$$\Delta C^* = (C^*_{\text{bleached test sample}} - C^*_{\text{unbleached test sample}}) \quad (3)$$

$$\Delta a^* = (a^*_{\text{bleached test sample}} - a^*_{\text{unbleached test sample}}) \quad (4)$$

$$\Delta L^* = (L^*_{\text{bleached test sample}} - L^*_{\text{unbleached test sample}}) \quad (5)$$

$$\Delta b^* = (b^*_{\text{bleached test sample}} - b^*_{\text{unbleached test sample}}) \quad (6)$$

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{0.5} \quad (7)$$

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5} \quad (8)$$

The definitions of Δ*a**, Δ*C**, Δ*H**, Δ*b**, and Δ*L** are provided below (Lange 1999).

Δ*L**: Negative sample is darker than the reference and positive sample is lighter than the reference,

Δ*a**: Negative sample is greener than the reference and positive sample is redder than the reference,

Δ*b**: Negative sample is more blue than the reference and positive sample is more yellow than the reference,

Δ*C**: Chroma or saturation difference, positive sample is clearer and brighter than the reference and negative sample is duller than the reference,

Δ*H**: Hue or shade difference.

Calculation of Test Data with Statistical Analysis

Upon analyzing the data obtained from the study using a statistical software, various parameters including maximum and minimum values, standard deviations, means, homogeneity groups, analysis of variances, and percentage (%) change rates were computed.

RESULT AND DISCUSSION

The results of the analysis of variance are shown in Table 3. These results indicate that there were significant differences in the whiteness index (*WI**) values for both the perpendicular (⊥) and parallel (∥) orientations, as detailed in Table 3.

The measurement results for the whiteness index (*WI**) values are presented in Table 4.

For the results obtained for *WI** values in the perpendicular direction (*WI** ⊥), the lowest value (14.42) was observed on samples bleached with $C_2H_2O_4$ chemical, while the highest value (28.36) was found on samples treated with NaOH + H_2O_2 chemical (Table 4).

Table 3. The outcomes of analysis of variance for whiteness index (*WI**) values

Source	Dependent variable	Sum of squares	Degrees of freedom	Mean square	F value	Sig.
Bleaching chemical type	*WI** perpendicular to fibers	1207.635	2	603.817	10292.341	0.000*
	*WI** parallel to fibers	1061.139	2	530.569	4320.076	0.000*
Error	*WI** perpendicular to fibers	1.584	27	0.059		
	*WI** parallel to fibers	3.316	27	0.123		
Total	*WI** perpendicular to fibers	12507.780	30			
	*WI** parallel to fibers	6569.820	30			
Corrected total	*WI** perpendicular to fibers	1209.219	29			
	*WI** parallel to fibers	1064.455	29			

*: Significant

Table 4. The measurement results for whiteness index (*WI**) values

Test	Chemical type	N	Mean	Change (%)	*HG*	Standard deviation	Minimum	Maximum	COV
*WI** (⊥)	Control	10	15.44	-	B	0.27	15.00	15.70	1.76
	$C_2H_2O_4$	10	14.42	↓6.61	C**	0.17	14.20	14.60	1.17
	NaOH + H_2O_2	10	28.36	↑83.68	A*	0.27	28.10	28.80	0.96
*WI** (‖)	Control	10	8.88	-	C**	0.13	8.70	9.00	1.48
	$C_2H_2O_4$	10	9.82	↑10.59	B	0.41	9.20	10.30	4.15
	NaOH + H_2O_2	10	21.94	↑147.07	A*	0.43	21.20	22.40	1.96

HG: Homogeneity group, COV: Coefficient of variation, N: Number of measurements, *: Highest value, **: Lowest value

As for the results obtained for *WI** values in the parallel direction (*WI** ‖), the highest value (21.94) was seen on samples bleached with NaOH + H_2O_2 chemical, whereas the lowest value (8.88) was obtained on control experiment samples. Improvements in the *WI** ‖ values were observed with the utilization of both bleaching chemicals investigated in the study (10.59% with $C_2H_2O_4$ and 147.07% with NaOH + H_2O_2) (Table 4).

Table 5 presents the outcomes of the variance analyses conducted for glossiness values. When examining the bleaching method, it was noted that glossiness values obtained from measurements parallel to the fibers at 20 degrees were deemed nonsensical. However, significant glossiness values were obtained for measurements conducted at all other degrees and directions (Table 5).

Measurement results for glossiness values are provided in Table 6. Glossiness values decreased at 60 and 85 degrees, whether measured parallel or perpendicular to the fibers, following the application of both bleaching agents to the wooden surfaces. Notably, the control group, which did not undergo bleaching treatment, yielded the highest results in these tests. The lowest values at 60 degrees in both directions occurred when using the $C_2H_2O_4$ chemical on the wooden material. As for glossiness values measured at 20 degrees, decreases were noted in the perpendicular direction to the fibers with both bleaching chemicals, while increases were observed in the parallel direction (Table 6).

The variance analysis results calculated for the color parameters are provided in Table 7. Based on these results, noteworthy findings were derived for the lightness (*L**) value, chroma (*C**) value, yellow (*b**) color tone value, red (*a**) color tone value, and hue (h^o) angle value (Table 7).

The measurement results for the color parameters are provided in Table 8. Samples treated with NaOH + H_2O_2 chemical exhibited highest *L** value (63.28), contrasting with the lowest observed on control samples (50.95). Increases in *L** parameter were observed with both chemicals used in the study (6.97% with $C_2H_2O_4$ and 24.20 % with NaOH + H_2O_2) (Table 8). In the literature, it was reported that bleaching applications using $C_2H_2O_4$ and H_2O_2 + NaOH chemicals resulted in increases in the *L** parameter [bulletwood (Peker et al. 2023a), ilomba (Ayata and Bal 2023), canelo (Peker 2023a), lotofa (Peker 2023b), movingui (Peker et al. 2023b), olon (Peker and Ayata 2023), basralocus (Ayata and Bal 2024), okoumé (Çamlıbel and Ayata 2024a), and ayous (Ayata et al. 2024b)].

The highest *a** value was recorded on samples subjected to bleaching with $C_2H_2O_4$ chemical (7.88), while the lowest was evident on samples treated with NaOH + H_2O_2 chemical (2.61). When $C_2H_2O_4$ chemical was applied to wood material, a 10.52% increase was observed in *a** value, whereas a decrease of 63.39% was found when NaOH + H_2O_2 solution was applied to the wood material (Table 8).

Table 5. The outcomes of analysis of variance for glossiness values

Source	Dependent variable	Sum of squares	Degrees of freedom	Mean square	F value	Sig.
Bleaching chemical type	Glossiness at ⊥20°	0.006	2	0.003	3.857	0.034*
	Glossiness at ⊥60°	2.461	2	1.230	73.984	0.000*
	Glossiness at ⊥85°	80.046	2	40.023	329.759	0.000*
	Glossiness at ∥20°	0.008	2	0.004	2.700	0.085**
	Glossiness at ∥60°	3.926	2	1.963	292.823	0.000*
	Glossiness at ∥85°	140.616	2	70.308	947.263	0.000*
Error	Glossiness at ⊥20°	0.021	27	0.001		
	Glossiness at ⊥60°	0.449	27	0.017		
	Glossiness at ⊥85°	3.277	27	0.121		
	Glossiness at ∥20°	0.040	27	0.001		
	Glossiness at ∥60°	0.181	27	0.007		
	Glossiness at ∥85°	2.004	27	0.074		
Total	Glossiness at ⊥20°	1.110	30			
	Glossiness at ⊥60°	70.710	30			
	Glossiness at ⊥85°	131.710	30			
	Glossiness at ∥20°	1.020	30			
	Glossiness at ∥60°	102.390	30			
	Glossiness at ∥85°	262.620	30			
Corrected total	Glossiness at ⊥20°	0.027	29			
	Glossiness at ⊥60°	2.910	29			
	Glossiness at ⊥85°	83.323	29			
	Glossiness at ∥20°	0.048	29			
	Glossiness at ∥60°	4.107	29			
	Glossiness at ∥85°	142.620	29			

*: Significant, **: Insignificant

Table 6. Statistical analysis results for glossiness values

Test	Chemical Type	N	Mean	Change (%)	*HG*	Standard Deviation	Minimum	Maximum	COV
⊥20°	Control	10	0.20	-	A*	0.00	0.20	0.20	0.00
	$C_2H_2O_4$	10	0.17	↓15.00	B**	0.05	0.10	0.20	28.41
	NaOH + H_2O_2	10	0.20	↓0.00	A*	0.00	0.20	0.20	0.00
⊥60°	Control	10	1.84	-	A*	0.14	1.70	2.10	7.77
	$C_2H_2O_4$	10	1.14	↓38.04	C**	0.05	1.10	1.20	4.53
	NaOH + H_2O_2	10	1.53	↓16.85	B	0.16	1.30	1.70	10.70
⊥85°	Control	10	3.58	-	A*	0.60	2.80	4.40	16.80
	$C_2H_2O_4$	10	0.10	↓97.21	B**	0.00	0.10	0.10	0.00
	NaOH + H_2O_2	10	0.13	↓96.37	B	0.05	0.10	0.20	37.16
∥20°	Control	10	0.16	-	B**	0.05	0.10	0.20	32.27
	$C_2H_2O_4$	10	0.18	↑12.50	AB	0.04	0.10	0.20	23.42
	NaOH + H_2O_2	10	0.20	↑25.00	A*	0.00	0.20	0.20	0.00
∥60°	Control	10	2.22	-	A*	0.04	2.20	2.30	1.90
	$C_2H_2O_4$	10	1.34	↓39.64	C**	0.13	1.20	1.50	9.44
	NaOH + H_2O_2	10	1.87	↓15.77	B	0.05	1.80	1.90	2.58
∥85°	Control	10	5.06	-	A*	0.43	4.30	5.50	8.50
	$C_2H_2O_4$	10	0.56	↓88.93	B	0.14	0.40	0.70	25.53
	NaOH + H_2O_2	10	0.38	↓92.49	B**	0.13	0.20	0.50	34.65

HG: Homogeneity group, COV: Coefficient of variation, N: Number of measurements, *: Highest value, **: Lowest value

In the literature, it was reported that bleaching applications using the chemical $C_2H_2O_4$ resulted in increases in the *a** value, while bleaching applications using H_2O_2 + NaOH chemicals resulted in decreases [izombé (Peker et al. 2023c), ilomba (Ayata and Bal 2023), bulletwood (Peker et al. 2023a), olon (Peker and Ayata 2023), linden (Çamlıbel and Ayata 2023a), ekop (Çamlıbel and Ayata 2023b), movingui (Peker et al. 2023b), basralocus (Ayata and Bal 2024), okoumé (Çamlıbel and Ayata 2024a), and Amazon rosewood (Ayata et al. 2024a)].

Table 7. The outcomes of analysis of variance for color parameters

Source	Dependent variable	Sum of squares	Degrees of freedom	Mean square	F value	Sig.
Bleaching chemical type	*L**	805.416	2	402.708	278.501	0.000*
	*a**	162.437	2	81.219	374.358	0.000*
	*b**	44.311	2	22.156	77.366	0.000*
	*C**	88.796	2	44.398	107.193	0.000*
	h°	1272.430	2	636.215	693.742	0.000*
Error	*L**	39.042	27	1.446		
	*a**	5.858	27	0.217		
	*b**	7.732	27	0.286		
	*C**	11.183	27	0.414		
	h°	24.761	27	0.917		
Total	*L**	95749.459	30			
	*a**	1203.764	30			
	*b**	8647.066	30			
	*C**	9854.930	30			
	h°	154190.298	30			
Corrected total	*L**	844.458	29			
	*a**	168.295	29			
	*b**	52.043	29			
	*C**	99.979	29			
	h°	1297.191	29			

*: Significant

Regarding *b** values, the highest value was attained on samples bleached using $C_2H_2O_4$ chemical (18.61), whereas the nadir was observed on samples treated with NaOH + H_2O_2 chemical (15.78). Upon investigation of *b** parameter, it was noted that application of $C_2H_2O_4$ chemical to wood material yielded a 13.54% augmentation, while application of NaOH + H_2O_2 solution induced a decline of 3.75% in wood material (Table 8). The literature indicates that bleaching with $C_2H_2O_4$ resulted in higher *b** values, while bleaching with H_2O_2 + NaOH led to lower *b** values [ilomba (Ayata and Bal 2023), satinwood ceylon (Ayata and Çamlıbel 2023), olon (Peker and Ayata 2023), black locust (Peker and Ulusoy 2023), lotofa (Peker 2023b), linden (Çamlıbel and Ayata 2023a), okoumé (Çamlıbel and Ayata 2024a), and ayous (Ayata et al. 2024b)].

Table 8. The measurement results for color parameters.

Test	Chemical type	N	Mean	Change (%)	*HG*	Standard deviation	Minimum	Maximum	COV
*L**	Control	10	50.95	-	C**	1.42	49.28	53.13	2.78
	$C_2H_2O_4$	10	54.50	↑6.97	B	0.36	53.95	55.06	0.66
	NaOH + H_2O_2	10	63.28	↑24.20	A*	1.49	60.72	64.90	2.35
*a**	Control	10	7.13	-	B	0.71	6.20	8.30	9.93
	$C_2H_2O_4$	10	7.88	↑10.52	A*	0.25	7.46	8.25	3.23
	NaOH + H_2O_2	10	2.61	↓63.39	C**	0.29	2.14	3.22	11.17
*b**	Control	10	16.39	-	B	0.85	15.28	17.38	5.19
	$C_2H_2O_4$	10	18.61	↑13.54	A*	0.17	18.38	18.86	0.92
	NaOH + H_2O_2	10	15.78	↓3.72	C**	0.32	15.16	16.23	2.06
*C**	Control	10	17.88	-	B	1.05	16.59	19.26	5.88
	$C_2H_2O_4$	10	20.21	↑13.03	A*	0.16	20.05	20.45	0.78
	NaOH + H_2O_2	10	16.01	↓10.46	C**	0.34	15.34	16.41	2.11
h°	Control	10	66.54	-	B**	1.10	64.47	68.29	1.66
	$C_2H_2O_4$	10	67.04	↑0.75	B	0.76	66.13	68.43	1.13
	NaOH + H_2O_2	10	80.60	↑21.13	A*	0.98	78.52	82.06	1.22

HG: Homogeneity group, COV: Coefficient of variation, N: Number of measurements, *: Highest value, **: Lowest value

The highest *C** value was discerned on samples treated with $C_2H_2O_4$ chemical (20.21), in contrast to the lowest observed on samples bleached with NaOH + H_2O_2 chemical (16.01). During the *C** test, it was found that the application of $C_2H_2O_4$ chemical to the wood material led to a 13.03% rise, whereas the utilization of NaOH + H_2O_2 solution resulted in a decline of 10.46% in wood material (Table 8). The literature shows that using $C_2H_2O_4$ for bleaching increased the *b** value, whereas using H_2O_2 + NaOH for bleaching decreased the *b** value [ilomba (Ayata and Bal 2023), lotofa (Peker 2023b), olon (Peker and Ayata 2023), linden (Çamlıbel and Ayata 2023a), and okoumé (Çamlıbel and Ayata 2024a)].

Furthermore, highest h^o value was witnessed on samples treated with NaOH + H_2O_2 chemical (80.60), whereas the lowest was registered on control samples (66.54). Enhancements in the h^o parameter were noted with application of both bleaching chemicals employed in the study (0.75% with $C_2H_2O_4$ and 21.13% with NaOH + H_2O_2) (Table 8). According to the literature, bleaching procedures employing $C_2H_2O_4$ and H_2O_2 + NaOH chemicals yielded higher h^o values [canelo (Peker 2023a), lotofa (Peker 2023b), satinwood ceylon (Ayata and Çamlıbel 2023), ilomba (Ayata and Bal 2023), olon (Peker and Ayata 2023), ekop (Çamlıbel and Ayata 2023b), movingui (Peker et al. 2023b), izombé (Peker et al. 2023c), basralocus (Ayata and Bal 2024), balau red (Peker et al. 2024), Amazon rosewood (Ayata et al. 2024a), and ayous (Ayata et al. 2024b)].

The results for color parameters are provided in Table 9. The Δ*E** value was found to be 4.25 when using the $C_2H_2O_4$ chemical, whereas treatments with solutions prepared using H_2O_2 + NaOH resulted in a Δ*E** value of 13.14. The Δ*L** values were found to be positive (lighter than reference) when both chemicals were used. On the other hand, the Δ*a**, Δ*b**, and Δ*C** values were positive (in sequence: redder than the reference, more yellow than reference, and clearer and brighter than reference) when using the $C_2H_2O_4$ chemical. Conversely, when using the NaOH + H_2O_2 solution, they were determined to be negative (in sequence: greener than reference, more blue than reference, and duller than reference). According to the color change criteria of DIN 5033 (1979), treatments with $C_2H_2O_4$ resulted in a color change classified as “very noticeable (3.00-6.00)”, while treatments with NaOH + H_2O_2 solution resulted in a color change classified as “very strong (> 12.00)” (Table 9).

In studies conducted in the literature using $C_2H_2O_4$ and H_2O_2 + NaOH, it has been reported that the NaOH + H_2O_2 solution yielded higher Δ*E** values compared to the $C_2H_2O_4$ chemical (Ayata and Çamlıbel 2023, Çamlıbel and Ayata 2023a, b, Peker and Ayata 2023, Peker and Ulusoy 2023, Peker 2023a,b, Peker et al. 2023a,b,c, Ayata and Bal 2023, 2024, Ayata et al. 2024a,b, Çamlıbel and Ayata 2024a,b, and Peker et al. 2024). According to Lu et al. (2023), bleaching treatments conducted on ayous, linden, and poplar woods using the NaOH/H_2O_2/Na_2SiO_3 chemical resulted in increases in brightness and darkness (*L** and h^o values), while the red and *a**, yellow and *b**, and *C** decreased.

Performing the bleaching process again can lead to achieving lighter hues. The timber species determines the susceptibility to color alteration post-bleaching (Anonymous 2017). The objective of chemically bleaching wood is to disturb the conjugated double bonds found in the compounds accountable for coloration. This process doesn't necessarily mandate the breaking of every double bond; rather, it involves halting the exchange of electrons among atoms. This interruption obstructs the absorption of visible light, consequently eradicating the color. Chemical wood bleaching may take place via oxidation (electron loss) or reduction (electron addition) (Kristiansson 2012).

During the bleaching process, quinones, which are part of the lignin groups contributing to color, are oxidized into colorless structures, and the coniferyl aldehyde groups and conjugated double bond structures in lignin are broken down (Lindholm et al. 2009). The color-producing groups, auxiliary color groups, and elements associated with coloring undergo elimination via oxidation, reduction, and degradation facilitated by the bleaching agent. As a result, the wood loses its coloration (Lu et al. 2023).

Table 9. Measurement results for Δ*L**, Δ*b**, Δ*H**, Δ*a**, Δ*C**, and Δ*E**.

Chemical type	Δ*L**	Δ*a**	Δ*b**	Δ*C**	Δ*H**	Δ*E**	The color criteria (DIN 5033 1979)
$C_2H_2O_4$	3.55	0.75	2.22	2.33	0.21	4.25	Very noticeable (3.00 - 6.00)
NaOH + H_2O_2	12.33	-4.52	-0.62	-1.88	4.15	13.14	Very strong (> 12.00)

CONCLUSION

- The Δ*E** value was obtained as 4.25 with the $C_2H_2O_4$ chemical and 13.14 with the H_2O_2 + NaOH solution. Positive Δ*L** values were found with both chemicals. Oxalic acid resulted in a low total color difference. Δ*a**, Δ*b**, and Δ*C** values were calculated positively with $C_2H_2O_4$ and negatively with the NaOH + H_2O_2 solution.

- Increases were noted in both the *WI** ‖ direction and all color parameters when employing the $C_2H_2O_4$ chemical. Additionally, application of the NaOH + H_2O_2 solution led to rises in the h^o and *L** values, while decreases were observed in the *C**, *a**, and *b** parameters.

- Glossiness values exhibited a decline at both 60 and 85 degrees, regardless of whether measured parallel or perpendicular to the fibers, subsequent to the application of both bleaching agents onto the wooden surfaces.

- Oxalic acid used in the study was found to result in a lower total color difference.

REFERENCES

Alshaaer M (2000) Stabilization of kaolinitic soil from Jordan for construction purposes. Vrije Universiteit Brussels Master's Thesis, Belgium.

Anonymous (2017) Resene pro-select technical information, timber colour change, colour change in timber floors after installation. www.resene.com/proselect 11/2017.

ASTM D2244-3 (2007) Standard practice for calculation or color tolerances and color, differences from instrumentally measured color coordinates. ASTM International, West Conshohocken, PA.

ASTM E313-15e1 (2015) Standard practice for calculating yellowness and whiteness indices from instrumentally measured color coordinates. ASTM International, West Conshohocken, PA.

Ayata Ü, Bal BC (2023) Effect of application of various bleaching chemicals on some surface properties of ilomba (*Pycnanthus angolensis* Exell) wood. EU 2nd International Conference on Health, Engineering and Applied Sciences, August 4-6, 2023, Belgrade, pp: 95-105.

Ayata Ü, Bal BC (2024) Basralocus (*Dicorynia guianensis* Amshoff) wood bleaching applications. Avrasya 10th International Conference on Applied Sciences May 2-5, 2024 Tbilisi, pp: 133-142.

Ayata Ü, Çamlıbel O (2023) A study on the application of bleaching treatment on Satinwood ceylon (*Chloroxylon swietenia* DC) wood used indoors and outdoors. The Journal of Graduate School of Natural and Applied Sciences of Mehmet Akif Ersoy University, 14(2): 273-281.

Ayata Ü, Kaplan Ş, Çamlıbel O, Bilginer EH (2024a) Bleaching Applications on Amazon Rosewood (*Dalbergia spruceana* Benth.) Wood. Journal of Green Technology and Environment, 2(1): 21-28.

Ayata Ü, Çamlıbel O, Bilginer EH (2024b) Investigation of some surface changes occurring after bleaching treatment on ayous (*Triplochiton scleroxylon* K. Schum) wood. Wood Industry and Engineering, 6(1): 1-8.

Çamlıbel O, Ayata Ü (2023a) The bleaching application on linden wood (*Tilia tomentosa* - Moench.). Fareast 2nd International Conference on Applied Sciences, October 20-22, 2023, Manila, pp: 107-116.

Çamlıbel O, Ayata Ü (2023b) Application of wood bleaching chemicals on ekop wood (*Tetraberlinia bifoliolata* Haum.). Fareast 2nd International Conference on Applied Sciences, October 20-22, 2023, Manila, pp: 125-135.

Çamlıbel O, Ayata Ü (2024a) The effects of bleaching chemicals on some surface properties of okoumé (*Aucoumea klaineana* Pierre) wood. Latin America 8th International Conference on Scientific Researches, May 1-5, 2024, Havana, Cuba.

Çamlıbel O, Ayata Ü (2024b) Testing of bleaching on Cocobolo (*Dalbergia retusa* Hemsl.,) wood. ArtGRID - Journal of Architecture Engineering and Fine Arts, 6(1): 80-95.

DIN 5033 (1979) Deutsche Normen, Farbmessung. Normenausschuß Farbe (FNF) im DIN Deutsches Institut für Normung eV, Beuth, Berlin März.

DIN 6174 (1979) Colorimetric evaluation of colour differences of surface colours according to the CIELAB formula.

Farr JP, Smith WL, Steichen DS (2003) Bleaching agents. Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, 4: 43-81.

Hauptmann M, Pleschberger H, Mai C, Follrich J, Hansmann C (2012) The potential of color measurements with the CIEDE2000 equation in wood science. European Journal of Wood and Wood Products, 70: 415-420.

Hawthorne WD (1995) Ecological profiles of Ghanaian forest trees. Oxford Forestry Institute, Oxford, pp: 345.

Herstedt L, Herstedt M (2017) Chemical bleaching of wood: an investigation into the bleaching of mahogany, walnut, rosewood, padauk, and purpleheart. Studies in Conservation, 62(3): 162-172.

ISO 2813 (1994) Paints and varnishes - determination of specular gloss of non-metallic paint films at 20 degrees, 60 degrees and 85 degrees, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

ISO 554 (1976) Standard Atmospheres for Conditioning and/or Testing - Specifications, International Organization for Standardization.

Jiao C, Xiong J (2014) Accessibility and morphology of cellulose fibres treated with sodium hydroxide. BioResources, 9(4): 6504-6513.

Kristiansson L (2012) Chemical bleaching of wood and its aging: An investigation of mahogany, walnut, rosewood, padauk and purpleheart. Bachelor thesis presented June 1, 2012 for bachelor degree in Furniture Conservation from Carl Malmsten – Furniture Studies, Linköping University.

Kurtoğlu A (2000) Ağaç malzeme yüzey işlemleri. İ.Ü. Orman Fakültesi, İstanbul.

Lange DR (1999) Fundamentals of colourimetry - application report no. 10e. DR Lange: New York, NY, USA.

Lindholm C, Jäkärä J, Mårtens H (2009) Bleaching of mechanical pulps. In Mechanical Pulping (pp. 360-398). Helsinki, Finland: Paper Engineers' Association.

Liu Y, Guo H, Gao J, Zhang F, Shao L, Via BK (2015) Effect of bleach pretreatment on surface discoloration of dyed wood veneer exposed to artificial light irradiation. BioResources, 10(3): 5607-5619.

Lu D, Xiong, X, Lu G, Gui C, Pang X (2023) Effects of NaOH/H_2O_2/Na_2SiO_3 bleaching pretreatment method on wood dyeing properties. Coatings, 13(2): 233.

Olaniyan OS (2008) Stabilization of kaolinitc soil from Nigeria for construction purposes. Unpublished Soil Stabilization Practical Exercise, Vrije Universiteit Brussels.

Olaniyan OS, Olaoye RA, Okeyinka OM, Olaniyan DB (2011) Soil stabilization techniques using sodium hydroxide additives. International Journal of Civil & Environmental Engineering, 11(6): 9-22.

Peker H (2023a) Canelo (*Drimys winteri* J.R. Forst. & G. Forst.) ahşabında ağartma uygulamaları. ICAFVP 3. Uluslararası Tarım, Gıda, Veteriner Ve Eczacılık Bilimleri Kongresi, 10-12 Kasım 2023, Beyrut, Lübnan, pp: 165-174.

Peker H (2023b) Lotofa (*Sterculia rhinopetala*) odununda tek ve çift bileşenli ağartıcılarının uygulanması. ICAFVP 3. Uluslararası Tarım, Gıda, Veteriner Ve Eczacılık Bilimleri Kongresi, 10-12 Kasım 2023, Beyrut, Lübnan, pp: 173-182.

Peker H, Ayata Ü (2023) Effects of bleaching chemicals on some surface characteristics of olon (*Zanthoxylum heitzii*) wood. Furniture and Wooden Material Research Journal, 6(2): 210-218.

Peker H, Bilginer EH, Ayata Ü, Çamlıbel O, Gürleyen L (2023a) The application of bleaching chemicals (oxalic acid and hydrogen peroxide + sodium hydroxide) on bulletwood (*Manilkara bidentata* (A.DC.) A. Chev.) wood. Sivas Cumhuriyet University Journal of Engineering Faculty, 1(2): 48-54.

Peker H, Bilginer EH, Ayata Ü, Çamlıbel O (2023b) A research on the application of single and double-component wood bleaching chemicals on movingui (*Distemonanthus benthamianus* Baillon) wood used in the furniture industry, Sivas Cumhuriyet University. Journal of Science and Technology, 2(2): 73-79.

Peker H, Bilginer EH, Ayata Ü, Gürleyen L, Çamlıbel O (2023c) The application of different wood bleaching chemicals on izombé wood (*Testulea gabonensis* Pellegr.) used in indoor and outdoor designs. 2nd International Culture, Art and Communication Symposium, Bayburt, Turkey, 15-17 December 2023, pp: 289-303.

Peker H, Bilginer EH, Ayata Ü, Çamlıbel O, Gürleyen L (2024) Identification of certain surface characteristics of balau red (*Shorea guiso*) wood treated with wood bleaching chemicals followed by wax treatment. Turkish Journal of Science and Engineering, 6(1): 14-21.

Peker H, Ulusoy H (2023) Ahşap ağartıcı kimyasalları uygulanmış yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) odununda bazı yüzey özelliklerinin belirlenmesi. 8. Asya Pasifik Uluslararası Modern Bilimler Kongresi, 11-12 Eylül 2023, Delhi, India, pp: 464-465.

Raponda - Walker A, Sillans S (1961) Plantes utiles du Gabon. Edition Lechevalier, Sepia, 614 p.

Sönmez A (2005) Ağaç işlerinde üstyüzey işlemleri I. Hazırlık ve Renklendirme, 2. Baskı, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara, Turkey (p. 132). ISBN: 975-97281-0-9.

Taxiarchou M, Douni I (2014) The effect of oxalic acid activation on the bleaching properties of a bentonite from Milos Island, Greece. Clay Minerals, 49(4): 541-549.

Tosso F, Doucet JL, Kaymak E, Daïnou K, Duminil J, Hardy OJ (2016) Microsatellite development for the genus Guibourtia (*Fabaceae, Caesalpinioideae*) reveals diploid and polyploid species. Applications in Plant Sciences, 4: 1600029.

WCMC (1991) Provision of data on rare and threatened tropical timber species, 58.

White LJT, Abernethy K (1996) Guide de la végétation de la réserve de la Lopé, Gabon, Ecofac-Gabon, Libreville, 224 p.

Williams RS (2010) Finishing of wood. Wood Handbook, 16-39.

Artvin Çoruh Üniversitesi
Orman Fakültesi Dergisi
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Yıl: 2024, Cilt: 25, Sayı:2, Sayfa: 47-58

ofd.artvin.edu.tr

Artvin Coruh University
Journal of Forestry Faculty
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Year: 2024, Vol: 25, Issue:2, Pages: 47-58

Makine öğrenmesi yöntemleri ile hisse senedi fiyat tahmini: kâğıt firması örneği

Stock price prediction with machine learning methods: the case of paper company

Selahattin BARDAK[1] Nadir ERSEN[2*] Kinyas POLAT[3] Kadri Cemil AKYÜZ[4]

[1]Sinop Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Sinop
[2]Artvin Çoruh Üniversitesi, Artvin Meslek Yüksekokulu, Ormancılık ve Orman Ürünleri Programı, Artvin
[3]Sinop Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Sinop
[4]Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Trabzon

Eser Bilgisi / *Article Info*
Araştırma makalesi / *Research article*
DOI: 10.17474/artvinofd.1500569

Sorumlu yazar / *Corresponding author*
Nadir ERSEN
e-mail: nadirersen20@artvin.edu.tr

Geliş tarihi / *Received*
13.06.2024
Düzeltme tarihi / *Received in revised form*
23.07.2024
Kabul Tarihi / Accepted
06.08.2024
Elektronik erişim / *Online available*
15.10.2024

Anahtar kelimeler:
Hisse senedi fiyatı
Gradyan güçlendirme
Rastgele orman
Doğrusal regresyon
Yapay sinir ağları
Tahmin

Keywords:
Stock price
Gradient boosting
Random forest
Linear regression
Artificial neural network
Prediction

Özet

Bir finansal formül kullanarak hisse senedi fiyatlarını tahmin etmek zordur. Hisse senetleri fiyatları, siyasi gelişmeler, küresel ekonomi, beklenmedik olaylar, piyasa anormallikleri ve ilgili şirketlerin özellikleri gibi çok sayıda faktörden etkilenir. Hisse senedi fiyatlarına ilişkin daha doğru tahminler yapmak için bilgisayar biliminin gelişmesiyle birlikte birçok bilgisayar bilimi yöntemi kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Kartonsan şirketinin hisse senedi fiyatını tahmin etmek için doğrusal regresyon (LR) algoritmaları, rastgele orman (RF), gradyan güçlendirme makinesi (GBM) ve yapay sinir ağları (YSA) gibi makine öğrenmesi teknikleri kullanılmıştır. Daha sonra kullanılan algoritmaların sonuçları karşılaştırılmıştır. Hisse senedi fiyatı tahmini için ilk olarak BIST (Borsa İstanbul)'te işlem gören Kartonsan firmasının 2011-2022 yılları arasındaki üçer aylık finansal çizelgeler kullanılarak firmaya ait finansal oran hesaplanmıştır ve bu oranlar girdi olarak kullanılmıştır. Çıktı olarak kullanılan firmanın hisse senedi fiyatlarının ise üçer aylık ortalamaları alınmıştır. GBM ve RF algoritmaları başarılı tahmin sonuçlarına sahip olmasına rağmen GBM algoritması en başarılı sonucu vermiştir. RF algoritmasının ise LR ve YSA'ya göre daha iyi performans gösterdiği bulunmuştur. YSA'nın hisse senedi fiyat tahmininde en kötü performansa sahip teknik olduğu belirlenmiştir.

Abstract

It is difficult to predict stock prices using a financial formula. Stock prices are affected by numerous factors, including political developments, the global economy, unexpected events, market anomalies and the characteristics of the companies involved. With the development of computer science, many computer science methods are being used to make more accurate predictions of stock prices. In this study, machine learning techniques such as linear regression (LR) algorithms, random forest (RF), gradient boosting machine (GBM) and artificial neural Networks (ANN) were used to predict the stock price of Kartonsan company. Then, the results of the algorithms used were compared. For stock price prediction, firstly, the company's financial ratio was calculated using the quarterly financial statements of Kartonsan company, which is traded on BIST (Borsa Istanbul), between 2011 and 2022, and these ratios were used as input. Quarterly averages of the company's stock prices used as output were taken. Although GBM and RF algorithms have successful prediction results, the GBM algorithm gave the most successful results. It has been found that the RF algorithm performs better than LR and ANN. ANN has been identified as the technique with the worst performance in stock price prediction.

GİRİŞ

Gelişmekte olan ülkelerin büyümesinde borsa çok önemli bir rol oynamaktadır. Borsa yükselirse, ülkelerin ekonomik büyümesi yüksek olur. Borsa düşerse, o zaman ülkelerin ekonomik büyümesi de düşer. Başka bir deyişle, ülke büyümesinin borsanın performansına sıkı sıkıya bağlı olduğunu söyleyebiliriz (Sharma ve ark. 2017).

Borsa (hisse senedi piyasası), hisse senetlerinin, stokların, devlet tahvillerinin, teminatsız tahvillerin ve diğer onaylı menkul kıymetlerin alınıp satıldığı bir piyasadır. Borsa tahmini fikri ise yeni değildir, iş adamları genellikle ekonomik göstergeler, kamuoyu ve mevcut siyasi iklim gibi dış parametreleri yorumlayarak piyasayı tahmin etmeye çalışmaktadırlar (Idowu ve ark. 2012). Borsanın nasıl performans göstereceğini tahmin etmek ise yapılması en zor şeylerden biridir. Tahmini etkileyen birçok faktör (fiziksel, fizyolojik, rasyonel ve irrasyonel davranışlar vb.) bulunmaktadır. Tüm bu unsurlar bir araya gelerek hisse fiyatlarını değişken hale getirmekte ve yüksek derecede doğrulukla tahmin edilmesi çok zor olmaktadır (Ravikumar ve Saraf 2020). Bu faktörlerin borsa analistleri tarafından dikkatli bir şekilde analiz edilmesi ve yatırımcıların bu analistler tarafından verilen tavsiyelere uyması

gerekmektedir. Hisse senedi piyasasındaki sürekli istikrarsızlık, yatırımcıların yanlış zamanda hisselerini satmalarının ve çoğu zaman kazanç elde edememelerinin ana nedenidir (Cavalcante ve ark. 2016). Borsa hareketini tam doğrulukla tahmin etmek mümkün olmasa da, hisse senedinin yanlış zamanda satılmasından kaynaklanan kayıplar ve etkileri, geçmiş verilere dayalı analize dayalı borsa hareketi tahmini kullanılarak büyük ölçüde azaltılabilir (Sakhare ve Imambi 2019).

Yapay zekâ alanındaki gelişmeler, akıllı özellikleriyle hayatın her alanında pek çok şeyi desteklemektedir. Yapay zekâda gelecekteki tahminlerde rol oynayan çeşitli algoritmalar mevcuttur. Makine öğrenmesi, hisse senedi fiyatlarının değerlerini tahmin etmede oyun değiştirici olarak kullanılan bir yapay zekâ alanıdır (Ghani ve ark. 2019, Ravikumar ve Saraf 2020). Makine öğrenmesi algoritmalarına dayalı olarak hisse senedi tahminlerinin gelecekteki fiyat hareketi eğiliminin araştırılması da giderek daha fazla ilgi görmeye başlamıştır (Hu ve ark. 2022). Makine öğrenmesi yöntemleri ile hisse senedi fiyatlarına ilişkin daha iyi tahminler yapılabilir ve bu yöntemler hisse senedi yatırımcılarına yatırım kararı vermede yardımcı olabilir (Cao 2021). Hisse senedi piyasası hareketinin tahmin edilmesi için klasik makine öğrenmesi (doğrusal regresyon, LASSO (Least Absolute Shrinkage and Selection Operator), Ridge, vb.), hem sınıflandırma hem de regresyon problemleri için kullanılan makine öğrenmesi (yapay sinir ağları, karar ağaçları, k-en yakın komşu, destek vektör makineleri, destek vektör regresyonu, vb.) ve topluluk makine öğrenmesi (torbalama, güçlendirme-hızlandırma, gradyan güçlendirme, rastgele orman, vb.) yöntemleri kullanılabilir (Ceylan 2018). Borsa hareketini yüksek hassasiyetle tahmin edebilecek en iyi algoritma diye bir şey yoktur. Bununla birlikte, makine öğrenmesi hisse senedi fiyat tahmini yaklaşımlarının çoğu, bireysel algoritmaların etkinliğinin değerlendirilmesine veya iyileştirilmesine odaklanırken, algoritmaların karşılaştırmalı çalışmasına daha az önem verilmektedir. Bu nedenle, hisse senedi hareketinin en optimal ve kesin tahminini sağlayan en iyi makine öğrenmesi algoritmasına ulaşmak ve böylece hisse senedi piyasasına yatırım yapan yatırımcıların mali kayıplarını en aza indirmek için farklı makine öğrenmesi algoritmalarının performans analizine ihtiyaç duyulmaktadır (Sakhare ve Imambi 2019, Vijh ve ark. 2020, Hu ve ark. 2022). Bunun için bu çalışmada, seçilen hisse senedinin fiyat tahmini için birden fazla makine öğrenmesi algoritması kullanılacaktır. Bunun, yatırımcılara algoritma seçme, risk-getiri tartma ve daha rasyonel yatırımlar yapma konusunda rehberlik etme konusunda önemli pratik sonuçları bulunmaktadır. Çalışmada kullanılan makine öğrenmesi yöntemleri belirlerken klasik makine öğrenmesi, hem sınıflandırma hem de regresyon amacıyla kullanılan makine öğrenmesi ve topluluk makine öğrenmesi yöntemlerinden her birinden en az bir tane yöntem olmasına dikkat edilmiştir.

Bu çalışmada, makine öğrenmesi tekniklerinden olan yapay sinir ağı, gradyan güçlendirme makine, rastgele orman, doğrusal regresyon teknikleri kullanılarak Kartonsan firmasının hisse senedi fiyatı tahmin edilmeye çalışılmıştır ve kullanılan teknikler karşılaştırılmıştır. Çıktı değişkeni olarak firmanın son on iki yıla ait hisse senedi aylık kapanış fiyatlarının üç aylık ortalaması alınarak kullanılmıştır. Girdi değişkeni olarak ise firmaya ait dokuz finansal oran kullanılmıştır. Çalışmanın ilk bölümünde hisse senetleri ve makine öğrenme yöntemleri ile ilgili bilgiler verilmiştir. İkinci bölümde makine öğrenme yöntemleri ile hisse senedi tahminine yönelik çalışmalardan bahsedilmiş, üçüncü bölümde çalışmada kullanılan veriler ve teknikler hakkında bilgiler sunulmuştur. Dördüncü bölümde analiz sonucunda elde edilen sonuçlara yer verilmiştir ve çıkan sonuçlar ile benzer çalışmaların sonuçları karşılaştırılmıştır. Son bölümde ise çalışma sonuçları genel olarak değerlendirilmiş olup, gelecekte yapılabilecek araştırmalar konusunda bilgilerde verilmiştir.

Literatür Taraması

Uluslararası ve ulusal literatürde makine öğrenmesi yöntemleri hisse senedi fiyat ve fiyat yönü tahminine yönelik çalışmalar bulunmaktadır.

Yıldırım ve ark. (2011), yapay sinir ağları (YSA) ve çoklu doğrusal regresyon (MLR) kullanarak Türkiye'deki kağıt sektörünün finansal getirisini tahmin etmişlerdir. Çalışma sonucunda her iki yöntemin de oldukça başarılı sonuçlar vermesine rağmen YSA'nın MLR'den önemli ölçüde daha iyi performans gösterdiği gözlemlenmiştir.

Manojlovic ve Stajduhar (2015), Zagreb Borsa'sındaki dört hisse senedinin 5 gün ileri ve 10 gün ileri yönlerini tahmin etmek için rastgele orman algoritmasını kullanarak bir model oluşturmuşlardır. Elde edilen sonuçlar hisse senedi piyasası eğilimlerinin yönünü tahmin etmeye yönelik tahmine dayalı modeller oluşturmak için rastgele orman algoritmasının başarıyla kullanılabileceğini göstermektedir.

Tekin ve Çanakoğlu (2018), tarafından yapılan çalışmada, çeşitli makroekonomik veriler ve şirketlere ait temel finansal değerleri girdi ve Çok Katmanlı Algılayıcı, Rastgele Orman, Rastgele Ağaç, Lojistik Regresyon, Naive Bayes ve Destek Vektör Makineleri yöntem olarak kullanılarak Borsa

İstanbul'da önde gelen 25 şirketin hisse senedi getirilerinin tahmini araştırılmıştır. Rastgele Orman algoritmasının en iyi sonuç veren algoritma olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bhardwaj ve Akil Ansari (2019), tarafından piyasa davranışını analiz etmek amacıyla gelecekte hisse senedi fiyatlarını değerlendirmek için makine öğrenmesi destekli algoritmalarından olan lojistik regresyon, rastgele orman, K-en yakın komşular ve otoregresif entegre hareketli ortalama (ARIMA) algoritmaları karşılaştırılmıştır. Burada % 74 doğrulukla Lojistik Regresyonun en iyi performansı gösterdiğine ulaşılmış olup, bunu sırasıyla rastgele orman, K-en yakın komşular ve ARIMA takip etmektedir.

Diğer çalışmada, karar ağacı, çoklu regresyon ve rassal orman yöntemlerini kullanarak beş bankanın hisse senedi fiyatları tahmin edilmiştir. Girdi olarak ilk önce 46 teknik gösterge ve 4 temel gösterge olmak üzere 50 gösterge ve daha sonra teknik gösterge 29'a indirgenerek 33 gösterge ile analiz yapılmıştır. Analiz sonucunda kullanılan yöntemlerin banka hisse senetlerinin bir gün sonraki kapanış değerlerini tahmininde başarılı olduğu tespit edilmiştir (Akşehir ve Kılıç 219).

Vijh ve ark. (2020) tarafından JP Morgan, Nike, Johnson ve Johnson, Goldman Sachs ve Pfizer olmak üzere beş farklı sektör şirketinin gelecekteki hisse senedi fiyatlarının tahmini yapılmıştır. Bu amaç doğrultusunda YSA ve RF teknikleri kullanılmış ve iki teknik arasında bir karşılaştırma yapılmıştır. Araştırma sonucunda, YSA'nın RF'ye kıyasla hisse senedi fiyatlarına ilişkin daha iyi tahmin sağladığı bulunmuştur.

Öztürkmen ve Eren (2020), tarafından yapılan çalışmada, on beş farklı yapay öğrenme algoritmaları kullanarak BIST100 endeksinin fiyat yükseliş ve düşük yönünü tahmin edilmeye çalışılmıştır. En başarılı performans gösteren algoritmanın Hafif Gradyan Arttırma Makineleri (LightGBM) algoritması olduğu tespit edilmiştir.

Apple hisse senedi veri kümesinin hisse senedi fiyatı ve momentumunun tahmin edildiği çalışmada, hisse senedi fiyatlarının tahmininde en iyi sonuç veren % 99.57 doğrulukla rastgele orman modeli ve sınıflandırmada ise % 68.622 doğrulukla lojistik regresyon modelinin olduğu sonucuna varılmıştır (Ravikumar ve Saraf 2020).

Roy ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada, Kore Bileşik Hisse Senedi Fiyat Endeksi'nden (KOSPI) işlem gören şirketlerin hisse senet fiyatları tahmin edilmiştir. Bu amaç için derin öğrenme, rastgele orman ve gradyan destekli makineler kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, tüm yöntemlerin tatmin edici bir performans sağladığı bulunmuştur. Ancak, derin öğrenme diğer iki yönteme göre ikinci planda çıkmıştır.

Koç Ustalı ve ark. (2021), tarafından yapılan çalışmada, yapay sinir ağları, rastgele orman algoritması ve ekstrem gradyan arttırma (XGBoost) algoritması gibi makine öğrenmesi yöntemlerinin BİST-30 endeksinde yer alan firmaların hisse senetlerinin fiyatlarının tahmininde başarılı sonuçlar verdiğini belirtilmiştir.

Ereğli Demir ve Çelik Fabrikaları T. A. Ş.'nin hisse senedi fiyatları Arslankaya ve Toprak (2021) tarafından tahmin edilmeye çalışılmıştır. Bu amaç doğrultusunda makine öğrenmesi yöntemlerinden Polinom Regresyon (PR) ve Random Forest Regresyon (RFR), derin öğrenme yöntemlerinden Tekrarlayan Sinir Ağları (RNN) ve Uzun Kısa Süreli Bellek (LSTM) algoritmaları kullanılmıştır. Hata değerlerine göre en başarılı modeller sırasıyla RFR modeli, LSTM modeli, RNN modeli ve PR modeli çıkmıştır.

Çalışmada, iki borsa endeksi ve İstanbul borsasının yüksek hacimli iki hisse senedinin gelecek değerleri çeşitli makine öğrenmesi yöntemleri (Destek vektör regresyonu, rastgele orman, ekstrem gradyan arttırma) ile tahmin edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada tercih edilen endeksler New York Borsası (NYSE) ve İstanbul Borsasına (BİST 100) ait birleşik endeksler iken, hisse senetleri ise Borsa İstanbul'da işlem gören Ereğli Demir ve Çelik ile Aselsan Şirketlerine ait hisse senetleridir. Makine öğrenmesi yöntemlerinin hem yatırımcılar hem de araştırmacılar için kullanılabilecek faydalı bir araç olduğu sonucuna varılmıştır (Doğan ve Büyükkör 2022).

Hisse senedi fiyat tahminine yönelik yapılan başka bir çalışmada, gradyan arttırma makine (GBM) ile destek vektör makineleri (SVM) karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda, GBM yönteminin SVM yöntemine göre daha başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Reddy ve Kumar 2022).

Hu ark. (2022), tarafından sonuçların tutarlılığını doğrulamak için üç hisse senedi üzerinde Hafif Gradyan Arttırma Makineleri, Rastgele Orman ve Lojistik Regresyonun bir dizi tahmin penceresindeki yukarı veya aşağı sınıflandırma performansları karşılaştırılmıştır. Göreceli güç endeksi, momentum endeksi, denge hacmi, dalgalanma (volatilite) oranı, stokastik gösterge gibi 12 teknik gösterge modelleri eğitmek için girdiler olarak seçilmiştir. Modellerin tahmin performansının kısa ve uzun zaman aralığında önemli ölçüde farklı olduğu sonucunda ulaşılmıştır.

Verma ve Soni (2022), gradyan artırmaya dayalı bir yaklaşım kullanarak hisse senedi fiyatları açısından hisse senedi piyasası hareketini tahmin etmeye yönelik yaptığı çalışmada, GB yaklaşımının dört kıyaslama veri seti için %89.75, %90.40, %87.48 ve %88.78 doğruluk değerlerine sahip olduğu saptanmıştır.

2022 yılında yapılan başka bir çalışmada ise Çin borsasındaki çeşitli makine öğrenmesi yöntemlerinin tahmin gücü araştırılmıştır. Çalışmada en az mutlak küçültme ve seçim operatörü (LASSO), sıradan en küçük kareler (OLS) regresyonu, kısmi en küçük kareler regresyonu (PLS), gradyan destekli regresyon ağaçları (GBRT), elastik ağ (Enet), rastgele orman (RF), değişken alt örnekleme tahmin toplama (VASA) ve sinir ağları yöntemleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, makine öğrenmesi yöntemlerinin ABD pazarından tamamen farklı özelliklere sahip pazarlara başarıyla uygulanabileceği belirlenmiştir (Leippold ve ark. 2022).

Nakagawa ve Yoshida (2022) yaptığı araştırmada, hisse senedi fiyat tahmininde zaman serisi gradyan artırma ağacının hem kârlılık hem de doğruluk açısından önceki araştırma yöntemlerinden üstün olduğunu doğrulamıştır.

BIST 30 Endeksi'nde işlem gören holding, beyaz eşya, petrokimya, demir çelik, ulaştırma ve iletişim sektörlerdeki şirketlerin hisse senetlerinin gelecekteki fiyatlarının tahmin edilmesinin amaçlandığı bu çalışmada, makine öğrenmesi algoritmaları olarak XGBoost, SVM, KNN ve RF kullanılmıştır. Analiz sonucunda XGBoost algoritmasının hem sektörler hem de şirketler bazında en başarılı algoritma iken, en kötü performans ise SVM algoritması çıkmıştır. Ayrıca, RF algoritmasının sektör ve şirket bazında en iyi ikinci performansa sahip algoritma olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Kocaoğlu ve ark. 2022).

Xu (2022) tarafından araştırılan çalışmada, Netflix hisselerinin 2002'den 2021'e kadar olan fiyat verilerine dayanarak, Netflix hisselerinin son yedi günlük hisse senedi getirisine dayalı olarak sekizinci günlük hisse senedi getirisini tahmin edilmiştir. Çalışmada model olarak doğrusal regresyon, karar ağacı ve gradyan güçlendirme olmak üzere üç model kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, doğrusal regresyon modelinin Netflix tipi hisse senetlerinin uzun vadeli getirisini tahmin etmek için en iyi model olduğu belirlenmiştir.

Diğer bir taraftan, 2022 yılında Shrivastav tarafından yapılan bir çalışmada, Derin Öğrenme (DL), Gradient Boosting Machine (GBM) ve dağıtılmış Rastgele Orman (DRF) veri analitiği teknikleri kullanılarak borsa veri tahmini için bir topluluk modeli önerilmiştir. Ayrıca, Topluluk modelinin performans sonuçları, DP, GBM ve DRF gibi bireysel yöntemlerin her biriyle karşılaştırılmıştır. Topluluk modelinin Derin Öğrenme ve GBM' den çok daha iyi sonuç verdiği ve topluluk modeli ve DRF kullanılarak elde edilen tahmin sonuçlarının ise hisse senedi fiyatlarının orijinal değerlerine oldukça yakın olduğu tespit edilmiştir.

Singh (2022) yaptığı çalışmada, adaptif güçlendirme, k-en yakın komşular, doğrusal regresyon, yapay sinir ağları, rastgele orman, stokastik gradyan iniş, destek vektör makinesi ve karar ağaçları olmak üzere sekiz denetimli makine öğrenmesi modeli kullanarak Hindistan Hisse Senedi Piyasası Nifty 50 Endeksi'ni tahmin etmeye odaklanmıştır. Analiz sonucunda, Destek Vektör Makinesinin, diğer modeller arasında daha iyi performans gösterdiği ancak veri kümesinin boyutundaki artışla Stokastik Gradyan İniş, Destek Vektör Makinesinden daha iyi performans gösterdiği belirlenmiştir. Veri seti boyutunun artmasıyla birlikte Adaptif Boost, k-En Yakın Komşular, Rastgele Orman ve Karar Ağaçlarının yetersiz performans gösterdiği anlaşılmıştır. Bununla beraber, Doğrusal Regresyon ve Yapay Sinir Ağları, farklı boyuttaki verilerin tüm segmentlerinde neredeyse eşit performans sergilemiştir.

Akyol Özcan (2023) gerçekleştirdiği çalışmada, borsa endekslerinin artış ve azalışları makine öğrenmesi algoritmaları ile tahmin etmeye çalışılmış ve algoritmalar karşılaştırılmıştır. Bu amaç doğrultusunda on değişkenin 1. ve 2. gecikmeli değerleri alınmıştır ve dokuz makine öğrenmesi algoritması kullanılmıştır. Doğruluk oranı, F-1 skoru ve Matthew korelasyon katsayısı kullanılarak makine öğrenmesi algoritmaların performansları değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda, uzun ve orta vadede lojistik regresyon ve lineer diskriminant ve kısa vadede polinomiyal çekirdek fonksiyonu ile destek vektör makinelerinin performansı diğer algoritmalara göre daha yüksek çıkmıştır. Aynı zamanda rastgele orman algoritması eğitim verisinde yüksek, test verisinde düşük sonuçlar verdiği saptanmıştır.

Hartanto ve ark. (2023), yüksek doğruluk ve verimliliğe sahip olan LightGBM algoritmasını kullanarak hisse senedi fiyat tahminleri oluşturmuşlardır. Aynı zamanda LightGBM algoritması diğer algoritmalarla karşılaştırılarak hisse senedi fiyat verilerinin tahmininde hangi modelin optimal olduğu gözlemlenmiştir. Analiz sonuçları, GBM'nin versiyonu olan LightGBM modelinin yine GBM'nin versiyonları olan XGBoost, AdaBoost ve CatBoost gibi güçlendirme tabanlı tahmin modelleriyle rekabet

edebileceğini ve onlardan daha iyi performans sergileyebileceğini göstermiştir.

Kesharwani ve ark. (2023) tarafından yapılan bir çalışmada ise hisse senedi varlıklarının fiyatlarını tahmin etmek için bir makine öğrenmesi modeli sunulmuştur. Gradient Boosted Regressor modeli %98.28 test puanı ile bu çalışmada önerilen dört model arasında en doğru model olarak belirlenmiştir.

Reddy ve Kumar (2023), hisse senedi değerlerine ilişkin hisse senedi fiyatları tahmin edilmeye çalışılmış ve bunun için rastgele orman ve gradyan güçlendirme makinesi algoritmalarından yararlanmışlardır. Rastgele orman algoritmasının doğruluğu ile karşılaştırıldığında gradyan güçlendirme makinesi algoritmasının doğruluğu çok daha yüksek (%92.3) çıkmıştır.

Toprak ve ark. (2023) tarafından yapılan bir çalışmada ise BİST'teki Petkim Petrokimya Holding A.Ş.'nin hisse senedi fiyatları rastgele orman regresyonu, uzun-kısa süreli bellek ve evrişimsel sinir ağları ile tahmin edilmiştir. Analiz sonucunda, çalışmada kullanılan algoritmaların determinasyon katsayılarına (R^2) göre hisse senedi fiyatlarının tahmininde kullanılabileceği görülmüştür.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Kartonsan firmasının hisse senedinin fiyatının tahmini için çıktı olarak kullanılan firmanın 2011-2022 tarihleri arasındaki hisse senedi aylık kapanış fiyatları Investing.com web sayfasından temin edilmiş olup (URL-1 2023), verilerin üçer aylık ortalaması alınmıştır. Çalışmada girdi olarak kullanılan finansal oranların hesaplanmasında yararlanılan firmanın çalışma kapsamındaki döneme ait üç aylık finansal çizelgeler Kamu Aydınlatma Platformu (KAP) web sayfasından temin edilmiştir (URL-2 2023). Çalışmada hesaplanan finansal oranlar ise şunlardır: Cari oran, asit-test oranı, nakit oranı, özsermaye devir hızı, özsermaye kârlılığı, net kâr marjı, uzun vadeli yabancı kaynaklar / toplam aktifler, kısa vadeli yabancı kaynaklar / toplam aktifler, özsermaye / toplam aktifler'dir.

Yöntem

Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağları insan beyni bilgilerinin toplanmasını ve işlenmesini teşvik etmek için tasarlanmış bilgisayar sisteminin bir bileşenidir (Patel ve ark. 2021). YSA, birbirine bağlı birçok düğümden (yapay sinirlerden) oluşur. Sinir ağı, nöron adı verilen birkaç tek işlem elemanından oluşan, biyo-esinli bir sistemdir. Nöronlar, bir dizi atanmış ağırlıktan oluşan eklem mekanizmasıyla birbirine bağlanır. Nöron, giriş parametrelerinin değerlerini alır, bunları atanan ağırlıklara göre toplar ve bir sapma değeri ekler. Transfer fonksiyonu uygulanarak çıktıların değeri belirlenir. Giriş katmanındaki nöronların sayısı, giriş parametrelerinin sayısına eşittir (Moghaddam ve ark. 2016). Matematiksel açıdan p nöronunun performansı şu şekilde tanımlanabilir:

$$U_P = \sum_{i=1}^{n} w_{Pi}\, x_i \quad (2.2.1)$$

$$y_P = \varphi(u_P + b_P) \quad (2.2.2)$$

Burada, $x_1 \ldots x_n$, giriş parametreleridir; $w_{P1} \ldots w_{Pn}$, P nöronunun bağlantı ağırlıklarıdır; u_P, giriş birleştiricisidir; b_P, eşik değeridir; φ, aktivasyon fonksiyonudur ve y_P, nöronun çıktısıdır (Moghaddam ve ark. 2016).

YSA'ların önemli bir uygulama alanı tahmindir ve araştırmacıların yanı sıra uygulayıcılar için de çekici bir alternatif araç sağlar. YSA'ların aşağıdaki özellikleri onları bir tahmin görevi için değerli ve çekici kılmaktadır.

i) Geleneksel model tabanlı yöntemlerin aksine, örneklerden öğrenir ve altta yatan ilişkiler bilinmese veya tanımlanması zor olsa bile veriler arasındaki incelikli işlevsel ilişkileri yakalar. Deneyimlerden öğrenme yeteneği verir ve gerçek dünya sorunlarını çözmek için pratik ve uygulanabilir bir yol sağlar.

ii) YSA'lar, örnek veriler en az prensipte gürültülü bilgiler içerse bile, verilerin görünmeyen kısmını genelleyebilir ve doğru bir şekilde çıkarım yapabilir.

iii) YSA'lar evrensel işlevsel yaklaşım araçlarıdır ve istenen doğruluk için sürekli bir işlev sağlar.

iv) YSA'lar, girdi ve çıktı değişkenleri arasındaki ilişki hakkında önceden bilgi sahibi olmadan doğrusal olmayan modelleme yapma kapasitesine sahiptir. Bu nedenle YSA'lar tahmin için daha genel ve esnek bir modelleme aracıdır (Devadoss ve Ligori 2013).

Rastgele Orman

Rastgele orman, bir dizi regresyon karar ağacından elde edilen sonuçları birleştirerek çıktı tahminleri yapan ve sınıflandırma ve regresyon analizi için kullanılan bir

topluluk makine öğrenmesi tekniğidir. RF, mevcut bir veri kümesinin yerine yeni bir veri kümesi oluşturma yöntemi olan torbalama (veya önyükleme toplama) tekniğini uygulamaktadır. Bu yöntemde, her ağaç bağımsız olarak oluşturulur ve ormandaki tüm ağaçlar aynı dağılıma sahip olacak şekilde girdi verilerinden örneklenen rastgele bir vektöre bağlıdır. Ormanlardan gelen tahminlerin önyükleme toplama ve rastgele özellik seçimi kullanılarak ortalaması alınır. RF, hem küçük veri setleri hem de yüksek veri setleri ile verimli bir şekilde çalışmaktadır (Biau ve Scornet 2016, Umoh ve ark. 2022). RF, eğitim işleminin diğer algoritmalara göre daha hızlı olması ve sınıflandırma doğruluğunun yüksek olması nedeniyle de oldukça kullanışlıdır (Srivastava ve ark. 2023). Ancak, diğer makine öğrenmesi algoritmalarıyla karşılaştırıldığında RF daha karmaşık ve zaman alıcıdır (Wang ve Gao 2022). RF regresyon tahmincisi ise aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Ahmad ve ark. 2018).

$$f_{RF}^{C}(x) = \frac{1}{C}\sum_{i=1}^{C} T_i\,(x)$$
(2.2.3)

Burada, x vektörlenmiş giriş değişkeni, C ağaç sayısı ve $T_i(x)$ girdi değişkenlerinin bir alt kümesine ve önyüklemeli örneklere dayalı olarak oluşturulan tek bir regresyon ağacıdır.

Doğrusal Regresyon

Doğrusal regresyon, bir öğrenme modeli oluşturmayı amaçlayan ve girdi verilerine en iyi şekilde doğrusal bir çizgi uydurarak iki değişken arasında ilişki kurmaya çalışan denetimli bir makine öğrenmesi tekniğidir (Sakhare ve Imambi 2019). Doğrusal regresyon modelinin genel matematiksel ifadesi ise aşağıda verilmiştir.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \cdots + \beta_n X_n + \epsilon$$
(2.2.4)

Burada, Y bağımlı değişken, β_0 regresyon sabiti, β_1, β_2,..$\beta_n$bağımsız değişkenlerin ağırlıkları, X_1,X_2..X_n bağımsız değişkenler ve ϵ ise regresyon hatasıdır (Su ve ark. 2012). Y tahmin edilecek bir değişkendir ve kriter değişkeni olarak da bilinir. Y'nin tahmini x'in değerlerine dayandığından x'e açıklayıcı değişken adı verilir. Açıklayıcı değişken bir veya daha fazla olabilir. Yalnızca bir açıklayıcı değişken olduğunda tahmin yöntemine basit regresyon, birden fazla açıklayıcı değişken olduğunda tahmin yöntemine çoklu regresyon adı verilir (Sharma ve ark. 2017, Sakhare ve Imambi 2019).

Tahmin için doğrusal regresyon modelini kullanmadan önce, tahmin edilecek (bağımlı) değişken ile girdi verileri (bağımsız değişkenler) arasında bir ilişki olup olmadığı belirlenmelidir. Bu iki değişken arasındaki ilişkinin gücü dağılım grafiği kullanılarak belirlenebilir (Rubio ve ark. 2016).

Doğrusal regresyon, giriş veri noktaları boyunca en uygun düz çizgiyi aramaktadır. En uygun çizgiye regresyon çizgisi denir. Regresyon çizgisi bir veri grubu için modellendikten sonra çizgiden uzakta bulunan veri değerlerine ise aykırı değer adı verilir. Aykırı değerler hatalı verileri temsil eder ve uygun olmayan bir regresyon çizgisine işaret edebilir. Bu tür hatalı veri değerleri ile tahminin doğruluğu büyük ölçüde azalabilmektedir. Doğrusal regresyon her zaman çıktı değişkeni ile girdi değişkeni arasında doğrusal bir ilişkinin olduğu varsayımına dayanır ve bu her zaman doğru değildir. Doğrusal regresyon, doğrusal olmayan veriler için en iyi uyumu sağlamaz (Sakhare ve Imambi 2019). Son olarak, doğrusal regresyon modelleri genellikle en küçük kareler yaklaşımı kullanılarak uyarlanmaktadır (Cao 2021).

Gradyan Güçlendirme Makinesi

Gradyan güçlendirme makinesi, makine öğrenmesinde sıklıkla kullanılan ve doğrusal olmayan karmaşık ilişkileri modelleyebilen bir algoritmadır. Temel olarak GBM algoritması birçok basit karar ağaçlarını bir araya getirerek güçlü bir model oluşturur. Her biri adım adım modelin performansını arttırır. GBM modeli bir başlangıç model ile tahmin oluşturur ve bu model matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Touzani ve ark. 2018, Lu ve Mazumder 2020, Siswoyo 2021, Acharya ve ark. 2021, Konstantinov ve Utkin 2021);

$$F^0(x) = argmin_\gamma \sum(i=1)^n L(y_\mathrm{i}, \gamma)$$
(2.2.5)

Burada $F^0(x)$ başlangıç modelidir. Model tahmini tüm veri seti üzerinde sabit bir değer (γ) ile başlar ve bu değer hedef değişkenin ortalaması veya medyanı olabilir. Bu değer kayıp fonksiyonunu (L) en küçük değere getirir. Eşitlikteki y_i ise veri setindeki gerçek değerleri temsil etmektedir. GBM, her adımda modelin önceki adımlardaki hatalarını düzeltmeye çalışan yeni bir karar ağacı ekler. Bu süreç, modelin eğitim verilerindeki ilişkileri daha iyi kavramasına yardımcı olur. Her yeni ağacın katkısı, önceki modelin tahminlerine eklenir. Matematiksel olarak bu durum aşağıdaki eşitlik ile ifade edilebilir;

$$F_\mathrm{m}(x) = {F_\mathrm{m}}^{-1}(x) + \nu \cdot h_\mathrm{m}(x)$$
(2.2.6)

Burada ${F_\mathrm{m}}^{-1}(x)$ bir önceki tahmini, $h_\mathrm{m}(x)$ m inci tahmini, ν ise öğrenme oranını temsil etmektedir. Her ağacın tahmini ($h_\mathrm{m}(x)$), kayıp fonksiyonunun gradyanını (türevini)

azaltacak şekilde eğitilir. Bu süreçte, aşağıdaki eşitlikte belirtildiği gibi her adımdaki ağacın tahmini, önceki adımların toplam tahminlerine eklenerek, kayıp fonksiyonu minimize edilmeye çalışılır.

$$h_{\mathrm{m}} = argmin_{\mathrm{h}} \sum(i=1)^{n} L\left(y_{\mathrm{i}}, {F_{\mathrm{m}}}^{-1}(x_{\mathrm{i}}) + h(x_{\mathrm{i}})\right)$$
(2.2.7)

Belirlenen adım sayısı (iterasyon) veya başka bir durdurma kriteri karşılanana kadar bu süreç devam eder. Modelin son hali, başlangıç modeli ve tüm iterasyonlardaki ağaçların toplamı olarak aşağıdaki gibi gösterilebilir.

$$F(x) = F^{0}(x) + \nu \cdot \sum(m=1)^{M} h_{\mathrm{m}}(x)$$
(2.2.8)

Modelin başarısı zayıf karar ağaçlarının bir araya getirilerek her adımda kayıp fonksiyonun minimize edilmesine dayalı optimizasyondan kaynaklanmaktadır (Touzani ve ark. 2018, Lu ve Mazumder 2020, Siswoyo 2021, Acharya ve ark. 2021, Konstantinov ve Utkin 2021).

Modellerin Değerlendirilmesi

Yöntemlerin performans kriteri olarak MSE, MAE ve R^2 değerleri belirlenerek karşılaştırma yapılmış ve modellerin eğitim ve test verileri üzerindeki başarısı değerlendirilmiştir. Performans ölçütleri olarak belirlenen MSE, MAE ve R^2 değerlerinin hesaplanması için kullanılan matematiksel eşitlikler aşağıda verilmiştir (Botchkarev 2018, Correa-Jullian ve ark. 2020).

Ortalama Karesel Hata (MSE): Tahmin edilen değerlerin gerçekten ne kadar uzakta olduğunu göstermektedir.

$$MSE = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(y_i - \widehat{y_i})^2$$
(2.2.9)

Ortalama Mutlak Hata (MAE): Hataların mutlak değerlerinin ortalamasını göstermektedir.

$$MAE = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}|y_i - \widehat{y_i}|$$
(2.2.10)

Determinasyon Katsayısı (R^2): Modelin veriler arasındaki sapmayı ne ölçüde açıklayabildiğini gösterir.

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{N}(y_i - \widehat{y_i})^2}{\sum_{i=1}^{N}(y_i - \bar{y})^2}$$
(2.2.11)

Burada $y_i$gerçek değeri, $\widehat{y_i}$ tahmin edilen değeri, N toplam örnek sayısını temsil etmektedir.

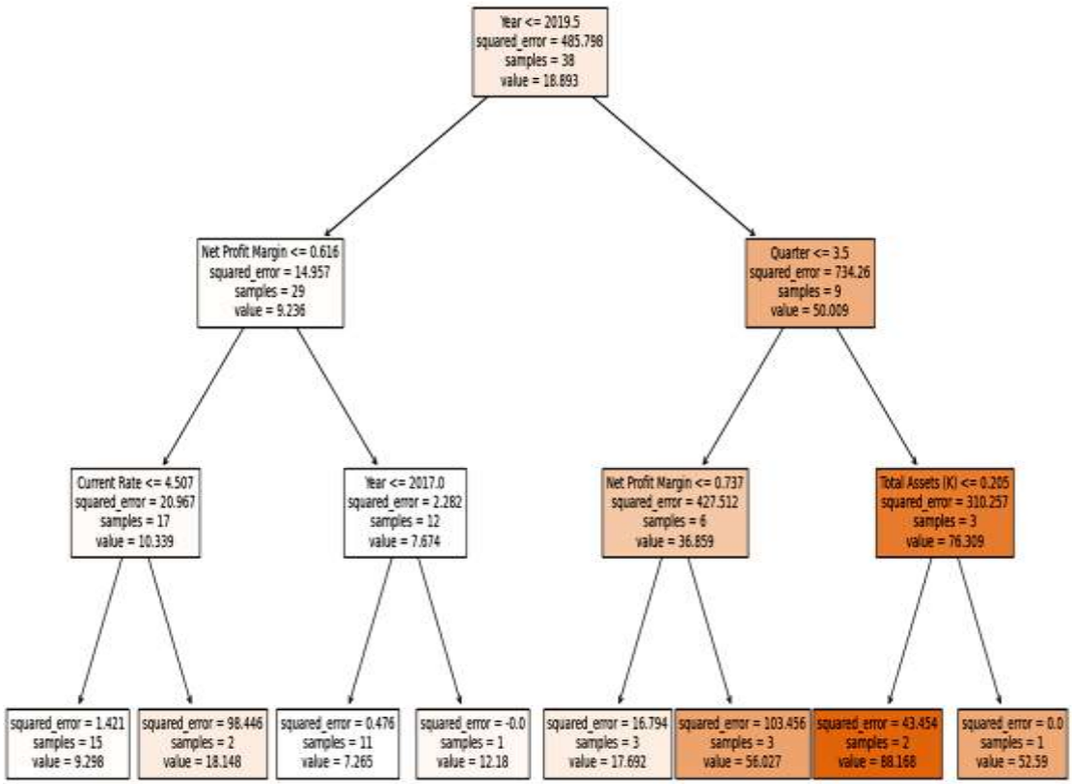
BULGULAR VE TARTIŞMA

Makine öğrenmesi python programlama dili kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla yapay sinir ağları modeli (Dike ve ark. 2018) için programının pandas, torch, sklearn, mathplotlib ve numpy kütüphaneleri yüklenmiştir. Veri setleri içinden yıl ve çeyrek bilgileri çıkarılmıştır. Hisse senedi fiyat değişkeni bağımlı değişken (çıktı) olarak atanırken, dokuz finansal oran bağımsız değişkenler (girdi) olarak atanmıştır.

Veriler %80 eğitim verisi ve %20 test verisi olarak gruplandırılmıştır. Veriler pytorch kütüphanesi yardımıyla iki boyutlu tensörlere dönüştürülmüştür. Daha sonra girdi katmanı 9 nöron, gizli katmanı 64 nöron ve çıktı katmanı bir nöron olan bir yapay sinir ağları modeli oluşturularak eğitilmiştir. Aktivasyon fonksiyonu olarak düzeltilmiş doğrusal birim (ReLU) kullanılmıştır (He ve ark. 2015). Model MSE (ortalama kare hata) kayıp fonksiyonu ve ADAM optimizer algoritması kullanılarak eğitilmiştir (Attrapadung ve ark. 2022). ADAM algoritması uyarlanabilir öğrenmeyi sağlayan momentum ve RMSprop olarak isimlendirilen iki bileşenden meydana gelmektedir. Momentum bileşeni önceki gradyanların birikimidir ve modelin minimumlardan kurtulmasını sağlamaktadır. RMSprop ise farklı parametreler için öğrenme oranını ayarlamaktadır. Modelde hesaplama için "numpy" kütüphanesi Kullanılmıştır. Modelin eğitimi için oluşturulan algoritmanın uygulanması "scikit-learn" kütüphanesi ile gerçekleştirilmiştir. Veri düzenleme için "pandas" kütüphanesi, gerçek ve tahmini değerlerin iki boyutlu regresyon grafiğine dönüştürülmesi için "matplotlib" kütüphanesi kullanılmıştır.

Lineer regresyon modelinde python programının "pandas", "scikit-learn" ve "matplotlib" kütüphanelerinden faydalanılmıştır.

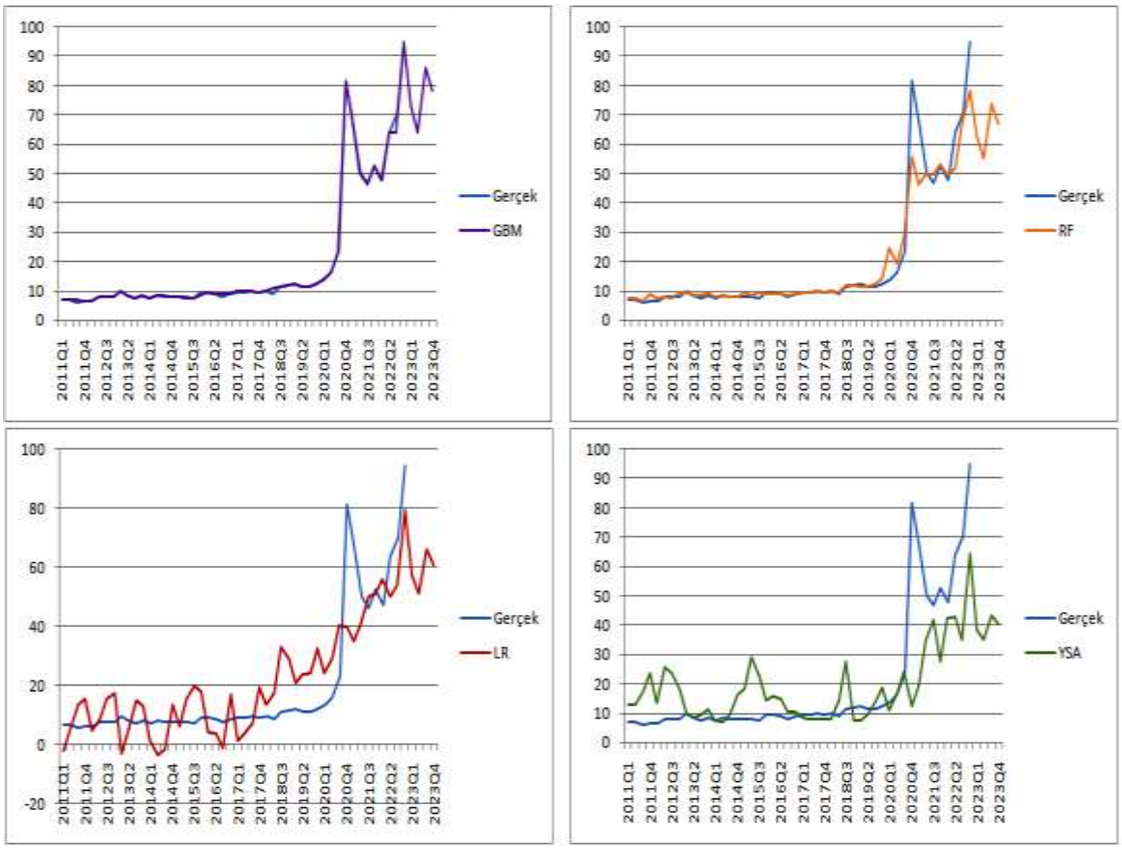
Temel kütüphanelere ek olarak "Random Forest" modeli (Hu ve Szymczak 2023) için ise tipik regresyon problemlerinin dallanma kriterlerini kullanan "RandomForestRegressor" sınıfı tatbik edilmiştir. Buradaki dallanma kriteri "Mean Squared Error"(MSE) ve "Mean Absolute Error"(MAE) hata ölçütlerini kullanmaktadır. Random forest modeli için maksimum karar ağacı sayısı 100 olarak belirlenmiştir. Karar ağacı, her kutucukta, kararın alındığı özellik (feature), eşik değer, örnek sayısı, değer ve düğümün ortalamasını gösteren akış şeması Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Random forest karar ağacı

GBM modeli, Python programlama dilinde mevcut bulunan "scikit-learn" kütüphanesinin "GradientBoostingRegressor" fonksiyonu kullanılarak eğitilmiştir. Eğitim ve test verilerinin belirlenmesinde kullanılan "randomstate" parametresi modelin R^2 değerini en yüksek çıkaracak şekilde 0 ile 50 arasında bir değerden seçilmiştir. Modelin performansı eğitim ve test verilerinin ayrı ayrı MSE, MAE ve R^2 değerleri hesaplanarak belirlenmiştir. Eğitim ve test verilerinin yüzdelik oranı 0.8 ile 0.2 olarak ayarlanmıştır.

Çizelge 1'deki modellerin performansları incelendiğinde, GBM'nin eğitim aşaması için MAE değeri 0.055 ve test aşaması için 1.32, RF'nin eğitim aşaması için MAE değeri 2.14 ve test aşaması için 4.48, LR ile elde edilen MAE değerleri eğitim için 9.21 ve test için 13.16 ve YSA'nın eğitim aşaması için MAE değeri 8.85 ve test aşaması için 14.91 olarak bulunmuştur. Modelin geçerliliğini değerlendirmek için kullanılan önemli bir kriter de, deney ve tahmin sonuçları arasındaki korelasyon katsayısıdır (R^2). R^2 değeri 0 ile 1 arasında bir değer almaktadır. Bu değer 1'e yaklaşıyorsa model verilerle oldukça uyumludur (Özşahin 2012). Modellerin R^2 değerleri incelendiğinde, GBM'nin eğitim ve test veri setlerinde R^2 değerleri sırasıyla 0.99 ve 0.98, RF'nin eğitim ve test veri setlerinde R^2 değerleri sırasıyla 0.94 ve 0.89, LR'nin eğitim ve test verilerinde R^2 değerleri sırasıyla 0.73 ve 0.55 ve YSA'nın eğitim ve test veri setlerinde R^2 değerleri ise sırasıyla 0.49 ve 0.32 çıkmıştır. Şekil 2'ye bakıldığında da GBM ile elde edilen tahmin değerlerinin gerçek değerlere daha yakın olduğu görülmektedir. GBM modeli ile gerçek değerlere en yakın değerler elde edilse de, RF ile elde edilen değerlerin de gerçek değerlere yakın olduğu gözlenmiştir. Özellikle RF sonuçlarının 2020 yılına kadar gerçek değerlere oldukça yakın olup, bu yıldan sonra yüksek standart sapmaların meydana gelmesi hisse senetlerinin dalgalı bir seyir izlemesinden kaynaklanabilir. Bu yüksek standart sapmalara ise 2019 yılında başlayan ve ülkemizde ve dünyada etkili olan Covid-19 pandemisi nedeniyle ekonomi ve ticarette yaşanılan darboğazlar neden olabilir. Bununla beraber, 2020 yılından itibaren meydana gelen hisse senetlerindeki ani yükseliş ve azalışlara karşı GBM modelinin iyi performans sergilediği söylenebilir. LR ve YSA modelleri ile elde edilen sonuçlar ile ölçülen değerler arasında oldukça yüksek farkın olduğu görülmektedir. Yani LR ve YSA sonuçlarına göre GBM ve RF sonuçlarının ölçülen değerlerden daha düşük sapma değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Çalışmada hisse senedi tahminde en iyi sonuç veren model GBM model olsa da, RF modelinin de hisse senedi tahmininde başarılı bir sonuç verdiğini söyleyebiliriz. YSA'nın R^2 değeri hem eğitim hem de test aşamasında 0.50'nin altında çıkmıştır.



Şekil 2. Gerçek ve tahmin değerleri

YSA tabanlı bir yöntemin başarılı bir şekilde uygulanması, çok sayıda eğitim veri seti gerektirmektedir (Qi ve Zhang 2001). GBM yönteminin diğer yöntemlere göre daha başarılı olduğunu gösteren yani bu çalışma ile paralellik gösteren çalışmalar bulunmakta olup, Reddy ve Kumar (2022), hisse senedi fiyat tahmininde GBM yönteminin %92.3 doğrulukla destek vektör makinesi algoritmasından önemli ölçüde daha iyi olduğunu saptamıştır. Verma ve Soni (2022) de araştırmasında, gradyan artırma yaklaşımının yüksek doğruluk derecesinde hisse senedi fiyatlarını tahmin ettiğini tespit etmiştir. Başka bir çalışmada gradyan artırılmış regresyon modelinin destek vektör makinesi, doğrusal regresyon, rastgele orman modellerinden daha başarılı performansa sahip model olarak öne çıkmıştır (Kesharwani ve ark. 2023). Yine, 2023 yılında Reddy ve Kumar tarafından yapılan başka bir çalışmada, GBM ve RF ile hisse senedi fiyat tahmini yapılmıştır. Çalışma sonucunda GBM algortimasının doğruluğu RF algoritmasına göre daha yüksek çıkmıştır. Hisse senedi fiyatı tahmininde rastgele orman yönteminin başarılı performans gösterdiğini sunan başka çalışmalar da (Tekin ve Çanakoğlu 2018, Ravikumar ve Saraf 2020, Roy ve ark. 2020, Kaynar ve Yiğit 2021) bulunmaktadır. Koç Ustalı ve ark. (2021) tarafından BIST 30 indeksinde işlem gören işletmelerin hisse senetlerinin tahmine yönelik yapılan çalışmada, YSA'nın en kötü performansa sahip olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda literatürde hisse senedi tahmininde YSA'nın başarılı bir performansa sahip olduğunu gösteren araştırmalarda mevcuttur (Yıldırım ve ark. 2011, Zahedi ve Rounaghi 2015, Sorayaei ve ark. 2016, Vijh ve ark. 2020, Ali ve ark. 2021). Ayrıca, bu çalışmanın aksine Abd Elminaam ve ark. (2022) hisse senedinin ertesi gün kapanış fiyatının tahmininde LR yönteminin RF, GB ve KNN yöntemlerinden daha başarılı performans gösterdiğini tespit etmiştir. Modellerin performans değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Modellerin performanslarının karşılaştırılması

Modeller	Eğitim			Test		
	MSE	MAE	R^2	MSE	MAE	R^2
GBM	0.0044	0.055	0.99	4.853	1.32	0.98
RF	29.9	2.14	0.94	63.7	4.48	0.89
LR	133.24	9.21	0.73	249.61	13.16	0.55
YSA	250.05	8.85	0.49	382.5	14.91	0.32

GBM: Gradyan Güçlendirme Makineleri, RF: Rasgele Orman, LR: Doğrusal Regresyon, YSA: Yapay Sinir Ağları, MSE: Ortalama Karesel Hata, MAE: Ortalama Mutlak Hata, R^2: Determinasyon Katsayısı

SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye'de kâğıt ve kâğıt ürünleri sektörü, Türkiye'nin ihracatında önemli bir yere sahip olan tarım ürünlerinin taşınması başta olmak üzere ambalaj ürünlerinin bütün sektörlere hitap etmesiyle beraber sektördeki teknolojik gelişmelerden dolayı da yatırım harcamalarındaki artışlar nedeni ile stratejik bir öneme sahiptir. Dahası, bu sektör ihracat değeri, firma sayısı ve istihdam sayısı ile önemli bir imalat endüstrisidir (Anonim 2022). Çalışmada hisse senetleri tahmini yapılan Kartonsan firması ise ilk "özel kuşeli karton üreticisi olup, piyasayı yerli kuşeli karton ile tanıştıran bir firmadır. Üretim kapasitesi açısından Türkiye'nin lider Avrupa'nın ise önde gelen kuşeli karton üreticilerinden biridir (URL-3 2024).

Bu çalışmada Borsa İstanbul'da işlem gören Kartonsan firmasına yatırım yapanlara veya yatırım yapmayı düşünenlere maksimum kar elde etmek için hisse senedi satın alma konusunda yardımcı olacak hisse senedi fiyat eğilimi makine öğrenme teknikleri ile analiz edilmesi amaçlanmıştır. Makine öğrenmesi yöntemlerinin karşılaştırılması ise MSE, MAE ve R^2 değerlendirme ölçütlerinden faydalanarak yapılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde, makine öğrenmesi yöntemlerinden gradyan güçlendirme ve rastgele orman yöntemleri ile oluşturulan modellerin BIST'te işlem gören ve kâğıt sektöründe faaliyet gösteren Kartonsan firmasının hisse senetlerinin bir gün sonraki kapanış değerlerinin tahmininde başarılı olduğu görülmektedir. Gradyan güçlendirme ile rastgele orman yöntemleri karşılaştırıldığında gradyan güçlendirme yöntemi ile daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Yapay sinir ağlarının ise en kötü performansa sahip olduğu bulunmuştur. Yapay sinir ağları yönteminin kötü performans sergilemesi kullanılan veri sayısının az olmasından kaynaklanabilir. Her dört modelde eğitim kümelerinin değerlendirme ölçütlerinin değerleri test kümelerinin değerlerine göre daha düşük olduğu görülmektedir. Bu sonuç eğitim aşamasında kullanılan veri sayısının test aşamasında kullanılan veri sayısından çok daha fazla olmasından kaynaklanabilir. Çalışmada girdi olarak sadece firmaya ait dokuz finansal oran ve dört makine öğrenmesi yönteminin kullanılması da çalışmanın bir kısıtlayıcısıdır. Bu çalışmada sadece çeyrek dönemlik hisse senedi kapanış fiyatları ve incelenen işletmeye ait finansal oranlar seçilmiştir, ancak makroekonomik ve mali politikalar gibi hisse senedi ile ilgili diğer ekonomik faktörler dikkate alınmamıştır. Bu nedenle hisse senedi fiyat eğilimini yargılamak için hisse senedi fiyat dalgalanmasını etkileyen diğer faktörlerin bağımsız değişken olarak seçilmesi gelecekte üzerinde çalışılacak konulardan biridir. Farklı makine öğrenmesi yöntemleri kullanılarak ve makine öğrenmesi yöntemleri birbiriyle entegre edilerek farklı çalışmalarda yapılabilir. Çalışmadaki veri sayısı ve girdi sayısı artırıldığında özellikle yapay sinir ağları ile daha başarılı sonuçlar elde edilebilir. Özellikle kâğıt ve kâğıt ürünleri sektörü ve sektördeki işletmelerin finansal getirilerinin makine öğrenme yöntemleri ile tahminine yönelik sınırlı sayıda çalışma bulunmakta olup, bu bakımdan mevcut çalışma literatüre katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Abd Elminaam DS, El Tanany A, Abdul Salam M, Abd El Fattah M (2022) Closing price prediction of stock market using machine learning models. 2nd International Mobile, Intelligent, and Ubiquitous Computing Conference (MIUCC), Cairo, Egypt, pp. 251-255.

Acharya S, Pustokhina IV, Pustokhin DA, Geetha BT, Joshi GP, Nebhen J, Seo C (2021) An improved gradient boosting tree algorithm for financial risk management. Knowledge Management Research & Practice, 1-12.

Ahmad M, Reynolds J, Rezgui Y (2018) Predictive modelling for solar thermal energy systems: a comparison of support vector regression, random forest, extra trees and regression trees. J Clean Prod, 203: 810–821.

Akşehir ZD, Kılıç E (2019) Makine öğrenmesi teknikleri ile banka hisse senetlerinin fiyat tahmini. Türkiye Bilişim Vakfı Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi, 12(2): 30-39.

Akyol Özcan K (2023) Borsa endeksi yönünün makine öğrenmesi yöntemleri ile tahmini: BIST 100 örneği. Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 14(3): 1001-1018.

Ali M, Khan DM, Aamir M, Ali A (2021) Predicting the direction movement of financial time series using artificial neural network and support vector machine. Complexity, Special Issue, 1-13.

Anonim (2022) Kağıt Sektör Raporu 2021. T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Sanayi Genel Müdürlüğü.

Arslankaya S, Toprak Ş (2021) Makine öğrenmesi ve derin öğrenme algoritmalarını kullanarak hisse senedi fiyat tahmini. Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi, 13(1): 178-192.

Attrapadung N, Hamada K, Ikarashi D, Kikuchi R, Matsuda T, Mishina I, Morita H, Schuldt JCN (2022) Adam in private: secure and fast training of deep neural networks with adaptive moment estimation. Proceedings on Privacy Enhancing Technologies, 4: 746-767.

Bhardwaj N, Akil Ansari MD (2019) Prediction of stock market using machine learning algorithms. International Research Journal of Engineering and Technology, 6(5): 5994-6005.

Biau G, Scornet EA (2016) Random forest guided tour. Test, 25: 197–227.

Botchkarev A (2018) Performance metrics (error measures) in machine learning regression, forecasting and prognostics: properties and typology.

Cavalcante RC, Brasileiro RC, Souza VLF, NobregaJP, Oliveira AI (2016) Computational intelligence and financial markets: a survey and future directions. Expert Systems with Applications, 55: 194-211.

Cao M (2021) Predicting the link between stock prices and indices with machine learning in R programming language. Journal of Mathematics, 2021: 1275637.

Ceylan T (2018) Perakende sektöründe makine öğrenmesine dayalı yaklaşımlar. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İstanbul.

Correa-Jullian C, Cardemil JM, Droguett EL, Behzad M (2020) Assessment of deep learning techniques for prognosis of solar thermal systems. Renewable Energy, 145: 2178-2191.

Devadoss AV, Ligori TAA (2013) Stock prediction using artificial neural networks. International Journal of Data Mining Techniques and Applications, 2: 283-291.

Dike HU, Zhou Y, Deveerasetty KK, Wu Q (2018) Unsupervised learning based on artificial neural network: a review. 2018 IEEE International Conference on Cyborg and Bionic Systems (CBS), Shenzhen, China, pp. 322-327.

Doğan S, Büyükkör Y (2022) Makine öğrenmesi ile finansal zaman serisi tahminleme. Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 24(3): 1205-1230.

Ghani MU, Awais M, Muzammul M (2019) Stock market prediction using machine learning (ML) algorithms. Advances in Distributed Computing and Artificial Intelligence Journal, 8(4): 97-116.

Hartanto A, Kholik YN, Pristyanto Y (2023) Stock price time series data forecasting using the light gradient boosting machine (LightGBM) model. International Journal on Informatics Visualization, 7(4): 2270-2279.

He K, Zhang X, Ren S, Sun J (2015) Delving deep into rectifiers: surpassing human-level performance on imagenet classification. Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision, Santiago, Chile, pp. 1026-1034.

Hu Q, Qin S, Zhang S (2022) Comparison of stock price prediction based on different machine learning approaches. Proceedings of the 2022 International Conference on Bigdata Blockchain and Economy Management (ICBBEM 2022), Wuhan, Hubei province, China, pp. 215-231.

Hu J, Szymczak S (2023) A review on longitudinal data analysis with random forest. Briefings in Bioinformatics, 24(2): 1-11.

Idowu PA, Osakwe C, Kayode AA, Adagunodo ER (2012) Prediction of stock market in Nigeria using artificial neural network. I.J. Intelligent Systems and Applications, 11: 68-74.

Kaynar T, Yiğit ÖE (2021) Öznitelik mühendisliği ile makine öğrenmesi yöntemleri kullanılarak BIST 100 endeksi değişiminin tahminine yönelik bir yaklaşım. Journal of Yaşar University 16(64): 1741-1762.

Kesharwani H, Mallick T, Nakarmi A, Raj G (2023) Evaluation of stock prices prediction using recent machine learning algorithms. In B. Unhelkar, H. M. Pandey, A. P. Agrawal, A. Choudhary (Eds.), Advances and Applications of Artificial Intelligence & Machine Learning. Lecture Notes in Electrical Engineering, Singapore, Springer, pp. 557-566.

Kocaoğlu D, Turgut K, Konyar MZ (2022) Sector-based stock price prediction with machine learning models. Sakarya University Journal of Computer and Information Sciences, 5(3): 415-426.

Konstantinov AV, Utkin LV (2021) Interpretable machine learning with an ensemble of gradient boosting machines. Knowledge-Based Systems, 222: 106993.

Koç Ustalı N, Tosun N, Tosun Ö (2021) Makine öğrenmesi teknikleri ile hisse senedi fiyat tahmini. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, 16(1): 1-16.

Leippold M, Wang Q, Zhou W (2022) Machine learning in the Chinese stock market. Journal of Financial Economics, 145: 64-82.

Lu H, Mazumder R (2020) Randomized gradient boosting machine. SIAM Journal on Optimization, 30(4): 2780-2808.

Manojlović T, Štajduhar I (2015) Predicting stock market trends using random forests: a sample of the Zagreb stock exchange. 38th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO), Opatija, Croatia, pp. 1189-1193.

Moghaddam AH, Moghaddam MH, Esfandyari M (2016) Stock market index prediction using artificial neural network. Journal of Economics, Finance and Administrative Science, 21: 89-93.

Nakagawa K, Yoshida K (2022) Time-series gradient boosting tree for stock price prediction. Data, Mining, Modelling and Management, 14(2): 110-125.

Özşahin Ş (2012) The use of an artificial neural network for modelling the moisture absorption and thickness swelling of oriented strand board. BioResources, 7(1): 1053-1067.

Öztürkmen M, Eren E (2020) BIST 100 endeksi için yükseliş-düşüş tahmini için bir yapay öğrenme modeli. Efil Journal, 3(12): 42-52.

Patel R, Choudhary V, Saxena D, Singh AK (2021) Review of stock prediction using machine learning techniques. Proceedings of the Fifth International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI),Tirunelveli, TamilNadu, India, pp. 840-846.

Qi M, Zhang G (2001) An investigationofmodel selection criteria forneural network time series forecasting. European J. Oper. Res., 13 (3): 666–680.

Ravikumar S, Saraf P (2020) Prediction of stock prices using machine learning (regression, classification) algorithms. 2020 International Conference for Emerging Technology (INCET), Belgaum, India, pp. 1-5.

Reddy PV, Kumar SM (2022) A method for determining the accuracy of stock prices using gradient boosting and the support vector machines algorithm. Proceedings of the Third International Conference on Smart Electronics and Communication (ICOS) Trichy, India, pp. 1596-1599.

Reddy PV, Kumar SM (2023) A novel approach to improve accuracy in stock price prediction using gradient boosting machines algorithm compared with random forest algorithm. AIP Conference Proceedings, 2822(1): 1-8.

Roy SS, Chopra R, Lee KC, Spampinato C, Mohammadi-ivatlood B (2020) Random forest, gradient boosted machines and deep neural network for stock price forecasting: a comparative analysis on South Korean companies. International Journal of Ad Hoc and Ubiquitous Computing, 33(1): 62-71.

Rubio A, Bermudez JD, Vercher E (2016) Forecasting portfolio returns using weighted fuzzy time series methods. International Journal of Approximate Reasoning, 75: 1-12.

Sakhare NN, Imambi SS (2019) Performance analysis of regression based machine learning techniques for prediction of stock market movement. International Journal of Recent Technology and Engineering, 7(6S): 655-662.

Sharma A, Bhuriya D, Singh U (2017) Survey of stock market prediction using machine learning approach. International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology Coimbatore, India: 506-509.

Shrivastav LK (2022) An ensemble of random forest gradient boosting machine and deep learning methods for stock price prediction. Journal of Information Technology Research, 15(1): 1-19.

Singh G (2022) Machine learning models in stock market prediction. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering, 11(3): 18-28.

Siswoyo B (2021) Ensemble learning gradient boosting in improving classification and prediction in machine learning. Turkish Journal of Computer and Mathematics Education, 12(8): 1997-2002.

Sorayaei A, Atf Z, Gholami M (2016) Prediction stock price using artificial neural network (case study: chemical industry fims accepted in Tehran stock exchange). Bulletin de la Societe Royale des Sciences, 85: 991-998.

Srivastava R, Kumar S, Kumar B (2023) Classification model of machine learning for medical data analysis. In T. Goswami, G. R. Sinha (Eds.), Statistical Modeling in Machine Learning: Concepts and Applications, Cambridge, Massachusetts, ABD Academic Press.

Su X, Yan X, Tsai CL (2012) Linear regression. Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics, 4(3): 275-294

Tekin S, Çanakoğlu E (2018) Borsa İstanbul hisse senedi getirilerinin makine öğrenmesi yöntemleriyle tahmini. 26th Signal Processing and Communications Applications Conference, İzmir, Türkiye, pp. 1-4.

Toprak Ş, Çağıl G, Kökçam AH (2023) Stock closing price prediction with machine learning algorithms: PETKM stock example in BIST. Düzce University Journal of Science & Technology, 11: 958-976.

Touzani S, Granderson J, Fernandes S (2018) Gradient boosting machine for modeling the energy consumption of commercial buildings. Energy and Buildings, 158: 1533-1543.

Umoh UA. Eyoh IJ, Murugesan VS, Nyoho EE (2022) Fuzzy-machine learning models for the prediction of fire outbreaks: a comparative analysis. In R. Pandey, S. K. Khatri, N. K. Singh, P. Verma (Eds.), Artificial Intelligence and Machine Learning for EDGE Computing, Cambridge, Massachusetts, ABD: Academic Press, pp. 207-233.

URL-1. (2023). https://tr.investing.com/equities/kartonsan. Erişim tarihi: 15.10.2023

URL-2. (2023). https://www.kap.org.tr/tr/sirket-bilgileri/ozet/997-kartonsan-karton-sanayi-ve-ticaret-a-s. Erişim tarihi: 15.10.2023

URL-3. (2024). https://www.kartonsan.com.tr/tr/#. Erişim tarihi: 20.01.2024

Verma A, Soni R (2022) Predicting stock market movement employing data filtration and gradient boost algorithm. In A. Abraham, P. Siarry, V. Piuri, N. Gandhi, G. Casalino, O. Castillo, P. Hung (Eds.), Hybrid Intelligent Systems. HIS 2021. Lecture Notes in Networks and Systems Cham, Springer, pp. 215-222.

Vijh M, Chandola D, Tikkiwal VA, Kumar A (2020) Stock closing price prediction using machine learning techniques. Procedia Computer Science, 167: 599–606.

Wang J, Gao RX (2022) Innovative smart scheduling and predictive maintenance techniques. In D. Mourtzis (Ed.), Design and Operation of Production Networks for Mass Personalization in the Era of Cloud Technology ABD: Elsevier, pp.181-207.

Xu X (2022) Research on the stock price forecasting of netflix based on linear regression, decision tree, and gradient boosting models. Proceedings of the 2022 2nd International Conference on Business Administration and Data Science (BADS 2022) Kashgar, Xinjiang, China, pp. 1232-1242.

Yıldırım İ, Özşahin Ş, Akyüz KC (2011) Prediction of the financial return of the paper sector with artificial neural networks. BioResources, 6(4): 4076-4091.

Zahedi J, Rounaghi MM (2015) Application of artificial neural network models and principal componenet analysis method in predicting stock prices on Tehran Stock Exchange. Physcia A: Statistical Mechanics and Its Applications, 438: 177-187.

Artvin Çoruh Üniversitesi
Orman Fakültesi Dergisi
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Yıl: 2024, Cilt: 25, Sayı: 2, Sayfa: 59-66

ofd.artvin.edu.tr

Artvin Coruh University
Journal of Forestry Faculty
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Year: 2024, Vol: 25, Issue: 2, Pages: 59-66

Susam bitkisinin çimlenme ve fide gelişimi üzerine kurşun klorür'ün ($PbCl_2$) etkisi

Effect of lead chloride ($PbCl_2$) on germination and seedling development of sesame plant

Osman GEDİK[1*], Fatih KILLI[1], Nurdan Gül KÖRÜK[1]
[1]Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Kahramanmaraş

Eser Bilgisi / *Article Info*
Araştırma makalesi / *Research article*
DOI: 10.17474/artvinofd.1477724

Sorumlu yazar / *Corresponding author*
Osman GEDİK
e-mail: ogedik@ksu.edu.tr

Geliş tarihi / *Received*
03.05.2024
Düzeltme tarihi / *Received in revised form*
18.07.2024
Kabul Tarihi / Accepted
16.08.2024
Elektronik erişim / *Online available*
15.10.2024

Anahtar kelimeler:
Ağır metal
Çimlenme
Kurşun klorür
Susam

Keywords:
Heavy metal
Germination
Lead chloride
Sesame

Özet

Susam (*Sesamum indicum* L.), endüstri bitkileri arasında çok önemli bir yere sahiptir. Bu çalışmada susam tohumlarına, çevre kirleticilerden biri olan kurşun ($PbCl_2$) ağır metal vericisinin farklı dozları uygulanarak çimlenme ve fide gelişim özellikleri incelenmiştir. İki farklı susam çeşidi (Kepsut-99 ve Hatipoğlu) ve 0 mg L^{-1} (Kontrol), 5 mg L^{-1}, 10 mg L^{-1}, 20 mg L^{-1}, 40 mg L^{-1}, 80 mg L^{-1}, 160 mg L^{-1}, 320 mg L^{-1} olmak üzere 8 farklı $PbCl_2$ dozu uygulanmıştır. Hazırlanan petri kaplarının tabanları çift katlı filtre kâğıdı ile kaplanmış ve her petri kabına kendi dozundan 10 ml konsantrasyon sıvısı eklenmiştir. Her petri kabına 50 adet tohum ekilmiş olup petri kapları parafilm ile kapatılarak inkübatöre yerleştirilmiştir. Daha sonra 24 °C sıcaklıkta 12 saat karanlık ve 12 saat aydınlık olacak şekilde programlanan inkübatöre petri kapları yerleştirilmiştir. Çalışmadaki ölçümler denemenin kurulumundan on dört gün sonra alınmıştır. Buna göre; çimlenme oranı bakımından susam çeşitleri arasında fark görülmezken radikula yaş ve kuru ağırlık, plumula kuru ağırlık ve fide kuru ağırlık dışındaki incelenen tüm özelliklerde Hatipoğlu çeşidi daha yüksek değerlere sahip olmuştur. Dozlar açısından incelendiğinde $PbCl_2$ konsantrasyonlarının artışına bağlı olarak incelenen özelliklerin değerlerinde azalma görülmüştür. Çeşit x doz interaksiyonu bakımından incelenen parametrelerin bakıldığında çeşitlerin $PbCl_2$ dozlarına olan toleransları farklılık göstermiştir.

Abstract

Sesame (*Sesamum indicum* L.) has a very important place among industrial plants. In this study, different doses of lead ($PbCl_2$), one of the environmental pollutants, heavy metal donor were applied to sesame seeds to investigate their germination and seedling development characteristics. Two different sesame varieties (Kepsut-99 and Hatipoğlu) and 8 different $PbCl_2$ doses were applied; 0 mg L^{-1} (Control), 5 mg L^{-1}, 10 mg L^{-1}, 20 mg L^{-1}, 40 mg L^{-1}, 80 mg L^{-1}, 160 mg L^{-1}, 320 mg L^{-1}. The bottoms of the prepared petri dishes were covered with double-layered filter paper and 10 ml of concentration liquid from its own dose was added to each petri dish. Fifty seeds were sown in each petri dish and the petri dishes were covered with parafilm and placed in the incubator. Then, petri dishes were placed in the incubator, which was programmed to be 12 hours dark and 12 hours light at 24 °C. The measurements in the study were taken fourteen days after the experiment was set up. Accordingly; while there was no difference between sesame varieties in terms of germination rate, Hatipoğlu variety had higher values in all examined traits except radicle fresh and dry weight, plumula dry weight and seedling dry weight. When examined in terms of doses, a decrease was observed in the values of the examined traits due to the increase in $PbCl_2$ concentrations. When the examined parameters in terms of variety x dose interaction were examined, the tolerances of the varieties to $PbCl_2$ doses differed.

GİRİŞ

Ağır metaller genel kirlilik faktörleri olarak karasal, sucul ve hava ortamlarını tehdit etmekte ve yaşam üzerinde risk oluşturmaktadır. Bundan dolayı konuya ilgi duyan araştırmacılar ağır metallerin çevreye olan olumsuz etkileri üzerine yoğunlaşmıştır. Ağır metaller su ile temas sonucu bitkilere taşınır ya da toprak bileşenlerince (kil veya organik madde gibi) tutulabilirler (Doğaroğlu 2018). Atmosferik metaller; ya bitkilerin yaprakları tarafından havadan absorbe edilerek ya da toprakta biriktikten sonra bitkilerin kökleri tarafından emilerek iki farklı şekilde bitkilere taşınır (He ve ark. 2023). Ekosfere ulaşan ağır metallerden alüminyum, vanadyum, arsenik, civa, kurşun, kadmiyum ve selenyum toksik etki gösterirken, belirli konsantrasyonlarda çinko, mangan, kobalt, bakır, nikel ve molibden bitki gelişimi için mutlak gereklidir (Öktüren Asri ve Sönmez 2006). Endüstriyel atıklar, tarımda kullanılan çeşitli pestisitler, gübreler, madencilik çalışmaları ve egzoz gazları ile çevreye verilen ağır metaller bitkileri strese sokan en önemli çevresel faktörlerdir (Yıldır 2018). Özellikle şehir merkezleri, endüstriyel alanlar ve

yakınlarında yetiştirilen ürünlerden normal limitlerin çok üzerinde kurşun bulunabilmektedir. Eski evlerde bulunan su tesisatlarında kullanılan kurşun su boruları ve kurşun kaynaklar kurşunun suya karışmasına sebep olabilmektedirler (Dere 2019). Bitkilerde metal stresi; çimlenen tohum sayısı, radikula ve plumula uzunluğu, bitki boyu ve toplam ağırlık miktarı gibi büyüme parametrelerinde azalma ile kendini göstermektedir (Phalsson 1989). Toksik etkiye sahip olan ağır metaller, bitkilerde transpirasyon, fotosentez, stoma hareketleri, enzim aktivitesi, membran stabilitesi, su alımı, protein sentezi, çimlenme, hormonal denge gibi birçok fizyolojik olayların düzeninin bozulmasına neden olmaktadırlar (Kennedy ve Gonsalves 1987, Öktüren Asri ve Sönmez 2006). Toksisite maruz kalınan metale göre farklılık gösterebildiği gibi, organizmadan organizmaya da farklılık göstermektedir (Öktüren Asri ve Sönmez 2006). Bitkiler yüksek düzeyde ağır metale maruz kaldığında meydana gelen zararların bazıları gözle görülebilir ve ölçülebilir iken, bazılarının belirlenebilmesi için ise karışık biyokimyasal çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Ayhan ve ark. 2005). Çimlenme ve kök uzama testi bitkilerde akut fitotoksisite testlerinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Kapustka ve Reporter 1993, Munzuroğlu ve Geçkil 2002). Yüksek metal konsantrasyonu bitkilerde normal köklere göre daha kısa kök, saçak ve yan köklerde azalma şeklinde kendini gösterebilmektedir (Ayhan ve ark. 2005). Bitkinin metal maruziyeti devam ettiği sürece kökün yanı sıra gövde de bazı anormallikler ortaya çıkarak gövde büyümesi de etkilenmektedir. Bu sebeple radikula ve plumulanın yaş ve kuru ağırlıklarında düşüş meydana gelmekte ve bitki büyümesi yavaşlamaktadır (Barış 2012). Kurşun metali yaygın kullanımından (endüstriyel ve tarımsal faaliyetler) dolayı (Öktüren Asri ve Sönmez 2006) ekolojik ortamlara en fazla zararı olan metal olup, aynı zamanda çevresel kirliliğe sebep olan başlıca metaldir (Okçu ve ark. 2009). Kurşun bitkilerdeki fizyolojik ve biyokimyasal olaylar için elzem olan bir element değildir (Dürüst ve ark. 2004). Kaya ve ark. (2019), kurşun nitratın ($Pb(NO_3)_2$) farklı susam genotipleri üzerine yapmış oldukları çalışmada incelenen özelliklerde kurşun nitratın olumsuz etki ederek susamın büyüme parametrelerini olumsuz yönde etkilediğini bildirmişlerdir. Susam, Türkiye'nin de dâhil olduğu dünyanın yarı kurak ve kurak bölgelerinde yetişen Pedaliaceae familyasından tek yıllık, yazlık, çalı formunda bir bitki olup önemli bir yağlı tohum bitkisidir (Amin ve ark. 2018, Kaya ve ark. 2019) Bu çalışmada endüstri bitkileri arasında önemli bir yere sahip olan susam bitkisinin iki farklı çeşidinin artan $PbCl_2$ dozlarında çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Araştırmada Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri bölümünden temin edilen iki farklı susam çeşidi [Kepsut-99 (Beyaz renkli) ve Hatipoğlu (Esmer renkli)] bitkisel materyal olarak kullanılmış ve çalışma KSÜ Ziraat Fakültesi Tıbbi Bitkiler Laboratuvarı'nda yürütülmüştür. Sekiz farklı $PbCl_2$ dozu (kontrol, 0.005, 0.01, 0.02, 0.04, 0.08, 0.16 ve 0.32 mg L^{-1}) uygulanmış ve deneme 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Kontrol grubu için musluk suyu kullanılmış olup ağır metal dozlarının belirlenmesinde sulama suyunda bulunması gereken limit değer baz alınarak oluşturulmuştur (Anonim 1991).

Yöntem

Çalışmada kullanılan tohum örnekleri, %0.1 lik $HgCl_2$ ile hazırlanan çözeltide 1 dakika süre ile çalkalanmıştır. Sterilizasyona tabi tutulan susam tohumları üzerlerinde kimyasal kalıntı kalmaması için en az beş defa distile su ile yıkanmıştır. Her petriye iki adet steril kurutma kâğıdı yerleştirildikten sonra uygulanacak her dozdan 10 ml olacak şekilde hazırlanan petrilere ilâve edilmiştir. Daha sonra her petriye steril edilen 25 adet tohum yerleştirilmiş ve petrilere parafilm çekilerek kapatılmıştır (Taşar 2022, 2023). Çimlendirme kabini 14000 lüx ışık, 24 °C sıcaklık, 12 saat aydınlık ve 12 saat karanlık olarak ayarlanmış ve hazırlanan petriler çimlendirme kabinine yerleştirilmiştir.

Deneme kurulduktan 14 gün sonra kurşun stresine maruz bırakılan susam tohumlarının kök ve gövdeye olan etkisini belirlemek amacıyla bazı temel büyüme parametreleri ölçülmüştür. Çalışmada yetiştirilen susam çeşitlerine ait fidelerde; çimlenme oranı, radikula uzunluğu, plumula uzunluğu, fide uzunluğu, radikula yaş ağırlık, plumula yaş

ağırlık, fide yaş ağırlık, radikula kuru ağırlık, plumula kuru ağırlık, fide kuru ağırlık ve vigor indeks değerleri incelenmiştir. Kök-gövde uzunlukları ve kuru-yaş ağırlıklarını belirlemek için petrilerden 10 adet bitki seçilerek kumpas yardımıyla kök (radikula) ve gövde (plumula) uzunlukları ölçülmüştür.

Ölçümü yapılan bitkiler kök-gövde bölgelerinden ayrılarak tartılıp kök-gövde yaş ağırlıkları bulunmuştur. Kök-gövde kuru ağırlık tespiti için yaş ağırlıkta kullanılan numuneler 48 saat 70 °C etüvde kurutmaya bırakıldıktan sonra kök-gövde kuru ağırlıkları belirlenmiştir (Uslu ve ark. 2021). Vigor indeksi hesaplanırken çimlenme yüzdesi ve ortalama fide uzunluğu değerlerinin çarpımı ile elde edilmiştir (Abdul-Baki ve Anderson 1973).

İstatistiksel Analizler

Denemede alınan gözlemlere ait veriler tesadüf parseller deneme desenine göre JMP 10 İstatistik Paket Programı kullanılarak analiz edilmiş ve önemli bulunan farklılıkların gruplandırılması amacıyla LSD çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuştur (JMP 2010).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada iki farklı susam çeşidine ait tohumların farklı dozlardaki $PbCl_2$'ün çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkisi belirlenmiştir.

Çimlenme Oranı (%)

Farklı kurşun ($PbCl_2$) dozlarının susam çeşitlerinde çimlenme oranı bakımından dozlar ve çeşit x doz interaksiyonunda %1 seviyesinde farklılık görülürken, çeşitler arasında istatistiki olarak fark görülmemiştir. Dozlar bakımından en yüksek çimlenme oranı kontrol grubunda (%96.48), en düşük çimlenme oranı ise 320 mg L^{-1} dozundan (%79) elde edilmiştir. Çeşit x doz interaksiyonuna bakıldığında en yüksek çimlenme oranı Hatipoğlu çeşidinin kontrol grubunda (%97) iken en düşük çimlenme oranı ise yine Hatipoğlu çeşidinin 320 mg L^{-1} dozundan (%74) elde edilmiştir (Çizelge 1). Daha önceki çalışmalara bakıldığında Doğaroğlu (2018)'nun yapmış olduğu çalışmada en düşük çimlenme oranı kurşun ağır metalinin 2 mg L^{-1} dozunda (%23) elde ettiğini bildirmiştir. Kıran ve Şahin (2005) mercimek tohumlarına uygulanan Pb^{+2}'un (0.125, 0.250, 0.500 ve 1.000 mM) yüksek konsantrasyonlarda çimlenme oranını azaltırken, düşük konsantrasyonlarda kontrole kıyasla çok bir düşüş olmadığını bildirmiştir. Benzer şekilde Shourie (2022) *J. curcas*'ın çimlenmesi üzerine yapılan çalışmada en düşük çimlenme oranının (%58.33) en yüksek kurşun dozu (125 mmol/L) uygulamasında elde edildiğini bildirmiştir. Sengar ve ark. (2008) çimlenmenin azalmasını ya da engellenmesini, kurşunun proteaz ve amilaz gibi önemli enzimlerle etkileşiminden kaynaklanabileceğini bildirmiştir.

Çizelge 1. Farklı $PbCl_2$ dozlarının bazı susam çeşitlerinde çimlenme oranı (ÇO), radikula uzunluğu (RU), plumula uzunluğu (PU), fide uzunluğu (FU), radikula yaş ağırlık (RYA) ve plumula yaş ağırlık (PYA) ortalama değerleri

		ÇO (%)	RU (mm)	PU (mm)	FU (mm)	RYA (g)	PYA (g)
Çeşitler	Kepsut-99 ($Ç_1$)	88.00	77.21 b	28.47 b	105.68 b	0.27a	0.49 b
	Hatipoğlu ($Ç_2$)	86.50	81.09 a	33.63 a	114.73 a	0.26 b	0.53 a
Dozlar	0 mg L^{-1} (Kontrol)	96.50 a	90.56 a	33.56 a	124.13 a	0.25 c	0.51 b
	5 mg L^{-1}	85.00 c	75.56 de	29.92 b	105.48 ed	0.27 b	0.53 a
	10 mg L^{-1}	91.00 b	82.59 b	32.60 a	115.19 b	0.27 b	0.55 a
	20 mg L^{-1}	84.00 c	77.71 cd	33.18 a	110.89 bc	0.24 c	0.51 b
	40 mg L^{-1}	87.50 bc	74.33 de	32.00 a	106.34 cd	0.27 b	0.50 bc
	80 mg L^{-1}	87.50 bc	81.10 bc	28.05 c	109.15 cd	0.31 a	0.51 b
	160 mg L^{-1}	87.50 bc	79.50 bc	29.51 bc	109.02 cd	0.27 b	0.48 c
	320 mg L^{-1}	79.00 d	71.84 e	29.59 cb	101.43 e	0.22 d	0.49 cb
Çeşit X Doz	$Ç_1$ x D_0	96.00 ab	89.16 a	32.42 ab	121.59 a	0.27 bc	0.51 bcd
	$Ç_1$ x D_5	88.00 cde	74.73 de	23.99 gh	98.73 fgh	0.29 b	0.51 bcd
	$Ç_1$ x D_{10}	92.00 abc	86.93 a	30.37 cde	117.30 b	0.28 b	0.52 a-d
	$Ç_1$ x D_{20}	88.00 cde	70.63 de	28.53 def	99.16 gh	0.25 cde	0.48 cde
	$Ç_1$ x D_{40}	85.00 def	58.86 f	29.97 efg	88.84 k	0.22 e	0.44 ef
	$Ç_1$ x D_{80}	85.00 def	76.63 cde	28.40 efg	105.03 efg	0.34 a	0.51 cd
	$Ç_1$ x D_{160}	86.00 cdef	87.67 a	27.53 h	115.20 bcd	0.27 bc	0.47 de
	$Ç_1$ x D_{320}	84.00 def	73.05 e	26.54 h	99.59 ıj	0.24 cde	0.48 cde
	$Ç_2$ x D_0	97.00 a	91.96 cde	34.70 a	126.66 bc	0.22 de	0.51 cde
	$Ç_2$ x D_5	82.00 ef	76.38 ab	35.84 a	112.22 a	0.25 cd	0.56 ab
	$Ç_2$ x D_{10}	90.00 bcd	78.25 de	34.83 bc	113.08 def	0.26 bcd	0.58 a
	$Ç_2$ x D_{20}	80.00 fg	84.79 bcd	37.83 bcd	122.62 cde	0.24 de	0.54 abc

	$Ç_2$ x D_{40}	90.00 bcd	89.81 a	34.04 b	123.85 a	0.33 a	0.56 ab
	$Ç_2$ x D_{80}	90.00 bcd	85.57 abc	27.70 efg	113.27 b	0.29 cde	0.51 cde
	$Ç_2$ x D_{160}	89.00 cd	71.34 de	31.50 fgh	102.84 hı	0.28 cde	0.48 cde
	$Ç_2$ x D_{320}	74.00 g	70.64 f	32.63 def	103.28 jk	0.21 e	0.50 f
Ortalama		21.81	79.15	31.05	110.20	0.26	0.51
CV		5.16	4.92	5.59	4.12	5.00	5.02
LSD for genotype		2.26	1.95**	0.87**	2.28**	0.006**	0.013**
LSD for doses		4.53**	3.91**	1.74**	4.57**	0.01**	0.02**
LSD for G x D		6.41**	5.52**	2.45**	6.45**	0.01**	0.36**

Radikula Uzunluğu (mm)

Artan kurşun dozlarının radikula uzunluğu bakımından çeşitler, dozlar ve çeşit x doz interaksiyonu %1 seviyesinde önemli çıkmıştır. Radikula uzunluğu bakımından Hatipoğlu çeşidi (81.09 mm) Kepsut-99 çeşidinden (77.21 mm) daha yüksek bir değere sahiptir. Dozlara bakıldığında en yüksek radikula uzunluğu 90.56 mm ile kontrol grubundan elde edilirken, en düşük radikula uzunluğu 71.84 ile 320 mg L^{-1} dozundan elde edilmiştir. Çeşit x doz interaksiyonuna göre; en yüksek değer Kepsut-99 çeşidinde istatistiki olarak aynı grupta yer alan kontrol, 10 mg L^{-1}, 160 mg L^{-1} dozlarında sırasıyla 89.16 mm, 86.93 mm, 87.67 mm ve Hatipoğlu çeşitinde ise 40 mg L^{-1} dozunda 89.81 mm olarak, en düşük değer ise Hatipoğlu çeşidinin 320 mg L^{-1} dozundan 70.64 mm olarak belirlenmiştir. Kıran ve Şahin (2005) yapmış oldukları çalışmada uygulanan tüm konsantrasyonlarda $PbCl_2$ konsantrasyonlarının kök büyümesini kontrole göre engellediğini bildirmişlerdir. Verma ve Dubey (2003), iki pirinç genotipi üzerine yapmış olduğu çalışmada 20 günlük fidelerde 1000 mM (115.13 mg L^{-1}) kurşun dozunda kök uzunluğunda %40'a varan azalma gözlendiğini bildirmişlerdir.

Plumula Uzunluğu (mm)

Farklı $PbCl_2$ uygulamalarının plumula uzunluğu üzerindeki etkisine bakıldığında, çeşit, doz ve çeşit x doz interaksiyonu %1 seviyesinde önemli olduğu görülmektedir. Ortalama plumula uzunluğu 31.05 mm olarak belirlenmiştir. Farklı $PbCl_2$ uygulamaları çeşitler açısından değerlendirildiğinde Hatipoğlu çeşidi (33.63 mm) Kepsut-99 çeşidinden (28.47 mm) daha yüksek bir değere sahiptir. Dozlar açısından değerlendirildiğinde en yüksek plumula uzunluğu istatistiki olarak aynı grupta yer alan kontrol (33.56 mm), 10 mg L^{-1} (32.60 mm), 20 mg (33.18 mm) ve 40 mg L^{-1} (32.00 mm) iken, en düşük değer 80 mg L^{-1} (28.05 mm) dozunda görülmüştür. Çeşit x doz interaksiyonuna göre en yüksek plumula uzunluğu istatistiki olarak aynı grupta yer alan Hatipoğlu çeşidinde kontrol ve 5 mg L^{-1} uygulamasından elde edilirken en küçük değer ise Kepsut-99 çeşidinde istatistiki olarak aynı grupta yer alan 160 mg ve 320 mg uygulamalarında elde edilmiştir (Çizelge 1). Doğaroğlu (2018)'nun belirttiği üzere kurşunun farklı konsantrasyonlarının marul tohumlarında plumula uzamasına önemli bir etkisi olmazken, 256 mg L^{-1} dozunda kök oluşumunu engellediği belirtilmiştir. Verma ve Dubey (2003), iki pirinç genotipi üzerine yapmış olduğu çalışmada 20 günlük fidelerde 1000 mM kurşun dozunda kök uzunluğunda %31'e varan azalma gözlendiğini bildirmişlerdir.

Fide Uzunluğu (mm)

Fide uzunluğu bakımından çeşitler, dozlar ve çeşit x doz interaksiyonu %1 seviyesinde önemlidir. Hatipoğlu çeşidi (114.73 mm), Kepsut-99 çeşidinden (105.68 mm) daha yüksek fide uzunluğu değerine sahiptir. Dozlar bakımından incelendiğinde en yüksek fide uzunluğu kontrol dozunda, en düşük fide uzunluğu ise 320 mg L^{-1} uygulamasında elde edilmiştir. Çeşit x doz interaksiyonuna göre en yüksek değer aynı grupta yer alan Kepsut-99 çeşidinin kontrol (121.59 mm) dozu, Hatipoğlu çeşidinin 5 mg L^{-1} (112.22 mm) ve 40 mg L^{-1} 123.85 mm ile dozlarında elde edilmiştir. En düşük değer ise Kepsut-99 çeşidinde (88.84 mm) 40 mg L^{-1} dozunda elde edilmiştir (Çizelge 1). Kabir ve ark. (2010), metal stresinin meristematik hücre büyümesini azalttığını, Ashraf ve ark. (2011) ise daha düşük plumula ve radikula uzunluğuna yol açan hidrolitik enzimlerin amilaz ve proteazın aktivitesinin azalmasına neden olduğunu bildirmişlerdir.

Radikula Yaş Ağırlık (g)

Artan kurşun dozlarında radikula yaş ağırlığı bakımından çeşitler, dozlar ve çeşit x doz interaksiyonu %1 seviyesinde önemdir (Çizelge 1). Kullanılan çeşitler radikula yaş ağırlığı bakımından değerlendirildiğinde Kepsut-99 çeşidi (0.27g) Hatipoğlu çeşidine (0.26 gr) göre daha yüksek bir değere sahip olmuştur. Dozlar bakımından en yüksek radikula yaş ağırlığı 0.31 g ile 80 mg L^{-1} dozunda, en düşük radikula yaş ağırlığı ise 0.22 gr ile 320 mg L^{-1} dozunda gözlemlenmiştir. Çeşit x doz interaksiyonuna bakıldığında en yüksek radikula yaş ağırlığı Kepsut-99 çeşidinde 0.34 g ile 80 mg L^{-1} dozunda, Hatipoğlu çeşidinde ise 0.33 g ile 320 mg L^{-1} dozunda tespit edilmiştir. En düşük radikula yaş ağırlığı ise 0.21 g ile 320 mg L^{-1} dozunda Hatipoğlu çeşidinde elde edilmiştir (Çizelge 1). Verma ve Dubey (2003) iki pirinç genotipi üzerine yapmış olduğu çalışmada 20 günlük fidelerde 1000 mM (115.13 mg L^{-1}) kurşun dozunda köklerin taze ağırlığında %43'e varan azalma gözlendiğini bildirmişlerdir. Doğaroğlu (2018)'nun yapmış olduğu çalışmada uygulanan Pb konsantrasyonlarının, çimlenmiş marul tohumlarında plumula gelişiminde önemli bir etkisi olmadığını 256 mg L^{-1} Pb konsantrasyonunda da kök oluşumu gözlenmediğini bildirmiştir.

Plumula Yaş Ağırlık (g)

Çalışmada kullanılan ağır metalin ($PbCl_2$) plumula yaş ağırlığı üzerine çeşitler, dozlar ve çeşit x doz interaksiyonu %1 seviyesinde önemli çıkmıştır. Hatipoğlu çeşidi (0.53) Kepsut-99 çeşidine (0.49) göre plumula yaş ağırlığı bakımından daha yüksek bir değere sahiptir. Dozlar açısından değerlendirildiğinde en yüksek plumula yaş ağırlığı 5 mg L^{-1} ve 10 mg L^{-1} dozlarında sırasıyla 0.53 ve 0.55 olarak belirlenirken, en düşük plumula yaş ağırlığı ise 160 mg L^{-1} dozunda 0.48 olarak belirlenmiştir. Çeşit x doz interaksiyonu incelendiğinde en yüksek plumula değeri Hatipoğlu çeşidinin 10 mg L^{-1} dozunda (0.58), en düşük değer ise Kepsut-99 çeşidinde 40 mg L^{-1} dozunda (0.44) belirlenmiştir (Çizelge 1). Verma ve Dubey (2003), iki pirinç genotipi üzerine yapmış oldukları çalışmada 20 günlük fidelerde 1000 mM (115.13 mg L^{-1}) kurşun dozunda sürgünlerin taze ağırlığında %29'a varan azalma gözlendiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 2. Farklı $PbCl_2$ dozlarının bazı susam çeşitlerinin de fide yaş ağırlık (FYA), radikula kuru ağırlık (RKA), plumula kuru ağırlık (PKA), fide kuru ağırlık (FKA) ve vigor indeks (Vİ) ortalama değerleri

		FYA (g)	RKA (g)	PKA (g)	FKA (g)	Vİ
Çeşitler	Kepsut-99 (Ç1)	0.76 b	0.019 a	0.035 a	0.050 a	2331.96 b
	Hatipoğlu (Ç2)	0.79 a	0.015 b	0.031 b	0.040 b	2488.50 a
Dozlar (D)	0 mg L-1 (Kontrol)	0.76 c	0.014 d	0.033 abc	0.048 de	2996.35 a
	5 mg L-1	0.81 ab	0.015 cd	0.032 bc	0.048 e	2236.27 d
	10 mg L-1	0.83 a	0.016 bcd	0.035 a	0.051 bc	2618.84 b
	20 mg L-1	0.75 c	0.021 a	0.033 bc	0.055 a	2318.10 cd
	40 mg L-1	0.78 bc	0.016 bc	0.033 bc	0.049 cde	2336.74 cd
	80 mg L-1	0.82 a	0.021 a	0.031 d	0.052 ab	2392.77 c
	160 mg L-1	0.76 c	0.017 b	0.034 ba	0.050 bcd	2381.45 c
	320 mg L-1	0.72 d	0.016 bc	0.032 dc	0.048 de	2001.34 e
Çeşit X Doz	Ç1 x D0	0.78 b-e	0.017 c	0.034 bcd	0.052 cde	2919.79 a
	Ç1 x D5	0.80 bcd	0.018 cd	0.033 cde	0.052 e	2170.83 e
	Ç1 x D10	0.81 bc	0.020 bc	0.038 a	0.058 ab	2694.96 bc
	Ç1 x D20	0.73 ef	0.017 d	0.035 bc	0.052 e	2181.74 e
	Ç1 x D40	0.66 fg	0.018 cd	0.034 bcd	0.053 de	1890.85 fg
	Ç1 x D80	0.84 b	0.024 a	0.032 def	0.056 bcd	2233.46 e
	Ç1 x D160	0.74 cde	0.020 bc	0.036 ab	0.057 abc	2474.55 de
	Ç1 x D320	0.72 ef	0.020 b	0.033 cde	0.054 a	2089.45 f
	Ç2 x D0	0.73 ef	0.012 f	0.032 def	0.044 fg	3072.89 ab

	Ç2 x D5	0.82 b	0.012 ef	0.031 ef	0.044 fg	2301.69 cd
	Ç2 x D10	0.84 ab	0.011 f	0.032 efg	0.043 g	2542.70 de
	Ç2 x D20	0.77 b-e	0.025 a	0.031 efg	0.057 abc	2454.45 e
	Ç2 x D40	0.90 a	0.014 e	0.031 efg	0.045 fg	2782.63 ab
	Ç2 x D80	0.80 def	0.019 cd	0.029 g	0.049 f	2552.06 bc
	Ç2 x D160	0.77 def	0.013 f	0.030 fg	0.044 g	2288.34 e
	Ç2 x D320	0.72 g	0.012 ef	0.030 fg	0.043 g	1913.23 g
Ortalama		0.78	0.01	0.03	0.05	2410.23
CV		3.89	6.12	4.99	4.47	5.50
LSD for genotype		0.015**	0.0005**	0.0008**	0.001**	66.66**
LSD for doses		0.03**	0.001**	0.0001**	0.002**	133.32**
LSD for G x D		0.04**	0.001**	0.002**	0.003**	188.53**

Fide Yaş Ağırlık (g)

Uygulanan kurşun klorürün fide yaş ağırlığı üzerine çeşitler, dozlar ve çeşit x doz interaksiyonunun %1 seviyesinde önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 2). Çeşitler arasında fide yaş ağırlığı bakımından Hatipoğlu çeşidi (0.79) Kepsut-99 çeşidinden (0.76) daha yüksek bir değer sahiptir. Dozlara bakıldığında en yüksek fide yaş ağırlığı 10 mg L^{-1} (0.83) ve 80 mg L^{-1} (0.82) , en düşük fide yaş ağırlığı ise 0.72 ile 320 mg L^{-1} dozundan elde edilmiştir. Çeşit x doz interaksiyonuna bakıldığında en yüksek ve en düşük değer Hatipoğlu çeşidinin farklı dozları sahip olmuştur. Dahası, 40 mg L^{-1} dozunda en yüksek (0.90) değere sahip olurken, 320 mg L^{-1} dozu en düşük değer (0.72) sahip olmuştur (Çizelge 2).

Radikula Kuru Ağırlık (g)

Radikula kuru ağırlığı bakımından çeşitler, dozlar ve çeşit x doz interaksiyonu %1 seviyesinde önemlidir (Çizelge 2). Radikula kuru ağırlığı bakımından çeşitler karşılaştırıldığında Kepsut-99 çeşidi (0.19), Hatipoğlu çeşidinden (0.15) daha yüksek bir değere sahip olmuştur. Radikula kuru ağırlık bakımından dozlara bakıldığından 20 mg L^{-1} ve 80 mg L^{-1} dozları aynı istatistiki grupta yer alıp en yüksek değere sahiptir. En düşük değer ise 0.014 g ile kontrol dozunda belirlenmiştir. Çeşit x doz interaksiyonuna göre en yüksek değer aynı istatistiki grupta yer alan Kepsut-99 çeşidinin 80 mg L^{-1} (0.024) ve Hatipoğlu çeşidinin 20 mg L^{-1} (0.025) dozlarında elde edilirken, en düşük radikula kuru ağırlık değerleri Hatipoğlu çeşidinin kontrol, 10 ve 80 mg L^{-1} dozlarında elde edilmiştir (Çizelge 2). Ertekin ve Bilgen (2021), bazı ağır metallerin at dişi mısır bitkisinin çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine etkisine yönelik yaptıkları çalışmada en yüksek kök kuru ağırlığını 200 mg L^{-1} dozunda, en düşük kök kuru ağırlığını ise 800 mg L^{-1} dozunda belirlemişlerdir.

Plumula Kuru Ağırlık (G)

Plumula kuru ağırlığı yönünden çeşitler, dozlar ve çeşit x doz interaksiyonu %1 seviyesinde önemlidir (Çizelge 2). Plumula kuru ağırlığı bakımından Kepsut-99 susam çeşidi (0.035) Hatipoğlu çeşidine (0.031) göre daha yüksek bir değere sahip olmuştur. Dozlara bakıldığında en yüksek plumula değeri 10 mg L^{-1} (0.035) uygulamasında elde edilirken, en düşük plumula değeri ise 80 mg L^{-1} (0.031) uygulamasında elde edilmiştir. Çeşit x doz interaksiyonuna göre en yüksek değer Kepsut-99 çeşidinin 10 mg L^{-1} (0.038) uygulamasından elde edilirken, en düşük değer Hatipoğlu çeşidinin 80 mg L^{-1} (0.029) uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 2). Ertekin ve Bilgen (2021) yapmış oldukları çalışmada en düşük sürgün kuru ağırlığının kontrol grubunda, en yüksek sürgün kuru ağırlığının ise 800 mg L^{-1} dozunda belirlendiğini ve Pb, Cr ve Hg ağır metallerinin ise 800 mg L^{-1} dozunda kontrole kıyasla artış gösterdiğini bildirilmişlerdir.

Fide Kuru Ağırlık (g)

Fide kuru ağırlığı bakımından çeşitler, dozlar ve çeşit x doz interaksiyonunun %1 seviyesinde önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 2). Kepsut-99 çeşidi (0.050 g)

Hatipoğlu çeşidinden (0.040 g) daha yüksek fide kuru ağırlığına sahiptir. Uygulanan $PbCl_2$ dozlarına bakıldığında en yüksek fide kuru ağırlığı 20 mg L^{-1} dozundan elde edilirken, en düşük fide kuru ağırlığı ise 5 mg L^{-1} dozunda görülmüştür. Çeşit x doz interaksiyonuna bakıldığında en yüksek fide kuru ağırlığı Kepsut-99 çeşidinde 320 mg L^{-1} dozunda elde edilirken, en düşük değer ise aynı grupta yer alan 160 mg L^{-1} ve 320 mg L^{-1} dozlarında elde edilmiştir. Doğaroğlu (2018) farklı kurşun dozlarında yetiştirilen marul fidelerinde yaş ve kuru kütlelerde kontrole göre çok büyük farklılıklar olmadığını ve en büyük yaş kütlenin 64 mg L^{-1} Pb konsantrasyonunda (0.943 g), en düşük yaş kütlenin ise 2 mg L^{-1} Pb konsantrasyonunda (0,790 g) belirlendiğini bildirmiştir. Bununla beraber, en büyük kütle kaybının ise 64 mg LPb konsantrasyonunda (%37.33) ortaya çıktığını bildirmiştir. Kaya ve ark. (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada da kurşun dozlarında fide kuru ağırlıkları 400 mg L^{-1} uygulamasında kontrollere göre keskin bir düşüş görüldüğü bildirilmiştir.

Vigor İndeks

Vigor indeks bakımından çeşitler, dozlar ve çeşit x doz interaksiyonunun istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 2). Vigor indeksi çeşitler bakımından karşılaştırıldığında Hatipoğlu çeşidinin (2488.50), Kepsut-99 çeşidinden (2331.96) daha yüksek bir değere sahip olduğu görülmüştür. Dozlar bakımından vigor indekse bakıldığında en yüksek değer kontrol grubunda elde edilirken, en düşük değer ise 320 mg L^{-1} dozunda elde edilmiştir. Çeşit x doz interaksiyonuna göre en yüksek vigor indeks değeri Kepsut-99 çeşidinde kontrol grubunda (2996.35) görülürken, en düşük değer Hatipoğlu çeşidinde (2001.34) 320 mg L^{-1} dozundan elde edilmiştir. Buna göre artan $PbCl_2$ konsantrasyonlarının kullanılan susam çeşitlerinde vigor indeks değerinde azalmaya sebep olduğu görülmüştür (Çizelge 2). Verma ve Dubey (2003), kum kültürü deneylerinde artan $Pb(NO_3)_2$ seviyeleri altında yetiştirilen pirinç fidelerinin vigor indeks değerinde bir azalma olduğunu bildirmişlerdir. Pirinçte Pb nedeniyle azalan fide gücü, muhtemelen Pb'nin bitkinin normal büyümesi ve gelişmesiyle ilişkili metabolik ve biyokimyasal süreçlere müdahalesine atfedilerek bildirilmiştir. Shourie (2022), kurşunun vigor indeks üzerine etkisine yönelik yapmış olduğu çalışmada en düşük değeri en yüksek doz olan 125 mol/L (14.30 mg L^{-1}) dozunda elde etmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde endüstri ve teknolojik faaliyetlerin artışına bağlı olarak çevre kirliliği ve ağır metal kirliliği artış göstermektedir. Bu artış hem insanları hem de bitkileri çeşitli şekilde etkilemektedir. Mevcut çalışmada önemli bir endüstri bitkisi olan susam türünün iki farklı tohum rengine sahip olan Kepsut-99 ve Hatipoğlu çeşitlerinin çimlenme ve fide gelişimi üzerine artan $PbCl_2$ dozlarının etkisi belirlenmiştir. Beyaz tohum rengine sahip olan Kepsut-99 çeşidi radikula yaş ve kuru ağırlık, plumula ve fide kuru ağırlık değerlerinde esmer tohum rengine sahip olan Hatipoğlu çeşidinden daha yüksek değerlere sahip olmuştur. $PbCl_2$'ün doz artışına bağlı olarak incelenen özelliklerde düşüş görülürken çeşitler açısından interaksiyon değerlerine bakıldığında; radikula uzunluğu, plumula kuru ağırlığı, fide kuru ağırlığı ve vigor indeksi değerleri beyaz tohum renkli Kepsut-99 çeşidinde, çimlenme oranı, plumula uzunluğu ve fide yaş ağırlık değerleri ise esmer tohum renkli Hatipoğlu çeşidinde daha yüksek değerlere sahip olmuştur. Çeşit x doz interaksiyonu bakımından incelenen özelliklerin çoğunda esmer susam çeşidi olan Hatipoğlu $PbCl_2$ dozlarına daha toleranslı olduğu görülmüştür. Sonuç olarak kurşun ağır metali susam çeşitlerinde çimlenme ve fide gelişim özelliklerini olumsuz yönde etkilemiş ve çeşitlerin ağır metal stresine tepkileri de farklılıklar göstermişti

KAYNAKLAR

Abdul-Baki AA, Anderson JD (1973) Vigor determination in soybean seed by multiple criteria. Crop Science, 13(6): 630-633.

Amin H, Arain BA, Jahangir TM, Abbasi MS, Amin F (2018) Accumulation and distribution of lead (Pb) in plant tissues of guar (Cyamopsis tetragonoloba L.) and sesame (Sesamum indicum L.): profitable phytoremediation with biofuel crops. Geology, Ecology, and Landscapes, 2: 51-60.

Anonim (1991) Sulama sularında izin verilebilen maksimum ağır metal ve toksik elementlerin konsantrasyonları. Resmî Gazete, Sayı: 20748, 7 Ocak 1991.

Ashraf MY, Sadiq R, Hussain M, Ashraf M, Ahmad MSA (2011) Toxic effect of nickel (Ni) on growth and metabolism in germinating seeds of sunflower (Helianthus annuus L.). Biological Trace Element Research, 143(3): 1695-1703.

Ayhan B, Ekmekçi Y, Tanyolaç D (2005) Bitkilerde ağır metal zararları ve korunma mekanizmaları. Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 7(1): 1-16.

Barış Ç (2012) Nikel'in brokoli (*Brassica oleracea* var. italica) tohumlarının çimlenmesi ve büyümesi üzerine etkileri. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İstanbul.

Dere S (2019) Kurşun kirliliğinin tarımsal üretime etkileri. EJONS International Journal on Mathematic, Engineering and Naturel Science, 12(3): 108-118.

Doğaroğlu ZG (2018) Kadmiyum, kurşun ve çinko metallerinin marul (*Lactuca sativa* L.) tohumlarının çimlenme özellikleri üzerine etkisi. Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 23(2): 299-308.

Dürüst N, Dürüst Y, Tuğrul D, Zengin M (2004) Heavy metal contents of *Pinus radiata* trees of İzmit (Turkey). Asian Journal of Chemistry, 16(2): 1129-1134.

Ertekin EN, Bilgen M (2021) Bazı ağır metallerin at dişi mısır (*Zea mays* L.)'da çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkileri. Biological Diversity and Conservation, 14(2): 198-207.

He L, Wang S, Liu M, Chen Z, Xu J, Dong Y (2023) Transport and transformation of atmospheric metals in ecosystems: a review. Journal of Hazardous Materials Advances, 9: 1-15.

JMP (2010) JMP user guide, release 10 copyright © 2010, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, ISBN 978-1-59994-408-1.

Kabir M, Iqbal MZ, Shafiq M, Farooqi ZR (2010) Effects of lead on seedling growth of *Thespesia populnea* L. Plant, Soil and Environment, 56: 194-199.

Kapustka LA, Reporter M (1993) Terrestrial primary producers. In: Peter Calow (ed) Handbook of ecotoxicology, vol. 1. Blackwell Scientific Publications, 278-298.

Kaya AR, Eryigit T, Uslu ÖS, Gedik O, Tunctürk M (2019) Effects of lead on seed germination and seedling growth in different sesame (Sesamum indicum) genotypes. Fresenius Environmental Bulletin, 28(9): 6574-6579.

Kennedy CD, Gonsalves F (1987) The action of divalent zinc, cadmium, mercury, copper and lead on the trans-root potential and efflux of excised roots, J.Exp. Bot., 38: 800-817.

Kıran Y, Şahin A (2005) The effects of the lead on the seed germination, root growth, and root tip cell mitotic divisons of lens culinaris medik. G.U. Journal of Science, 18(1): 17-25.

Munzuroğlu Ö, Geçkil H (2002) Effects of metals on seed germination, root elongation, and coleoptile and hypocotyl growth in *Triticum aestivum* and *Cucumis sativus*. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 43: 203-213.

Okçu M, Tozlu E, Kumlay AM, Pehluvan M (2009) Ağır metallerin bitkiler üzerine etkileri. Journal of Agriculture Science, 17(2): 14-26.

Öktüren AF, Sönmez S (2006) Ağır metal toksisitesinin bitki metabolizması üzerine etkileri. Derim, 23(2): 36-45.

Phalsson AMB (1989) Toxicity of heavy metals (Zn, Cu, Cd, Pb) to vascular plants. Water, Air, Soil Pollution, 47: 287-319.

Sengar RS, Gautam M, Sengar RS, Garg SK, Sengar K, Chaudhary R (2008) Lead stress effects on physiobiochemical activities of higher plants. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology, 196: 73-93.

Shourie A (2022) Effect of cadmium and lead stress on seed germination and seedling growth of *Jatropha curcas* L. Biosciences Biotechnology Research Asia, 19(3): 671-678.

Taşar N (2022) Mitotic effects of copper oxide nanoparticle on root development and root tip cells of *Phaseolus vulgaris* L. seeds. Microsc Res Tech., 85: 3895-3907.

Taşar N (2023) Genotoxic effect of iron oxide (Fe2O3) nanoparticles on *Triticum aestivum* (wheat). Microsc Res Tech., 86: 1023-1036.

Uslu ÖS, Gedik O, Alhumedi M, Almınfı K (2021) Kuraklık stresinin bazı yem bezelyesi (*Pisum sativum* L.) çeşitlerinin çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkisi. Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi, 3(2): 28-36.

Verma S, Dubey RS (2003) Lead toxicity induces lipid peroxidation and alters the activities of antioxidant enzymes in growing rice plants. Plant Science, 164: 645-655.

Yıldır H (2018) Buğday (*Triticum aestivum* L.) ve arpa (*Hordeum vulgare* L.) bitkilerinde kısa süreli ağır metal uygulamasının bazı antioksidan enzimlerin ekspresyon seviyeleri ve lipid peroksidasyonu üzerine etkileri. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Edirne.

Artvin Çoruh Üniversitesi
Orman Fakültesi Dergisi
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Yıl: 2024, Cilt: 25, Sayı: 2, Sayfa: 67-76

ofd.artvin.edu.tr

Artvin Coruh University
Journal of Forestry Faculty
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Year: 2024, Vol: 25, Issue: 2, Pages: 67-76

Yuvacık Barajı Havzası'nda (Kocaeli, Türkiye) Schizophyllum commune Fr. (Agaricales: Schizophyllaceae)'nin çevresel ilişkilerinin analizi

Analysis of the environmental relationships of Schizophyllum commune Fr. (Agaricales: Schizophyllaceae) in Yuvacık Dam Watershed (Kocaeli, Türkiye)

Ersel YILMAZ[1], Sabiha ACER[1*], Muhittin İNAN[1], Ayhan KARAKAYA[2]

[1]İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Sarıyer, İstanbul

[2]TC Orman Genel Müdürlüğü, Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Başiskele, Kocaeli

Eser Bilgisi / *Article Info*
Araştırma makalesi / *Research article*
DOI: 10.17474/artvinofd.1496447

Sorumlu yaz ar / *Corresponding author*
Sabiha ACER
e-mail: sacer@iuc.edu.tr

Geliş tarihi / *Received*
06.06.2024
Düzeltme tarihi / *Received in revised form*
09.08.2024
Kabul tarihi / Accepted
16.08.2024
Elektronik erişim / *Online available*
15.10.2024

Anahtar kelimeler:
Schizophyllaceae
Bazidiokarp
CBS
Faktör analizi

Keywords:
Schizophyllaceae
Basidiocarp
GIS
Factor analysis

Özet

Beyaz çürüklük etmeni olarak da bilinen Schizophyllum commune Fr., odunun kimyasal bileşenlerinden lignin de dahil olmak üzere bitki biyokütlesinin ayrışmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu tür en yaygın makroskopik mantar türlerinden biri olup Antarktika hariç her kıtada bulunur. Bu çalışmada, Yuvacık Havzası ormanlarının 1 km²lik sayısal parsellerinden rastgele seçilmiş 30'unda S. commune'nin var/yok verileri ile alandan elde edilen çevresel veriler ki-kare ve t-testleri ile faktör analizi kullanılarak analiz edilmiştir. S. commune yayılışının çevresel faktörlerle ilişkisini analiz etmek ve görselleştirmek için Sayısal Arazi Modelinden (SAM) türetilebilen coğrafi katmanlar kullanılmıştır. S. commune'nin bazidiokarpları iki parsel hariç tüm parsellerde geniş yapraklı ağaçların dallarında tespit edilmiştir. Bu tür 20 °C ve üzeri sıcaklıklarda, %60-70 bağıl nemde iyi gelişmektedir. Ayrıca, 800 metre ve daha yüksek rakımları ve %20 ve daha fazla eğimleri tercih etmektedir. Faktör analizi ve ki-kare testleri iklim faktörleri, habitat faktörleri ve topografik faktörler olmak üzere üç ana kategoriyi ortaya koymaktadır. Bu türün araştırma alanındaki yayılışında en etkili faktörün iklimsel faktörlerden olan sıcaklık olduğu tespit edilmiştir.

Abstract

The white rot causative agent, *Schizophyllum commune* Fr., is a crucial decomposer of plant biomass, including lignin a chemical component of wood. This species is one of the most widespread macroscopic fungus and is found all continents, with the exception of Antarctica. In this study, presence/absence data of *S. commune* in 30 randomly selected 1 km^2 digital plots of Yuvacık Watershed forests and environmental data were analysed using chi-square and t-tests and factor analysis. The relationship between the distribution of *S. commune* and environmental factors was analysed and visualized using geographic layers derived from the Digital Elevation Model (DEM). Basidiocarps of *S. commune* were detected on the tree branches of broad-leaved trees in all plots, except two plots. This species well grows at temperatures of 20 °C and above and humidity of 60-70%. In addition, it prefers elevations of 800 metres or higher and slopes of 20% or more. Factor analysis and chi-square tests suggest three main categories—climatic factors, habitat factors, and topographic factors—environmental conditions affecting its distribution in the research area. It was determined that the most effective factor in the distribution of this species in the study area is temperature, which is one of the climatic factors.

GİRİŞ

Schizophyllum commune Fr. substrat olarak kullandığı odunsu bitkilerin yayılış gösterdiği her kıtada bulunan kozmopolit bir mantar türüdür. Bu mantarın 150'den fazla farklı bitki cinsinin ölü odunlarında kaydı mevcuttur. Beyaz çürüklük yapan *S. commune* hem insanlarda hem de ağaçlarda patojenik etkilerde bulunabilen bir tür olarak rapor edilmektedir (Schmidt ve Liese 1980, Raper 1988). Özellikle meyve ağaçları, süs bitkileri ve orman ağaçları gibi geniş yapraklı odunsu bitkilere arız olduğu bilinen bu tür (Selik 1962, Snieškienė ve Juronis 2001, 2007, Vulinović ve ark. 2018) daha az sıklıkta da olsa çamlar gibi iğne yapraklı ağaç türlerinde de rapor edilmiştir (Selik 1962, Sümer 1982, Gibertoni ve ark. 2007, Lupala ve ark. 2019). Genellikle zayıf bir diri odun çürüklüğü etmeni olarak dikkate alınan *S. commune* (Schmidt ve Liese 1980, Schmidt 2006), Visarathanonth (1990)'a göre aynı zamanda öz odun çürüklüğü etmenidir. *S. commune*'nin özellikle tomruk depolarındaki geniş yapraklı ağaç odunlarında ardaklanmalara sebep olduğu da bilinmektedir (Berkel ve ark. 1968). Belgrad

Ormanı'nda (İstanbul, Türkiye) yapılan bir çalışmada ağaçlar kesildikten sonra ardaklanmanın ikinci evresinde özellikle kayın ve kızılağaç tomruklarına gelen bir mantar olarak belirlenmiştir (Sümer 1976). Bazı araştırmacılar (Selik 1962, Schmidt 2006) *S. commune*'nin yara paraziti olduğunu belirtirken bazıları (Snieskiene ve Juronis 2007, Takemoto ve ark. 2010, Matavulj ve ark. 2013, Úrbez-Torres ve ark. 2013, Lahbib ve ark. 2016, Vulinović ve ark. 2018) ise canlı ağaçlarda, özellikle insan-çevre ilişkisinin yoğun olduğu park-bahçe alanlarında beyaz çürüklüğe sebep olan bir bitki patojeni olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu patojen Endonezya'da canlı *Shorea smithiana* Symington (meranti) ağaçlarında kanserleşmiş dokudan da izole edilmiştir (Takemoto ve ark. 2010).

Günümüze kadar *S. commune*'nin etmen olarak tanımlandığı Alerjik Bronko-pulmoner Mikoz (ABPM) olarak isimlendirilen ve birincil hedefi solunum yolu olan hastalıklar özellikle Japonya başta olmak üzere İran ve Kuzey Amerika ile az sayıda vaka bulunan 12 ülkeden rapor edilmiştir. Hastalığın Japonya'daki yaygınlığı, herhangi bir coğrafi ya da iklimsel faktör ile ilişkilendirilmemekte, sadece *S. commune*'nin diğer ülkelere göre daha fazla bronko-pulmoner vakadan izole edilmiş olmasına bağlı olduğu bildirilmektedir. *S. commune*'nin neden olduğu hastalığın yükünün günümüzde hafife alındığı ve bunun yaygınlığını belirlemek için kapsamlı ve ileriye dönük çalışmalara ihtiyaç duyulduğu düşünülmektedir (Chowdhary ve ark. 2013).

Schizophyllum commune bitki ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri olmasına rağmen dünyanın bazı yerlerinde yenebilir bir mantardır. Hindistan, Meksika, Malezya ve Endonezya gibi bazı ülkelerde gıda ve ilaç olarak tüketilmektedir (Dawadi ve ark. 2023). *S. commune*'nin çok iyi bir protein, vitamin, lipit ve mineral element kaynağı olduğu bilinmektedir (Adejoye ve ark. 2007). P, Mg, K ve Se elementleri açısından zengindir ve net ağırlığının %50'sinden fazla diyet lifi içeriğine sahiptir (Ghorai ve ark. 2011).

Bu mantar türünün misellerinin ya da bazı uçucu bileşenlerinin fungal ve bakteriyel bitki patojenleri ile biyolojik mücadelede kullanılması çeşitli kaynaklarda önerilmektedir (Cox ve Scherm 2006, Wirth ve ark. 2021). Amerika'da *Armillaria tabescens* ve *A. mellea*'nın şeftali bahçelerinde neden olduğu *Armillaria* kök çürüklüğü ile mücadelede, ağacın kök bölgesi *S. commune* tarafından kolonize edildiğinde *S. commune*'nin patojenleri sınırladığı ortaya konmuştur (Cox ve Scherm 2006). Odun dokusunda yaşayan *S. commune*'nin mikosferinde yaşayan diğer organizmaları çekici veya uzaklaştırıcı olarak salgıladığı uçucu maddelerden seskiterpenlerin *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. ve *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst. gibi çeşitli odun çürüklük mantarlarına ve Actinobacteria ve Proteobacteria'dan çeşitli odun çürüklüğü bakterilerine karşı aktif olduğu gösterilmiştir (Wirth ve ark. 2021). Ayrıca *S. commune*'den elde edilen metanol, etil asetat, diklormetan ve su ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesi, yaygın olarak tanımlanan patojenik bakteri ve mantarlar üzerinde denenmiş ve bu ekstraktların antimikrobiyal etmen olarak kullanılabilecekleri ortaya konmuştur (Mirfat ve ark. 2014).

Schizophyllum commune'nin fermantasyonu ile elde edilen ve iyonik olmayan, suda çözünen bir homopolisakkarid olan şizofillan ürünü immünomodülatör, antineoplastik ve antiviral aktivitelerinin diğer glukanlardan daha yüksek olması nedeniyle son yıllarda ilaç endüstrisinde büyük ilgi görmektedir (Kumari ve ark. 2008). Şizofillan gıda, kozmetik ve gelişmiş mineral yağ geri kazanımındaki diğer endüstriyel uygulamalarda emülsifiye edici, stabilizatör, bağlayıcı, jelleştirici, yağlayıcı ve koyulaştırıcı madde olarak da kullanılmaktadır (Bolla ve ark. 2008). Şizofillan üretimi *S. commune*'nin kültür ortamında elde edilen izolatlarından gerçekleştirilmekte ve Japonya'da ticari olarak üretilmektedir (Leathers ve ark. 2006).

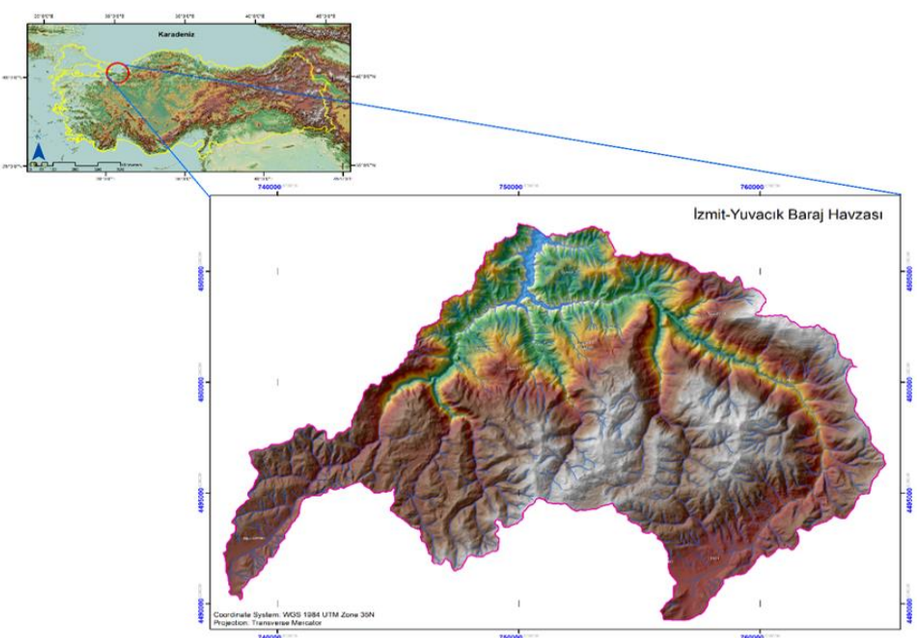
Doğal koşullar altında farklı türlere ait çürüyen ağaçlar üzerinde yetişen ve kültüre alındığı durumlarda protein, yağ ve lif açısından bir değişikliğe uğramadığı tespit edilmiş olan *S. commune*'nin yakın zamana kadar ticari olarak yetiştirildiğine dair herhangi bir kayıt bulunmadığı bildirilse de (Herawati ve ark. 2016, Dasanayaka ve Wijeyaratne 2017), Singh ve ark. (2021) bu çalışmaların Hindistan'da henüz başladığını belirtmektedirler.

Schizophyllum commune doğadan kolayca toplanabilen, çoğu patojenin aksine yaşam döngüsünün tüm aşamalarında belirli besiyeri ortamlarında yetiştirilebilen, haploid ve heterotallik bir tür olarak klasik ve moleküler genetik analizlere yatkın, yaşam döngüsünü 10-14 gün gibi kısa bir süre içinde tamamlayabilen bir türdür (Raper 1988, Herawati ve ark. 2016, Bernabé-González ve ark. 2022). *S. commune*'nin Yuvacık Barajı Havzası'nda bulunma durumu bu çalışmanın odağında yer almaktadır. Türler ve fiziksel çevreleri arasındaki ilişkileri incelemek, türlerin dağılımını çalışmak ideal olarak özel sörveyler yoluyla toplanan var/yok verilerine dayanmaktadır (Kent ve Carmel 2011). Bu tür veriler çok yaygın bir ekolojik veri biçimi olup en basit çalışma türüdür (Yee ve Dirnböck 2009). Bu verilerle yapılan analizlerle çevresel faktörlerin tür dağılımı üzerindeki ana etkileri belirlenebilmektedir. Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknolojilerinin gelişmesi sayesinde, bireysel ağaçları tanımlamak veya orman varlığını tespit etmek için yüksek çözünürlüklü görüntüler, lidar nokta bulutu veya bu verilerin birleşimi kullanılabilmektedir. Ayrıca CBS, çevre uygulayıcılarının farklı değişkenler arasındaki ilişkileri konumsal olarak değerlendirmelerine ve analizler gerçekleştirmelerine olanak tanıyan güçlü bir araç haline gelmiştir. CBS tabanlı konumsal analizler, farklı tipte vejetasyonun haritalanmasında ve bunu etkileyen ekolojik faktörlerin belirlenmesinde etkilidir (ESRI 2011). Bu çalışmada yersel gözelmelerle belirlenen *S. commune*'nin Yuvacık Barajı Havzası'ndaki konumsal dağılımı, CBS ortaında oluşturulan sayısal parsel ağına var/yok verisi olarak kaydedilmiştir. Belirlenen çevresel faktörler ile *S. commune*'nin konumsal dağılımı arasındaki ilişkiler, hem istatistiksel hem de CBS analizleri ile incelenmiştir. Bu süreçte, çevresel değişkenlerin işlevselliği dikkate alınarak *S. commune*'nin alandaki varlığının hangi koşullarla ilişkili olduğu sorusuna yanıt aranmaktadır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma Alanı

Flora alanı bakımından Yuvacık Barajı Havzası Marmara bölgesinin kuzeydoğusunda ve Kocaeli ve Sakarya illerinin sınırları içerisinde almaktadır. Yuvacık Barajı Havzası 40°32' Kuzey ve 29°58' Doğu koordinatlarındadır ve 25.759 hektarlık bir alanı kaplar (Şekil 1). Üç ana dere, çok sayıda çay ve sulama amaçlı kullanılan Hüseyinli Göleti'nden beslenmektedir. Alanın ortalama yüksekliği 150–1610 m arasında değişmektedir (İnan 2004, Beşkardeş 2012, Efe ve ark. 2013).



Şekil 1. Yuvacık Barajı Havzası'nın topografik yapısı (İnan 2004'ten değiştirilerek alınmıştır)

Çalışma alanı Avrupa-Sibirya flora alanının Öksin alt flora alanının Orta Karadeniz sektörü, Akdeniz flora alanı'nın Ege Bölgesi alt flora alanı ve İran-Turan flora alanının İç Anadolu Bölümü ile geçiş bölgesi oluşturmaktadır. Havzada baskın orman ağacı türü *Fagus orientalis* Lipsky, *Quercus* türleri, *Carpinus betulus* L., *Pinus nigra* Aiton, *P. sylvestris* L. ve *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* (Asch. & Sint. ex Boiss.) Coode & Cullen) olup ayrıca *Castanea sativa* Mill., *Corylus avellana* L., *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Populus tremula* L. ve *Juglans regia* L. gibi başka türler de bulunmaktadır. Ormanlar bu türlerin saf ve karışık meşcerelerinden oluşmaktadır (Beşkardeş 2012, Efe ve ark. 2013). Thornthwaite metodolojisine göre yıllık ortalama yağış ve sıcaklık sırasıyla; 1038.7 mm ve 9.5 °C'dir. Çalışma alanı bağıl nem, ılıman sıcaklık ve su sıkıntısının olmaması gibi benzer okyanus parametrelerini yansıtan bir iklim modeline sahiptir (Zengin ve ark. 2005). FAO sistemine göre baskın toprak türü ötrik cambisol ve ortik luvisoldür (FAO 2022).

Geniş bir coğrafi alana yayılan Yuvacık Barajı Havzası'nda küme örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Çalışma alanı 1 km²lik sayısal parsellere (gridler) bölünmüş ve 251 parsel elde edilmiş, bu parsellerden çalışma alanının yaklaşık %12'sine karşılık gelen 30'u basit rastgele örnekleme yoluyla seçilmiştir.

Örnekleme Yöntemi

Arazi çalışmaları vejetasyon mevsimi boyunca sistematik olarak yapılmış, *S. commune* bazidiokarpları arazide seçilen 1 km²lik 30 sayısal parselde taranmıştır. Bir alanda bazidiokarplar bulunduğunda her morfoloji tipini temsil eden genlerden en az bir adet olacak şekilde toplanmış, öncesinde yaşam alanlarında fotoğraflanmışlardır. Arazi çalışmaları sırasında örneklenen parsellerin meşcere türü, yaş sınıfı, ağaç türü, taç kapalılığı, bakı, rakım, sıcaklık ve bağıl nem gibi çevresel değişkenler not edilmiş ve istatistik analizlerde bu veriler kullanılmıştır (Çizelge 1). Bazidiokarp örneklerinin mikroskobik özellikleri Bresser ışık mikroskobu kullanılarak incelenmiş ve her örnekten en az 25 sporun ölçümü yapılmıştır. Tanımlamalar ilgili literatürden doğrulanmış olup (Breitenbach ve Kränzlin 1991), toplanan örnekler fungaryum örneklerine dönüştürülerek Kocaeli Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü'nde İZT-391 (3828) numarasıyla dolaplarda muhafaza edilmektedir.

CBS Analizleri

Bu çalışmada, öncelikle *S. commune*'nin Yuvacık Barajı Havzası'ndaki konumları, yapılan arazi çalışmaları ile tespit edilerek coğrafi koordinatları GPS yardımıyla kayıt altına alınmıştır. Bu konumsal veriler, nokta verisi olarak CBS sistemine girilmiş ve arazi ölçümlerinde kayıt altına alınan diğer veriler (anlık sıcaklık vb.) veri tabanına öz nitelik olarak eklenmiştir. Bu nokta verileri, CBS ortamında arazi çalışmasına uygun olarak oluşturulan 1 km²'lik sayısal parsel ağına var-yok verisi olarak işlenmiştir. Daha sonra, Yuvacık Barajı Havzası'na ait 10 m yersel çözünürlüğe sahip sayısal arazi modelinden CBS ortamında üretilen yükseklik, eğim, bakı ve topografik ıslaklık indeksi gibi çevresel değişkenler türetilmiştir (İnan 2004). Bu değişkenler *S. commune*'nin konumsal dağılımına ait var-yok verisiyle çakıştırılmıştır (overlay analizi). Böylece var verisine sahip her hücre sınıfında belirtilen konumlar için tüm çevresel faktörlerle ilişkisi çıkarılmıştır. *S. commune* konumsal dağılımında tercih ettiği yetişme ortamı koşullarını belirlemek için veri tabanında toplanarak istatistiksel ilişkileri varlığı ve şiddetini belirlemek üzere değerlendirmeye alınmıştır.

İstatistik Analizler

Arazi çalışmasının rastgele seçilen parsellerde olup olmadığını kontrol etmek amacıyla Diziler Testi yapılmıştır. *S. commune*'nin görüldüğü parsellerde çevresel değişkenler arasında ilişki olup olmadığını belirlemek için frekansları açısından ki-kare analizi kullanılmıştır. Ayrıca rakım, eğim, topografik ıslaklık indeksi, sıcaklık, bağıl nem gibi değişkenlerin *S. commune* varlığında etkili olup olmadığını belirlemek amacıyla görülen alanlar ile görülmeyen alanlara ait değerler bağımsız örneklerin t-testi ile değerlendirilmiştir. Analizi yapılan değişkenleri birkaç başlık altında toplanma tekniği olan faktör analizinde amaç veri setini küçülterek kolay anlaşılır hale getirmektir (Akgül 2003). Böylece değişken sayısında azalma sağlanabileceği gibi aralarındaki ilişkiler ortaya çıkarılabilmekte ve değişkenler sınıflandırılabilmektedir (Kalaycı 2010). Bu çalışmada 10 değişken yer aldığından bu değişkenleri daha uygun

birkaç faktör altında toplamak için faktör analizi uygulanmıştır.

Çizelge 1. Çalışmanın yapıldığı parseller ve kullanılan çevresel değişkenler.

Parsel No	Var/Yok (1/0)	Koordinatlar	Rakım (m)	Eğim (°)	Sıcaklık (°C)	Topografik ıslaklık indeksi	Bağıl nem (%)	Bakı*	Konukçu**	Kolonizasyon bölgesi	Gelişim çağı***	Kapalılık****
2	*1*	*35T/4506124-752381*	*239*	*29*	*18*	*3.60*	*55*	*G*	*M*	*Dal*	*BC*	*2*
4	*1*	*35T/4505430-749520*	*388*	*40*	*25*	*3.88*	*65*	*K*	*Gn*	*Dal*	*BC*	*2*
15	1	35T/4504884-753761	598	20	9	6.01	85				BC	2
19	0	36T/4504887-757240	764	22	11	7.12	79				BC	2
26	0	35T/4503724-752748	234	31	5	6.30	68				BC	2
34	*0*	*35T/4502160-746680*	*445*	*7*	*26*	*13.43*	*66*	*D*	*Kn*	*Dal*	*BC*	*2*
47	*1*	*36T/4502520-759082*	*1004*	*29*	*18*	*6.43*	*54*	*GB*	*Kn*	*Dal*	*BC*	*2*
51	*1*	*35T/4501148-747772*	*437*	*12*	*12*	*4.94*	*77*	*GB*	*Kn*	*Dal*	*BC*	*2*
55	1	36T/4501924-751604	596	20	8	5.24	74				BC	2
63	0	36T/4501672-759596	844	29	6	5.96	78				BC	2
84	*0*	*36T/4500561-762359*	*924*	*30*	*16*	*5.90*	*59*	*B*	*Gn*	*Dal*	*BC*	*2*
96	1	36T/4499148-754823	1094	11	11	5.99	77				CD	3
103	*0*	*36T/4499116-761927*	*612*	*19*	*8*	*4.45*	*79*	*KB*	*M*	*Dal*	*BC*	*2*
111	*0*	*35T/4498488-748296*	*931*	*25*	*15*	*5.03*	*86*	*G*	*Gn*	*Dal*	*BC*	*2*
115	0	35T/4498827-752720	867	27	17	3.65	83				CD	3
117	*1*	*36T/4498552-754656*	*1127*	*4*	*18*	*4.92*	*87*	*GD*	*Kn*	*Dal*	*CD*	*3*
122	0	36T/4498638-759442	1294	20	16	5.37	77				BC	2
124	*1*	*36T/4498568-761544*	*744*	*30*	*11*	*6.10*	*77*	*K*	*Gn*	*Dal*	*BC*	*3*
135	1	35T/4497312-749656	1017	37	16	5.35	82				CD	3
151	1	35T/4496392-739216	1037	28	20	5.00	72				CD	3
160	*0*	*35T/4496556-748184*	*797*	*7*	*10*	*6.70*	*60*	*B*	*Gn*	*Dal*	*CD*	*3*
177	1	35T/4495642-739516	880	10	17	5.17	78				CD	3
179	*1*	*35T/4495080-741356*	*812*	*15*	*15*	*5.99*	*67*	*B*	*Çz*	*Dal*	*BC*	*2*
182	1	35T/4495750-744400	923	13	18	6.24	38				CD	2
191	1	35T/4495760-753920	1156	5	14	10.56	55				CD	3
198	*0*	*36T/4495380-760160*	*914*	*20*	*18*	*4.44*	*56*	*KD*	*M*	*Dal*	*BC*	*2*
199	*1*	*36T/4495280-761940*	*768*	*20*	*20*	*5.63*	*57*	*D*	*M*	*Dal*	*BC*	*2*
225	*0*	*35T/4493594-746608*	*970*	*12*	*25*	*7.08*	*35*	*B*	*M*	*Dal*	*BC*	*2*
228	*1*	*36T/4493920-755240*	*971*	*26*	*25*	*6.05*	*64*	*KD*	*Çk*	*Dal*	*BC*	*2*
231	*0*	*36T/4493237-758243*	*812*	*11*	*28*	*6.36*	*31*	*G*	*M*	*Dal*	*BC*	*2*

Topografik anazlizler sayısal arazi modelinden üretilmiştir, diğer tüm veriler ise örnekleme sırasında alınan anlık verilerdir. *K: Kuzey, G: Güney, B: Batı, D: Doğu, KB: Kuzeybatı, KD: Kuzeydoğu, GB: Güneybatı, GD: Güneydoğu, **M: Meşe, Gn: Gürgen, Ks: Kestane, Çz: Kızılçam, Çk: Karaçam, ***a (0-8 cm), b (9-20 cm), c (21-36 cm), d (36-52 cm) Göğüs yüksekliği çapı (Gelişim çağı), ****1 (%11-4), 2 (%41-70), 3 (%71-100) Kapalılık

BULGULAR

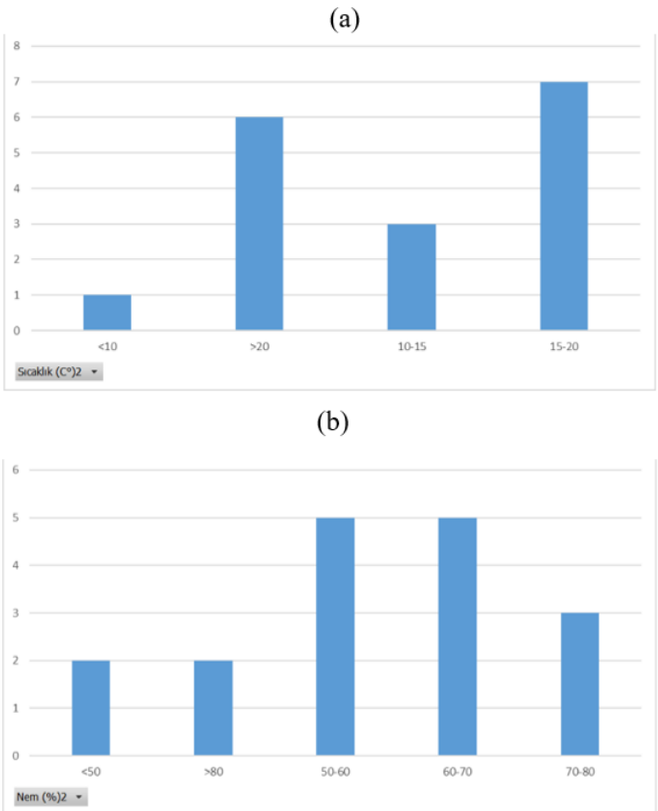
Schizophyllum commune'nin 1.0-3.5 cm boyutlarında ölçülen üreme organları yelpaze şeklinde deri gibi hafifçe sert bir yapıdadır. Üreme organlarının üzerinde yoğun olarak bulunan ve açık gri ile beyaza çalan tüycükler bulunmaktadır. Üstten bakıldığında şapka kenarları parçalanmış görünümdedir. Sap yok denecek kadar küçüktür. Konukçu bitkiye tutunma noktasından ışınsal çıkan lamelleri, beyazımsı gri, sütlü kahve veya açık menekşe rengindedir. Bu makro mantarın adı yarık yapraklı anlamına gelmekte olup, uç kısımlar kurak havalarda içeriye doğru kıvrılır ve rutubetli havalarda yeniden açılırlar. Ayrıca, 6.5-7.0 µm x 2.3-2.5 µm ebatlarında ölçülen sporları renksiz, hafifçe kıvrık ve silindirik formdadır. Spor izi beyazdır (Şekil 1).



Şekil 2. (a) *Schizophyllum commune* bazidiokarpları ve (b) sporları (bar: 10 µm)(Foto: Ayhan Karakaya)

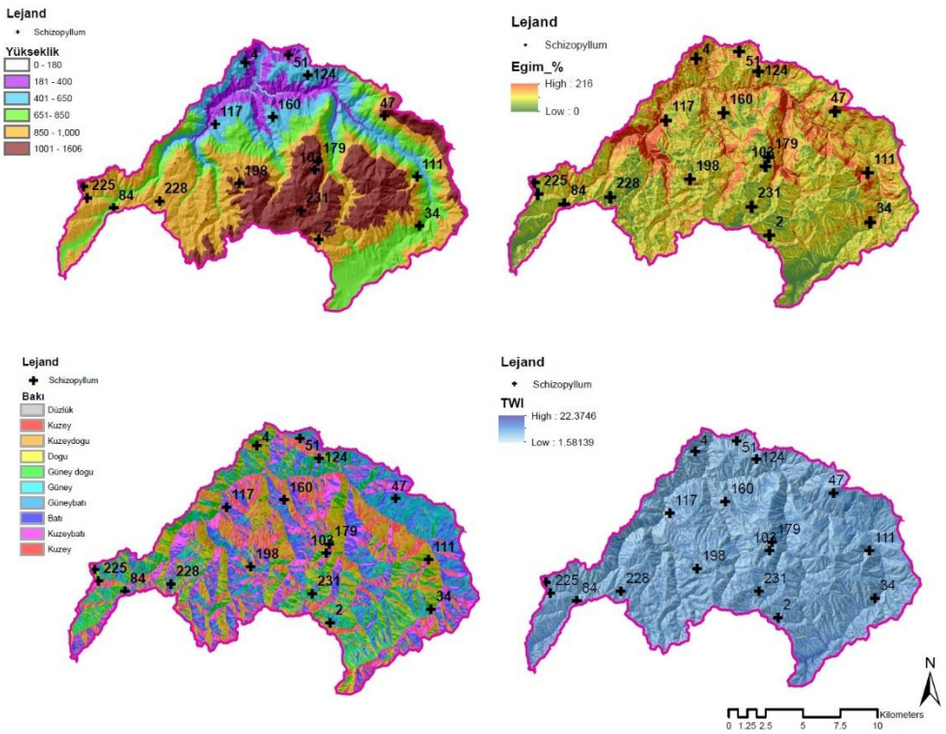
Arazi çalışmalarında *S. commune*'nin bazidiokarplarının rastgele seçilen parsellerde bulunup bulunmadığını kontrol etmek amacıyla uygulanan Diziler Testi sonucuna göre anlamlılık değeri (Asymp. Sig.) p = 0.772 > 0.05 olduğu için örnek alanların alınması ile *S. commune*'nin görülmesi arasında bir eğilim olmadığı söylenebilir. *S. commune* arazi çalışmamızda 30 parselin 17'sinde tespit edilmiştir. Bu rakam çalışma alanının %56'sını temsil etmektedir.

Çalışma alanında bu türün bazidiokarplarının tamamı ağaçların ölü dal parçaları üzerinde, sıklıkla geniş yapraklı ağaçlarda (meşe, gürgen, kayın ve kestane) ve birer adet olmak üzere kızılçam ve karaçamda bulunmuştur. *S. commune* %76.5'i > 600 m rakımda bulunmakta ve daha çok 800-1000 m rakımı tercih etmektedir. Eğimin %30 ve üzeri olduğu alanlarda nadiren de olsa 400 m'nin altında da görülmüştür. *S. commune*'nin %64.7'sinin %15 ve üzeri eğimin olduğu alanları ve çoğunlukla %20 ve üzeri eğimi tercih ettiği belirlenmiştir. Bu mantar türünün tespit edildiği parsellerin çoğunlukla batı yönünde, "bc" yaş sınıfında ve "2" kapalılıkta alanlar olduğu belirlenmiştir. *S. commune*'nin %76.5 oranla 15-20 ℃ ve üzerini ve daha çok 20 ℃'nin üzerindeki alanları tercih ettiği belirlenmiştir. Ayrıca %41 oranla %50-60 ve aşağısında bağıl nemi tercih ettiği tespit edilmiştir (Çizelge 2, Şekil 3 ve 4).



Şekil 3. Yuvacık Barajı Havzası'nda *Schizophyllum commune* bazidiokarplarının bulunduğu örnekleme parsellerinde (a) Sıcaklık (b) bağıl nem faktörleri ile ilişkileri

Yuvacık Barajı Havzası ormanlarında *S. commune*'nin çevresel faktörlerle ilişkisi ile ilgili olarak yapılan ki-kare analizi ile gelişim çağı ve kolonizasyon bölgesi dışında diğer değişkenlerde anlamlı bir fark görülmemiştir. T-testi ile sıcaklığın ($P<0.05$) parsellerde *S. commune* bazidiokarplarının oluşmasında etkili olduğu saptanırken diğer çevresel değişkenlerin etkili olmadıkları görülmüştür (Çizelge 3).



Şekil 4. Yuvacık Barajı Havzası'nda *Schizophyllum commune* bazidiokarplarının bazı çevresel değişkenler ile (yükseklik – eğim – bakı – topografik ıslaklık indeksi) ilişkileri kapsamında bulunduğu örnekleme parselleri) (CBS ortamında M. İnan tarafından oluşturulmuştur)

Çizelge 2. *Schizophyllum commune* varlığının çevresel değişkenlere göre ki-kare analizi

Çevre değişkenleri	sd	X^2	*p*-değeri	Cramer V	Etki büyüklüğü
Eğim (°)	5	3.539	0.617>0.05 NS	0.343	Orta
Rakım (m)	4	3.481	0.481>0.05 NS	0.341	Orta
Sıcaklık (°C)	3	5.265	0.153>0.05 NS	0.419	Nispeten güçlü
Bağıl nem (%)	4	7.059	0.133>0.05 NS	0.485	Nispeten güçlü
Bakı	7	6.196	0.517>0.05 NS	0.454	Nispeten güçlü
Gelişim çağı	1	6.212	0.013<0.05*	0.455	Nispeten güçlü
Kapalılık	1	2.851	0.09>0.05 NS	0.308	Orta
Konukçu	5	8.814	0.117<0.05 *	0.542	Nispeten güçlü
Kolonizasyon bölgesi	2	19.615	0.000<0.000 ***	0.809	Çok güçlü

sd: serbestlik derecesi, NS: Anlamsız, *ilişki 0.05 güven düzeyinde anlamlı, Cramer V: İstatistiksel olarak anlamlı herhangi bir ilişkinin etki büyüklüğü

Çizelge 3. *Schizophyllum commune* varlığı ile çevresel değişkenlerin t-testine göre ilişkisi

Çevresel değişkenler	t-değeri	sd	p-değeri
Yükseklik	-1.146	28	0.261
Eğim	-0.341	28	0.735
Sıcaklık	*2.525*	*28*	*0.017*
Topografik ıslaklık indeksi	-0.083	28	0.934
Bağıl nem	-1.788	28	0.085
Bakı	-0.922	28	0.364

Faktör analizinin ilk aşamasına tüm değişkenlerin varlığında başlanmış ve KMO (KaiserMeyer-Olkin) değeri 0.649 > 0.50 olduğu için veri setimizin faktör analizine uygun olduğu anlaşılmıştır. Değişkenler arasında yüksek ilişki olup olmadığını anlamak için ise Bartlett testi uygulanmış ve anlamlılık değeri P < 0.001 olduğu için

testin anlamlı olduğu veri setimizin faktör analizine uygun olduğu anlaşılmıştır. Faktör sayısını belirlemede özdeğer istatistiği 1'den büyük olan faktörler anlamlı olarak değerlendirilmiş ve 3 faktör belirlenmiştir. Birinci faktör toplam varyansın yaklaşık %32'sini ve üç faktör de birlikte toplam varyansın yaklaşık %69.7'sini açıklamaktadır (Çizelge 4).

Çizelge 4. *Schizophyllum commune* bazidiokarplarının alanda bulunuşunu etkileyen çevresel koşulların özdeğer istatistiğine bağlı oluşturduğu faktör sayısı

Çevresel değişkenler	Başlangıç özdeğerleri			Yüklenen faktörlerin karelerinin dağılımı			Yüklenen faktörlerin karelerinin dağılımı		
Gelişim çağı	2.953	32.816	32.816	2.953	32.816	32.816	2.878	31.977	31.977
Kapalılık	1.998	22.203	55.019	1.998	22.203	55.019	1.744	19.379	51.357
Konukçu	1.319	14.661	69.680	1.319	14.661	69.680	1.649	18.323	69.680
4	0.736	8.176	77.855						
5	0.598	6.640	84.495						
6	0.543	6.037	90.533						
7	0.407	4.519	95.051						
8	0.328	3.640	98.691						
9	0.118	1.309	100.000						

Gelişim çağı (0.919), kapalılık (0.863), konukçu (-0.743) ve rakım (0.666) değişkenlerinin tamamı habitat ile ilgili olduğu için *Habitat faktörü* olarak isimlendirilebilir. Eğim ikinci (0.798), topografik ıslaklık indeksi (-0.764) ve bakı (0.648) değişkenleri *Topografya faktörü* olarak değerlendirilebilir. Sıcaklık (0.873) ve bağıl nem (-0.801) değişkenleri de *İklim faktörü* olarak isimlendirilebilir (Çizelge 5).

Çizelge 5. *Schizophyllum commune* bazidiokarplarının alanda bulunuşunu etkileyen çevresel koşullara göre faktörlerin oluşturduğu bileşenler

	Habitat faktörü	Topografya faktörü	İklim faktörü
Gelişim çağı	0.919	-0.102	-0.067
Kapalılık	0.863	-0.070	-0.238
Konukçu	-0.743	-0.221	0.192
Rakım	0.666	-0.015	0.287
Eğim	-0.299	0.798	-0.113
Topografik ıslaklık indeksi	-0.027	-0.764	0.194
Bakı	0.417	0.648	0.117
Sıcaklık	0.016	-0.015	0.873
Bağıl nem	0.167	0.203	-0.801

TARTIŞMA VE SONUÇ

Geniş yapraklı ağaç türlerinin baskın olduğu Yuvacık Barajı Havzası ormanlarında *S. commune* genellikle geniş yapraklı ağaç türleri üzerinde tespit edilmiş olup bir parselde karaçam ve bir parselde ise kızılçam üzerinde belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda bu mantar türünün sıklıkla geniş yapraklı ağaçlarla (meşe, gürgen, kayın ve kestane) ilişkilendirildiği (Selik 1962, Snieškienė ve Juronis 2001, 2007, Vulinović ve ark. 2018) bununla beraber nadiren de olsa kızılçam ve karaçamda bulunduğu bildirilmiştir (Selik 1962, Sümer 1982, Gibertoni ve ark. 2007, Lupala ve ark. 2019). Araştırma konusu bu mantar türünün bazidiokarplarının tamamı ağaçların ölü dal parçaları üzerinde bulunmuştur. Bu durum alanda *S. commune*'nin saprofit durumunu koruduğunu göstermektedir. Bazı çalışmalar (Takemoto ve ark. 2010, Matavulj ve ark. 2013, Vulinović ve ark. 2018) aşırı sıcaklık değişimlerine (-30-40 ℃ gibi) eşlik eden kirli hava koşullarının bu türü oldukça agresif ve başarılı bir patojen haline dönüştürüp canlı ağaçlarda gövde çürüklüğü ve ölümlere sebep olduğunu ortaya koymuştur.

Bu çalışmada yapılan faktör analizi ve ki-kare analizi sonuçlarına göre *S. commune*'nin Yuvacık Barajı Havzası'nda yayılışını etkileyen en belirleyici – nispeten güçlü – ekolojik faktör iklim faktörü, özelinde 20 ℃ ve üzeri sıcaklıktır. Ayrıca %50-60 ve altındaki bağıl nemi tercih ettiği de belirlenmiştir. Yapılan bazı çalışmalar (Williams ve ark. 1976, Garbeles 2023) *S. commune*'nin kültür ortamında büyüme ve gelişme için 20-32 ℃ arası sıcaklıkları tercih ettiğini bildirmişlerdir. Schmidt (2006), *S. commune*'yi kuraklığa toleranslı olarak tanımlamış, büyümesi ve hayatta kalması için gerekli optimal sıcaklığın 28-36 ℃ olduğunu ve kuraklık sonrası nemli havalarda

spor üretimini sağlayabildiğini belirtmiştir. Adeniyi ve ark. (2018) Nijerya'nın tropik ormanlarında yabani mantarlarının ekolojisini, çeşitliliğini ve mevsimsel dağılımını çalıştıkları araştırmalarında *S. commune*'nin kurak sezonu tercih ettiğini ve hatta daha bol bazidiokarp oluşturduğunu belirtmişlerdir. Vulinović ve ark. (2018), Sırbistan'ın yıllık ortalama sıcaklığının aşırı olduğu (-30- 40 ℃) Novi Sad şehrinin sokak ve parklarında ağaçlarda odun çürüklük etmeni olan mantarlar üzerinde yaptıkları çalışmalarında *S. commune*'nin en agresif mantar türü olduğunu dahası başarılı bir istilacı olduğunu ortaya koymuşlardır. *S. commune*'nin kültürel üretimi ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda sıcaklık 21-26 ℃ ve bağıl nem ise %75-85 arasında tutulmuştur (Herawati ve ark. 2016, Bernabé-González ve ark. 2022). Kültürel yetiştirme ortamında ihtiyaç duyduğu sıcaklık aralığının benzerlik gösterdiği görülebilir ise de gelişmek için doğal ortamından daha fazla neme ihtiyaç duyduğu söylenebilir.

Schizophyllum commune'nin Yuvacık Barajı Havzasında çoğunlukla 800-1000 m rakımı ve %20 ve üzeri eğimi tercih ettiği belirlenmiştir. Bu türün yükselti ya da eğim gibi topografik özelliklere göre dağlımı ile ilgili bilgiler yetersiz olmakla birlikte 2500 m yüksekliğe kadar bulunabildiği bildirilmiştir (Schmidt ve Liese 1980).

Bu çalışmada *S. commune*'nin var/yok verilerine dayanarak küçük bir alanda yayılışında hangi çevresel isteklerin öne çıktığı ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu tür özellikle meyve ağaçları, süs bitkileri ve orman ağaçları gibi geniş yapraklı odunsu bitkilerde diri oduna arız olan bir beyaz çürüklük mantarı olarak bilinmesinin yanı sıra kanser dokularından da izole edilmiştir. Saprofitlikten parazitliğe ve hatta özellikle insan-çevre ilişkisinin yoğun olduğu park-bahçe alanlarında patojenliğe kadar giden bir yaşam biçimi bulunmaktadır (Schmidt ve Liese 1980, Snieškienė ve Juronis 2001, Takemoto ve ark. 2010). Alanda özellikle yüksek sıcaklık olduğu dönemde saprofit durumunu koruduğu görülmektedir. Yuvacık Barajı Havzası'nda son 80 yılın hava durumu ölçümlerine göre en düşük sıcaklığın şubat ayında ortalama -18 ℃ ve en yüksek sıcaklığın temmuz ayında ortalama 44.1 ℃ olduğu bilinmektedir (MGM 2024). Türkiye sanayiinin kalbi olan Kocaeli ilinin bir parçası olarak hava kirliliğinden önemli ölçüde etkilendiği ve insan baskısının her geçen gün arttığı Yuvacık Barajı Havzası'nda *S. commune*'nin patojen olarak takibinin dikkate değer olduğunu söyleyebiliriz. Bu türün insanlarda Alerjik Bronko-pulmoner Mikoz (ABPM) hastalıkları oluşturabileceği göz önünde tutularak basidiokarplarına rastlanan rekreasyon alanlarında uygun tedbirlerin alınması önem taşımaktadır (Chowdhary ve ark. 2013).

Schizophyllum commune yenilebilir bir mantar olup Asya'da gıda ve ilaç olarak tüketildiği de bilinmektedir. *S. commune*'nin fermantasyonu ile elde edilen şizofillan, immünomodülatör, antineoplastik ve antiviral aktivitelerinin diğer glukanlardan daha yüksek olması nedeniyle son yıllarda ilaç endüstrisinde büyük bir ilgi görmekte ve Japonya'da şizofillan ticari olarak üretilmektedir. Ayrıca bu türden elde edilen metanol ve etil asetat gibi maddelerin antimikrobiyal aktivite gösterdikleri belirlenmiş ve yaygın olarak tanımlanan patojenik bakteri ve mantarlar üzerinde kullanılabilecekleri de ortaya konmuştur. Bu açıdan türün zararlılarla mücadele kapsamında değerlendirilme potansiyeli dikkat çekicidir. Ekonomik önemi olan bu türün hem ecza sektöründe hem de bitki patojeni türlerle biyolojik mücadelede kullanım olanaklarına ilişkin araştırmaların desteklenmesi önem taşımaktadır.

TEŞEKKÜR /BİLGİLENDİRME

Bu çalışmada T.C. OGM Kavak ve Hızlı Gelişen Egzotik Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü İZT–391(3828)/2015-2018 nolu proje ve ayrıca İÜ BAP Yürütücü Sekreterliği T-1185/011120001 nolu proje verilerinden yararlanılmıştır.

KAYNAKLAR

Adejoye OD, Adebayo-Tayo BC, Ogumjobi AA, Afolabi OO (2007) Phytochemical studies on *Schizophyllum commune* (Fries) a Nigerian fungus. World ApplSci J. 2(1): 73–76.

Adeniyi M, Odeyemi Y, Odeyemi O (2018) Ecology, diversity and seasonal distribution of wild mushrooms in a nigerian tropical forest reserve. Biodiversitas, 19(1): 285–295.

Akgül A (2003) Tıbbi araştırmalarda istatistiksel analiz teknikleri "SPSS uygulamaları". Emek Ofset ISBN: 975-96359-2-5.

Berkel A, Bozkurt Y, Göker Y (1968) Kayın tomruklarında ardaklanma ve çatlamanın önlenmesine ait bir deneme. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Derg. 2(A-XV): 55–74.

Bernabé-González T, Cayetano-Catarino M, Martínez-Carrera D (2022) Cultivation of *Schizophyllum commune* Fries (CP-433) on corn stubble (*Zea mays* L.) and peanut shell (*Arachis hypogaea* L.) in Mexico. J Appl Nat Sci., 14(1): 203–207.

Beşkardeş V (2012) Lepidoptera fauna of Yuvacik dam watershed in Kocaeli, Turkey. African J Agric Res., 7(11): 1749-1754.

Bolla K, Shaheen SZ, Vasu K, Charya Ma S (2008) Effect of oils on the production of exopolysaccharides and mycelial biomass in submerged culture of *Schizophyllum commune*. African J Microbiol Res., 2(2): 349–352.

Breitenbach J, Kränzlin F (1991) Fungi of Switzerland. Volume 3, (First part). Boletes and Agarics, Strobilomycetaceae and Boletaceae, Paxillaceae, Gomphidiaceae, Hygrophoraceae, Tricholomataceae, Polyporaceae. Mycological Society of Lucerne, Verlag Mykologia, Edition Mykologia Lucerne, P.O. Box 165, CH-6000, Lucerne 9, Switzerland. 361 s.

Chowdhary A, Randhawa HS, Gaur SN, Agarwal K, Kathuria S, Roy P, Klaassen CH, Meis JF (2013) *Schizophyllum commune* as an emerging fungal pathogen: a review and report of two cases. Mycoses., 56(1): 1–10.

Cox KD, Scherm H (2006) Interaction dynamics between saprobic lignicolous fungi and *Armillaria* in controlled environments: exploring the potential for competitive exclusion of *Armillaria* on peach. Biol Control., 37(3): 291–300.

Dasanayaka PN, Wijeyaratne SC (2017) Cultivation of *Schizophyllum commune* mushroom on different wood substrates. J Trop For Environ., 7(1): 65-73.

Dawadi P, Shyaula M, Khadka C, Raut JK, Bhatt LR (2023) Phytochemical analysis of *Schizophyllum commune* Fr. and *Microporus xanthopus* (Fr.) Kuntze from Phulchowki, central Nepal. Sci World, 16(16): 100–105.

Efe A, Aksoy N, Oral D, Aslan S (2013) Yuvacık Barajı Havzası'nın (Kocaeli-Sakarya) Florası. Orman Derg., 9(2): 56–92.

ESRI (2011) Environmental Systems Research Institute. https://www.esri.com/en-us/home, Erişim Tarihi: 20.01.2024.

FAO (2022) The Soil of Europe. FAO Soils Portal. https://storage.googleapis.com/fao-maps-catalog-data/geonetwork/fao_unesco_soil_map/Europe_V_sheet2.pdf, ErişimTarihi: 20.01.2024.

Garbeles DA (2023) Influence of different environmental conditions on *Schizophyllum commune* spawn cultivation. Multidiscip Int J Res Dev., (2): 73–78.

Ghorai S, Banik SP, Verma D, Chowdhury S, Mukherjee S, Khowala S (2011) Fungal biotechnology in food and feed processing. Food Res. Int., 42(5-6): 577-587.

Gibertoni TB, Santos PJP, Cavalcanti MAQ (2007) Ecological aspects of Aphyllophorales in the Atlantic rain forest in northeast Brazil. Fungal Divers., 25: 49–67.

Herawati E, Arung ET, Amirta R (2016) Domestication and nutrient analysis of S*chizophyllum commune*, alternative natural food sources in East Kalimantan. Agric Agric Sci Procedia., 9: 291–296.

İnan M (2004) Orman varlığının saptanmasında uzaktan algılama verileri. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kalaycı Ş (2010) Faktör Analizi. In: Kalaycı Ş (ed.) SPSS Uygulamalalı Çok Değişkenli İstatistik Tek. 5. Baskı, Asil Yayın Dağıtımı LTD ŞTİ, Ankara, 321-331.

Kent R, Carmel Y (2011) Presence-only versus presence-absence data in species composition determinant analyses. Divers Distrib., 17(3): 474–479.

Kumari M, Survase SA, Singhal RS (2008) Production of schizophyllan using S*chizophyllum commune* NRCM. Bioresour Technol., 99(5): 1036–1043.

Lahbib A, Chattaoui M, Aydi N, Zaghouani H, Beldi O, Daami-Remadi M, Nasraoui B (2016) First report of *Schizophyllum commune* associated with apple wood rot in Tunisia . New Dis Reports., 34(1): 26–26.

Leathers TD, Nunnally MS, Price NP (2006) Co-production of schizophyllan and arabinoxylan from corn fiber. Biotechnol Lett., 28(9): 623–626.

Lupala AS, Oh SY, Park MS, Kim T, Yoo JS, Seelan JSS, Lim YW (2019) Co-occurrence patterns of wood-decaying fungi and ants in dead pines of South Korea. J Asia Pac Entomol., 22(4): 1154–1160.

Matavulj M, Lolic S, Vujcic S, Milovac S, Novakovic M, Karaman M (2013) S*chizophyllum commune*: The main cause of dying trees of the Banja Luka arbored walks and parks. Zb Matice Srp za Prir Nauk., 28(124): 367–377.

MGM (2024) Meteoroloji Genel Müdürlüğü. https://www.mgm.gov.tr, Erişim Tarihi: 20.01.2024.

Mirfat AHS, Vikineswary S, Ahmad M, Salahuddin H, Abdullah N, Sabaratnam V (2014) Antimicrobial activities of split gill mushroom *Schizophyllum commune.* Fr. Am J Res Commun., 2(7): 113.

Raper CA (1988) *Schizophyllum commune*, a model for genetic studies of the Basidiomycotina. Academic Press Limited. Adv Plant Pathol.

Schmidt O (2006) Wood and Tree Fungi Biology, Damage, Protection, and Use. Springer ISBN: 9785984520973.

Schmidt O, Liese W (1980) Variability of wood degrading enzymes of *Schizophyllum commune*. Holzforschung, 34(2): 67–72.

Selik M (1962) Güneybatı Anadolu'da odun tahrip eden bazı mantarlar ve bilhassa *Schizophyllum commune.* Fr. İÜ Orman Fakültesi Derg., A (10)(2): 120–122.

Singh S, Raj C, Singh HK, Avasthe RK, Said P, Balusamy A, Sharma SK, Lepcha SC, Kerketta V (2021) Characterization and development of cultivation technology of wild split gill *Schizophyllum commune* mushroom in India. Sci Hortic (Amsterdam). 289(July): 110399.

Snieskiene V, Juronis V (2007) Distribution of fungus *Schizophyllum commune* on green plantings in lithuanian cities and forests. Bot Lith., 13(4): 251–256.

Snieškienė V, Juronis V (2001) Distribution of the fungus *Schizophyllum commune* Fr. in plantings of trees in the Kaunas city. Biologija, 3: 45–47.

Sümer S (1976) Belgrad ormanında kesilmiş oduna arız olan önemli odun tahripçisi mantarlar üzerine araştırmalar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Doktora Tezi, İstanbul.

Sümer S (1982) Batı Karadeniz Bölgesi özellikle Bolu çevresinde bulunan odun tahripçisi mantarlar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul Yayın No: 2907/312, 194s.

Takemoto S, Nakamura H, Imamura Y, Shimane T (2010) *Schizophyllum commune* as a ubiquitous plant parasite. Japan Agric Res Q., 44(4): 357–364.

Úrbez-Torres JR, Peduto F, Vossen PM, Krueger WH, Gubler WD (2013) Olive twig and branch dieback: etiology, incidence, and distribution in California. Plant Dis., 97(2): 231–244.

Visarathanonth N (1990) A survey of some temperate fruit diseases of Thailand. Acta Hortic., 279: 609–618.

Vulinović JN, Lolić SB, Vujčić SB, Matavulj MN (2018) *Schizophyllum commune* – the dominant cause of trees decay in alleys and parks in the city of Novi Sad (Serbia). Biol Serbica.

Williams S, Verma MM, Jinks JL, Brasier CM (1976) Variation in a natural population of *Schizophyllum commune*. Herdity, 37(3): 365–375.

Wirth S, Krause K, Kunert M, Broska S, Paetz C, Boland W, Kothe E (2021) Function of sesquiterpenes from *Schizophyllum commune* in interspecific interactions. PLoS One, 16: 1–14.

Yee TW, Dirnböck T (2009) Models for analysing species' presence/absence data at two time points. J Theor Biol. 259(4): 684–694.

Zengin M, Hızal A, Karakaş A, Serengil Y, Tuğrul D, Ercan M (2005) İzmit Yuvacık Barajı su toplama havzasının yenilenebilir doğal kaynaklarının su üretimi (kalite, miktar ve rejim) amacıyla planlanması. T.C. OGM, Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları AE, Teknik Bülten, No: 197 (233/244) İzmit. 102s.

Artvin Çoruh Üniversitesi
Orman Fakültesi Dergisi
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Yıl: 2024, Cilt: 25, Sayı:2, Sayfa: 77-84

ofd.artvin.edu.tr

Artvin Coruh University
Journal of Forestry Faculty
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Year: 2024, Vol: 25, Issue:2, Pages:77-84

Türkiye'de ormancılık ve orman ürünleri ön lisans programlarında yer alan orman ürünleri ile ilgili derslerin incelenmesi

Investigation of forest products-related courses in forestry and forest products programs in Türkiye

Kamile TIRAK HIZAL[1] Emel ÖZTÜRK [2*]

[1] Düzce Üniversitesi, Ormancılık Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, Düzce
[2] İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Orman Fakültesi, Orman Endüstrisi Mühendisliği Bölümü, İstanbul

Eser Bilgisi / *Article Info*
Araştırma makalesi / *Research article*
DOI: 10.17474/artvinofd.1516996

Sorumlu yazar / *Corresponding author*
Emel ÖZTÜRK
e-mail: emelozt@iuc.edu.tr

Geliş tarihi / *Received*
16.07.2024
Düzeltme tarihi / *Received in revised form*
17.08.2024
Kabul Tarihi / Accepted
18.08.2024
Elektronik erişim / *Online available*
15.10.2024

Anahtar kelimeler:
Meslek yüksekokulu
Ormancılık eğitimi
Ormancılık
Orman ürünleri

Keywords:
Vocational schools
Forestry education
Forestry
Forest products

Özet

Günümüzün sürdürülebilir ekonomik amaçlarının kavranması ve uygulanabilmesi adına doğal ekosistemin çok önemli bir parçasını oluşturan orman kaynakları ve dolayısıyla ormancılık ve orman ürünleri alanında da kaliteli bir eğitim sistemi kurgulanması gerekmektedir. Yükseköğretim içinde teknik ara eleman yetiştiren meslek yüksekokullarının da bu eğitim sistemindeki yeri kritik öneme sahiptir. Bu çalışmada, ormancılık ve orman ürünleri ön lisans programlarında okutulan orman ürünleri ile ilgili derslerin tespit edilmesi ve genel yapı içindeki ağırlığının saptanması amaçlanmıştır. Bu kapsamda, Türkiye'deki 27 devlet üniversitesi ve 35 meslek yüksekokulunun ormancılık ve orman ürünleri ön lisans programlarına ait ders programları incelenerek sınıflandırılmış ve elde edilen veriler analize uygun hale getirilerek ders ve ders saatlerinin dağılımları belirlenmiştir. Orman ürünleri ile ilgili zorunlu ders sayısının 5 ders ile en çok Kastamonu Üniversitesi Araç Rafet Vergili MYO, Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Yenice ve Bayramiç MYO'larında olduğu, seçmeli ders sayısının ise 11 ders ile Düzce Üniversitesi Ormancılık MYO'da olduğu görülmüştür. Programlarda zorunlu derslerden en fazla, odun dışı orman ürünleri, orman ürünlerinden faydalanma ve ağaç malzeme teknolojileri ile seçmeli derslerde en fazla emprenye teknolojisi (odun koruma, odun koruma teknolojileri), orman ürünlerinden faydalanma, orman ürünlerinin pazarlanması, odun anatomisi (odun yapısı ve tanımı) derslerinin yer aldığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, ön lisans programlarında yer alan ve teknik elemanların malzemeye olan hâkimiyetlerini sağlayacak olan orman ürünleri ile ilgili derslerin az ve yetersiz düzeyde yer aldığı tespit edilmiştir.

Abstract

To understand and implement today's sustainable economic goals, it is necessary to create a quality education system in the field of forest resources, which are an essential part of the natural ecosystem, as well as forestry and forest products. Vocational schools, which train intermediate technical personnel as part of higher education, are critical in this education system. This study aims to identify the courses related to forest products in forestry and forest products degree programs and to determine their impact on the general structure. In this context, the curricula of forestry and forest products programs in 27 state universities and 35 vocational schools in Türkiye were examined and classified. The distribution of courses and course hours was determined by making the data obtained suitable for analysis. It was determined that the number of compulsory courses related to forest products was the highest at Kastamonu University Araç Rafet Vergili Vocational School, Çanakkale 18 Mart University Yenice, and Bayramiç Vocational Schools with 5 courses, while the number of elective courses was the highest at Düzce University Forestry Vocational School with 11 courses. It was found that the compulsory courses in the programs were mainly non-wood forest products, utilization of forest products, and wood materials technologies, and the elective courses were mainly impregnation technology (wood preservation, wood protection technologies), utilization of forest products, marketing of forest products, and wood anatomy (wood structure and definition). The results of this study indicate that there are few and inadequate forest products courses in the associate degree programs, to ensure mastery of the subject matter by technical personnel.

GİRİŞ

Profesyonel meslek, özel bir bilgi çeşidine sahip olma ya da bunu kullanma durumu olarak tanımlanmaktadır. Yani profesyonel meslek olgusunun merkezinde bilgi yer almaktadır. Profesyonel meslek tanımında ayrıca, çoğunluk tarafından ulaşılması, anlaşılması ve kullanılması güç olan belirli bir bilgi çeşidini, yüksek düzeyde bir eğitim ile almak ve hayat boyu öğrenim bilinci ile üretmek ve bunun sürdürülebilirliği konusunda yetkin olma durumundan da bahsedilmektedir. Endüstri Devrimi ve bilgi toplumunun etkisi ile 19. yüzyılın sonlarından itibaren, statü profesyonelliğinden mesleki profesyonelliğe geçiş ile karakterize edilen dramatik bir

değişim gerçekleşmiştir. Bu temel değişim, profesyonelliği modern sosyal örgütlenmelerin temel belirleyici niteliği hâline getirmiştir. Endüstri Devrimi ile birlikte statünün yeni tanımlayıcı işareti, sosyal alandaki entelektüel beceriler olması yönünde değişmiştir (Bozkurt ve Suğur 2018).

Türkiye, gerek kamu gerekse de özel sektörde ihtiyaçlarını gidermek için kalifiye teknik elemanlara ihtiyaç duymaktadır. Bu ihtiyaçları gidermek için gerekli bilgi ve becerinin verildiği yerler mesleki eğitim kurumlarıdır. Mesleki eğitim, toplumun hedefleri ve iş dünyasının talepleri doğrultusunda bireylere doğru bir yol haritası hazırlamayı ve mesleğin gerektirdiği bilgi, beceri ve uygulama yeterliliklerini kazandırmayı amaçlamaktadır (Turhal ve ark. 2010). Yükseköğretim Kurulu (YÖK) meslek yüksekokullarını, belirli mesleklere yönelik nitelikli insan gücü yetiştirmeyi amaçlayan, yılda iki veya üç dönem olmak üzere iki yıllık eğitim-öğretim sürdüren, ön lisans derecesi veren bir yükseköğretim kurumu olarak tanımlamıştır (YÖK 1981).

Meslek Yüksekokullarının Ormancılık Bölümü altında yer alan Ormancılık ve Orman Ürünleri Programları, ormanların geliştirilmesi ve devamlılığını sağlayacak şekilde, teknik ve ekonomik idare ve işletilmesinde görev almak, asli ve odun dışı orman ürünlerinin üretim, taşıma, depolama, tanıtım, bakım, koruma, pazarlama işlemlerini yapmak, uygulamalarda çağdaş teknoloji ve uygun yöntemler ile araç ve gereçleri kullanabilmek, ağaç, ağaçlandırma, orman, orman işletmeciliği, fidanlık tekniği, orman ekosistemleri, anakaya ve toprak, yaban hayatı gibi konularda bilgiye sahip olma gibi genel hedefleri olan, ön lisans eğitimi veren yükseköğretim birimleridir (URL-1, 2). Temel amacı 'ormancılık temel bilgisine sahip, alanıyla ilgili mevzuata hakim, ekolojik, ekonomik, sosyal ve teknik konularda donanımlı, edindiği bilgi ve becerileri orman kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi, ekolojik, ekonomik ve sosyal açıdan korunması ve işletilmesinde kullanabilen, bilimsel bir anlayışla ormanı bir ekosistem olarak değerlendirebilen, iletişim becerisine sahip, takım çalışmasına yatkın mesleki teknik elemanlar yetiştirmek' olan ormancılık ve orman ürünleri programı, Türkiye'de üniversitelerin meslek yüksekokullarında bulunmaktadır (URL- 1, 2, 3, 4, 5). Ön lisans düzeyindeki ormancılık eğitim programlarından mezun olan orman teknikerleri, ormancılık sektöründe, orman endüstrisi sektöründe ve peyzaj kuruluşlarında "uygulayıcı personel" olarak istihdam edilmekte (Koç ve ark. 2007) ve ayrıca Çevre ve Orman Bakanlığı, Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü ile Orman-Köy İlişkileri Genel Müdürlüğü gibi kamu kurum ve kuruluşlarında çalışmaktadırlar. Orman teknikerleri aynı zamanda, özel sektörde orman ürünleri işletmelerinde ve peyzaj firmalarında teknik personel olarak çalışabilen, peyzaj mimarları, orman mühendisleri ve orman endüstri mühendislerine yardımcı olabilecek ara elemanlardır. Orman Genel Müdürlüğü'nün taşra kuruluşlarında orman muhafaza memuru olarak atanabilmelerinin yanı sıra özel sektörde de nitelikli ormancılık ve orman ürünleri bölümü mezunlarına ilgi giderek artmaktadır.

Mesleki-teknik eğitim sistemi ve politikalarının ekonomik büyüme ve istihdam bağlamında incelendiği bir araştırmada, özellikle mesleki-teknik eğitimin ekonomik büyümeye katkı sağlayamadığı, bundan dolayı sistemin bütünsel ele alınarak kapsamlı politikalar oluşturması gerekliliği vurgulanmıştır. Mesleki ve teknik eğitim mezunlarının yeterli istihdam olanaklarına ulaşamamasında, öğretim programı politikaları ile öğretim süreçlerinde benimsenen eğitim anlayışının etkili olduğu ve sektörel düzeyde planlama yapılmamasının da eğitim ve istihdam bağının kurulmasını engellediği belirtilmiştir. İş dünyası ve sektörün gereksinimlerine uygun yeterliliklere sahip öğrencilerin yetiştirilebilmesi için mesleki derslerin sayısı ile uygulama çalışmalarına yönelik ders saati sayılarının artırılması önerilmektedir (Cice ve Balkar 2020).

Koca ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmada, MYO programında okuyan öğrencilerin kendilerine değer verilmesi, önemli olduklarının hissettirilmesi, grup çalışması yapabilmesi, iş disiplini edinebilmesi, zaman yönetimi becerisini geliştirebilmesi gibi kazanımları uygulamalı dersler ile sağladıkları belirtilmiştir. Tekniker ünvanı alacak öğrencilere bilgiyi tam olarak özümsetmek ve bu bilginin kullanılabilirliğini artırmak için, mesleki uygulama derslerinin ders saatlerinin düzenlenmesi, atölye - laboratuvar uygulamalarına önem verilmesi gerektiği ve kalifiye eleman yetiştirilmesinde MYO'lara büyük sorumluluk düştüğü vurgulanmıştır.

Koç ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmada, ormancılık ön lisans programlarının amaçlarının, programlarda yer alan dersler ve ders içeriklerinin, kamu ve özel sektörden tüm paydaşların temsilcilerinin görüş ve önerileri dikkate alınarak yeniden gözden geçirilmesi önerilmiştir. Yeni açılacak programlarda, ihtiyaç ve olanaklarla dengelenmiş kaliteli eğitim yapısının ön koşul olarak görülmesi gerektiği vurgulanmıştır. Ön lisans düzeyinde ara kademe eleman eğitimine, özel bir strateji ile yaklaşılması ve bu alanda 'ihtiyaç odaklı, sınırlı ve seçkin bir eğitim stratejisi' oluşturulması gerektiği, ayrıca

bu yaklaşımın öğretimden kaynaklanan sorunları önceden önleyeceği, mevcut mühendislik eğitimine uygulama boyutlu katkı sağlayacağı ve mesleki dikey entegrasyon ile verimliliğinin artışı ile eğitime olumlu destek vereceği belirtilmiştir.

MYO'larının ormancılıkla ilgili bölümlerindeki öğrencilerin, okullardaki fiziki olanaklar, staj, uygulama alt yapıları, verilen eğitim, derslerin sayı ve içeriği, eğitim müfredatlarındaki farklılıklar ve ders materyallerinin yetersizliği gibi hususlarda endişeleri bulunduğu belirtilmiştir (Alkan 2013, Türkoğlu ve Tolunay 2016). Farklı bir çalışmada, araştırmaya katılan öğrenciler almış oldukları mesleki eğitimi yeterli görmekte iken, çalışan orman muhafaza memurları aldıkları eğitimi yeterli görmediklerini, orman mühendislerinin de yarısından fazlası verilen eğitimin orman muhafaza memurluğu için yeterli olmadığını ifade etmişlerdir (Alkan ve Erol Uğur 2016). Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Köyceğiz Meslek Yüksekokulu'nda öğrenim gören 1. sınıf öğrencileri ile yapılan bir çalışmada, ormancılık bölümüne devam eden öğrencilerin kolay iş bulma ümidi taşıdıkları, meslekleri ile ilgili en sık hayal kuran bölüm oldukları ve MYO'daki eğitimden en az memnun olan grup oldukları görülmüştür (Türkoğlu ve ark. 2013).

Uygulama derslerinin yeterliliği hakkındaki bir çalışmada, 2011 yılında faaliyetlerine başlayan mesleki yeterlilik kurumunun ulusal yeterlilik sistemini güçlendirmesi, MYO'lar ile ilgili sektör arasındaki ilişkileri düzenleyen kurumlar oluşturulması, eğitimin teorikten çok uygulama eğitimi olması, mesleki uygulama derslerinin saatlerinin, niteliğinin, niceliğinin artırılması ve müfredat hazırlamada ilgili sektör temsilcileriyle ortak çalışılması gerektiği önerilerine yer verilmiştir (Akalın 2015).

Literatürde Hızal Tırak (2023) tarafından yapılmış ve sadece odun dışı orman ürünleri ile ilgili dersleri kapsayan bir çalışma dışında ormancılık ve orman ürünleri programının müfredat dersleri ile ilgili bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Ormancılık ve orman ürünleri programları ile ilgili yapılan çalışmalar, öğrencilerin staj yapma eğilimlerini (Karaman ve ark. 2017a), programı tercih gerekçeleri ve kariyer planlarını (Karaman ve ark. 2017b), mesleki uygulama dersleri hakkındaki görüşlerini (Karaman ve Metin 2018), umutsuzluk ve psikolojik dayanıklılık düzeylerini (Ersen ve ark. 2022), 3+1 uygulamalı eğitim modeline yönelik tatmin derecelerini (Korkmaz ve Kilci 2024) belirlemeye yönelik çalışmalardır. Ormancılık ve orman ürünleri programlarında yetişecek öğrencilerin her türlü odun ve odun dışı orman ürünlerinin yetiştirilmesi, bakımı, envanteri, hasadı ve pazarlanması konularında da bilgi sahibi olacağı birçok meslek yüksekokulunun program amaç ve hedeflerinde yer almaktadır (URL-1, 2, 3, 4, 5). Bu konudan yola çıkarak, orman ürünleri konusunda bilgi sahibi olması amaçlanan öğrencilerin ilgili meslek yüksekokullarında bu konularda ne kadar sayıda ders aldığı konusu dikkat çekmektedir. Bu amaçla hazırlanan çalışmada, Türkiye'deki mesleki eğitimin önemli bir parçası olan ormancılık ve orman ürünleri ön lisans programlarında yer alan orman ürünleri ile ilgili derslerin müfredat içindeki durumu incelenmiştir. İlgili dersler belirlenip, bu derslere eğitim-öğretim müfredatlarının ne kadarında yer verildiği tespit edilmeye çalışılmıştır. Çalışmanın hedeflerinden biri de meslek yüksekokullarında standart ve ihtiyaçları karşılayabilecek orman ürünleri ile ilgili temel derslerin payının öneminin anlaşılmasına vurgu yapmak ve farkındalık oluşturulmasına yardımcı olmaktır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, 2023 YÖK Atlas ön lisans verilerinde Ormancılık ve Orman Ürünleri Programlarının bağlı olduğu üniversitelerin MYO'larının 2023-2024 eğitim-öğretim dönemi ders müfredatları incelenmiş ve orman ürünleri ile ilgili derslere ne kadar oranda yer verildiği belirlenmiştir.

Verilerin toplanması aşamasında, Yükseköğretim Kurulu (YÖK) web sayfası taranmış, Türkiye'de tüm meslek yüksekokullarında bulunan 'Ormancılık ve Orman Ürünleri' ön lisans programları incelenerek bir liste oluşturulmuştur. Listenin oluşturulmasında programa ait normal veya ikinci öğretim seçenekleri, aynı müfredatı uyguladıkları için tekil hale getirilmiştir. Listede yer alan üniversitelerin, web sitelerinde yer alan Bologna Ders Bilgi Paketleri incelenmiş ve müfredatlarda orman ürünleri ile ilgili derslerin oranları, derslerin zorunlu/seçmeli olma durumu ve derslerin isimleri ile ilgili bilgiler hazırlanan listeye eklenmiştir.

Derslerin isimleri tespit edilirken, ağaç malzeme bilgisi (ahşap malzeme bilgisi), ağaç malzeme teknolojisi (ağaç malzeme teknolojileri, ağaç malzeme teknolojisi I-II, ağaç teknolojisi), ahşap levha endüstrisi (levha endüstrisi, odun esaslı levha endüstrisi), ahşap yapı bilgisi (ahşap yapı teknolojisi), biyodizel (biyoenerji üretimi, biyokütle enerjisi ve biyoyakıtlar), emprenye teknolojisi (odun koruma, odun koruma teknolojileri), kâğıt endüstrisi (kâğıt ve karton üretim teknolojisi), mobilya ve ağaç konstrüksiyonları (mobilya endüstrisi), odun anatomisi (odun yapısı ve tanımı), odun kimyası (orman ürünleri kimyası), odun koruma (odun koruma teknolojileri), orman ürünlerinden faydalanma (orman ürünlerinden yararlanma) gibi isim ve içerik olarak

benzer olan dersler, diğer isimler parantez içinde belirtilerek, tek bir başlık altında toplanmıştır.

BULGULAR

Yükseköğretim Kurumuna bağlı olarak üniversitelerin bünyesinde ön lisans programı olarak kurulan birçok Ormancılık Bölümü altında, Ormancılık ve Orman Ürünleri Programı bulunmaktadır. Türkiye'de 2023 yılında ÖSYM tarafından ön lisans programı olarak öğrenci alınan Ormancılık ve Orman Ürünleri Programı'nın yer aldığı meslek yüksekokulu sayısı 35'tir. Bu meslek yüksekokullarının tamamı devlet üniversiteleri bünyesinde yer almaktadır. Vakıf üniversitelerinde bu program bulunmamaktadır. Ormancılık ve Orman Ürünleri Programları'nın yer aldığı 27 adet devlet üniversitesinin ve 35 adet meslek yüksekokulunun isimleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Ormancılık ve orman ürünleri programlarında orman ürünleri ile ilgili müfredatta bulunan zorunlu dersler; ağaç malzeme bilgisi (ahşap malzeme bilgisi), ağaç malzeme teknolojileri (ahşap malzeme teknolojisi I-II), kereste kurutma ve buharlama tekniği, mobilya ve ağaç konstrüksiyon, odun dışı orman ürünleri, odun esaslı kompozitler, odun kusurları, odun zararlıları, orman ürünleri endüstrisine giriş, orman ürünleri kimyası, orman ürünleri standardizasyonu, orman ürünlerinden faydalanma, orman ürünlerinin pazarlaması olarak belirlenmiştir. Seçmeli dersler ise; ağaç malzeme teknolojisi, mobilya ve ağaç konstrüksiyonları, odun anatomisi (odun yapısı ve tanımı), orman ürünlerinin pazarlanması, ağaç malzeme teknolojisi I-II, ağaç teknolojisi, ahşap levha endüstrisi (odun esaslı levha endüstrisi, levha endüstrisi), ahşap yapı bilgisi (ahşap yapı teknolojisi), biyodizel (biyoenerji üretimi, biyokütle enerjisi ve biyoyakıtlar), emprenye teknolojisi (odun koruma, odun koruma teknolojileri), kâğıt endüstrisi (kâğıt ve karton üretim teknolojisi), mobilya endüstrisi, odun dışı orman ürünleri, odun dışı orman ürünleri ekonomisi, odun fiziği, odun kimyası (orman ürünleri kimyası), odun koruma (odun koruma teknolojileri), odun kusurları, odun patolojisi, odun zararlıları, orman ürünleri endüstrisinde mesleki ingilizce, orman ürünlerinden faydalanma (orman ürünlerinden yararlanma), yenilebilir mantar yetiştiriciliği ve yonga levha endüstrisidir.

Çizelge 1. Ormancılık ve orman ürünleri programlarının yer aldığı devlet üniversiteleri ve bağlı bulundukları meslek yüksekokulları (YÖK Atlas 2023)

No	Üniversite	MYO
1	Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi	Akseki
2	Artvin Coruh Üniversitesi	Artvin (Örgün ve ikinci öğretim)
3	Atatürk Üniversitesi	İspir Hamza Polat
4	Balıkesir Üniversitesi	Oltu
5	Bartın Üniversitesi	Dursunbey
6	Bingöl Üniversitesi	Ulus
7	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi	Genc
8	Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi	Mudurnu Süreyya Astarcı
9	Bursa Uludağ Üniversitesi	Gölhisar (Örgün ve ikinci öğretim)
10	Çanakkale 18 Mart Üniversitesi	Büyük Orhan (Örgün ve ikinci öğretim)
11	Cukurova Üniversitesi	Bayramic
12	Düzce Üniversitesi	Yenice
13	Giresun Üniversitesi	Aladağ
14	Gümüşhane Üniversitesi	Düzce Ormancılık
15	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi	Dereli
16	Kahraman Maras Sütcü İmam Üniversitesi	Gümüshane
17	Kastamonu Üniversitesi	Kürtün
18	Manisa Celal Bayar Üniversitesi	Atabey
19	Mersin Üniversitesi	Yenişar Bademli
20	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi	Sütçüler Prof. Dr. Hasan Gürbüz
21	19 Mayıs Üniversitesi	Andırın
22	Sinop Üniversitesi	Arac Rafet Vergili
23	Sivas Cumhurivet Üniversitesi	Demirci
24	Tokat Gazi Osman Paşa Üniversitesi	Mersin (uzaktan eğitim)
25	Usak Üniversitesi	Gülnar Mustafa Baysan
26	Yozgat Bozok Üniversitesi	Kavaklıdere Sehit Mustafa Alper
27	Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi	Köyceğiz
		Vezirköprü (Örgün ve ikinci öğretim)
		Avancık
		Kovunhisar
		Almus
		Niksar
		Banaz
		Boğazlıyan
		Çaycuma

Orman ürünleri ile ilgili zorunlu derslerin programların müfredatları içerisindeki oranına bakıldığında en çok ders sayısının (5 adet) Kastamonu Üniversitesi Araç Rafet Vergili MYO ve Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Yenice ve Bayramiç MYO'larında olduğu görülmektedir. Orman ürünleri ile ilgili derslerin programların müfredatları içerisindeki en yüksek oranı %18.52 ile Kastamonu Üniversitesi Araç Rafet Vergili MYO'da görülmektedir. Orman teknikeri olarak çalışmaya başlayacak olan ormancılık ve orman ürünleri programı öğrencilerinin çalışacakları yerlerde orman ürünleri konusunda bilgi sahibi oldukları düşünüleceğinden bu dersleri almaları oldukça önemlidir. Çizelge 2'de de görüleceği üzere orman ürünleri ile ilgili derslerin sayısı ve müfredatlarda bulunma oranı birçok MYO'da oldukça düşüktür. Bartın Üniversitesi Ulus MYO ve Bingöl Üniversitesi Genç MYO'da orman ürünleri konusunda zorunlu derslerin olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 2. MYO'larda zorunlu ve seçmeli olarak müfredatta yer alan orman ürünleri ile ilgili dersler

Üniversite	MYO	Zorunlu ders sayısı	Orman ürünleri konulu zorunlu ders sayısı	%	Seçmeli ders sayısı	Orman ürünleri konulu seçmeli ders sayısı	%
Kastamonu	Araç Rafet Vergili	27	5	18.52	28	8	28.57
Çanakkale 18 Mart	Yenice	34	5	14.71	16	1	6.25
Çanakkale 18 Mart	Bayramiç	36	5	13.89	19	1	5.26
Balıkesir	Dursunbey	28	4	14.29	6	1	16.67
Tokat Gazi Osman Paşa	Niksar	29	4	13.79	18	3	16.67
Tokat Gazi Osman Paşa	Almus	31	4	12.90	31	4	12.90
Isparta Uygulamalı Bilimler	Sütçüler Prof. Dr. Hasan Gürbüz	24	3	12.50	18	0	0
Gümüşhane	Gümüşhane	26	3	11.54	22	0	0
Gümüşhane	Kürtün MYO	26	3	11.54	24	0	0
Çukurova	Aladağ MYO	27	3	11.11	22	1	4.55
Uşak	Banaz MYO	27	3	11.11	21	1	4.76
Muğla Sıtkı Koçman	Köyceğiz MYO	31	3	9.68	37	4	10.81
Muğla Sıtkı Koçman	Kavaklıdere Şehit Mustafa Alper	32	3	9.38	37	4	10.81
Zonguldak Bülent Ecevit	Çaycuma	33	3	9.09	18	4	22.22
Bolu Abant İzzet Baysal	Mudurnu Süreyya Astarcı	24	2	8.33	17	7	41.18
Isparta Uygulamalı Bilimler	Yenişar Bademli	24	2	8.33	16	1	6.25
Yozgat Bozok	Boğazlıyan	24	2	8.33	25	8	32
Sivas Cumhuriyet	Koyulhisar	26	2	7.69	16	0	0
Düzce	Düzce Ormancılık	28	2	7.14	41	11	26.83
Artvin Çoruh	Artvin (örgün ve İÖ)	30	2	6.67	9	1	11.11
Burdur Mehmet Akif Ersoy	Gölhisar (örgün ve İÖ)	32	2	6.25	4	0	0
19 Mayıs	Vezirköprü (örgün ve İÖ)	32	2	6.25	22	2	9.09
Atatürk	İspir Hamza Polat	23	1	4.35	26	4	15.38
Isparta Uygulamalı Bilimler	Atabey	24	1	4.17	11	0	0
Atatürk	Oltu	25	1	4.00	12	1	8.33
Giresun	Dereli	29	1	3.45	38	3	7.89
Bursa Uludağ	Büyük Orhan (örgün ve İÖ)	30	1	3.33	20	0	0
Mersin	Mersin (uzaktan)	30	1	3.33	13	1	7.69
Sinop	Ayancık	30	1	3.33	10	2	20
Alanya Alâeddin Keykubat	Akseki	31	1	3.23	24	6	25
Kahraman Maraş Sütçü İmam	Andırın	31	1	3.23	46	3	6.52
Mersin	Gülnar Mustafa Baysan	33	1	3.03	8	1	12.50
Manisa Celal Bayar	Demirci	35	1	2.86	4	1	25
Bartın	Ulus	24	0	0	34	5	14.71
Bingöl	Genç	27	0	0	20	3	15

Orman ürünleri ile ilgili seçmeli derslerin programların müfredatları içerisindeki oranına bakıldığında, en çok orman ürünleri ile ilgili ders sayısının (11 adet) Düzce Üniversitesi Ormancılık MYO'da olduğu görülmektedir. Orman ürünleri ile ilgili derslerin programların müfredatları içerisindeki en yüksek oranı %41.18 ile Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Mudurnu Süreyya Astarcı MYO'da görülmektedir. Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Gölhisar MYO, Bursa Uludağ Üniversitesi Büyük Orhan MYO, Gümüşhane Üniversitesi Gümüşhane ve Kürtün MYO, Isparta Uygulamalı Bilimler

Üniversitesi Atabey ve Sütçüler Prof. Dr. Hasan Gürbüz MYO ve Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Koyulhisar MYO'da orman ürünleri konusunda seçmeli derslerin olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 2).

MYO'larda zorunlu olarak müfredatlarda en çok yer alan ders %74.29 oranla odun dışı orman ürünleri, sonrasında %48.57 oranla orman ürünlerinden faydalanma, %31.43 oranla ağaç malzeme teknolojisi ve %17.14 oranla orman ürünlerinin pazarlanması dersleri olmuştur (Çizelge 3). Orman ürünleri ile ilgili daha özel ve detaylı konular olan kereste kurutma ve buharlama tekniği, mobilya ve konstrüksiyon, odun esaslı kompozitler, odun zararlıları, orman ürünleri kimyası, odun kusurları gibi derslerin de bazı MYO'ların müfredatlarında zorunlu ders olarak yer aldığı görülmektedir. Bu konu, müfredatların MYO'ların kadrosundaki akademik personelin çalışma alanlarına göre yapılması ile doğrudan ilgili olduğunu düşündürmektedir.

Çizelge 3. Orman ürünleri ile ilgili zorunlu dersler ve bu derslerin MYO'larda bulunma oranı

Dersler	Frekans	%
Odun dışı orman ürünleri	26	74.29
Orman ürünlerinden faydalanma	17	48.57
Ağaç malzeme teknolojileri	11	31.43
Orman ürünlerinin pazarlanması	6	17.14
Ağaç malzeme bilgisi	4	11.43
Kereste kurutma ve buharlama tekniği	2	5.71
Mobilya ve ağaç konstrüksiyon	2	5.71
Odun esaslı kompozitler	2	5.71
Odun zararlıları	2	5.71
Orman ürünleri kimyası	2	5.71
Orman ürünleri standardizasyonu	2	5.71
Odun kusurları	1	2.86
Orman ürünleri endüstrisine giriş	1	2.86

MYO'larda seçmeli ders olarak müfredatlarda en çok yer alan dersler %31.43 oranla emprenye teknolojisi (odun koruma, odun koruma teknolojileri), sonrasında %28.57 oranla orman ürünlerinin pazarlanması, %25.71 oranla odun anatomisi ve %14.29 oranla ağaç malzeme teknolojisi (ağaç malzeme teknolojisi I-II, ağaç teknolojisi), ahşap levha endüstrisi (levha endüstrisi, odun esaslı levha endüstrisi), odun kimyası (orman ürünleri kimyası) ve odun kusurları dersleri olmuştur (Çizelge 4). Burada dikkati çeken bir konu da ormancılık konusu içerisinde oldukça öneme sahip odun dışı orman ürünleri dersinin dört adet programda hiç yer almayışı ve orman ürünleri ile ilgili derslerin yine dört adet programda hiç yer almayışıdır. Ormancılık ve orman ürünleri programının kapsamı içerisine orman ürünlerinin girmesine rağmen orman ürünleri ile ilgili derslerin seçmeli ders olarak bulunmayışı büyük eksiklik olarak görülebilir.

Programlardan mezun olacak öğrencilerin Orman Genel Müdürlükleri ve özel sektörde orman ürünleri ile ilgili firmalar tarafından istihdam edilecekleri düşünüldüğünde orman ürünleri ile ilgili genel derslerin olması gerekmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırma ile Türkiye'deki üniversitelerde meslek yüksekokullarına bağlı ormancılık ve orman ürünleri programları ve bunlara ait ders programları incelenerek elde edilen bulgular değerlendirilmiştir. Ormancılık ve orman ürünleri programlarının büyük çoğunluğunun içeriğinde orman ürünleri ile ilgili derslere yeterli düzeyde yer verilmediği belirlenmiştir. Oysa ormancılık ve orman ürünleri programlarının, orman ürünleri derslerine ağırlıkla günümüz orman ürünleri endüstrisi yapısına yer veren, orman ürünleri hakkında yeterli bilgi ve donanıma sahip, sektörel çalışma alanlarının konularına hâkim ara elemanlar olarak mezun veren programlar olmaları beklenmektedir.

Yeni ekonomi düzeni ile kurgulanan döngüsel iş modeli, ürün sahipliğini koruma (Retain product ownership-RPO), ürün ömrünü uzatma (Product life extension-PLE) ve geri dönüşüme yönelik tasarım (Design for recycling-DFR) olarak 3 temel stratejinin kombinasyonundan oluşmaktadır. Tersine tedarik zincirinin ve dolayısıyla geri dönüşüme yönelik tasarımların öneminin giderek artmış olması, bu stratejiyi uygulayan işletmelerin ürün ve üretim süreçlerini, malzemelerin yeni ürünlerde kullanılmak üzere geri kazandırılabilirliğin azami düzeye çıkarılması yönünde yeniden tasarlanmaları gerekliliğini vurgulamaktadır (Atasu ve ark. 2021). Teknolojik gelişmelerin yanı sıra doğal kaynakların sürdürülebilirliğinin küresel çapta gündemde olan konu başlıkları arasında yer alması da göz önünde bulundurulduğunda, ekolojik sistemin büyük parçasını oluşturan ahşap malzeme ve orman ürünlerinin üretimi, işlenmesi esnasında rol oynayan ve payı olan herkese önemli sorumluluklar düşmektedir. Ormancılık ve orman ürünleri endüstrisinde kritik önemi olan teknik ara elemanların, bu yeni döngüsel ekonomik sistemde yerini koruyabilmeleri ancak alacakları güçlü temel eğitim ile mümkün olacaktır. Malzemeyi iyi tanıyan teknik elemanların yetişmesinde MYO'larda verilen eğitimin yeterliliği önemlidir ve yeni döngüsel ekonomi sistemine iyi şekilde yetiştirilip hazırlanmaları için gerekli eğitimi almaları gereklidir.

Çizelge 4. Seçmeli derslerin verildiği MYO sayısı ve bulunma oranları

Dersler	Frekans	%
Emprenye teknolojisi (odun koruma, odun koruma teknolojileri)	11	31.43
Orman ürünlerinden faydalanma	11	31.43
Orman ürünlerinin pazarlanması	10	28.57
Odun anatomisi (odun yapısı ve tanımı)	9	25.71
Ağaç malzeme teknolojisi (ağaç malzeme teknolojisi I-II, ağaç teknolojisi)	5	14.29
Ahşap levha endüstrisi (levha endüstrisi, odun esaslı levha endüstrisi)	5	14.29
Odun kimyası (orman ürünleri kimyası)	5	14.29
Odun kusurları	5	14.29
Biyodizel (biyoenerji üretimi, biyokütle enerjisi ve biyoyakıtlar)	4	11.43
Odun dışı orman ürünleri	4	11.43
Hiç ders olmayan	4	11.43
Kâğıt endüstrisi (kâğıt ve karton üretim teknolojisi)	3	8.57
Mobilya ve ağaç konstrüksiyonları (mobilya endüstrisi)	3	8.57
Ahşap yapı bilgisi (ahşap yapı teknolojisi)	2	5.71
Odun fiziği	2	5.71
Belirtilmemiş	1	2.86
Odun dışı orman ürünleri ekonomisi	1	2.86
Odun patolojisi	1	2.86
Odun zararlıları	1	2.86
Orman ürünleri endüstrisinde mesleki İngilizce	1	2.86
Yenilebilir mantar yetiştiriciliği	1	2.86
Yonga levha endüstrisi	1	2.86

Ormancılık bölümleri ormancılık ve orman ürünleri programlarından mezun olacak bir öğrencinin sadece ormancılık faaliyetleri ile ilgili bilgilerle mezun olması, ürettikleri ürünleri tanımaması, bu ürünlerin faydalanılma açısından bilinmemesi büyük bir eksiklik olacaktır. Ormancılık ve orman ürünleri programlarından mezun olanların sadece ormancılık faaliyetlerini değil üretilen ürünün nihai kullanıcıya gidene kadar ki aşamalarını yani tedarik zinciri yapısını, ürettikleri ürünün özelliklerini ve kullanım yerlerini de bilmesi beklenmektedir. Bu amaçla orman ürünleri hakkında temel bilgilere sahip olması istenmektedir. Bu bilgilerin de özellikle zorunlu ders şeklinde alınması ile kazanılacağı düşünülmektedir. Fakat ön lisans programlarının eğitim süresi göz önüne alındığında bu süre birçok dersin aktif olarak verilmesi için yeterli gelmemektedir. Ormancılık ve orman ürünleri konularının oldukça detaylı olması nedeniyle bu programın, eğitim-öğretim süresinin her iki konu yani 'ormancılık' ve 'orman ürünleri' için yeterli gelmediği kanısına varılmıştır. Bu bağlamda, orman ürünleri endüstrisinde teknik ara eleman ihtiyacını gidermeyi hedefleyen yeni bir programa ihtiyaç duyulduğu görülmektedir.

KAYNAKLAR

Akalın D (2015) Meslek yüksekokullarındaki uygulama derslerinin yeterliliğine ilişkin öğretim elemanlarının görüşleri (Kahramanmaraş ili örneği). Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Kayseri.

Alkan H (2013) Ormancılık ve orman ürünleri programı öğrencilerine yönelik bir araştırma. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 14: 88-94.

Alkan H, Erol Uğur G (2016) Ormancılıkta ara teknik eleman sorununa yönelik çözümlemeler. Turkish Journal of Forestry, 17(2): 132-141.

Atasu A, Dumas C, Van Wassenhove LN (2021) Döngüsel iş modeli. Harvard Business Review Türkiye,

Bozkurt V, Suğur N (2018) Endüstri Sosyolojisi. T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını No: 2327, Açıköğretim Fakültesi Yayını No: 1324, E-ISBN:978-975-06-2996-9.

Cice Y, Balkar B (2020) Mesleki ve teknik eğitim sisteminin istihdam ve ekonomik büyüme açısından işlevselliğinin değerlendirilmesi. Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES), 53(2):781-814.

Ersen N, Akyüz İ, Akyüz KC (2022) Ormancılık bölümü öğrencilerinin umutsuzluk ve psikolojik dayanıklılık düzeyleri arasındaki ilişki. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 8(2): 116-126.

Hızal Tırak K (2023) Orman muhafaza memuru adaylarının ön lisans eğitimleri süresince almış olduğu odun dışı orman ürünleri ile ilgili dersler. 5th International Non-Wood Forest Products Symposium, Bartın University, Bartın, pp:32-41.

Karaman A, Metin AE, Güven Ş (2017a) Ormancılık ve orman ürünleri programı öğrencilerinin staj yapma eğilimlerinin belirlenmesi: Uşak Üniversitesi örneği. Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 7(1): 101-114.

Karaman A, Metin AE, Güven Ş (2017b) Öğrencilerin ormancılık ve orman ürünleri programını tercih etme gerekçeleri ve kariyer planları: Uşak Üniversitesi örneği. İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi, 6(2): 858-872.

Karaman A, Metin AE (2018) Uşak üniversitesi Banaz meslek yüksekokulu ormancılık ve orman ürünleri programı öğrencilerinin mesleki uygulama dersleri ile ilgili görüşleri ve analizi. Mesleki Bilimler Dergisi, 7(2): 320-328.

Koca T, Özgüler AT, Aksungur S (2015) İnönü Üniversitesi Arapkir meslek yüksekokulu teknik programlar öğrencilerinin mesleki uygulama dersleri ile ilgili görüşleri ve analizi. Electronic Journal of Vocational Colleges, 5(5): 23-30.

Koç KH, Kanat M, Tolunay A (2007) Türkiye'de ön lisans ormancılık eğitiminde mevcut durum, darboğazlar ve çözüm önerileri. Orman Kaynaklarının İşlevleri Darboğazlar, Çözüm Önerileri ve Öncelikler Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, İstanbul, ss:201-215.

Korkmaz N, Kilci Z (2024) Ön lisans öğrencilerinin 3+1 uygulamalı eğitim modeline yönelik tatmin derecelerinin incelenmesi: Susurluk tarım ve orman meslek yüksekokulu örneği. Yükseköğretim ve Bilim Dergisi, 14(1):118-126.

Turhal E, Kıcıroğlu B, Ocakoğlu N, Karayiğit D (2010) Meslek yüksekokulu öğrencilerinin program tercihlerinde bireysel ,farkındalık düzeyleri: Gediz MYO, moda tasarım programı örneği. Ulusal Meslek Yüksekokulları Öğrenci Sempozyumu, Düzce.

Türkoğlu T, Gavcar E, Büyüksakallı H (2013) Meslek yüksekokul öğrencilerinin program tercihlerinde farkındalık düzeylerinin belirlenmesine yönelik bir araştırma. Electronic Journal of Vocational Colleges, 3(4): 98-106.

Türkoğlu T, Tolunay A (2016) Türkiye'de ormancılık alanında ön lisans eğitiminin mevcut durumu, sorunları ve çözüm önerileri. 5th International Vocational Schools Symposium, Importance of Vocational Education in World / University- ındustry collaboration,vol2 – Prizren, pp:138-144, ISBN 978-9944-0637-2-2.

URL-1: https://golhisarmyo.mehmetakif.edu.tr/akademik/1001/ormancilik-ve-orman-ueruenleri-programi, Erişim Tarihi: 05.12.2023.

URL-2: https://myo.artvin.edu.tr/ormancilik-ve-orman-urunleri, Erişim Tarihi: 05.12.2023.

URL-3: http://mumyo.ibu.edu.tr/bolumlerimiz/ormancilik-bolumu, Erişim Tarihi: 05.12.2023.

URL-4: https://aksekimyo.alanya.edu.tr/bolumler/ormancilik/ormancilik-ve-orman-urunleri-programi, Erişim Tarihi: 05.12.2023.

URL-5: https://ulusmyo.bartin.edu.tr/hakkimizda/misyon-ve-vizyon.html, Erişim Tarihi: 05.12.2023.

YÖK (1981) Yükseköğretim Kanunu. 2547 Nolu Kanun. Resmi Gazete, 5(21): 3.

YÖK ATLAS (2023) Ormancılık ve orman ürünleri programı bulunan tüm üniversiteler. https://yokatlas.yok.gov.tr/onlisans-program.php?b=30044, Erişim Tarihi: 27.11.2023.

Artvin Çoruh Üniversitesi
Orman Fakültesi Dergisi
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Yıl: 2024, Cilt: 25, Sayı:2, Sayfa:85-97

ofd.artvin.edu.tr

Artvin Coruh University
Journal of Forestry Faculty
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Year: 2024, Vol: 25, Issue:2, Pages: 85-97

Evaluation of computer aided design (CAD) systems and their usage efficiency in Türkiye furniture industry

Türkiye mobilya endüstrisinde bilgisayar destekli tasarım (CAD) sistemleri ve kullanım etkinliğine ilişkin bir değerlendirme

Emine Seda ERDİNLER[1]* Küçük Hüseyin KOÇ[1]

[1] Istanbul University-Cerrahpaşa, Faculty of Forestry, Forest Industry Machinery and Administration, Istanbul

Eser Bilgisi / *Article Info*
Araştırma makalesi / *Research article*
DOI: 10.17474/artvinofd.1520393

Sorumlu yazar / *Corresponding author*
Emine Seda ERDİNLER
e-mail: seda@iuc.edu.tr

Geliş tarihi / *Received*
22.07.2024
Düzeltme tarihi / *Received in revised form*
20.08.2024
Kabul Tarihi / Accepted
21.08.2024
Elektronik erişim / *Online available*
15.10.2024

Keywords:
Furniture
Türkiye furniture industry
Computer aided design
CAD systems

Anahtar kelimeler:
Mobilya
Türkiye mobilya endüstrisi
Bilgisayar destekli tasarım
CAD sistemleri

Abstract

Computer-aided design (CAD), briefly refers to the utilization of computers to ensure quality and efficiency in design. CAD systems developed in the 1960s in the United States and their consequent application in all developed countries was discussed, focusing on making these systems more effective in the industry and evaluating their implementation conditions in the Turkish furniture sector. Accordingly, the objective of this current research is to summarize the effectiveness of CAD systems in the 2000s while evaluating current applications and their future impacts. In the 2000s, CAD systems required significant labor, hardware, and software support. In the current globalized world, CAD systems have become even more user-friendly with the support of artificial intelligence (AI), alongside more effective applications. The research employed face-to-face survey methods, focusing on large-scale furniture enterprises in the Marmara region. The results were evaluated using SPSS software and reliability tests. In the 2000s, approximately 25% of Turkish furniture enterprises expected CAD systems to shorten the design process, improve product quality, and enhance demand and order fulfilment times. Evaluations of today's enterprises indicate that these expectations remain. Many furniture enterprises in Türkiye utilize integrated software with CAD systems in handling orders. Approximately 46% of Turkish furniture enterprises report efficient use of these programs, while the remaining 54% cite a lack of trained personnel as the reason for inefficient use. CAD applications have contributed to the development of Turkish furniture enterprises. With CAD applications, the order process has decreased by 57 %, and production has increased by 34%. This research aims to provide insights into the current state and future potential of CAD systems in the sector by examining the developments and transformations over the past two decades.

Özet

Bilgisayar destekli tasarım (CAD), yalın bir tanımlamayla, tasarımda kalite ve verimliliği sağlamak için bilgisayarların kullanılması anlamına gelir. Önceleri, 1960'lı yıllarda, Amerika Birleşik Devletleri'nde geliştirilen ve günümüzde tüm gelişmiş ülkelerde uygulanmaya başlayan CAD sistemlerinin endüstride daha etkin hale getirilmesi ve Türk mobilya sektöründeki uygulama koşullarının değerlendirilmesi ele alınmıştır. Bu araştırmanın amacı; mevcut uygulamaları ve bunların gelecekteki etkilerini değerlendirirken öncelikle 2000'li yıllardaki CAD sistemlerinin etkinliğini özetlemektir. Yani 2000'li yıllarda CAD sistemleri ciddi düzeyde iş gücü, donanım ve yazılım desteğine ihtiyaç duyuyordu. Günümüzde CAD sistemleri, daha etkili uygulamaların yanı sıra, yapay zekâ desteğiyle daha da kullanıcı dostu hale geliyor. Araştırmada yüz yüze anket yöntemi kullanılmıştır. Araştırma kapsamı Marmara bölgesindeki büyük ölçekli mobilya işletmeleriyle sınırlandırılmıştır. Sonuçlar SPSS ortamında değerlendirilmiş ve güvenilirlik testlerinden geçirilmiştir. Daha önceden 2000'li yıllarda Türkiye mobilya işletmelerinin ortalama %25'i CAD sistemlerinin tasarım sürecini kısaltmasını, ürün kalitesinin artmasını, talep ve sipariş süresini iyileştirmesini beklemekteydi. Bugünkü firmalarla yapılan değerlendirmeler bu beklentilerin korunduğu şeklindedir. Türkiye'deki birçok mobilya firması siparişin şekillenmesinde CAD sistemleri ile entegre yazılımları kullanmaktadır. Türkiye'deki mobilya firmalarının ortalama %46'sı bu programları verimli kullandığını belirtmektedir. Kalan %54'ü ise verimsiz kullanım sebebini eğitimli personel yetersizliği olarak belirtmektedir. Türkiye mobilya işletmelerinin gelişimine CAD uygulamalarının katkı sağladığı görülmektedir. CAD uygulamalarıyla sipariş süreci %57 azalmış, üretimde %34 artış sağlanmıştır. Bu araştırma, son yirmi yılda yaşanan gelişmeler ve dönüşümleri de gözlemleyerek sektördeki CAD sistemlerinin mevcut durumu ve gelecekteki potansiyeli hakkında değerlendirmeyi hedeflemiştir.

INTRODUCTION

The utilization of Computer-Aided Design (CAD) and its integration with Computer-Aided Manufacturing (CAM) systems has been a focal point of several studies, highlighting the significance and advantages of these technologies in various industries. For instance, Ssemakula (1986) stressed the need for the integration of CAD and CAM systems and elaborated on the role and functions of process planning in these stages. Erecek (1993) outlined the uses of CAD/CAM systems as well as the advantages that come with the use of the systems; identified the means of choosing the right programs to use and introduced a number of software packages.

Kazan (1993) provided a brief on the definitions of CAD and CAM and utilized a practical example to explain these concepts whereas Koç (1993) looked at the case of the implementation of CAD/CAM systems in Türkiye's forest products industry. His study involved a sample base of the Turkish furniture industries, thus using companies as case studies. Koç's (1993) research results showed that these enterprises should implement CAD/CAM systems with equal consideration of the costs. In the same vein, Unver (1994) proposed a new method in the optimization of part programs in turning operations with the use of CAD/CAM program written in Pascal for optimization and simulation. Wiebe and Summey (1995) reviewed the current status of CAD/CAM implementation in the furniture industry, with the focus on the analysis of surveys, factory visits, and system assessment. Arslan (1996) concentrated on the NC (Numerically Controlled) machines with CAD and stressed the importance of CNC machinery in production. Bilgin (1996) demonstrated the advantages of employing AUTOLISP in CAD and called for the need to acquire sufficient knowledge when using this tool with a focus on parametric gearbox design. Sensoy (1996) defined CAD/CAM systems and their uses in CNC turning centers and identified the economic factors and the importance of the self-sufficiency in manufacturing these systems. Wiebe et al. (1997) investigated the organizational evaluation of CAD integration and product data management tools and changes in the furniture industry.

Furthermore, Kertlioğlu (1998) proposed a programming technique based on easy manufacturing principles and data, supporting the design for manufacturing concept. Uzunalan (1998) outlined the advantages of CAD and CAM systems and concluded with industrial application of the discussed systems. Yakın (1998) discussed CAD/CAM systems and the concept of CIM and the steps and activities that the machinery industry needs to undertake for a seamless integration. Wiebe et al. (1998) extended the study on the transition of 2D to 3D CAD and information management systems in the furniture industry by evaluating the readiness of enterprises for these changes and analyzing the trends. In his study on total design which includes market research, product features, conceptual design, and manufacturing, Sevinç (1999) provided guidelines for product development success. Lastly, Celikliay (2000) conducted a study on the decision making for CAD/CAM systems in a company that supplies the automotive industry. An evaluation team consisting of department heads and users was created, and the results were analyzed using the Analytical Hierarchy Process.

CAD and CAM systems have revolutionized the manufacturing sector in the current world and have enhanced accuracy, productivity, and interconnection. CAD systems allow designers to design, edit and fine-tune their designs by using computer programs and come up with high accuracy 2D and 3D drawings. The CAD technology emerged in the 1960s and has evolved over the years from simple vector graphics to complex 3D modeling with features such as solid modeling, parametric design, and simulation (Zeid 1991). Transition from 2D to 3D CAD has been crucial in improving the design methods and increasing the accuracy of designs since they can be easily created in detail as mentioned by Farin et al. (2002). These developments have made CAD an essential tool in different sectors such as automotive, aerospace, and construction, thus playing a vital role in the product development process.

The advancement in CAD systems has been informed by the need to enhance the design effectiveness and productivity. The first CAD systems were simple and only allowed for the creation of basic shapes and drawings, while today's systems offer surface modeling tools, finite element analysis, and automated design checking (Singh, 1996). These tools have helped the designers in coming up with new design solutions, simulate design prototypes and enhance the performance of the final product before actual prototyping. This move has minimised development costs and time to market as pointed out by Groover (2015). Also, the combination of CAD with other business systems, including Product Lifecycle Management (PLM), has improved the sharing and control of information throughout the product development life cycle (Kalpakjian et al. 2013).

CAM systems, on the other hand, act as an interface between design and manufacturing by translating CAD models into detailed machine control instructions. The development of CAM technology started in the late 1970s and early 1980s due to the need for automation and increased accuracy in manufacturing (Groover 2015). CAM systems provide toolpath generation, machine setup, and process planning to increase manufacturing productivity and minimize errors that could be made by a human operator. The incorporation of CAM with CNC (Computer Numerical Control) machines has been a breakthrough that enables the mass production of intricate shapes with high accuracy and consistency (Kalpakjian et al. 2013). The developments in CAM software and its increased simulation and optimization capacities have also enhanced the manufacturing processes.

The synergistic relationship between CAD and CAM systems exemplifies the convergence of design and manufacturing, promoting innovation and efficiency in industrial applications. The adoption of CAD/CAM systems has also led to the development of new manufacturing techniques, such as additive manufacturing (3D printing), which relies heavily on CAD data for the creation of complex parts (Gibson et al. 2015). Moreover, the implementation of CAD/CAM systems has significant implications for workforce skills and training. As noted by Hassan et al. (2023), the shift towards digital manufacturing requires a workforce that is proficient in using these advanced tools, necessitating continuous education and training programs. The ability to leverage CAD/CAM technologies effectively is critical for maintaining competitiveness in the global market.

In conclusion, the integration of CAD and CAM systems has revolutionized the manufacturing industry by enhancing design precision, reducing production costs, and improving overall efficiency. The evolution of these technologies from basic drafting tools to sophisticated design and manufacturing systems underscores their importance in modern industrial applications. The continuous advancements in CAD/CAM software and hardware will likely drive further innovations in manufacturing processes, solidifying their role as essential tools in the industry.

Ashraf (2023) discusses the integration of digital design techniques, specifically generative design and parametric modelling, into traditional furniture design processes. It highlights the impact of Industry 4.0 on the furniture manufacturing industry, emphasizing the shift from manual to digital methods. According to Ashraf (2023), generative design, facilitated by tools like Rhino and Grasshopper, allows designers to create complex and customizable furniture designs more efficiently. This approach enhances accuracy, speed, and flexibility, enabling the production of multiple design iterations and ready-to-manufacture products. The study compares traditional and digital design methodologies, underscoring the advantages of digital tools in terms of creativity, processing time, and mass customization. The research also focuses on the practical application of these digital tools within the Pakistani furniture industry, aiming to bridge the gap between user demands and manufacturing capabilities. By adopting advanced digital methodologies, the furniture industry can achieve significant improvements in design innovation and production efficiency, ultimately leading to better quality products and enhanced designer capabilities (Ashraf 2023).

Ikubanni et al. (2022) explore the profound influence of CAD/CAM technologies across various industries, including architecture, manufacturing, medicine, aerospace, and education. The integration of CAD/CAM has revolutionized design and manufacturing processes, enhancing efficiency, accuracy, and creativity. In architecture, CAD software has transformed the drafting of building designs, enabling more sophisticated and creative outputs (Ikubanni et al. 2022). In manufacturing, CAD/CAM systems have significantly reduced production times and improved product quality by facilitating the creation of numerical control programs and automation strategies, such as robotic automation and additive manufacturing (3D printing) (Ikubanni et al. 2022). The use of CAD/CAM in the automobile industry has improved design accuracy, safety features, and production speed The paper also highlights the role of CAD/CAM in medicine, particularly in the fabrication of dental prostheses and complete dentures, which have seen improvements in predictability and accuracy). The future trends in CAD/CAM include advancements in 3D bioprinting for tissue engineering, integration with virtual reality for enhanced visualization, and the use of artificial intelligence to automate design tasks. Despite the limitations such as high costs and the potential for unemployment among unskilled workers, CAD/CAM technologies promise a significant positive impact on various sectors, making them integral to modern production and design processes (Ikubanni et al. 2022).

Rafsanjani and Nabizadeh (2023) discuss the application and potential benefits of human-centred AI in the AEC industry. According to Rafsanjani and Nabizadeh (2023), traditional AI applications in AEC often focus on automation and optimization without adequately integrating human input, leading to inefficiencies and underutilized human expertise. The authors argue for a shift towards human-centred AI, which incorporates natural language processing (NLP) and machine reading comprehension (MRC) to better understand and utilize human preferences, behaviours, and expertise. Human-centred AI can enhance various aspects of the AEC industry, including architectural design, engineering analysis, and construction management. In architecture, AI can assist in generating design options, optimizing spatial layouts, and ensuring compliance with building codes. For engineering, AI facilitates complex structural analyses, geotechnical assessments, and predictive maintenance. In construction, AI improves project planning, risk management, quality control, and safety through real-time data analysis and automation. The challenges of implementing human-centred AI in AEC include the need for extensive training to handle diverse human inputs, ensure data security, and develop adaptable and user-friendly interfaces. Despite these challenges, according to the authors, the integration of human-centred AI promises to enhance productivity, safety, and overall project outcomes by leveraging human expertise and improving decision-making processes (Rafsanjani and Nabizadeh 2023).

In the same vein, Rame et al. (2023) provide a comprehensive review of various digital technologies and innovations adopted in the furniture industry to enhance efficiency, sustainability, and competitiveness. The study highlights the potential of automation, robotics, augmented reality, and the IoT in improving production processes, reducing waste, and boosting profitability. These technologies enable furniture manufacturers to achieve higher precision and efficiency, facilitating mass customization and innovative design solutions (Rame et al. 2023). The authors emphasize the importance of adopting sustainable practices, such as green supply chain management and life cycle assessment, to address environmental concerns and promote social responsibility. They argue for a comprehensive digital transformation strategy that includes embracing new technologies, developing innovative business models, and upholding ethical standards (Rame et al. 2023). The paper also discusses the challenges associated with digital transformation, such as high implementation costs, resistance to change, and the need for skilled labor. Case studies of companies like Integral Surface Design (ISD) and IKEA demonstrate the economic benefits and competitive advantages of integrating digital technologies in production and customer engagement (Rame et al. 2023).

Zahra (2023) investigates how AI technologies, particularly generative design and machine learning, are revolutionizing the furniture design process. AI enables the exploration of numerous design alternatives, significantly enhancing creativity and efficiency in design. The study presents two models: one differentiating between human-led and AI-driven design processes, and the other highlighting the role of designers within AI systems. A SWOT analysis conducted in the paper reveals that 89.4% of furniture designers believe AI excels in generating initial design ideas, while 87.2% agree that AI needs human collaboration to be effective. Additionally, 72.3% view AI as a professional tool that enhances interactive and virtual design (Zahra 2023). However, designers express concerns about the loss of identity and creativity due to the standardized use of AI techniques. The research underscores the need for designers to acquire new skills to collaborate effectively with AI technologies. Despite its limitations, AI offers significant opportunities for innovation, efficiency, and sustainability in furniture design. The study concludes that integrating AI can transform the design process, but human expertise remains crucial for optimal outcomes (Zahra 2023).

Long et al. (2020) explore the implementation of an AI management system in the Chinese furniture manufacturing industry. This system aims to address prevalent issues such as low production efficiency, poor accuracy, and lack of innovation.

The AI management system integrates a data management system and an expert system. The data management system processes and analyzes big data to generate actionable insights for management, while the expert system utilizes artificial neural networks to simulate human learning and decision-making processes. This combination allows for real-time monitoring, control, and optimization of manufacturing processes, significantly enhancing efficiency and product quality (Long et al. 2020). The paper details the AI system's structure, which includes modules for big data processing, decision-making, knowledge generation, and management application innovation. These modules work together to improve data collection, transmission, storage, and processing, leading to better customer

experiences and higher management efficiency. Furthermore, the AI system facilitates scientific space management within plants, optimizing space utilization and improving work efficiency (Long et al. 2020). The study concludes that, despite the initial investment required for establishing such a system, the benefits in terms of improved production efficiency and product quality make it a worthwhile investment for furniture enterprises. The implementation of AI technology is seen as a crucial step towards the intelligent transformation of the furniture industry (Long et al. 2020).

Armağan (2019) examines the impact of AI and generative design on the furniture design process, focusing on Design and R&D Centers in the furniture industry. The study reveals that AI and generative design tools significantly enhance efficiency, creativity, and innovation in furniture design by enabling designers to explore numerous design alternatives rapidly and accurately. Armağan's (2019) research involves interviews with officials from various Design and R&D Centers, highlighting both the advantages and disadvantages of AI-supported design tools. The findings suggest that while AI can streamline the design process and foster innovation, there are concerns about the potential loss of human creativity and the over-reliance on standardized AI techniques. The study underscores the necessity for designers to adapt and acquire new skills to effectively collaborate with AI technologies Overall, the thesis concludes that AI has the potential to revolutionize the furniture design industry, improving productivity and design quality. However, it also emphasizes the importance of maintaining human input and creativity to achieve the best outcomes in design processes (Armağan 2019).

Aboushall and Jalagat (2024) explores the integration of AI in the furniture design process, highlighting significant advancements from intelligent furniture to AI furniture. The study discusses how machine learning techniques, such as expert systems, case-based reasoning, neural networks, formal grammar, and genetic algorithms, enhance the design process by automating and optimizing various stages. AI technologies enable designers to generate innovative designs, improve product quality, and increase production efficiency by simulating human decision-making and creativity. The research emphasizes the transition from intelligent furniture, which uses embedded systems and sensors, to AI furniture that leverages advanced algorithms to predict consumer preferences and create customized products at scale. AI tools like MidJourney AI and platforms like RoomsGPT facilitate creative invocations, rapid design iterations, and diverse design variations, making the design process more efficient and effective (Aboushall and Jalagat 2024). The study concludes that AI's integration into furniture design significantly benefits designers, industry executives, and stakeholders by enhancing creativity, speed, and personalization while addressing challenges such as high costs and technical complexities. The findings underscore the importance of AI in transforming the furniture industry and its potential to revolutionize design processes (Aboushall and Jalaga 2024).

MATERIAL AND METHOD

Material

Türkiye Furniture Industry

In Türkiye, the furniture industry's growth started in the 19th century at the same time as the forest products industry was being invested in, which mainly consisted of small-scale, traditional workshops. Since 1975, although the industry has experienced several significant changes, such as the introduction of NC machines and later CNC machines, it has long been dominated by small-scale enterprises utilizing traditional methods. Even though there have been many major changes in the industry since 1975 such as the introduction of NC and CNC machines, the industry is still dominated by small-scale enterprises that use traditional methods. Approximately 99.4% of furniture enterprises have 1-9 workers, and this shows that small-scale operations are not institutionalized.

Despite experiencing management challenges like financial barriers and a lack of advanced technology applications in the 2000s, the Turkish furniture sector grew dynamically. Twenty years ago, despite a significant increase in commercial volume, the sector's market remained around USD 256 million (Erdinler 2005). However, the Turkish furniture sector has swiftly implemented advanced technology applications in the last two decades, illustrating best practices in design, quality, certification, and global market orientation. At the same time, the industry continues to struggle with issues like heterogeneous appearance, economies of scale, location, and operational conditions.

Currently, the global furniture trade continues to increase rapidly. In FY2022, the world furniture export volume reached USD 317.2 billion. The top five countries leading in furniture exports are respectively China (41%), Vietnam (16%), Germany (6%), Italy (5%), and Mexico (4%). Türkiye ranks 11th with USD 5.7 billion (1.8%). World furniture imports in FY2022 totaled USD 293.2 billion. The top five importing countries are the USA (30%), Germany (8%), the UK (5%), France (5%), and Canada (4%). Türkiye is ranked 45th with USD 932.5 million. Furniture industry in Türkiye, despite the epidemic, furniture exports increased by 12% compared to the previous year (Yigit and Koc 2021). These figures show that the Turkish furniture sector is starting to secure a remarkable position in the global market.

Furthermore, it must be underlined that the furniture sector holds an important place in the Turkish manufacturing industry. According to the TOBB database, there are 5.281 registered furniture enterprises in Türkiye employing 170.901 workers. The furniture industry accounts for 5.4% of the total number of firms and 4.3% of the total number of employees in the overall manufacturing industry. With an average of 32 employees per firm, the furniture sector has scaled up from small to medium-sized enterprises compared to previous years (Koç 2023)

Industrial Application Example: Company X1 General Information

The company was established in 1959. The company's facility consists of 13.800 square meters of covered space and 41.000 square meters of open area. The workforce is composed of 68 employees with 10 in management, 55 in production, and 3 in maintenance. Design activities are managed by the administration team.

The production, PPC, procurement, maintenance, and R&D departments are under the authority of the factory manager. The quality control department is under the quality assurance manager, whereas accounting, human resources, and finance are under the financial affairs manager.

The company manufactures furniture in the form of panels such as seating groups, bedroom sets, dining rooms, youth rooms, office furniture, tables (TV, computer, multipurpose), shoe cabinets, desks, wardrobes, bookshelves, and coat stand. Mass production is based on the use of the same inputs and production tools which are arranged according to the streamlined workflow so that many units of the same product can be produced at the same time. This system is a kind of high-demand system that requires the owner to make a significant investment in specialized and expensive machinery and equipment, as any drop in demand can cause a lot of costs due to the lack of production flexibility. This technique is applicable to the production of complicated products that require advanced technology and is characterized by the uninterrupted flow of the product and the facilities that are designed around the products being made. A custom production is a production that caters to specific orders in small quantities but with a high product variety and versatile machinery that is capable of multiple operations. This adaptability implies that the workers need to be well-trained to use different machines. Although at first, the company used the mass production system, it then changed to the made-to-order model because of financial and organizational problems.

Industrial Application Example: Company X2 General Information

Company X2 started its production as a limited liability company in Bayrampasa in 1980. The company moved to its production facility in Catalca in 2004, which has 6,000 m² of indoor and 14.000 m² of outdoor space. The company employs an average of 60 people. Operating with a production system based on orders, the company manufactures TV stands and sewing machine stands for large suppliers. Designs are made according to the TV cases sent by these companies, or designs developed directly in the R&D department of the TV manufacturing company are produced. Due to the production structure of the company, the design of the stands is done first, and after a preliminary evaluation, the designed model is produced on CNC machines.

Method

To find out the overall situation of CAD system usage in Türkiye's Forest Products Industry, a data collection form was designed. This form was only for the large-scale furniture enterprises (LSEs) in the Marmara Region. The inclusion criteria for the study were based on the number of employees, following the definitions by the State Institute of Statistics (SIS): small-scaled enterprises (1-9 employees), mid-scaled enterprises (10-24 employees), and large-scaled enterprises (25 or more employees). The scope of the application is limited to large-scale furniture enterprises in the Marmara Region. The selection of enterprises is based on the number of employees, in

accordance with the definitions of the State Institute of Statistics (DIE). This classification defines small enterprises as those with 1-9 employees, medium-sized enterprises as those with 10-24 employees, and large enterprises as those with 25 or more employees.

The data collection form was made in such a way that it could record the full information of all LSEs in the Marmara Region without sampling or targeting. The materials such as research results, professional organization records, trade fair booklets, catalogs, and internet data were reviewed to find out the 98 LSEs in the region. The form, which was made of 26 questions, was methodically arranged and mainly conducted through face-to-face interviews with the production engineers, design unit staff, or company owners.

From the 98 enterprises that were targeted, 70 were interviewed on-site, and 63 of them gave complete responses. As a result, the response rate to the survey was 64%.

The overall results obtained from the two selected sample firms were evaluated through on-site observation and analysis on a firm-by-firm basis.

The data collection form consists of 26 questions divided into five main sections:

- Introduction and structural characteristics of the enterprises
- Questions about design activities within the enterprises
- Questions about the features and usage of the CAD system employed
- Questions about the contributions of the CAD program to the enterprises
- General opinions about CAD systems

The first part with six questions is designed to collect general information about the enterprises, such as their legal structure, personnel, technical staff, annual production capacity, and production methods. The second section, with three questions, is to get general information about the design activities and originality of the products designed by the enterprises. The third part, which consists of eleven questions, is aimed at obtaining more detailed information about the CAD systems, their features, the way they are used, and the encountered problems. The fourth part, which has four questions, deals with the advantages that the business gets from the use of CAD systems. The fifth and last part consists of twoquestions which are overall opinions and the perception of CAD systems.

Reliability of the Research and Statistical Evaluation

The results of the survey were processed with the help of the SPSS 12 (Statistical Package for Social Sciences), which is a widely used software for both basic and advanced statistical methods, especially for unclassified data from surveys and research forms. SPSS was decided upon because of its wide use in the Windows environment and its capacity to conduct different tests on the same data, thus, assuring the reliability and comprehensiveness of the analysis (Kinnear and Gray 2005).

The tests applied during data analysis are divided into two main groups based on whether they meet specific conditions: Parametric and Non-Parametric (Distribution-Free) tests are the two types of statistical tests. Parametric tests are built on some specific assumptions about the distribution of the population, while non-Parametric tests are not based on such assumptions, which makes them easier to use. Non-parametric tests usually deal with the ranks or signs of variables rather than the actual values.

The survey data, which was made up of 26 questions from 63 enterprises, was arranged into a 63x114 matrix (63 enterprises x 114 variables) and statistically analyzed using SPSS. The consistency of the questions (F-test), the social scale preparation of questions within each group, and the overall reliability of the survey (Reliability Analysis) were tested using the Alpha method (Cronbach's Alpha Coefficient). The mode of the results (the term that occurred most frequently) was found and graphically represented based on the obtained data.

In this manner, the study intended to cover the whole spectrum of CAD systems' utilization in Türkiye furniture industry and their effect on the companies.

RESULTS

This research is limited to three findings derived from the survey conducted on Large Scale Furniture (LSF) enterprises located in the Marmara Region. These are respectively as follows:

- Expectations of Furniture Enterprises from the CAD System
- Efficiency of CAD Systems in Furniture Enterprises
- Contribution of CAD Systems to Furniture Enterprises

Expectations of Furniture Enterprises from the CAD System

As illustrated in Table 1, 20-27% of furniture enterprises indicated that they expect the CAD systems they use to shorten the design process, improve quality, make it easier and quicker to evaluate customer demands/orders and improve design documentation. Current evaluations with companies indicate that these expectations remain unchanged. As a matter of fact, many furniture companies utilize software integrated with CAD systems in shaping orders.

Table 1. Expectations of furniture enterprises from computer-aided design (CAD) programs (Erdinler 2005)

Options	Frequency of enterprises	%
Shortening the design process	39	27.3
Improving the quality of design	39	27.3
Easier and quicker evaluation of customer demand/orders	30	21.0
Enhancing design documentation	32	22.3
Others	3	2.1
Total	143	100

Moreover, the factors influencing the selection of CAD programs by furniture enterprises in Türkiye have been identified as follows: the transition of competitor firms to these systems (1.4%), the need for flexibility in meeting customer demands (37.2%), the necessity brought by acquired CNC machines (21.4%), and the company's goals for growth and expansion (40%). Considering the current widespread use of CAD programs and CNC machines, it can be stated that the sector has made remarkable progress toward its goals.

In addition, as shown in Table 2, the reasons why enterprises prefer CAD systems are determined as their popularity (widespread use) (49.2%), CNC support (33.3%), and the availability of training support (17.5%). Currently, the widespread CNC applications have made the selection of suitable CAD systems mandatory.

Table 2. Reasons for preferring CAD Systems in LSF E-enterprises (Erdinler 2005)

Options	Frequency of enterprises	%
Popularity (widespread use)	31	49.2
CNC support	21	33.3
Availability of training support	11	17.5
Total	63	100

Efficiency of CAD Systems in Furniture Enterprises

As seen in Table 3, 46% of enterprises use the program efficiently, while 16% do not. The reasons for inefficient use of the program are identified as follows: insufficient trained personnel (55%), inadequate design demand (20%), not all modules of the program being purchased (7.5%), and insufficient compatibility of the program with other production system software (17.5%). Although these conditions have significantly changed today, the need for training persists.

Contribution of CAD Systems to Furniture Enterprises

As illustrated in Table 4, the benefits obtained by the programs utilized in enterprises include increased efficiency by shortening the design process (30.8%), enabling the pre-determination of the manufacturability of designs (21.8%), facilitating quality and waste assessments among similar raw materials (15.8%), increasing product variety (15.1%), ensuring product flexibility (13.5%), and reducing unit costs.

Furthermore, as shown in Table 5, the advantages of products manufactured using CAD systems over competitor products include: improved design quality (38.8%), creation of unique designs aligned with the company's profile (35%), and longevity of designs as brands in the market (23.7%). Under the "Others" (2.5%) option, the benefits include a more systematic structure for documentation and R&D processes, achieving a superior level as a system, and ensuring production efficiency.

Evaluation of CAD Systems in Furniture Companies with Sample Applications

Impact of CAD Application on Order Fulfillment Time

As illustrated in Figure 1, the order fulfilment time for designs previously created using traditional methods was 7 days, but after starting to design with CAD, this time was reduced to 3 days. In traditional methods, the process took 7 days due to developing a design suitable for the incoming order, producing an estimated prototype to test the design's suitability, and repeating the process several times using trial and error. With the use of CAD, the elimination of errors and working with precise measurements allows the design to be completed in one sitting, reducing the process to 3 days. The use of CAD systems in this company has resulted in a 57% reduction in order fulfilment time.

Table 3. Efficient Utilization CAD Systems in Enterprises (Erdinler 2005)

	Options	Frequency of enterprises	%
Efficient use of the CAD system	Yes	**23**	**46**
	No	**8**	**16**
	Partially	**19**	**38**
	Total	**50**	**100**
Reasons for insufficient use of the CAD system	Insufficient trained personnel	**22**	**55**
	Inadequate design demand	**8**	**20**
	Partial module purchase	**3**	**7.5**
	Insufficient compatibility with other production system software	**7**	**17.5**
	Total	**40**	**100**

Table 4. Benefits of CAD systems in LSF enterprises (Erdinler 2005)

Options	Frequency of enterprises	%
Increased product variety	20	15.1
Ensured product flexibility	18	13.5
Increased efficiency by shortening design time	41	30.8
Facilitated quality and waste assessments among similar raw materials	21	15.8
Enabled pre-determination of manufacturability of designs	9	21.8
Reduced unit costs	4	3.0
Total	133	100

Table 5. Advantages of products manufactured using CAD systems (Erdinler 2005)

Options	Frequency of enterprises	%
Improved design quality	31	38.8
Creation of unique design	28	35
Longevity of designs as brands in the market	19	23.7
Others	2	2.5
Total	80	100

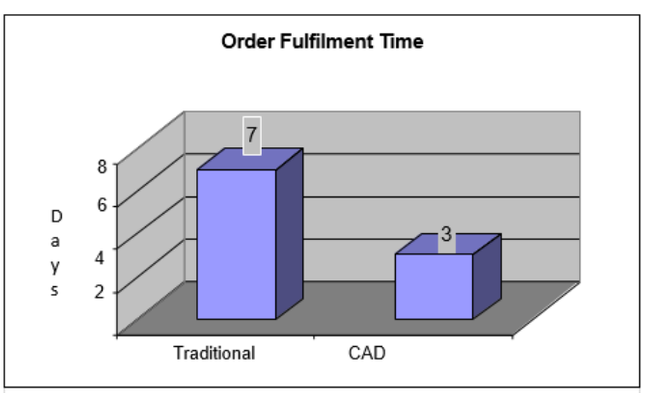


Figure 1. Order fulfilment time

Impact of CAD Application on Production Quantity

To begin with, it must be underlined that the direct impact of CAD systems on production quantity cannot be discussed unless they are integrated with CAM systems. However, the use of CAD systems indirectly affects production quantity and capacity utilization rate, especially in order-based production structures. As illustrated in Figure 2, the company that implemented the application produced 3.000 units monthly before the transition to CAD systems, but this number reached 4.000 units per month after the implementation. The designs obtained in a shorter time were directed to production, and more varieties were sent to production, leading to an increase in production quantity. This situation can also be interpreted as the more efficient operation of idle machines and better returns on capital in a shorter time. The time lost with traditional methods due to the time it takes to create designs, achieve precise measurements, and the failure of estimated moulds or prototypes to meet expected designs is no longer lost with AutoCAD, resulting in increased production quantity. The use of AutoCAD has led to a 34% increase in the monthly production quantity of tables within three months in this company.

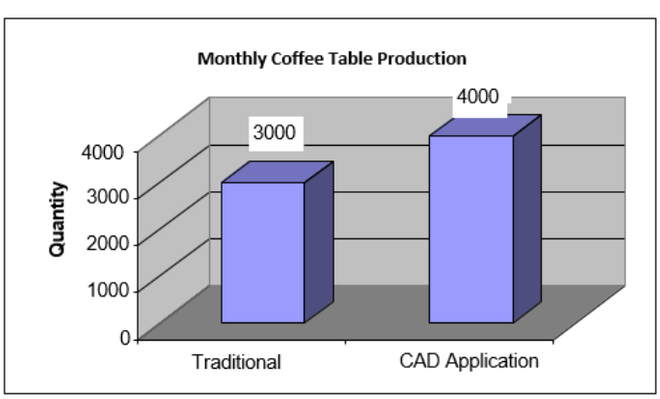


Figure 2. Impact of CAD application on production quantity

This result does not apply to the order and re-production of previously designed products. However, it can be said that the production capacity will increase to a certain level, especially with the reduction in order fulfillment time when new product demands with different designs come in. Before the CAD system, the production capacity in the company was 40.000 units/month of tables, while the actual production was 3.000 units/month. In other words, the company was operating at a 7.5% capacity utilization rate with traditional design processes. After transitioning to the CAD system, the capacity utilization rate increased to 10% with 4.000 units/month. The very low-capacity utilization rate can be explained by the variability in the order-based production structure, the lack of integration between the CAD system and the CAM system, and the company's insufficient capacity scale. It can be said that the production capacity in this company can be significantly increased depending on the conditions of CAD/CAM integration and capacity planning structure.

Impact of CAD Application on Material Supply Time

When assessing the procurement processes of primary and auxiliary materials used in the company, as shown in Figure 3, the material supply times were monthly before the use of the CAD system. With the use of AutoCAD, these times have been reduced to an average of one week, depending on the clarity and quick fulfilment of order processes. This result, like the production quantity example, is due to an indirect effect created by the CAD system in the company.

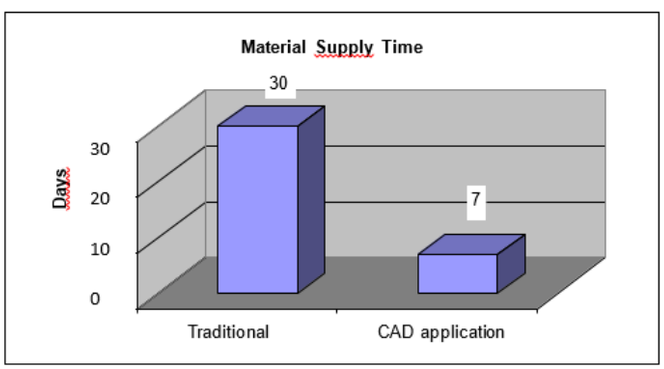


Figure 3. Impact of CAD application on material supply time

In addition, the results are consistent with Figures 1 and 2. The use of the CAD system significantly reduces the order fulfillment time directly, while indirectly increasing the production quantity and shortening the material supply time. A shortening of processes is observed in the purchasing, design, production, and sales cycle. In this company, the CAD application has reduced the material supply process by 90%. When investigating the reasons for this reduction, it is found that the time loss in receiving and processing orders using traditional methods extends the material supply process to an average of one month. However, the CAD application allows for the rapid elimination of uncertainties related to product design and production, enabling the procurement of necessary materials. These results highlight the relationship between the CAD system and material supply systems, demonstrating the critical importance of CAD/CAM integration.

CONCLUSION

Evaluation of Survey Results and Design Studies in Large-Scale Furniture Enterprises in the Marmara Region

In this section, the effectiveness of CAD systems in Türkiye furniture industry is discussed by assessing the survey results applied to large-scale furniture enterprises in the Marmara Region and the design studies observed in sample furniture enterprises. Certain recommendations are also provided.

General Overview of Furniture Enterprises

The large-scale furniture enterprises (LFB) participating in the research are domiciled in Bursa (34), Istanbul (13), Tekirdağ (4), Çanakkale (4), Kırklareli (4), Kocaeli (3), and Edirne (1). The initial establishment dates of these enterprises date back to the 1950s. These enterprises experienced a rapid development trend starting in 1981, which continued to increase in the 1990s. It was determined that 70% of the furniture enterprises were established after 1991.

A significant portion of the furniture enterprises are family-owned. Although not yet at a sufficient level, there is a tendency towards institutionalization in these enterprises. The partnership structure of joint-stock companies shows that more family members are involved. Among these enterprises, 41% are joint-stock companies, and 52% are limited liability companies.

Approximately 53% of the enterprises have open areas over 5.000 square meters, and 30% have areas over 10.000 square meters. While 48% of the enterprises carry out their production in closed areas over 5.000 square meters, it was determined that 19% do not have the necessary open area for organizing production activities.

In terms of the number of employees, there is a concentration of enterprises with 25-49 employees (33.3%). The number of enterprises with fewer than 100 employees constitute 65% of the total. The number of enterprises with 100 or more employees constitutes 35% of the total. There are no enterprises with a total of 500 or more employees.

Furniture Enterprises and CAD Systems

In 87% of enterprises, computer support is used in design. Of the 13% that do not use computer support, six stated that they do not need it, while two indicated that they do not have sufficient equipment in their enterprises.

Computer support in design activities began between 1996 and 2000 in 51% of the enterprises. Among the programs used, AutoCAD is the most preferred, with 42%. The primary factor driving the use of computer support in these enterprises is their growth and deepening objectives (40%). Additionally, the initial factor influencing their choice of program is its popularity (49%).

When examining the efficiency of program use in enterprises, 23 enterprises believe they use the program efficiently. In contrast, 19 enterprises (38%) reported that they could only partially use the program efficiently. The primary reason for this is the lack of trained personnel (55%).

The most prominent issues encountered during program use are hardware deficiencies. Enterprises often make incorrect choices based on popularity without considering their technological infrastructure.

The survey results illustrate that in Türkiye Furniture Industry, 28% of the enterprises using CAD systems reported a 71-90% increase in design quality, 15% reported a 91-100% increase in product variety, and 16% reported a 71-90% decrease in order fulfilment time. Medium and large-scale enterprises, due to their institutional nature, show a greater inclination towards CAD systems. In these enterprises, the financial structure is stronger, and the benefits of the systems are recognized, with cost considerations being secondary. Enterprises aiming to enter international markets are willing to compete with foreign firms and invest in systems without compromise. This is because the use of CAD systems reduces part costs, prevents time losses, and allows for the production of original designs.

CAD Applications in Sample Furniture Enterprises

The results obtained from two sample enterprises indicate that the use of CAD systems has led to a 57% reduction in order delivery time. When designs were created using traditional methods, the process took 7 days. However, four months after the introduction of AutoCAD, the order delivery time decreased to 3 days. Traditional design methods caused significant time losses due to the trial-and-error approach in preparing moulds according to incoming order measurements. This often resulted in repeating the processes until the appropriate design was achieved. With AutoCAD, easy dimensioning and the ability to obtain 2D and 3D images of the design before production allow for the desired designs to be achieved in a shorter time.

The enterprise's monthly production quantity of tables also increased by 34% with the use of CAD. This increase, achieved within four months, is attributed to the faster readiness of designs for production and the capability to produce more tables within the normal production time frame.

The increase in production and the reduction in order fulfilment time are in line with the reduction in material procurement times. There is a noticeable shortening of the cycle in purchasing, design, production, and sales processes. In this enterprise, the reduction in sheet order time is 90%. CAD systems shorten the duration of the purchasing, production, and sales cycle, helping ancillary industries (such as the sheet industry) to better plan and schedule their operations.

General Evaluation

The business model is defined as the factory of the future (such as Industry 5.0 applications), in other words, the optimization of all links of the value chain that defines a product with computer support and interconnectedness, remains an important goal for furniture enterprises.

The views of enterprises regarding the more widespread and effective use of CAD systems in Türkiye furniture industry can be summarized as follows:

- Educational institutions that train students for the furniture sector should place more emphasis on CAD systems, focusing on practical applications alongside fundamental knowledge.

- Enterprises should provide continuous improvement training for personnel in the design department to keep up with evolving CAD systems.
- There should be increased collaboration between educational institutions and the sector concerning CAD applications.

Currently, the integration of design-analysis-production is crucial for enterprises. These processes should be interconnected, starting from the design phase.

In conclusion, the importance of CAD systems, which has been increasingly felt since the early 2000s, continues to grow in today's furniture industry. Especially in Türkiye's furniture industry, even small and medium-sized enterprises have at least one CNC machine application, necessitating a special connection with CAD systems. For example, the use of CAD/CAM interfaces is essential for the correct management of sizing, processing, drilling, and ultimately shaping the product according to its design.

Based on the findings of this study, the implementation of CAD systems has a positive impact on both production and supply timelines. Accordingly, the following recommendations are proposed for manufacturers regarding the adoption of current and advanced CAD system features in the industry.

Considering the characteristics of the environment as product's place of use alongside its shape, model and intended purpose, throughout the design process would have a positive impact and enhancement on consumer satisfaction. In this regard, incorporating inputs such as the environment color scheme, light effects and fixed features available in advanced CAD software into the des process will add value to the product and the brand.

Currently, the combination of solid modelling and engineering analysis offered by CAD systems not only saves time in product development also mitigates potential issues during production. The integration of such technology into the design process would also provide practical benefits in optimizing design workflows.

The opportunities created by the development of artificial intelligence applications and their reflection on CAD/CAM applications are another important aspect of the furniture sector. Within the scope of this study, a survey on "CAD Systems and Artificial Intelligence Applications" conducted with selected furniture companies in Türkiye revealed that a few companies have utilized AI recommendations to overcome design process bottlenecks. Turkish furniture enterprises should focus on activating current applications like CAD, CAM, CIM, ERP, and CRM, alongside implementing big data-focused, smart systems supported by artificial intelligence more rapidly.

ACKNOWLEDGEMENT

The data in this study was obtained from the PhD thesis entitled "CAD Systems and Analyses of Its Application Efficiency in Turkish Furniture Industry".

REFERENCES

Aboushall D, Jalagat R (2024) Artificial ıntelligence's contribution to the furniture design process development. International Journal of Humanities and Educational Research, 6 (3): 123-148.

Armağan Y (2019) Artificial intelligence in furniture design: an assessment on design and R&D centers. Hacettepe University Master's Thesis, Ankara.

Arslan H (1996) Bilgisayar destekli tasarım (CAD) ve numerik kontrollü (NC) tezgahların ıntegrasyonu. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Adana.

Ashraf S (2023) Proposing digital design methodology for furniture products by integrating generative design approach to conventional process. Journal of Technology and Systems, 5(1):1-21.

Bilgin Y (1996) Bilgisayar destekli tasarımda AUTOLISP uygulaması. Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli.

Celikliay G (2000) CAD/CAM sistemlerinin seçimi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Bursa.

Erdinler ESG (2005) CAD sistemleri ve Türkiye mobilya endüstrisinde uygulanma etkinliğinin analizi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İstanbul.

Erecek A (1993) BDT/BDÜ uygulamaları ve bir yazılım sisteminin tanıtımı. Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Kayseri.

Farin G, Hoschek J, Kim M-S (2002) Handbook of computer aided geometric design. Burlington: Elsevier.

Gibson I, Rosen D, Stucker B (2015) Additive manufacturing technologies: 3D printing, rapid prototyping, and direct digital manufacturing. New York, Ny: Springer New York.

Groover MP (2015) Automation, production systems, and computer-integrated manufacturing. Pearson, USA.

Hassan A, Dutta PK, Gupta S, Mattar E, Singh S (2023) Emerging technologies in digital manufacturing and smart factories. IGI Global, USA.

Ikubanni PP, Adeleke AA, Agboola OO, Christopher CT, Ademola BS, Okonkwo J, Adesina OS, Omoniyi PO, Akinlabi ET (2022) Present and future impacts of computer-aided design/computer-aided manufacturing (CAD/CAM). Journal Européen des Systèmes Automatisés, 55(3): 349-357.

Kalpakjian S, Schmid SR, Sekar S (2013) Manufacturing engineering and technology. Pearson , Singapore.

Kazan H (1993) Bilgisayar destekli tasarım-bilgisayar destekli üretim (CAD/CAM) ve bir uygulama. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Konya.

Kertlioglu S (1998) Üretim için tasarım. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Kinnear PR, Gray CD (2005) SPSS made simple. Psychology Press. Taylor and Francis, Hove and New York.

Koç KH (1993) Bilgisayar destekli üretim ve orman ürünleri sanayiinde uygulaması. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi, İstanbul.

Koç KH (2023) Türkiye mobilya endüstrisinin yapısal görünümüne ilişkin genel bir değerlendirme. IFC2023 VII. Uluslararası Mobilya Kongresi, Kayseri, Turkey, pp:134-142.

Long GJ, Lin BH, Cai HX, Nong GZ (2020) Developing an artificial intelligence (AI) management system to ımprove product quality and production efficiency in furniture manufacture. Procedia Computer Science, 166: 486-490.

Rafsanjani HN, Nabizadeh AH (2023) Towards human-centered artificial intelligence (AI) in architecture, engineering, and construction (AEC) industry. Computers in Human Behavior Reports, 11: 100319.

Rame A, Purwanto P, Sudarno S (2023) Transforming the furniture industry in the digital age. Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri, 14(Special Issue): 53-69.

Sensoy E (1996) CAD/CAM, CNC sistemleri ve CNC torna tezgahları için CAD/CAM programı uygulaması. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Sevinc Ü (1999) Ürün geliştirmede toplam tasarım ve bilgisayar programları. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Singh N (1996) Systems approach to computer -integrated design and manufacturing. John Wiley & Sons, USA.

Ssemakula ME (1986) Integration of computer aided design and computer aided process planning. University of Maryland, Technical Report, 1986.

Unver E (1994) CNC torna tezgahlarında kesme parametrelerinin teorik ve deneysel analizi ve parça programı optimizasyonu. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Adana.

Uzunalan M (1998) Bilgisayar destekli tasarım-analiz-imalat: endüstryel bir uygulama. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Wiebe EN, Mendick M, Summey J (1998) Spesification and development of intranet based product data management tools for the furniture industry, furniture manufacturing and management centre technical report. (online) http:// www. ncsu.edu/wiebe/pub.htm Accessed 3 Jan 2001.

Wiebe EN, Norton JJ, Summey J (1997) Organizational assesment of integration CAD and product data management tools in the furniture industry, furniture manufacturing and management centre technical report. 1996-1997 (online) http:// www. ncsu.edu/wiebe/pub.htm Accessed 3 Jan 2001.

Wiebe EN, Summey J (1995) Assesment of current trends in computeraided design and manufacturing in the furniture industry. (online) http:// www. ncsu.edu/wiebe/pub.htm Accessed 3 Jan 2001.

Yakin M (1998) Mekanik endüstride CAD/CAM sistemleri seçimi ve etkin kullanımı. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Yigit B, Koc KH (2021) Osmaniye bölgesi orman ürünleri sektörüne genel bir bakış. Mobilya Dekorasyon Dergisi, 157: 50-58.

Zahra N (2023) Role of artificial intelligence technology in the development of furniture design process. International Design Journal, 13(6): 503-520.

Zeid I (1991) CAD/CAM theory and practice. Mc Graw-Hill Series İn Mechanical Engineering, New York.

Artvin Çoruh Üniversitesi
Orman Fakültesi Dergisi
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Yıl: 2024, Cilt: 25, Sayı: 2, Sayfa: 98-107

ofd.artvin.edu.tr

Artvin Coruh University
Journal of Forestry Faculty
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Year: 2024, Vol: 25, Issue: 2, Pages: 98-107

Determining the health status of natural monument trees using acoustic tomography method

Tabiat anıtı ağaçların akustik tomografi yöntemiyle sağlık durumlarının belirlenmesi

Temel GÖKTÜRK[1*], Sedat KARA[2]

[1]Artvin Coruh University, Faculty of Forestry, Artvin

[2]Ministry of Agriculture and Forestry, Artvin Provincial Branch Directorate, Artvin

Eser Bilgisi / *Article Info*
Teknik Not / *Technical Note*
DOI: 10.17474/artvinofd.1492637

Sorumlu yaz ar / *Corresponding author*
Temel GÖKTÜRK
e-mail: temel.gokturk@artvin.edu.tr

Geliş tarihi / *Received*
30.05.2024
Düzeltme tarihi / *Received in revised form*
21.08.2024
Kabul Tarihi / Accepted
23.08.2024
Elektronik erişim / *Online available*
15.10.2024

Keywords:
Arborsonic 3D
Acoustic tomography
Monument tree
Health status

Anahtar kelimeler:
Arborsonic 3D
Akustik tomografi
Anıt ağacı
Sağlık durumu

Abstract

Areas with natural beauty and rich biodiversity have had a different significance for people since ancient times. With the latest developments in industry, technology, and urbanization, the demand for natural areas has increased considerably. Accordingly, the need to protect such private areas has become even more significant. In order to protect areas with such natural characteristics effectively, problems and threat factors must be correctly revealed. For this purpose; a study was conducted to determine the health status of some trees, which are natural monuments in the Eastern Black Sea Region of Türkiye, using the acoustic tomography method. The general appearance of six trees in the study area was examined, and measurements were made with the Arbor Sonic 3D Acoustic Tomography device. In the research, it was found that the trunk of one of the natural monument trees was hollow. The other five trees were found to be in good general condition. According to the results of the tomography, it was determined that one of the six trees measured was in good health, three of them had partial hollows and decay, and two of them were completely hollow. According to the data obtained, it has been revealed that the acoustic tomography method is an effective tool in determining the health status of nature monument trees.

Özet

Doğal güzelliklere ve zengin biyolojik çeşitliliğe sahip alanlar, eski çağlardan beri insanlar için farklı bir öneme sahip olmuştur. Sanayi, teknoloji ve şehirleşmedeki son gelişmelerle birlikte doğal alanlara olan talep de oldukça artmıştır. Buna bağlı olarak bu tür özel alanların korunması ihtiyacı daha da önem kazanmıştır. Bu tür doğal özelliklere sahip alanların etkin bir şekilde korunabilmesi için sorunların ve tehdit faktörlerinin doğru bir şekilde ortaya çıkarılması gerekmektedir. Bu amaç için; Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesi'nde tabiat anıtı olan bazı ağaçların sağlık durumlarının akustik tomografi yöntemi kullanılarak belirlenmesi amacıyla bu çalışma yapılmıştır. Çalışma alanındaki altı ağaçın genel görünüşü incelenmiş, hem de Arbor Sonic 3D Akustik Tomografi cihazı ile ölçümler gerçekleştirilmiştir. Araştırmada tabiat anıtı ağaçların birinde ağacın gövdesinin içinin boş olduğu, diğer beş ağacın ise genel durumlarının iyi olduğu belirlenmiştir. Tomografi sonuçlarına göre ise ölçümü yapılan altı ağaçtan birinin sağlık durumunun iyi olduğu, üçünde kısmi oyuk ve çürüklük olduğu, ikisinin gövdesinin ise tamamen oyuk olduğu belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre akustik tomografi yönteminin tabiat anıtı ağaçların sağlık durumunun belirlenmesinde etkili bir araç olduğu söylenebilir.

INTRODUCTION

Efforts to conserve biodiversity and natural resources have led to the establishment of protected areas in many countries around the world. The establishment of protected areas has played an significant role in protecting biodiversity and ensuring its continuity (Putz et al. 2001). National parks, nature parks, nature conservation areas, nature monuments, registered wetlands, and protected areas with protection status such as these are defined as "protected areas". Protected areas" are defined as national parks, nature parks, nature conservation areas, nature monuments, registered wetlands, and protected areas with protection status (Sezen 2017).

Natural monument trees hold a protected status in Türkiye. Natural monument trees are natural living things that are larger than the normal dimensions of similar trees in terms of diameter, height, and age, harbor the history and cultural characteristics of the region, and form a link between the past and the present, and even the future (Asan 1987).

There are a total of 113 natural monuments in Türkiye. Of these Natural Monuments, 90 are registered as trees and 23 are registered as areas. There are threatening factors

such as illegal felling, natural disasters, insect damage, various diseases, and partly wildlife. In order to ensure that these trees, which are of high importance and have been granted status and protection, are truly protected and passed on to future generations, their health status should be determined and monitored regularly. While external observation techniques play a crucial role in assessing the health status of natural monument trees, internal decay or deterioration may not manifest externally

Existing damage to the tree can manifest itself as exposed roots, decaying stems, and broken branches. Tree defects can cause trees to fall, which is very dangerous for the people around them (Hanum et al. 2020). Detecting internal defects lurking in tree trunks is a challenge for arborists and managers. Foresters, arborists, physiologists, plant pathologists, and ecologists have long sought reliable, portable, and non-destructive methods to detect, quantify, and visualize internal decay in living trees (Johnstone et al. 2010a).

The importance of non-destructive assessment techniques is indisputable when it comes to live trees. Forest management and the wood industry place special emphasis on assessing the condition of living trees for both technical and biological reasons (Nicolotti et al. 2003). One of the latest technologies used for this purpose is the application of three-dimensional computed tomography (Gergel et al. 2019). The most common devices used to measure wood decay in trees are those that record the transmission time of multiple acoustic stress waves (Johnstone et al. 2010b). Given that the density of the wood influences the sound wave velocity, a decrease in this velocity can serve as an indicator of wood deterioration (Socco et al. 2004).

Recent technological advancements have led to the development and application of a wide range of tomographic methods for determining of wood properties. Among these methods, X-ray computed tomography has been very useful in testing tree trunks and wood structures for internal structure assessment (Okochi et al. 2007, Pereira et al. 2017). However, the use of X-rays or gamma-rays for wood measurements is not practical as they are not portable for field evaluation. More importantly, the method poses a radiation hazard to users (Wang et al. 2004, Yu et al. 2013). Among these methods, sonic tomography has been recognized as one of the most effective methods for detecting internal cavities and decay of trees or logs and has been widely adopted in field measurements (Brazee et al. 2011, Pereira-Rollo et al. 2014, Espinosa et al. 2017, Liao et al. 2017).

Acoustic tomography is a technique that records differences in sound wave transmission speed to produce an internal cross-sectional image of a tree. It produces color images of the internal structure of tree trunks in 2D and 3D tomography images by recording the sound wave transmission speed difference along the trunk. Urban forestry and arboriculture applications have studied and applied this technology, demonstrating its effectiveness in identifying internal tree decay and damage (Gao et al. 2014, Merlo et al. 2014).

Since 1999, sonic tomography has become a standard tool for advanced technical tree safety auditing and is now practiced by more than a thousand arborists worldwide (Rinn 2015). The goal of acoustic tomography is to map the tree trunk in as much detail as possible and as conditions allow, without penetrating into the structure, i.e., damaging it (Vizvari et al. 2019). According to Qiu et al. (2019), acoustic tomography seems to be a good, cheap, and non-destructive way to find problems inside structures and check the stability of tree systems. In another study, Qi et al. (2013) obtained tomography images on ten oak trees using acoustic tomography and found it to be a useful tool for visualizing and detecting internal decay in tree trunks, which will help urban forestry tree care professionals make the right decisions about tree health, maintenance, and hazardous tree assessment. In a study published in 2020, Alani et al. looked at how acoustic tomography could be used to look at the inside structure of living trees, specifically to find places inside the trees that were dying.

In another study that employed acoustic tomography to assess tree health, researchers measured century-old red oak trees to identify structural defects, pinpoint their

general location, and estimate their size (Wang and Allison 2008). In addition, some studies on *Prunus serotina* Ehrh. have proven acoustic tomography to be an effective tool for detecting internal rot. The tomogram was able to show the location, size, and shape of internal rot (Li et al. 2014).

The aim of this study was to determine the health status of natural monument trees in the eastern Black Sea region using acoustic tomography. For this purpose, measurements were made on six natural monument trees, two in Artvin and four in Gümüşhane, and their health status was tried to be determined.

MATERIAL AND METHOD

Case Study Area

This study was carried out on the natural monument trees in Gümüşhane and Artvin provinces of the 12th Regional Directorate. The study was carried out on six natural monument trees, four in Gümüşhane (*Populus nigra* L. Gümüşhane-Şiran, *Juniperus communis* L.Gümüşhane-Şiran, 2-*Abies nordmanniana* Link. Gümüşhane-Kürtün) and two in Artvin (*Picea orientalis* (L.) Link. Artvin-Taşlıca, *Fagus orientalis* Lipsky Artvin-Murgul).

An Arborsonic 3D acoustic tomography device (Fakopp Arborsonic 3D Tomograph 10 channel, Hungary), computer, GPS device (Garmin Etrex 32x, Switzerland), tape measure, tree diameter, and height meters were used in the study. The Arborsonic 3D acoustic tomography device consists of twelve sensors, twelve sensor connection devices, a bluetooth connection device, and a sensor removal apparatus (Figure 1). After establishing the necessary connections, a computer processed the received values and made measurements to generate a tomography image.



Figure 1. Acoustic tomography equipment

In the measurements made in the field, the circumference, diameter, and height of the trees were measured and recorded. After completing these measurements, we began measurements with the acoustic tomography device. In the acoustic tomography device, the sensors were first connected to each other and to the tree.

In the second stage, the sensors were connected to the computer via a bluetooth connection device. When the connection with the computer was established, general information about the measured tree was entered in the first tab in the Arborsonic 3D acoustic tomography program. The program entered the tree's height measurement, its geometric shape, the number of installed sensors, its circumference length at the measured height, the number of centimeters the sensor nailed into the tree, and the bark thickness in the second tab. Next, we obtained the device's connection confirmation with the computer by pressing the start button. When the connection was established, the third tab in the program was started, and the sensors were hit five times with a metal hammer (according to the confirmation sound from the computer program). The confirmation sound, which followed the hammer strike, illuminated the number of the hit sensor in green on the computer screen. In this way, after receiving the confirmation sound from each sensor, the measurement was completed, and the measurement results were obtained in the fourth tab of the program. Due to the

large size of the tree trunks and the lack of sufficient sensors, 2D measurement images were analysed instead of 3D measurements. In the 2D image, green colour means healthy, yellow colour means that the wood has started to deteriorate, red colour means that the wood has deteriorated and purple colour means that the wood is hollow. In this way, without cutting a standing tree, cavities and decay in the trunk were determined based on the difference in the propagation speed of sound waves in the intact and decayed parts of the tree trunk. In the tomography image obtained as a result of the measurement, the green colored parts represent the intact tissue of the tree, the red colored parts represent the rotten tissue of the tree, and the blue colored areas represent the hollow and hollow parts of the tree. Following the field measurements, the measurements, Latin name, diameter, height, age, health status, coordinates, location, and terrain conditions of each natural monument were entered into the inventory report. Tomography images of each tree were entered into the "Acoustic Tomography Measurement Results" table. In tree measurements, the device also shows the damage rate of the tree. This was also determined in the measurements.

RESULTS AND DISCUSSION

A total of six natural monuments located within the borders of Artvin and Gümüşhane provinces were evaluated and measured.

Melodere Oriental Spruce Natural Monument Measurement Results

When Melodere oriental spruce Natural Monument was observed from the outside, no signs of drying or decay were observed. The decay area was measured at 51% in the measurement (Figure 2).



Latin name: *Picea orientalis* L.
Localite: Artvin – Taşlıca
Coordinates: 41.103649° - 41.624156
Age: 150
Length: 65 m
Diameter: 2.7 m
General view: normal, pramidal
Slope: 70%
Altitude: 1465 m
Climate feature: rainy - humid
Growing area: North
Soil Properties: moist forest soil

measuring height 80 cm

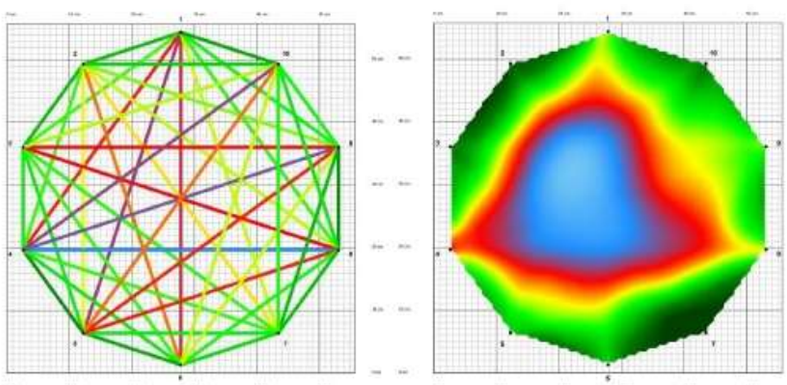


Figure 2. Melodere oriental spruce natural monument inventory scorecard and images

Kamilet Oriental Beech Nature Monument Measurement Results

When the Kamilet oriental beech Natural Monument was observed from the outside, no decay, drying, damage, or defects were observed. The tree's large circumference at breast height and gnarled structure allowed for measurements at 3 meters. No defects were observed inside the tree in the Acoustic Tomography images. The decay area was measured at 27% (Figure 3).

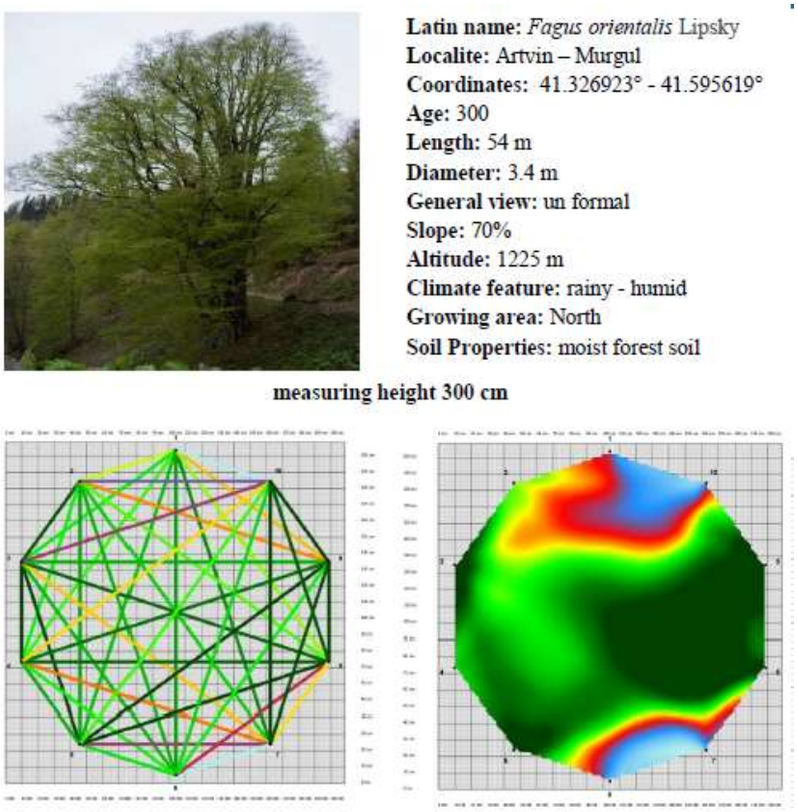


Figure 3. Kamilet oriental beech nature monument inventory report card and images

Ali Aga's Poplar Nature Monument Measurement Results

Examining the Ali Aga's poplar Nature Monument from the outside revealed a large cavity in the body structure, despite its seemingly healthy appearance. Even though it wasn't necessary, we made acoustic tomography measurements to re-test the device's reliability. Acoustic tomography images confirmed the cavity inside the tree. The decay area was measured at 73% (Figure 4).

Kirani Evliya Juniper Nature Monument Measurement Results

When the Kirani Evliya Juniper Nature Monument was observed from the outside, no decay, drying, damage, or defects were observed. Acoustic Tomography images revealed a large cavity inside the tree. In the measurement made, the decay area was measured at 64% (Figure 5).



Latin name: *Populus nigra* L.
Localite: Gümüşhane - Şiran
Coordinates: 40.283713° - 38.997945°
Age: 500
Length: 30 m
Diameter: 1.57 m
General view: the body is hollow
Slope: 5%
Altitude: 1730 m
Climate feature: terrestrial
Growing area: West
Soil properties: red forest soil

measuring height 300 cm

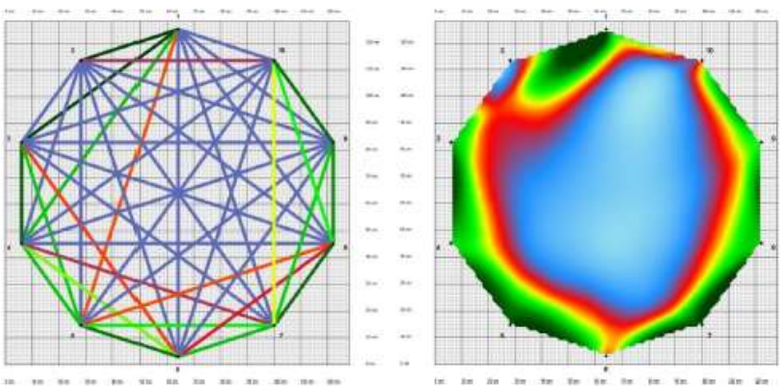


Figure 4. Ali Agha's poplar nature monument inventory report card and images



Latin name: *Juniperus communis* L.
Localite: Gümüşhane - Şiran
Coordinates: 40.294782° - 38.987252°
Age: 717
Length: 4.53 m
Diameter: 4.4 m
General view: the body is hollow
Slope: 5%
Altitude: 270m
Climate feature: terrestrial
Growing area: southeast
Soil properties: red forest soil

measuring height 90 cm

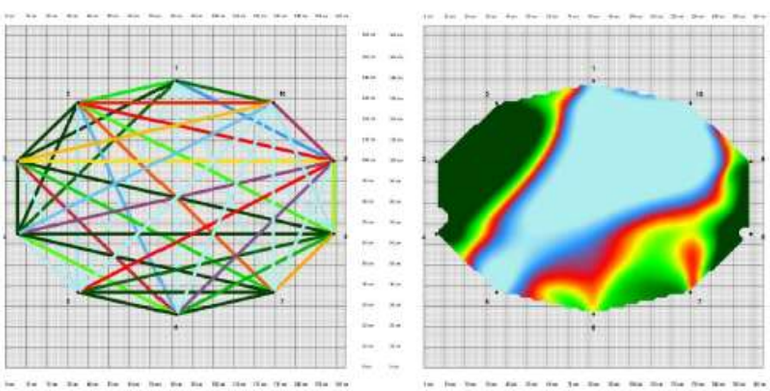


Figure 5. Kirani Evliya Juniper nature monument inventory report card and images

Spider Forest Fir[1] Natural Monument Measurement Results

When the Spider Forest Fir[1] Natural Monument was observed from the outside, no decay, drying, damage, or defects were observed. In the Acoustic Tomography images, it was determined that cavities started to form inside the tree. In the measurement, the decay area was measured at 51% (Figure 6).

Spider Forest Fir[2] Nature Monument Measurement Results

When the Spider Forest Fir[2] Natural Monument was observed from the outside, it was seen that the tree was standing a little sideways, but no decay, drying, damage, or defects were observed. Acoustic Tomography images showed that there were large gaps in the tree. In the first measurement, the decay area was measured at 60% (Figure 7).

In this study, natural monument trees of historical, cultural, and ecological importance were selected, and the most significant factor in the use of the acoustic tomography method is to determine the health status of natural monument trees that are historically, culturally, and ecologically significant. In this study, in which visual assessment and acoustic tomography methods were used together on natural monument trees, visual assessment alone is not sufficient in determining the health status of trees, and the use of different assessment methods together gives more accurate results. In this study, five of the six natural monument trees measured appeared healthy according to the visual assessment. However, according to the tomography results, it was determined that one of them was healthy and the other five had health problems. The juniper tree in Kırıntı village of Şiran district of Gümüşhane looks healthy when the trunk, branches, and leaves are observed from the outside. According to the tomography results, a large hollow was detected inside the tree. In the tomography results of the Spider Forest Fir trees in Gümüşhane and the spruce tree in Artvin, large hollows were detected in the trunk. Considering the possibility of measurement error, measurements were repeated at different times, and a similar image was obtained from the previous tomography. The gnarled trunk structure of the eastern beech in Artvin, with a circumference of 10 meters, prevented the device from connecting at chest height. For this reason, necessary safety precautions were taken, and measurements were made at a height of 3 meters, where the circumference was slightly reduced. The tomography results of fir[1] and fir[2] trees, which are located about 50 meters away from each other in Spider Forest in Gümüşhane, are similar to each other. Large hollows were detected in both trees. However, the hollow detected in fir[2] is larger than the one detected in fir[1].

In a study that combined visual assessment and acoustic tomography to assess the health status of trees, the visual assessment method yielded an average tree damage level index of 4.3%, whereas the acoustic tomography method revealed an average wood damage value of 19.1%. This shows the acceptability of acoustic tomography for assessing tree conditions in addition to the visual assessment method (Karlinasari 2018). Recently, Tarmu et al. (2022) conducted a assessment on sample trees, followed by measurements with an acoustic tomography device, and then a log assessment by cutting the sample trees. It was revealed that tomography images are more accurate than visual assessment when assessing heavily decayed trees and can be used as a reliable method to assess decay.



Latin name: *Abies nordmanniana* Link.
Localite: Gümüşhane - Kürtün
Coordinates: 40.663684° - 39.033243°
Age: 425
Length: 55 m
Diameter: 3.9 m
General view: natural
Slope: 5%
Altitude: 2700 m
Climate feature: rainy
Growing area: northeast
Soil properties: moist forest soil

measuring height 100 cm

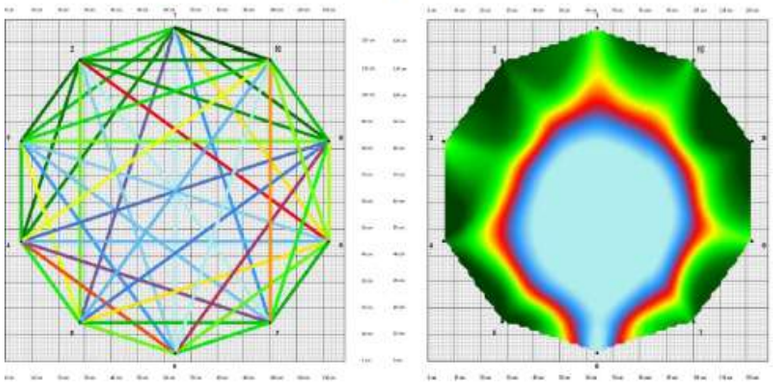


Figure 6. Inventory scorecard of Spider Forest fir[1] natural monument and images



Latin name: *Abies nordmanniana* Link.
Localite: Gümüşhane - Kürtün
Coordinates: 40.663668 °- 39.032689
Age: 425
Length: 55 m
Diameter: 4.9 m
General view: natural
Slope: 5%
Altitude: 1300 m
Climate feature: rainy
Growing area: northeast
Soil properties: moist forest soil

measuring height 110 cm

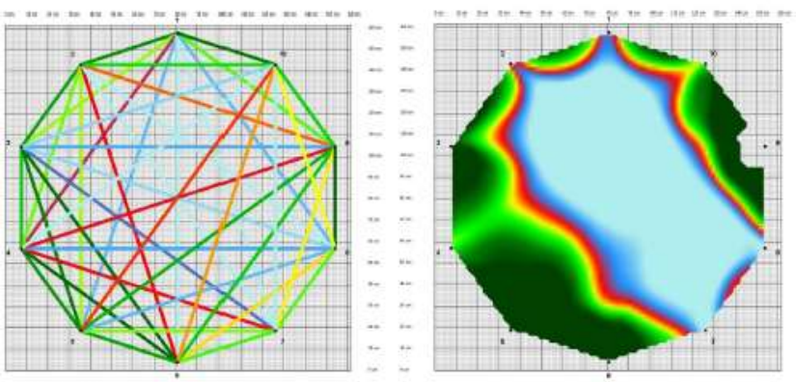


Figure 7. Inventory scorecard of Spider Forest fir[2] natural monument and image

In the acoustic tomography method, problems such as taking a long time to connect the device, problems in computer connection, problems such as lack of battery and charging, difficult measurements due to the thick diameter of some trees, and extremely difficult terrain conditions may cause disruption and prolongation of the measurements. In the acoustic tomography method applied in this study, each tree measurement took 30-45 minutes. Since this method takes a long time, it is thought that its use in forestry applications will not be efficient. In the study conducted by Gergel et al. in 2019, they support this view with the statement that these methods are not efficient in forestry because the measurements of devices such as Arbotom 3D and ArboSonic 3D take a long time. In a study using acoustic tomography and electrical resistance tomography methods to evaluate the time required for measurement in determining the health status of urban and park trees, it was shown that it takes about 52 minutes to measure a tree with one person and about 37 minutes with two people, and that working in a team of two people is moderately more efficient (Balas et al. 2020).

Cracks and knots in the tree can affect sound speed. Sending a sound wave into the wood affects all its characteristics, including growth rings, cracks, decay cavities, knots, and moisture. The characteristics mentioned affect both the rate and speed of these waves and also reveal the wave shape in the wood. Large cavities, cracks, ring cracks, and internal cracking increase the time it takes for the sound wave to travel from side to side in the cross-section of the poles. To detect cavities, acoustic inspection devices use the time it takes for sound to travel from side to side. Therefore, the presence of natural defects limits the effectiveness of the devices. Visual inspection alone, one of the traditional methods, can produce misleading results, especially in extremely rotten standing trees. However, non-destructive testing methods can be more useful if used in combination with traditional methods (visual inspection, excavation, making noise by hammering and drilling holes, etc.)

CONCLUSIONS

As a result, this study was conducted on six trees with natural monument status in the Eastern Black Sea region, and according to the results obtained, it was determined that one of the natural monument trees was healthy and the other five were in poor health. In this study, in which visual assessment and the acoustic tomography method were used together, it was concluded that visual assessment alone is not sufficient in determining the health status of the vehicles, and it would be more effective to apply different assessment methods together. Since acoustic tomography measurement with the Arborsonic 3D Acoustic Tomography Device takes 30-45 minutes for each tree, using this method in forestry applications will not be efficient. However, it is thought to be more suitable for determining the health status of trees in parks and gardens or trees with special status.

Despite the small gap in the fir[1] tree in Gümüşhane, the overall health status appears to be good. It would be appropriate to determine how far the cavity continues by performing 3D tomography scans in the fir[1] tree. The fir[2] tree, in which a large cavity was detected in acoustic tomography images, poses a danger with its sloping stance and proximity to the vehicle road.

The difficulty of the terrain conditions during field studies, connecting the device to the tree, setting up the computer, ensuring the connection between the device and the computer, and obtaining tomographic images by making measurements is a difficult and time-consuming method for each tree. For this reason, it is recommended that field measurements be carried out with at least two people, not one person. Furthermore, in order to increase the reliability and accuracy of the data obtained, it is also recommended to perform measurements and determinations with more than one non-destructive test device (resistograph, microhammer, x-ray tomography, shigometer, etc.).

In this study, significant results were obtained in determining the health status of natural monument trees and will shed light on such scientific studies to be carried out later.

REFERENCES

Alani AM, Chambers J, Melarange P, Lantini L, Tosti F (2020) The use of ultrasonic tomography for the non-destructive assessment of tree trunks. EGU General Assembly, EGU2020-20872.

Asan Ü (1987) Comparison of monumental trees identified in the forests of Türkiye with their counterparts in the world. Istanbul University Faculty of Forestry Journal Series, A 37 (2): 46- 68.

Balas M, Gallo J, Kunes I (2020) Work sampling and work process optimization in sonic and electrical resistance tree tomography. Journal of Forest Science, 66 (1): 9-21.

Brazee NJ, Marra RE, Göcke L, Van Wassenaer P (2011) Non-destructive assessment of internal decay in three hardwood species of northeastern North America using sonic and electrical impedance tomography. Forestry, 84 (1): 33-39.

Espinosa L, Arciniegas A, Cortes Y, Prieto F, Brancheriau L (2017) Automatic segmentation of acoustic tomography images for the measurement of wood decay. Wood Science and Technology, 51(1): 69-84.

Gao S, Wang N, Wang L, Han J (2014) Application of an ultrasonic wave propagation field in the quantitative identification of cavity defect of log disc. Computers and Electronics in Agriculture, 108: 123-129.

Gergel T, Bucha T, Gejdos M, Vyhnalikova Z (2019) Computed tomography log scanning–high technology for forestry and forest based industry. Lesnicky Casopis, 65(1): 51-59.

Hanum SF, Dharma IDP, Atmaja MB, Oktavia GAE (2020) Tree risk assessment with sonic tomograph method at Bali Botanical Garden. Jurnal Manajemen Hutan Tropika, 26 (3): 233-233.

Johnstone D, Moore G, Tausz M, Nicolas M (2010a) The measurement of wood decay in landscape trees. Arboriculture and Urban Forestry, 36 (3): 121-127.

Johnstone D, Tausz M, Moore G, Nicolas M (2010b) Quantifying wood decay in Sydney bluegum (*Eucalyptus saligna*) trees. Arboriculture and Urban Forestry, 36: 243-252.

Karlinasari L (2018) The assessment of canary trees in the Bogor Botanic Gardens using forest health monitoring and sonic tomography methods. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 203(1): 012025.

Li G, Wang X, Feng H, Wiedenbeck J, Ross RJ (2014) Analysis of wave velocity patterns in black cherry trees and its effect on internal decay detection. Computers and Electronics in Agriculture, 104: 32-39.

Liao C, Zhang H, Song X, Chen T, Huang S (2017) The screening method of the internal defects in wood members of the ancient architectures by hammering sound. Bioresources, 12 (2): 2711-2720.

Merlo E, Alvarez JG, Santaclara O, Riesco G (2014) Modelling modulus of elasticity of *Pinus pinaster* Ait. in northwestern Spain with standing tree acoustic measurements, tree, stand and site variables. Forest Systems, 23 (1): 153-166.

Nicolotti G, Socco L, Martinis R, Godio A, Sambuelli L (2003) Application and comparison of three tomographic techniques for detection of decay in trees. Journal of Arboriculture, 29 (2): 66-78.

Okochi T, Hoshino Y, Fujii H, Mitsutani T (2007) Nondestructive tree-ring measurements for Japanese oak and Japanese beech using micro-focus X-ray computed tomography. Dendrochronologia, 24 (2-3): 155-164.

Pereira-Rollo LC, Silva Filho DFd, Tomazello Filho M, Moraes SdO, Couto HTZd (2014) Can the impulse propagation speed from cross-section tomography explain the conditioned density of wood?. Wood Science and Technology, 48 (4): 689-701.

Pereira LFA, Janssens E, Cavalcanti GD, Tsang R, Van Dael M, Verboven P, Nicolai B, Sijbers J (2017) Inline discrete tomography system: application to agricultural product inspection. Computers and Electronics in Agriculture, 138: 117-126.

Putz F, Blate G, Redford K, Fimbel R, Robinson J (2001) Tropical forest management and conservation of biodiversity: an overview. Conservation Biology, 15: 7-20.

Qi Y, Foster B, Ferchaud V, Collins D (2013) Detecting ınternal decay in trees using sonic tomography technology. Urban Forestry Natural Resources and Environment, 605: 1-6.

Qiu Q, Qin R, Lam JH, Tang AM, Leung MW, Lau D (2019) An innovative tomographic technique integrated with acoustic-laser approach for detecting defects in tree trunk. Computers and Electronics in Agriculture, 156: 129-137.

Rinn F (2015) Central defects in sonic tree tomography. West Arborist, 20: 38-41.

Sezen J (2017) The importance of environmental awareness for protected areas in Türkiye and the world. International Journal of Scientific Research, 2 (2): 165-177.

Socco L, Sambuelli L, Nicolotti G (2004) Ultrasonic tomography for non destructive testing of living trees. GNGTS–Atti del 19.

Tarmu T, Kiviste A, Näkk A, Sims A, Laarmann D (2022) The application of sonic tomography (PiCUS 3 Sonic Tomograph) to detect and quantify hidden wood decay in managed Norway spruce stands. Forests, 13 (8): 1260.

Vizvari Z, Toth A, Divos F, Klincsik M, Sari Z, Odry P (2019) Non-destructive assessment of living trees by using electric resistive tomography. WSEAS Transactions on Environment and Development, 15: 455-462.

Wang X, Divos F, Pilon C, Brashaw BK, Ross RJ, Pellerin RF (2004) Assessment of decay in standing timber using stress wave timing nondestructive evaluation tools: a guide for use and interpretation. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-147. Madison, WI: US Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 12 pages.

Wang X, Allison RB (2008) Decay detection in red oak trees using combination of visual inspection; acoustic testing; and resistance m1icrodrilling. Arboric. Urban For, 1: 1-4.

Yu TY, Boyaci B, Wu HF (2013) Simulated transient electromagnetic response for the inspection of GFRP-wrapped concrete cylinders using radar NDE. Research in Nondestructive Evaluation, 24 (3): 125-153.

Artvin Çoruh Üniversitesi
Orman Fakültesi Dergisi
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Yıl: 2024, Cilt: 25, Sayı: 2, Sayfa: 108-113

ofd.artvin.edu.tr

Artvin Coruh University
Journal of Forestry Faculty
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Year: 2024, Vol: 25, Issue:2, Pages: 108-113

Kızılçam (Pinus brutia Ten.) ve Toros Sediri (Cedrus libani A. Rich.) ağaçlandırma sahalarının büyüme performansı: Isparta Yöresi örneği

Growth performance in afforestations of Brutian Pine (Pinus brutia Ten.) and Taurus Cedar (Cedrus libani A. Rich.): a case study from Isparta District

Yunus ESER[1*]

[1]Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Atabey Meslek Yüksekokulu, Atabey, Isparta

Eser Bilgisi / *Article Info*
Araştırma makalesi / *Research article*
DOI: 10.17474/artvinofd.1504704

Sorumlu yazar / *Corresponding author*
Yunus ESER
e-mail: yunuseser@isparta.edu.tr

Geliş tarihi / *Received*
27.06.2024
Düzeltme tarihi / *Received in revised form*
28.08.2024
Kabul Tarihi / Accepted
03.09.2024
Elektronik erişim / *Online available*
15.10.2024

Anahtar kelimeler:
Boy
Çap
Gençleştirme
Yaşama yüzdesi

Keywords:
Height
Diameter
Regeneration
Survival percentage

Özet

Ülkemizin güncel ormancılık envanterine göre 23.3 milyon ha büyüklüğündeki orman alanının %41'i bozuk orman vasfında olup ağaçlandırmaya konu alanlardandır. Bu orman alanları içerisinde kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ve Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.), %33'ü bozuk olmak üzere 5.82 milyon ha yayılış ile yaklaşık %25 paya sahiptir. Çalışmaya konu türler gerek doğal yayılış alanları büyüklükleri ve gerekse ekonomik-ekolojik önemleri nedeniyle ağaçlandırma uygulamalarında yaygın olarak kullanılan türlerdendir. Çalışma kapsamında, türlerin Isparta-Eğirdir yöresinden örneklenen (50 x 20 m) 27 yaşındaki ağaçlandırma sahalarında ağaç boyları ve göğüs yüksekliği çapları ölçülerek, türler bu özellikler bakımından karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda, kızılçamın (8.5 m, 20.1 cm) Toros sedirine (5.4 m, 9.4 cm) göre daha yüksek gelişim gösterdiği ortaya çıkmıştır. Çalışmaya konu özellikler bakımından türler arası anlamlı ($p<0.05$) farklılıklar ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte; Toros sedirinin (%80) kızılçama (%62) göre daha yüksek yaşama yüzdesine sahip olduğu belirlenmiştir. Korelasyon analizi sonucunda (r=0.898 ve 0.715), her iki türde de ağaç boyu ile göğüs yüksekliği çapı arasında anlamlı ($p<0.05$) pozitif güçlü ilişkiler tahmin edilmiştir.

Abstract

According to the latest forestry inventory, Türkiye has 23.3 million forest area which of 41% is unproductive subjected to afforestation practices. Brutian pine (*Pinus brutia* Ten.) and Taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) cover 25% of the total forest area by 5.82 million ha which of 33% is unproductive. These species are used widely in afforestation practices because of large distribution and commercial-ecological importance. This study was carried out in 27 years' afforestation areas of brutian pine and Taurus cedar sampled from Egirdir district of Isparta province based on tree height and diameter at breast height to compare the species for the traits. Results of the study showed that brutian pine (8.5 m, 20.1 cm) had higher growth performances than Taurus cedar (5.4 m, 9.4 cm). Species showed significant ($p<0.05$) differences for the traits. However, Taurus cedar (80%) showed higher survival than brutian pine (62%). Positive and significant ($p<0.05$) relations were found between tree height and diameter at breast height in both species (r=0.898 and 0.715).

GİRİŞ

Güncel Türkiye ormancılık envanterine göre, 23.3 milyon ha büyüklüğündeki orman alanının %41'i bozuk orman vasfında olup, bu alanlar yapay gençleştirme, rehabilitasyon ve restorasyon çalışmalarına konudur. Bu orman alanları içerisinde kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ve Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.), %33'ü bozuk olmak üzere 5.82 milyon ha yayılışı ile yaklaşık %25 paya sahiptir (Çizelge 1, OGM 2023).

Çizelge 1. Kızılçam ve Toros sediri ile Türkiye ormanlarının alansal durumu

Türler	Verimli (ha)	Verimsiz (ha)	Toplam (milyon ha)
Kızılçam	3.6 (%68)	1.7 (%32)	5.3
Toros sediri	0.3 (%60)	0.2 (%40)	0.5
Türkiye	13.8 (%59)	9.5 (%41)	23.3

Çalışmaya konu kızılçam ve Toros sediri gerek doğal yayılış alanı büyüklüğü ve gerekse Türkiye ormancılığındaki ekonomik-ekolojik önemleri nedeniyle ağaçlandırma uygulamalarında yaygın olarak kullanılan türlerdendir. Ayan ve ark. (2021), Toros sedirinin Türkiye ağaçlandırma çalışmalarında en yaygın kullanılan türlerden biri olduğunu ifade

etmektedirler. Ancak, mevcut ağaçlandırma uygulamalarında kullanılan türlerin başarı durumunun irdelenmesi, ileriki uygulamaların başarısı için de büyük önem arz etmektedir. Çalışmaya konu kızılçam ve Toros sedirinin 15 yaşlı ağaçlandırma sahasında gerçekleştirilen bir çalışmada, kızılçamın Toros sedirine oranla daha yüksek gelişim gösterdiği belirlenmiştir (Yazıcı 2018). Ayrıca, Toros sedirinin ağaçlandırma sahaları üzerinde gerçekleştirilen çalışmalarda da arazi eğiminin ve ağaçlandırma yönteminin türün büyüme performansı üzerinde etkili olduğunu sonucuna varılmıştır (Bilir 2021, Yazıcı ve ark. 2022). Bunun yanısıra, karstik alanlardaki Toros sediri dikimlerinde, tutma başarısının dikkate alınarak uygulamadaki 3x1.5 metre dikim aralığının gerekiyorsa bir miktar azaltılabileceği ifade edilmiştir (Boydak 1996). Dolayısıyla, ağaçlandırma uygulamalarının başarısında tür ve tohum kaynağı seçimi (Yazıcı 2018, Kartal ve Bilir 2022, Özbey ve Bilir 2022, Özbey 2023), toprak özellikleri, eğim ve yükselti (Gezer ve Yücedağ 2006, Yazıcı ve Turan 2016, Yazıcı ve ark. 2022) gibi birçok canlı ve cansız faktörler etkili olabilmektedir. Bütün bunlara ilaveten, son yıllarda etkisini daha da fazla hissetmekte olduğumuz küresel iklim değişikliğine bağlı olarak türlerin doğal yayılış alanlarında meydana gelen değişimlerin ve gelecekte ortaya çıkabilecek potansiyel yetişme ortamlarının da yine bu kapsamda yapılacak çalışmalarda dikkate alınması gerektiği vurgulanmaktadır (Eser 2014). Zira, iklim değişikliğine bağlı olarak türlerin büyüme performansları ve morfolojik adaptasyon yetenekleri de değişim göstermekte ve buna bağlı olarakta adaptasyon yetenekleri düşük olan türlerin gelecekte yok olma tehlikesi ile karşı karşıya kalabileceği gerçeği unutulmamalıdır (Abrams 1994, Thomas ve ark. 2004, Bakkenes ve ark. 2006, Clarke 2007, Aitken ve ark. 2008, Pawson 2013). Dolayısıyla, küresel ısınma ve iklim değişikliği bağlamında farklı ekolojik koşullara adaptasyon yeteneğine sahip olan türlerin gelecekte hem genetik çeşitlilik hemde sürdürülebilirlik anlamında ön plana çıkacağı açıktır.

Bu çalışmada, Isparta-Eğirdir yöresinden örneklenen ve birbirine bitişik vaziyette bulunan kızılçam-Toros sediri ağaçlandırma sahalarında ağaç boyu ve göğüs yüksekliği çapı ölçümleri yapılmış ve elde edilen veriler yaşama yüzdesi bakımından değerlendirilerek özellikle geçiş zonlarında yapılacak ağaçlandırma faaliyetlerinde kullanılabilecek türlerin seçimi ve diğer ormancılık uygulama çalışmalarına katkı sağlanması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Örneklenen Sahalar

Çalışmaya konu alanlar, Isparta-Eğirdir yöresinde birbirine bitişik vaziyette bulunan 27 yaşlı kızılçam (Çz) ve Toros sediri (S) ağaçlandırma sahalarından örneklenmiştir. %10-12 eğime sahip olan bu örnek sahalar, 1996 yılında Eğirdir Orman Fidanlığı'nda yetiştirilen Isparta-Senirkent tohum meşcereresi orijinli 2+0 yaşlı çıplak köklü Toros sediri ve Isparta-Sütçüler tohum meşcereresi orijinli 2+0 yaşlı çıplak köklü kızılçam fidanları kullanılarak 2x3 m dikim aralık mesafesi (~1667 fidan/ha) ile tesis edilmiştir. Türlerin doğal yayılış alanı içerisinde, birbirine bitişik ve saf olarak tesis edilen bu örnek alanların güncel hali Şekil 1'de, çalışmada kullanılan materyallerin temin edildiği örnekleme yapılan sahalar, fidanlık ve fidan orijinlerine ilişkin genel coğrafik bilgiler ise Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Örnek alan, fidanlık ve fidan orijinlerine ilişkin coğrafik özellikleri

	Enlem (N)	Boylam (E)	Yükselti (m)
Örnek alan	37°54'	30°45'	1090
Fidanlık	37°53'	30°52'	958
Toros sediri orijini	38°05'	30°42'	1600
Kızılçam orijini	37°30'	30°52'	650



Şekil 1. Örneklenen ağaçlandırma sahasından bir görünüm

Çalışma kapsamında verilerin temin edildiği yaklaşık iki hektar büyüklüğündeki ağaçlandırma sahasından (Şekil 1, Çizelge 2), birbirine bitişik vaziyette ve her bir türden 50x20 m büyüklüğünde olacak şekilde birer alan rastgele örneklenmiştir (Şekil 2). Benzer şekilde özellikle genç meşcerelerde yapılan bilimsel araştırmalarda da genellikle 50x20 m (1000 m^2), 20x20 m (400 m^2) ve 40x10 m (400 m^2) büyüklüğündeki örnek alanlarda çalışmalar yapıldığı görülmektedir (Odabaşı 1976, Özalp 1989, Yazıcı 2018). Bununla birlikte, örnek alanların birbirine bitişik vaziyette olması nedeniyle, iklim, toprak ve coğrafik özelliklerin bu sınırlı alanda kayda değer biçimde değişmeyeceği düşüncesinden dolayı, çalışma amacına uygun olarak özellikle türlerin bireysel büyüme performanslarının ön plana çıkacağı görüşü dikkate alınmış ve değerlendirmeler bu bağlamda yapılmıştır.



Şekil 2. Örnek alanlardan görünümler

Özellikler ve Verilerin Değerlendirilmesi

Türlere göre örneklenen alanlarda, 2023 yılı büyüme dönemi sonunda ağaç boyu (H, m) ve göğüs yüksekliği çapı ($d_{1.30}$, cm) ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında, her bir türün ayrı ayrı örneklenen alanlarında (1000 m^2= 50x20 m) Toros sedirinin yaşayan 134, kızılçamın ise 103 bireyinde ölçümler gerçekleştirilmiştir. Alana dikilen fidan sayısı (~1667 fidan/ha, ~167 fidan/örnek alan) ve örnek alanlarda ölçüm yapılan birey sayısından hareketle türlere göre yaşama yüzdeleri belirlenmiştir.

Türlerin boy ve çap bakımından karşılaştırılması amacıyla aşağıdaki doğrusal varyans analizi (ANOVA) modeli SPSS paket programında (SPSS 2011) uygulanmıştır.

$$Y_{ij} = \mu + F_i + e_{ij} \quad (1)$$

Modelde;

Y_{ij} : *i.* türün, *j.* bireyinin özelliğini,

μ : genel ortalamayı,

e_{ij} : hatayı göstermektedir.

Ağaç boyu ve göğüs yüksekliği çapı arasındaki ilişkiler türlere göre, SPSS paket programında (SPSS 2011) Pearson korelasyon katsayısı (r_p) yardımıyla tahmin edilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Ağaç Boyu, Göğüs Yüksekliği Çapı ve Yaşama Yüzdesi

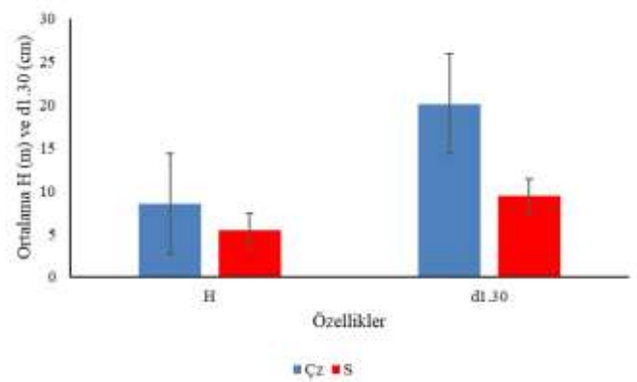
Çalışmada, tür içi bireyler arası geniş farklılıklar tespit edilmiş olmasına rağmen, kızılçamın ağaç boyu (Ort: 8.5 m) ve göğüs yüksekliği çapı (Ort: 20.1 cm) bakımından Toros sedirine (Ort: 5.4 m, 9.4 cm) göre daha yüksek gelişim gösterdiği ortaya çıkmıştır (Çizelge 3, Şekil 3). Ancak, ağaçlandırma çalışmalarının başarısında birçok biyotik (Yazıcı 2018, Özbey ve Bilir 2022) ve abiyotik (Boydak 1996, Yazıcı ve Turan 2016, Bilir 2021, Yazıcı ve ark. 2022) faktör etkili olabilmektedir. Çalışma kapsamında örneklenen alanlarda Toros sedirinin (134 birey), kızılçama (103 birey) oranla daha yüksek sayıda bireye sahip olmasınında sonuçlar üzerinde etkili olabileceği düşünülmektedir. Çalışmaya konu kızılçam ve Toros sedirinin 15 yaşlı, karışık ve saf ağaçlandırma sahalarında gerçekleştirilen çalışmada, saf ağaçlandırma sahasında boy bakımından Toros sedirinin, çap bakımından ise kızılçamın daha yüksek gelişim performansı gösterdiği belirlenirken, genelde ise kızılçamın daha yüksek gelişim gösterdiği belirlenmiştir (Yazıcı 2018). Toros sedirinin 30 yaşlı ağaçlandırma sahasında gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise ağaç ortalama boyu 8.1 m, göğüs yüksekliği ortalama çapı ise 15.4 cm bulunmuştur (Özbey 2023). Döl denemesi amacıyla farklı tohum kaynaklarıyla kızılçamda tesis edilen 23 yaşlı ağaçlandırma sahalarında ortalama ağaç boyu 14.1 m, dip çap 17.7 cm bulunurken tohum kaynakları arasında anlamlı farklılıklar olduğu ortaya çıkmıştır (Özbey ve Bilir 2022). Bütün bu bulgular, ağaçlandırma uygulamalarında tür seçiminin önemini vurgulamaktadır. Bununla birlikte, Toros sediri bireylerinin kızılçam bireylerine oranla gelişim değişkenleri açısından daha yüksek varyasyon gösterdiği belirlenmiştir. Her iki türde de göğüs yüksekliği çapının (%18.3, %28.2) ağaç boyuna (%15.4, %21.3) oranla daha yüksek varyasyon gösterdiği ortaya çıkmıştır (Çizelge 3). Bu geniş varyasyon türde tohum ağacının önemi ile türlerdeki yüksek genetik çeşitliliği göstermektedir.

Varyans analizi sonucunda, çalışmaya konu özellikler bakımından türler arası anlamlı ($p<0.05$) farklılıklar ortaya çıkmıştır. Aynı sahada türlerin farklı gelişim performansı göstermesi, ağaçlandırma faaliyetlerinde tür seçiminin önemini göstermektedir.

Çizelge 3. Tür ve özelliklere göre ortalama, minimum, maksimum ve varyasyon katsayısı (CV) değerleri

	Çz (103)*		S (134)	
	H (m)	**$d_{1.30}$ (cm)**	**H (m)**	**$d_{1.30}$ (cm)**
Ortalama	8.5	20.1	5.4	9.4
Min.-Max.	5.7-11.1	10.6-30.2	2.5-9.2	3.6-18.0
% CV	15.4	18.3	21.3	28.2

*Örnek alanlarda (0.1 ha) ölçüm yapılan birey sayısını göstermektedir.

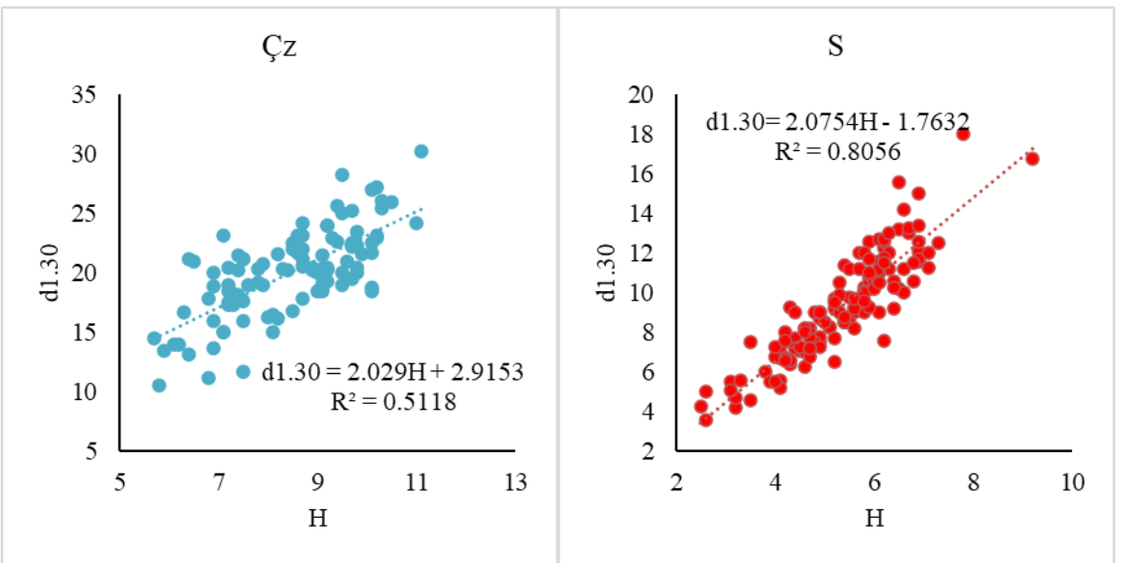


Şekil 3. Türlere göre ortalama ağaç boyu ve göğüs yüksekliği çapı değerleri

Yapılan hesaplamalar sonucunda, ölçüm tarihi itibariyle Toros sedirinin (%80) kızılçama (%62) göre daha yüksek yaşama yüzdesine sahip olduğu belirlenmiştir. Aynı tür ve orijinlerle tesis edilen 15 yaşlı ağaçlandırma sahasında yaşama yüzdeleri kızılçamda %53, Toros sedirinde %93 bulunmuştur (Yazıcı 2018). Yaşama yüzdesi, ağaçlandırma sahasının başarısında rol oynayan önemli özelliklerden olup küresel ısınma bağlamında bu özelliğin öneminin daha da artacağı düşünülmektedir. Bununla birlikte, ağaç boyunun göğüs çapına oranı meşcereler için nispi dayanıklılık göstergesi olarak bilinen stabilite (istikrarlılık) kavramıyla tanımlanmakta olup (Yücesan ve ark. 2013) bu değer ayrıca yaşama yüzdesi farklılığında da önemli faktörlerden biri olarak düşünülebilir.

Ağaç Boyu ve Göğüs Yüksekliği Çapı Arasındaki İlişkiler

Uygulanan Korelasyon analizi sonucunda, kızılçam (r_p=0.715) ve Toros sedirinde (r_p=0.898), ağaç boyu ile göğüs yüksekliği çapı arasında anlamlı (*p<0.05*) pozitif ilişkiler tahmin edilmiştir (Şekil 4). Türlerde, ağaç boyu ile göğüs yüksekliği çapı arasında anlamlı ilişkinin bulunmasıyla; regresyon analizi sonucunda, kızılçam için $d_{1.30}$=2.029H + 2.9153 (R^2=0.5118) ve Toros sediri için $d_{1.30}$=2.0754H-1.7632 (R^2=0.8056) eşitliklerine ulaşılmıştır. Bu eşitlikler ileriki çalışmalar için önem arz etmektedir.



Şekil 4. Türlerde ağaç boyu ile göğüs yüksekliği çapı ilişkisi

Boy ile çap arasındaki benzer ilişkilere değişik orman ağacı türlerinde de ulaşılmıştır (Bilir 2004, Yazıcı 2018, Yazıcı ve ark. 2022). Bu ilişki ve eşitlikler ileriki çalışmalarda bir özelliğin ölçümüyle, diğer özelliğin tahmini bakımından da önemlidir.

SONUÇ

Çalışma sonucunda, kızılçam gerek ağaç boyu (8.5 m) ve gerekse göğüs yüksekliği çapı (20.1 cm) bakımından Toros sedirine (5.4 m, 9.4 cm) oranla daha yüksek gelişim göstermiştir. Ancak çalışma sınırlı bir yörede ve türlerin birer örnek alanı üzerinde gerçekleştirilmiş bir ön çalışma niteliğindedir. Çalışma sonuçları yöresel ağaçlandırma uygulamaları açısından önem arz etse de farklı yöre, tür, yaş ve sayıda yeni çalışmalar ile desteklenmelidir.

Çalışmaya konu özellikler bakımından türler arası anlamlı (*p<0.05*) farklılıklar ortaya çıkmış olmasına karşın, ileriki yaşlarda bunun değişim gösterebileceğinden hareketle, türlerin stabilite (istikrarlılık) özelliğini de içeren yeni çalışmaların sonraki yıllarda da devam ettirilmesi yerinde olacaktır.

Yaşama yüzdesinin ölçüm tarihi itibariyle Toros sedirinde %80 ve kızılçamda %62 belirlenmesi, yaşama yüzdesi bağlamında tür seçimi ile birlikte ağaçlandırma çalışmasının da başarısını vurgulamaktadır.

Korelasyon analizi sonucunda, her iki türde de ağaç boyu ile göğüs yüksekliği çapı arasında anlamlı (*p<0.05*) pozitif ilişkilerin tahmin edilmesi, ileriki yıllarda yapılacak çalışmalarda sadece bir özelliğin dikkate alınarak değerlendirilebileceğini göstermektedir.

KAYNAKLAR

Abrams MD (1994) Genotypic and phenotypic variation as stress adaptations in temperate tree species: a review of several case studies. Tree Physiology, 14(7- 8-9): 833-842.

Aitken SN, Yeaman S, Holliday JA, Wang T, Curtis-McLane S (2008) Adaptation, migration or extirpation: climate change outcomes for tree populations: climate change outcomes for tree populations. Evolutionary Applications, 1(1): 95-111.

Ayan S, Yücedağ C, Seho M (2021) Le cèdre du Liban en Turquie: une espèce prometteuse pour le reboisement et la réhabilitation forestière sous la contrainte du changement climatique. Forêt Méditerranéenne, 42(2): 1-14.

Bakkenes M, Eickhout B, Alkemade R (2006) Impacts of different climate stabilisation scenarios on plant species in Europe. Global Environmental Change, 16 (1): 19-28.

Bilir N (2004) Toros Sediri'nde (*Cedrus libani* A. Rich.) boy, çap ve hacim için yaşlar arası fenotipik ilişkiler. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A(1): 12-18.

Bilir N (2021) Growth performances in the planting and seeding areas of Taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich.). Agriculture and Forestry, 67 (4): 81-88.

Boydak M (1996) Toros Sediri'nin (*Cedrus libani* A.Rich.) Ekolojisi, Silvikültürü ve Doğal Ormanlarının Korunması. Orman Bakanlığı Yayınları, 78 s., Ankara.

Clarke H (2007) Conserving biodiversity in the face of climate change. Agenda, 14 (2): 157-170.

Eser Y (2014) Burdur Gölü Havzası'nın hiyerarşik yetişme ortamı sınıflandırması ve haritalanması. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Isparta.

Gezer A, Yüzedağ C (2006) Ormancılıkta ekim ve dikim yoluyla ağaçlandırma tekniği. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 158 s., Isparta.

Kartal R, Bilir N (2022) Isparta yöresi Ehrami karaçam ağaçlandırmalarının değerlendirilmesi: 30. yıl sonuçları. Bartın University International Journal of Natural and Applied Sciences, 5(1): 10-17.

Odabaşı T (1976) Türkiye'de baltalık ve korulu baltalık ormanları ve bunların koruya dönüştürülmesi olanakları üzerine araştırmalar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul Üniversitesi Basımevi.

OGM (2023) Forest Inventory of Turkey. General Directorate of Forestry of Turkey, Ankara.

Özalp G (1989) Çitdere (Yenice-Zonguldak) bölgesindeki orman toplumları ve silvikültürel değerlendirilmesi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İstanbul.

Özbey A, Bilir N (2022) Growth performance of seed sources in a progeny trial of *Pinus brutia* Ten. Reforesta, 13: 1-6.

Özbey Y (2023) Bazı orman ağacı türlerinin ağaçlandırma sahalarında büyüme performansı. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Isparta.

Pawson SM, Brin A, Brockerhoff EG, Lamb D, Payn TW, Paquette A, Parrotta JA (2013) Plantation forests, climate change and biodiversity. Biodivers. Conserv., 22: 1203-1227.

SPSS (2011) IBM SPSS Statistics for Windows. Version 20.0., NY: IBM Corp.

Thomas CD, Cameron A, Green RE, Bakkenes M, Beaumont LJ, Collingham YC, Erasmus BFN, de Siqueira MF, Grainger A, Hannah L, Hughes L, Huntley B, van Jaarsveld AS, Midgley GF, Miles L, Ortega-Huerta MA, Peterson AT, Phillips OL, Williams SE (2004) Extinction risk from climate change. Nature, 427(6970): 145-148.

Yazıcı N, Turan A (2016) Effect of forestry afforestation on some soil properties: a case study from Turkey. Fresenius Environmental Bulletin, 25: 2509-2513.

Yazıcı N (2018) Effect of species and environmental factors on growth performances in afforesration of *Cedrus libani* and *Pinus brutia*. Fresenius Environmental Bulletin, 27: 6913-6917.

Yazıcı N, Babalık AA, Bilir N (2022) Bir Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) ağaçlandırma alanında büyümeye eğimin etkisi: Dinar örneği. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 8(2): 1-5.

Yücesan Z, Üçler AÖ, Oktan E (2013) Fırtına vadisi yüksek dağ ormanlarında stabilite ve meşcere değeri. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 13 (1): 117-128.

Artvin Çoruh Üniversitesi
Orman Fakültesi Dergisi
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Yıl: 2024, Cilt: 25, Sayı:2, Sayfa: 114-123

ofd.artvin.edu.tr

Artvin Coruh University
Journal of Forestry Faculty
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Year: 2024, Vol: 5: Issue:2, Pages:114-123

Türkiye'de orman yangınlarına müdahale sürecinde yaban hayatına yönelik ilk yardım yönetimi hakkında güncel değerlendirme

Current evaluation on first aid management for wildlife during the response to forest fires in Türkiye

Sefa YALÇIN[1*], Okan ÜRKER[2,3]

[1]Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yaban Hayatı Ana Bilim Dalı, Çankırı
[2]Çankırı Karatekin Üniversitesi, Eldivan Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Çevre Sağlığı Programı, Çankırı
[3] Çankırı Karatekin Üniversitesi, Yaban Hayatı Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü, Çankırı

Eser Bilgisi / *Article Info*
Araştırma makalesi / *Research article*
DOI: 10.17474/artvinofd.1489772

Sorumlu yazar / *Corresponding author*
Sefa YALÇIN
e-mail: sefaayalcinn06@gmail.com

Geliş tarihi / *Received*
25.05.2024
Düzeltme tarihi / *Received in revised form*
06.09.2024
Kabul Tarihi / Accepted
09.09.2024
Elektronik erişim / *Online available*
15.10.2024

Anahtar kelimeler:
Orman yangınları
Yaban hayatı
İlk yardım yönetimi
Yaban hayatı veterineri

Keywords:
Forest fires
Wildlife
First aid management
Wildlife veterinary medicine

Özet

Türkiye'deki orman yangınlarının artışıyla birlikte, yaban hayatının korunması için acil yardım yönetimi giderek daha kritik bir hale gelmektedir. Bu araştırmada, Türkiye'de 2017 ile 2022 yılları arasında gerçekleşen orman yangınları ve bu yangınlar esnasında yaban hayatına yönelik ilk yardım uygulamalarıyla ilgili haberler, raporlar, makaleler ve diğer yazılı kaynaklar literatür taraması yapılarak analiz edilmiştir. Ayrıca, söz konusu dönemde etkin rol alan yaban hayatı veteriner hekimleri, belediyelere bağlı itfaiye personeli ve orman işletme müdürlüklerinin yangına ilk müdahale ekiplerinden uzmanlarla yüz yüze veya çevrimiçi görüşmeler gerçekleştirilerek bilgi toplanmıştır. Araştırmanın sonucunda, Doğa Koruma Milli Parklar Genel Müdürlüğü ile Orman Genel Müdürlüğü'nün ana koordinasyonunda Türk Veteriner Hekimler Birliği, Belediyeler ve ilgili STK'lar ile farklı paydaşlara yönelik koordineli bir şekilde düzenli teorik ve pratik eğitimler verildiği takdirde yangından zarar görmüş olan canlıların hayatta kalma şansının yükseleceği tespit edilmiştir. Bu araştırma, orman yangınlarının ormana bağımlı yaşamı sürdüren yaban hayatı üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirgemek için daha etkili ilk yardım yönetim stratejilerinin kurulma aşamalarına işaret ederken, bu sürecin doğru biçimde uygulanmasının önemini de vurgulamaktadır.

Abstract

Due to the increase in forest fires in Türkiye in recent years, first aid management for wildlife during these fires becomes even more important. News, reports, articles and other written sources about the forest fires that occurred in Türkiye in between 2017 and 2022, and first aid practices for wildlife during these fires were analyzed by literature review, and some wildlife veterinarians, municipal firefighter who played an active role in the process in question. Information was collected through face-to-face or online interviews with experts from fire first response teams of forest management directorates. If regular training is provided in coordination with the Turkish Veterinary Association, Municipalities and relevant NGOs and different stakeholders under the main coordination of the General Directorate of Nature Conservation and National Parks, and the Directorate General of Forestry, all living creatures damaged by fire will have more chances to survive and improve their quality of life afterwards. The results of the study point to the stages of establishing more effective first aid management strategies to minimize the negative effects of forest fires on wildlife, while also emphasizing the importance of implementing this process correctly.

GİRİŞ

Türkiye'de yaban hayatının zenginliği, sürdürülebilir kullanımı ve korunmasında öncelik göstermesinin ana nedenlerinden biri olarak sağlıklı orman varlığının ve çeşitliliğin büyük önem arz ettiği bilinmektedir (Sekercioğlu ve ark. 2011, Yorulmaz 2014, Aydın-Kandemir ve Demir 2023). Ancak orman ekosistemlerine yönelik doğal ve antropojenik bozulmalar yaban hayatı üzerinde de etkisini hızlı biçimde göstermektedir (OGM 2022). Türkiye, adeta bir mozaik gibi çeşitli yaşam ortamlarına ev sahipliği yapmakta ve 10.000'den fazla bitki türüne ev sahipliği yapma konumundadır ve bu sayı, Avrupa kıtasının genel bitki çeşitliliğinden (12.000) çok da geri kalmamaktadır. Türkiye'nin coğrafyasında gözlemlenen bu çeşitlilik, fauna zenginliği açısından özellikle topografik şartlara bağlı olarak çeşitlilik gösteren hayvan türleriyle zenginleşir. Türkiye'nin sürüngenleri arasında, Fırat kaplumbağası Fırat ve Dicle nehirlerinde yaşarken, Nil kaplumbağası ve adi deniz kaplumbağası Akdeniz kıyılarında görülür. Yeşil deniz kaplumbağası ise özellikle Doğu Akdeniz kıyılarına özgü bir türdür. Adi

tosbağa, Doğu Karadeniz bölgesi dışında Anadolu'nun geneline yayılmışken, Trakya Tosbağası, yayılış alanını sadece Trakya ile sınırlamaktadır. Boynuzlu engerek Türkiye'nin her yerinde, İran yılanı Güneydoğu Anadolu'da, siyah engerek ise Doğu Karadeniz bölgesinde bulunur. Bukalemun, Akdeniz ve Ege bölgelerini tercih ederken; dev kertenkele Güneydoğu Anadolu'da Ceylanpınar ve Birecik çevrelerini yaşam alanı olarak seçer. Aras kertenkelesi ise Doğu Anadolu'da Iğdır çevresinde bulunur (Avcı 2000).

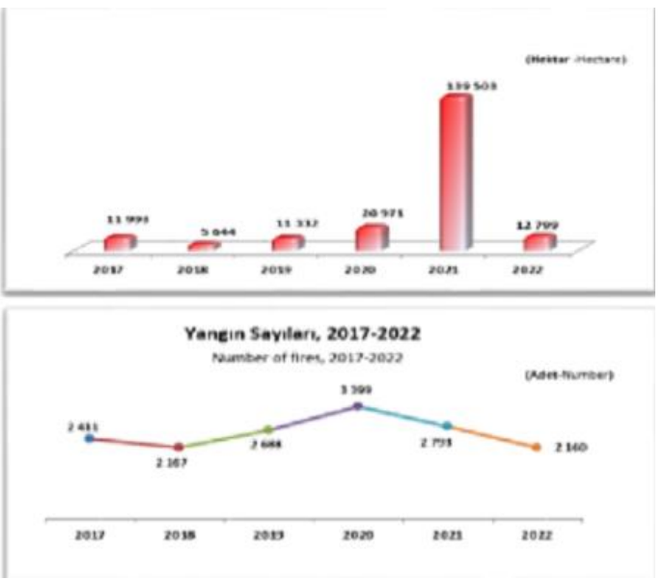
Ormanların korunması ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi tüm ülkelerin ortak sorumluluğudur. Ancak, diğer doğal kaynaklar gibi, ormanlar da aşırı talep ve çeşitli faktörlere bağlı zararlarla karşı karşıyadır. Ülkemizde, orman yangınları bu zararlı faktörler arasında özellikle önemli bir yer tutmaktadır (OGM 2022).

Türkiye'deki orman yangınlarına dair istatistiksel analizler, çok sayıda yangının meydana geldiğini göstermektedir. Kısa, orta ve uzun vadeli yangın dönemlerinde, yangınların sıklıkla çıktığı ve orman alanlarına ciddi zararlar verdiği belirlenmiştir. Yangın koruma organizasyonunun koruma, önleme ve müdahale alanlarında aldığı tedbirlere rağmen, çeşitli sebeplerle orman yangınlarının önemli maddi ve manevi kayıplara yol açtığı vurgulanmıştır (Özden ve ark. 2012, Özmiş 2022).

Ülkemiz dâhil dünya genelinde orman yangını nedenlerinin yaklaşık %90'ında 'insan' faktörünün olduğu anlaşılmıştır (Kalem ve ark. 2022, OGM 2022). İnsan kaynaklı orman yangınlarının başlıca sebepleri arasında ormanlarda yapılan açık ateşler, izinsiz yangınlar, sigara izmaritleri, araçların neden olduğu kıvılcımlar ve diğer insan faaliyetleri bulunmaktadır (Turan 2019).

Ormanlar, her yıl küresel iklim değişikliğiyle birlikte artan bir yangın riskiyle karşı karşıyadır. Ayrıca, son yıllarda dünya çapında yaşanan COVID-19 pandemisi, insanların doğaya olan ilgisini artırmış, özellikle şehirlerde yaşayan insanların doğaya olan ihtiyaçları artmıştır. Bu iki faktör birleştiğinde, hassas ekosistemlerdeki yangın riski artmakta ve yaban hayatı da olumsuz etkilenmektedir (Gündoğdu ve Sarı 2021).

Yangınların sadece ağaç topluluklarını değil, aynı zamanda orman ekosistemini de ciddi şekilde etkilediği belirlenmiştir (Tavşanoğlu ve Pausas 2022). Yangınların neden olduğu zarar, kısa vadede yüzlerce yaban hayvanının ölümüne neden olabilmektedir (Gündoğdu ve Sarı 2021). Altı yıllık (2017-2022) verilere göre, Türkiye'de yıllık ortalama yangın sayısı 2603 ve ortalama yanan alan 33.707 hektardır (ha) (Şekil 1). Bu verilere göre her bir yangında yaklaşık 12.9 ha bir alanın yandığı görülmektedir (OGM 2022).



Şekil 1. 2017-2022 dönemindeki orman yangın sayıları ve etkilenen alanlar

Yangınla mücadele ekipleri, orman yangınları gibi zorlu ve riskli görevlerde önemli bir rol oynamakta ve yangın sırasında hızlı bir şekilde karadan ve havadan müdahale ederek yangının büyümesini engellemeye çalışmaktadırlar. Özellikle orman yangınlarıyla mücadele konusunda özel eğitim almış personelden oluşan bu ekipler, yangın öncesinde hazırlık çalışmalarında görev alır ve orman alanlarındaki yangın riskini en aza indirmek için düzenli olarak bakım ve temizlik çalışmaları yaparlar (Köse 2012). Orman yangınlarıyla mücadele, Orman Genel Müdürlüğü (OGM) ve Orman Yangınlarıyla Mücadele Dairesi Başkanlığı'nın (URL-1) eşgüdümüyle, ayrıca taşra birimleri olan Orman Bölge Müdürlükleri ile Orman

İşletme Müdürlükleri (URL-2) tarafından yürütülmektedir. Şekil 2'de bu yangınlarla mücadeleye ihtiyaç halinde destek veren itfaiyeciler görülmektedir.



Şekil 2. Orman yangınlarıyla mücadeleye destek veren itfaiye (TBB 2022)

Orman yangınları ile mücadelede önemli adımlar atmış ve başarılı bir çalışma sergilemekte olan OGM, yıllar içerisinde orman yangınları ile mücadele kapasitesini geliştirerek uzman, araç, gereç ve donanım alt yapısının miktar ve kapasitesi bakımından büyük bir ilerleme kaydetmiştir (Çizelge 1). Bu sayede, orman yangınlarına ilk müdahale süresi 12 dakikaya kadar düşürülebilmiştir ve yanan alanlar etkin mücadele teknikleriyle kontrol altına alınmaktadır.

Çizelge 1. Orman Genel Müdürlüğü'nün son 50 yılda makine ve ekipman gelişimi (OGM 2020)

Yıllar	İlk müdahale aracı	Arazöz	Su ikmal aracı	Dozer	Ekskavatör	Greyder	Treyler	Motosiklet	Su tankeri
1970	0	25	0	15	0	15	15	0	0
2020	586	1.072	281	180	215	258	85	588	4.202

Yangın söndürme uzmanları, yangınlarla mücadele ederken çeşitli zorluklarla karşılaşırlar. Bu zorluklar arasında sert coğrafi koşullar, rüzgârın etkisi ve yangının hızlı yayılması yer alır. Yangın söndürme uzmanları, insanların yaşadığı bölgelere zarar vermemesi için yangın kontrol hatları oluşturmak zorundadırlar. Sadece alevlerle savaşmakla kalmazlar, aynı zamanda yangından etkilenen yaban hayvanlarına yardım etmek için de çaba gösterirler. Yangından etkilenen doğal alanlarda yaban hayvanları da zarar görebilir. Bu nedenle, yangından etkilenen yaban hayvanlarına ilk yardım müdahalesi yapan veteriner hekimler de önemli bir rol oynarlar. Bu araştırmanın amacı, Türkiye'deki orman yangınları ile müdahale sürecinde yaban hayatına yönelik ilk yardımın yönetilmesi hakkında güncel bir değerlendirme yapmaktır.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada, ülkemiz genelinde altı senelik 2017-2022 döneminde çıkan orman yangınlarının sayıları ile yanan sahalara (OGM 2022) ilişkin yıllık veriler temel alınmıştır. Türkiye'deki orman yangınları ve orman yangınlarına müdahale süreci hakkında son 30 yıla ait haberler, raporlar, makaleler ve diğer yazılı kaynaklar materyal olarak incelenmiştir. Bu kaynaklar, orman yangınları ve yaban hayatına yönelik ilk yardım yönetimi hakkında güncel bilgilere ulaşmak için temel veri kaynakları olarak kullanılmaktadır.

Türkiye'deki orman yangınları, müdahale süreçleri ve yangınlar sırasında yaban hayatına yapılan ilk yardım uygulamaları hakkında aktif rol oynayan yaban hayatı veteriner hekimleri, belediyelere bağlı itfaiye personeli ve orman işletme müdürlüklerinin yangına ilk müdahale ekiplerinden elde edilen veriler, çalışmanın birincil kaynaklarını oluştururken; haberler, raporlar, makaleler ve diğer yazılı kaynaklar ikincil kaynaklarını oluşturmaktadır. Bu noktada, OGM'ye ait açık erişimli istatistiki veri tabanlarından da faydalanılmıştır.

Trabzon Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı'nın itfaiye personellerinden 5 kişi, Trabzon Orman İşletme Müdürlüğü'ne ait yangına ilk müdahale ekiplerinden 5 kişi ve Doğa Koruma Milli Parklar Genel Müdürlüğü (DKMP) Trabzon Şube Müdürlüğü uzmanlarından 5 kişi ve 1 yaban hayatı veteriner hekimi ile yapılan görüşmeler neticesinde uygulamada karşılaşılan zorluklar, başarılar ve geleceğe yönelik önerileri değerlendirilmiştir.

BULGULAR

Orman Yangınları ve Yaban Hayatı

Yaban hayvanları, orman yangınlarının etkisi altında kalmaktadır. Yangınların ardından oluşan açık alanlar, bazı hayvan türleri (yanmış ağaç kovuklarına yuva yapan kuşlar vb.) için uygun yaşam alanları sağlarken, diğerleri için ise yaşam alanı kaybına neden olmaktadır. Özellikle orman altı bitki örtüsünün yok olması, bazı küçük memeli türlerinin barınak ve beslenme kaynaklarını kaybetmelerine yol açabilir (Özkazanç ve Ertuğrul 2011). Yangın sonrası, farklı türlerin ortaya çıkması, orman ekosistemi ve yaban hayatı açısından istenmeyen bir durumdur. Orman yangınlarının yaban hayatı üzerindeki etkileri, yangının büyüklüğü, şiddeti ve süresine bağlı olarak değişkenlik gösterir. Bazı hayvanlar yangından doğrudan etkilenirken, diğerleri habitatlarındaki değişiklikler nedeniyle etkilenir (Gündoğdu ve Sarı 2021).

Yangının tipi, büyüklüğü, şiddeti, yoğunluğu, yayılma hızı, zamanı, etki süresi, yaban hayvanı türü ve bitki örtüsüne bağlı olarak yaban hayvanlarının yangından etkilenme şekli ve derecesini değiştirebilir. Örneğin, fareler gibi küçük memeli hayvanlar, fareler gibi, yangından kaçmak yerine sığınabilecekleri bir yer bulma eğilimindedirler (Kalem ve ark. 2022). Bu hayvanların yangından zarar görmeleri, yaptıkları yuvaların toprak altında veya üstünde olmasına bağlı olarak değişebilir. Büyük memeliler, küçük memelilere kıyasla daha hareketli ve hızlı oldukları için yangın alanından uzaklaşma yeteneğine sahiptirler. İlkbaharda meydana gelen bir yangının ardından, özellikle kuşlar ve memelilerin yeni doğan yavrularının ölüm oranlarının artabileceği ve bu nedenle popülasyonun büyüklüğünün olumsuz etkilenebileceği belirtilmiştir (Hızal ve Akkuzu 2002, Öztürk ve Öztürk 2019, Kalem ve ark. 2022).

Orman yangınlarında, çevresel açıdan önemli bir sorundur ve özellikle toprak altında veya alt katmanlarda yaşayan küçük memeliler ve sürüngenler gibi hayvan grupları üzerinde ciddi zararlara neden olabilir (Özkazanç ve Kurdoğlu 2023). Örtü yangınları, bu hayvanların yaşam şansını azaltabilir ve popülasyonlarını olumsuz etkileyebilir. Özellikle orman yangınlarının sıcaklığının 59-63°C civarında olması, küçük kemirgenlerin hayatta kalmasını zorlaştırabilir. Ancak, yangın sonrası ortamın yeniden şekillenmesi, bazı hayvan türlerine (böcekleri, sürüngenler vb.) zarar verirken, diğerleri (ağaçkakanlar, kertenkeleler vb.) için daha uygun bir yaşam alanı sağlayabilir.

Yaban Hayatına Yönelik İlk Yardım Yönetimi

Türkiye'deki orman yangınlarının ardından yaban hayatına ilk yardım, yangın söndürme operasyonlarının tamamlanmasının hemen sonrasında başlar. Bu süreç, yangın alanındaki yaban hayvanlarının sağlık durumlarını değerlendirme, yaralıları kurtarma, tedavi gerektirenleri belirleme ve gerekli müdahaleleri yapma adımlarını içerir. Bu tür acil durumlarda aktif olan ekipler genellikle DKMP bünyesindeki Yaban Hayatı Kurtarma ve Rehabilitasyon Merkezleri ile veteriner hekimlerden oluşur. Yaralı veya hasta yaban hayvanlarının tespiti ve kurtarılması için yangın bölgesine yönlendirilen ekipler, hayvanların tedavi ve bakımlarını sağlamak için iş birliği yaparlar (URL-3). Yaralı hayvanlar, genellikle bir veteriner hekim tarafından tedavi edilmeleri için orman yangınından kurtarıldıktan sonra bakım merkezine götürülürler. Bu merkezler, yaralı hayvanların tıbbi bakımını sağlar ve iyileşme sürecinde onlara destek olur. Yaralı hayvanların kurtarılması ve tedavisi sırasında, veteriner hekimler ve bakım personeli, hayvanların rahatlığı, iyileşme süreci ve sağlığı için uygun tedavi yöntemlerini belirlerler. Tedaviler arasında antibiyotikler, ağrı kesiciler, sıvı takviyeleri, yara bakımı ve diğer tıbbi prosedürler bulunabilir (Coşkun 2023).

Yangınlar, yaban hayvanları üzerinde doğrudan ve dolaylı olarak ciddi olumsuz etkiler bırakabilir. Doğrudan etkiler arasında, yangın sırasında hayvanların yanarak veya

solunum yetmezliği nedeniyle hayatını kaybetmesi bulunur. Ancak yangınlar, yalnızca hayvanların yaşam alanlarını yok etmekle kalmaz, aynı zamanda yetersiz beslenme, üreme ve kuluçka stresi gibi dolaylı etkilere de Ertuğrul 2011, Ketcham ve Koprowski 2013, Özkazanç ve Kurdoğlu 2023).

yol açabilir. Ayrıca, istenmeyen türlerin yangın alanlarına yayılması ve hayvanların zorunlu göç etmek zorunda kalması gibi durumlar da söz konusu olabilir (Özkazanç ve

Orman yangınlarının yaban hayvanları üzerindeki etkilerini hafifletmek için çeşitli uygulama stratejileri önerilmektedir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Orman yangınlarından etkilenen yaban hayvanları için ilk yardım uygulamaları (WWF 2017)

Hayvan türü	**Taşıma gereci (aparatı)**	**Uygulama önerileri**
Kuşlar	Taşıma kutuları/ Kafesler	-Mümkünse kuşa arkasından yaklaşılmalıdır. -Kanatlarına zarar vermeden ve sıkışmayı önleyen ahşap malzemeden yapılmış taşıma kutuları tercih edilmelidir. -Kuşun rahatça hareket edebilmesi için kutu boyutları kanat genişliğine uygun olmalıdır. Örneğin, küçük kuşlar için 30x30x30 cm boyutlu kutular kullanılabilir.
Büyük memeliler	Sedye/Taşıma torbaları	-Yaralı ve hareket ediyorsa ağ kullanılabilir, kilit mekanizması kolay açılan köpek yakalama kıskacı da güvenli bir tutma aracıdır. Tüm bunları yaparken sağlam bir eldiven kullanmakta yarar vardır. -Dayanıklı malzemeden yapılmış taşıma torbaları kullanılabilir. -Hayvanın başını desteklemek için uygun yerlere sahip olmalıdır. -Özellikle yaralanmış veya şok geçirmiş hayvanlar için sedye kullanımı düşünülmelidir.
Küçük memeliler	Taşıma kutuları/Torbaları	-Hayvanın rahat bir şekilde ve sıkışmadan taşınmasına olanak tanıyan taşıma kutuları tercih edilmelidir. -Uygun havalandırmaya sahip olmalıdır. -Kutu boyutları, hayvanın türüne göre değişir. Örneğin, küçük kemirgenler için 20x20x20 cm boyutlu kutular kullanılabilir.
Sürüngenler	Sert plastik/Ahşap kutular	-Cam kaplar ve akvaryum hem strese neden olabileceğinden hem de aşırı ısınma tehlikesi yüzünden uygun değildir. Yılanlar için kullanılan kapların üzeri ise kapaklı olmalıdır. -Sürüngenin boyutuna ve türüne uygun deliklere sahip olmalıdır. - İç kısmına uygun bir astar eklenerek sürüngenin yaralanmasını önlemek önemlidir. - Kutu boyutları, sürüngenin boyutlarına göre değişir. Örneğin, küçük bir kertenkele için 15x10x10 cm boyutlarında kutular kullanılabilir.

Örneğin, kuşlar için, kanatlarına zarar vermeden ve sıkışmayı önleyen ahşap malzemeden imal edilmiş taşıma kutularının kullanılması tavsiye edilmektedir. Bu kutuların içine uygun zemin ve yumuşak malzeme eklenerek, kuşların konforlu bir şekilde taşınması sağlanabilir. Ayrıca, kutunun boyutları, kuşun kanat genişliğine uygun olarak belirlenmelidir. Memeli hayvanlar için de yine boyutuna göre dayanıklı malzemeden yapılmış, hayvanın başını desteklemek için uygun yerlere sahip olan taşıma torbaları kullanılabilir. Hayvan yaralı ve hareket ediyorsa ağ kullanılabilir, kilit mekanizması kolay açılan köpek yakalama kıskacı da güvenli bir tutma aracıdır. Ülkemizde yangın sahalarında yürütülen bazı yaban hayatı araştırmaları sırasında, araştırmacıların kullandığı bu tarz yakalama ve araştırma ekipmanlarının da yangından doğrudan etkilenebildikleri görülmektedir (Ürker ve ark. 2024) (Şekil 3).



Şekil 3. Bördübet Yaban hayatı geliştirme sahasında yaşanan bir mega yangın sırasında tahrip olan yırtıcı memeli yakalama ve taşıma aparatları (NATURA Doğa ve Kültür Koruma Derneği Arşivi Haziran 2022 Marmaris)

Orman yangınlarında zarar gören hayvanlar için ilk yardım müdahaleleri, hayvanın türüne, hasarın derecesine ve hayvanın durumuna bağlı olarak değişebilir. Ancak genel olarak şu ilk yardım adımları izlenmektedir:

- *Güvenli bir şekilde yaklaşmak*: Orman yangınları sırasında, yanmakta olan bölgeye güvenli bir mesafeden yaklaşmak önemlidir. Öncelikle, itfaiye veya OGM orman yangınları ile mücadele ekiplerinin bölgeyi güvence altına almaları beklenir ve hayvanların kurtarılması için uygun bir alan belirlenir.

- *Hayvanın durumunu değerlendirmek*: Hayvanın yaralanma derecesini veya yanık türünü belirlemek için dikkatli bir şekilde gözlem yapılır. Hayvanın bilincinin açık olup olmadığı, nefes alıp verip vermediği, hareket edip edemediği kontrol edilir.

- *Hayvanın güvende tutulması*: Eğer hayvan hareket edebiliyorsa, güvenli bir yere taşınması sağlanır.

- *Veteriner hekimi desteği sağlanması*: Hayvanın ciddi yaralanması durumunda, en kısa sürede bir veteriner hekimi desteği alınır. Veteriner hekimler, hayvanın durumunu değerlendirir ve gerekli tedaviyi uygular.

- *Hayvanın serbest bırakılması*: Hayvanın iyileşmesi ve tekrar doğal yaşamına dönebilmesi için uygun bir yerde doğal ortamına bırakılması sağlanır. Bu, hayvanın sağlık durumuna ve doğal yaşam alanına bağlı olarak belirlenir. Bu adımların yanı sıra, hayvanların orman yangınlarından korunması için önceden önleyici tedbirler alınmalıdır. Yangın öncesinde, hayvanların yaşadığı bölgelerde doğal yangın koridorları oluşturulmalı, güvenli alanlar belirlenmeli ve yangınlar sırasında hayvanların tahliye edilmesi için planlar yapılmalıdır (Coşkun 2023).

Yaralı hayvanlara müdahale etmek özen ve dikkat gerektiren bir işlemdir. Çünkü yaralı hayvanlar bilinçsizce hareket edebilir ve ısırma veya tırmalama riski taşıyabilirler. Bu nedenle hayvana yaklaşırken sakin ve soğukkanlı olmak önemlidir ve hayvanın size zarar vermesini engellemek için gerekli tedbirler alınmalıdır. Özellikle yabani kuşlar için, gözlerini kapatmak üzere bir havlu kullanmak ve koruyucu eldivenler giymek hayvanın sakinleşmesine ve müdahale edilmesine yardımcı olabilir. Eğer yabani kuşun herhangi bir bölgesinde kırık tespit edilirse, kanat hareketlerini sabit hale getirmek için sekiz bandaj uygulanabilir (İşler ve ark. 2018)

TARTIŞMA VE SONUÇ

Yaban hayatı için yangınların etkisini azaltmak adına, OGM'nin gerçekleştirdiği orman yangınlarıyla mücadele çalışmalarında doğal hayatın korunması da büyük önem taşımaktadır. Yangın sonrası çamur ve toprak kaymalarıyla beraber erozyon ve su kaynaklarının kirlenmesi gibi etkiler, yaban hayatı için uzun vadeli zorluklar doğurabilir. Ancak yaban hayatı, doğanın döngüsünün bir parçasıdır ve bazı türler, yangın sonrası yeni yaşam alanları bulma şansı elde eder. Ayrıca, bazı bitki türleri için tohumların sadece yangın sonrası toprakta büyümesi, yangınların doğal dengede bazı

olumlu etkilere sahip olabileceğini gösterir (OGM 1976, Ürker ve ark. 2018).

İlk yardımın yönetimi genellikle hayvanların tıbbi müdahale gerektiren yaralarının tedavisi ve rehabilitasyonu, ilaç uygulaması, yiyecek ve su kaynaklarının sağlanması, koruma ve yaşam alanlarının iyileştirilmesi (restore edilmesi) gibi birçok konudaki çalışmaları kapsar (Coşkun 2023). Ayrıca, orman yangınları sırasında yaban hayatının kaydı, rehabilitasyonu ve izlenmesi de ilk yardım yönetimi kapsamındadır. Özellikle son yıllarda Türkiye'de orman yangınlarının artmasıyla birlikte, orman yangınları sırasında yaban hayatına yönelik DKMP'nin sorumluluğundaki ilk yardım yönetimi daha da önem kazanmaktadır. İlk yardım yönetimi, yangın sırasında hayvanların kurtarılması ve yangından sonra hayatta kalmalarını sağlayacak önlemlerin alınması açısından son derece kritiktir.

Yangın öncesi, yangın sırası ve yangın sonrası olmak üzere üç aşamada gerçekleşen ilk yardım yönetimi, yangın riski taşıyan bölgelerde yaban hayvanları için koridorlar ve sığınakların oluşturulmasıyla başlar. Yangın sırasında yaralanan hayvanlar için özel olarak tasarlanmış ilk yardım ve triyaj merkezleri kurulur ve uzman veteriner hekimler görevlendirilir. Yangın sonrasında ise hayvanların rehabilitasyon süreçleri izlenir ve uygun yaşam alanlarına salınmaları sağlanır. Bu nedenle, yangından etkilenen yaban hayvanları için ilk yardım yönetimi, hayvanların yangın bölgesinden tahliyesinden, tedavisine ve rehabilitasyonuna kadar geniş kapsamlı bir süreci içerir. (Coşkun 2023).

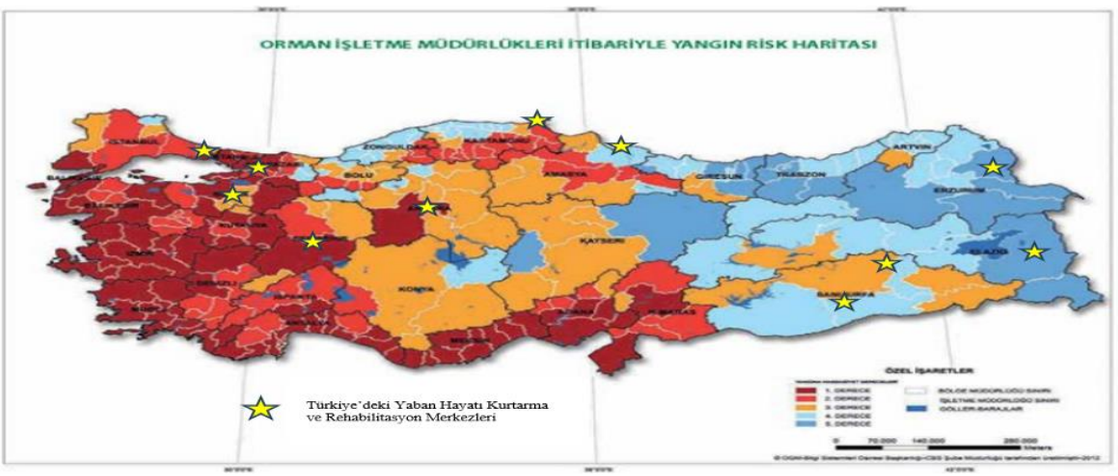
Ağaç kovukları ve taş/kaya altları, özellikle kuşlar, memeliler ve sürüngenler gibi yaban hayvanları için doğal bir barınak sağlar. Yangın anında bu noktalara sığınabilme imkânı, hayvanların hayatta kalma şansını artırır. Yangın söndürme ekiplerinin ve orman yönetimi çalışanlarının bu alanları düzenli olarak kontrol etmesi, yaban hayatının korunması ve doğal yaşam alanlarının yeniden yapılandırılmasına önemli bir destek sağlar. Bu sayede, yangınların etkileri azaltılarak, doğanın dengesi ve yaban hayatının sağlığı korunmuş olur. Yangın söndürme uzmanları ve orman işçileri, yangın mücadelesi sırasında ve sonrasında, bu doğal barınakların durumunu titizlikle gözlemlemelidir. Bu noktaların düzenli olarak bakımının yapılması, yaban hayvanlarının yangın anındaki stres ve tehlike anlarında güvenli bölgelere sığınmasını sağlar. Ayrıca, yangın etkisi altında kalan bölgelerde, bu doğal barınakların korunması ve iyileştirilmesi, yaban hayatının yangın sonrası toparlanma sürecine yardımcı olur (OGM 1976, İlemin 2021, Kalem ve ark. 2023, Özkazanç ve Kurdoğlu 2023). Yangından kaçamayan hayvanların hayatta kalma şansı oldukça düşüktür. Bu nedenle, yangın söndürme uzmanları ve itfaiyeciler için ilk yardım eğitimleri son derece önemlidir. DKMP ve OGM tarafından koordine edilen çabalar kapsamında, Türk Veteriner Hekimler Birliği (tvhb.org.tr), üniversiteler, belediyeler ve ilgili sivil toplum kuruluşlarıyla iş birliği yapılarak farklı paydaşlara düzenli eğitimler verilmelidir. Bu eğitimler, yangından zarar görmüş tüm canlıların hayatta kalma şansını artırarak yaşam kalitelerini iyileştirmeye yardımcı olacaktır.

Yangınların yol açtığı korku, stres ve panik, hayvanların sıkça yaralanmasına veya ciddi şekilde yanmasına neden olabilir. Bu yüzden, yangın sırasında hayvanlar için kaçabilecekleri güvenli alanlar oluşturmak ve acil tahliye etmek, onların yaşamını koruyabilir. Hayvanların sağlığını tehdit eden alevler, duman ve yanmış çevre, acil tıbbi müdahale gerektiren durumlar yaratabilir.

Yaralı büyük memeliler için taşıma sedyelerinin kullanılması önemlidir. Küçük memeliler için ise uygun havalandırmaya sahip ve boyutları dikkatlice ayarlanmış kutular tercih edilmelidir. Sürüngenler için ise sert plastik veya ahşap kutular daha uygundur ve iç kısmına uygun bir astar eklenerek sürüngenin yaralanması önlenmelidir. Kutu boyutları, sürüngenin boyutlarına göre dikkatlice belirlenmelidir. Bu uygulama stratejileri, orman yangınlarından etkilenen yaban hayvanlarının güvenli bir şekilde tahliye edilmesine ve DKMP aracılığıyla tedavi edilmelerine büyük fayda sağlayabilir.

Ülkemizde özellikle Akdeniz, Ege ve Karadeniz bölgelerinde sıkça görülen orman yangınları, yaban hayatını önemli ölçüde etkilemektedir. Ancak, bu bölgelerdeki eksik rehabilitasyon merkezleri, yangın

sonrası zarar gören yaban hayvanlarının etkili bir şekilde tedavi edilip doğaya bırakılmasını engellemektedir. Bu durum, bir dizi olumsuzluğa neden olmaktadır. Yangın bölgelerindeki yaban hayvanlarının hızlıca uzman desteği alamaması, bu hayvanların yaşam şansını azaltabilir. Ayrıca, rehabilitasyon merkezlerinin yangın bölgelerinden uzak olması, yaralı hayvanların taşınması sırasında ek stres ve risk faktörlerine neden olabilir. Ancak, Ankara, İstanbul, Kars, Samsun, Sinop, Kocaeli, Afyonkarahisar, Van, Diyarbakır, Şanlıurfa, Hatay ve Bursa gibi şehirlerde bulunan Yaban Hayvanı Rehabilitasyon Merkezleri (Şekil 4), yangının sıkça yaşandığı diğer bölgelere de kurulmalıdır.



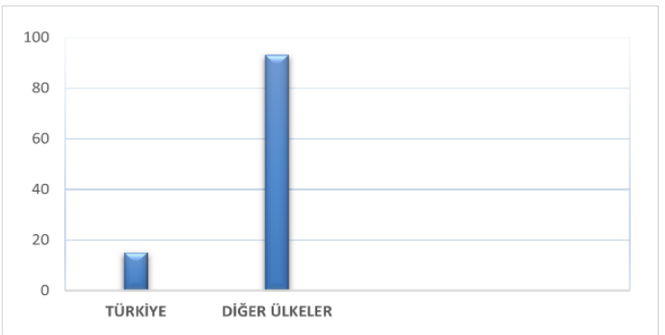
Şekil 4. Türkiye'de orman yangınları risk haritası ve yaban hayatı rehabilitasyon merkezleri (OGM 2020, WWF 2022)

Yangının etkisinin yoğun olduğu illerde veya en azından bölgelerde Yaban Hayvanı Rehabilitasyon Merkezleri kurmanın önemi, yangın sonrası zarar görmüş ekosistemleri ve yaban hayatını koruma çabalarını güçlendirecektir. Bu merkezler, yangının etkilediği alana hızlı bir şekilde müdahale edebilecekleri gibi, yöre hayvan popülasyonlarının rehabilitasyonu konusunda da uzmanlık sağlayabilirler. Bir çözüm olarak, yangın bölgelerinde acil müdahale ve rehabilitasyon faaliyetlerini yürütebilecek mobil ekiplerin oluşturulması düşünülebilir. Bu ekipler, yangın anında hızlı bir şekilde bölgeye ulaşabilir, yaban hayvanlarını toplayabilir ve gerektiğinde diğer merkezlere naklederek tedavi sürecini başlatabilirler. Ayrıca, yangın bölgelerinde geçici rehabilitasyon birimlerinin kurulmasıyla yaban hayvanlarının hızla tedavi altına alınması sağlanabilir.

Orman yangınları, genellikle iklim, bitki örtüsü, coğrafi konum ve insan etkinlikleri gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterir. Bu nedenle, rehabilitasyon merkezlerinin kurulacağı yerlerin belirlenmesinde, ilgili kurumlar, bilim kuruluşları, doğa koruma örgütleri ve diğer ilgili taraflar arasında iş birliği önemlidir. Ancak, Türkiye'de orman yangınlarına müdahale sürecinde yaban hayatına yönelik ilk yardımın yönetimi konusunda yeterli sayıda ve donanımda DKMP ekiplerinin bulunmaması, iş birliğinin eksikliği ve kaynak yetersizliği gibi zorluklar yaşanmaktadır. Bu nedenle, daha etkili ve koordineli bir şekilde çalışacak birimlerin oluşturulması ve kaynakların artırılması gerekmektedir.

Türkiye'deki yaban hayvanları ve yangın ilişkisi üzerine yapılan araştırma ve uygulama çalışmalarının artırılması, ulusal ve uluslararası düzeyde biyoçeşitlilik koruma stratejilerine daha etkin bir katkı sağlayacaktır. Bu çerçevede, çok disiplinli araştırmaların teşvik edilmesi, il ve ulusal düzeyde daha fazla kaynak ayrılması, bilimsel araştırmaları destekleyen kurumların güçlendirilmesi gibi önlemler alınmalıdır. Bu çaba, Türkiye'nin doğal kaynaklarını korumakla kalmayacak, aynı zamanda küresel biyoçeşitlilik yönetimi açısından da önemli bir örnek oluşturacaktır. Ancak, Şekil 5'de de görüldüğü gibi,

dünya genelinde yaban hayvanları ve yangın ilişkisini doğrudan ele alan araştırmaların Türkiye'de oldukça sınırlı olduğu dikkate alınmalıdır.



Şekil 5. Yaban hayatı-yangın etkileşimi: Türkiye ve diğer ülkelerdeki son 5 yıla ait (2018-2023) araştırma sayıları üzerine bir analiz

Yangın felaketleri genellikle insanların maddi ve manevi kayıplarına odaklanarak ele alınırken, doğal yaşamın bu felaketlerden nasıl etkilendiği ve yaban hayatının yaşadığı zorluklar sıkça göz ardı edilir. Medya da genellikle insan mağduriyetleri vurgulanırken, yaban hayatına dair veriler ya eksik ya da yeterince vurgulanmamaktadır. Bu durum, biyolojik çeşitliliğin korunması ve rehabilitasyonu için gereken farkındalığın oluşturulmasını engellemektedir. Yangın felaketleri sonrasında, DKMP'nin yaban hayatıyla ilgili daha kapsamlı veri toplama çabaları ve bu verilerin daha geniş kitlelere ulaştırılması, bu canlıların karşılaştığı zorluklara daha etkili çözümler bulmaya yardımcı olabilir.

Ülkemizde sıklıkla yaşanan orman yangınlarına karşı mücadelede, OGM'nin gönüllü itfaiyecilik uygulamasını yaygınlaştırarak, bu gönüllülere düzenli yangın söndürme eğitimleri verilmeli ve gerekli ekipman sağlanmalıdır. Bu yaklaşım sayesinde, yangınların etkilerini en aza indirme ve yaban hayatını koruma konusunda daha etkin bir yaklaşımı destekleyecektir. Dünya genelinde, orman yangınlarının yaban hayatına olan etkilerini sınırlamak amacıyla çeşitli stratejiler uygulanmaktadır. Bu stratejiler, yangınların izlenmesi ve erken uyarı sistemlerinin kullanımından, kurtarma operasyonlarına ve rehabilitasyon merkezlerinin işleyişine kadar bir dizi bileşeni içermektedir. Ayrıca, yaban hayatına ait habitatların yeniden oluşturulması ve farkındalık oluşturma çalışmaları da bu yönetimin önemli bir parçasını oluşturur. Bu kapsamlı yaklaşım, yangınların doğal yaşam üzerindeki etkilerini azaltarak biyolojik çeşitliliğin korunmasına ve yaban hayatının iyileştirilmesine katkı sağlar. Türkiye'de, orman yangınlarının yaban hayatına etkilerini azaltmak amacıyla DKMP tarafından benzer yaklaşımlar benimsenmekte ve yaklaşımlar Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi ve Eylem Planı (UBSEP: 2018-2028) kapsamında (DKMP 2019) kullanılmaktadır.

Dünya genelinde ve Türkiye'de yaban hayatına dönük ilk yardım yönetimleri birbirleriyle benzer unsurları içermesine rağmen; ulusal ve bölgesel koşullar, kaynaklar ve ihtiyaçlar bakımından farklılık gösterebilir. Her iki yaklaşım da yaban hayatının korunması ve doğal ekosistemlerin dengesinin sağlanması açısından büyük bir öneme sahiptir. Bu çerçevede, uluslararası ve yerel düzeydeki çabaların koordineli bir şekilde yürütülmesi ve adaptasyonun sağlanması, yaban hayatına yönelik acil müdahalelerin etkinliğini artırabilir ve biyolojik çeşitliliğin sürdürülebilirliğine katkı sağlayabilir.

TEŞEKKÜR/BİLGİLENDİRME

Bu çalışma, ilk yazarın ikinci yazar danışmanlığında Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde tamamladığı "*Türkiye'de orman yangınlarına müdahale sürecinde yaban hayatına yönelik ilk yardım yönetimi hakkında güncel bir değerlendirme*" başlıklı yüksek lisans tezinden geliştirilmiştir. Araştırma sürecine yönelik gerekli bilgi paylaşımında bulunan OGM, DKMPGM ve Trabzon Büyükşehir Belediyesi İtfaiyesi'nin ilgili çalışanlarına, bilhassa itfaiye erleri Y. BOZ, F.M. BEYAZOĞLU ve yaban hayatı veteriner hekimi G. COŞKUN'a teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

Avcı M (2000) Yeryüzünün zoocoğrafya bölgeleri ve Türkiye'nin yeri. Coğrafya Dergisi, 8: 157-200.

Aydın-Kandemir F, Demir N (2023) 2021 Turkey mega forest fires: biodiversity measurements of the IUCN Red List wildlife mammals in Sentinel-2 based burned areas. Advances in Space Research, 71(7): 3060-3075.

Coşkun G (2023) Orman yangınları ve yaban hayatı ilişkileri. (Araştırma kapsamında görüşen: Sefa YALÇIN, video ve/veya yazılı, 10 Haziran 2023)

DKMP (2019) Doğa Koruma Milli Parklar Gn. Md. Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi ve Eylem Planı (UBSEP: 2018-2028). faolex.fao.org/docs/pdf/tur208837Tur.pdf, Erişim Tarihi: 14.04.2024.

Gündoğdu E, Sarı A (2021) Orman yangınlarının yaban hayatına etkileri ve yangın sonrası habitat restorasyonu. Şu eserde: Orman yangınları orman yangınları sebepleri, etkileri, izlenmesi, alınması gereken önlemler ve rehabilitasyon faaliyetleri. 301-317, Doi: 10.53478/TUBA.2021.051

Hızal E, Akkuzu A (2002) Orman yangınlarının yaban hayatı üzerine etkileri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, B52/53(1-2): 87-94.

İlemin Y (2021) Mortality record of caracal and habitat loss for wildcat, depending on catastrophic wildfires of year 2021 in Southwestern Turkey. Biol Bull Russ Acad Sci 48(Suppl 2), S92–S95 (2021).

İşler CT, Kırgız Ö, Alakuş H, Alakuş İ (2018) Yaban hayvanlarında acil ilk yardım. Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 3(2): 14-23.

Kalem S, Ürker O, İlemin Y (Eds.) (2022) Akdeniz bölgesi'ndeki büyük orman yangınlarının ekolojik ve sosyo-ekonomik etkileri. WWF-Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı) ve NATURA Doğa ve Kültür Koruma Derneği, 63 Syf., İstanbul, ISBN: 978-605-9903-31-8.

Ketcham SL, Koprowski JL (2013) Impacts of wildfire on wildlife in arizona: a synthesis. s. 345-350. Şu eserde: Merging science and management in a rapidly changing world: Biodiversity and management of the Madrean Archipelago III and 7th Conference on Research and Resource Management in the Southwestern Deserts (Gottfried, Gerald J.; Folliott, Peter F.; Gebow, Brooke S.; Eskew, Lane G.; Collins, Loa C.: eds.); 2012 May 1-5; Tucson, AZ. Proceedings. RMRS-P-67. Fort Collins, CO: U.S.D A Forest Service, Rocky Mountain Research Station. RMRS-P-67. pp: 345-350.

Köse O (2012) CBS teknikleri kullanılarak orman yollarının yangın koruma amaçlı değerlendirilmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş.

OGM (1976) Orman Genel Müdürlüğü. Orman yangınlarının önlenmesi ve söndürülmesinde görevlilerin görecekleri işler hakkında yönetmelik. (mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/3.5.712520.pdf), Erişim Tarihi: 14.03.2024.

OGM (1995) 285 Sayılı Tebliğ (Orman yangınlarının önlenmesi ve söndürülmesinde uygulama esasları). Orman yangınlarıyla mücadele daire başkanlığı, https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/mevzuat/tebligler#ınplviewhash58977e40-c54e-46d6-8521 addb4970b469=paged%3dtrue-p_sortbehavior%3d0p_tarih%3d19861230%252022%253a00%253a00-p_ıd%3d5-pagefirstrow%3d41, Erişim Tarihi: 12.03.2023.

OGM (2020) OGM 2010-2019 yılları arasında meydana gelen orman yangını verileri. ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler (Erişim Tarihi: 14.03.2024)

OGM (2022) Yıllık (2017-2022) orman yangını istatistiği. https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler (erişim tarihi: 25.07.2023)

Özden S, Kılıç H, Ünal H, Birben Ü (2012) Orman yangını-insan ilişkisi. Türkiye Ormancılar Derneği Yayını, Ankara, ISBN: 978-9944-0048-7-9.

Özkazanç N.K, Ertuğrul M (2011) Orman yangınlarının fauna üzerine etkileri. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 13(19):128-135.

Özkazanç N. K, Kurdoğlu O (2023) Orman yangınlarının yaban hayatı üzerindeki etkileri. Şu eserde: Orman yangınları (Kavgacı, A., Başaran, M.: Editörler). Türkiye Ormancılar Derneği yayını, s.358-375, Ankara.

Özmiş M (2022) Ekosistem hizmeti oluşturan kırsal etkinliklere yönelik ödeme eğiliminin belirlenmesi: orman alanlarında küçükbaş hayvan yetiştiriciliği yapılarak orman yangını riskinin azaltılması örneği. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Doktora Tezi, Isparta.

Özkan L, Öztürk N (2019) Orman yangınları ve yaban hayatı. Doğanın Sesi Dergisi, 2(4): 67-74.

Sekercioglu CH, Anderson S, Dalfes HZ (2011) Turkey's globally important biodiversity in crisis. Biological Conservation, 144 (12): 2752-2769.

Tavşanoglu Ç, Pausas JG (2022) Turkish postfire action overlooks biodiversity. Science 375 (6579): 391.

TBB (2022) Trabzon Büyükşehir Belediyesi Fotoğraf Galerisi. trabzon.bel.tr/Web/Fotograflar, Erişim Tarihi: 20.19.2023.

Turan Ö (2019) Orman yangınları ve insan ilişkilerinin farklı ilgi grupları açısından incelenmesi. Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Artvin.

URL-1 OGM Orman Yangınlarıyla Mücadele Dairesi Başkanlığı'nın görevleri. ogm.gov.tr/tr/kurulusumuz/merkez-birimleri/orman-yanginlariyla-mucadele-dairesi-baskanligi, Erişim Tarihi: 13.03.2024.

URL-2 OGM Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü. Orman yangınlarıyla mücadele şube md.'nün görevleri. ogm.gov.tr/canakkaleobm/kurulusumuz/orman-yanginlariyla-mucadele-sube-mudurlug, Erişim Tarihi: 13.03.2024.

URL-3 Av ve yaban hayvanlarının ve yaşam alanlarının korunması, zararlılarıyla mücadele usul ve esasları hakkında yönetmelik. (resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/10/20051024-2.html; Erişim Tarihi: 13.03.2024

Ürker O, Tavşanoğlu Ç, Gürkan B (2018) Post-fire recovery of the plant community in *Pinus brutia* forests: active vs. indirect restoration techniques after salvage logging. iForest - Biogeosciences and Forestry, 11 (5): 635-642.

Ürker O, İlemin Y, Ergan G, Kemer N (2024) Korunan alanlarda orman yangınları sonrası ekolojik restorasyon rehberi. NATURA Doğa ve Kültür Koruma Derneği Yayınları, ss: 60, Marmaris, 2024. ISBN: 978-625-98684-0-0.

WWF (2017) WWF-Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı). Yabani hayvanların ilkyardım, tedavi ve rehabilitasyonu. wwf.org.tr/?7860/yabani-hayvanlarin-ilkyardim-tedavi ve-rehabilitasyonu, Erişim Tarihi: 01.12.2023.

WWF (2022) WWF-Türkiye. Türkiye'deki yaban hayatı kurtarma ve rehabilitasyon merkezleri. yanginveyabanhayati.org.tr/turkiyedeki-yaban-hayati-kurtarma-ve-rehabilitasyon-merkezleri/, Erişim Tarihi: 01.12.2023.

Yorulmaz T (2014) Biyolojik kaçakçılık ve omurgalı hayvanlarımız. Tabiat ve İnsan, 187: 3-12.

Artvin Çoruh Üniversitesi
Orman Fakültesi Dergisi
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Yıl: 2024, Cilt: 25, Sayı:2, Sayfa:124-132

ofd.artvin.edu.tr

Artvin Coruh University
Journal of Forestry Faculty
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Year: 2024, Vol: 25, Issue:2, Pages:124-132

İzmir Bölgesi bazı dış mekân süs bitkisi üretim ve satış fidanlıklarının performanslarına etki eden kriterlerinin analitik ağ süreci yöntemi kullanılarak önceliklerinin belirlenmesi

Determination of the priorities of the criteria affecting the performance of some outdoor ornamental plant production and sales nurseries in Izmir Region by using analytical network process method

Necmettin GÜR[1*], Özgür KAHRAMAN[2] Şeyda GÜR[3]

[1] Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Çanakkale
[2] Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Çanakkale
[3] Harran Üniversitesi, Organize Sanayi Meslek Yüksekokulu, Şanlıurfa

Eser Bilgisi / *Article Info*
Araştırma makalesi / *Research article*
DOI: 10.17474/artvinofd.1506940

Sorumlu yazar / *Corresponding author*
Necmettin GÜR
e-mail: n.gur25@gmail.com

Geliş tarihi / *Received*
30.06.2024
Düzeltme tarihi / *Received in revised form*
09.09.2024
Kabul Tarihi / Accepted
09.09.2024
Elektronik erişim / *Online available*
15.10.2024

Anahtar kelimeler:
Dış mekân süs bitkileri
Fidanlık işletmeleri
İzmir
AAS
Performans yönetimi

Keywords:
Outdoor ornamental plants
Nursery enterprises
İzmir
ANP
Performance management

Özet

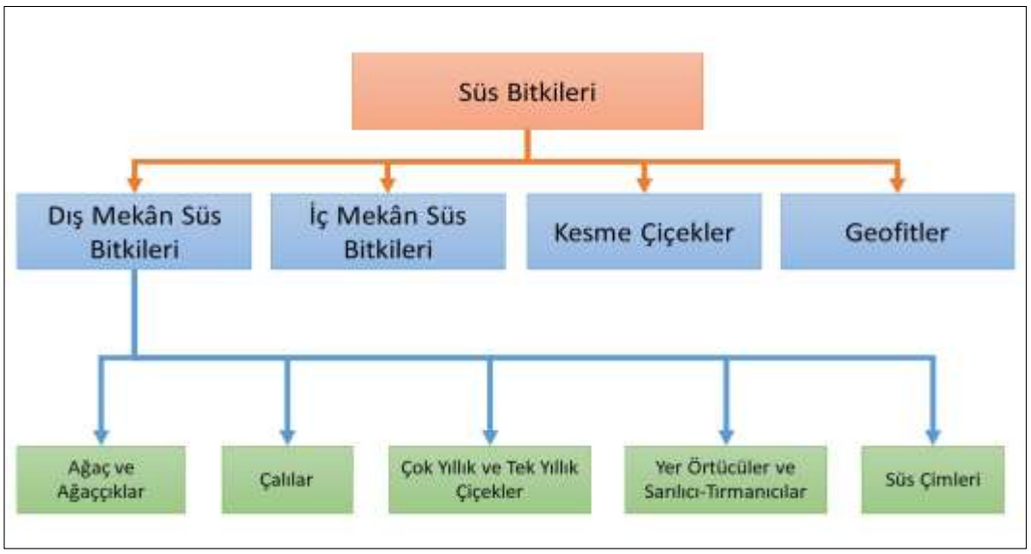
Dış mekân süs bitkileri çeşitli görsel etkileri ve işlevsel özellikleri ile bitkisel tasarımda yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Bu bitkiler Türkiye ve Dünya'da önemli bir sektör ve geniş bir pazara sahiptir. Fidanlık işletmelerinin dış mekân süs bitkisi üretim ve satışını üst düzeyde gerçekleştirebilmesi önemlidir. Bu çalışma ile dış mekân süs bitkisi üretimi ve satışı yapan bazı fidanlık işletmelerinin performansına etki eden kriterlerin ağırlık derecelendirmesi belirlenmiştir. Analitik Ağ Süreci Yöntemi (AAS) kullanılarak bu kriterler arasında ikili ilişkiler kurulmuş ve kriter etkilerinin ağırlık derecelendirilmesi yapılmıştır. Kriterler arası etkileşimlerin kurulması ve kriterlerin etkilerinin ağırlık değerlendirilmesi sürecinde İzmir ilinde faaliyet gösteren 6 farklı ilçedeki toplam 20 işletmeden uzman görüşü alınmıştır. AAS yöntemi uygulama sürecinde işletmelerin performanslarına etki eden 11 kriter içerisinden en ağırlıklı etki derecesi "İklim" kriterinde belirlenmiştir. Kriterlerin etki ağırlık derecelerinin sıralanmasına göre İzmir ili özelindeki fidanlık işletmelerine bazı önerilerde bulunulmuştur.

Abstract

Outdoor ornamental plants are used extensively in plant design with their various visual effects and functional features. These plants have an important sector and a wide market in Türkiye and the world. It is important for nursery businesses to be able to produce and sell outdoor ornamental plants at a high level. With this study, the weight rating of the criteria affecting the performance of some nursery enterprises that produce and sell outdoor ornamental plants was determined. Using the Analytical Network Process (ANP), bilateral relationships were established between these criteria and the weight of the criterion effects was rated. In the process of establishing interactions between criteria and evaluating the weight of the effects of the criteria, expert opinions were received from a total of 20 businesses in 6 different districts operating in Izmir. Among the 11 criteria affecting the performance of businesses in the ANP application process, the most significant impact level was determined in the "Climate" criterion. Some suggestions were made to nursery enterprises in Izmir province, according to the ranking of the impact weights of the criteria.

GİRİŞ

Süs bitkileri çevresel katkıları, insan-doğa ilişkisini geliştirmesi ve toplumsal gelişmişliğin simgesi olarak kentsel yaşamın önemli bir parçasıdır. Süs bitkileri; çiçek, yaprak, dal, gövde, meyve veya yapısal formu gereği estetik olarak oldukça etkili, işlevsel özelliklere sahip, ekonomik değeri olan ve bu amaçla üretimi yapılan dekoratif bitki türleridir (Uzunoğlu ve ark. 2015). Süs bitkileri kentsel ve kırsal alanlarda iç veya dış mekân süs bitkisi olarak peyzaj planlama ve tasarım çalışmalarında yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Süs bitkileri dış mekân süs bitkileri, iç mekân süs bitkileri, kesme çiçekler ve geofitler olarak dört farklı alt gruba ayrılmaktadır (Arslan 2020). Dış mekân süs bitkileri grubu park ve bahçeler, karayolları ve çeşitli rekreasyon alanlarının düzenlenmesi gibi peyzaj çalışmalarında kullanılan, üretim ve pazarlaması yapılan bitki türleridir. Ayrıca dış mekân süs bitkileri kendi içerisinde ağaç ve ağaççıklar, çalılar, çok yıllık ve tek yıllık çiçekler, yer örtücüler ve sarılıcı-tırmanıcılar, süs çimleri olarak 5 alt grupta sınıflandırılmaktadır (Şekil 1) (Çevik Küçük ve ark. 2023).



Şekil 1. Süs bitkilerinin ve dış mekân süs bitkilerinin sınıflandırılması

Süs bitkilerinin üretimi hem ülkemizde hem de dünyada uzun bir geçmişe sahiptir. Bu bitkilerin üretimleri açık alanlarda veya örtü altında gerçekleşmektedir. Bu üretim alanlarına genel olarak fidanlık denilmektedir. Fidanlıklar; tarıma uygun olan veya uygun olmayan muhtelif arazilerde kurulu, farklı ticari öneme sahip çeşitli bitki türlerinin yapay orman oluşturma, park ve bahçelerde kullanma vb. amaçlar için yetiştirilip hazırlandığı ve satışa sunulduğu özel alanlar ve işletmelerdir (Kılıç ve Yılmaz 2020). Başlarda fidanlıklar her türlü bitki fidanını üreten işletmeler olarak faaliyet göstermeye başlamıştır. Fakat daha sonraki süreçlerde kendi içerisinde spesifik olarak ihtisaslaşmaya başlamışlardır. Orman fidanlıkları, iç ve dış mekân süs bitkileri fidanlıkları, meyve fidanlıkları gibi farklı gruplara ayrılmışlardır (Kıymaz Kıvraklar 2017). Geçmişten günümüze ulaşım ağlarının gelişmesi süs bitkisi üretim-satış pazarını ve fidanlık işletmelerinin Dünya'da çok geniş bir alana yayılmasının önünü açmıştır (Taşçıoğlu ve Kuzucu 2019). Türkiye'de de süs bitkilerinin sektör olarak gelişmesi dünyadaki gelişmelere paralel olarak nitelikli elemanların artması, fidanlık işletmelerinin yaygınlaşması ile birlikte genişlemiştir. Süs bitkisi üretim ve satış sektörü önce İstanbul ve Yalova çevresinde başlayarak gelişmeye başlamış sırasıyla İzmir, Antalya ve Akdeniz Bölgesi illeri daha sonra diğer bölgelerimizde yayılmaya başlamıştır (Beyhan ve ark. 2015). Sektörde süs bitkisi üretim miktarı 2009 yılında 57 milyon civarındayken daha sonraki yıllarda bu sayının artarak ilerlediği, 2016 yılına gelindiğinde üretim miktarının 412 milyon adet civarına geldiği görülmüştür. TÜİK'in 2023 yılı verilerine göre süs bitkisi üretimi 2 milyar 163 milyon civarındadır. Üretilen süs bitkisi pazarının %34.7'sini 749 769 771 adetle dış mekân süs bitkileri oluşturmaktadır (TÜİK 2024). Gittikçe gelişen süs bitkisi üretimi ve satışı sektöründe dış mekân süs bitkisi üretim ve satışı yapan fidanlık işletmelerinin kalite ve performansının arttırması bu sektörün gelişmesi adına oldukça önemlidir. Dış mekân süs bitkisi fidanlık işletmelerinin gelişmesini sağlayacak ve performansını etkileyecek kriterlerin belirlenmesi, değerlendirilmesi ve bu kriterlerin önem sıralamasının yapılması sektörün geliştirilmesine katkı sağlayacaktır (Ay 2009, Gür ve Erduran Nemutlu 2022). Fidanlık işletmelerinin performanslarına etki eden faktörlerin belirlenmesi ve bu faktörlerin önem derecelerinin sıralanması birçok farklı etmenin sürece dâhil olmasından nedeniyle çok ölçütlü karar verme problemidir. Kriterlerin belirlenmesi, değerlendirilmesi ve sıralanması aşamasında, problemlerin çözülmesinde çok ölçütlü karar verme yöntemleri kullanılmaktadır. Dış mekân süs bitkisi üretimi ve satışı yapan fidanlık işletmelerinin performansına etki eden kriterlerin sıralanmasında ve değerlendirilmesinde nicel yaklaşımların kullanılması işletmeler için uzun vadeli planlama stratejileri oluşturmaları ve olası sorunların önüne geçilmesi, önlem alınması konusunda nitel yaklaşımlara göre daha sağlam bir temel oluşturmaktadır (Gür ve ark. 2023). Çok ölçütlü

karar verme yöntemleri, birden fazla seçeneğin ve alternatifin olduğu karar verme aşamasında belirsizlik durumlarının ortadan kaldırılmasında, nitel değerlendirmelerin yanında bu işlemlerin nicel sonuçlara dönüştürülmesinde kullanılan yöntemlerdir. Analitik Ağ Süreci (AAS) yöntemi de çok ölçütlü karar verme yöntemlerinin içerisinde yer almaktadır. AAS yöntemi kullanılarak belirli kriterlerin ağırlıklandırılması yapılabilir ve bu ağırlık sıralamaları üzerinden kantitatif değerlendirmeler ve yorumlamalar gerçekleştirilebilir (Saçan ve Eren 2022).

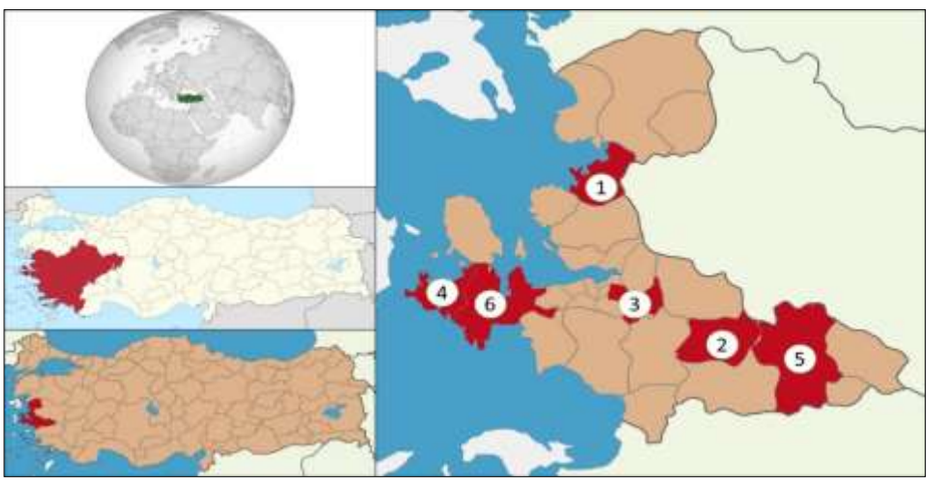
Bu çalışma ile dış mekân süs bitkisi üretimi ve satışı yapan bazı fidanlık işletmelerinin performansına etki eden kriterlerin ağırlık derecelendirmesi belirlenmiş ve İzmir ili özelindeki fidanlık işletmelerine bazı önerilerde bulunulmuştur.

.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Bu çalışma İzmir ilinin 6 farklı ilçesinde dış mekân süs bitkileri üretim ve satış sektöründe faaliyet gösteren 20 fidanlık işletmesinde yürütülmüştür. Bu işletmelerdeki uzman görüşlerinden ve literatürden faydalanılmıştır. Uzman görüşü alınan fidanlıklar Aliağa, Bayındır, Buca, Çeşme, Ödemiş ve Urla'da yer almaktadır (Şekil 2). Aliağa ve Buca'dan 2'şer adet, Bayındır, Çeşme, Ödemiş ve Urla'dan ise 4'er adet, bu çalışmaya katılmaya istekli işletmelerden uzman görüşü alınmıştır.



Şekil 2. Uzman görüşü alınan fidanlık işletmelerinin bulunduğu ilçeler: 1) Aliağa, 2) Bayındır, 3) Buca, 4) Çeşme, 5) Ödemiş, 6) Urla

Yöntem

Çalışma üç aşamada gerçekleştirilmiştir. İzlenen aşamalar aşağıdaki gibidir:

- 1. Aşama: Dış mekân süs bitkisi fidanlık işletmelerinin verimliliğine, etkinliğine, sürdürülebilirliğine ve benzeri ölçütlerde ulaşılmak istenilen hedeflere açılan yolda en çok etkili kriterlerin literatür taramalarıyla belirlenmiştir.
- 2. Aşama: AAS yönteminde kriterler arası ikili ilişkilerin ve kriterlerin etki ağrılıklarının belirlenmesi sürecini belirlemek amacıyla işletme sahibi olan bir kişiden ya da işletmelerde görevli olan bir peyzaj mimarından uzman görüşleri alınmıştır.
- 3. Aşama: AAS yöntemi uygulanarak kriterleri ikili ilişkileri oluşturulmuş, kriterlerin ağırlık etkileri belirlenmiş ve İzmir özelindeki işletmelere bu ağrılık sıralamaları üzerinden önerilerde bulunulmuştur.

Analitik Ağ Süreci Yöntemi (AAS)

Analitik ağ süreci, Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen, karmaşık sorunları çözmek için birden fazla karar faktörünün arasındaki karşılıklı bağımlılığın analiz edildiği çok ölçütlü bir karar verme yöntemidir (Saaty 2013). AAS yöntemi yine Saaty tarafından geliştirilen ve kriterlerin ağırlık hesaplamalarının, karar verme faktörlerinin birbiri ile bağımsız olduğu temeline dayanan analitik hiyerarşi süreci (AHP) yönteminden farklılık gösterir (Sonel ve ark. 2023). AAS yönteminde kriterler arasındaki iç ve dış bağımlı ilişkiler dikkate alınarak tanımlanan problem ağ yapısı ile modellenerek problemin ağ yapısındaki her kümenin üstünlükleri belirlenebilir (Jamali ve ark. 2023).

Analitik Ağ Süreci Yöntemi (AAS) Aşamaları

AAS yöntemi birbirini takip eden 5 aşamadan oluşmaktadır (Heidarisoltanabadi ve ark. 2024):

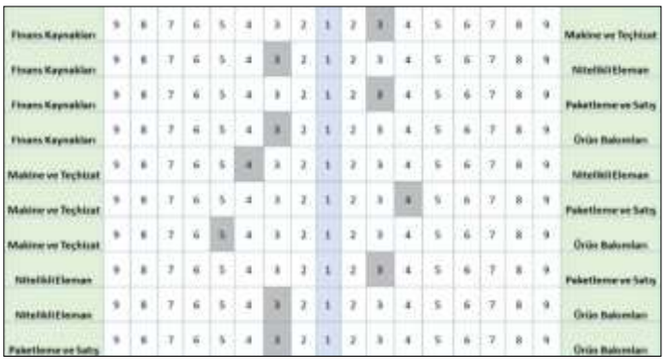
- *1. adım: problem tanımının yapılması*: Çözüm için ele alınacak problem tanımlanarak seçim veya değerlendirme sürecinde etkili olan kriterler, alt kriterler ve alternatifler uzman kişilerin görüşleri dikkate alınarak belirlenir.

- *2. adım: ağ yapısının oluşturulması*: Yöntemin bu aşamasında belirlenen kriterler ve faktörler arasındaki ilişkiler, bağımlılıklar ve etkileşimler gösterilir.

- *3. adım: ikili karşılaştırma matrislerinin yapılması*: Belirlenen kriterler arasındaki önem derecelerinin belirlenebilmesi adına ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur. Kriterlerin birbirine olan üstünlükleri uzman görüşleri ile belirlenir. Bu matris yapısında üstünlükler belirlenirken Saaty'nin 1-9 skalası kullanılır. Saaty'nin 1-9 skalası Şekil 3'te belirtilmiştir. Saaty'nin 1-9 skalası kullanılarak oluşturulan örnek ikili karşılaştırma matrisi ise Şekil 4'te belirtilmiştir.

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit Derecede Önemli	Her iki kriter de eşit derecede öneme sahiptir.
3	Orta Derecede Önemli	Kriterlerden biri diğerine göre biraz daha önemlidir.
5	Kuvvetli Derecede Önemli	Kriterlerden biri diğerine göre kuvvetle daha önemlidir.
7	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kriterlerden biri diğerine göre yüksek derecede kuvvetle daha önemlidir.
9	Mutlak Derecede Önemli	Kriterlerden biri diğerine göre çok yüksek derecede kuvvetle daha önemlidir.
2, 4, 6, 8	Ara Değerler	Karşılaştırılan kriterler arasında küçük farklılıklar olduğu zamanlarda kullanılır

Şekil 3. Saaty'nin 1-9 skalası (Eryürük ve ark. 2022).



Şekil 4. İkili karşılaştırma matrisi örneği

- *4. adım: önem derecelerinin hesaplanması ve tutarlılık analizlerinin yapılması*: Alternatiflerin seçimine ve değerlendirilmesinde etkili olan kriterlerin önem derecesinin belirlenmesi bu adımda amaçlanmaktadır. Oluşturulan ikili karşılaştırma matrislerinde uzmanların vermiş oldukları kararların tutarlı olup olmadığı ölçülür ve bu değer 0.1'in altında ise tutarlı olarak kabul edilir.

- *5. adım: süper matris oluşturulması*: Tüm ikili karşılaştırmaların yer aldığı ağırlıklandırılmamış süper matris yapısı oluşturulduktan sonra ilgili alt kriterlerin ağırlıklarının çarpılması yoluyla ağırlıklandırılmış süper matris oluşturulur. Bu işlemden sonra süper matris yapısının satırları aynı değeri alana kadar büyük dereceden kuvveti alınır ve limit süper matris oluşturulur. Bu matris yapısı ile faktörlerin karar verme süreci üzerindeki etkisi gösterilir (Arjomandi ve ark. 2021).

BULGULAR

Yöntemin ilk aşamasında dış mekan süs bitkileri üretim ve satış işletmelerinin performanslarına etki eden kriterler literatür taraması sonucu belirlenmiştir. Nihai kriterler ve bu kriterleri belirlemede faydalanılan literatür kaynakları ise Çizelge 1'de belirtilmiştir.

Çizelge 1. Kriterler ve faydalanılan literatür kaynakları

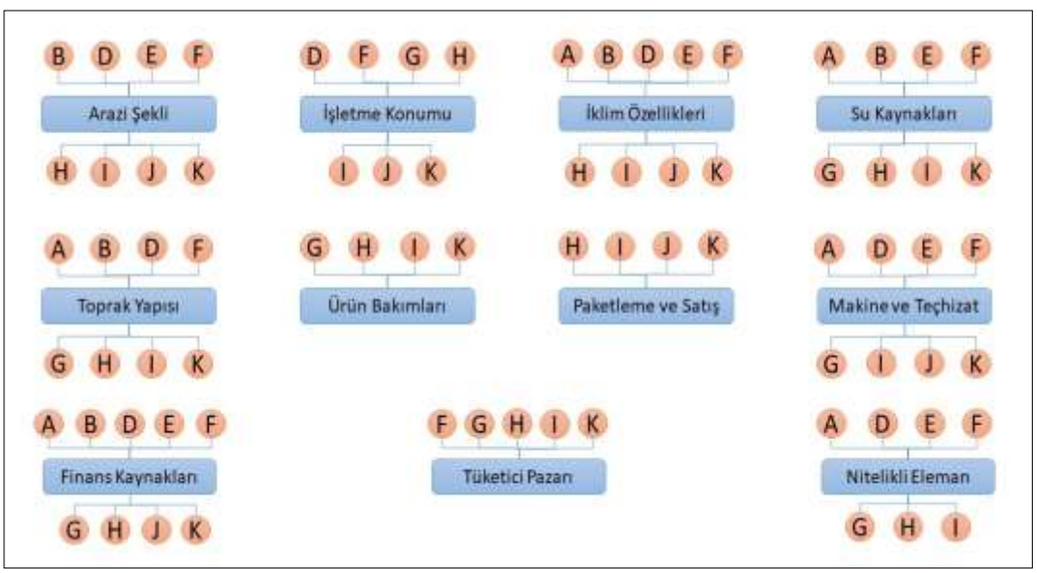
Kriter kodu	Kriterler	Faydalanılan literatür kaynakları
A	Arazi şekli	Alkan (2003)
B	İşletme konumu	Haque ve ark. (2007)
C	İklim özellikleri	Cebeci (2010)
D	Su kaynakları	Asiedu ve ark. (2012)
E	Toprak yapısı	Erduran Nemutlu (2013)
F	Ürün bakımları	Kurt (2015)
G	Paketleme ve satış	Cengiz ve ark. (2017)
H	Makine ve teçhizat	Kıymaz Kıvraklar (2017)
I	Finans kaynakları	Jacob ve ark. (2018)
J	Tüketici pazarı	Kural (2019)
K	Nitelikli eleman	Taştan (2019) Gür ve Erduran Nemutlu (2022)

- *Arazi şekli*: Arazi şekli olarak düz veya hafif meyilli, drenaj problemi olmayan, tarla kenarı ve deniz kenarı olmayan yerlerde kurulması gerekmektedir.
- *İşletme konumu*: Fidanlık işletmelerinin herhangi bir şekilde elektrik, haberleşme ve ulaşım olmayan mevkilerde bulunması gerekmektedir.
- *İklim özellikleri*: İşletmelerin üretim ve satışı konusunda soğuk iklim şartlarından olumsuz etkilenmemesi için ılıman iklim kuşağındaki bölgeler tercih edilmelidir. Bu durum vejetasyon döneminin uzunluğunu da etkileyeceğinden özellikle dikkat edilmesi gereken konulardan biridir. Fidanlıklar yağış miktarı ve dağılımı yeterli olan alanlarda bulunmalıdır. Üretimde bitkilerin yaşamsal düzenini etkileyecek düzeyde mevsimsel sıcaklık dengesizliği, kuvvetli rüzgâr ve don etkilerinin görülmemesine dikkat edilmelidir.
- *Su kaynakları*: Fidanlıklar içinde veya yakınında, yeterli miktarda, ucuz ve uygun vasıfta su bulunan yerlerde kurulmalıdır. Su kaynaklarının bitki hastalıklarına sebep olmayacak şekilde temiz, tuzluluktan uzak, mineral bakımından dengeli olmalıdır.
- *Toprak yapısı*: Fidanlık işletmelerinin üretim alanlarında toprağın organik maddece zengin üst yüzeyinin yeterli derinlikte olması gerekmektedir. Aynı zamanda bu üretim alanında kök derinliğine ve gelişimine engel teşkil etmeyecek tekstürde olması, taş ve kaya sorunlarının görülmemesi gerekmektedir. Toprağın bitkilerin gelişimini optimum seviyede sağlayabileceği biçimde temel besin elementleri yönünden zengin olmalıdır.
- *Ürün bakımları*: Dış mekân süs bitkilerinin üretimden satışa kadarki sürecinde yabancı ot, mantar ve böcek gibi zararlardan korunması gerekmektedir. Bakım uygulamalarında kullanılacak ilaçlar doğru dozajlarda, doğru zamanda ve tekniklerde uygulanması gerekmektedir. Bitkilerin budama takvimlerine, çelik alma ve tohum toplama zamanlarına da dikkat edilmelidir.
- *Paketleme ve satış:* Ürünler satışa hazır olduğu yani görsel etkisini maksimum seviyede sergilediği zamanlarda satışa sunulmalıdır. Bitkilerin tüketiciler tarafından taşınabileceği şekilde kırık olmayan ya da yırtık olmayan saksı veya poşetlerde satışı yapılmalıdır. Hastalıklı veya görsel dezenformasyona uğramış ürünler satışa sunulmamalıdır. Müşteri portföyü doğru okunmalı ve kolay satış yapılabilecek bitki türü yelpazesi oluşturulmalıdır.
- *Makine ve teçhizat*: Fidanlık işletmeleri üretim ve bakım sırasında gerekli olan bütün makine ve teçhizatlara sahip olmalıdır. Bu materyallerin bakımlarının eksiksiz yapılması ve kullanacak

kişilerin makine ve teçhizatlar hakkında gerekli bilgiye ve deneyime sahip olması gerekmektedir. Özellikle yaralanma ve ölüme sebebiyet verebilecek ürünler için gerekli önlemlerin eksiksiz ve hatasız şekilde alınması, işletmedeki tüm çalışanların makine ve teçhizatların yaratabileceği tehlikeler bakımından bilgilendirilmeleri gerekmektedir.

- *Finans kaynakları*: Fidanlık işletmelerinin farklı alt dallara ayrılmış biçimde maliyet kalemleri olabilir. Nakliye, ham madde, elektrik, çalışan maliyetleri vb. kalemler örnek olarak verilebilir. İşletmeler bu maliyet kalemlerini kaldırabilecek finansal güce sahip olması gerekmektedir. Ham maddeyi temin edebilmeli, gerekli faturaları ve çalışan maaşlarını ödeyebilmeli, nakliye ve benzeri araçların teminini sağlayabilmelidirler.
- *Tüketici paz*arı: İşletmelerin süs bitkisi ürünlerini direkt olarak alıcıya aktarabilmeli ya da peyzaj tasarım firmaları gibi farklı kanallar aracılığı ile pazarlara ulaştırabilmelidirler.
- *Nitelikli eleman*: İşletmelerde nitelikli eleman istihdamı üretim planlamasını, üretim hızını ve ürün kalitesini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle nitelikli eleman istihdamı fidanlık işletmelerinde üretim ve satışı etkileyen önemli bir kriterdir.

Çalışma yönteminin ilk aşaması tamamlanıp kriterler belirlendikten sonra kriterler arası ikili ilişkilerin oluşturulması ve kriterlerin ağırlık değerlerinin belirlenmesi için materyalde belirtilen 20 işletmede bulunan 1 işletme sahibi ya da firmalarda görevli olan 1 peyzaj mimarından uzman görüşleri alınmıştır. Uzman görüşleri sonrasında AAS yöntemi uygulamasına geçilmiştir. AAS yönteminin ilk adımında problem tanımı olarak fidanlık işletmelerinin performansına etki eden kriterlerin ikili ilişkilerinin kurulması ve ağırlık etki değerlerinin sıralanması olarak belirlenmiştir. Problem tanımının belirlenmesinden sonra AAS yönteminin ikinci adımına geçilmiştir. Bu adımda literatür taramaları ile belirlediğimiz kriterler arasındaki ağ yapısı ve ikili ilişkileri oluşturulmuştur. Kriterler arasındaki ilişki ve ağ yapısı Çizelge 1'deki kriter kodları kullanılarak Şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 5. Kriterler arası ikili ilişkiler ve ağ yapısı

AAS yöntemin ilk iki adımının tamamlanmasının ardından üçüncü adıma geçilmiştir. Ağ yapısındaki etkileşimlere göre ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. İkili karşılaştırma matrisleri aralarında ilişki bulunan iki kriterin birbirine göre kıyaslaması yöntemde belirtildiği gibi Saaty'nin 1-9 skalası ile yapılmıştır.

İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasından sonra AAS yönteminin bir sonraki aşamasına geçilmiştir. Bu aşamada kriterlerin önem derecesi hesaplanmış ve ağırlıklandırılmıştır. Yapılan karşılaştırmalarda tutarlılık oranları 0.1'den düşük olduğu görülmüştür. Bu, yapılan karşılaştırmaların ve değerlendirmelerin tutarlı ve sağlam olduğunu ifade etmektedir. Çizelge 2'de tüm karşılaştırma matrislerinden elde edilen kriter ağırlıkları gösterilmiştir.

Çizelge 2. AAS yöntemi ile belirlenen kriter ağırlıkları ve önem dereceleri sıralaması

Sıralama	Kriterler	Kriter ağırlıkları
1	İklim	0.188
2	Su kaynakları	0.128
3	Toprak yapısı	0.126
4	Arazi şekli	0.103
5	İşletme konumu	0.089
6	Finans kaynakları	0.085
7	Ürün bakımları	0.075
8	Makine ve teçhizat	0.074
9	Nitelikli eleman	0.064
10	Paketleme ve satış	0.043
11	Tüketici pazarı	0.025

AAS yönteminin sonucunda çıkan öncelik değerlerine göre literatür taramaları ile belirlenen kriterler ve uzman görüşleri ile ikili ilişkileri kurulan kriterlerden fidanlık işletmelerinin performansına en çok etki eden kriter "İklim" olarak bulunmuştur. Daha sonrasında bakıldığında ise sırasıyla "Su Kaynakları" ve "Toprak Yapısı" kriterleri fidanlık işletmelerinin performansında iklimden sonraki en etkili kriterler olarak görülmektedir. Literatürde işletmelerin performanslarına etki eden kriterlerin belirlendiği ve bu kriterlerin ağırlık sıralamalarının yapıldığı, değerlendirildiği ve yorumlandığı birçok çalışma bulunmaktadır. Özcan ve ark. (2017), çalışmalarında AAS ve TOPSIS yöntemlerini kullanarak Türkiye'de yenilenebilir enerji alternatiflerini değerlendirmişlerdir. Çalışmada Türkiye'nin yenilenebilir enerji üretiminde önemli bir potansiyelinin olduğundan ve ülkedeki kaynakların verimli, sürdürülebilir, kesintisiz ve güvenilir şekilde kullanılması amacı doğrultusunda yatırım önceliklerini değerlendirmişlerdir. Yenilebilir enerji kaynakları hakkında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın geliştirdiği strateji ve kriterleri AAS yöntemi kullanarak ilişkilendirmişler ve kriterlerin ağırlık değerlerini belirlemişler ve sıralamışlardır. Özkaya (2017), çalışmasında akıllı şehirler seçim kriterlerini AAS yöntemi kullanarak öncelik sıralaması üzerine bir uygulama gerçekleştirmiştir. Çalışmada akıllı şehirler için belirlenen kriterlerin farklı durumlarda göreceli olarak değerlendirildiği ve şehirler üzerinde bu kriterlerin ikili ilişkilerinin değerlendirilmediğini belirtmiştir. Ancak AAS yöntemi kullanarak akıllı şehirler için gerekli olan kriterlerin ikili ilişkililerinin ağ yapısının sağlanması ve ağırlık etki değerlerinin belirlenmesinin bu şehirlerin planlamasında daha etkili bir yöntem olacağını belirtmiştir. Akıllı şehirler için gerekli olan belirli kriterleri AAS yöntemi kullanarak bu kriterlerin ağırlıklandırılmasını yapmış, ikili ilişkilerini kurmuş ve kriterlerin ağırlık etki sıralamasını oluşturarak yorumlamıştır. Çat ve ark. (2022), çalışmalarında tekstil sektöründeki risk analizi kriterlerini AAS yöntemi ile analiz etmiş ve bu konuda risk analizindeki kriterlerin etki değerlerini sıralamış ve değerlendirmişlerdir. Bursa'daki bir firmanın tehlike ve risk değerlendirmeleri kapsamındaki kriterleri sınıflandırmışlardır. Daha sonrasında bu kriterlerin birbirleri ile olan ilişkilerini belirlemek ve kriterlerin etki sıralamasını oluşturmak için AAS yöntemini kullanmışlardır. Sonuç olarak sektördeki en etkili risk etmenini makine, iş ekipmanları ve aletleri olarak belirlemişlerdir. Benzer çalışmalar bu yönüyle incelendiğinde dış mekân süs bitkisi üretim ve satış işletmelerinin performanslarına etki eden kriterlerin belirlendiği ve bu kriterler arasında ikili ilişkilerin kurulduğu, kriterlerin ağırlık etki değerlerinin yani hangi kriterin işletmeler üzerinde en etkili olduğuyla ilgili bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Bu çalışma ile yöntem olarak benzerlik gösteren çalışmalardan farklı olarak peyzaj mimarlığı ve peyzaj ekonomisinde önemli bir yere sahip olan dış mekân süs bitkisi üretimi ve satışı yapan fidanlıkların performanslarına etki eden kriterlerin birbirleri ile olan ilişkilerinin kurulması ve ağırlık etki değerlerinin belirlenip bu etkilere göre işletmelere

önerilerde bulunulabileceği, AAS yönteminin bu noktada kullanılabilirliği görülmüştür.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuçlara göre "İklim" kriterler arasında ikili ilişkilerde diğer kriterler ile en çok ağ yapısı oluşturan kriter olduğu görülmüştür. Ayrıca "İklim" kriterlerin ağırlık dereceleri sıralamasında da en üst sırada olduğu tespit edilmiştir. Buna göre İzmir yöresindeki işletmelerinin Meteoroloji Genel Müdürlüğü İzmir İstasyonu ile yıl boyunca devamlı bir şekilde koordineli olması gerekmektedir. Sıcaklık, yağış, nem, rüzgâr, evapotranspirasyon vb. gibi veriler için ilgili kamu kuruluşları uygun alt ve üst limitleri belirlemeli, işletme sahiplerinin arazileri için bu konuda ortalama veriler elde etmesi istenmeli ve işletme izinleri verilirken bu durumun öncelikli olması sağlanmalıdır. İşletmelerinin performansına en etki eden kriterlerden su kaynakları ağırlık derece olarak ikinci sırada gelmektedir. İZSU ve ilçe belediyeleri su kaynaklarının uzaklığı, miktarı, yeterliliği ve kullanılabilirliği konusunda işletmelere bu konuda destek verebilir. İşletmeler yeterli miktarda ve kullanılabilir su kaynağına sahip olsalar da bulundukları ilçelerin süs bitkisi kooperatifleri tarafından suyu verimli ve sürdürülebilir kullanılması konusunda teşvik edilebilir. Normal su kaynaklarının yanında yağmur suyu veya atıksu arıtma suyu gibi alternatif su kaynaklarının kullanımı yaygınlaştırılabilir. Toprak yapısı kriteri, ağırlık değerleri sıralamasında iklim ve su kaynakları kriterinden sonra işletmelerin performansına en çok etki eden üçüncü kriter olarak belirlenmiştir. Toprağın elverişsiz olduğu ortamlarda bitkilerin gerekli besin maddelerini almakta zorlanabileceği unutulmamalıdır. Doğru ürün bakımları, makine ve teçhizat kullanımları, ilaçlama ve gübreleme konusunda tarım il müdürlüğü veya ilçe müdürlüklerince fidanlık işletmelerinden düzenli raporlama istenmesi ve bu konuda eğitimlerin verilmesi işletmelere katkı sağlayacaktır. Ayrıca fidanlık işletmesi sahiplerinin makine ve teçhizatlar, ürün bakımları konularındaki fuarlara katılmaları teşvik edilmeli. İşletmelerin dünya standartlarında yenilikçi teknolojilerin gerisinde kalmamaları, seri üretim ve iş ağını geliştirmeleri konusunda önünü açabileceği gerçeği unutulmamalıdır.

Tüm bu noktalardan bakıldığında hizmet kalitesi ve sürdürülebilir kazanç, bu çalışmada belirlenen kriterler arası ikili ilişkiler ve kriterlerin ağırlık derecelendirmeleri ile yakın ilişkilidir. İzmir bölgesi özelinde fidanlık işletmeleri, bu çalışmadaki kriterlerin etki ağırlıkları ile önceliklerini bilerek uzun vadeli planlama stratejileri oluşturabilir.

KAYNAKLAR

Alkan H. (2003) Maliyet yönetim aracı olarak hedef maliyetleme ve devlet orman fidanlık işletmelerinde uygulanabilirliği. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi, Isparta.

Arjomandi MA, Dinmohammadi F, Mosallanezhad B, Shafiee M (2021) A fuzzy DEMATEL-ANP-VIKOR analytical model for maintenance strategy selection of safety critical assets. Advances in Mechanical Engineering, 13(4): 1-21.

Arslan H (2020) Ankara kenti açık yeşil alanlarında kullanılan meyve türlerinin belirlenmesi ve peyzaj mimarlığında süs bitkisi olarak değerlendirilme olanakları. Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg., 34(Özel Sayı): 99-114.

Asiedu JBK, Owusu-Sekyere JDD, Taah KJ, Van Der Puije GC, Ocloo E (2012) The nursery industry in Ghana: prospects and challenges. ARPN Journal of Agricultural and Biological Science, 7(6): 443-453.

Ay S (2009) Süs bitkileri ihracatı, sorunları ve çözüm önerileri: Yalova ölçeğinde bir araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 14(3): 423-443.

Beyhan Ö, Demir T, Yılmaz M, Gürel A (2015) Sakarya ilinde dış mekân süs bitkileri yetiştiriciliği potansiyeli, problemleri ve çözüm önerileri. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, (2): 43-47.

Cebeci T (2010) Samsun ilinde süs bitkisi yetiştiriciliği yapan işletmelerde üretim etkinliği, kararlılık durumu ve pazarlama yapısı. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Samsun.

Cengiz B, Keçecioğlu Dağlı P, Yiğittekin S (2017) Peyzaj ekonomisi açısından peyzaj ve süs bitkileri fidanlık işletmelerine yönelik sektörel bir analiz. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 19(2): 50-62.

Çat F, Kocaağa S, Ercin EM, Gündüz T, Özalp BT (2022) Tekstil sektöründe risk değerlendirmelerinin ANP yöntemi ile analizi. Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 27(2): 597-616.

Çevik Küçük Ö, Arslan ZF, Aksoy N (2022) Saksıda yetiştirilen dış mekân süs bitkileri üretimini etkileyen yabancı otların tespiti ve sürdürülebilir yönetimi: Sakarya ili fidanlıkları örneği. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 28(2): 379-397.

Erduran Nemutlu F (2013) Çanakkale'de dış mekân süs bitkisi işletmelerinin değerlendirilmesi. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 13(1): 72-83.

Eryürük Ş, Kürüm Varolgüneş F, Varolgüneş S (2022) Assessment of stakeholder satisfaction as additive to improve building design quality: AHP-based approach. Journal of Housing and the Built Environment, 37(1): 505-528.

Gür Ş, Karakuş K, Yeşilyurt B, Eren T (2023) Sağlık hizmetleri performans yönetiminde kritik başarı faktörlerinin AAS yöntemi ile değerlendirilmesi. International Journal of Engineering Research and Development, 15(1): 40-48.

Gür N, Erduran Nemutlu F (2022) İzmir-Urla bölgesindeki dış mekân süs bitkisi işletmelerinin değerlendirilmesi. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 10(2): 312-321.

Haque MA, Miah MA, Rashid MA (2007) An economic study of plant nursery business in Gazipur and Jessore Districts of Bangladesh. Bangladesh Journal of Agricultural Research, 32(3): 375-385.

Heidarisoltanabadi M, Elhami B, Imanmehr A, Khadivi A (2024) Determination of the most appropriate fertilizing method for apple trees using multi-criteria decision-making (MCDM) approaches. Food Science & Nutrition, 12(2): 1158-1169.

Jacob DE, Nelson İU, Udo ES (2018) Profitability of ornamental plant business in Akwa Ibom State, Nigeria. Eurasian Journal of Forest Science, 6(1): 35-43.

Jamali A, Robati M, Nikoomaram H, Farsad F, Aghamohammadi H (2023) Urban resilience assessment using hybrid MCDM model based on DEMATEL-ANP method (DANP). Journal of the Indian Society of Remote Sensing, 51(4): 893-915.

Kılıç E, Yılmaz M (2020) Mehmet Tevfik Bey'in 1917 yılı verilerine göre hendek orman fidanlığı raporu ve önemi. Ormancılık Araştırma Dergisi, 7(1): 49-61.

Kıymaz Kıvraklar M (2017) Dış mekân süs bitkileri üretim işletmelerinde maliyetleme ve raporlama. Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi, Sakarya.

Kural S (2019) Bayındır (İzmir)'da süs bitkisi yetiştiriciliği. Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Manisa.

Kurt İ (2015) Afyonkarahisar Orman Fidanlık Müdürlüğünde fidan üretim maliyetleri üzerine araştırmalar. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 15(3): 1-7.

Özcan EC, Ünlüsoy S, Eren T (2017) ANP ve TOPSIS yöntemleriyle Türkiye'de yenilenebilir enerji yatırım alternatiflerinin değerlendirilmesi. Selcuk University Journal of Engineering, Science And Technology, 5(2): 204-219.

Özkaya G (2017) Akıllı şehir seçim kriterlerinin ANP yöntemi ile önceliklerinin belirlenmesi ve bir uygulama. Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Saaty TL (2013) The modern science of multicriteria decision making and its practical applications: The AHP/ANP approach. Operations Research, 61(5): 1101-1118.

Saçan B, Eren T (2022) Dijital pazarlama strateji seçimi: SWOT analizi ve çok ölçütlü karar verme yöntemleri. Politeknik Dergisi, 25(4): 1411-1421.

Sonel E, Gür Ş, Eren T (2023) Analysis of problems experienced ın eco-industrıal park installatıon by ANP method. Eskişehir Teknik Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi-C Yaşam Bilimleri ve Biyoteknoloji, 12(2): 53-63.

Taşçıoğlu S, Kuzucu M (2019) Kent yaşamında dış mekân süs bitkilerinin önemi ve kullanıcı tercihleri: Kilis örneği. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 21(3): 624-632.

Taştan A (2019) Bursa, Yalova ve Sakarya'da odunsu süs bitkisi üretimi ve satışı yapan özel fidanlıkların değerlendirilmesi. Bursa Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Bursa.

TÜİK (2024) Bitkisel Üretim İstatistikleri. https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2023-49535#:~:text=S%C3%BCs%20bitkileri%20%C3%BCretim%20miktar%C4%B1%202023,bir%20paya%20sahip%20oldu%C4%9Fu%20g%C3%B6r%C3%BCld%C3%BC. Erişim Tarihi: 19.04.2024.

Uzunoğlu F, Bayazit S, Saçan Mavi K (2015) Küresel iklim değişikliğinin süs bitkileri yetiştiriciliğine etkisi. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(2): 66-75.

Artvin Çoruh Üniversitesi
Orman Fakültesi Dergisi
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Yıl: 2024, Cilt: 25, Sayı:2, Sayfa: 133-143

ofd.artvin.edu.tr

Artvin Coruh University
Journal of Forestry Faculty
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Year: 2024, Vol: 25, Issue:2, Pages: 133-143

The potential of Bursa city parks to provide natural food for urban wildlife

Bursa kent parklarının kentsel yaban hayatına doğal besin sağlama potansiyeli

Zeynep UĞURLU[1*] Mustafa YILMAZ[2]

[1]Bursa Technical University, Faculty of Forestry, Department of Landscape Architecture, Institute of Graduate Studies, Bursa
[2]Bursa Technical University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Bursa

Eser Bilgisi / *Article Info*
Araştırma makalesi / *Research article*
DOI: 10.17474/artvinofd. 1519015

Sorumlu yazar / *Corresponding author*
Zeynep UĞURLU
e-mail: zeynepugurlu16@gmail.com

Geliş tarihi / *Received*
19.07.2024
Düzeltme tarihi / *Received in revised form*
26.08.2024
Kabul Tarihi / Accepted
09.09.2024
Elektronik erişim / *Online available*
15.10.2024

Keywords:
Fruit-bearing woody plants
Native plants
Ripe fruits
Urban biodiversity
Urban wildlife

Anahtar kelimeler:
Meyveli odunsu bitkiler
Doğal bitkiler
Olgun meyveler
Kentsel biyolojik çeşitlilik
Kentsel yaban hayatı

Abstract

This study aims to determine the periods during which fruit-bearing woody plant species in the study area parks have ripe fruits, thereby revealing the potential of these parks to provide food resources for urban wildlife. The study was conducted in three major parks in Bursa: Reşat Oyal Culture Park, Soğanlı Botanical Park and Hüdavendigar City Park. To determine the periods and durations during which each plant species bears ripe fruits, the study area parks were visited once a week for one year. During the visits, the times when the fruit-bearing woody plant species had ripe fruits were recorded on a species-time table. Reşat Oyal Culture Park hosts 32 species of fruit-bearing woody plants, Soğanlı Botanical Park has 35 species, and Hüdavendigar City Park hosts 17 species. The oldest park, Reşat Oyal Culture Park, has the highest number of native fruit-bearing plant species with 18, while the newest park, Hüdavendigar Urban Park, has the lowest number with 8 species. On a weekly average, 7.9 plants in Reşat Oyal Culture Park, 9.6 plants in Soğanlı Botanical Park, and 4.8 plants in Hüdavendigar City Park bear ripe fruits. A statistically significant difference was found between the data from Reşat Oyal Culture Park and Soğanlı Botanical Park compared to the data from Hüdavendigar City Park ($P>0.05$). In urban ecosystems, fruity woody plants provide natural food for urban wildlife. The use of native and fruit-bearing woody plant species in urban plantings has an important role in the sustainability of urban wildlife.

Özet

Bu çalışmada, çalışma alanı parklarda bulunan meyveli odunsu bitki türlerinin olgun meyve bulundurduğu zamanlar bulunarak, parkların kentsel yaban hayatı için besin tedarik edebilme potansiyellerinin ortaya koyulması amaçlanmıştır. Çalışma Bursa'nın üç büyük parkı olan Reşat Oyal Kültürparkı, Soğanlı Botanik Parkı ve Hüdavendigar Kent Parkı'nda yürütülmüştür. Tür bazında bitkilerin yılın hangi döneminde ve ne süre ile olgun meyve bulundurduğunu bulmak için çalışma alanı parklar 1 yıl boyunca haftada 1 kez ziyaret edilerek, parklarda bulunan meyveli odunsu bitki türlerinin olgun meyve bulundurdukları zamanlar tür-zaman çizelgesine işlenmiştir. Reşat Oyal Kültürparkı'nda 32, Soğanlı Botanik Parkı'nda 35, Hüdavendigar Kent Park'nda 17 meyveli odunsu bitki türü vardır. En eski park olan Reşat Oyal Kültür Parkı, 18 tür ile en yüksek meyveli doğal bitki türü sayısına sahipken, en yeni park olan Hüdavendigar Kent Parkı ise 8 tür ile en düşük doğal bitki türü sayısına sahip parktır. Reşat Oyal Kültür Parkı'nda haftalık ortalama 7.9 bitkide olgun meyve bulunurken, Soğanlı Botanik Parkında 9.6, Hüdavendigar Kent Parkında ise 4.8 tür bitkide olgun meyve bulunmaktadır. Reşat Oyal Kültürparkı ve Soğanlı Botanik Parkının verileri ile Hüdavendigar Kent Parkının verileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır ($P>0.05$). Kentsel ekosistemlerde meyveli odunsu bitkiler kentsel yaban hayatına doğal besin sağlarlar. Kent bitkilendirmelerinde doğal ve meyveli odunsu bitki türlerinin kullanımı, kentsel yaban hayatının sürdürülebilirliği için kritik öneme sahiptir.

INTRODUCTION

The natural food sources of wild animals, particularly birds, in urban areas are diminishing by the day. With urbanization, based on the perception that all green spaces possess biodiversity (Lepczyk et al. 2017), the planning, management, and preservation of urban green areas formed by natural, semi-natural and artificial ecological systems play a critical role in preserving natural biodiversity (Aronson et al. 2017). Biodiversity in urban environments, which enhances well-being through improving air and water quality, aesthetic pleasure, and recreation (McKinney 2008), also plays a significant role in educating the increasingly urbanized population about nature and species (Miller and Hobbs, 2002). To achieve biodiversity goals, it is essential to specify and prioritize the needs (Lautenschlager 1997).

Urbanization, one of the human activities leading to habitat loss (McKinney 2002), is the most common cause of species extinction (Czech et al. 2000) and results in the extinction of most natural species (Marzluf 2008, McKinney 2008). The species that thrive in these areas due to human activities are often non-native species (MicKinney 2002, Miller 2002, Turner 2004, McKinney 2006, Lepczyk et al. 2017). Based on the wildlife studies literature investigating changes in biodiversity due to urbanization, it is conceivable that native species are more suitable for restorative efforts in urban green spaces (Nielsen et al. 2014). High-quality habitats are typically composed of native species (Terman 1997). Planting with native species contributes not only to the natural plant population but also to the natural animal population (McKinney 2002). There is a positive correlation between the diversity of natural vegetation and natural bird diversity (Munyenyembe 1989, Gallinat et al. 2020). Some native fruit-bearing shrub species are nutritionally high quality compared to invasive plants during the fall migration of songbirds (Smith et al. 2013). Non-native and invasive plant species negatively affect the diversity of native plants, as well as bird and butterfly communities; thus, the type of vegetation in urban environments is crucial (Dures and Cumming 2010, Felappi 2020). Using native plant species in urban landscaping is also an indicator of a community's effort to preserve its own culture and nature (Yılmaz 2014). People interacting with high levels of local diversity tend to have a stronger sense of place and belonging (Lerman and Warren 2011).

Plants and birds have mutually adapted to each other over the course of their evolution. The size, color (Willson and Whelan 1990, Schmidt 2004), and nutritional content of fruits have evolved to facilitate their dispersal by specific bird species, while the beaks, digestive systems, and other characteristics of birds have adapted to efficiently gather, ingest, and digest these fruits (Howe 1986, Snow and Snow 1988). Certain woody species are used in urban and rural landscape projects not only for their aesthetic value within the seasonal cycle but also because their fruit characteristics contribute to the diet of various organisms, thus maintaining ecological balance and ensuring sustainability (Kılıç 2016). Food is one of the most important factors for bird survival in cities; the peak of bird migrations is when the ripe fruits on plants are at their peak (Thompson and Willson 1979). While non-migratory birds require a year-round food supply, it is essential to provide food for migratory birds during their stay in the city (Hail and Kavanagh 2013). Besides plant diversity, the horizontal and vertical complexity of vegetation is also beneficial for animal populations (Gaston and Gaston 2010, Hail and Kavanagh 2013, Felappi et al. 2020). As urbanization increases, bird species richness decreases (Melles et al. 2003); hence, fruit-bearing shrubs and watercourses are particularly important for enhancing bird populations (Jacobs et al. 2009, Jarvis 2010). Parks, as indicators of urban biodiversity, play significant ecological roles in contributing to urban wildlife. The diversity of bird species in urban areas tends to be proportional to the density of vegetation (Lancaster and Rees 1979). The selection of plant species also impacts bird diversity; evergreen plants are crucial for providing nesting sites, while fruit-bearing plants attract frugivorous birds, especially during winter. Shrubs provide many bird species with both food and nesting sites (Savard et al. 2000).

This research focused on the ripe fruiting times of urban plants, which have not been discussed in the literature so far, and aims to make a unique contribution to the ecological functions of urban green areas from urban wildlife perspective.

This study was conducted in three major parks in Bursa: Reşat Oyal Culture Park, Soğanlı Botanical Park, and Hüdavendigar City Park. The fruit-bearing woody plant species used in the parks' plant designs were identified, and the periods during which these plants bore ripe fruit over the course of a year were determined. Based on the collected data, the study aims to determine during which weeks of the year and with how many different ripe fruit species the parks have the potential to provide food for urban wildlife.

MATERIALS AND METHODS

Study Area

Bursa province is located in the south of the Marmara Region, within the Susurluk basin, between 39° 35' – 40° 40' north latitude and 28° 10' – 30° 00' east longitude, and has a surface area of 1.104.301 hectares. Bursa province predominantly experiences a Mediterranean climate, characterized by dry, hot summers and mild, rainy winters. However, as one moves inland, away from the coastal influence, the climate gradually transitions into a semi-continental type. The region's average annual temperature is 14.4°C, with a relative humidity of 68.6% and an average yearly precipitation of 691.9 mm (Zencirkıran and Akdeniz 2017). This study was conducted in three major parks of Bursa;—Reşat Oyal Culture Park, Soğanlı Botanical Park, and Hüdavendigar City Park (Figure 1).



Figure 1. Study area parks; 1. Reşat Oyal Culture Park, 2. Soğanlı Botanical Park, 3. Hüdavendigar City Park

Reşat Oyal Culture Park, one of the oldest parks in Bursa, was opened in 1955 with the aim of integrating culture, nature, and urban life into a unified space. Spanning an area of 393.000 m², the park offers various recreational facilities, including an open-air theater, a pond, and numerous walking paths, making it a preferred destination for city residents. Soğanlı Botanical Park, established in 1998 and covering 400.000 m², serves not only as a recreational area but also as a center for botanical research and conservation efforts. The park hosts a diverse collection of plant species and thematic gardens, contributing to scientific studies and environmental education. Hüdavendigar City Park, which was opened in 2015 with a focus on promoting healthy living, is the largest urban park in Bursa, encompassing 510.000 m². The park features extensive sports facilities, including jogging tracks, football fields, and outdoor gyms, as well as playgrounds and picnic areas, offering a comprehensive space for both physical activity and leisure.

Data and Analysis

From the beginning of 2021 to the end of 2021, systematic observations were carried out in the study parks weekly. Fruit-bearing woody plant species used in the parks' plant designs are the main material of the study. During the field studies, the woody plant species with fruit-bearing characteristics in the parks were identified first. The weeks in which ripe fruits were observed on the plants were recorded in the species-time table regardless of the number of ripe fruits. According to the species-time table, data were obtained for each park on the number of fruit-bearing woody species, "the weekly average number of species with ripe fruits", and "the average duration that species bore ripe fruits". The parks were compared in terms of "duration of species bearing ripe fruits" and "weekly number of species with ripe fruits" by analyses of variance (ANOVA). The differences and groupings that emerged were identified using the Tukey test. Statistical analysis was carried out using the SPSS statistical package program.

RESULTS AND DISCUSSION

Fruit-bearing plants, which have played an important role in communities for centuries, are of great importance in creating sustainable green infrastructure systems in cities as they provide a food source for both wildlife and users in open green areas (Dikmen and Yılmaz 2021). Reşat Oyal Cultural Park hosts 32 different fruit-bearing woody plant species, Soğanlı Botanical Park 35 and Hüdavendigar City Park hosts 17 fruit-bearing woody plant species (Supplementary 1, 2, 3). Although the parks generally host similar species, each park has unique plant species that distinguish it from the others. When mutual species in the parks are excluded, there are 56 species varieties of fruit-bearing woody plants in Bursa's three major parks, 27 of which are native and 29 of which are exotic.

According to the species-time table, which indicates the period and duration during which species bear ripe fruit throughout the year (Supplementary 4), the average fruit-bearing period for plants in Reşat Oyal Cultural Park is 12.9 weeks, in Soğanlı Botanical Park it is 14.2 weeks, and in Hüdavendigar City Park is 14.5 weeks (Table 1).

Table 1. Average weekly number of species bearing ripe fruit

Study areas		**Native**	**Exotic**	**Evergreen**	**Deciduous**	**Total**
Reşat Oyal Culture Park	Species number	18	14	13	19	32
	Average fruit-bearing time (week)	13.9	11.5	16.2	11.4	12.9
Soğanlı Botanical Park	Species number	16	19	20	15	35
	Average fruit-bearing time (week)	15.5	13.1	19.5	11.4	14.2
Hüdavendigar City Park	Species number	8	9	9	8	17
	Average fruit-bearing time (week)	15.3	13.7	16.1	12.8	14.5
Total	**Species number**	**27**	**29**	**24**	**32**	**56**
	Average fruit-bearing time (week)	**14.6**	**13.6**	**17.7**	**11.3**	**14.1**

Due to various reasons, there is increasing interest worldwide in planting native species in urban areas (Doody et al. 2010). Native species are exceptionally adaptable to a variety of environmental conditions, including wet or dry weather, sunny or shady environments, acidic or calcareous soils, and both fertile and barren sites. Additionally, native plants contribute to wildlife habitats, require little maintenance, are suitable for all-season use, and provide viable alternatives for natural landscape planning. They are important in maintaining biodiversity and provide opportunities to incorporate regional characteristics into landscape design. Türkiye is a country rich in a wide variety of woody plant species. Türkiye hosts more than 700 native woody plant species in its flora (Irmak 2013). However, although Türkiye is one of the richest countries in Europe in terms of plant diversity, there is a tendency towards the use of exotic plant species instead of native plant species in landscaping studies (Güneroğlu and Pektaş 2022). Reşat Oyal Culture Park, one of Bursa's oldest parks, established in 1955, contains 18 native, 14 exotic, 13 evergreen, and 19 deciduous species of fruit-bearing woody plants.

Soğanlı Botanical Park, opened in 1998, hosts 16 native, 19 exotic, 20 evergreen, and 15 deciduous species of fruit-bearing woody plants. Hüdavendigar City Park, established in 2014, includes 8 native, 9 exotic, 9 evergreen, and 8 deciduous species of fruit-bearing woody plants (Table 1). Reşat Oyal Culture Park, one of Bursa's oldest parks, hosts the highest number of native fruit-bearing woody plant species among the study area parks. It has been observed that one of the native species southern nettle tree (*Celtis australis* L.) is extensively planted in that park. However, Hüdavendigar City Park, the newest of the study area parks, has the fewest native plant species as well as the fewest fruit-bearing plant species. Native plants have a longer average fruit-bearing period than exotic plants, and evergreen plants have a longer average fruit-bearing period than deciduous plants.

Seeds, fruits and acorns of forest trees such as walnuts, chestnuts, beeches and oaks are the preferred food of squirrels, while pine cones are the preferred food of squirrels, crossbills, woodpeckers and some other birds (Ayberk 2003). Fruit-bearing plants, particularly, play a crucial role in providing sustenance for songbirds. Species such as yew, holly, hawthorn, and ivy are essential food sources for birds like the blackbird, robin, and starling (Snow and Snow 1988). These plants contribute significantly to the diet of these avian species, particularly during seasons when other food sources are scarce.

In an environment where the problem of green spaces is increasing due to urbanization, one of the most valuable areas that users can have in many ways is edible gardens (Yalçınalp and Demirci 2018). Plants, which are at the base of the terrestrial food web, provide a wide variety of food sources for animals (Kissling et al. 2008). While ripe fruits can be found every week of the year in both Reşat Oyal Culture Park and Soğanlı Botanical Park, no plants bear ripe fruits in Hüdavendigar City Park during the 15th week of the year (Figure 2).

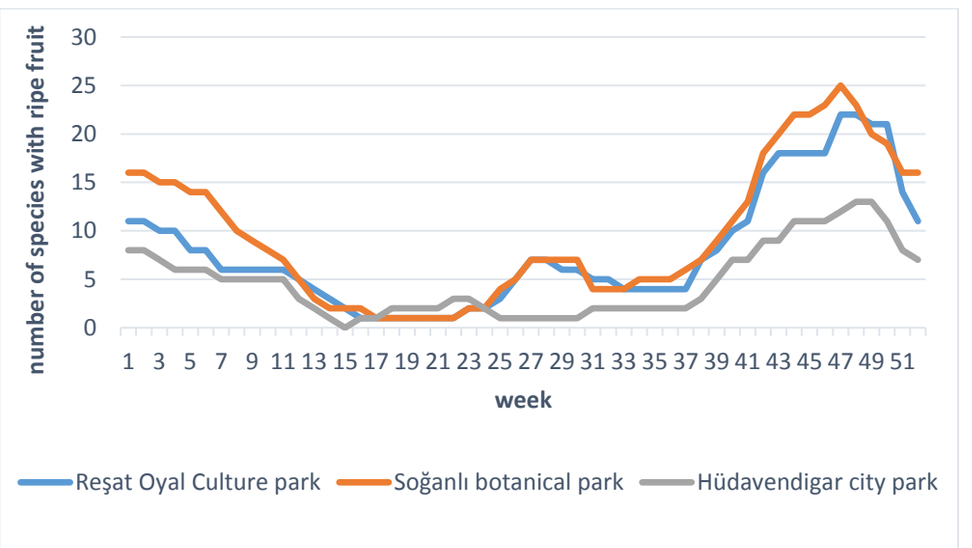


Figure 2. Weekly variation in the number of woody plant species bearing ripe fruits within the study area parks

The average number of fruit-bearing species in the three major urban parks that constitute significant green spaces in the city center of Bursa is 28. On average, there are 7.4 species with ripe fruits in the parks each week. The average duration for which these species bear ripe fruits is 13.9 weeks. Soğanlı Botanical Park has the greatest fruit diversity for the longest duration, followed by Reşat Oyal Culture park. There is a significant difference between the weekly number of species with ripe fruits in Hüdavendigar City park compared to the other parks (Table 2).

Table 2. Tukey test results of the weekly number of ripe fruit species and the duration of ripe fruit bearing among the study area parks

Study areas	Species number	Weekly number of ripe fruit species	Duration of bearing ripe fruit (week)
Reşat Oyal Culture Park	32	7.9 ± 6.1 a[1*]	12.9 ± 6.4 a
Soğanlı Botanical Park	35	9.6 ± 7.1 a	14.2 ± 6.9 a
Hüdavendigar City Park	17	4.8 ± 3.7 b	14.5 ± 6.5 a
Mean	**28**	**7.4 ± 6.1**	**13.9 ± 6.5**

*: [1]There is no statistically significant difference between values that share the same letter in the same column (P < 0,05)

Parks are an indicator of the biodiversity of cities (Gilbert 1989). There are 56 species varieties of fruit-bearing woody plants in Bursa's three major parks, 27 of which are native and 29 of which are exotic (Table 1). In several studies investigating plant diversity in residential areas, findings have indicated that certain landscape features enhance native bird diversity. To investigate urban food webs, a study of 12 residential gardens in suburban Pennsylvania, USA, half landscaped with native vegetation and the other half with exotic plants, found that gardens with natural vegetation harbored the highest numbers of butterfly larvae and insect-eating birds (Burghardt et al. 2009). For instance, in Hobart, Australia, it was observed that although native birds utilized gardens containing some exotic trees and shrubs, gardens with native plants had significantly more native birds compared to those landscaped with exotic plants (Daniels and Kirkpatrick 2006).

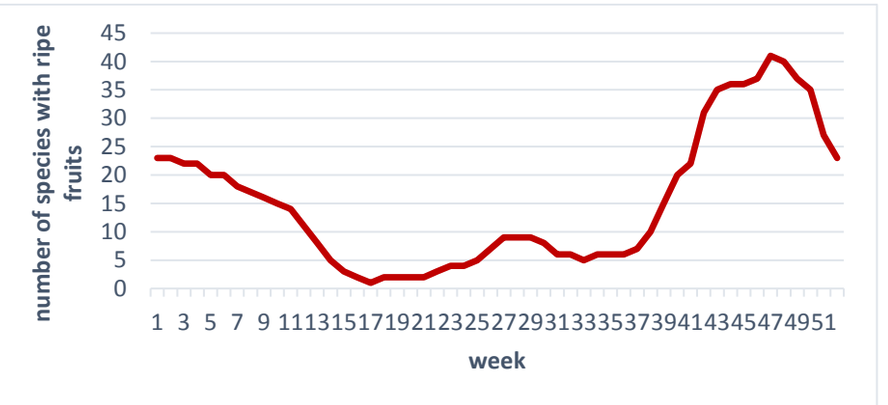


Figure 3. Total variation in the weekly number of ripe fruit species in the three parks

The 47th week, with 41 ripe fruit species, is the week with the highest diversity of ripe fruits in the study area parks (Figure 3). The 17th week, with only one plant species myrobalan plum (*Prunus cerasifera* Ehrh. 'Pissardii Nigra'), is the week with the lowest number of ripe fruits of the year. As a result of the co-adaptation of fruits and birds, the maturation of fruits varies according to the seasonal needs of birds. During the summer, when birds have the highest water requirements, fruits with a high water content are ripe. Conversely, in the winter, when birds' energy needs are greatest, fruits with the highest lipid content are ripe (Herrera 1982). In mid-summer, fruits with juicy structures particularly ripen, but their duration on the plants is not long due to their juicy nature. With the onset of autumn, in week 37, the number of species with ripe fruits in the parks increases rapidly. The total number of species with ripe fruits in Bursa parks reaches its peak in the last weeks of November, specifically in weeks 46, 47, and 48 (Figure 3). The duration of ripe fruit-bearing in evergreen plants is longer compared to deciduous plants (Snow and Snow 1988). When winter begins, in week 49, particularly due to the fruiting period of deciduous plants ending, the number of ripe fruits in the parks decreases. At the end of the year, in week 52, ripe fruits are on the plants in the parks a total of 23 plants, 18 of which are evergreen (Figure 3).

CONCLUSIONS

In this study, the fruit characteristics of woody plants used in the vegetative design of three major parks that constitute significant green spaces in the city center of Bursa were examined. The research determined the number of species and the duration of time during which these parks contained ripe fruits within a year.

Fruit-bearing plants that are unique in their ability to meet both ecological and social needs in urban landscapes; contribute to education, recreation, connection with nature, development of wildlife habitat and preservation of cultural identity (Walhowe 2022). Native and fruit-bearing plants play an important role in preserving biodiversity in the management of urban ecosystems. Differences have been found among fruiting woody plant species in the study area parks. The newest park among the study area parks, Hüdavendigar City Park, has the lowest number of native fruiting woody plant species. Although Türkiye has a rich diversity of native plant species due to its geographical location, exotic species are mainly used in urban landscaping. Native species are those that best adapt and thrive in their respective regions. In addition to their ecological functions, the use of native plants in urban landscaping would lend a distinctive character to cities that cannot be replicated elsewhere.

Although bird diversity in urban areas tends to be directly proportional to the volume of the existing vegetation, in park designs from past to present, the use of shrubs has significantly decreased due to various safety and aesthetic concerns. Shrubs, with their fruits and complex physical structures, create safe feeding and nesting areas for birds. To maintain the target level of biodiversity in urban ecosystems, mimicking nature in plant design through multi-layered plantings, where trees, shrubs, and herbaceous layers are interwoven, will ensure the support of different life forms by plants.

Based on the result of this study, parks should be evaluated according to the "Fruitfulness Index" and the importance of fruiting woody plants in vegetative design should be emphasized. The Fruitfulness Index can also draw attention to the existing contributions of parks to urban wildlife and biodiversity. For sustainable urban biodiversity, it is of great importance to prioritize the use of fruit-bearing and native plants in urban green areas and to select urban plants according to the feeding and nesting behaviors of animals.

REFERENCES

Aronson MF, Lepczyk CA, Evans KL, Goddard MA, Lerman SB, MacIvor JS, Vargo T (2017) Biodiversity in the city: key challenges for urban green space management. Frontiers in Ecology and the Environment, 15(4): 189-196.

Ayberk H (2003) Yaban hayvanlarında kış yemlemesi. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 52(2/1-2): 79-86.

Burghardt KT, Tallamy DW, Gregory Shriver W (2009) Impact of native plants on bird and butterfly biodiversity in suburban landscapes. Conservation biology, 23(1): 219-224.

Czech B, Krausman PR, Devers PK (2000) Economic associations among causes of species endangerment in the United States: associations among causes of species endangerment in the United States reflect the integration of economic sectors, supporting the theory and evidence that economic growth proceeds at the competitive exclusion of nonhuman species in the aggregate. BioScience, 50(7): 593-601.

Daniels GD, Kirkpatrick JB (2006) Does variation in garden characteristics influence the conservation of birds in suburbia?. Biological conservation, 133(3): 326-335.

Dikmen BA, Yılmaz H (2021) Erzurum kentsel açık yeşil alanlarında meyve ağaçlarının kullanımı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 52(3): 262-272.

Doody BJ, Sullivan JJ, Meurk CD, Stewart GH, Perkins HC (2010) Urban realities: the contribution of residential gardens to the conservation of urban forest remnants. Biodiversity and Conservation, 19: 1385-1400.

Dures SG, Cumming GS (2010) The confounding influence of homogenising invasive species in a globally endangered and largely urban biome: Does habitat quality dominate avian biodiversity? Biological Conservation, 143(3): 768-777.

Felappi JF., Sommer JH, Falkenberg T, Terlau W, Kötter T (2020) Green infrastructure through the lens of "One Health": a systematic review and integrative framework uncovering synergies and trade-offs between mental health and wildlife support in cities. Science of the Total Environment, 748: 141589.

Gallinat AS, Primack RB, Lloyd-Evans TL (2020) Can invasive species replace native species as a resource for birds under climate change? a case study on bird-fruit interactions. Biological Conservation, 241: 108268.

Gaston KJ, Gaston S (2010) Urban gardens and biodiversity. In The Routledge Handbook of Urban Ecology: 474-482, Routledge.

Gilbert OL (1989) The Ecology of Urban Habitats. Chapman and Hall.

Güneroğlu N, Pektaş S (2022) Yenilebilir meyve özelliği olan odunsu bitki taksonlarının peyzaj mimarlığındaki önemi: KTÜ Kanuni Kampüsü örneği. Turkish Journal of Forestry, 23(1): 79-89.

Hails CJ, Kavanagh M (2013) bring back the birds! planning for trees and other plants to support Southeast Asian wildlife in urban areas. The Raffles Bulletin of Zoology, 29: 243–258.

Herrera CM (1982) Seasonal variation in the quality of fruits and diffuse coevolution between plants and avian dispersers. Ecology, 63(3): 773-785.

Howe HF (1986) Seed dispersal by fruit-eating birds and mammals. Seed Dispersal: 123-189, Academic Press New York.

Irmak M (2013) Use of native woody plants in urban landscapes. Journal of Food. Agriculture and Environment (JFAE) (ISI): 1305-1309.

Jacobs JH, Clark SJ, Denholm I, Goulson D, Stoate C, Osborne JL (2009) Pollination biology of fruit-bearing hedgerow plants and the role of flower-visiting insects in fruit-set. Annals of Botany, 104(7): 1397-1404.

Jarvis PJ (2010) Urban animal ecology. In The Routledge Handbook of Urban Ecology (pp. 376-384). Routledge.

Kılıç T, Kazaz S, Ergür EG, Gül A (2016) Meyve özellikli odunsu bitki türlerinin peyzaj amaçlı bitkisel tasarımda kullanılabilme olanakları. IV. Süs Bitkileri Kongresi, Antalya, Nisan, pp: 358-369.

Kissling WD, Field R, Böhning-Gaese K (2008) Spatial patterns of woody plant and bird diversity: functional relationships or environmental effects?. Global Ecology and Biogeography, 17(3): 327-339.

Lancaster RK, Rees WE (1979) Bird communities and the structure of urban habitats. Canadian Journal of Zoology, 57(12): 2358-2368.

Lautenschlager RA (1997) Biodiversity is dead. Wildlife Society Bulletin, 25(3): 679-685.

Lepczyk CA, Aronson MF, Evans KL, Goddard MA, Lerman SB, MacIvor JS (2017) Biodiversity in the city: fundamental questions for understanding the ecology of urban green spaces for biodiversity conservation. BioScience, 67(9): 799-807.

Lerman SB, Warren PS (2011) The conservation value of residential yards: linking birds and people. Ecological Applications, 21(4): 1327-1339.

Marzluff JM, Ewing K (2008) Restoration of fragmented landscapes for the conservation of birds: a general framework and specific recommendations for urbanizing landscapes. Urban Ecology: An International Perspective on the Interaction Between Humans and Nature, Springer, Boston, MA, pp: 739-755.

McKinney ML (2002) Urbanization, biodiversity, and conservation: the impacts of urbanization on native species are poorly studied, but educating a highly urbanized human population about these impacts can greatly improve species conservation in all ecosystems. Bioscience, 52(10): 883-890.

McKinney ML (2006) Urbanization as a major cause of biotic homogenization. Biological Conservation, 127(3): 247–260.

McKinney ML (2008) Effects of urbanization on species richness: a review of plants and animals. Urban Ecosystems, 11: 161-176.

Melles S, Glenn S, Martin K (2003) Urban bird diversity and landscape complexity: species–environment associations along a multiscale habitat gradient. Conservation Ecology, 7(1): 5.

Miller JR, Hobbs RJ (2002) Conservation where people live and work. Conservation Biology, 16(2): 330-337.

Munyenyembe F, Harris J, Hone J, Nix H (1989) Determinants of bird populations in an urban area. Australian Journal of Ecology, 14(4): 549-557.

Nielsen AB, Van den Bosch M, Maruthaveeran S, Van den Bosch CK (2014) Species richness in urban parks and its drivers: a review of empirical evidence. Urban Ecosystems, 17: 305-327.

Savard JPL, Clergeau P, Mennechez G (2000) Biodiversity concepts and urban ecosystems. Landscape and Urban Planning, 48 (3-4): 131-142.

Schmidt V, Martin Schaefer H, Winkler H (2004) Conspicuousness, not colour as foraging cue in plant–animal signalling. Oikos, 106(3): 551-557.

Smith SB, DeSando SA, Pagano T (2013) The value of native and invasive fruit-bearing shrubs for migrating songbirds. Northeastern Naturalist, 20(1): 171-184.

Snow B, Snow D (1988) Birds and Berries. T & AD Poyser.

Terman MR (1997) Natural links: naturalistic golf courses as wildlife habitat. Landscape and Urban Planning, 38(3-4): 183-197.

Thompson JN, Willson MF (1979) Evolution of temperate fruit/bird interactions: phenological strategies. Evolution, 33(3): 973-982.

Turner WR, Nakamura T, Dinetti M (2004) Global urbanization and the separation of humans from nature. Bioscience, 54(6): 585-590.

Walhowe JL (2022) Land manager decision-making practices when establishing public fruit-bearing plants in Hennepin county municipalities, Minnesota. Urban Forestry & Urban Greening, 74: 127659.

Willson MF, Whelan CJ (1990) The evolution of fruit color in fleshy-fruited plants. American Naturalist, 136(6): 790–809.

Yalçınalp E, Demirci Ö (2018) Kent parklarında yenilebilir bitki talebine etki eden kullanıcı özellikleri. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 5(4): 666-675.

Yılmaz M (2014) Kentlerdeki bitkilendirmelerin kültürel açıdan değerlendirilmesi. Gaziantep Üniversitesi Çevre ve Ahlak Sempozyumu Bildiri Metinleri, pp: 459-465.

Zencirkıran M, Akdeniz NS (2017) Bursa kent parkları odunsu bitki taksonlarının ekolojik tolerans kriterleri açısından değerlendirilmesi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 19(2): 11-19.

SUPPLEMENTARIES

Supplementary 1. Fruit-bearing plant species list of Reşat Oyal Culture Park

Latin name	English name	Fruit colour	Fruit size	Origin
Berberis thunbergii DC. "Atropurpurea"	Japanese barberry	Red	8-12 mm	E
Celtis australis L.	Southern nettle-tree	Brown-black	9-12 mm	N
Chamaerops excelsa Thunb.	Chusan palm	Black	8-10 mm	E
Corylus avellana L.	Common hazel	Brown-green	1-2 cm	N
Cotoneaster salicifolia Franch.	Willow leaf cotoneaster	Red	6-9 mm	E
Crategus monogyna Jacq.	Common hawthorn	Red	8-10 mm	N
Diospyros kaki L.	Kaki	Orange	5-8 cm	E
Diospyros lotus L.	Date-plum	Blue-black	1.5-2 cm	N
Eriobotriya japonica (Thunb.) Lindl.	Loquat	Yellow-orange	2-4 cm	E
Hedera helix L.	Ivy	Blue-black	6-12 mm	N
Juglans regia L.	Common walnut	Green	4-5 cm	N
Juniperus virginiana L.	Red cedar	Blue	3-6 mm	E
Laurus nobilis L.	Bay	Purple-black	8-12 mm	N
Laurocerasus officinalis M. Roem.	Cherry laurel	Black	8-12 mm	N
Ligustrum vulgare L.	Common privet	Black	3-8 mm	N
Malus floribunda Van Houtte.	Japanese crab	Yellow	1 cm	E
Melia azedarach L.	Chinaberry tree	Yellow	6-10 mm	E
Morus alba L.	White mulberry	White	1.5-2.5 cm	N
Olea europea L.	Olive	Black	1-3.5 cm	N
Parthenocissus quinquefolia (L.) Planch.	Virginia creeper	Blue-black	6 mm	E
Photinia serrulata Lindl.	Red robin tree	Red	3-5 mm	E
Prunus cerasifera Ehrh. "Atropurpurea"	Myrobalan plum	Red	1-1.5 cm	E
Prunus persica Mill.	Peach	Yellow-orange	5-10 cm	E
Prunus avium L.	Wild cherry	Red	8-10 mm	E
Prunus cerassus L.	Sour cherry	Red, black	6-8 mm	E
Punica granatum L." Nana"	Pomegranate	Reddish brown	6-12cm	N
Quercus robur L.	English oak	Brown	1.5-2 cm	N
Rosa sp.	Roses	Orange	1-2 cm	N
Rubus fruticosus L.	Bramble	Purple-black	6-8 mm	N
Sambucus nigra L.	Elder	Black	6-8 mm	N
Taxus baccata L.	Common yew	Red	8-10 mm	N
Vitis vinifera L.	Grapevine	Deep purple, blue	8-30 mm	N

N: native, E: exotic

Supplementary 2. Fruit-bearing plant species list of Soğanlı Botanical Park

Latin name	English name	Fruit colour	Fruit size	Origin
Aucuba japonica Thunb.	Spotted laurel	Red	1-1.5 cm	E
Berberis julianae Schneid.	Wintergreen barberry	Blue-black	6-9 mm	E
Berberis thunbergii DC. 'Atropurpurea'	Japanese barberry	Red	8-12 mm	E
Castanea sativa Mill.	Sweet chestnut	Brown	1.5-3.5 cm	N
Celtis australis L.	Southern nettle-tree	Brown	9-12 mm	N
Cotoneaster horizontalis Decne.	Rockspray cotoneaster	Red	5-8 mm	E
Cotoneaster salicifolia Franch.	Willow leaf cotoneaster	Red	5-8 mm	E
Crataegus oxyacantha L.	European hawthorn	Red	8-10 mm	E
Corylus avellana L.	Common hazel	Brown-green	1-2 cm	N
Cydonia oblonga Mill.	Quince	Yellow	10-12 cm	E
Elaeagnus pungens Thunb.	Thorny olive	Brown	1-1.5 cm	E
Hedera helix L.	Ivy	Blue-black	6-12 mm	N
Ilex aquifolium L.	Common holly	Red	5-8 mm	N
Ilex aquifolium L. 'Variegata'	Variegated English holly	Red	5-8 mm	E
Juglans regia L.	Common walnut	Green	4-5 cm	N
Juniperus virginiana L.	Red cedar	Blue	3-6 mm	E
Laurocerasus officinalis M. Roem.	Cherry laurel	Black	8-12 mm	N
Malus floribunda Van Houtte.	Japanese crab	Yellow	1 cm	E
Malus purpurea 'Eleyi'	Purple crab	Red	1 cm	E
Morus alba L.	White mulberry	White	1.5-2.5 cm	N
Morus nigra L.	Black mulberry	Red	2-3 cm	N
Photinia serrulata Lindl.	Red robin tree	Red	3-5 mm	E
Prunus ceracifera Ehrh. 'Pissardii Nigra'	Myrobalan plum	Red	1-1.5 cm	E
Prunus persica Mill. 'Cardinal'	Peach	Yellow-orange	5-10 cm	E
Prunus avium L.	Wild cherry	Red	1-2.5 cm	E

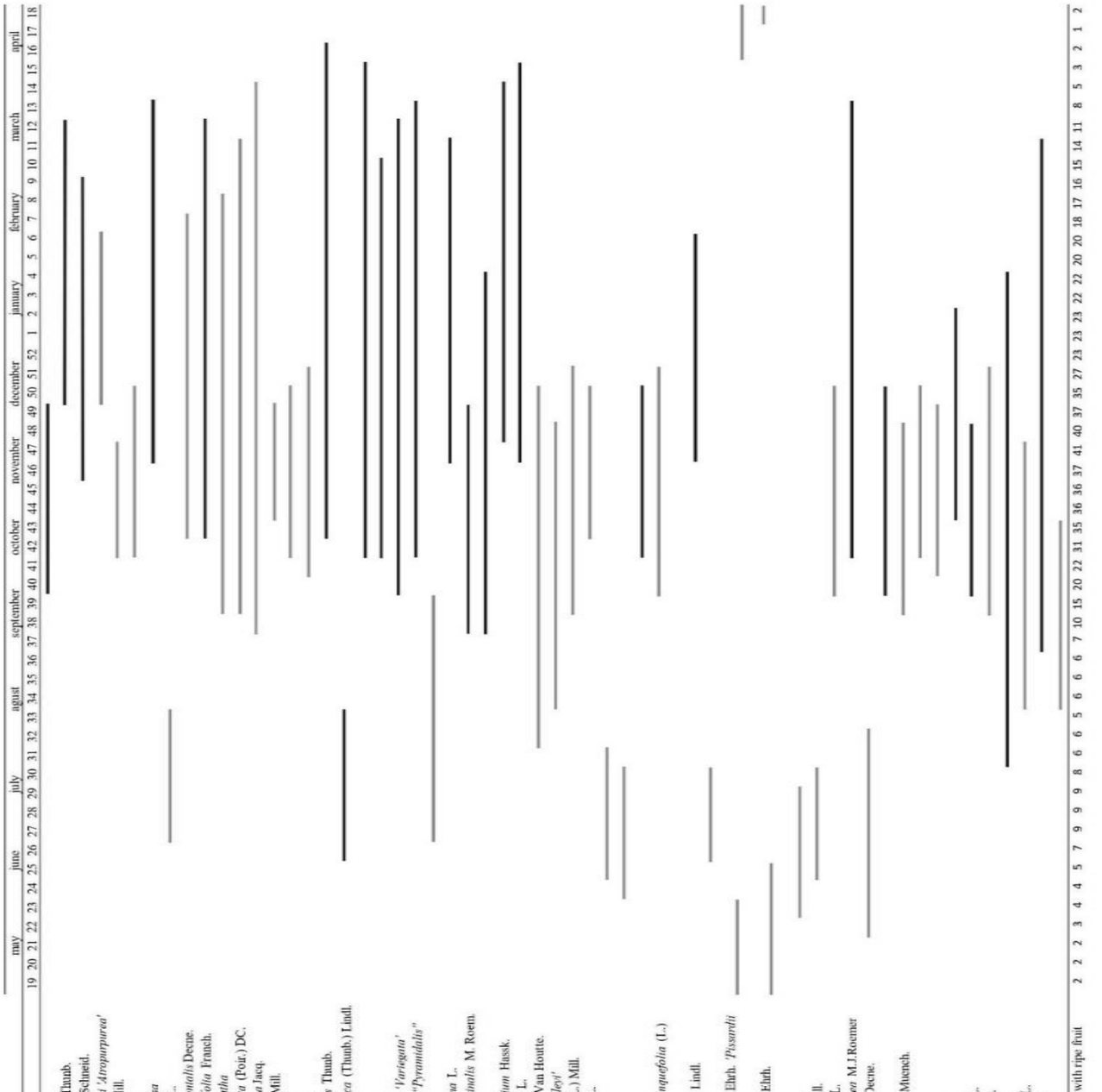
Prunus cerassus L.	Sour cherry	Red-burgundy	1-1.5 cm	E
Punica granatum L.	Pomegranate	Reddish brown	6-12cm	N
Pyracantha coccinea M.J.Roemer.	Scarlet firethorn	Red	5-7 mm	N
Quercus ilex L.	Holm oak	Brown	2-2.5 cm	N
Quercus palustris Muench.	Pin oak	Brown	1-1.6 cm	E
Quercus rubra L.	Northern red oak	Brown	1.5-3 cm	E
Rosa sp.	Roses	Orange	1-2 cm	N
Taxus baccata L.	Common yew	Red	8-10 mm	N
Viburnum opulus L.	Guelder-rose	Red	8 mm	N
Viburnum tinus L.	Laurustinus	Metallic blue	8 mm	N

N: native, E: exotic

Supplementary 3. Fruit-bearing plant species list of Hüdavendigar City Park

Latin name	English name	Fruit colour	Fruit size	Origin
Arbutus unedo L.	Strawberry tree	Red	1-3 cm	N
Berberis thunbergii DC. *"*Atropurpurea*"*	Japanese barberry	Red	8-12 mm	E
Crateagus leavigata (Poir.) DC. "Palu's Scarlet"	Midland hawthorn	Red	6-8 mm	E
Ilex aquifolium L.*"*Pyramidalis*"*	Common holly	Red	5-8 mm	N
Ligustrum ovalifolium Hassk.	Oval leaved privet	Black	3-8 mm	E
Malus sylvestris (L.) Mill.	Wild crab	Yellow-green	3-4 cm	E
Malus floribunda Van Houtte.	Japanese crab	Yellow	1 cm	E
Olea europea L.	Olive	Purple-black	1-3.5 cm	N
Photinia serrulata Lindl.	Red robin tree	Red	3-5 mm	E
Prunus cerasifera Ehrh. *"*Atropurpurea*"*	Myrobalan plum	Red	1-1.5 cm	E
Prunus cerasifera Ehrh. *"*Pissardi Nigra*"*	Myrobalan plum	Red	1-1.5 cm	E
Pyrus calleryana Decne.	Callery pear	Brown	1.5-2 cm	E
Quercus ilex L.	Holm oak	Brown	2-2.5 cm	N
Quercus robur L.	English oak	Brown	1.5-2 cm	N
Rosa spp.	Roses	Orange	1-2 cm	N
Taxus baccata L. *"*Pyramidalis*"*	Common yew	Red	8-10 mm	N
Viburnum tinus L.	Laurustinus	Metallic blue	8 mm	N

N: native, E: exotic



Supplementary 4. The species-time table shows the weeks during which fruit-bearing woody plant species in the study area parks have ripe fruits, evergreen plants are drawn in dark color

Artvin Çoruh Üniversitesi
Orman Fakültesi Dergisi
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Yıl: 2024, Cilt: 25, Sayı: 2, Sayfa: 144-153

ofd.artvin.edu.tr

Artvin Coruh University
Journal of Forestry Faculty
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Year: 2024, Vol: 25, Issue: 2, Pages:144-153

İzmir Yalıçapkını (Halcyon smyrnensis) iklim değişikliğine direnebilecek mi?

Can the White-throated Kingfisher (Halcyon smyrnensis) be able to resist climate change?

Özkan EVCİN[1*]
[1]Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Kastamonu

Eser Bilgisi / *Article Info*
Araştırma makalesi / *Research article*
DOI: 10.17474/artvinofd.1529475

Sorumlu yaz ar / *Corresponding author*
Özkan EVCİN
e-mail: oevcin@kastamonu.edu.tr

Geliş tarihi / *Received*
07.08.2024
Düzeltme tarihi / *Received in revised form*
07.09.2024
Kabul Tarihi / Accepted
09.09.2024
Elektronik erişim / *Online available*
15.10.2024

Anahtar kelimeler:
İklim değişikliği
Yaban hayatı
Ornitoloji
Su kaynakları
Ekolojik modelleme
Yalıçapkını
Türkiye

Keywords:
Climate change
Wildlife
Ornithology
Water resources
Ecological modeling
Kingfisher
Türkiye

Özet

İklim değişikliği, kuş göç modellerinin, fenolojilerinin ve tür dağılımlarının değişmesine neden olarak yaban hayatı ve kuş popülasyonları için küresel bir tehdit oluşturmaktadır. İklim değişikliği, sulak alanların azalmasına ve sulak alanlardaki habitat kalitesinin düşmesine neden olarak su kuşlarının yaşam alanlarını tehdit etmektedir. Bu çalışma, Türkiye'deki İzmir yalıçapkını (*Halcyon smyrnensis*) popülasyonunun iklim değişikliklerine karşı gelecekteki potansiyel dağılımını tahmin etmek amacıyla yapılmıştır. Maxent modelleme yaklaşımı kullanılarak, biyoiklim değişkenleri ve iki farklı senaryo (RCP 2.6 ve RCP 8.5) altında türün dağılım potansiyeli değerlendirilmiştir. Modelleme sonuçları, düşük emisyon senaryosu olan RCP 2.6 altında, İzmir yalıçapkını'nın mevcut uygun habitat alanlarının korunabileceğini, ancak yüksek emisyon senaryosu olan RCP 8.5 altında, uygun habitatların önemli ölçüde azalacağını göstermektedir. İklim değişikliğinin etkisiyle, türün dağılım alanlarında önemli bir daralma ve habitat kalitesinde düşüş beklenmektedir. Özellikle sulak alanların azalması ve habitatların parçalanması, türün gelecekteki varlığını tehdit etmektedir. Çalışma İzmir yalıçapkını popülasyonunun korunması için iklim değişikliği senaryolarının dikkate alınarak, habitat koruma ve yönetim stratejilerinin geliştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Abstract

Climate change poses a global threat to wildlife and bird populations by causing changes in bird migration patterns, phenologies and species distributions. Climate change threatens wetland habitats by causing a reduction of wetlands and deterioration of habitat quality in wetlands. This study was conducted to estimate the potential distribution of the white-throated kingfisher (*Halcyon smyrnensis*) population in Türkiye against future climate changes. Using the Maxent modeling approach, bioclimatic variables and the distribution potential of the species were evaluated under two different scenarios (RCP 2.6 and RCP 8.5). Modeling results show that under the low-emission scenario RCP 2.6, the currently suitable habitat areas of the white-throated kingfisher can be preserved, but under the high-emission scenario RCP 8.5, the suitable habitats will be significantly reduced. A significant contraction in the distribution areas of the species and a decrease in habitat quality are expected under the impact of climate change. Particularly, the reduction of wetlands and habitat fragmentation threaten the future existence of the species. The study emphasizes that habitat protection and management strategies should be developed by taking into account climate change scenarios in order to protect the white-throated kingfisher population.

GİRİŞ

İklim değişikliği, yaban hayatına yaptığı olumsuz etkilerin yanı sıra, kuş ekolojisi ve davranışlarını da çeşitli yönlerle etkileyerek küresel olarak kuş popülasyonlarının dağılımlarında önemli değişikliklere neden olmaktadır (Evcin 2023). Bu değişikliklere kuş göç modellerinin değişmesi, tür fenolojilerinin değişmesi, tür dağılımlarının değişmesi örnek verilebilir (Patterson ve Guerin 2013, Arab ve ark. 2016). Sıcaklıkların artması ve ekstrem iklim koşulları sonucunda kuş türleri yeni koşullara uyum sağlamak zorunda kalmakta olup bu durum kuş türlerinin davranışlarında ve hareket modellerinde değişikliklere yol açmaktadır (Huntley ve ark. 2006, Senapathi 2010). Büyük ölçekte bu etkiler, biyolojik çeşitliliği ve ekosistem işleyişini etkileyebilmektedir (Grinde ve Niemi 2016, Miranda ve ark. 2019, Evcin 2023). İklim değişikliğinin kuş türleri üzerindeki etkilerini anlamak ve olası olumsuz etkilerini azaltmak için kapsamlı araştırmalar ve etkili koruma stratejilerinin geliştirilmesi gereklidir (Tellería ve ark. 2016).

İklim değişikliği, tüm kuş türleri için tehdit oluşturmakla beraber, belki de en büyük etkilerini ekstrem iklim olayları sonucu habitatlarını doğrudan etkileyerek su kuşları için oluşturmaktadır. Çalışmalar, su kuşu popülasyonlarının

iklim değişikliğinin etkilerine karşı savunmasız olduğunu, sıcaklık, yağış düzenleri ve aşırı hava olaylarının su kuşlarının habitatlarını ve davranışlarını etkilediğini göstermiştir (Pearce-Higgins 2013). Su kuşları, sulak alan habitatlarına büyük ölçüde bağımlı olduğundan iklim değişikliğinin sulak alanlar üzerindeki etkisi, bunların korunması ve yönetimi için çok önemli hale gelmektedir (Dutta ve ark. 2021). Özellikle kontrolsüz tarım ve kentleşme gibi gibi antropojenik faaliyetler nedeniyle sulak alanların kaybı, yalıçapkını gibi türler de dâhil olmak üzere su kuşu popülasyonlarındaki düşüşlerle doğrudan ilişkilendirilmiştir (Yang ve ark. 2017).

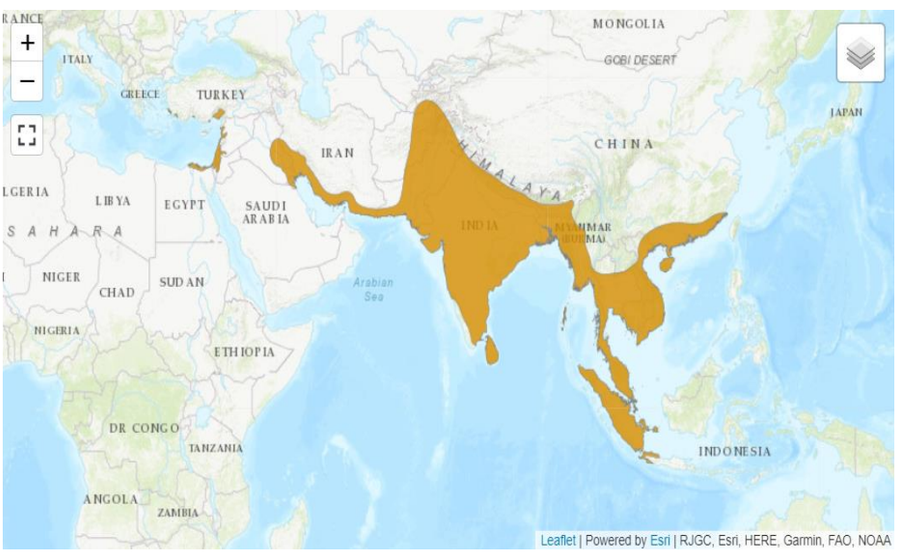
Yalıçapkınıgiller (Alcedinidae), Coraciiformes (Gökkuzgunları) takımına ait, canlı renklere sahip bir kuş familyasıdır. Bu familya Nehir Yalıçapkınıgiller (Alcedininae), Ağaç Yalıçapkınıgiller (Halcyoninae) ve Su Yalıçapkınıgiller (Cerylinae) olmak üç alt familyaya ayrılmaktadır (Gill ve ark. 2017). Morfolojik olarak yalıçapkınları büyük başları, uzun, keskin, sivri gagaları, kısa bacakları ve kısa kuyrukları ile dikkat çekmektedir. Parlak tüylere sahip olan yalıçapkınıgillerde eşeysel dimorfizm oldukça azdır. Yalıçapkınıgillerin çoğu türü sulak alanlarda ve tropik ortamlarda yaşamakta olup, küçük bir çoğunluk yalnızca ormanlarda bulunmaktadır (Fry ve Fry 2010).

Türkiye'de yayılış gösteren en büyük yalıçapkını türü olan İzmir yalıçapkını (*Halcyon smyrnensis*), özellikle ağaçlar ve tünekler bulunan açık kırsal ovalarda olmak üzere çeşitli yaşam alanlarında bulunabilen bir kuş türüdür (Naher ve Sarker 2016). Gagası kırmızı, sırt ve kuyruğu mavi, boynu ve göğsü beyazdır. Türün uzunluğu 26-29 cm arasındadır. Dişiler erkek bireylere çok benzemekte fakat kahverengi kısımlarının daha soluk olmasıyla ayrılmaktadır (Fry ve Fry 2010) (Şekil 1).



Şekil 1. Antalya Boğazkent kuş halkalama istasyonunda halkalanan bir İzmir yalıçapkını bireyi (Fotoğraf: Charles J. Sharp)

Tür Türkiye'den başlayıp, İran'dan Hindistan'a kadar ve güneydoğu Asya'dan Filipinler ve Endonezya'ya kadar olan alanda dağılım göstermektedir (Legge ve Heinsohn 2001). IUCN (2024), bu türün yayılışını Türkiye'de Ege ve Akdeniz kıyıları olarak göstermiştir. Türkiye'de çok sayıda farklı bölgelerde rastlantısal kayıt olsa da esas popülasyonlarının Ege ve Akdeniz kıyılarında olduğu bilinmektedir. Dünya üzerindeki yayılımının en kuzeybatı uç noktası İzmir'dir (Trakus 2024) (Şekil 2).



Şekil 2. İzmir yalıçapkını'nın Dünyadaki yayılış alanını gösteren harita (IUCN 2024)

Tür rüzgarlardan ve yırtıcılardan koruma sağlayan kumlu veya tınlı setlerdeki deliklerde yuva yapmaktadır (Mo ve ark. 2013). Bir üreme dönemindeki yumurta sayısı üç ile beş arasında değişmektedir. Nadiren yediye de çıkabilmektedir (Altundağ ve Karataş 2021). Küçük su birikintilerinde, tarım alanlarında, sazlık ve ağaçlıklarda gözlemlenebilir. Besin diyetini çoğunlukla balıklar, eklembacaklılar, amfibiler, sürüngenler, toprak solucanları oluşturmakta, ayrıca fare ve kuşlarla da beslendiği kayıt altına alınmıştır (Altundağ ve Karataş 2021). İnsan faaliyetlerinin türün ölüm oranlarını artırdığı tespit edilmiştir. Su kirliliği, balıklarda toksinlerin biyolojik birikimi ve su yaşam alanlarındaki değişiklikler, yalıçapkınları arasında daha yüksek ölüm oranlarıyla ilişkilendirilmiştir. Yavrular ayrıca yuvalarının su altında kalması nedeniyle ölüm riski altındadır (Kelly ve Horne 1997).

Ekolojik modellemeler, çevresel değişkenlere dayalı türlerin coğrafi dağılımlarını tahmin etmek ve çevresel değişimlere yanıt olarak meydana gelen değişiklikleri değerlendirmek için değerli bir araç olarak ortaya çıkmıştır (Evcin ve ark. 2019, Venne ve Currie 2021). Çok çeşitli algoritma ve modeller kullanılarak yapılabilen ekolojik modellemelerin son yıllarda en çok kullanılan çeşidi MaxEnt'tir. MaxEnt (Maksimum Entropi Modellemesi) türlere ait coğrafi "var" verilerini ve çevresel verileri kullanarak habitat uygunluğu ve potansiyel dağılım aralıkları hakkında öngörüler sağlayabilen bir modeldir (Elith ve ark. 2010, Cuadros ve Angulo 2023). Son yıllarda MaxEnt türlerin dağılımını tahmin etmek ve çevresel değişikliklerin habitatları üzerindeki etkilerini değerlendirmek için kullanılmıştır (Kıraç 2021, Bai ve ark. 2022, Wang ve ark. 2023).

Yapılan bu çalışmada Türkiye kıyılarında yayılış gösteren İzmir Yalıçapkını (*Halcyon smyrnensis*) türünün 2021-2040, 2041-2060 ve 2061-2080 yılları arasında iklim değişikliği senaryolarına göre yarı iyimser ve kötümser senaryolar (RCP 4.5 ve RCP 8.5) dikkate alınarak muhtemel yayılışları belirlenecek ve bu yayılışları hangi iklim faktörlerinin etkilediği tespit edilecektir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Verilerin Elde Edilmesi ve Analizi

Çalışma alanı, Türkiye'nin bulunduğu alanın tamamını kapsamaktadır. İzmir yalıçapkını'nın bulunduğu noktalar için var verileri Birdlife'a ait olan Küresel Biyoçeşitlilik Bilgi Tesisi'nden (GBIF) veritabanından indirilmiştir. Veri seti, 2024 yılı temmuz ayına kadar Birdlife'a giriş yapılan 2778 adet var verisinden oluşmaktadır. Veri kalitesini arttırmak ve aşırı uyum (overfitting) durumunda kaçınmak için, yinelenen kayıtlar ve koordinat belirsizlikleri 2 km'den fazla olanlar R programında yer alan "spThin" paketi (R Core Team 2013) ile veri setinden çıkartılmıştır.

İklim değişikliğinin türe olan etkilerinin modellenmesi için WorldClim (v2.1) veritabanından 30 arc saniye (~1km) çözünürlükte 19 adet biyoiklim haritasını içeren paket indirilmiştir (Fick ve Hijmans 2017). Türlerin dağılım aralığı, yarı iyimser (RCP4.5) ve kötümser (RCP8.5) sera gazı emisyon senaryoları ile 2021-2040, 2041-2060 ve 2061-2080 yılları için öngörülen gelecekteki iklim değişkenleri, Hadley Küresel Çevre Modeli 2-Dünya Sistemi'nin (HadGEM2-ES) iklim değişikliği senaryosuna göre indirilmiştir. İndirilen paket bantlara ayrılarak, Türkiye ölçeğinde ArcMap programı aracılığıyla kesilmiştir ve ascii formatına dönüştürülmüştür. Daha sonrasında modelin daha isabetli sonuç verebilmesi için yine R programı (R Core Team 2013) aracılığıyla bu 19 biyoiklim değişkeni Pearson korelasyon testine tabi tutulmuş ve 0.7'den yüksek korelasyon gösteren değişkenler modelden çıkartılmıştır (Çizelge 1 ve Çizelge 2).

Yapılan korelasyon analizi sonucunda, BIO 2, BIO 3, BIO 5, BIO 15 ve BIO 19 değişkenleri modellemeye girecek değişkenler olarak seçilmiştir. MaxEnt modeli için biyoiklim değişkenleri sürekli veri olarak seçilmiş, sonuçların değerlendirilmesi için tepki eğrileri ve Jackknife analizleri oluşturulmuştur. Modelin çıktı formatı için, gerçeğe en yakın sonuçları veren lojistik format kullanılmış ve düzenleme çarpanı 1 olarak alınmıştır (Phillips 2006, Baldwin 2009). Yapılan modellemede en iyi sonucu elde edebilmek için model 10 tekerrürle çalıştırılmıştır. Modelleme sonucunun başarısını ölçmek için Reciever Operating Characteristic (ROC) eğrileri kullanılmaktadır, zira bu eğrinin anlamlılığı eğri altında

kalan alanın (Area Under Curve (AUC)) büyüklüğü ile ölçülmektedir. AUC değeri 0.5-1 arasında bir değere sahiptir. AUC değeri 1'e ne kadar yakınsa, model o kadar güvenilir olarak kabul edilir (Kalleci 2023). Modeli etkileyen çevresel değişkenlerin modele sağladığı katkının değerlendirilmesinde ise Jackknife analizi kullanılmaktadır (Krebs 1998, Phillips ve ark. 2006). Son olarak, elde edilen habitat uygunluk haritaları Global Mapper (v21) yazılımı kullanılarak görselleştirilmiştir.

BULGULAR

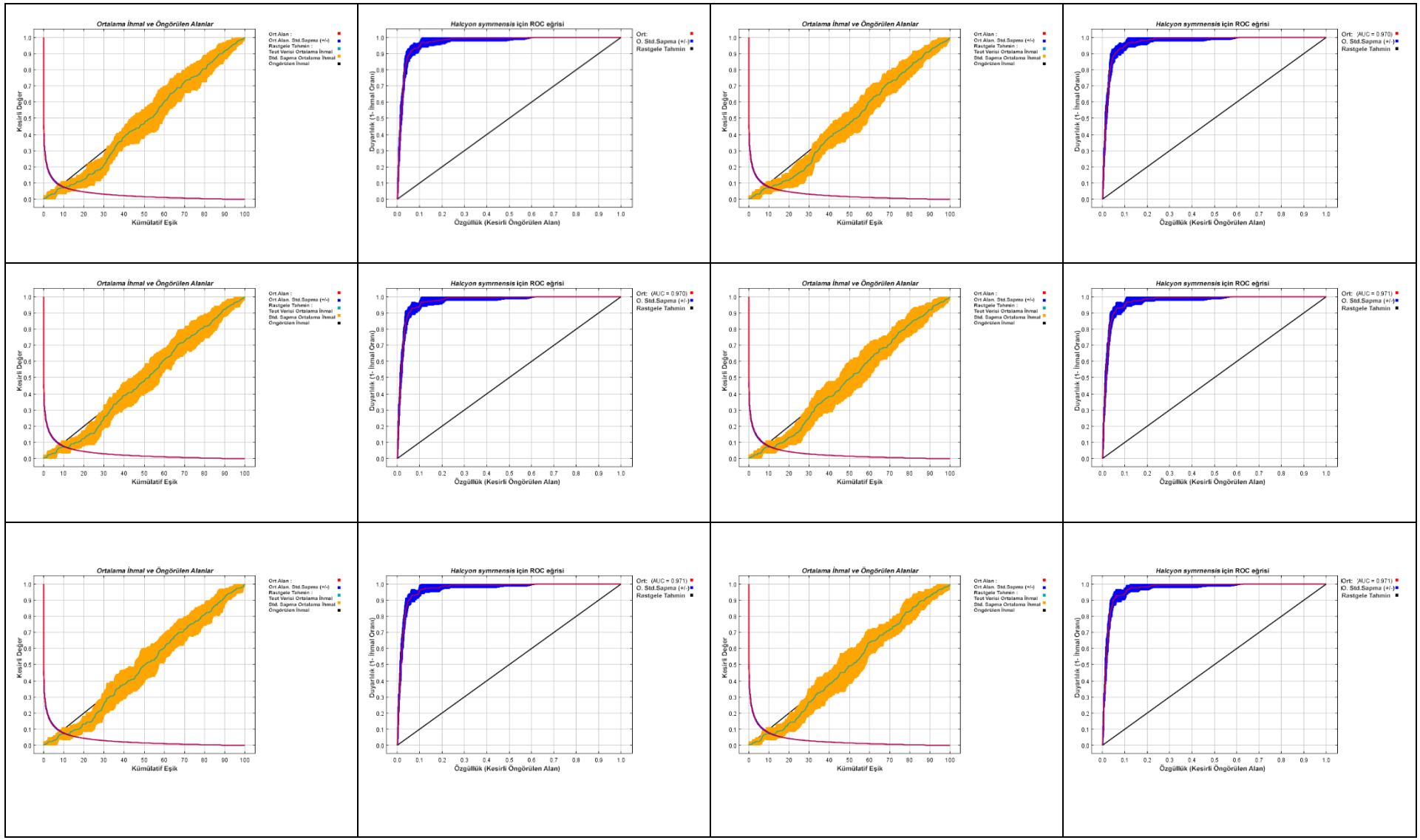
Yapılan modelleme sonucunda, elde edilen habitat uygunluk modellerinin model performansları değerlendirildiğinde AUC ortalaması 0.971 olarak bulunmuş olup yüksek güvenilirliktedir (Phillips ve ark. 2006, Baldwin 2009) (Şekil 3)

Çizelge 1. Modellemede kullanılan biyoiklim değişkenleri

Değişken Adı	Değişkenin açıklaması
BIO 1	Yıllık ortalama sıcaklık
BIO 2	Ortalama günlük aralık (Aylık ortalama (mak sıcaklık- min sıcaklık))
BIO 3	İzotermalite (BIO 2/BIO 7) (* 100)
BIO 4	Sıcaklık mevsimselliği (standart sapma * 100)
BIO 5	En sıcak ayın maksimum sıcaklığı
BIO 6	En soğuk ayın minimum sıcaklığı
BIO 7	Yıllık sıcaklık aralığı (BIO 5-BIO 6)
BIO 8	En yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı
BIO 9	En kurak çeyreğin ortalama sıcaklığı
BIO 10	En sıcak çeyreğin sıcaklık ortalaması
BIO 11	En soğuk çeyreğin sıcaklık ortalaması
BIO 12	Yıllık yağış
BIO 13	En yağışlı ayın yağış değeri
BIO 14	En kurak ayın yağış değeri
BIO 15	Yağış mevsimselliği (değişkenlik katsayısı)
BIO 16	En nemli çeyrekteki yağış
BIO 17	En kurak çeyrekteki yağış
BIO 18	En sıcak çeyrekteki yağış
BIO 19	En soğuk çeyrekteki yağış

Çizelge 2. Korelasyon analizi sonucu biyoiklim verilerine ait oluşan korelasyon matrisi

	BIO 1	BIO 2	BIO 3	BIO 4	BIO 5	BIO 6	BIO 7	BIO 8	BIO 9	BIO 10	BIO 11	BIO 12	BIO 13	BIO 14	BIO 15	BIO 16	BIO 17	BIO 18	BIO 19
BIO 1	1.0000	0.4680	0.4864	0.2250	0.9096	0.9190	0.2068	0.3997	0.8166	0.9707	0.9590	-0.3619	-0.1436	-0.4781	0.7300	-0.1187	-0.4829	-0.4790	0.1438
BIO 2	0.4680	1.0000	0.6816	0.6169	0.7126	0.1632	0.7848	0.0555	0.5137	0.5665	0.2893	-0.6437	-0.5285	-0.5666	0.5195	-0.5114	-0.5825	-0.5795	-0.3143
BIO 3	0.4864	0.6816	1.0000	-0.1310	0.4397	0.4540	0.0891	0.0022	0.4305	0.3997	0.5212	-0.3793	-0.2520	-0.3491	0.3806	-0.2533	-0.3468	-0.3566	0.0133
BIO 4	0.2250	0.6169	-0.1310	1.0000	0.5832	-0.1443	0.9529	0.0776	0.3439	0.4495	-0.0557	-0.4509	-0.3878	-0.4585	0.3995	-0.3594	-0.4822	-0.4683	-0.3398
BIO 5	0.9096	0.7126	0.4397	0.5832	1.0000	0.6895	0.5862	0.3308	0.8282	0.9749	0.7639	-0.5058	-0.2969	-0.6067	0.7651	-0.2657	-0.6189	-0.6168	-0.0204
BIO 6	0.9190	0.1632	0.4540	-0.1443	0.6895	1.0000	-0.1826	0.3463	0.7098	0.8109	0.9876	-0.1323	0.0655	-0.3011	0.5856	0.0844	-0.2964	-0.3024	0.3437
BIO 7	0.2068	0.7848	0.0891	0.9529	0.5862	-0.1826	1.0000	0.0618	0.3303	0.4163	-0.0677	-0.5387	-0.4763	-0.4867	0.3836	-0.4551	-0.5086	-0.4990	-0.4121
BIO 8	0.3997	0.0555	0.0022	0.0776	0.3308	0.3463	0.0618	1.0000	0.1126	0.3800	0.3734	-0.2066	-0.1817	0.0049	0.0749	-0.1814	0.0025	0.0733	-0.2748
BIO 9	0.8166	0.5137	0.4305	0.3439	0.8282	0.7098	0.3303	0.1126	1.0000	0.8326	0.7389	-0.4232	-0.2349	-0.6120	0.6658	-0.2090	-0.6128	-0.6880	0.1470
BIO 10	0.9707	0.5665	0.3997	0.4495	0.9749	0.8109	0.4163	0.3800	0.8326	1.0000	0.8666	-0.4250	-0.2077	-0.5463	0.7678	-0.1770	-0.5564	-0.5501	0.0663
BIO 11	0.9590	0.2893	0.5212	-0.0557	0.7639	0.9876	-0.0677	0.3734	0.7389	0.8666	1.0000	-0.2234	-0.0144	-0.3560	0.6390	0.0044	-0.3544	-0.3547	0.2662
BIO 12	-0.3619	-0.6437	-0.3793	-0.4509	-0.5058	-0.1323	-0.5387	-0.2066	-0.4232	-0.4250	-0.2234	1.0000	0.8610	0.7303	-0.3975	0.8698	0.7471	0.7174	0.7245
BIO 13	-0.1436	-0.5285	-0.2520	-0.3878	-0.2969	0.0655	-0.4763	-0.1817	-0.2349	-0.2077	-0.0144	0.8610	1.0000	0.3670	0.0161	0.9931	0.3845	0.3805	0.8774
BIO 14	-0.4781	-0.5666	-0.3491	-0.4585	-0.6067	-0.3011	-0.4867	0.0049	-0.6120	-0.5463	-0.3560	0.7303	0.3670	1.0000	-0.7612	0.3632	0.9961	0.9606	0.1616
BIO 15	0.7300	0.5195	0.3806	0.3995	0.7651	0.5856	0.3836	0.0749	0.6658	0.7678	0.6390	-0.3975	0.0161	-0.7612	1.0000	0.0329	-0.7684	-0.7386	0.2053
BIO 16	-0.1187	-0.5114	-0.2533	-0.3594	-0.2657	0.0844	-0.4551	-0.1814	-0.2090	-0.1770	0.0044	0.8698	0.9931	0.3632	0.0329	1.0000	0.3792	0.3757	0.8932
BIO 17	-0.4829	-0.5825	-0.3468	-0.4822	-0.6189	-0.2964	-0.5086	0.0025	-0.6128	-0.5564	-0.3544	0.7471	0.3845	0.9961	-0.7684	0.3792	1.0000	0.9641	0.1801
BIO 18	-0.4790	-0.5795	-0.3566	-0.4683	-0.6168	-0.3024	-0.4990	0.0733	-0.6880	-0.5501	-0.3547	0.7174	0.3805	0.9606	-0.7386	0.3757	0.9641	1.0000	0.1230
BIO 19	0,1438	-0.3143	0.0133	-0.3398	-0.0204	0.3437	-0.4121	-0.2748	0.1470	0.0663	0.2662	0.7245	0.8774	0.1616	0.2053	0.8932	0.1801	0.1230	1.0000



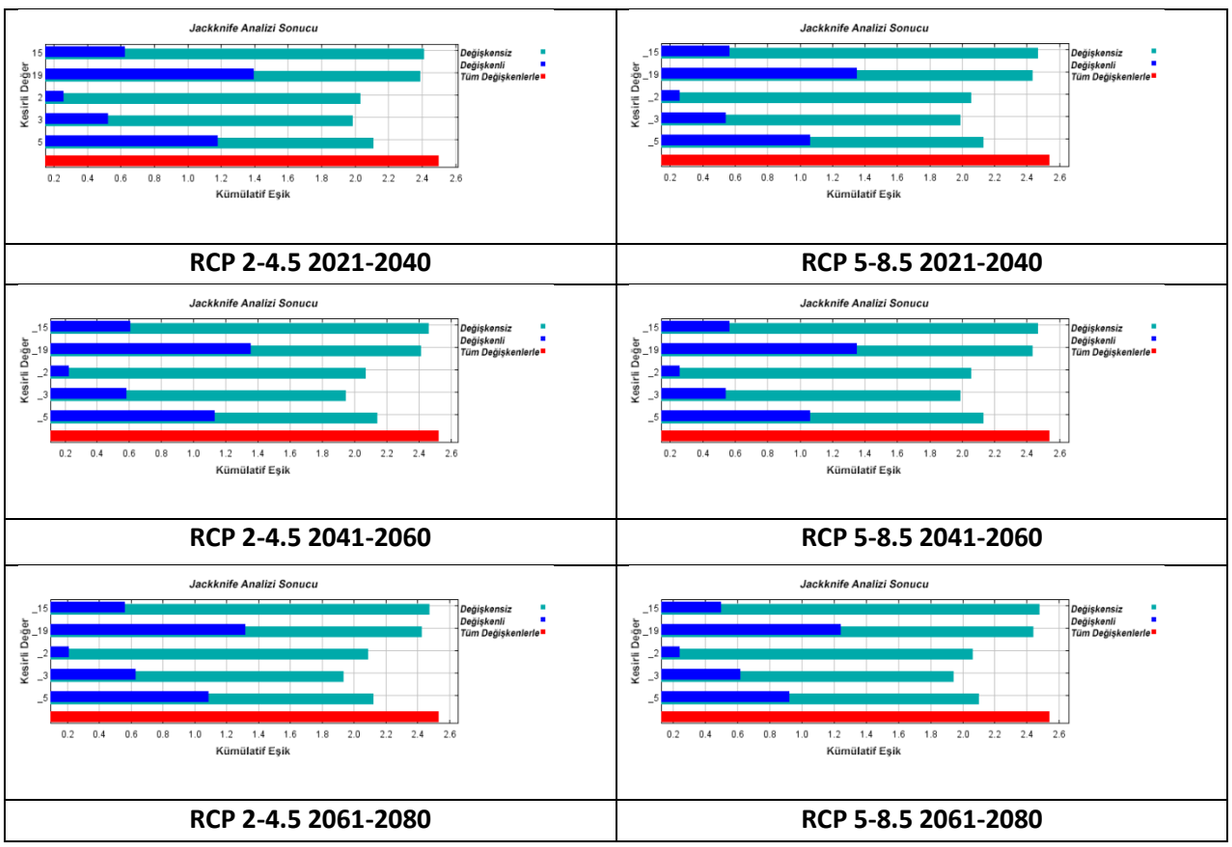
Şekil 3. İzmir yalıçapkınına ait modelleme sonucunda elde edilen AUC değerlerini, ihmal ve tahmin edilen alanları gösteren grafikler

Modelleme sonucunda BIO 19 (En soğuk çeyrekteki yağış), BIO 3 (İzotermalite), BIO 5 (En sıcak ayın maksimum sıcaklığı), BIO 2 (Ortalama günlük aralık) ve BIO 15 (Yağış mevsimselliği) modele yüksek katkı sağlayan bioiklim değişkenleri olarak bulunmuştur. Biyoiklim değişkenlerinin habitat uygunluk modeline katkıları Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Ortalama değişken katkıları ve permütasyon önemlerini içeren tablo

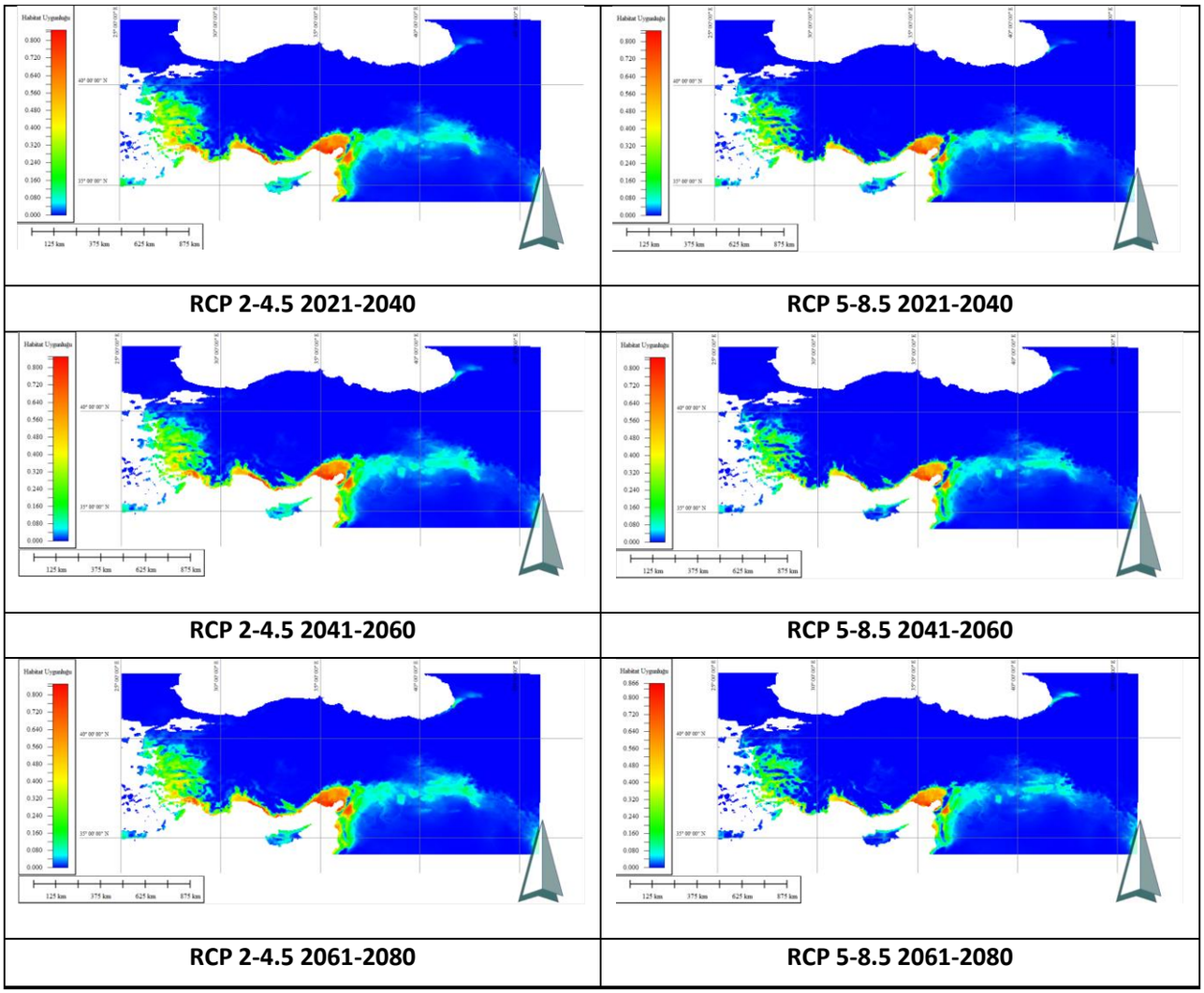
RCP 2-4.5			RCP 5-8.5		
Değişken	**Yüzdelik katkısı**	**Permütasyon önemi**	**Değişken**	**Yüzdelik katkısı**	**Permütasyon önemi**
BIO 19	49.87	13.03	BIO 19	48.10	12.00
BIO 3	19.40	25.73	BIO 3	17.50	26.27
BIO 5	13.37	30.47	BIO 5	15.67	29.00
BIO 2	10.90	28.33	BIO 2	11.60	30.00
BIO 15	6.43	2.43	BIO 15	7.13	2.73

İzmir yalıçapkını habitat uygunluk modelinin Jackknife testi sonuçlarına göre, modele tek başına en yüksek katkıyı BIO 19 (En soğuk çeyrekteki yağış), BIO 15 (Yağış mevsimselliği), BIO 5 (En sıcak ayın maksimum sıcaklığı), BIO 3 (İzotermalite) ve BIO 2 (Ortalama günlük aralık) değişkeni sağlamaktadır. Gösterilen değerler, modele uygulanan tekerrürlerden elde edilen ortalamalardan oluşmaktadır ve modele tek başlarına girdikleri zaman verecekleri katkıları göstermektedir (Şekil 4).



Şekil 4. AUC değerlerini ve ihmal ve tahmin edilen alanları gösteren grafikler

İzmir yalıçapkını türü için biyoiklim değişkenleri kullanılarak yapılan ekolojik modelleme sonucunda Türkiye'deki 2021-2040, 2041-2060, 2061-2080 yıllarını ve yarı iyimser (RCP 4.5) ve kötümser (RCP 8.5) sonuçları Global Mapper (v21) aracılığıyla görselleştirilmiş ve haritalandırılmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. İklim değişikliğinin Türkiye'deki İzmir Yalıçapkını popülasyonlarının dağılımına olan etkilerini gösteren haritalar

TARTIŞMA VE SONUÇ

Yarı iyimser RCP 2-4.5 senaryosu, düşük ve kontrollü bir emisyon senaryosunu temsil ederek iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin sınırlandırılabileceğini varsaymaktadır. 2021-2040 dönemi için model sonuçları, türün mevcut durumda yüksek uygunluk gösteren bölgelerde (özellikle İzmir ve çevresi) varlığını sürdüreceğini göstermektedir. Habitat uygunluk haritaları incelendiğinde tür için uygun olan habitatlarda ciddi bir değişim gözlenmemektedir. 2041-2060 Dönemi için önceki döneme kıyasla küçük değişiklikler olsa da genel olarak uygun habitat alanlarında önemli bir azalma gözlenmemekle birlikte İzmir ve çevresinde uygun habitatların korunduğu gözlemlenmektedir. 2061-2080 Dönemi için uygun habitat alanlarında önemli bir değişiklik gözlenmemektedir. İzmir çevresindeki uygun habitat alanlarının halen korunmakta olduğu, yayılış alanlarının ise artmaya ve yayılmaya başladığı görülmektedir.

RCP 5-8.5 senaryosu ise, yüksek emisyon senaryosunu temsil ederek iklim değişikliğinin ciddi boyutlara ulaşacağını varsaymaktadır. Model sonuçları değerlendirildiğinde 2021-2040 dönemi için ilk dönemde, uygun habitat alanlarının korunacağını ve İzmir çevresindeki yüksek uygunluk alanlarının varlığını sürdüreceğini göstermektedir. Ancak, diğer senaryo ile karşılaştırıldığında uygun habitat alanlarının genişlemediği ve daralmaya başladığı görülmektedir. 2041-2060 döneminde, bazı uygun habitat alanlarında azalmalar gözlenmekle birlikte İzmir çevresindeki yüksek uygunluk alanlarında da değişiklikler gözlenmektedir. Özellikle yayılış alanlarının yatay olarak daralmaya

başladığı ve azaldığı görülmektedir. 2061-2080 döneminde ise önemli bir habitat kaybı yaşandığı gözlenmektedir. İzmir çevresindeki yüksek uygunluk alanlarının gittikçe azalmış durumda olduğu ve bazı alanlarda uygunluğun tamamen kaybolarak içeride yer alan yatay dağılım alanlarının yok olmaya başladığı görülmektedir.

Modelleme sonuçlarına göre en önemli değişkenlerden biri olan BIO 19 (En soğuk çeyrekteki yağış) yarı iyimser senaryoda, en soğuk dönemdeki yağış miktarı stabilize kalması durumunu ve sulak alanların su seviyelerini korumasına ve türün hayatta kalma şansını artırmasına yardımcı olmasını ifade ederken, tam tersi kötümser senaryoda ise yağış miktarı azalması ve sulak alanların su seviyelerinin düşmesine, su kaynaklarının ve nemli habitatların azalmasına neden olabilir ve bu da türün hayatta kalma şansını azaltmasına sebebiyet verebileceği şeklinde değerlendirilmiştir. Aynı şekilde, BIO 15 (Yağış mevsimselliği) de yarı iyimser senaryoda habitat istikrarını sürdürerek sulak alanların yıl boyunca su tutma kapasitesini korumasına yardımcı olması beklenirken, kötümser senaryoda ise yağış mevsimselliğinin artması sonucu habitat kalitesinin düşmesi ve sulak alanların yıl boyunca su tutma kapasitesinin azalması ve buna bağlı olarak türün üreme ve beslenme döngülerini olumsuz etkileyebileceği değerlendirilmiştir. Modellemede kullanılan BIO 2 (Ortalama günlük aralık) değişkeni için yarı iyimser senaryoda ortalama günlük sıcaklık farkı büyük ölçüde değişmeyeceği ve bu durumun İzmir yalıçapkını için uygun yaşam alanlarının korunmasına yardımcı olacağı değerlendirilirken, kötümser senaryoda bu değişkenin önemli çıkması ortalama günlük sıcaklık farkının artması türün ana habitatını oluşturan sulak alanların mikroiklim dengesini bozması ve yalıçapkınının termoregülasyon zorlukları yaşamasına neden olabileceği değerlendirilmiştir. Genel olarak iklim değişikliğinin su kuşları üzerine oluşturabileceği en kötü durum türün asıl habitatı, besin kaynağı ve yaşam alanı olan sulak alanlara olumsuz etkileri olacaktır.

Su, özellikle sıcak havalarda kuşlar için hayati öneme sahiptir. Kuşlar su içme ve serinleme ihtiyacı nedeniyle suya gereksinim duymaktadırlar. Bu faaliyetler kuşların yaşamında ve tüylerin korunmasında büyük önem taşımaktadır (Brilot ve Bateson 2012, Okahisa ve ark. 2015, Tryjanowski ve ark. 2022). Ayrıca su, yüksek metabolizma hızına sahip kuşlar için olmazsa olmaz bir termoregülatördür (Tryjanowski ve ark. 2022). Sıcak havalarda ve kurak koşullarda vücut ısısının düzenlenmesinde önemli bir rol oynar (Abdu ve ark. 2018, Smit ve ark. 2019). Sıcak hava dalgaları ve kuraklık birçok kuş için suya erişimi olumsuz etkilemektedir. Aynı şekilde günümüzde etkisi gittikçe artan iklim değişikliğinin de bu durumu daha şiddetli hale getireceği düşünülmektedir (Houghton 2005, Albright ve ark. 2017, Pille ve Säumel 2021, Evcin 2023). Çünkü sıcaklığın artmasıyla birlikte vücutta su kaybı başlar ve bunun yerine koyulabilmesi için suya olan talep artar, bu da kuşların su elde etmek için daha fazla enerji ve zaman harcamasını gerektirmesi demektir (Qiu ve ark.2019, Tryjanowski ve ark. 2022). Bu nedenle su kaynaklarının kıtlığı, kuşların varlığını ve sayısını sınırlayan temel belirleyicilerden biridir. Su kaynaklarında yaşanacak kıtlığa ek olarak avlanma, rekabet, hastalık, besin kısıtlaması ve türlere özgü içsel özellikler kuşları etkileyen önemli faktörlerdir (Martin 1987, Bicudo ve ark. 2021). Ayrıca, yuva habitatlarının termal özellikleri, ısı kaybına karşı savunmasız olduklarından, yuva yapan yalıçapkınlarının hayatta kalmasında önemli bir rol oynar (Kesler ve Haig 2007). Yuva yeri seçimi, yalıçapkınlarının hayatta kalması ve zindeliği için de hayati önem taşır çünkü optimum sıcaklıklara sahip yerlerdeki yuvalar enerji tasarrufu sağlayabilir ve hayatta kalma oranlarını artırabilir (Seston ve ark. 2012).

Yapılan bu çalışmayla, iklim değişikliğinin artan sıcaklıklar ve değişen yağış modellerinin etkisiyle, sulak alanların kurumasına veya ciddi şekilde bozulmasına neden olabileceği; su seviyelerinin düşmesi ve mevsimsellikteki değişikliklerin habitat kalitesini ciddi şekilde düşürebileceği; tüm bu olumsuz koşullar nedeniyle de sulak alanlarda besin kaynaklarının azalmasının yalıçapkınının beslenme zorlukları yaşamasına neden olabileceği düşünülmektedir. Şu an dünyanın içinde bulunduğu kötümser senaryoda yalıçapkını popülasyonunun belirgin şekilde azalabileceği ve türün yerel olarak tehdit altına girebileceği değerlendirilmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemiz gerek doğal su kaynakları gerekse de yapay su kaynakları açısından oldukça zengin bir konumdadır. Su kaynaklarımız birçok bitkiye, yaban hayvanına, kuşlara, sürüngenlere, böceklere ve amfibilere fayda sağlamaktadır. Su aynı zamanda yaban hayvanlarının 4 habitat unsurundan birini oluşturmaktadır. Yapay su kaynaklarımızdan biri olan ve özellikle kırsal alanlarda su ihtiyacını karşılamada önemli rol oynayan su olukları, evcil büyük ve küçükbaş hayvanlar, çeşitli yaban hayvanları ve kuşlar için önemli bir su kaynağı olma özelliği taşımaktadır. İklim değişikliği hızlandıkça, kuş popülasyonları üzerindeki etkilerini ele alma aciliyeti de artmaktadır. Araştırmacılar, iklim değişikliğinin kuşlar üzerindeki etkilerini inceleyerek, değişen çevre koşullarının kuş davranışlarını, dağılımlarını ve hayatta kalmalarını nasıl etkilediğine dair fikir edinebilirler. Bu değişikliklerin ardındaki mekanizmaları anlamak, devam eden iklim zorlukları karşısında kuş biyoçeşitliliğini ve ekosistem dayanıklılığını koruma önlemlerini uygulamak için çok önemlidir. Biyoloji, ekoloji, coğrafya ve iklim bilimini entegre eden disiplinler arası araştırma çabaları yoluyla, iklim değişikliği ile kuş popülasyonları arasındaki karmaşık ilişkiye dair anlayışı geliştirebilir ve bilgilendirilmiş koruma kararları ile sürdürülebilir yönetim uygulamalarına zemin hazırlayabilir.

Bu senaryoları ve değerlendirmeleri göz önünde bulundurarak Türkiye'de yayılış gösteren diğer yaban hayatı türleri gibi, İzmir yalıçapkını türü için de iklim değişikliğine bağlı olarak koruma stratejileri ve adaptasyon planları geliştirilmelidir. Tür bazında yapılacak bu stratejilerin, sulak alanların korunması, restore edilmesi ve iklim değişikliğine karşı dirençli habitatların oluşturulmasına yönelik çalışmalara odaklanması gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Makalenin düzenlenmesi, yazım kuralları kontrolü vb. katkıları için Arş. Gör. Büşra KALLECİ'ye çok teşekkür ederim. Ayrıca makale fikri için Doğa Derneği Yaban Hayatı Uzmanı Şafak ARSLAN'a teşekkürü bir borç bilirim.

KAYNAKLAR

Abdu S, Lee AT, Cunningham SJ (2018) The presence of artificial water points structures an arid-zone avian community over small spatial scales. Ostrich, 89(4): 339-346.

Albright TP, Mutiibwa D, Gerson, AR, Smith EK, Talbot WA, O'Neill JJ, Wolf BO (2017) Mapping evaporative water loss in desert passerines reveals an expanding threat of lethal dehydration. Proceedings of the National Academy of Sciences, 114(9): 2283-2288.

Altundağ MÜ, Karataş A (2021) Türkiye'nin Yalıçapkınları (Coraciiformes: Alcedinidae). Doğanın Sesi, (8): 23-34.

Arab A, Courter J, Zelt J (2016) A spatio-temporal comparison of avian migration phenology using citizen science data. Spatial Statistics, 18: 234-245.

Baldwin RA (2009) Use of maximum entropy modeling in wildlife research. Entropy, 11(4): 854-866.

Bai J, Chen Y, Hou J, Zhao J, Ma Y, Zhai J (2022) Analysis on the hotspot characteristics of bird diversity distribution along the continental coastline of China. Frontiers in Marine Science, 9.

Bicudo JEP, Buttemer WA, Chappell MA, Pearson JT, Bech C (2010) Ecological and Environmental Physiology of Birds. OUP Oxford.

Brilot BO, Bateson M (2012) Water bathing alters threat perception in starlings. Biology Letters, 8 (3): 379-381.

Cuadros S, Angulo, F (2023) Distribution and habitat assessment of an endangered hummingbird: the grey-bellied comet taphrolesbia griseiventris. Bird Conservation International, 33.

DKMP (2020) https://bolge6.tarimorman.gov.tr/Haber/646/Ilk-Izmir-Yalicapkini-Bogazkent-Kus-Halkalama-Istasyonunda-Halkalandi, Erişim Tarihi: 01.08.2024.

Dutta S, Saha G, Mazumdar S (2021) Influence of habitat features of urban streetscapes on richness and abundance of avian species. Ornis Hungarica, 29(1): 20-32.

Elith J, Phillips S, Hastie T, Dudík M, Chee Y, Yates C (2010) A statistical explanation of maxent for ecologists. Diversity and Distributions, 17(1): 43-57.

Evcin O, Kucuk O, Akturk E (2019) Habitat suitability model with maximum entropy approach for European roe deer (*Capreolus capreolus*) in the Black Sea Region. Environmental Monitoring and Assessment, 191(11): 669.

Evcin Ö (2023) İklim Değişikliği: Orman Ekosistemlerinde Etkileri ve Yönetimi Kitabı. İklim Değişiminin Yaban Hayvanları ve Habitat Tercihlerine Olan Etkileri, Palme Kitabevi, Ankara, ss: 347-358.

Fick SE, Hijmans RJ (2017) WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology, 37 (12): 4302-4315.

Fry CH, Fry K (2010) Kingfishers, Bee-Eaters and Rollers. A&C Black, London.

Grimes LG (1976) The occurrence of cooperative breeding behavior in African birds. Ostrich, 47(1): 1-15.

GBIF (2024) The Global Biodiversity Information Facility. GBIF Occurrence, https://doi.org/10.15468/dl.terd9v, Erişim Tarihi: 03.08.2024.

Gill F, Donsker D, Rasmussen P (2017) Rollers, ground rollers & kingfishers. World Bird List Version, 7.

Grinde A, Niemi G (2016) A synthesis of species interactions, metacommunities, and the conservation of avian diversity in hemiboreal and boreal forests. Journal of Avian Biology, 47(5): 706-718.

Houghton J (2005) Global warming. Reports on Progress in Physics, 68(6): 1343.

Huntley B, Collingham Y, Green R, Hilton G, Rahbek C, Willis S (2006) Potential impacts of climatic change upon geographical distributions of birds. Ibis, 148 (s1): 8-28.

IUCN (2024) BirdLife International 2017. *Halcyon smyrnensis* (amended version of 2016 assessment), The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T22725846A119289544. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T22725846A119289544.en. Accessed on 03 August 2024.

Kalleci B (2023) Kastamonu Ilgaz Dağı yaban hayatı geliştirme sahası ve gavurdağı yaban hayatı geliştirme sahası arasındaki yaban hayatı ekolojik koridorlarının belirlenmesi. Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu.

Kelly J, Horne B (1997) Effects of food supplementation on the timing of nest initiation in belted kingfishers. Ecology, 78(8): 2504-2511.

Kesler D, Haig S (2007) Multiscale habitat use and selection in cooperatively breeding micronesian kingfishers. Journal of Wildlife Management, 71(3): 765-772.

Kiraç A (2021) Potential distribution of two lynx species in Europe under paleoclimatological scenarios and anthropogenic climate change scenarios. Cerne, 27: e-102517.

Krebs CJ (1998) Ecological Methodology. Addison-Welsey Educational Publishers Inc., USA.

Legge S, Heinsohn R (2001) Kingfishers in paradise: the breeding biology of tanysiptera sylvia at The Iron Range National Park, Cape York. Australian Journal of Zoology, 49(1): 85.

Martin TE (1987) Food as a limit on breeding birds: a life-history perspective. Annual Review of Ecology and Systematics, 453-487.

Miranda L, Imperatriz-Fonseca V, Giannini T (2019) Climate change impact on ecosystem functions provided by birds in Southeastern Amazonia. Plos One, 14(4): e0215229.

Mo L, Wu J, Luo X, Li K, Peng Y, Feng A, … & Mai B (2013) Using the kingfisher (*alcedo atthis*) as a bioindicator of pcbs and pbdes in the Dinghushan Biosphere Reserve, China. Environmental Toxicology and Chemistry, 32(7): 1655-1662.

Naher H, Sarker N (2016) Nest and nest characteristics of common kingfisher (*alcedo atthis*) and white-throated kingfisher (*Halcyon smyrnensis*) in Bangladesh. Bangladesh Journal of Zoology, 44(1): 99-109.

Oğurlu İ (2016) Yaban hayatı ekolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 19, Isparta, 297.

Okahisa Y, Nakahara T, Sato NJ, Theuerkauf J, Ueda K (2015) Puddle use by New Caledonian rainforest birds. Ornithological Science, 14(1): 41-45.

Özer S, Dikmen O (2021) Türk kültürünün kaybolan değerlerinden olan su yalaklarının kullanım durumlarına göre incelenmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 52 (3): 238-252.

Patterson C, Guerin M (2013) The effects of climate change on avian migratory patterns and the dispersal of commercial poultry diseases in Canada - part i. World S Poultry Science Journal, 69(1): 17-26.

Pearce-Higgins J (2013) Impacts of climate change on waterbirds. 149-154.

Phillips SJ, Anderson RP, Schapire RE (2006) Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling, 190(3-4): 231-259.

Pille L, Säume I (2021) The water-sensitive city meets biodiversity: habitat services of rain water management measures in highly urbanized landscapes. Ecology & Society, 26(2).

Qiu J, Shen Z, Leng G, Xie H, Hou X, Wei G (2019) Impacts of climate change on watershed systems and potential adaptation through BMPs in a drinking water source area. Journal of Hydrology, 573: 123-135.

R Core Team (2013) R: A language and environment for statistical computing.

Senapathi D (2010) Climate change and birds: adaptation, mitigation & impacts on avian populations. a report on the bou's annual conference held at the University of Leicester. Ibis, 152(4): 869-872.

Seston R, Giesy J, Fredricks T, Tazelaar D, Coefield S, Bradley P, … & Zwiernik M (2012) Dietary- and tissue-based exposure of belted kingfisher to pcdfs and pcdds in the tittabawassee river floodplain, midland, mi, USA. Environmental Toxicology and Chemistry, 31(5): 1158-1168.

Smit B, Woodborne S, Wolf BO, McKechnie AE (2019) Differences in the use of surface water resources by desert birds are revealed using isotopic tracers. The Auk, 136 (1): uky005.

Tellería J, Fernández-López J, Fandós G (2016) Effect of climate change on mediterranean winter ranges of two migratory passerines. Plos One, 11(1): e0146958.

Trakus (2024) Türkiye'nin Anonim Kuşları, İzmir Yalıçapkını. https://www.trakus.org/kods_bird/uye/?fsx=2fsdl17@d&tur=%Dzmir%20yal%FD%E7apk%FDn%FD, Erişim Tarihi: 04.08.2024.

Tryjanowski P, Jankowiak Ł, Czechowski P, Dulisz B, Golawski A, Grzywaczewski G, ... & Wuczyński A (2022) Summer water sources for temperate birds: use, importance, and threats. The European Zoological Journal, 89 (1): 913-926.

Venne S, Currie D (2021) Can habitat suitability estimated from maxent predict colonizations and extinctions?. Diversity and Distributions, 27(5): 873-886.

Wang Y, Shi J, Wu Y, Zhang W, Yang X, Lv H, … & Xu J (2023) Selection of flagship species and their use as umbrellas in bird conservation: a case study in Lishui, Zhejiang Province, China. Animals, 13 (11): 1825.

Yang X, Lin S, He J, Xin Y, Zhang L, Jiang H,… & Li Y (2017) Tropical birds are declining in the hainan island of China. Biological Conservation, 210: 9-18.

Artvin Çoruh Üniversitesi
Orman Fakültesi Dergisi
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Yıl: 2024, Cilt: 25, Sayı:2, Sayfa: 154-166

ofd.artvin.edu.tr

Artvin Coruh University
Journal of Forestry Faculty
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Year: 2024, Vol: 25, Issue:2, Pages: 154-166

Saz kedisi (Felis chaus S.) habitat uygunluk modellemesi ve haritalaması

Jungle cat (Felis chaus S.) habitat suitability modelling and mappin

Ahmet ACARER[1*]

[1]Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yaban Hayatı Ekolojisi ve Yönetimi Bölümü, Isparta

Eser Bilgisi / *Article Info*
Araştırma makalesi / *Research article*
DOI: 10.17474/artvinofd.1472349

Sorumlu yazar / *Corresponding author*
Ahmet ACARER
e-mail: aacarer32@gmail.com

Geliş tarihi / *Received*
24.04.2024
Düzeltme tarihi / *Received in revised form*
15.09.2024
Kabul tarihi / Accepted
17.09.2024
Elektronik erişim / *Online available*
15.10.2024

Anahtar kelimeler:
Aktüel dağılım
Maksimum entropi
Kedigiller
Yaban hayatı
Yönetim

Keywords:
Current distribution
Maximum entropy
Felidae
Wildlife
Management

Özet

Yaban hayatı yönetim planlarının oluşturulması için örtü, besin, su ve mekân gibi habitat faktörleri öncelik oluşturmaktadır. Dolayısıyla nesli tehlike altına girme potansiyeline sahip yaban hayvan türlerinin habitat tercihinde rol oynayan ana faktörlerin ortaya koyulması, koruma ve yönetim planlarına altlık oluşturmaktadır. Bu nedenle Türkiye'deki nesli asgari endişe altındaki (LC) Saz kedisinin (*Felis chaus* Schreber, 1777) habitat uygunluk modellemesi ve haritalaması amaçlanmıştır. Bu amaçla Saz kedisi türüne ait 81 var verisi yaban hayatı habitat uygunluk modellemelerinde sıkça tercih edilen Maksimum Entropi (MaxEnt) yöntemiyle analiz edilmiştir. Model sonuçlarına göre modelin eğitim veri seti ROC:0.976, test veri seti ROC:0.969 olmasıyla "oldukça iyi" model kategorisinde yer almaktadır. Modele katkı sağlayan değişkenlerin yıllık sıcaklık aralığı, yükselti, arazi yüzey şekil indeksi, engebelilik, yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık yağış miktarı olduğu tespit edilmiştir. Modele katkı sağlayan değişken değer sonuçlarına göre Saz kedisinin sayısal ve model tabanlı habitat uygunluk haritalaması ortaya koyulmuştur. Haritalama sonuçları Türkiye genelinde Saz kedisinin göl ve delta olan bölgelerde yoğunlaştığını ortaya koymuştur. Sonuç olarak; yapılan bu haritalama Saz kedisi için yapılacak planlama ve koruma çalışmalarına katkı sağlayacak niteliktedir.

Abstract

Habitat factors such as cover, food, water and space are priorities in creating wildlife management plans. Therefore, revealing the main factors that play a role in the habitat preference of wild animal species with the potential to become endangered forms the basis for protection and management plans. For this reason, habitat suitability modelling and mapping of the least concern (LC) Jungle cat (*Felis chaus* Schreber, 1777) in Türkiye was aimed. For this purpose, 81 presence data belonging to the jungle cat species were analysed with the Maximum Entropy (MaxEnt) method, which is frequently preferred in habitat suitability modelling. According to the model results, the best model was classified in the "very good" model category with ROC: 0.976 for the training dataset and ROC: 0.969 for the test dataset. It was determined that the variables contributing to the model were annual temperature range, elevation, landform position index, ruggedness index, annual mean temperature and annual precipitation. According to the variable value results that contribute to the model, numerical and model-based habitat suitability mapping of the Jungle cat has been presented. The mapping results have revealed that the jungle cat is concentrated in lake and delta regions throughout Türkiye. As a result, this mapping will contribute to the planning and conservation efforts for the Jungle cat.

GİRİŞ

Farklı ekosistemlerde dağılım gösteren yaban hayvan türlerinin bulunduğu habitatlarla olan etkileşimi inceleyen bilim dalı "yaban hayatı yönetimi" olarak tanımlanmaktadır. Başka bir ifadeyle; geniş coğrafi alanlarda yayılış gösteren yaban hayvan tür popülasyon durumunu ve dinamiklerini anlamaya yönelik çalışmalar yaban hayatı yönetim çalışmaları olarak sınıflandırılmaktadır. Ancak yaban hayatı yönetimi üzerine yapılan bu çalışmaların başarısız olması durumunda yaban hayatının koruma çalışmaları zorunlu hale gelmektedir (Sinclair ve ark. 2006). Bu zorunluluk durumuyla karşı karşıya kalındığında yaban hayvan türlerinin habitat uygunluklarının tespit edilmesi, iyileştirilmesi veya restorasyon çalışmaları gibi faaliyetler ön plana çıkmaktadır (Mert ve Yalçınkaya 2016, Mert ve Kıraç 2017).

Yaban hayvan türlerinin sağlıklı bir habitat bütünlüğünün sağlanabilmesi için dört faktörün (örtü, besin, su ve mekân) bir arada ve gerekli miktarda bulunması gerekmektedir. Bu dört faktörden herhangi birinin azalması, daralması ya da parçalanması habitat

bütünlüğünün bozulmasına neden olmaktadır. Habitat bütünlüğünün bozulması alanda yaşayan yaban hayvan türlerinin neslini tehlikeye atmakta hatta yok olmakla karşı karşıya bırakmaktadır (Ertuğrul ve ark. 2017). Dolayısıyla yaban hayatı koruma, geliştirme ve yönetim çalışmaları için öncelikli olarak habitat bütünlüğü bozulan ve nesli tehlike altında veya asgari endişeye sahip yaban hayvan türleri önem arz etmektedir.

Günümüzde Kedigiller (*Felidae*) familyasına ait Saz kedisi (*Felis chaus* Schreber, 1777) Dünya Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği (IUCN 2023) envanter raporuna Dünya genelinde asgari endişeye sahip olan bir türdür (Oğurlu ve ark. 2010, Ünal ve Eryılmaz 2020). Saz kedisi suyu seven, yüzmeyi çok iyi bilen ve suda avlanabilen yabani kedi türü olarak bilinmektedir (Gerngross 2014). Sulak alanların sığ bölgelerinde oluşan yoğun bitki örtüsüyle kaplı bataklık veya sazlık alanlar genel olarak Saz kedisi için habitat tercihinde önem arz etmektedir (Harrison ve Bates 1991, Oğurlu ve ark. 2010, Ünal ve Eryılmaz 2020). Bu alanlarda iyi kamufle olarak ya da hareketsiz bir şekilde bekleyerek buradaki yaralanmış, zayıflamış kuşları veya kuş yumurtalarını, balıkları avlayarak besin ihtiyacını sağlamaktadır (Lay 1967, Hassınger 1973, Tikader 1983, Sunquist ve Sunquist 2002, Baker ve ark. 2003). Ayrıca insan faaliyetlerinden uzakta bulunan tarım alanları ve meyve bahçeleri gibi alanlarla beslenme ihtiyacını karşılaması nedeniyle geniş coğrafi alanlarda dağılım göstermektedir (Oğurlu ve ark. 2010). Dünya genelinde geniş dağılım alanına sahip olmasına rağmen Saz kedisi Türkiye'de nesli tehlike altına girme potansiyeline sahip bir kedi türü olduğu düşünülmektedir. Bu kapsamda Türkiye'de dağılım gösteren Saz kedisi türünün korunması ve yönetimi için popülasyon büyüklüğü, yoğunluğu ve aktivite deseni gibi bazı araştırmalar mevcuttur (Mert ve Acarer 2018, Ünal ve Eryilmaz, 2020, Mert ve Acarer 2021, İlemin 2022). Yapılan bu çalışmalara rağmen nesli tehlike altına girme potansiyeline sahip Saz kedisi türü için Türkiye'de sayısal ve model tabanlı habitat uygunluk haritalamasına rastlanamamıştır.

Yaban hayatı üzerine yapılan çeşitlilik, koruma, yönetim ve planlama çalışmalarında kullanılan klasik yöntemlerin yanı sıra günümüzde yakalama-tekrar yakalama, telemetre, fotokapan, modelleme ve haritalama gibi envanter ve izleme yöntemleri ön plandadır (Hulbert ve French 2001, Trolliet ve ark. 2014, Evcin 2018, Evcin ve ark. 2019, Green ve ark. 2020, Acarer 2024a). Özellikle nesli tehlike altında veya asgari endişeye sahip yaban hayvanlarının habitatları sayısal hale getirilerek onların aktüel dağılımı hakkında bilgi elde edilmesi için farklı teknikler kullanılmaktadır (Austin 2007). Bu yöntemlerden biri olan Maksimum Entropi (*MaxEnt*) yöntemi yaban hayatı habitat uygunluk haritalama çalışmalarında sıkça tercih edilmektedir (Acarer 2024b, Acarer ve Mert 2024). MaxEnt temel olarak, hedef türün sadece var (mevcut) verilerinin bulunduğu alanların özelliğini inceler ve tür dağılımında etkili olan değişkenlerin bu alanlarda aldığı değerler baz alınarak tüm alan için habitat uygunluk düzeyini ortaya koyan bir yöntemdir (Phillips ve ark. 2006, Elith ve ark. 2011, Mert ve Kıraç 2017). Ayrıca MaxEnt yöntemi yaban hayatı çalışmalarında hedef türe ait elde edilen en az var verisiyle doğru ve güvenilir sonuç vermesiyle yaban hayatı habitat uygunluk modelleme ve haritalama çalışmaları için önem arz etmektedir (Kıraç ve Mert 2019).

Yukarıda bahsi geçen nedenlerden dolayı bu çalışmada, zengin bir yaban hayvanı tür çeşitliliğine sahip Türkiye ülke sınırları içerisinde nesli tehlike altında girme potansiyeline sahip Saz kedisi türü için önem arz eden alanların belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla ilk olarak modelleme aşamasında ihtiyaç duyulan sayısal tabanlı çevresel ve iklimsel altlık haritalar üretilmiştir. Daha sonra elde edilen bu haritaların birbirleri arasındaki korelasyon incelenmiştir. İstatistiksel analizler sonucunda Saz kedisi dağılımı üzerinde etkili olabilecek en anlamlı değişkenler belirlenmiştir. Modelleme yöntemi olarak yaban hayatı tür dağılım haritalamalarında genel olarak tercih edilen Maksimum Entropi (MaxEnt) yöntemi kullanılarak Saz kedisi için model tabanlı habitat uygunluk haritalaması elde edilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma Alanı

Bulunduğu coğrafi konumu sayesinde yaban hayvan tür çeşitliliği ve zenginliği açısından önemli Türkiye bir konumda yer almaktadır. Azerbaycan, Bulgaristan, Ermenistan, Gürcistan, Suriye, Irak, İran ve Yunanistan gibi komşu ülkelere sahip olması Türkiye'nin yaban hayvan çeşitliliği ve zenginliğini açıklayan bir durumdur. Ayrıca Karasal iklim, Karadeniz, Akdeniz ve Marmara (Geçiş) iklim tiplerinin bir arada görülmesiyle Türkiye birçok yaban hayvan türüne ev sahipliği yapmaktadır. Çalışma alanını teşkil eden Türkiye ülke toprakları 36°–42° kuzey enlemleri ve 26°–45° doğu boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 1).

Saz kedisi (*Felis chaus*) Var Verisi Toplama

Dünya Doğayı ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği'nin envanter sınıflandırmasına göre asgari endişe (LC) altında olan Saz kedisi (*Felis chaus*) Türkiye'de dağılım göstermektedir (IUCN 2023). Bölgesel olarak kaynaklanan tehditlerden (kaçak avcılık, iklim değişikliği vb.) dolayı Türkiye'de dağılım gösteren Saz kedisinin nesli tehlike altına girme potansiyeline sahiptir. Saz kedisinin Türkiye'de potansiyel dağılımını belirleyen literatür çalışmaları incelendiğinde ortaya koyulan haritalar sayısal bir değer taşımamaktadır.



Şekil 1. Çalışma alanına ait yerbulduru ve Saz kedisi var veri haritası

Başka bir değişle; ortaya koyulan bu haritalamalar için genel olarak klasik yöntemler tercih edilmiştir. Elde edilen bu bilgilere göre; Saz kedisi türünün sayısal ve model tabanlı habitat uygunluk haritalaması için hedef türe ait mevcut (var) verileri Türkiye sınırlarında yapılan çeşitli makale, doktora ve yüksek lisans tezlerinden elde edilmiştir (Diker ve Diker 2012, Eryılmaz 2017, Özkazanç ve ark. 2017, Özay 2019, Mert ve Acarer 2021, İlemin 2022). Çalışma alanı içerisinde dağılım gösteren Saz kedisi türüne ait 81 var verisine ait koordinatları ve haritalaması kırmızı renkle gösterilmiştir (Şekil 1).

Sayısal Altlık Haritalarının Oluşturulması

Çevresel Değişkenler

Sayısal ve model tabanlı habitat uygunluk haritalamasının ortaya koyulabilmesi için ilk olarak; çalışma alanına ait sayısal yükseklik modeli (~1km*1km) https://www.usgs.gov/ adresinden temin edilmiştir. Bu bağlamda yükselti, yükselti basamakları, bakı (aspect), bakı sınıfları, eğim (slope), eğim sınıfları, arazi yüzü şekil indeksi (Landform Classification (Jenness)), engebelilik indeksi (Terrain ruggedness), pürüzlülük indeksi (roughness), topografik pozisyon indeksi (Topography Tools 9_3), eğim uzunluğu ve diklik faktörü indeksi, gölgelenme indeksi (hillshade), topografik nemlilik indeksi (Compound topographic index), sıcaklık indeksi (Heat Load Index (McCune 2002)), solar radyasyon indeksi (area

solar radiation) ve solar aydınlatma indeksi ((Solar Illumination Index)/20:00, 18:00, 16:00, 14:00, 12:00, 10:00, 08:00, 06:00, toplam aydınlatma) altlık haritaları ArcMap 10.8 yazılımı yardımıyla farklı indeks, formül ve Arctoolbox kullanılarak üretilmiştir (Guisan ve Zimmermann 2000, Jenness 2006). Saz kedisi dağılımı üzerinde etkili olabilecek meşcere türü, meşcere alanı (ha), yaş sınıfları ve kapalılık gibi çevresel değişkenler Orman Genel Müdürlüğü'ne ait amenajman planlarından temin edilmiştir. Ayrıca çalışma alanına ait 1/100.000'lik anakaya altlık haritası Arama ve Maden Tetkik Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Temin edilen amenajman planları ve jeoloji altlık haritası vektör formatında elde edilmiştir. Vektör formatında elde edilen amenajman planları ve jeoloji altlık baz alınarak ArcMap 10.8 yazılımının "Polygon to Raster" eklentisi yardımıyla bu altlık haritalar raster formatında üretilmiştir.

Çizelge 1. Üretilen çevresel değişkenlere ait kod ve isim açıklaması

Kodu	İsmi	Kodu	İsmi
Ykselti	Yükselti	**Ankaya**	Anakaya 1/100.000
Ykselti_clss	Yükselti sınıfları	**Egm_diklk**	Eğim uzunluk ve diklik faktörü
Baki	Bakı		
Baki_clss	Bakı sınıfları		**6 am:** 06:00 **8 am:** 08:00 **10 am:** 10:00 **Gunorta:** 12:00 **2 pm:** 14:00 **4 pm:** 16:00 **6 pm:** 18:00 **8 pm:** 20:00 **Solarillum:** Toplam aydınlanma
Egim	Eğim		
Egm_clss	Eğim sınıfları		
Engebe	Engebelilik indeksi	**Solar aydınlanma indeksi**	
Pürzlülk	Pürüzlülük indeksi		
Tpi	Topografik pozisyon indeksi		
Gölge	Gölgelenme indeksi		
Tni	Topografik nemlilik indeksi		
Si(mc_cune)	Sıcaklık indeksi (mc_cune)		**1.** Kanyon
Sri	Solar radyasyon indeksi		**2.** Sığ vadi
Mes_tür	Meşcere türü		**3.** Kuru dereler
Mes_alan	Meşçere alanı (ha)		**4.** U- şeklinde vadi
Yas_sinif	Yaş sınıfları	**Arazi yüzü şekil indeksi**	**5.** Düzlük ve ovalık
Kapalilik	Kapalılık	**(Lpi)**	**6.** Sabit eğimli yamaçlar
Bui	Bakı uyg. İndeksi		**7.** Üst yamaçlar
Ri	Radyasyon indeksi		**8.** Vadi içi tepeler
Si	Sıcaklık İndeksi		**9.** Hafif eğimli tepeler
			10. Dağ zirveleri

İklim Değişkenleri

İklim değişikliğinin etkileri tüm doğal zenginliklerin zarar görmesine ve buna bağlı olarak yaban hayatı habitatlarının daralması, parçalanması ya da yok olmasına neden olmaktadır (Kıraç ve Mert 2019, Özdemir ve ark. 2020, Kıraç 2021, Kıraç ve ark. 2022). İklim şartlarına bağlı olarak yaban hayatı habitatlarının yok oluşuyla gelişen çevre bilinci ile son yıllarda farklı iklim modelleri ortaya koyulmuştur. Küresel iklim modelleri, günümüzün iklim koşullarını dikkate alarak istatistiksel analizler yardımıyla hedef türün potansiyel dağılımı hakkında bilgi vermektedir. Bu modellerden biri olan Chelsa V2.1 iklim senaryoları çok yüksek çözünürlüğe (30 arc saniye, ~1 km*1km) sahiptir (Karger ve Zimmermann 2019). Chelsa iklim senaryolarının karada yaşayan memeli yaban hayvan tür çalışmalarında kullanımının daha uyumlu olduğu belirtilmiştir (Morales-Barbero ve Vega-Alvarez 2019). Dolayıyla Saz kedisi habitat uygunluk modellemesine katkıda bulunması için günümüz Chelsa V2.1 iklim senaryoları www.chelsa-climate.org internet adresinden temin edilmiştir (Karger ve ark. 2017). Dünya ölçeğinde indirilen bu iklim haritaları çalışma alanı baz alınarak tekrardan boyutlandırılmış ve "Lambert Conformal Conic ED50" projeksiyon sistemi tanımlanmıştır. Çalışma sınırına göre elde edilen (30 arc saniye) 19 farklı iklim değişkenlerinin isim, kod ve değeri aşağıdaki Çizelge 2'de gösterilmektedir.

Çizelge 2. Chelsa iklim değişkenlerine ait kod, isim açıklaması ve birim değerleri

İsim	İsim açıklaması	Birim
Bio 1	Yıllık ortalama sıcaklık	^{0}C
Bio 2	Günlük sıcaklık ortalaması	^{0}C
Bio 3	İzotermallik (eş ısı)	^{0}C
Bio 4	Mevsimsel sıcaklık	^{0}C
Bio 5	En sıcak ayın en yüksek sıcaklığı	^{0}C
Bio 6	En soğuk ayın en düşük sıcaklığı	^{0}C
Bio 7	Yıllık sıcaklık aralığı	^{0}C
Bio 8	En nemli üç ayın ortalama sıcaklığı	^{0}C
Bio 9	En kurak üç ayın ortalama sıcaklığı	^{0}C
Bio 10	En sıcak üç ayın ortalama sıcaklığı	^{0}C
Bio 11	En soğuk üç ayın ortalama sıcaklığı	^{0}C
Bio 12	Yıllık ortalama yağış	Kg m^{-2} yıl^{-1}
Bio 13	En nemli ayın yağışı	Kg m^{-2} ay^{-1}
Bio 14	En kurak ayın yağışı	Kg m^{-2} ay^{-1}
Bio 15	Mevsimsel yağış	Kg m^{-2}
Bio 16	En nemli üç ayın yağışı	Kg m^{-2} ay^{-1}
Bio 17	En kurak üç ayın yağışı	Kg m^{-2} ay^{-1}
Bio 18	En sıcak üç ayın yağışı	Kg m^{-2} ay^{-1}
Bio 19	En soğuk üç ayın yağışı	Kg m^{-2} ay^{-1}

İstatistik Değerlendirme

Saz kedisi habitat uygunluk modellemesi için üretilen sayısal altlık haritaların arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla istatistiksel analizler gerçekleştirilmiştir. Birbirinden bağımsız değişkenlerin benzer değerlere sahip olması kendi aralarında yüksek korelasyona neden olmaktadır (Süel ve ark. 2018). Yüksek korelasyondan kaynaklanacak çoklu bağlantı problemini önlemek amacıyla üretilen bağımsız değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemek için SPSS yazılımı ile korelasyon analizi uygulanmıştır. Korelasyon analiz sonuçlarına göre birbirileriyle yüksek korelasyon gösteren değişkenler arasında Saz kedisi tür dağılımında en iyi temsilci değişkenleri belirlemek amacıyla temel bileşenler analizi uygulanmıştır. Birbirleri arasında yüksek korelasyon göstermeyen bağımsız değişkenler tespit edildikten sonra modelleme ve haritalandırma için MaxEnt yöntemi tercih edilmiştir (Phillips ve Dudik 2008, Elith ve ark. 2011).

Habitat Uygunluk Modelleme ve Haritalaması Yöntemi

Saz kedisi habitat uygunluk modellemesi ve haritalaması için MaxEnt 3.4.4. versiyonu kullanılmıştır. MaxEnt yönteminin amacı gelişi güzel sınırlanan değişken ve bu değişkenin belirsizliğinin ölçüsü olduğunu açıklamasıdır. Entropi ise olasılık hesaplama yöntemidir. Aslında bir MaxEnt olasılık hesaplama yöntemi tür dağılımı üzerinde etkili olan değişkenlerin toplam derecelendirme katsayısına "Zλ" bölünmesiyle ortaya çıkmaktadır. Olasılık dağılımı 1 ile 0 değeri arasında değer alır ve tüm değerlerin toplamı 1 değerini ortaya koymaktadır. Böylelikle MaxEnt olasılık yöntem dağılım formülü aşağıdaki gibi şekil almaktadır.

$$q\lambda(x)=e\lambda \times f(x)/Z\lambda \quad (5)$$

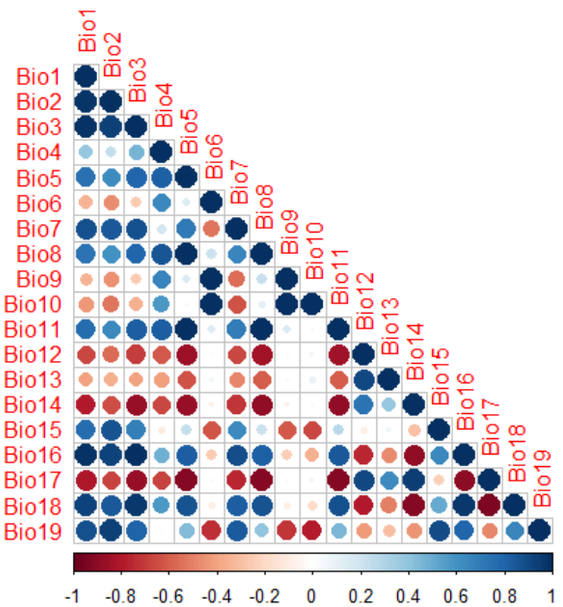
Formülde belirtilen "λ" sayıyı, "n" ise çevresel faktörlerin ağırlığını belirten katsayıyı, "f" tüm faktörlerin belirttiği vektörü ifade etmektedir. "qλ" değeri ise konveks ikilik teoremine göre eşitlik formül 5'te gösterilen değere eşittir (Phillips ve ark. 2006).

Benzerlik yazılımı olan MaxEnt, hedef türleri için çalışma alanındaki her piksel o pikselde bulunma olasılığı ve bu olasılığın çalışma alanının tamamına simüle edilmesidir (Yost ve ark. 2008). Bu yazılım düzenli dağılımla çalışır ve belirlenen derece ve tekerrür ile değişken dağılımının ne derecede değiştiğini hesaplamaktadır. Kazanım olarak adlandırılan bu analiz sonucu kovaryans hesabı olarak nitelendirilmektedir. Hesaplamaya başlamadan önce bu değer 0'dır ve hesaplamış olduğu her tekerrürde artmaktadır. Kazanım değeri maksimum değere ulaşıncaya kadar ya da daha önceki kazanım değerinden daha düşük değer alıncaya kadar tekrar edilmektedir.

Elde edilen modelin doğruluk derecesinin denetlenmesi için Ortalama eksiklik grafiği, ROC (Reciever Operating Characteristic) değerleri ve Jacknife eğitim grafiklerinin incelenmesi gerekmektedir. Ortalama eksiklik grafiğinde önemli sapmaların olmaması ve grafiğin ortaya çıkan siyah çizginin tamamen sarı alanla kapalı olmasına dikkat edilmelidir. ROC değerlerinin incelenmesinde ise iki farklı yöntem bulunmaktadır. Bunların ilki; elde edilen modelin tekerrürlerine ait eğitim değerinin en yüksek olmasıdır. Bir diğeri ise tekerrürler arasındaki eğitim ve test veri değerinin farkın en düşük ve test veri değerinin eğitim veri seti değerinden yüksek olmamasıdır. Eğitim ve test veri seti değerlerine göre sınıflandırma 0.9<ROC ise "oldukça iyi", 0.7<ROC<0.89 ise "iyi", ROC<0.69 "bilgi vermeyen" kategorisine ayrılmıştır (Baldwin 2009). Jacknife grafiğinde ise modele katkı sağlayan değişkenlerin tek başına sağladığı katkı derecesi modelin tamamına olan katkıyı geçmemesine dikkat edilmelidir. Kısaca yaban hayvanı hedef türlerin dağılımında etkili olan çevresel ya da iklimsel değişkenlerin kazanımlarını etkisini belirlemek için MaxEnt yöntemi sıkça kullanılmaktadır (Evcin ve ark. 2019, Süel 2019, Evcin ve Kalleci 2020, Kıraç 2021).

BULGULAR

Saz kedisinin habitat uygunluk modelleme ve haritalamasına geçmeden önce, oluşturulan sayısal değişkenler arasında yüksek korelasyon bulunmaktadır. Tür dağılım modelleme yöntemleri için oluşturulan değişkenler arasındaki yüksek korelasyon çoklu bağlantı problemine yol açmaktadır (Süel 2018). Bu problemi ortadan kaldırmak amacıyla öncelikle iklim değişkenleri arasında Pearson korelasyon analizi uygulanmış ve neticesinde iklim değişkenleri arasında yüksek korelasyon olduğu (0.80<r) tespit edilmiştir (Şekil 2). Şekil 2'de de gösterildiği gibi iklim değişkenleri arasındaki ilişki değeri pozitif (+1) ya da negatif (-1) değere yaklaştıkça korelasyon değeri yüksek olmaktadır.



Şekil 1. İklim değişkenleri pearson korelasyon analiz sonuçları

Sonrasında, birbirleri arasında yüksek korelasyona sahip iklim değişkenleri içerisinde Saz kedisi dağılımı üzerinde en anlamlı temsilci değişkenleri belirlemek amacıyla temel bileşenler analizi uygulanmıştır. Temel bileşenler analiz sonuçlarına göre 1 bileşenden seçilecek olan iklim değişkenlerin modeli %65.86 oranında açıkladığı tespit edilmiştir (Çizelge 3). Bu değişkenlerin sırasıyla yıllık ortalama sıcaklık miktarı (0.987), yıllık sıcaklık aralığı (0.985) ve yıllık yağış miktarı (0.979) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 3. Temel bileşenler analizinin kümülatif ve varyans açıklama değeri

Bileşen	Başlangıç özdeğerleri			Karesel yüklemelerin çıkarma toplamları		
	Toplam	% Varyans	Kümülatif %	Toplam	% Varyans	Kümülatif %
1	12.514	65.861	65.861	12.514	65.861	65.861
2	3.316	17.452	83.313	3.316	17.452	83.313
3	2.940	15.473	98.786	2.940	15.473	98.786
4	.135	.713	99.499			
5	.064	.336	99.835			
6	.026	.137	99.972			
7	.003	.015	99.986			
8	.001	.008	99.994			
9	.001	.003	99.997			
10	.000	.001	99.999			
11	.000	.001	99.999			
12	6.684E-05	.000	100.000			
13	3.691E-05	.000	100.000			
14	2.374E-05	.000	100.000			
15	6.317E-07	3.325E-06	100.000			
16	5.189E-07	2.731E-06	100.000			
17	2.103E-07	1.107E-06	100.000			
18	6.087E-08	3.204E-07	100.000			
19	-2.130E-16	-1.121E-15	100.000			

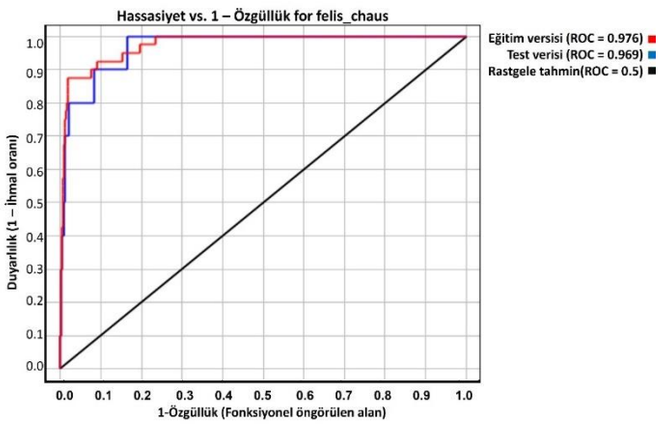
Çizelge 4. Chelsa iklim değişkenlerine ait temsilci bileşen çizelgesi

Değişken	Bileşen		
	1	2	3
Bio 1	**.987**	-.134	-.069
Bio 10	.886	-.144	-.063
Bio 11	.888	-.124	-.075
Bio 12	**.979**	.640	.100
Bio 13	.670	.647	-.360
Bio 14	.388	.464	.391
Bio 15	.641	.185	-.228
Bio 16	.652	.690	-.312
Bio 17	.444	.451	.673
Bio 18	.448	.359	.017
Bio 19	.653	.661	-.362
Bio 2	.737	-.587	.253
Bio 3	.902	-.350	.110
Bio 4	.889	-.408	.114
Bio 5	.960	-.157	-.055
Bio 6	.968	-.117	-.081
Bio 7	**.985**	-.480	.171
Bio 8	.949	-.117	-.068
Bio 9	.924	-.152	-.074

Saz kedisi habitat uygunluk haritalamasında etkili olabilecek en iyi temsilci iklim değişkenleri (Bio 1, Bio 7 ve Bio 12) belirlendikten sonra, bu 3 iklim değişkeni ile diğer üretilen 32 çevresel değişkenler arasındaki korelasyon (0.80<r) incelenmiştir. Yıllık ortalama sıcaklık (Bio 1) değişkeni korelasyon analiz sonuçlarına göre sıcaklık indeksi (si), gölgelenme indeksi (gi), gün ortası (noon), pürüzlülük indeksi (Pürzlülk)ve toplam aydınlanma (solarillum), 10:00 (10 am), 14:00 (2 pm) ve 16:00 (4 pm) değişkenleri ile arasında yüksek korelasyon (0.80<r) tespit

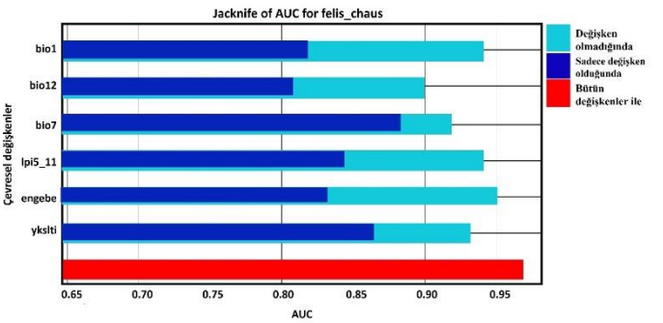
edilmiştir. Çalışmanın başında üretilen toplam 51 sayısal altlık istatistik analize tabii tutularak 27 değişkenin kendi arasında ise yüksek korelasyon göstermediği tespit edilmiştir. Raster formatında üretilen ve birbirleri arasında yüksek korelasyon göstermeyen bu değişkenler ascii formatına dönüştürülmüş ve modelleme aşamasına geçilmiştir.

Bu aşamada istatistik analiz sonuçlarına göre belirlenen 27 altlık harita ile Saz kedisi türüne ait elde edilen 81 var verisiyle "modelleme aşamasına" geçilmiştir. Modelleme aşamasında tercih edilen MaxEnt yazılımında eğitim verilerinin %90'ını ve test verilerinin %10'unu ayırarak çapraz doğrulama yöntemi tercih edilmiştir. Bu doğrultuda hedef türe ait elde edilen toplam var verilerinin tamamı işlenmiş ve 5000 iterasyon uygulanmıştır. Bu sınıflandırmalara göre Saz kedisi habitat uygunluk modellemesi için 32 farklı model elde edilmiştir. Modeller doğruluk derecesine göre değerlendirildiğinde en iyi model; eğitim veri seti ROC:0.976, test veri seti ROC:0.969 olmasıyla oldukça iyi model kategorisinde sınıflandırılmaktadır (Şekil 3).



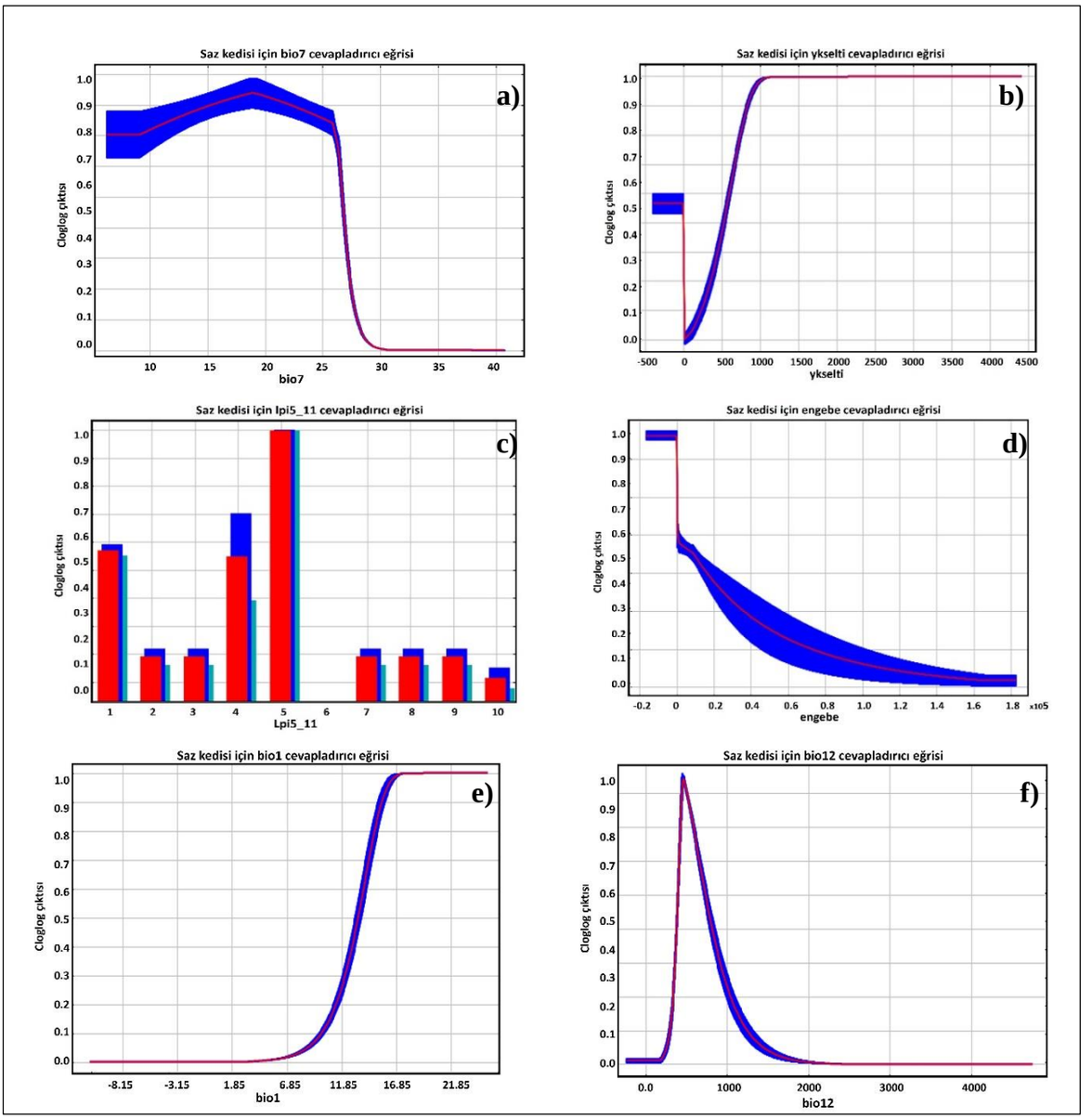
Şekil 2. Seçilen modele ait eğitim ve test veri seti ROC değerleri

Jacknife grafiğine göre modelin oluşumuna sadece değişken olduğunda katkı sağlayan değişkenler sırasıyla yıllık ortalama sıcaklık aralığı (Bio 7), yükselti (ykselti), arazi yüzey şekil indeksi (Lpi5_11), engebelilik (engebe), yıllık ortalama sıcaklık (Bio 1) ve yıllık yağış miktarı (Bio 12) olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4).



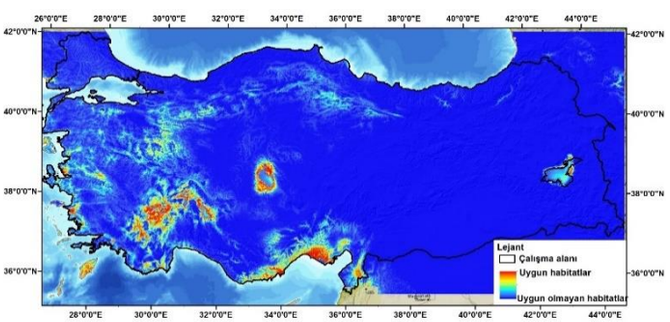
Şekil 3. Modele katkı sağlayan değişkenlerin Jacknife grafiği

Saz kedisi habitat uygunluk modelinin marjinal cevaplandırıcı grafikleri aşağıda gösterilmiştir. Modele en fazla katkı sağlayan yıllık ortalama sıcaklık aralığı grafiği incelendiğinde; alan içerisinde yıllık ortalama sıcaklık aralığının 0 C° ile 27.5 C° 'ye kadar olduğu alanlarda türün var olma olasılığı yüksek bir ilişkiye sahiptir. Bu değerden daha yüksek olduğu alanlarda ise türün var olma olasılığı düşük bir ilişkiye sahiptir (Şekil 5a). Modele kakı sağlayan yükselti değişkeni incelendiğinde ise, çalışma alanı içerisinde 600 m'den sonra yükseltiye sahip alanlarda türün görülme olasılığı yüksek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 5b). Arazi yüzü şekil indeksine göre türün kanyon, U şeklindeki vadiler, düzlük ve ovalık alanlarla yüksek bir ilişkiye sahiptir (Şekil 5c). Model oluşumuna katkı sağlayan engebelilik grafiği incelendiğinde, alan içerisindeki engebelilik değeri arttıkça türün bulunma olasılığının düşük olduğu tespit edilmiştir (Şekil 5d). Ayrıca yıllık ortalama sıcaklık marjinal cevaplandırıcı grafiğine göre alan içerindeki sıcaklık değerinin 11.9 C°ile 16.8 C° arasında olduğu alanlarda türün var olma olasılığının yüksek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 5e). Son olarak Saz kedisi habitat uygunluk modeline en az katkıyı sağlayan yıllık yağış miktarı grafiği incelendiğinde, alan içerisinde yıllık yağış miktarının 500 mm ile 800 mm olduğu alanlarda hedef türün görülme olasılığının yüksek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 5f).



Şekil 4. Saz kedisi habitat uygunluk modeline katkı sağlayan **a)** yıllık ortalama sıcaklık aralığı, **b)** yükselti, **c)** arazi yüzü şekli, **d)** engebelilik, **e)** yıllık ortalama sıcaklık, **f)** yıllık yağış miktarı grafikleri

Modele katkı sağlayan değişken değer sonuçlarına göre Saz kedisinin habitat uygunluk haritalaması ortaya koyulmuştur. Elde edilen haritaya göre türün genel olarak dağlık bölgelere nazaran düz ve düze yakın alanları tercih ettiği tespit edilmiştir. Ayrıca alan içerisinde bulunan Akyatan Lagünü, Beyşehir Gölü, Eğirdir Gölü, Tuz Gölü, Göksu Deltası, Yumurtalık Gölü ve Van Gölü çevresinde yüksek habitat uygunluk gösterdiği tespit edilmiştir. Bu durumun göl ve deltaların çevresinin yoğun sazlık alanlarla kaplı olduğu düşünülmektedir. Bu alanların dışında Saz kedisi türü için çalışma alanının kuzey bölgesi uygun alanlar olarak gözükmemektedir (Şekil 6).



Şekil 5. Model tabanlı Saz kedisi habitat uygunluk haritalaması

TARTIŞMA VE SONUÇ

Türkiye'deki memeli yaban hayvan türleri arasında yer alan, ancak nesli asgari endişeye sahip olan Saz kedisinin (*Felis chaus* S.) korunması ve yönetim planının olması gereken bir kedi türüdür (Ünal ve Eryılmaz 2020). Başka bir ifadeyle; Saz kedisi habitat isteklerinin sayısal ve model tabanlı ortaya koyulması son derece önemlidir. Literatür çalışmaları incelendiğinde Türkiye genelinde Saz kedisi habitat tercihlerini ortaya koyan bazı çalışmalara rastlamak mümkündür. Saz kedisine ait ortaya koyulan habitat uygunluk haritalamalarının sayısal ve model tabanlı olmadığı büyük bir eksikliktir. Dolayısıyla bu çalışmada nesli asgari endişe altındaki Saz kedisi türünün sayısal ve model tabanlı habitat uygunluk haritalaması amaçlanmıştır. Bu amaçla doğruluğu yüksek ve güvenilir Chelsa iklim ve çevresel değişkenler kullanılarak Saz kedisi habitat uygunluk modelinin elde edilmesi planlanmıştır. Bu plan doğrultusunda Saz kedisi türüne ait elde edilen var veri yaban hayatı habitat uygunluk modelleme ve haritalamalarında kullanılan MaxEnt yöntemi tercih edilmiştir. MaxEnt modeline göre Saz kedisi dağılımına etki eden değişkenlerin sırasıyla yıllık ortalama sıcaklık aralığı, yükselti, arazi yüzey şekil indeksi, engebelilik, yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık yağış miktarı olduğu tespit edilmiştir.

Saz kedisi habitat uygunluk modeline en fazla katkı sağlayan iklim değişkeninin yıllık ortalama sıcaklık aralığı (Bio 7) olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yıllık ortalama sıcaklık aralığının 0 C° ile 27.5 C° arasında olduğu alanlarda türün var olma olasılığı yüksektir. Mukherjee ve ark. 2010, Hindistan'daki Saz kedisi (*Felis chaus*) ve diğer kedi türünün genetik çeşitlilik bakımından karşılaştırmalı dağılım alanlarını araştırmışlardır. Bu kapsamda saz kedisi popülasyonunun diğer kedi türüyle genetik olarak farklı olduğunu belirtmiş olmanın yanında bu genetik farklılığın tür dağılımında etkili olduğu ifade edilmiştir. Bu kapsamda MaxEnt yöntemiyle ortaya koyduğu Saz kedisi ve diğer kedi türüne ait ortaya koyduğu dağılımını tanımlayan en etkili değişkeninin yıllık sıcaklık aralığı (Bio 7) olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bu değişken değer sonuçlarına göre alan içerisindeki yıllık sıcaklık aralığının yaklaşık 15 C° ile 25 C° arasında olduğu alanlarda Saz kedisi ve diğer kedi tür dağılımının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Modele katkı sağlayan bir diğer değişkenin yıllık ortalama sıcaklık değişkeni olduğu tespit edilmiştir. Jayasekara ve Mahaulpatha 2022, Sri Lanka'daki küçük ve orta büyüklükteki kedigiller için habitat uygunluğunun modellenmesi ve örtüşen zamansal ve mekânsal nişi araştırılması amaçlanmıştır. Bu kedi türlerinden biri olan Saz kedisi habitat uygunluk modelini MaxEnt yöntemiyle ortaya koymaya çalışmıştır. Model sonuçlarına göre Saz kedisi tür dağılımı üzerinde en etkili yıllık ortalama sıcaklık (Bio 1) değişkeninin olduğu tespit edilmiştir. Saz kedisi habitat uygunluk modelinin oluşumuna en az katkıyı yıllık yağış miktarı (Bio 12) değişkeninin olduğu tespit edilmiştir. Deb ve ark. 2017, iklim değişikliğinin iki farklı orman dağılımı üzerindeki etkisini ortaya koymayı amaçlamıştır. Bu amaçla devam eden ormansızlaşma ve küresel iklim değişikliğinin çalışma alanında dağılım gösteren Saz kedisi türü gibi birçok kedi türlerinin yok olmasıyla ilişkilendirilmiştir. Bu kapsamda ortaya koyulan her iki modele ait Jackknife grafiğine göre yıllık yağış (Bio 12) değişkeninin modele katkı sağladığı tespit edilmiştir. Yukarıdaki bilgiler ışığında Saz kedisi habitat uygunluk modeline katkı sağlayan iklim değişken değer sonuçları doğrudan ya da dolaylı olarak aynı yöndedir.

Saz kedisi habitat uygunluk modeline katkı sağlayan çevresel değişkenler ise; yükselti, arazi yüzel şekil indeksi ve engebelilik olduğu tespit edilmiştir. Yükselti değişkenine göre Saz kedisinin 600 metreden üstteki alanlarda görülme olasılığının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Samson ve ark. (2024), Hindistan'daki Saz kedisi türünün 1000 metre yükseltiye sahip alanlarda dağılım gösterdiği ifade edilmiştir. Mert ve Acarer (2018), Beyşehir gölündeki sazlık alanların yaban hayatı üzerine etkilerini ortaya koymayı amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda çalışma alanının yaklaşık 1125-1355 m arasında değişkenlik gösterdiği ifade edilmiştir. Bu alan içerisinde memeli yaban hayvan türlerinden birisinin Saz kedisin dağılım gösterdiği belirtilmiştir. Ayrıca Erfani ve ark. 2021, İran'ın Sistan bölgesindeki Saz kedisi dağılımını simüle etmeyi amaçlamıştır. Bu amaçla Deniz seviyesinden 900 m yükseklikteki bir dağın sulak alanlarının çevresinde bir bazalt kütlesi olduğu ifade edilmiştir. Dolayısıyla bu dağ çevresinde Saz kedisine ait ver verileri elde etmiştir. Modele katkı sağlayan arazi yüzü şekli indeksine göre habitat olarak Saz kedisi kanyon,

U şeklindeki vadiler, düzlük ve ovalık alanları tercih etmektedir. Saz kedisi bataklık ya da sazlık alanlarda bulunması nedeniyle Saz kedisi ya da Kamış kedisi olarak isimlendirilmiştir (Sunquist ve Sunquist 2002, Gerngross 2014, Ünal ve Eryılmaz 2020). Genel olarak nehir, göl ve delta gibi sulak alan çevresinde kayıt altına alınmıştır. (Hatt 1959, Mendelssohn 1989, Heptner ve Sludskii 1992, Oğurlu ve ark. 2010, Sanei ve ark. 2016). Ayrıca Robert ve Bernhard 1977, Pakistan'daki en geniş dağılım alanına sahip olan Saz kedisinin nehir kenarlarındaki çalılık veya sazlık alanları tercih ettiğini belirtmiştir. Geniş dağılım alanına sahip olmasıyla insan baskısında kendini koruyabilen en küçük yabani kedi türü olduğu ifade edilmiştir. Khan ve Beg 1986, saz kedisinin çeşitli tarım arazilerini tercih ettikleri sazlık alan ve çevresinde yaygın olarak dağılım gösterdikleri ifade edilmiştir. Baker ve ark. 2003, Saz kedisinin habitat ve popülasyon durumunu belirlediği çalışmalarında habitat tercihinde özellikle sazlık ve bataklık çevrelerinin önemli rol oynadığını belirtmiştir. Noor ve ark. 2017, Hindistan'daki engebeli ve dik yapıya sahip çalışma alanında bazı memeli yaban hayvan türlerinin aktivite modellerini ve mekânsal birlikteliğini ortaya koymayı amaçlamıştır. Bu çalışmada arazi yapısının genel olarak kanyon ve U şeklindeki vadilerden meydana geldiği ifade edilmiştir. Son olarak Saz kedisi habitat uygunluk modeline en az katkı sağlayan çevresel değişkenin engebelilik değişkeninin olduğu tespit edilmiştir. Feizabad ve ark. (2023) bazı memeli yaban hayvan ve kedi türü üzerine iki tür için temel habitat ve bağlantı koşullarını ve bu koşulları etkileyen çevresel faktörleri belirlemeyi amaçlamıştır. Kedi türüne ait habitatların mekânsal olarak düzensiz ve parçalı olduğu tespit edilmiştir. Diğer memeli yaban hayvan tür dağılımının daha serin bölgeler olmasına rağmen kedi türünün daha sıcak bölgeleri tercih ettiği belirtilmiştir. Ayrıca kedi tür dağılımının engebeli arazi ve yerleşime yakın bölgelerden uzak olduğu ifade edilmiştir. Sonuç olarak yapmış olduğumuz Saz kedisi habitat uygunluk haritalamasına katkı sağlayan yükselti, arazi yüzü şekli ve engebelilik çevresel değişken değer sonuçları literatürle doğrultudadır.

Modele katkı sağlayan değişken değerlerine göre Saz kedisi habitat uygunluk haritalamasına göre tür için uygun habitatlar belirlenmiştir. Saz kedisi başta Akyatan Lagünü olmak üzere sulak alan çevresinde yüksek habitat uygunluk göstermektedir. Turan (1984), her ne kadar yoğun bir çalışma yapılmamış olsa da Türkiye'deki sulak alan çevresinde Saz kedisi türünün var olduğunu ifade etmiştir. Avgan (2007), çalışmasında Saz kedisi türünü Adana-Akyatan Lagünü civarında ilk kez kayıt altına almıştır. Ancak Kızılırmak Deltası'nda Yaban kedisi (*Felis silvestris*) türüne rastlamış ve Saz kedisi türünü kayıt altına alamamıştır. Bu kapsamda yaban hayatı çalışmalarında var verileri kesin kanıtlanırken yok verilerinin elde edilmesi oldukça zordur. Dolayısıyla yok verilerinin elde edilmesi için yapılan genel ve kısa zamanlı çalışmalar genelde tercih edilmemektedir. Bu bakımdan Saz kedisi türüne ait sadece var verileriyle elde edilen model tabanlı habitat uygunluk haritalaması sayısal bir değer taşımasıyla önem arz etmektedir.

ÖNERİLER

Bu çalışmada Saz kedisi türünün korunması ve yönetimi için önem arz eden alanlar belirlenmiştir. Saz kedisi koruma eylem planı için ortaya koyulan bu sayısal ve model tabanlı haritalama sonuçları baz alınarak koruma çalışmaları ortaya koyulmalıdır. Çünkü bu haritalama nesli tehlike altına girme potansiyeline sahip Saz kedisi türü üzerine çalışacak araştırmacılara altlık oluşturacaktır. Ayrıca ortaya koyulan bu haritalama sayısal ve model tabanlı olmasıyla gelecek iklim zarf modellerine kolaylıkla uygulanabilecektir. Sonuç olarak; Saz kedisi üzerinde etkili olan değişken değer sonuçları hedef tür üzerine çalışmalar yapacak araştırmacılara ışık tutması beklenmektedir.

KAYNAKLAR

Acarer A (2024a) Brown bear (*Ursus arctos* L.) distribution model in Europe: current situation and the potential role of climate change. Šumarski List, 148(5-6): 1-12.

Acarer A (2024b) Will cinereous vulture (*Aegypius monachus* L.) become extinct in the forests of Türkiye in the future?. Šumarski List, 148(7-8): 375-387.

Acarer A, Mert A (2024) 21st Century Climate Change Threatens on the Brown Bear. CERNE, 30, e-103305.

Aertsen W, Kint V, Van Orshoven J, Özkan K, Muys B (2010) Comparison and ranking of different modelling techniques for prediction of site index in Mediterranean mountain forests. Ecological Modelling, 221(8): 1119-1130.

Aspinall RJ, Burton G, Landenburger L (1998) Mapping and modeling wildlife species distribution for biodiversity management. In Proceedings of the ESRI Users Conference.

Austin M (2007) Species distribution models and ecological theory: a critical assessment and some possible new approaches. Ecological Modelling, 200(1-2): 1-19.

Avgan B (2009) Sighting of a jungle cat and the threats of its habitat in Turkey. Cat News, 50(1): 16.

Baker MA, Nassar K, Rifai L, Qarqaz M, Al-Melhim W, Amr Z (2003) On the current status and distribution of the Jungle Cat, *Felis chaus*, in Jordan (Mammalia: Carnivora). Zoology in the Middle East, 30(1): 5-10.

Baldwin RA (2009) Use of maximum entropy modeling in wildlife research. Entropy, 11(4): 854-866.

Deb JC, Phinn S, Butt N, McAlpine CA (2017) The impact of climate change on the distribution of two threatened Dipterocarp trees. Ecology and evolution, 7(7): 2238-2248.

Diker H, Diker E (2012) Akyatan yaban hayatı geliştirme sahası (Adana) Saz kedisi (*Felis chaus*) popülasyonu araştırılması, izlenmesi ve korunması çalışması. WWF (Doğal Hayatı Koruma Vakfı), İstanbul.

Elith J, Phillips SJ, Hastie T, Dudik M, Chee YE, Yates CJ (2011) A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. Diversity and Distributions, 17(1): 43-57.

Erfani M, Farashi A, Alizadeh M (2021) Simulating the state of jungle cat (*Felis chaus* Schreber, 1777) using cross-impact analysis in Sistan, Iran. Modeling Earth Systems and Environment, 7: 783-793.

Ertuğrul ET, Mert A, Oğurlu İ (2017) Mapping habitat suitabilities of some wildlife species in Burdur Lake Basin. Turkish Journal of Forestry, 18(2): 149-154.

Evcin Ö (2018) Population ecology of roe deer (*Capreolus capreolus*) in Kastamonu and Sinop. Kastamonu University Institute of Science PhD Dissertation, Kastamonu.

Evcin Ö, Kalleci B (2020) Glis glis (*Nehring*, 1903) (Rodentia: Gliridae) türünün Kastamonu ilindeki yayılış gösterdiği alanların ve potansiyel dağılımının tespit edilmesi. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 4(2): 73-77.

Evcin Ö, Kucuk O, Akturk E (2019) Habitat suitability model with maximum entropy approach for European roe deer (*Capreolus capreolus*) in the Black Sea Region. Environmental Monitoring And Assessment, 191(11): 669.

Feizabadi HA, Mohammadi A, Shahnaseri G, Wan HY (2023) Comparing drivers and protection of core habitat and connectivity for two sympatric desert carnivores. Global Ecology and Conservation, 48: e02696.

Gerngross P (2014) Recent records of jungle cat in Turkey. Cat News, 1: 10-11.

Green AM, Chynoweth MW, Şekercioğlu ÇH (2020) Spatially explicit capture-recapture through camera trapping: a review of benchmark analyses for wildlife density estimation. Frontiers in Ecology and Evolution, 8: 563477.

Guisan A, Zimmermann NE (2000) Predictive habitat distribution models in ecology. Ecological Modelling, 135(2-3): 147-186.

Harrison DL, Bates PJJ (1991) The mammals of Arabia Sevenoaks. Harrison Zoology in Museum, Second Edition.

Hassinger JD (1973) A survey of the mammals of Afghanistan. Fieldiana Zoolgy, 60: 159–161.

Hatt RT (1959) The Mammals of Iraq. Miscellaneous Publications Museum of Zoology, University of Michigan, 106: 89–90.

Heptner VG, Sludskıı AA (1992) Mammals of the Soviet Union. Vol: 2 Part: 2 Carnivora. Smithsonian Institution Libraries and The National Science Foundation, Washington, DC, USA.

Hock R (2003) Temperature index melt modelling in mountain areas. Journal of Hydrology, 282: 104-115.

Hulbert IA, French J (2001) The accuracy of GPS for wildlife telemetry and habitat mapping. Journal of Applied Ecology, 38(4): 869-878.

IUCN (2023) https://www.iucnredlist.org/es/species/8540/200639312 Erişim Tarihi:12/11/2023.

İlemin Y (2022) Manisa memeli faunası üzerine bir araştırma. Commagene Journal of Biology, 6(1): 6-10.

Jayasekara EGDP, Mahaulpatha D (2022) Modeling the habitat suitability for sympatric small and medium sized felids and investigating the spatiotemporal niche overlapping in Maduru Oya National Park, Sri Lanka. Journal of Wildlife and Biodiversity, 6(1): 31-56.

Jenness J (2006) Topographic Position Index (tpi_jen. avx) Extension for ArcView 3. x, v. 1.3 a. Jenness Enterprises.

Karger DN, Conrad O, Böhner J, Kawohl T, Kreft H, Soria-Auza RW, Kessler M (2017) Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas. Scientific Data, 4(1): 1-20.

Karger DN, Zimmermann NE (2019) Climatologies at high resolution for the earth land surface areas CHELSA V1. 2: Technical specification. Swiss Federal Research Institute WSL, Switzerland.

Khan AR, Beg MA (1986) Food of some mammalian predators in the cultivated areas of Punjab. Pakistan Journal of Zoology, 18 (1): 71-79.

Kıraç A (2021) Potential distribution of two lynx species in Europe under paleoclimatological scenarios and anthropogenic climate change scenarios. Cerne, 27: e-102517.

Kıraç A, Gidiş M, Mert A, Başkale E (2022) Climate change and the fate of endemic Beyşehir Frog, Pelophylax caralitanus. Amphib Reptile Conse, 16: 76-85.

Kıraç A, Mert A (2019) Will danford's lizard become extinct in the Future?. Polish Journal of Environmental Studies, 28(3): 1-9.

Lay D (1967) A study of the mammals of Iran resulting from the street expedition of 1962–63. Fieldiana Zoology, 54: 1–282.

Mendelssohn H (1989) Felids in Israel. CAT News, 10: 2–4.

Mert A, Acarer A (2021) Usage rates of reed beds in Beysehir lake of some wild mammals. Feb Fresenıus Envıronmental Bulletın, 30: 845-852.

Mert A, Acarer A (2018) Wildlife diversity in reed beds around Beyşehir Lake. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 2(1): 110-119.

Mert A, Kıraç A (2017) Isparta-Sütçüler yöresinde Anatololacerta danfordi (Günter, 1876)'nin habitat uygunluk haritalaması. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 1(1): 16-22.

Mert A, Yalçınkaya B (2016) The relation of edge effect on some wild mammals in Burdur-Ağlasun (Turkey) district. Biological Diversity and Conservation, 9(2): 193-201.

Morales-Barbero J, Vega-Álvarez J (2019) Input matters matter: Bioclimatic consistency to map more reliable species distribution models. Methods in Ecology and Evolution, 10(2): 212-224.

Mukherjee S, Krishnan A, Tamma K, Home C, Joseph S, Das A, Ramakrishnan U (2010) Ecology driving genetic variation: a comparative phylogeography of jungle cat (*Felis chaus*) and leopard cat (*Prionailurus bengalensis*) in India. PloS One, 5(10): e13724.

Noor A, Mir ZR, Veeraswami GG, Habib B (2017) Activity patterns and spatial co-occurrence of sympatric mammals in the moist temperate forest of the Kashmir Himalaya, India. Folia Zoologica, 66(4): 231-241.

Oettel J, Lapin K (2021) Linking forest management and biodiversity indicators to strengthen sustainable forest management in Europe. Ecological Indicators, 122: 107275.

Ogurlu I, Gundogdu E, Ceyhun YI (2010) Population status of Jungle cat (*Felis chaus*) in Egirdir Lake, Turkey. Journal of Environmental Biology, 31(1): 179.

Özay E (2019) Determing of the big mammal animals and identification of population ecology by camera traps in Eskisehir. Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Bartın.

Özçelik R (2009) Studies (planning and conservation) on biodiversty and their reflections on Turkish forestry. Turkish Journal of Forestry, 7(2): 23-36.

Özkazanç NK, Horasan M, Ateşoğlu İ (2017) Large wild mammals detected by camera trap in Sökü wildlife reservoir area. Journal of Bartin Faculty of Forestry, 19(1): 290-300.

Phillips SJ, Anderson RP, Schapire RE (2006) Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling, 190(3-4): 231-259.

Phillips SJ, Dudik M (2008) Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. Ecography, 31(2): 161-175.

Roberts TJ, Bernhard P (1977) The Mammals of Pakistan. Second Edition. Oxford University Press, Pakistan.

Samson A, Chandrasekar D, Moinudheen N, Princy JL, Bah JB (2024) A melanistic Jungle Cat (*Felis chaus*) in the great rann of kutch, Gujarat, India. Mammalogy Notes, 10(1): 367-367.

Sanei AOO, Mousavı M, Rabıe K, Khosravı MS, Julaee L, Gudarzı F, Chalanı M (2016) Distribution, characteristics and conservation of the Jungle Cat in Iran. Cat News, 10: 51-55.

Sinclair E, Mayack DT, Roblee K, Yamashita N, Kannan K (2006) Occurrence of perfluoroalkyl surfactants in water, fish, and birds from New York State. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 50: 398-410.

Sunquist M, Sunquist F (2017) Wild Cats of the World. University of Chicago Press.

Süel H, Şentürk Ö, Mert A, Özdemir S, Yalçınkaya B (2018) Habitat suitability modeling and mapping. V. International Multidisciplinary Congress of Eurasia Barcelona, Spain, 24(26): 74-84.

Tikader BK (1983) Threatened animals of India. Zoological Survey of India, Calcutta.

Trolliet F, Vermeulen C, Huynen MC, Hambuckers A (2014) Use of camera traps for wildlife studies: a review. In Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement, 18(3): 446-453.

Turan N (1984) Türkiye'nin Av ve Yaban Hayvanları: 2. Baskı. Ongun Kardesler Matbaacılık Sanayii, Ankara, Türkiye.

Ünal Y, Eryilmaz A (2020) Jungle cat (*Felıs chaus* Schreber, 1777) population density estimates, activity pattern and spatiotemporal interactions with humans and other wildlife specıes ın Turkey. Applied Ecology and Environmental Research, 18(4): 5873-5890.

Artvin Çoruh Üniversitesi
Orman Fakültesi Dergisi
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Yıl: 2024, Cilt: 25, Sayı:2, Sayfa: 167-177

ofd.artvin.edu.tr

Artvin Coruh University
Journal of Forestry Faculty
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Year: 2024, Vol: 25, Issue:2, Pages: 167-177

Türkiye Periploca (Periplocoideae: Apocynaceae) taksonlarının morfolojik ve korolojik özellikleri

Morphological and corological features of Periploca (Periplocoideae: Apocynaceae) taxa in Türkiye

Seher GÜVEN[1*] Eyüp SARIKAYA[2]

[1]Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Rize
[2]Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı, Rize

Eser Bilgisi / *Article Info*
Araştırma makalesi / *Research article*
DOI: 10.17474/artvinofd.1526752

Sorumlu yazar / *Corresponding author*
Seher GÜVEN
e-mail: seher.cakmak@erdogan.edu.tr

Geliş tarihi / *Received*
02.08.2024
Düzeltme tarihi / *Received in revised form*
16.09.2024
Kabul tarihi / Accepted
20.09.2024
Elektronik erişim / *Online available*
15.10.2024

Anahtar kelimeler:
Koroloji
Morfolojik betim
Periploca
Türkiye

Keywords:
Chorology
Morphological description
Periploca
Türkiye

Özet

Periploca cinsi Türkiye'de *P. gracilis* ve *P. graeca* taksonları ile temsil edilmektedir. Mevcut araştırmada bu iki taksonun morfolojik özelliklerinin yeniden değerlendirilmesi ve korolojik özelliklerinin güncellenmesi amaçlanmıştır. Morfolojik incelemeler, türlerin doğal yayılış alanlarından yeni toplanan ve ulusal/uluslararası herbaryumlarda muhafaza edilen örnekler üzerinden gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, incelenen taksonların detaylı morfolojik fotoğraflarını içeren genişletilmiş betimleri ve Türkiye'deki güncel yayılış haritaları oluşturulmuştur. Sarılıcı çalı formunda olan her iki *Periploca* taksonundan, *P. gracilis* ince yapılı gövdesi, küçük yaprakları (10–50 mm), beyaz ya da yeşilimsi sarı ve tüysüz korollası, ipliksi ve uçta iki parçalı korona segmentleri, akut ya da yatay olarak ayrılmış uçları serbest ve 50–115 mm uzunluktaki foliküllerı ile karakterize edilirken, *P. graeca* nispeten daha gelişmiş gövde, yaprak (30–155 mm) ve meyvelere (60–170 mm), mor menekşe renginde ve üst yüzeyi kenarlar boyunca ince uzun yumuşak tüylü (villous) korollaya, ipliksi ve parçalanmamış korona segmentlerine, akut olarak ayrılmış ve uçtan hafifçe birleşmiş foliküllere sahiptir. Türkiye'de *P. gracilis* taksonunun 7, *P. graeca* taksonunun ise 91 lokalitede yayılış gösterdiği belirlenmiştir. Bu çalışma ile Türkiye'de yayılış gösteren *Periploca* taksonlarının morfolojik betimlerine önemli bir katkı sağlanmış ve ülkedeki dağılımları güncellenmiştir.

Abstract

The genus *Periploca* is represented by the taxa *P. gracilis* and *P. graeca* in Türkiye. The current study aimed to re-evaluate the morphological features of these two taxa and to update their chorological characteristics. Morphological examinations were carried out on the samples of the species newly collected from natural habitats and stored in national/international herbaria. In addition, extended descriptions of the examined taxa, including detailed morphological photographs, and updated distribution maps in Türkiye were created. Of the two *Periploca* taxa in the form of climbing shrubs, *P. gracilis* is characterized by its slender stem, small leaves (10–50 mm), white or greenish yellow and glabrous corolla, filiform and apically bifid corona segments, acutely to horizontally divergent, apically free, and 50–115 mm long follicles, while *P. graeca* has relatively more developed stem, leaves (30–155 mm) and fruits (60–170 mm), a purple-violet corolla, adaxially with villous indument along margins, filiform and undivided corona segments, and follicles acutely divergent and connate only at the tips. It is determined that *P. gracilis* is distributed in 7, and *P. graeca* is in 91 localities in Türkiye. With this study, a significant contribution was made to the morphological descriptions of *Periploca* taxa distributed in Türkiye and their distribution in the country was updated.

GİRİŞ

Periplocoideae, güncel sınıflandırmaya göre Apocynaceae s.l. familyası içerisinde alt familya düzeyinde değerlendirilmektedir (Endress ve ark. 2019). Ancak bu takson grubunun sistematiği ile ilgili günümüze kadar birçok farklı görüş ortaya konulmuştur. Periplocoideae taksonları, Jussieu (1789) tarafından Apocynaceae s. str., Brown (1811, 1833) tarafından Asclepiadeae, Schlechter (1905) tarafından ise Periplocaceae familyası altında sınıflandırılmıştır. Bir kısım taksonomist Periplocaceae'yi ayrı bir familya olarak değerlendirirken (Bullock 1956, Schlechter 1905, Hutchinson 1973, Dyer 1975) geleneksel sınıflandırmaların büyük çoğunluğu bu takson grubunu Asclepiadaceae familyası altında konumlandırmayı uygun görmüştür (Pobedimova 1952, Markgraf 1972, Browicz 1978, Cronquist 1981, Takhtajan 1987, Nicholas ve Baijnath 1994). Endress ve Bruyns (2000) tarafından ortaya konulan Apocynaceae'nin modern sınıflandırmasında ise geleneksel Asclepiadaceae üyeleri (Periplocoideae, Secamonoideae ve Asclepiadoideae) Apocynaceae s.l. familyası altında alt familya düzeyine

taşınmıştır. Afrika, Madagaskar, Avrasya ve Avustralya genelinde yaklaşık 33 cins, 200 tür, 6 alttür ve 3 varyete ile temsil edilen Periplocoideae alt familyası, tropikal ve subtropikal bölgelerdeki bataklıklar, yağmur ormanları ve mezofitik geniş yapraklı ağaç ormanlarında yayılış gösteren dev sarmaşıkların yanı sıra yarı kurak ya da çöl habitatlarına adapte olmuş nispeten daha küçük boyutlardaki dik ya da sarılıcı çalı formundaki bitkileri içermektedir (Venter 1997, Verhoeven ve Venter 2001, Endress ve ark. 2019). Periplocoideae mensubu cinslerin çoğunluğu sadece birkaç tür ihtiva etmekle birlikte alt familyanın en geniş cinsleri *Raphionacme* Harv. (37 tür), *Cryptolepis* R.Br. (30 tür), *Pentopetia* Decne. (22 tür) ve *Periploca* L. (17 tür) şeklinde sıralanmaktadır (URL-1).

Çalışma konusu olan *Periploca*, Periplocoideae alt familyasının en fazla türe sahip dördüncü cinsi olup Afrika, Asya ve Avrupa'da 17 tür ile temsil edilmektedir (URL-1). *Periploca* cinsine mensup bitkilerin zengin biyokimyasal içeriğe sahip olduğu ve kardiyotonik, anti-inflamatuar, immünosüpresif, antitümör, antimikrobiyal, antioksidan gibi önemli biyolojik aktiviteler gösterdiği bilinmektedir. Ayrıca dünya genelinde birçok *Periploca* türü park ve bahçelerde süs bitkisi olarak yetiştirilmektedir (Huang ve ark. 2019). *Periploca* cinsinin seksiyon düzeyindeki ilk sınıflandırması Schumann (1895) tarafından gerçekleştirilmiş ve vejetatif karakterler dikkate alınarak cins içerisinde *Euperiploca* ve *Campelepis* olmak üzere iki seksiyon tanımlanmıştır. Daha sonra Browicz (1966), *Periploca* cinsi üzerinde generatif karakterleri de kapsayan daha detaylı bir monografik araştırma yaparak cins içerisinde *Periploca* (8 tür) ve *Immaculata* Browicz (3 tür) seksiyonlarına mensup toplam 11 tür tanımlamıştır. *Periploca* cinsinin en güncel revizyonu ise Venter (1997) tarafından gerçekleştirilmiş ve araştırıcı Browicz (1966)'in sınıflandırması ile büyük oranda örtüşen iki seksiyona mensup 14 tür tanımlanmıştır. Bu taksonlardan 10 tanesi *Periploca* seksiyonunun serileri olan *Periploca* (4 tür), *Laevigatae* (4 tür) ve *Calophyllae* Venter (2 tür) içerisinde 4 tanesi ise *Monocoronata* Venter seksiyonunda sınıflandırmıştır.

Apocynaceae (Stearn 1978) ve Asclepiadaceae (Browicz 1978) Türkiye ve Doğu Ege Adaları Florası'nda iki ayrı familya olarak değerlendirilmiş daha sonra Türkiye Bitkileri Listesi (Güner ve ark. 2012) adlı güncel eserde bu iki bitki grubuna ait taksonlar tek bir familya (Apocynaceae s.l.) altında listelenmiştir. Ülkemiz Periplocoideae taksonları üzerinde ilk detaylı taksonomik çalışma Asclepiadaceae familyasını revize eden Browicz (1978) tarafından gerçekleştirilmiş ve *Cyprinia* (*C. gracilis*) ve *Periploca* L. (*P. graeca* L. var. *graeca* ve *P. graeca* var. *vestita* Rohlena) cinslerine mensup toplam üç takson tespit edilmiştir. *P. gracilis* taksonu ilk olarak Browicz (1965) tarafından monotipik yeni bir cins olarak tanımlanan *Cyprinia* içerisine taşınmış ve bu takson Türkiye ve Doğu Ege Adaları Florası (Browicz 1978) kayıtlarında *C. gracilis* adı ile yer almıştır. Ancak daha sonra yapılan detay çalışmalarda bu takson *P. gracilis* olarak kabul görmüştür (Venter 1997). Alt familyanın diğer türü olan *P. graeca* Türkiye'de sadece yaprak ve petiyol tüylülük özelliği yönünden ayrılan iki varyete ile temsil edilmektedir (Browicz 1978). Diğer taraftan, Venter (1997) yaprak tüy ve tüylenme özelliklerinin *P. graeca* türü içerisinde değişken olduğunu ve taksonların varyete düzeyinde ayrımını desteklemediğini rapor etmiştir. Bu sebeple çalışma konusu olan Periplocoideae taksonları için Venter (1997) tarafından önerilen güncel sistematik takip edilmiştir.

Periploca cinsi üzerinde gerçekleştirilen ilk taksonomik araştırmalarda generatif karakterler detaylı olarak ele alınmadığından taksonların sınıflandırılmasında bazı yanlışlıkların ortaya çıktığı rapor edilmiştir (Venter 1997). Örneğin; Browicz (1965), *Periploca* cinsinin ipliksi ve parçalanmamış korona lobları ile karakterize edildiğini, bunlardan farklı şeritsi ve uçta iki parçalı koronaya sahip *P. gracilis* türünün ise yeni bir cins olan *Cyprinia*'ya aktarılmasının daha doğru olacağını savunmuştur. Daha önce Bullock (1961) benzer şekilde *P. nigrescens* Afz. türünü şeritsi dört parçalı korona lobuna sahip olması sebebiyle *Parquetina* Baill cinsine transfer etmiştir. Daha sonra *P. somaliene* ve *P. acuminate* Rahman & Wilcock türleri üzerinde yapılan detaylı morfolojik incelemeler ile cins içerisinde ovat korona loblarının da bulunabileceği ortaya konulmuştur (Rahman ve Wilcock 1992, Venter ve Verhoeven 1993). Venter (1997), *Periploca* taksonlarında çiçek karakterlerini daha kapsamlı bir şekilde ele alarak korolla ve korona özelliklerini türleri ayırmada anahtar karakterler olarak kullanmıştır. *Periploca* taksonlarında üç

tip korolla (*Tip 1: petal tüysüz ve tekdüze yapılı, Tip 2: petal tüysüz, merkez kısmı koyu renkli ve papillalı beyaz benekli, Tip 3: petal kenarlar boyunca tüylü, merkez kısmı koyu renkli ve papillalı beyaz benekli*) ve korona (*Tip 1: segmentler tabanda üç loblu, merkezi uzun ipliksi lob parçalanmamış, Tip 2: segmentler tabanda üç loblu, merkezi uzun ipliksi lob uçta iki parçalı, Tip 3: segmentler tabanda lobsuz ve uçta dört parçalı*) tanımlanmıştır (Venter 1997). Korolla ve korona morfolojisine yönelik ortaya konulmuş bu terminoloji *Periploca* taksonlarının sınıflandırılmasına önemli katkılar sağlamıştır.

Periploca cinsi Türkiye ve Doğu Ege Adaları Florası (Browicz 1978) adlı eserde kısıtlı sayıda yayılış alanına sahip iki tür (*P. gracilis* ve *P. graeca*) ile temsil edilmekte ve bu taksonların morfolojik betimleri cins üyelerinin ayrımında etkin rol oynayan generatif karakterler yönünden önemli eksiklikler barındırmaktadır. Bu çalışmadan elde edilen yeni veriler ışığında Türkiye *Periploca* türlerinin genişletilmiş morfolojik betimlerinin hazırlanması, yeni tespit edilen ve daha önce kayıt altına alınan tüm yayılış, habitat ve popülasyon bilgilerinin değerlendirilmesi sonucu mevcut türler için güncel yayılış haritalarının oluşturulması ve cinsin sistematiğine katkı sağlanması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

P. gracilis ve *P. graeca* türlerine ait çalışma materyallerini arazi çalışmaları ile ülkemizdeki doğal yayılış alanlarından toplanan ve Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü Herbaryumu (RUB)'nda muhafaza edilen bitki örnekleri oluşturmaktadır. Bununla birlikte, ülkemizdeki (ANK, EGE, GAZI, HUB, ISTE, ISTF ve ISTO) ve yurtdışındaki (B/ Berlin-Almanya) herbaryumlar ziyaret edilerek *Periploca* cinsine ait Türkiye menşeli bitki örnekleri detaylı olarak incelenmiştir. Ayrıca, BR, E, G, K, LE ve SAV herbaryumlarında bulunan *P. gracilis* ve *P. graeca* türlerine ait ülkemizden toplanan bitki örnekleri de sanal ortamda değerlendirilmiştir. İncelenen bitki örneklerine ait detaylı yayılış bilgileri Ek-1'de sunulmuştur.

Yöntem

Morfolojik Çalışmalar

Teşhis işlemleri başta Türkiye ve Doğu Ege Adaları Florası (Browicz 1978) olmak üzere, Rus Florası (Pobedimova 1952), Avrupa Florası (Markgraf 1972), İran Florası (Rechinger 1970) ve Flora Orientalis (Boissier 1875)'den yararlanılarak yapılmıştır. Bitkilerin ayrımında etkin rol oynayan morfolojik karakterler stereo-binoküler mikroskop altında incelenmiş ve her bir takson için herbaryum örneğinin genel görüntüsü ile çiçek durumu, çiçek, meyve ve tohum gibi generatif kısımların detay özellikleri stereo-mikroskopa bağlı dijital fotoğraf makinesi ile fotoğraflanmıştır.

Yayılış Haritalarının Hazırlanması

P. gracilis ve *P. graeca* taksonlarının Türkiye'deki dağılım haritası, arazi çalışmaları kapsamında yeni toplanan örnekler ile teyit edilen herbaryum kayıtlarına dayalı olarak ArcGIS 9.3 programı (ESRI 2011) kullanılarak hazırlanmıştır.

BULGULAR

Morfolojik Bulgular

Türkiye'de yayılış gösteren *Periploca* taksonlarının morfolojik özellikleri yeniden detaylı olarak incelenerek genişletilmiş betimleri oluşturulmuştur.

Periploca L., Species Plantarum: 211 (1753).
Lektotip Tür: P. graeca L.,
Hitchcock'a göre: "Prop. Brit. Bot. 136 (1929)".

İncelenen Periploca Taksonlarının Tür Anahtarı

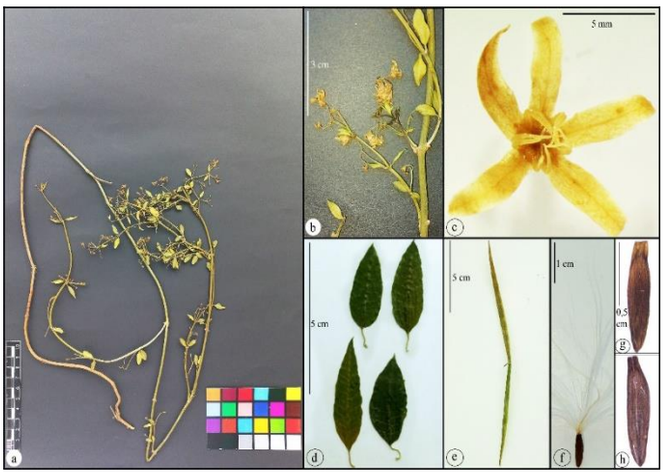
-Petaller beyaz ya da yeşilimsi sarı, yüzeyi tüysüz, korona segmentleri uçta iki parçalı (bifid), foliküller akut ya da yatay olarak ayrılmış ve uçları serbest…….. ***P. gracilis***
-Petaller mor menekşe, üst yüzeyi kenarlar boyunca ince uzun yumuşak tüylü (villous), korona segmentleri uçta

parçalanmamış, foliküller akut olarak ayrılmış uçtan hafifçe birleşmiş ……***P. graeca***

Periploca gracilis Boiss., Flora Orientalis 4: 50 (1879)
Tip tür: Türkiye, Tchoupourlu, Balansa 719 (E!, G!, LE!, K!) (Şekil 1).
=Cyprinia gracilis (Boiss.) Browicz, Feddes Repert. 72: 128 (1966).

Bitki yaprak döken, sarılıcı çalı formunda; kök odunsu, kazık kök; gövde dallanmış, lateksli, yuvarlak ve nodlar belirgin, genç sürgünler yeşil, olgunlukta kahverengi, yüzeyi tüysüzdür. Yapraklar basit, karşılıklı, 10–50 × 3–20 mm, eliptik, ovat-eliptik ya da lanseolat, tabanı kama şeklinde (cuneate) ya da yuvarlak, ucu akut ya da akuminat, yan damarlar belirgin, yüzeyi tüysüz nadiren orta damar seyrek kıvrık tüylü, petiyol 2–10 mm uzunlukta, yüzeyi tüysüz, tabanı şişkinleşmiş, ince kısa ve sakalsı tüylü (barbellate); çiçek durumu lateral ya da terminal, kimoz, 10–15 çiçekli nadiren tek çiçekli, pedunkul 8–25 mm ve pedisel 5–10 mm uzunlukta, pedunkul ve pedisel yüzeyi tüysüz; çiçekler hermafrodit, aktinomorf ve 5 parçalı; kaliks tabanda birleşik, sepaller 1.8-2.2 × 0.8–1.0 mm, geniş ovat ya da eliptik, ucu akut, kenarlar zarımsı, yüzeyi tüysüz; korolla disk şeklinde (rotate), petaller 5.0–8.5 ×1.3–2.2 mm, beyaz ya da yeşilimsi-sarı, dar ovat ya da dar lanseolat, ucu küt ve hafifçe dışa doğru kıvrık, yüzeyi tüysüz; korona beyaz ya da yeşilimsi-sarı, korolla tüpünün iç tabanı ile birleşik beş ayrı segmentli, segmentler petaller ile alternat olarak konumlanmış, tabanda üç loplu olup ikisi yanlarda üçgenimsi çıkıntı şeklinde, merkezdeki lob 3.8–5.0 mm uzunluğunda, ipliksi (filiform), uç kısımda iki parçalı (bifid) ve içe doğru kıvrık; ginostegyum mevcut; androkeum 5 ayrı stamenli, stamenler 1.2–1.4 × 0.2–0.3 mm, anterler üst kısımda stigmayı örter ve dış yüzeyleri uzun, sert, kılsı tüylü (hispid); pistil ortak bir stigmaya sahip iki ovaryum ve stilustan oluşmuş, 1.4–1.6 mm uzunluğunda, stigma tam ve beşgen şeklindedir. Meyve bir çift folikülden oluşmuş, foliküller akut ya da yatay olarak ayrılmış, 50–115 × 2–8 mm, lineer-ovoid ya da lineer-lanseolat, ucu akut, yüzeyi tüysüzdür. Tohum; 5–10 × 1.5–2.0 mm boyutlarında, dorsal ve ventral yüzeyler basık (flattened), dar oblong, kenarlar boyunca kanatlı, kanat 0.2–0.3 mm genişlikte (tabanda 1.2 mm'ye kadar), koma ipeksi, beyaz, 28–35 mm uzunluktadır.

*Çiçeklenme/meyve dönemi***:** Mayıs-Temmuz/Ağustos-Ekim
Yetişme ortamı: Deniz seviyesi kumul alanlar, maki içerisinde taşlık alanlar ve 1-1100 m arası yükseklikler
Fitocoğrafik bölgesi: Doğu Akdeniz elementi



Şekil 1. *Periploca gracilis* (S. Güven 177 & S. Makbul): (a) Herbiye örneği, (b) Çiçek durumu, (c) Çiçek, (d) Yapraklar, (e) Meyve, (f) Tohum genel görünüm, (g) Tohum üst yüzey, (h) Tohum alt yüzey

Periploca graeca L.*, Sp. Pl. 211 (1753).*
Tip: Herbarium of Linnaeus (Linn. 307/1!) (Şekil 2).
=Asclepias dioscoridis Fraas., Syn. Pl. Fl. Class.: 159 (1845).

Periploca graeca L. var. *angustifolia* Uechtritz et Sintenis in Kanitz, Pl. Romaniae 77 (1879-81).

Periploca graeca L. var. *oblongifolia* Post, Fl. Syr. Palest. Sinai 524 (1896); Post, Dinsmore Fl. Syr. Palest. Sinai 2: 190 (1933).

Periploca graeca var. *vestita* Rohlena, Sitzungsber. Königl. Böhm. Ges. Wiss., Math.-Naturwiss. Cl. 1: 84 (1911).

Periploca maculata Moench., Methodus: 46 (1794).

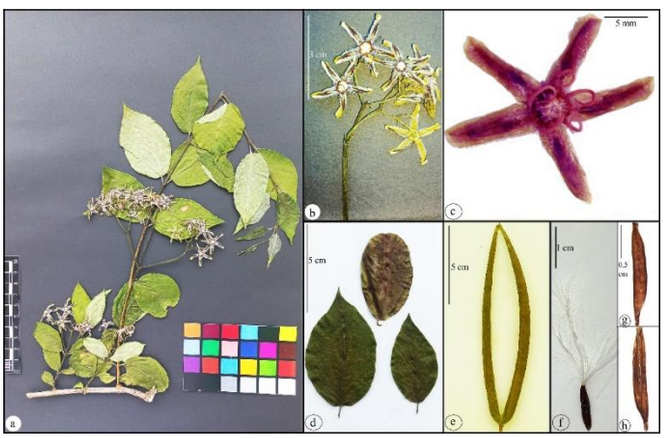
Periploca laeta Salisb., Prodr. 148 (1796). *Periploca graeca* L. f. *salicifolia* Savelli (in sched., Firenze).

Bitki yaprak döken, sarılıcı çalı formunda; kök odunsu, kazık kök; gövde dallanmış, sürgünler 30 m kadar uzunlukta, lateksli, genç sürgünler yeşil, yüzeyi seyrek uzun yumuşak tüylü (villous) ya da tüysüz, çok yıllık sürgünler kırmızımsı kahverengi, kahverengimsi ya da gri-kahverengi, yüzeyi tüysüz ve lentiseller nedeniyle belirgin bir şekilde siğillidir. Yapraklar basit, karşılıklı, 30–155 × 15–100 mm, eliptik, ovat ya da ovat-lanseolat, nadiren yuvarlak, tabanı geniş kama şeklinde (cuneate), ya da yuvarlak, ucu akut ya da akuminat, orta damar belirgin, yan damarlar yarı paralel, üst yapraklar daha küçük ve daralmış, yüzeyi yoğun ince uzun yumuşak tüylü (villous) ya da nadiren uç ve kenarlarda seyrek tüylü, petiyol 5–15 mm uzunlukta, yüzeyi yoğun ince uzun yumuşak tüylü (villous) ya da nadiren seyrek tüylüdür. Çiçek durumu lateral veya terminal, kimoz, 3–30 çiçekli, pedunkul 25–60 mm, pedisel 7–10 mm uzunluğunda, pedunkul ve pedisel yüzeyi seyrek ince uzun yumuşak tüylü (villous) ya da tüysüz; çiçekler hermafrodit, aktinomorf ve 5 parçalı; kaliks tabanda birleşik, sepaller 2.5–3.5 × 1–2 mm, ovat, akut, dış yüzeyi ince uzun yumuşak tüylü (villous); korolla disk şeklinde (rotate), petaller 8–13 × 2–4 mm, alt yüzeyi yeşilimsi ve tüysüz, üst yüzeyi mor-menekşe, merkezi kısmı tüysüz, daha koyu renkli, etli yapıda ve tabana yakın kısımda papillalı beyaz benekli, kenarlar ince uzun yumuşak tüylü (villous), oblong, ucu küt ve hafifçe kıvrık; korona mor-menekşe, korolla tüpünün iç tabanı ile birleşik beş ayrı segmentli, segmentler petaller ile alternat olarak konumlanmış, tabanda üç loplu olup ikisi yanlarda oval çıkıntı şeklinde, merkezdeki lob 5–7 mm uzunluğunda, ipliksi (filiform) ve uç kısımda içe doğru kıvrık, segmentler korolla loblarına yan loblar ile bağlı; ginostegyum mevcut; androkeum 5 ayrı stamenli, stamenler 1.8–2.0 × 1.0–1.2 mm, anterler üst kısımda stigma bölmesini örter ve dış yüzeyleri yoğun uzun, sert, kılsı tüylü (hispid), pistil ortak bir stigmaya sahip iki ovaryum ve stilustan oluşmuş, 2.5–3.5 mm uzunluğunda, stigma tam ve beşgen şeklindedir. Meyve bir çift folikülden oluşmuş, foliküller akut olarak ayrılmış ve uçta hafifçe birleşmiş, 60–170 × 5–9 mm, dar ovoid ya da dar lanseolat, ucu akut, yüzeyi tüysüzdür. Tohum; 11–18 × 2–4 mm boyutlarında, dorsal ve ventral yüzeyler basık (flattened), dar oblong, kenarlar kanatlı, kanat 0.1–0.5 mm genişlikte (tabanda 3.5 mm'ye kadar), koma ipeksi, beyaz, 28–40 mm uzunluktadır.

Çiçeklenme/meyve dönemi:Nisan-Temmuz/Ağustos-Eylül

Yetişme ortamı: Deniz seviyesi kumul alanlar, dere kenarları, göl kenarları, sulak alanlar, tarla kenarları, nemli yaprak döken ormanlar, kızılçam-maki toplulukları, kayalık yamaçlar, 1-1200 m arası yükseklikler.

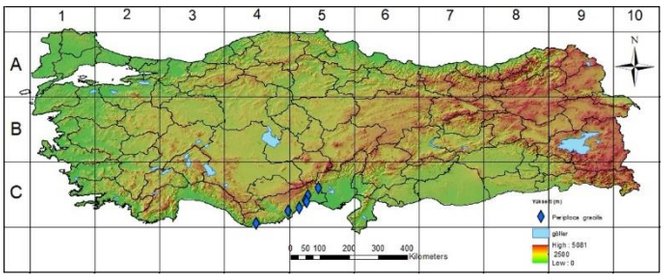
Fitocoğrafik bölgesi: Doğu Akdeniz elementi



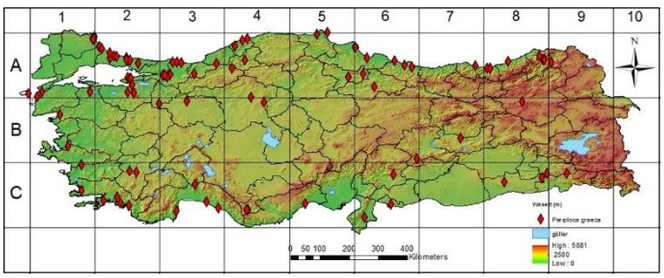
Şekil 2. *Periploca graeca* (S. Güven 178 & S. Makbul):
a) Herbiye örneği, (b) Çiçek durumu, (c) Çiçek, (d) Yapraklar,
(e) Meyve, (f) Tohum genel görünüm, (g) Tohum üst yüzey,
(h) Tohum alt yüzey

Periploca graeca **ve** ***Periploca gracilis*** **Türlerinin Türkiye'deki Yayılışı**

Mevcut çalışma kapsamında yapılan arazi çalışmaları ve herbaryum incelemeleri neticesinde *Periploca gracilis* için 7 ve *P. graeca* için 91 lokalite kaydına ulaşılmıştır. Elde edilen veriler ışığında *P. gracilis* (Şekil 3) ve *P. graeca* (Şekil 4) türlerinin Türkiye'deki güncel yayılış haritaları oluşturulmuştur.



Şekil 3. *Periploca gracilis* taksonunun Türkiye'deki yayılış haritası



Şekil 4. *Periploca graeca* taksonunun Türkiye'deki yayılış haritası

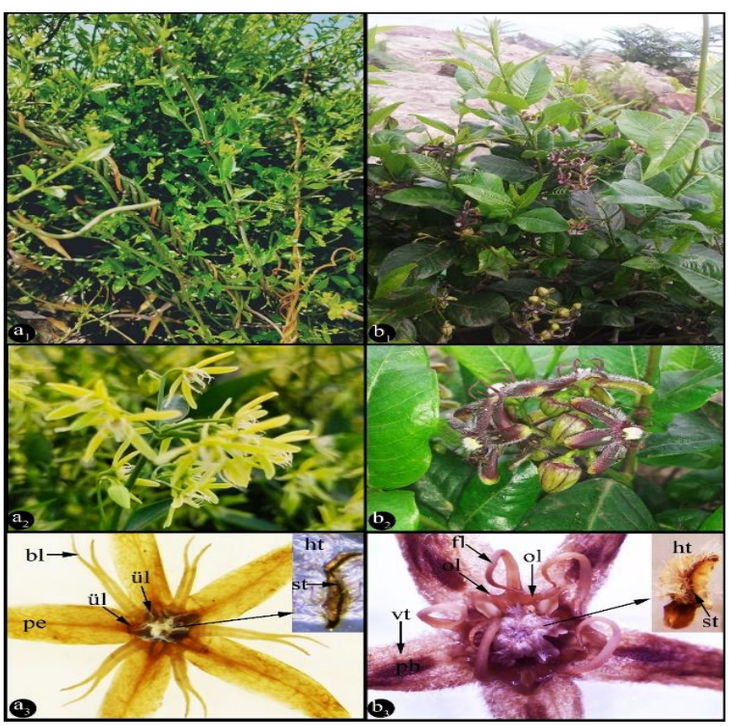
TARTIŞMA

Periplocoideae alt familyasının büyük bir çoğunluğunu tropikal, subtropikal ve ılıman iklim kuşaklarında yetişen dik ya da sarılıcı çalı formundaki bitkilerin oluşturduğu bilinmektedir (Endress ve ark. 2019). Ülkemiz coğrafyasına yakın kısımlarda yayılış gösteren ve *P. graeca* türü ile benzer renkte çiçeklere sahip iki *Periploca* türünden *P. aphylla* Decne (Mısır ve Arap Yarımadası üzerinden Hindistan'a kadar) dik ve yapraksız gövdesi, *P. angustifolia* Labill. (güney Avrupa'dan Afrika ve Suriye'ye kadar) ise dik gövdesi ve tüysüz korollası yönünden *P. graeca*'dan bariz olarak ayrılmaktadır. Bu araştırmada incelenen *Periploca* türleri de benzer sarılıcı, odunsu gövdeye sahiptir. Ancak, ince yapılı gövdesi ve küçük yaprakları (10–50 mm) ile karakterize edilen *P. gracilis* türü nispeten daha gelişmiş gövde yapısına ve yapraklara (30–155 mm) sahip olan *P. graeca* türünden kolaylıkla ayırt edilmektedir (Şekil 5).

Korolla ve korona rengi, şekli, boyutu ve tüylülük durumu, anter ve pistil şekli ve tüylülük durumu, meyve şekli, boyutu ve tüylülük durumu gibi generatif karakterler birçok flora ve revizyon çalışmasında Periplocoideae taksonlarının cins ve tür düzeylerinde sınırlandırılmasında yaygın olarak kullanılan anahtar karakterlerdendir (Pobedimova 1952, Rechinger 1970, Markgraf 1972, Browicz 1978, Venter 1997, Endress ve ark. 2019). İncelenen iki *Periploca* türü benzer şekilde korolla tüpünün iç tabanı ile birleşik korolla segmentlerine (corolline korona) sahip olmalarına rağmen korolla ve korona morfolojisi yönünden kolaylıkla ayrılmaktadır. *P. gracilis* (Şekil 5a) beyaz ya da yeşilimsi-sarı ve tüysüz petaller ile uzun ipliksi ve uçtan iki parçalı koronaya sahip iken, *P. graeca* (Şekil 5b) türünde petaller mor menekşe ve kenarlar boyunca ince uzun yumuşak tüylü (villous) korona ise uzun ipliksidir. *P. graeca* ve *P. gracilis* türlerine yönelik elde edilen çiçek morfolojisi verileri Venter (1997) ile uygunluk göstermekte ve bunlardan *P. graeca* araştırıcı tarafından tanımlanan *Periploca* serisinde, *P. gracilis* ise *Calophyllae* serisinde yer almaktadır. Ayrıca, bu çalışma ile ülkemiz *Periploca* taksonlarının ginostegyum yapıları ayrıntılı olarak ilk kez incelenmiştir. İncelenen taksonlarda androkeum ve ginekeum birleşerek familyaya özgü ginostegyum yapısını oluşturmuştur. Her iki türün ginostegyum yapısı yönünden benzer özellikler sergilediği, ginostegyumda pistilin üst kısımda ortak bir stigmatik başa sahip iki ovaryum ve stilustan oluştuğu ve tabanda ginostegyum halkasına bağlı olan stamenlerin yoğun tüylü anterleri vasıtasıyla stigmatik baş kısmını örttüğü belirlenmiştir (Şekil 5).

İncelenen *Periploca* taksonlarında meyve folikül çiftleri halinde, tohumlar dar oblong, dorsal ve ventral yüzeyleri basık (flattened), dar kanatlı ve uçtan ipeksi komaya sahiptir. *P. gracilis* (Şekil 1f, Şekil 1g) ve *P. graeca* (Şekil 2 f, Şekil 2g) türleri tohum morfolojisi yönünden oldukça benzer özellikler sergilerken meyve morfolojisi bu iki türün ayrımına önemli katkı sağlamıştır. *P. graeca* (Şekil 2e) foliküllerinin dar ovoid ya da dar lanseolat şekilli ve uçtan hafifçe birleşmiş olması yönüyle, lineer-ovoid ya da lineer-lanseolat şekilli ve yatay olarak ayrılmış folikülere sahip *P. gracilis* (Şekil 1e) türünden ayrılmaktadır (Çizelge 1).

Browicz (1978), Türkiye Florası'nda *Periploca graeca* türü altında sadece yaprak ve petiyol tüylülük özelliği yönünden ayrılabilen iki varyete tanımlamıştır. Araştırıcı, ülkemizden toplanan *P. graeca* taksonuna ait örneklerin büyük bir bölümünü *P. graeca* var. *graeca* (yaprak ve petiyol yüzeyi tüysüz) olarak tanımlamış, A5 Samsun (*D.* 24997!) ve B3 Eskişehir (Ekim 1214!) bölgelerinden alınan iki örneği ise yaprak ve petiyollerinin tüylü olması nedeniyle *P. graeca* var. *vestita* içerisinde değerlendirmiştir (Browicz 1978). Daha sonra Venter (1997), *P. graeca* taksonları arasında geniş varyasyon gösteren yaprak ve petiyol tüylülük özelliğinin tür içerisinde varyete düzeyinde bir ayırım sağlamadığını ortaya koyarak *P. graeca* var. *vestita* taksonunu *P. graeca*'nın sinonimi konumuna taşımıştır. Mevcut arazi çalışmaları kapsamında *P. graeca* türüne ait beş farklı popülasyondan toplanan bitki örnekleri içerisinde S. Güven 178 & S. Makbul numaralı örneğin petiyol ve yaprak yüzeyinin bariz bir şekilde yoğun ince uzun yumuşak tüylü (lanate) olduğu, diğer dört popülasyondan alınan örneklerde ise olgun yaprak ve petiyollerin yüzeyinin hemen hemen tüysüz olduğu ancak genç yaprakların uç kısımları ile petiyollerin yüzeyinde çok seyrek kıvrık tüylerin bulunduğu tespit edilmiştir. Bu bulgular yaprak ve petiyol tüy yoğunluğunun çevresel koşullara ve bitkinin gelişim dönemine göre değişebileceğini göstermektedir. Bu çalışmanın mevcut verilerinin Venter (1997) tarafından öne sürülen *P. graeca* var. *vestita* taksonunun *P. graeca* var. *graeca*'nın sinonimi olduğu fikrini desteklediği görülmüştür.



Şekil 5a. *Periploca gracilis* (S. Güven 177 & S. Makbul), b. *Periploca graeca* (S. Güven 178 & S. Makbul): 1. Bitki genel görünüm, 2. Çiçek durumu, 3. Çiçek, bl: iki parçalı (bifid lob), fl: ipliksi (filiform) lob, ht: uzun, sert, kılsı tüy (hispid), ol: oval lob, pb: papillalı beyaz benek, pe: petal, st: stamen, ül: üçgenimsi lob, vt: yumuşak tüylü (villous)

Çizelge 1. *Periploca gracilis* ve *P. graeca* türlerinin morfolojik özellikleri yönünden karşılaştırılması*

Karakterler	***P.gracilis***	***P. graeca***
Bitki	Odunsu, sarılıcı	Odunsu, sarılıcı
Yaprak eni (mm)	3–20	15-100
Yaprak boyu (mm)	10–50	30-155
Yaprak şekli	Eliptik, ovat-eliptik ya da lanseolat	Eliptik, ovat ya da ovat-lanseolat, nadiren yuvarlak
Yaprak ucu	Akut ya da akuminat	Akut ya da akuminat
Yaprak tabanı	Kama şeklinde (cuneate) ya da yuvarlak	Kama şeklinde (cuneate) ya da yuvarlak
Yaprak tüylenmesi ve tüy tipi	Yüzeyi tüysüz nadiren orta damar seyrek kıvrık tüylü	Yüzeyi yoğun ince uzun yumuşak tüylü (villous) ya da nadiren uç ve kenarlarda seyrek tüylü
Petiyol uzunluğu (mm)	2-10	5-15
Petiyol tüylenmesi ve tüy tipi	Tüysüz	Yoğun ince uzun yumuşak tüylü (villous) ya da nadiren seyrek tüylü
Pedunkul uzunluğu (mm)	8-25	25-60
Pedunkul tüylenmesi ve tüy tipi	Tüysüz	Seyrek ince uzun yumuşak tüylü (villous) ya da tüysüz
Çiçek durumundaki çiçek sayısı (adet)	10-15	3-30
Pedisel boyu (mm)	5-10	7-10
Pedisel tüylenmesi ve tüy tipi	Tüysüz	Seyrek ince uzun yumuşak tüylü (villous) ya da tüysüz
Sepal eni (mm)	0.8-1	1-2
Sepal boyu (mm)	1.8-2.2	2.5-3.5
Sepal şekli (mm)	Geniş ovat ya da eliptik	Ovat
Sepal tüylenmesi ve tüy tipi	Tüysüz	İnce uzun yumuşak tüylü (villous)
Korolla tipi	Disk şeklinde (rotate)	Disk şeklinde (rotate)
Petal eni (mm)	1.3-2.2	2-4
Petal boyu (mm)	5-8.5	8-13
Petal şekli	Dar ovat ya da dar lanseolat	Oblong
Petal uç şekli	Küt (obtuse) ve hafifçe kıvrık	Küt (obtuse) ve hafifçe kıvrık
Korolla üst yüzey tüylenmesi ve tüy tipi	Tüysüz	Kenarlar ince uzun yumuşak tüylü (villous)
Korolla rengi	Beyaz ya da yeşilimsi-sarı	Mor-menekşe
Korona orijini	Korolla ile birleşik(corolline corona)	Korolla ile birleşik (corolline corona)
Korona segmentleri	Tabanda üç loplu ucu iki parçalı ve içe doğru kıvrık	Tabanda üç loplu ucu lobsuz ve içe doğru kıvrık
Korona segment boyu (mm)	3.8-5.0	5-7
Korona rengi	Beyaz ya da yeşilimsi-sarı	Mor-menekşe renginde
Stamen eni (mm)	0.2-0.3	1-1.2
Stamen boyu (mm)	1.2-1.4	1.8-2
Anter dış yüzeyi tüylülük durumu ve tüy tipi	Uzun, sert, kılsı tüylü (hispid)	Uzun, sert, kılsı tüylü (hispid)
Stigma yapısı	Tam	Tam
Pistil boyu (mm)	1.4-1.6	2.5-3.5
Folikül sayısı	İkili	İkili
Folikül duruşu	Akut ya da yatay olarak ayrılmış uçları serbest	Akut olarak ayrılmış ve uçta hafifçe birleşmiş
Folikül şekli	Lineer-ovoid ya da lineer-lanseolat	Dar ovoid ya da dar lanseolat
Folikül eni (mm)	2-8	5-9
Folikül boyu (mm)	50-115	60-170
Tohum şekli	Dar oblong	Dar oblong
Tohum yapısı	Dorsal ve ventral yüzey basık (flattened)	Dorsal ve ventral yüzey basık (flattened)
Tohum kenarı	Dar kanatlı, kanatlar tabanda genişlemiş	Dar kanatlı, kanatlar tabanda genişlemiş
Tohum eni (mm)	1.5-2.0	2-4
Tohum boyu (mm)	5-10	11-18
Koma uzunluğu (mm)	28-35	28-40

*Türkiye ve Doğu Ege Adaları Florası adlı eserdeki verilere ek olarak bu çalışma kapsamında elde edilen yeni veriler Ek-1'de koyu karakterler ile gösterilmiştir

Ülkemizde Pense Ağacı olarak da bilinen *Periploca gracilis* türünün Kıbrıs kökenli bir bitki olduğu ve adanın dışında Anadolu'da Mersin ili ve çevresinde dar bir alanda dört popülasyon ile temsil edildiği kaydedilmiştir (Browicz 1978, Güner ve ark. 2012). Mevcut çalışma ile ikisi herbaryum (E, G) biri ise arazi çalışmaları kapsamında olmak üzere türe ait üç yeni lokaliteye daha rastlanmış ve *P. gracilis* türünün ülkemizde Mersin ili civarında (C4 ve C5) deniz seviyesindeki kumul alanlardan 1100 m yüksekliğe kadar ulaşan maki ve taşlık alanlarda yayılış gösteren toplamda yedi popülasyonunun olduğu teyit edilmiştir (Şekil 3). *Periploca* cinsinin nispeten daha geniş yayılışlı diğer türü olan *P. graeca* için Türkiye ve Doğu Ege Adaları Florası'nda 22 lokalite kaydı bulunmaktadır (Browicz 1978). *P. graeca* için mevcut arazi çalışmaları ve herbaryum incelemeleri ile toplamda 69 yeni lokalite kaydına daha ulaşılarak bu türün ülkemizden doğrulanmış lokalite sayısı 91 olarak güncellenmiştir. Elde edilen veriler, Garipler urganı yerel adı ile tanınan *P. graeca* türünün daha çok ülkemizin kıyı şeritlerini tercih etmekle beraber iç kesimlerdeki nemli alanlarda da yayılış gösterdiğini ortaya koymaktadır (Şekil 4).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye ve Doğu Ege Adaları Florası (Browicz 1978) ve yakın tarihlerde yayınlanan Türkiye Bitkileri Listesi (Güner ve ark. 2012) adlı eserde ülkemiz Periplocoideae taksonları herhangi bir alt familya, seksiyon ya da seri ayrımına gidilmeden *Cyprinia* (*C. gracilis*) ve *Periploca* (*P. graeca* var. *graeca* ve *P. graeca* var. *vestita*) cinsleri altında listelenmiştir. Bu sınıflandırmanın güncel sistematik ile uyuşmadığı ve elde edilen morfolojik bulguların Venter (1997) tarafından önerilen sınıflandırmayı desteklediği görülmüştür. Bu sebeple Türkiye Periplocoideae taksonlarının *P. gracilis* ve *P. graeca* olmak üzere iki tür altında değerlendirilmesi uygun görülmüştür. Ayrıca, bu çalışma ile incelenen *Periploca* türlerinin detaylı morfolojik fotoğraflarını içeren genişletilmiş betimleri hazırlanarak cinsin sistematiğine önemli bir katkı sağlanmıştır. Arazi çalışmaları ile ilk kez ulaşılan ve ayrıca daha önce rapor edilen tüm yayılış, habitat ve popülasyon bilgileri irdelenerek *Periploca* türleri için güncel yayılış haritaları oluşturulmuş ve cinsin ülkedeki dağılımı ortaya konulmuştur.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada destek ve katkılarından dolayı Prof. Dr. Serdar MAKBUL'e teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

Boissier EP (1875) Flora Orientalis. Vol. 4. Apud H. Georg, Bibliopolam.

Browicz K (1965) Periplocaceae in Turkey and Cyprus. Feddes Repert, 72: 124-134.

Browicz K (1966) The genus *Periploca* L. a monograph. Arb Kórn, 11: 4-104.

Browicz K (1978) Asclepiadaceae. In: Davis PH (ed) Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 6, Edinburgh University Press, Edinburgh, pp: 163-174.

Brown R (1811) On the Asclepiadeae, a natural order of plants separated from the Apocineae of Jussieu. Mem Wern Nat Hist Soc, 1: 12-78.

Brown R (1833) On the organs and mode of fecundation in Orchideae and Asclepiadeae. Transactions of the Linnean Society of London, 16: 685-746.

Bullock AA (1956) Notes on African Asclepiadaceae: VIII. Kew Bulletin, 11(3): 503-522.

Bullock AA (1961) Notes on African Asclepiadaceae: IX. Kew Bulletin, 15(2): 193-206.

Cronquist A (1981) An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Columbia University Press, Columbia.

Dyer RA (1975) The Genera of Southern African Flowering Plants: 1. Dicotyledons. Botanical Research Institute, Pretoria.

Endress ME, Bruyns PV (2000) A revised classification of the Apocynaceae s.l. Botanical Review, 66: 1-56.

Endress ME, Meve U, Middleton DJ, Liede-Schumann S (2019) Apocynaceae. In: Kadereit JW, Bittrich V (Eds) Flowering plants. Eudicots, the families and genera of vascular plants, 15. AG: Springer International Publishing, pp: 207–411.

ESRI (2011) ArcGIS Desktop: Release 10. Environmental Systems Research Inst., Redlands, CA.

Güner A, Aslan S, Ekim T, Vural M, Babaç MT (2012) Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). 1. Baskı, Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayınları, ss: 83-86.

Huang M, Shen S, Luo C, Ren Y (2019) Genus *Periploca* (Apocynaceae): a review of its classification, phytochemistry, biological activities and toxicology. Molecules, 24(15): 2749.

Hutchinson J (1973) The Families of Flowering Plants. 3rd edn., Clarendon Press, ISBN: 0198543778, 968 s.

Jussieu AL (1789) Genera Plantarum Ordines Naturales. Herissant et Barrois.

Markgraf F (1972) Asclepiadaceae. In: Tutin TG, Heywood VH, Burges NA, Moore DM, Valentine DH, Walters SM, Webb DA (eds) Flora Europaea 3. Diapensiaceae to Myoporaceae. Cambridge University Press, Cambridge, pp: 70-73.

Nicholas A, Baijnath H (1994) A consensus classification for the order Gentianales with additional details on the suborder Apocynineae. The Botanical Review (Lancaster), 60: 440-482.

Pobedimova G (1952) Asclepiadaceae. In: Shishkin BK, Bobrov EG (ed) Flora of the USSR, vol. 18. Academy of Science of the USSR Press, Moskva, Leningrad, pp: 487-527.

Rahman MA, Wilcock CC (1992) A new species of *Periploca* (Periplocaceae) from Bangladesh. Bot J Linn Soc, 110: 373-377.

Rechinger KH (1970) Flora Iranica. Vol 73: 10. Akademische Druck und Verlagsanstalt, 21 s.

Schlechter R (1905) Nachträge zur flora der Deutschen Schutzgebiete in der Südsee. In: Schumann K, Lauterbach K. Verlag von Gebrüder Borntraeger, pp: 351-369.

Schumann K (1895) Die Natürlichen Pflanzenfamilien IV. In: Engler A, Prantl K. Verlag von Wilhelm Engelmann, pp: 109-305.

Stearn WT (1978) Apocynaceae. In: Davis PH (ed) Flora of Turkey and the East Aegean Islands, vol. 6. Edinburgh University Press, Edinburgh, pp: 158-163.

Takhtajan A (1987) Diversity and Classification of Flowering Plants. Columbia University Press, Columbia.

URL-1https://wfoplantlist.org/taxon/wfo-7000000038-2024-06?page=1, Erişim Tarihi: 16.09.2024.

Venter HJT (1997) A revision of *Periploca* (Periplocaceae). South African Journal of Botany, 63: 123-128.

Venter HJT, Verhoeven RL (1993) The identity of *Periploca somaliense* (Periplocaceae). S Afr J Bot, 59: 215- 217.

Verhoeven RL, Venter HJT (2001) Pollen morphology of the Periplocoideae, Secamonoideae and Asclepiadoideae (Apocynaceae). Annals of the Missouri Botanical Garden, 88: 569-582.

Ek-1. *Periploca gracilis* ve *P. graeca* türlerinin Türkiye'deki yayılış bilgileri (Bu çalışma kapsamında toplanan örneklere ait toplayıcı numaraları ve herbaryum bilgileri koyu karakterler ile yazılmıştır (FT: Flora of Turkey and the east Aegean Islands)

***Periploca gracilis*:**

- **C5 İçel:** Silifke Ovacık Köyü Deveini-Keslitürkenli arası, yol kenarı, taşlık alan, 831 m, 25.05.2021, K 36.51, D 33.97,
- **S. Güven 177 & S. Makbul, RUB!**: Çopurlu, Mersin'in 8 km kuzey batısı, 02.05.1855, B. Balansa 719, E (00296090!), G (00744103!), LE (00016188!), K (000910052!, 000910053!); Emirler civarı, 200 m, 01.05.1911, Siehe 143, E (01217963!); Gülek-Karauli (Karaisali) yolu, 610 m, 12.09.1853, Kotschy 345, G (00744105!), LE (00016189!, 00016190!); Erdemli, kumul alan, 26.05.1972, T. Uslu 1366, E (01217965!); Mersin civarı, 05.05.1855, Balansa 406, G (00744099!); Gözne civarı, 1000-1100 m, Eig & M. Zohary, FT.

***Periploca graeca*:**

- **AI (E) Kırklareli:** Demirköy, İğneada, Erikli Gölü kıyısı, 06.08.1969, A. Baytop 15947, ISTE!; Demirköy, İğneada, sahil-*Quercus* ormanı geçiş kuşağı, 2 m, 06.07.2003, A. Dönmez 11611, HUB!; Demirköy, Pedina Gölü kıyısı, 06.08.1969, A. Baytop 15971, ISTE!.
- **A1(E) Çanakkale:** Gökçeada, Aydıncık burnu, Tuzgölü civarı, 5 m, 19.05.1975, Ö. Seçmen vd., EGE (15615!); Eceabat, Şehitler Abidesi, 18.05.1970, A. Baytop 17931, ISTE!; Eceabat, Çanakkale Boğazı çevresi (Dardanelles), 01.12.1888, E (0676930!); 01.05.1856, E (0676931!); D. Thirke, 01.11.15, E (0676932!).
- **A2(E) Tekirdağ:** Saray, Çamlıkköy (Kastro), Kastro dere ağzı, 20.05.1978, B. Tutel, A. Aydın, ISTF (31661!); Saray, Kasatura, 11.08.1967, A. ve T. Baytop 11977, ISTE!; Saray, Kasatura Körfezi, kumul alan, 10 m, 16.05.2004, D. Demir 1077 ve N. Aksoy 4326, ISTO (32863!).
- **A2(E) İstanbul:** Çilingoz, 16.08.1967, A. ve T. Baytop 11935, ISTE!; Çilingöz çiftliği, Longos Ormanı, Mattfeld 3311, FT; Çatalca, Subaşı, yol kenarındatırmanmış olarak, 13.10.1966, A. Baytop 10340, ISTE!, HUB!; Terkos, çalılıklara sarılı şekilde, 21.07.1942, B. Kasaplıgil, ANK!; Çatalca, Durusu (Terkos Gölü)'nun 3 km kuzey-batısı, 24.05.1973, Çır ve Gün, ISTF (27195!); Gaziosmanpaşa, Tayakadın, Terkos, 21.07.1942, B. Kasaplıgil, M. Başarman, ISTF (1957!); Sarıyer, Gümüşdere Köyü yakını, dere kenarı, 01.07.1960, F. Yaltırık, ISTO (5063!), 20.10.1960, F. Yaltırık, E (0676944!), 27.08.1970, S. Çimen, ISTO (15187!); Belgrad Ormanı, Büyük Belgrad Bendi civarı, 26.05.1961, F. Yaltırık, E (0676954!).
- **A1(A) Balıkesir:** Kuş Cenneti, Manyas Gölü kıyısı, 16.10.1970, A. Baytop 18723, ISTE!.
- **A2(A) İstanbul:** Ömerli ilerisi, 20.10.1966, A. Baytop 10359 vd., ISTE!, E (0676940!); Anadolu Kavağı, 22.07.1931, Krause 396, 22.07.1931, ANK!.
- **A2(A) Yalova:** Kocadere, Çakal Ormanı, 0-30 m, 23.07.1968, H. Kayacık, ISTO (7431!); Yalova civarı, 07.06.1945, M. Başarman ve A. Mete, ISTF (5252!); 01.06.1949, A. Mete ve M. Başarman, ISTF (8634!).
- **A2(A) Bursa:** Gürsu, Derekızık, dere kenarı, taşlık alan, 11.06.1988, B. Tutel, ISTF (35804!); Uludağ, İnkaya, 22.02.1953, M. Heilbrann, ISTF (12130!); Bursa, Ova, 20.06.1945, H. Bağda 25, ANK!.
- **A2(A) Kocaeli:** İzmit, Adapazarı-Kaynarca, Turnalı, deniz seviyesi, düzlük, 08.07.1967, İ. Yeşilçimen, ISTO (7777!); Turnalı, Acarlar Gölü, *Fraxinus-Ulmus* ormanları, 17.07.1945, B. Kasaplıgil, ANK!; Derbent, bataklık orman, 08.08.1941, B. Kasaplıgil, ISTF (1245!), ANK!;
- **A2(A) Bilecik:** Karasu, 400 m, 17.05.1929, J. Bornmüller 13457, B!, E (0676945!).
- **A3 Düzce:** Elmacık Dağı, Gölyaka, Gölormanı Köyü, Efteni Gölü kenarı, 110 m, N 40 45 234 –E 031 03 322, 18.07.2004, Aksoy 5207, ISTO (30717!).
- **A3 Sakarya:** Karasu yakını, tarla kenarı, 11.10.1970, A. Baytop 18629, ISTE!; Sapanca, Sapanca Gölü doku kenarı, 20.05.1978, A. Çırpıcı, ISTF (31694!); Sapanca, 01.07.1942, M. Başarman, ISTF (1963!), Sapanca Gölü yakınındaki çalılıklar, 01.07.1932, W. Katte, ANK!.
- **A3 Bolu:** Akçakoca'nın batı kesimleri, 23.09.1957, G. Wagenitz 225, B!, E (0676939!).
- **A3 Zonguldak:** Devrek, Aksu Köyü, 01.08.1969, V. Atılgan vd., ISTO (8998!).
- **A4 Bartın:** Bartın-Kurucaşile yolu Avara mevkii, yol kenarı, ağaca sarılı halde, 10 m, 07.07.2014, K 41.77, D 32.55,
- **S. Güven 148 & S. Makbul, RUB!**; Kurucaşile, Şeyhler Köyü, 10.06.1999, N. Sadıkoğlu 76803, ISTE!; Bartın civarı, Yaşar, FT.
- **A4 Karabük:** Karabük Eskipazar yolu 5. km, bahçe kenarı, 289 m, 17.05.2002, N 41 19 030 – E 032 40 118, A. Dönmez 10589, HUB!.
- **A4 Ankara:** Keçiören, Hacıkadın, 13.07.1945, M. Başarman, ISTF (5497!).
- **A5 Amasya:** Ziyaret Köyü, köyün üzerindeki tepeler, 500m, 18.05.1978, K. Alpınar 39724, ISTE!; Amasya-Taşova yolu, Yeşilırmak kıyısı, kumlu topraklar, 13.08.1977, K. Alpınar, ISTE!; Amasya civarı, Kölemezar, 10.06.1893, Manissadjian 973, E (0676935!).
- **A5 Sinop:** Sinop, 5 m, 25.07.1962, Davis 38126 vd., E (0676942!); Sinop'un doğusundaki yarımada üstünde, 25.07.1962, F. Yaltırık, ISTO (2995!).
- **A5 Samsun:** Kirazlık, 1 m, 16.11.1964, 882, E (0676943!).
- **A5 Samsun:** Bafra, Balık Göl civarı, *Fraxinus-Carpinus* ormanı, 06.09.1954, Davis 24997 ve O. Polunin, E (0676959!).
- **A6 Tokat**: Yeşilırmak vadisi, İspiran çiftliği kenarı, 07.07.1955, R. Çetik 472, ANK!.
- **A6 Ordu:** Ünye'nin 20 km batısı, Miliç deresi kenarı, 10 m, 26.08.1972, Uotila 8164, E (0676947!); Ordu civarı, 01.07.1947, C. Koss, M. Elg., ISTF (8202!); Ordu-Fatsa arası, Ilıca-Aslancami yol ayrımı, 14 m, 27.05.2014, K 41.02, D 37.55,
- **S. Güven 100 & S. Makbul, RUB!**. **A7 Trabzon:** Sahil bölgesi, çalılık alanlar, 23.08.1945, B. Kasaplıgil, ANK!; Sürmene, Çamburnu, deniz kenarı kayalık yamaçlar, 2 m, 25.06.2021, K 40.92, D 40.21,
- **S. Güven 178 & & S. Makbul, RUB!**; Pizit Suyu, 30 m, Hand-Mazz. 306, FT.
- **A8 Rize:** Çayeli, Kemer Köy, 1866, Balansa, E (0676941!).
- **A8 Artvin:** Merkez, terminal kavşağı taşlık açık yamaç, 205 m, 17.08.2014, K 41.17, D 41.84,
- **S. Güven 149 & S. Makbul, RUB!**; Artvin-Ardanuç yolunun 5. km'si, 558 m, 24.08.2015, K 41.19, D 41.87,
- **S. Güven 167 & S. Makbul, RUB!**; Artvin il çıkışı yol kenarı, 240 m, 24.08.2015, K 41.30, D 41.73,
- **S. Güven 168 & S. Makbul, RUB!**; Ardanuç, Turkevicz 604, FT.
- **Bl Balıkesir:** Burhaniye, Ören, deniz kenarı, 20 m, 14.05.1964, H. Kayacık ve G. Eliçin, ISTO (2099!), E (0676938!).
- **B1 İzmir:** Yamanlar Dağı, Bağyakası mevkii, 620 m, 24.08.1980, Gemici 898, EGE (31690!).
- **B3 Eskişehir:** Eskişehir-Sündiken Dağı yolu, Sarıçam Deresi kıyısı, 730 m, 04.06.01971, T. Ekim 1214, ANK!.
- **B4 Ankara:** Elma Dağ, Wiedemann, FT.
- **B7 Elazığ:** Harput, Şüşnaz Köyü, 08.06.1889, Sintenis 688, BR (027909195!).
- **B8 Erzurum:** Hooker, FT.
- **B9/C9 Siirt:** Ramuran, Godianos ile Hadide arası, Siirt'in doğusu, 600 m, 17.07.1910, F. Nâbelek 143, SAV (0379!).
- **C1 Aydın:** Germencik, Çamköy çevresi, 200-400 m, 10.07.1985, Vural 4312, GAZİ!.
- **C1 Muğla:** Dalaman, 08.06.1955, H. ve E. Walter, 253, B!; Milas, Meşelik Köyü, Dört tepeler, 40 m, 14.08.1978, H. Kayacık, ISTO (21523!); Marmaris, Günnücek piknik yeri, 15 m, Kızılçam-maki karışık, 09.05.1967, H. Peşmen 1239, EGE (11599!), EGE (4743!).
- **C2 Muğla:** Fethiye, Yanıklar Köyü, tahta köprü yanında, Kızılağaç üzerine sarılmış, 29.04.1958, H. Kayacık ve F. Yaltırık, ISTO (612!); Fethiye, Kargı köyü, *Liquidambar* topluluğu, 5 m, 16.06.1967, H. Peşmen, EGE (4744!); Köyceğiz, Köyceğiz köyü, 20 m, nemli ve sulak yerler, 06.09.1991, A. Güner 10238 vd., HUB!; Köyceğiz, Yuvarlak çay ağzı (Eşek adası), 2 m, sulak alan, 17.07.1991, A. Güner 9616 vd., GAZİ!.

- **C2 Denizli:** Denizli, 01.07.1947, H. Bağda 59, ISTE!; Honaz Dağı, Honaz-Menteş Köyü arası, 600 m, 23.07.1973, E. Tuzlacı 26525, ISTE!; 10.05.1974, E. Tuzlacı 28052 ISTE!.
- **C3 Antalya:** Kemer, Faselis, güney koyu, dere kenarı, 4 m, 30.07.1980, H. Peşmen 4926, ANK!, HUB!; Gebiz, Bozburun Dağı, Pınargözü Yaylası, 550-600 m, 23.07.1949, Davis 15489!, ANK!, ISTO (2422!), ISTE!, E (0676949!).
- **C4 Antalya:** Kargı Çay, Kozlu Dere, Davis 14274, ANK!; Manavgat, Şelaleler mevkii, 11.04.1955, H ve E. Walter 3946, B!.
- **C4 Konya:** Ermenek, Kazancı kasabası, Yeşilköy, Göksu nehri boyunca 700 m, 12.10.1983, A. Sümbül 2531, ANK!; Ermenek, Göktepe Kasabası, Daran Köyü, Ayaşlı mevkii, Göksu nehri boyunca, 600 m, 15.09.1983, A. Sümbül 2494, HUB!.
- **C5 İçel:** Güzel Dere, Mersin'in 12 km kuzey-batısı, 07.05.1855, Balansa 718, E (0676948!).
- **C6 Hatay:** Amik ovası, G. Meinertzhagen, FT.
- **C6 Kilis:** Hazeltepe, Kaplan deresi, Kızılçam-Meşe ile karışık orman, sarmaşık halde, 760 m, 10.09.1965, H. Örümcek, ISTO (4341!).
- **C6 Kahramanmaraş:** Maraş-Malatya yolu, Malatya'nın 140 km güney-batısı, 700 m, 05.25.1961, E. Hennipman vd. 1401, B!; Çağlayan Köyü civarı, Çataloluk mevkii, 20.09.1957, H. Kayacık, ISTO (530!).
- **C8 Mardin:** Mardin-Diyarbakır yolunun 24. km'si 1000 m, kireçtaşlı alanlar, *Querqus* sp. çalılıkları, 27.05.1957, Davis 28821, E(0676951!); Dargeçit, Ilısu'ya 3 km. kala, dere kenarı, 410 m, 20.05.2009, N 37 61 76 – E 041 87 92, Aslan 3673 vd., GAZİ!.
- **C9 Siirt:** Eruh, Çimencik Köyü (Tell Mişar), 750 m, 19.07.1910, F. Nabelek 144, SAV (0380!).

Artvin Çoruh Üniversitesi
Orman Fakültesi Dergisi
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Yıl: 2024, Cilt: 25, Sayı: 2, Sayfa: 178-183

ofd.artvin.edu.tr

Artvin Coruh University
Journal of Forestry Faculty
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Year: 2024, Vol: 25, Issue: 2, Pages:178-183

Orman Fakültesi öğrencilerinin iş sağlığı ve güvenliği konusunda farkındalıklarının analizi (Düzce Üniversitesi)

Analysis of awareness of occupational health and safety among Forestry Faculty Students (Düzce University)

Muhammet ÇİL[1*], Tarık GEDİK[1]
[1]Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Düzce

Eser Bilgisi / *Article Info*
Araştırma makalesi / *Research article*
DOI: 10.17474/artvinofd.1538192
Sorumlu yazar / *Corresponding author*
Muhammet ÇİL
e-mail: muhammetcil@duzce.edu.tr
Geliş tarihi / *Received*
24.08.2024
Düzeltme tarihi / *Received in revised form*
20.09.2024
Kabul tarihi / Accepted
20.09.2024
Elektronik erişim / *Online available*
15.10.2024

Anahtar kelimeler:
İş sağlığı ve güvenliği
Orman Fakültesi
Düzce Üniversitesi

Keywords:
Occupational health and safety
Faculty of Forestry
Düzce University

Özet

Bu çalışmada, Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi bölümlerinde eğitim gören lisans öğrencilerinin iş sağlığı ve güvenliği (İSG) konularındaki farkındalıklarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda Orman Fakültesi bünyesinde dört farklı bölümde eğitim gören 661 lisans öğrencisi, çalışmanın evrenini oluşturmuştur. %95 güven düzeyi ve %10 hata payına göre 88 lisans öğrencisine ulaşılabilmiştir. Çalışma kapsamında geliştirilen anket formu, katılımcı öğrencilere yüz yüze yöntemle uygulanmıştır. Çalışmada, cinsiyet, yaş, bölüm, barınma şekli ve ailenin gelir durumu gibi demografik faktörler ile katılımcı öğrencilerin İSG konularındaki farkındalıkları analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda, katılımcı öğrencilerin eğitim hayatları boyunca acil durum eylem planı ve risk analizi gibi eğitimleri alması gerektikleri ve aldıkları ya da alacakları İSG eğitimlerinin iş hayatında onlara katkılar sağlayacağı belirlenmiştir.

Abstract

This study aims to determine the awareness of occupational health and safety (OHS) among undergraduate students studying in the departments of the Faculty of Forestry at Düzce University. In this context, 661 undergraduate students from four different departments within the Faculty of Forestry constituted the study population. Based on a 95% confidence level and a 10% margin of error, data was collected from 88 students. The survey developed for the study was administered face-to-face with the participating students. The study analyzed the awareness of OHS topics among the participants, considering demographic factors such as gender, age, department, housing situation, and family income. The results indicate that the participating students must receive training on emergency action plans and risk analysis during their education. The OHS training they have received or will receive will benefit them professionally.

GİRİŞ

İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) konusu tüm Dünya'da olduğu gibi ülkemizde de önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. İş kazaları ve meslek hastalıkları nedeniyle her yıl çok sayıda kişi yaşamını yitirmektedir. Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) tarafından geliştirilen ve 2019 yılını kapsayan en son tahminlere göre, Dünya genelinde 395 milyonun üzerinde işçi iş kazası geçirmiştir. Meydana gelen bu iş kazalarında ise, yaklaşık 2.93 milyon işçi iş ile ilgili faktörler nedeniyle yaşamını yitirmiştir. Elde edilen bu veriler 2000 yılı ile kıyaslandığında, %12 oranında bir artış olduğu belirtilmiştir. İşle ilgili ölüm sayısındaki bu büyük artış, mesleki risklere maruz kalma ve sosyo-demografik faktörlerden dolayı kaynaklanmaktadır (ILO 2023).

İş kazası sonucu en fazla ölüme neden olan mesleki risk faktörleri; uzun çalışma saatlerine (haftada ≥ 55 saat) maruziyettir (744.924 ölüm). Bunu mesleki partikül maddelere, gazlara ve dumanlara maruziyet (450.381 ölüm) ve mesleki yaralanmalar (363.283 ölüm) takip etmektedir (World Health Organization 2021).

Sosyal güvenlik kurumu (SGK) 2022 yılı verilerine göre; Türkiye'de 465.769 erkek çalışan ve 123.054 kadın çalışan olmak üzere toplam 588.823 kişi iş kazasına maruz kalmış ve bu yaşanan iş kazalarında 1.517 (%0.26) kişinin yaşamını yitirmiştir. Aynı yılda 953 kişi meslek hastalığına yakalanmış ve bu hastalıktan dolayı 8 (%0.84) kişi hayatını kaybetmiştir (SGK 2022).

Türkiye'de yer alan sektörlerin büyümesiyle birlikte son dört yıldaki veriler (2019-2022) incelendiğinde, tüm sektörlerde meydana gelen iş kazalarında %28.25 ve bu iş kazalarından kaynaklı ölümlerin sayısında da %24.39 oranında bir artış olduğu belirlenmiştir (SGK 2022).

Çalışma ortamında İSG'nin sağlanması için öncelikli olarak, toplumdaki her bir bireyin güvenli bir şekilde çalışma bilincini benimsemesi gerekmektedir. İSG mevzuatında belirtilen düzenlemeler ve mevcut yasalar çok iyi hazırlanmış olsa bile, ilgili tüm kişilerce yeterli bilgi ve bilincin oluşması oldukça önemlidir. Bu kapsamda, çalışma ortamında İSG'nin sağlanması ve sağlık ve güvenlik şartlarının iyileştirilmesi için 6331 sayılı İSG Kanunu çıkarılmıştır (Reşitoğlu ve ark. 2018). Ülkemizde İSG eğitimine gereken önemin verilmesi ile İSG kültürünün oluşması konusunda farkındalık sağlanacaktır (Bilir 2016).

Literatürde farklı eğitim alanlarında (ilkokul, ortaokul, lise ve üniversite) iş sağlığı ve güvenliği eğitiminin önemine ilişkin bilimsel çalışmalar yapılmıştır. Tekin ve ark. (2021) ilkokul düzeyinde çeşitli okullarda eğitim alan öğrencilerin iş sağlığı ve güvenliği eğitimini almadan ve aldıktan sonra algılarındaki farklılıkları araştırmıştır. Uzun (2019) yaptığı çalışmasında, iş güvenliğinin mesleki ve teknik okullardaki öğrenciler, öğretmenler, okul idaresi ve işletmeler açısından önemini vurgulamıştır. Bu çalışma kapsamında, iş sağlığı ve güvenliği eğitiminin bu gruplara verilmesinin kritik bir öneme sahip olduğunu belirtmiştir. Kalıntaş (2022) tarafından üniversitelerde verilen iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin ne düzeyde verildiği araştırılarak, öğrencilerin iş sağlığı ve güvenliği farkındalığı ölçülmüştür. Sivrikaya ve Üzüm (2018) meslek yüksekokullarından mezun olacak öğrencilerin işçi sağlığı ve güvenliği ile ilgili farkındalıklarının ne düzeyde olduğunu tespit etmişlerdir. Gümüşler Başaran (2022) tarafından öğrencilerin iş sağlığı hemşireliği alanında çalışma konusundaki düşünceleri ve görevleri konusundaki bilgi düzeyleri araştırılmıştır. Gül (2019) yapmış olduğu çalışmasında, önlisans ve lisans öğrencilerinin iş sağlığı ve güvenliği konusundaki bilgi düzeylerini karşılaştırmıştır. Rauzana ve Dharma (2021) tarafından, inşaat mühendisliği programına kayıtlı öğrencilerin mesleki sağlık ve güvenlik konusundaki bilgi ve farkındalık düzeyleri ve onların davranışları üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Şener ve ark. (2023) eğitim sektörünün örgün eğitim ve yaygın eğitim olarak iki grupta ele alınabileceğini ve iş sağlığı ve güvenliği açısından bu iki grubun risklerden etkilenen en yüksek insan popülasyonuna sahip sektörler arasında yer aldığını belirtmişlerdir. Karaoğlu (2018) tarafından yapılan çalışma sonuçlarında katılımcıların bir işin sağlıklı ve güvenli şartlarda yapılmasının teorik ve pratik eğitimlerle mümkün olacağı düşünülmekte ve Türkiye'deki iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili yapılan çalışmalardan haberdar oldukları belirlenmiştir. Ancak, katılımcılar bulundukları yerde iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin bir ihlal olması durumunda yapılması gerekenleri ve kanuni haklarını bilmediklerini de dile getirmişlerdir.

Bu çalışmada, Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi bünyesinde yer alan 4 farklı bölümdeki (Orman Endüstri Mühendisliği (OEM), Orman Mühendisliği (OM), Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği (AİEM) ve Peyzaj Mimarlığı (PM)) lisans öğrencilerinin iş sağlığı ve güvenliği konularındaki farkındalık düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Bu çalışmanın evrenini, Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi bölümlerinde (OEM, OM, AİEM ve PM bölümü) eğitim gören lisans öğrencileri oluşturmaktadır. Çalışmanın yapıldığı 2023-2024 eğitim öğretim döneminde, Orman Fakültesi bünyesinde dört farklı bölümde toplam 661 lisans öğrencisinin eğitim gördüğü belirlenmiştir. Çalışma kapsamında öğrencilerin cevaplaması gereken anket sayısı; %95 güven düzeyi ve %10 hata payına göre hesaplanmış ve yapılması gereken minimum anket sayısı 84 olarak bulunmuştur (Lemeshow ve ark. 1990). Çalışma kapsamında toplam 88 lisans öğrencisinden cevap alınmıştır.

Yöntem

Çalışma kapsamında orman fakültesi öğrencilerinin İSG konusundaki farkındalıklarını istatistiksel olarak değerlendirmek için anket formundan yararlanılmıştır.

Yararlanılan bu anket formu, literatürde yer alan bilimsel çalışmalardan (Topgül ve Alan 2017, Sivrikaya ve Üzüm 2018, Şahmaran ve Kar 2021, Kalıntaş 2022) yararlanılarak hazırlanmıştır.

Öğrencilere yönelik hazırlanan bu anket formunda, 24 farklı soru ve 20 farklı yargı yer almaktadır. Anket formu içerik açısından iki kısımdan oluşmaktadır. Anket formunun ilk kısmında, fakülte öğrencilerinin demografik bilgilerine yer verilmektedir. Anket formunun ikinci kısmında ise, fakülte öğrencilerinin İSG konusundaki farkındalıkları beşli likert ölçekte (1=kesinlikle katılmıyorum, 5=kesinlikle katılıyorum) yer almaktadır.

Öğrenciler tarafından cevaplanan anket formlarının istatistiksel analizleri, SPSS 25.0 paket programı ile yapılmıştır. Anket verilerinde yer alan değişkenler SPSS 25.0 paket programında kodlanmıştır. Daha sonra her aşama için veri tabanı oluşturularak, anket formunda verilmiş olan soruların istatistiki analizleri gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Demografik Değerlendirmeler

Çalışmadan elde edilen verilere göre öğrencilerin demografik bilgileri Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Öğrencilerin %60.2'sinin yaşlarının 21-24 arasında olduğu ve yaş ortalamalarının ise 21.7 olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerin %51.1'inin erkeklerden oluştuğu ve katılımcı öğrencilerin %95.5'inin medeni durumunun bekâr olduğu belirlenmiştir. Orman fakültesi bünyesinde eğitim gören öğrencilerin okudukları bölümler irdelendiğinde ise, öğrencilerin yoğunluk olarak (%54.5) orman endüstri mühendisliği bölümünde eğitim gördükleri tespit edilmiştir.

Katılımcı öğrencilerin %60.2'sinin doğum yerinin il merkezi olduğu ve barınma şeklinin çoğunluk olarak (%59.1) kredi yurtlar kurumu olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin %53.4'ünün eğitim gördükleri dönemde 5000 ile 10000 TL arasında aylık harcama yaptıkları tespit edilmiştir. Katılımcı öğrencilerin aile birey sayısının ağırlıklı olarak (%83) 4 ve daha fazla kişi olduğu belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin %47.7'sinin sigara kullandığı, %27.3'ünün ise alkol tükettiği tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Öğrencilerin demografik bilgileri

Demografik bilgi		Frekans	Yüzde	Demografik bilgi		Frekans	Yüzde
Yaş (yıl)	<21	27	30.7	Barınma şekli	Kredi yurtlar	52	59.1
	21-24	53	60.2		Ev	25	28.4
	>24	8	9.1		Aile	11	12.5
	Toplam	*88*	*100*		*Toplam*	*88*	*100*
Cinsiyet	Bayan	43	48.9	Aylık harcama durumu (TL)	<5000	33	37.5
	Erkek	45	51.1		5000-10000	47	53.4
	Toplam	*88*	*100*		>10000	8	9.1
Medeni durum	Evli	4	4.5		*Toplam*	*88*	*100*
	Bekâr	84	95.5	Aile birey sayısı	2	3	3.4
	Toplam	*88*	*100*		3	12	13.6
Bölüm	OEM	48	54.5		4	30	34.1
	OM	7	8.0		> 4	43	48.9
	Aiem	21	23.9		*Toplam*	*88*	*100*
	PM	12	13.6	Sigara kullanımı	Evet	42	47.7
	Toplam	*88*	*100*		Hayır	46	52.3
Doğum yeri	İl merkezi	53	60.2		*Toplam*	*88*	*100*
	İlçe merkezi	31	35.2	Alkol kullanımı	Evet	24	27.3
	Köy	4	4.5		Hayır	64	72.7
	Toplam	*88*	*100*		*Toplam*	*88*	*100*

Öğrencilerin %60.2'sinin yaşlarının 21-24 arasında olduğu ve yaş ortalamalarının ise 21.7 olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerin %51.1'inin erkeklerden oluştuğu ve katılımcı öğrencilerin %95.5'inin medeni durumunun bekâr olduğu belirlenmiştir. Orman fakültesi bünyesinde eğitim gören öğrencilerin okudukları bölümler irdelendiğinde ise, öğrencilerin yoğunluk olarak (%54.5) orman endüstri mühendisliği bölümünde eğitim gördükleri tespit edilmiştir.

Katılımcı öğrencilerin %60.2'sinin doğum yerinin il merkezi olduğu ve barınma şeklinin çoğunluk olarak (%59.1) kredi yurtlar kurumu olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin %53.4'ünün eğitim gördükleri dönemde 5000 ile 10000 TL arasında aylık harcama yaptıkları tespit edilmiştir. Katılımcı öğrencilerin aile birey sayısının ağırlıklı olarak (%83) 4 ve daha fazla kişi olduğu belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin %47.7'sinin sigara kullandığı, %27.3'ünün ise alkol tükettiği tespit edilmiştir.

Geçerlilik ve Güvenirlilik Analizi

Anket ölçeğinin güvenilirlik düzeyi Cronbach's α katsayısı ile belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda, ölçeğin genel güvenilirlik değerinin (Cronbach's α katsayısı) 0.823 olduğu ve geçerlilik analizi sonucunda ise Kaiser-Mayer-Olkin (KMO) değerinin 0.778 olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Verilerin geçerlilik ve güvenilirlik analizi sonuçları

Çalışma türü	Güvenilirlik	Geçerlilik	
	Cronbach's α	KMO değeri	Barlett değeri
İş sağlığı ve güvenliği yargıları	0.823	0.778	605.809

Not: KMO= Kaiser-Mayer-Olkin

İSG Konusundaki Farkındalıklar

Katılımcı öğrencilerin önem düzeylerine göre İSG konusundaki farkındalıklarının değerlendirme sonuçları Çizelge 3'te gösterilmiştir. Yapılan kümeleme analizi sonucunda, katılımcı öğrencilerin İSG konusundaki farkındalık düzeyleri 3 gruba ayrılmıştır ($p<0.05$). Elde edilen bu üç grubun final küme merkezlerinin 3.85, 3.32 ve 2.76 olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 3. Katılımcı öğrencilerin İSG konusundaki farkındalık düzeylerinin kümeleme analizi sonuçları

Yargılar	$\bar{x}^*$	σ	Küme
Eğitim hayatım boyunca acil durum eylem planı ve risk analizi eğitimini almam gerektiğine inanıyorum.	3.94	0.88	1
Eğitim hayatım boyunca aldığım ya da alacağım İSG eğitiminin iş hayatımda bana katkılar sağlayacağına inanıyorum.	3.92	1.04	1
Ülkemizde İSG kültürünü yerleştirmek için öğretimin her kademesinde İSG eğitiminin gerekli olduğuna inanıyorum.	3.90	1.14	1
Sanal gerçeklik teknolojisi ile iş kazalarının önlenmesi ve ülkemizde deneyimsel öğrenmenin yaygınlaştırılması gerektiğine inanıyorum.	3.88	1.16	1
Eğitim hayatım boyunca ilk yardım ve yangın eğitimleri almanın gerekli olduğuna inanıyorum.	3.82	1.09	1
Meydana gelen iş kazalarının sadece can kayıplarına değil, ekonomimize de büyük zararlar verdiğine inanıyorum.	3.77	1.08	1
Üniversitelerde İSG eğitiminin zorunlu ders olması gerektiğini düşünüyorum.	3.73	1.14	1
Meslek hayatımda çalışma ortamında kullanılması gereken kişisel koruyucu ekipmanları kullanmayı biliyorum.	3.45	1.01	2
Çalışma hayatım boyunca meydana gelebilecek iş kazalarıyla ilgili tüm yasal hak ve sorumluluklarımı biliyorum.	3.36	1.04	2
Çalışma hayatım boyunca kimyasal, fiziksel, biyolojik ve psikososyal risk etmenlerinden nasıl korunacağımı biliyorum.	3.34	1.00	2
İSG uyarı levha ve işaretlerinin anlamlarını biliyorum.	3.30	1.18	2
Çalışma hayatım boyunca iş kazası yaşayabileceğimi düşünüyorum.	3.26	1.28	2
Ülkemizde İSG uzmanına verilen eğitimin ve mesleki bilgisinin yeterli olduğuna inanıyorum.	3.22	1.02	2
Ülkemizde İSG alanında uzmanlaşmış akademisyen olduğuna ve konu ile ilgili bilimsel çalışmaların yapıldığına inanıyorum.	2.95	1.14	3
Meslek odalarının üyelerini bilinç sahibi yapmak ve toplumsal farkındalık kazandırmak için İSG eğitimine önem verdiğine inanıyorum.	2.86	1.17	3
6331 Sayılı İSG kanunun getirdiği yasal düzenlemeleri biliyorum.	2.83	1.33	3
Ülkemizde medya ve basım yayın organlarının İSG'ne önem verdiğine inanıyorum.	2.82	1.09	3
Ülkemizde işverenlerin İSG eğitimlerine önem verdiğine inanıyorum.	2.79	1.10	3
Ülkemizde çalışanların bilinçlenmesi için İSG eğitiminin yeterli verildiğine inanıyorum.	2.61	1.17	3
Ülkemizde İSG eğitimlerine yeterli önemin verildiğini düşünüyorum.	2.47	1.20	3

*Likert ölçek: 1: Kesinlikle katılmıyorum, 2: Katılmıyorum, 3: Kararsızım, 4: Katılıyorum, 5: Kesinlikle katılmıyorum, $\bar{x}$: Aritmetik ortalama, σ: Standart sapma

Katılımcı öğrencilerin İSG konusundaki farkındalık düzeyleri irdelendiğinde; birinci küme grubu altında "*Eğitim hayatım boyunca acil durum eylem planı ve risk analizi eğitimini almam gerektiğine inanıyorum*" yargısı önem düzeyi en yüksek yargı olarak belirlenmiştir. Bunu sırasıyla "*Eğitim hayatım boyunca aldığım ya da alacağım*

İSG eğitiminin iş hayatımda bana katkılar sağlayacağına inanıyorum" yargısı takip etmektedir. Topgül ve Alan (2017), Sivrikaya ve Üzüm (2018) ve Kalıntaş (2022) tarafından yapılan çalışmalarda da benzer bulgulara yer verilmiştir. Aktay (2014) tarafından yapılan İSG eğitiminin iş güvenliği kültürüne etkisi başlıklı çalışmasında, çalışanların İSG eğitimiyle elde ettikleri bilgi ve becerileri çalışma ortamlarında uygulamalarıyla mevcut iş kazalarının, mesleki yaralanmaların ve hastalıkların azalacağını ifade etmiştir.

İkinci küme grubu altında "Meslek hayatımda çalışma ortamında kullanılması gereken kişisel koruyucu ekipmanları kullanmayı biliyorum" yargısı yer almaktadır. Bu yargıyı sırasıyla "Çalışma hayatım boyunca meydana gelebilecek iş kazalarıyla ilgili tüm yasal hak ve sorumluluklarımı biliyorum" yargısı takip etmektedir.

Önem düzeyi en düşük olan üçüncü küme grubu altında ise; katılımcılar, ülkemizde yeterli düzeyde İSG alanında uzmanlaşmış akademisyen olmadığını ve yetersiz düzeyde bilimsel araştırma yapıldığını belirtmişlerdir. Ayrıca ülkemizde İSG eğitimlerine yeterli önemin verilmediği de ifade edilmiştir (Çizelge 3). Ceylan (2012) Türkiye'deki İSG eğitimi sorunları ve çözüm önerileri ile ilgili yaptığı benzer çalışmasında, ülkemizde İSG alanında eğitim veren okulların başında Meslek Yüksekokullarının (MYO) geldiğini ve İSG eğitiminin gerekli olduğunu belirtmişlerdir.

Aygün ve Öztürk (2017) Mühendis ve teknik eleman adaylarının İSG konusundaki tutumlarını belirlediği çalışmasında, katılımcılar tarafından İSG eğitiminin çok önemli olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca katılımcıların %77.1'i İSG derslerinin Türkiye'deki ilgili fakültelerde zorunlu ders olarak okutulmasını istedikleri belirlenmiştir.

Toplum bünyesinde İSG kültürünün oluşması için, ilk, orta, lise ve üniversite öğreniminin her aşamasında müfredata uygun şekilde İSG dersleri verilmelidir. Verilen eğitimler sonrasında İSG kültürü ile bilinçlenen bireyler, sahip oldukları bilgileri uygulayarak, İSG'ni aktif hale getirmeli ve uygulamalarda denetim mekanizmaları etkinleştirilmelidir (Doğan ve ark. 2017).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Orman fakültesi bünyesinde eğitim gören katılımcı öğrencilerin İSG konusundaki farkındalık düzeylerinin irdelenmesi sonucunda; katılımcı öğrenciler, eğitim hayatları boyunca acil durum eylem planı ve risk analizi eğitimlerini alması gerektiklerini ifade etmişlerdir. Ayrıca okulda alacakları İSG eğitiminin çalışma hayatlarına katkı sağlayacaklarını vurgulamışlardır.

Katılımcı öğrencilere göre, ülkemizde İSG kültürünü aşılamak için öğretimin her kademesinde (İlkokul, ortaokul, lise ve üniversite) İSG eğitiminin olması gerektiği vurgulanmıştır. Bu kapsamda ülkemizde İSG eğitiminin Millî Eğitim Bakanlığı, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı ve YÖK'ün ortak görüşleri doğrultusunda planlanması gerekmektedir. Ayrıca katılımcı öğrenciler tarafından, üniversitelerde İSG eğitiminin zorunlu ders olması gerektiği vurgulanmıştır. Buna bağlı olarak öğrencilerin iş hayatına atılmadan önce, İSG eğitimi almasını sağlayacak düzenlemelerin zorunlu olarak hayata geçirilmesi gerekmektedir.

Katılımcı öğrenciler, ülkemizde yeterli düzeyde İSG alanında yetişmiş akademisyen olmadığını ve konu ile ilgili bilimsel yayınların yetersiz olduğunu vurgulamışlardır. Bunun yanı sıra katılımcı öğrenciler, ülkemizde meslek odalarının ve işverenlerin, çalışanlarını ve üyelerini bilinçlendirmek ve toplum farkındalığını artırmak adına İSG eğitimine yeterli önemi vermediklerini belirtmişlerdir. Bu konudaki eksiklik Ulusal İSG Politika Belgesi'nde ifade edilmiştir. Bu belgede, İSG ile ilgili bilimsel çalışmaların ve eğitim kurumlarının bulunmadığı belirtilmiştir. Bu doğrultuda üniversitelerde İSG'ne özgü bölüm ve uzmanlık alanlarının kurulması, ihtiyaç duyulan çalışmaların nicelik ve niteliğini güçlendirecektir.

Çalışma sonucunda katılımcı öğrenciler, 6331 sayılı İSG kanunun getirdiği yasal düzenlemeleri bilmediklerini ve ülkemizde İSG eğitimlerine yeterli önemin verilmediğini belirtmişlerdir. Ülkemizde iş kazalarının azaltılması noktasında lisans eğitimi süresince öğrencilere gerekli İSG eğitimlerinin verilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Aktay N (2014) İş sağlığı ve güvenliği eğitiminin iş güvenliği kültürüne etkisi. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Aygün S, Öztürk ÖF (2017) Mühendis ve teknik eleman adaylarının iş güvenliği konusunda tutumlarının belirlenmesi. The International Journal of Innovative Approaches in Science Research, 1(1): 21-32.

Gümüşler Başaran A (2022) Hemşirelik bölümü öğrencilerinin iş sağlığı alanında çalışma konusundaki düşünceleri. Sakarya Üniversitesi Holistik Sağlık Dergisi, 5(2): 141-152.

Bilir N (2016) İş Sağlığı ve Güvenliği Profili-Türkiye. ISBN: 9789228310627; 9789228310634 (web pdf), Uluslararası Çalışma Örgütü, ILO Türkiye Ofisi, Ankara.

Ceylan H (2012) Türkiye'deki iş sağlığı ve güvenliği eğitimi sorunlar ve çözüm önerileri. EJOVOC (Electronic Journal of Vocational Colleges), 2(2): 94-104.

Doğan B, Yalçınkaya C, Balcı MG (2017) Türkiye'de mühendislik fakültelerinde iş sağlığı ve güvenliği eğitimi. Mühendis ve Makina, 58(685): 1-15.

Gül T (2019) İş sağlığı ve güvenliği ön lisans ve lisans öğrencilerinin iş sağlığı ve güvenliği bilgi düzeylerinin karşılaştırılması. Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

ILO (2023) A call for safer and healthier working environments. Geneva Publish.

Kalaycı Ş (2010) SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri. Asil Yayın Dağıtım, Ankara.

Kalıntaş DÇ (2022) İş sağlığı ve güvenliğinde eğitimin önemi: üniversite öğrencilerinin iş sağlığı ve güvenliği farkındalığı üzerine bir çalışma. Çankaya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Karaoğlu M (2018) Eğitim sektöründe gençlerin iş sağlığı ve güvenliği bilgi düzeyi ve bu düzeyi etkileyen faktörler. Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Mersin.

Lemeshow S, Hosmer JrDW, Janelle K, Lwanga SK (1990) Adequacy of Sample Size in Health Studies. Published by World Healt Organization. Tiptree, Colchester.

Özdamar K (2010) Paket Programlarla İstatistiksel Veri Analizi-Çok Değişkenli Analiz (7. Baskı). Kaan Yayınevi, Eskişehir.

Rauzana A, Dharma W (2021) The knowledge and awareness of occupational health and safety requirements among civil engineering students in an Indonesian University. Global Journal of Engineering Education, 23(3): 210-215.

Reşitoğlu B, Bağdatoğlu ÖT, Bahar L, Erden S, Apaydın S, Pekoğlu E (2018) İş sağlığı ve güvenliği eğitiminin sağlık hizmetlerindeki öğrencilerin bilgi ve tutumlarına etkisi. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Dergisi (IBAD), 3(2): 459-473.

SGK (2022) Ankara: Türkiye Cumhuriyeti Sosyal Güvenlik Kurumu https://www.sgk.gov.tr/Istatistik/Yillik/fcd5e59b-6af9-4d90-a451ee7500eb1cb4., Erişim Tarihi: 22.05.2024.

Sivrikaya SÖ, Üzüm B (2018) Öğrencilerin işçi sağlığı ve güvenliğine yaklaşımları (Kocaeli MYO Örneği). International Journal of Disciplines in Economics & Administrative Sciences Studies, 4(7): 99-111.

Şahmaran T, Kar H (2021) Üniversitede verilen iş sağlığı ve güvenliği dersinin öğrenciler üzerindeki etkisinin araştırılması, Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences (EJONS), 5(19): 578-588.

Şener S, Fandaklı S, Yağımlı M, Aslan T (2023) Eğitim sektöründe iş sağlığı ve güvenliği. The Journal of International Scientific Researches, 8(1): 83-94.

Tekin A, Tekin F, Suvaydan F, Güler G, Hafızoğlu E (2021) İlkokul öğrencilerinin iş sağlığı ve güvenliği eğitimi algısının değerlendirilmesi. Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi, 2(32): 9-18.

Topgül S, Alan Ç (2017) Öğrencilerin iş güvenliği ve iş güvenliği eğitimi algısının değerlendirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 22(2): 587-598.

Uzun SS (2019) Mesleki ve teknik okullarda iş sağlığı ve güvenliği bilinci. Tarsus Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Mersin.

World Health Organization (2021) WHO/ILO Joint Estimates of the Work-Related Burden of Disease and İnjury, 2000-2016: Technical report with data sources and methods.

Artvin Çoruh Üniversitesi
Orman Fakültesi Dergisi
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Yıl: 2024, Cilt: 25, Sayı: 2, Sayfa: 184-195

ofd.artvin.edu.tr

Artvin Coruh University
Journal of Forestry Faculty
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Year: 2024, Vol: 25, Issue: 2, Pages:184-195

Küresel iklim değişikliği bağlamında çim alanlarının karbon döngüsüne etkisi: İstanbul ili örneği

The effect of grass areas on the carbon cycle in the context of global climate change: the example of Istanbul province

İpek Müge ÖZGÜÇ SAKAR[1], Nilüfer KART AKTAŞ[1*], Beyza Ece EMEKSİZ[2], Simge ÖZKIRIM[2]

[1]İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Sarıyer, İstanbul
[2]İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Avcılar, İstanbul

Eser Bilgisi / *Article Info*
Araştırma makalesi / *Research article*
DOI: 10.17474/artvinofd.1536425

Sorumlu yazar / *Corresponding author*
Nilüfer KART AKTAŞ
e-mail: niluferk@iuc.edu.tr

Geliş tarihi / *Received*
09.09.2024
Düzeltme tarihi / *Received in revised form*
16.09.2024
Kabul tarihi / Accepted
19.10.2024
Elektronik erişim / *Online available*
15.10.2024

Anahtar kelimeler:
Küresel iklim değişimi
Çim alan
Karbon döngüsü

Keywords:
Global climate change
Grass area
Carbon cycle

Özet

İklim değişikliği, küresel çapta en önemli çevresel sorunlardan biridir. Karbon dioksit (CO_2) emisyonlarının azaltılması, bu sorunun çözümünde kilit rol oynamaktadır. Bitkiler, fotosentez yoluyla atmosferden karbon dioksit çekerek karbonu biyokütlelerinde ve toprakta depolarlar. Bu bağlamda, kentsel yeşil alanlar içerisinde büyük bir alana sahip çim alanlar da önemli bir karbon yutağı olarak değerlendirilebilir. Çim alanlar şehir sakinlerine huzur ve rahatlama sağlamanın yanısıra, çocukların güvenle oynayabileceği, insanların spor ve rekreasyon faaliyetlerinde bulunabileceği ve sosyal etkileşimlerin gerçekleşebileceği mekânlar olarak da önem taşır. Ancak bu alanlar kendilerinden beklenen estetik ve fonksiyonel faydaları en doğru şekilde verebilmesi için önemli bir bakım prosedürüne ihtiyacı vardır. Bu bakım sürecinde en yaygın uygulamalardan biri de biçme işlemidir. Bu makalede, çimlerin biçilmesi ile karbon açığa çıkması arasındaki ilişki incelenerek, İstanbul İli örneğinde değerlendirilmiştir. Çalışmada, öncelikle İstanbul'daki aktif ve pasif yeşil alanlardaki çim alanlarının miktarı ve bu alanların için mevcuttaki karbon depolama miktarları hesaplanarak, ideal koşulların sağlanması durumunda karbon depolama kapasitesi bulunmuştur. En son olarak çim biçilmesi sonucu sisteme karışan karbon miktarı elde edilmiştir. Bu sayede İstanbul ilindeki tüm çim alanlar için; ideal yıllık karbon tutma miktarı (9.306.66 kg/yıl), mevcut yıllık karbon tutma miktarı (5.640.40 kg/yıl) ve biçilen çimlerin sahadan uzaklaştırılması durumunda 1 ha alan için atmosfere karışan kayıp karbon miktarı (710 g/ha) olarak bulunmuştur. Sonuç olarak, çim alanlarının doğru yönetildiğinde, karbon depolama ve mikro iklim düzenleme gibi önemli ekosistem hizmetleri sağlayabilir. Ancak, geleneksel bakım uygulamaları çevresel zararlara neden olabilir. Bu nedenle, çim alanlarının sürdürülebilir yönetimi, iklim değişikliğiyle mücadelede kritik bir rol oynar.

Abstract

Climate change is one of the most important environmental challenges globally. Reducing carbon dioxide (CO_2) emissions is key to solving this problem. Plants absorb carbon dioxide from the atmosphere through photosynthesis and store it in their biomass and soil. In this context, grass areas, which have a large area within urban green spaces, can also be considered as an important carbon sink. In addition to providing peace and relaxation to city dwellers, lawns are also important as places where children can play safely, people can engage in sports and recreational activities and social interactions can take place. However, these areas need an important maintenance procedure in order to provide the aesthetic and functional benefits expected from them in the most accurate way. One of the most common practices in this maintenance process is mowing. In this article, the relationship between grass mowing and carbon release is examined and evaluated in the case of Istanbul. In the study, firstly, the amount of grass areas in active and passive green areas in Istanbul and the amount of carbon storage for these areas were calculated and the carbon storage capacity was found in case of ideal conditions. Finally, the amount of carbon emitted into the system as a result of grass mowing was obtained. In this way, the ideal annual carbon sequestration amount (9.306.66 kg/year), the current annual carbon sequestration amount (5.640.40 kg/year) and the amount of carbon lost to the atmosphere for 1 ha area (710 g/ha) were found for all grass areas in Istanbul Province. In conclusion, when managed properly, grasslands can provide important ecosystem services such as carbon storage and microclimate regulation. However, conventional maintenance practices can cause environmental damage. Therefore, sustainable management of grasslands plays a critical role in combating climate change.

GİRİŞ

Küresel iklim değişikliği, çağımızın en büyük çevresel sorunlarından biridir ve pek çok faktörün sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Türkeş (2008) iklim değişimini, "iklimin ortalama halinde uzun yıllar devam eden ve istatistiki olarak saptanması mümkün olan değişiklikler olarak" tanımlamıştır (Türkeş 2008a, 2008b). İklim

değişimine neden olan faktörler ise bilindiği üzere çok çeşitlidir. Özellikle kentsel alanlarda etkisi daha şiddetli olan iklim değişikliği ile mücadelede yeşil alanların arttırılması ile hem kentteki hava kalitesi olumlu yönde değişmekte hem ısı adası etkisi azalmakta hem de canlılar için bir yaşam alanı oluşmaktadır. Murphy ve ark. (2011) ve Kuşçu Şimşek ve Şengezer (2012), çalışmalarında kentlerde bitki ile kaplı alanların kent iklimini 4 ^{0}C civarında düşürdüğünü belirtmişlerdir (Bayramoğlu ve Seyhan 2022). Küresel ısınmayı azaltma amacıyla yapılan olan sözleşmelerin temelini atmosferik sera gazlarının azaltımına yönelik faaliyetler oluşturmaktadır. Sera gazlarının azaltılması düşük karbon ekonomisine geçişi gerektirmektedir. WWF Türkiye'nin ekolojik ayak izi raporunda; bir ürünün tüm üretim süreci boyunca (hammaddeden son aşamaya kadar) açığa çıkan CO^2 miktarının belirlenmesi karbon ayak izi olarak ifade edilmektedir (WWF 2012). Olaya karbon döngüsü açısından yaklaşıldığında; bitkiler atmosferdeki karbon dioksiti (CO^2) fotosentez yoluyla alarak biyokütlelerinde ve topraklarında depolarlar. Toprak organik maddesi, bitkilerin köklerinden ve yüzeyden düşen bitki materyallerinin ayrışmasıyla oluşur. Bitkiler, $CO^{2'}$yi organik bileşiklere dönüştürerek büyüme ve gelişme süreçlerinde kullanır. Bu organik maddeler, bitkilerin köklerinde, yapraklarında ve gövdelerinde depolanır. Öldüklerinde ve parçalandıklarında, bu organik maddeler toprağa karışır ve uzun süreli karbon depoları oluşturur. Bu çalışmanın ana materyalini oluşturan çim alanlarının en önemli karbon depolarından biri topraklarıdır. Çim alanlarının derin kök sistemleri, toprağın alt katmanlarına kadar karbon depolanmasını sağlar. Bu, toprağın karbon içeriğini artırarak karbon döngüsüne önemli katkılarda bulunur. Bandaranayake ve ark. (2003)' a göre çim alanlarının iklim değişikliği üzerindeki etkisi, karbon emilimi ve depolanması yoluyla olumlu yönde olabilir. Bu sadece çimin yapraklarında değil aynı zamanda kökün bulunduğu toprak kısmında gerçekleşmektedir. Yaptıkları çalışmada çim sahanın kurulmasından sonraki ilk 0 ila 25 yıl içinde, 0.9 ila 1.0 Mg C'ye (ha/yıl) yaklaşan ortalama oranlarda hızlı karbon tutulumunun meydana geldiğini bulmuşlardır. Model tahminleri, yaklaşık 30 yıl sonra 23 ila 32 Mg ha toprak organik karbonunun toprak yüzeyinin 0 ila 20 cm altında tutulduğu yönündedir (Bandaranayake ve ark. 2003).

Bitkilerin büyümesi, toprağa karbon depolamayı da teşvik eder. Fotosentez sürecinde, çimler atmosferden karbondioksit alarak karbonu biokütlelerine dahil eder ve oksijen üretirler. Bu süreç, sera gazı emisyonlarının azaltılmasına ve atmosferdeki karbondioksit seviyelerinin düşürülmesine yardımcı olmaktadır. Ek olarak, çimler, karbonu organik madde olarak toprağa bağlayarak karbon depolama kapasitesine katkı sağlamaktadırlar. Bu sayede çim alanlar, iklim değişikliğine karşı mücadelede önemli bir roldedir. Özellikle kentsel alanlarda, çimler ısı adası etkisini azaltarak, çevresel sıcaklık dengesine katkıda bulunur. Bu, şehirlerdeki sıcaklık artışını yavaşlatır ve enerji kullanımını azaltmaktadırlar. Ancak, çim alanlar her ne kadar karbon döngüsüne olumlu katkı yaparlarsa yapsınlar, bilinçsiz ve kontrolsüz bakım tam tersine iklim değişikliği üzerinde olumsuz etkileri de beraberinde getirmektedir. Çim alanların bakımı gibi doğaya yapılan müdahalelerin sadece yerel değil, bölgesel ve hatta küresel ölçekte de çevreyi olumsuz etkilediği yapılan pek çok çalışmayla saptandığı bilinen bir konudur. Örneğin Meksika Körfezi'nde her yaz oluşan hipoksik (Az oksijenli-ölü) bir bölge vardır. Bu bölgenin suçlularından biri, Körfez'e giren aşırı besin maddeleridir; tarımdan, golf sahalarından ve kentsel çimlerden gelen gübreler, Körfez'e akan aşırı besin maddelerinin önemli bir bileşeni olarak değerlendirilmektedir (URL-1).

Çim alanlar, ağaç ve çalı ile örtülü alanlardan çok daha fazla bakım gerektirmektedirler. İster tohum yolu ile isterse hazır rulo çim döşenerek yapılsın tesis sonrası iyi bakılmazlarsa kolaylıkla sağlıklı, yeşil görünümünü kaybedeceklerdir. Bu alanlar mutlaka belirli aralıklarla havalandırılmalı, zararlılara karşı ilaçlanmalı, gübrelenmeli ve biçilmelidir. Bu uygulamalar ise, yüzey ve yeraltı su kaynaklarının kirlenmesine, biyolojik çeşitliliğin azalmasına ve sera gazı emisyonlarının artmasına neden olabilir. Bu noktadan yola çıkılan bu çalışma ile çim alanlarının karbon döngüsü açısından küresel iklim değişikliği üzerindeki etkileri, bu etkilerin mekanizmaları ve bu alanların sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi ele alınmıştır.

Çim Biçilmesinin Karbon Döngüsü Üzerindeki Etkisi

Çimlerin biçilmesi, bitkilerin üst kısımlarının kesilerek sahadan uzaklaştırılması veya toprak üzerinde bırakılması işlemidir. Bununla birlikte, bitkilerin biçilmesi veya hasat edilmesi ve sonrasındaki ortaya çıkan atık maddelerin doğru değerlendirilmemesi karbon döngüsünde çeşitli değişikliklere neden olabilir. Biçme işlemleri, doğru yönetildiğinde karbon depolama kapasitesini artırabilir ve ekosistem sağlığını destekleyebilir.

Zere Taşkın ve Bilgili (2020) çalışmalarında çim bitkilerinin atmosferik kirleticilerin en kötü grubu olan karbon dioksit, peroksiasetil nitratı ve hidrojen florür'ü de absorbe ettiğini, böylelikle kirletici düzeyini önemli ölçüde düşürdüğünden bahsetmişlerdir (Anonim 2020, Zere Taşkın ve Bilgili 2020). Ancak tam tersi biçme işlemi, bitkilerin biyokütlesini ve toprak karbon depolama kapasitesini azaltabilir. Bu uygulama, birkaç nedenden dolayı karbon döngüsünü etkileyebilir:

- *Biyokütlenin Azalması*: Biçme işlemi, bitkilerin büyüme ve karbon depolama potansiyelini azaltabilir. Kesilen kısımlar fotosentez yapamadıkları için, bitkinin karbon alım kapasitesi azalır.
- *Toprak Karbonunun Serbest Kalması*: Çayır ve çimlerin biçilmesi, topraktaki organik maddelerin bozulma sürecini hızlandırabilir. Mikrobiyal aktivite arttığı için, biçilen bitki parçaları, hızla mikroorganizmalar tarafından parçalanırken, karbondioksit açığa çıkar. Bu durum, özellikle sık sık biçilen alanlarda belirgin hale gelir.
- *Karbon Depolama Kapasitesinin Azalması*: Biçme işlemi, bitkilerin kök gelişimini de etkileyebilir. Kök sistemleri zayıflayan bitkiler, toprağa karbon depolamada daha az etkili olabilirler. Ayrıca, sık biçme işlemi bitkilerin stres seviyesini artırarak, genel sağlıklarını ve büyüme kapasitelerini düşürebilir.
- *Karbon Emisyonu*: Çimlerin biçilmesi ve taşınması için kullanılan ekipmanların fosil yakıt tüketimi, doğrudan karbon emisyonlarına yol açabilir. Özellikle, çim biçme işlemleri sırasında kullanılan benzinli aletler, önemli miktarda karbondioksiti atmosfere salmaktadır.

Ancak düzenli budama, çimlerin daha yoğun ve hızlı büyümesini teşvik edebilir. Bu, bitkilerin daha fazla CO_2 absorbe etmesine ve biyokütlede yeniden karbon depolamasına neden olabilir.

Çim Alanlarda Sulama ve Gübrelemenin Karbon Döngüsüne Etkisi

Çim alanın kendisinden beklenen etkiyi ortaya çıkarabilmesi için, belli periyotlarla biçilmesinin yanısıra, düzenli olarak sulama, gübreleme ve bazı durumlarda da ilaçlamaya ihtiyaç duyulmaktadır. Bir metrekare çim alanın yaz ayları ve bununla birlikte Mayıs ve Eylül aylarında da yani 5 ay boyunca her gün sulandığı ve geri kalan 7 ay boyunca da haftada 3 gün sulandığı varsayıldığında; 1 m^2 çim alan yılda ortalama 8.500 litre suya ihtiyaç duyar. İklim değişikliği bağlamında kuraklıkla mücadele kapsamında sulama ayrı bir yere sahipken aynı zamanda karbon döngüsü üzerinde de büyük rol oynar.

Çimin uzun yıllar sağlıklı bir şekilde kalması için yapılan bakım çalışmaları karbon açısından ele alındığında, eğer yüksek gübreleme ve sulama oranları kullanılırsa, çim aslında tuttuğundan daha fazla karbondioksit yayar. Çimlerin gübrelenmesi aynı zamanda iklim değişikliğini etkileyen başka bir sera gazı olan nitröz oksitin de salınmasına neden olur. Çim zararlılarıyla mücadele amaçlı kullanılan pestisitler ve herbisitler çoğu durumda yalnızca zararlı türlerini hedef almaz ve bizim için ekosistem hizmeti sağlayan hedef olmayan diğer canlıları da öldürür (Hostetler 2012).

Çim alana yapılan bakım çalışmaları (biçme, gübreleme vb.) tutulan ve atmosfere salınan karbon miktarını doğrudan etkilemektedir. Townsend-Small ve Czimczik (2010) Kalifornia'da yaptıkları bir araştırmada, çim alanda senede 2 defa gübre uygulandığında m^2 'de yıllık 108 g karbon tutulduğunu, ancak gübreleme miktarının senede 15'e çıkarılması durumunda ise durumun terse döndüğünü ve yıllık 258 g karbonun atmosfere salındığını saptamışlardır (Townsend-Small ve Czimczik 2010).

Çimlerin karbon depolama kapasitesini etkileyen önemli bir konu da biçilen çimlerin nasıl değerlendirildiğidir. Biçilen çim kompost olarak değerlendirildiğinde karbon

döngüsüne katkı sağlarken, çöp olarak atıldığında çürüme sonrası atmosfere karışan gazlar sistemin dengesini bozmaktadır. Milesi ve ark. (2005)'nın ABD için yaptığı simulasyon çalışmasına göre, çimler biçildikten sonra çim kırpıntıları çimlerin üzerinde çürümeye bırakılırsa, çim alanları her yıl araştırma alanının tamamı için 16.7 teragram'a (1 Teragram=1.000.000 Ton) kadar karbon depolayabilir. Çimlerdeki kırpıntıların yerinde geri dönüştürüldüğünde, sentetik nitrojen gübre miktarı kullanım miktarının neredeyse yarı yarıya azaltılabileceği ve bunun da daha yüksek miktarlarda gübre kullanıldığında ortaya çıkabilecek karbon miktarını azaltıp, depolanan karbon miktarının artacağı sonucu olduğu çalışmada belirtilmektedir. Ancak yine aynı çalışmaya göre bu çimler sahadan toplanıp başka bir yerde kompost haline getirilirse depolanabilen karbon miktarı 5.9 teragrama kadar düşmektedir. Milesi ve ark. (2005) toplanan çimlerin çöplükte ayrışması düşünüldüğünde ise güçlü bir sera gazı olan karbon içeren metan üretimini artıracağını belirtmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, iyi sulanan ve gübrelenen çimler aynı zamanda bir karbon havuzu görevi de görmektedir (Milesi ve ark. 2005).

Çimlerin biçilmesinden ortaya çıkan karbonun yanısıra çim biçme için kullanılan materyallerin de karbon döngüsüne etkisi büyüktür. Bu konuda yapılan bir çalışma ile benzinle çalışan bir çim biçme makinesinin 1 saatte 11 otomobilin çıkardığı kadar atmosfere kirlilik yaydığı saptanmıştır (URL-2).

Çim Alanların Depoladığı Karbon Miktarının Ölçülmesi

Serengil (2018) küresel anlamda karbon döngüsünü "atmosfer, biyosfer, hidrosfer, pedosfer ve litosferde karbonun dolaşımı" olarak tanımlamıştır. Küresel olarak bakıldığında en büyük karbon havuzu okyanuslardır. Ekosistemler ise en çok insan etkisi altında ve kontrolünde olan karbon havuzlarıdır (Serengil 2018). Bunlar değişik koşullar altında karbon depolama ya da karbon salınımı durumunda bulunabilirler. Ekosistemlerin karbon miktarları hesaplanırken toprak üstü ve altı biokütle, ölü ve diri odundan oluşmuş organik madde ve toprak organik maddesi üzerinden çalışma yürütülür ve bunların üzerinden çeşitli yöntemlerle hesaplamalar yapılır.

Ekosistemin küçük bir parçası olan çim ile kaplı alanlar da, kökler ve gövdeler aracılığıyla karbonu depolayabilirler. Çimlerin depoladığı karbon miktarının hesaplanması biraz karmaşık olmakla birlikte ağaç ve çalı gibi çok yıllık bitkilerden farklı olarak ele alınması gerekmektedir. Çünkü çim alanlar ormanlık, makilik gibi çok yıllık bitkilerin bulunduğu alanlardan çok daha fazla insan etkisi altında olan ve çok daha fazla bakım sürecine dahil olan alanlardır. Zaid vd. (2018)'e göre yer örtücüler ağaçlara kıyasla daha az karbon tutmaktadırlar (metrekarede yaklaşık 0.05-0.94 kg). Bunun en büyük sebeplerinden biri toprak altı ve toprak üstü biokütle farklılığıdır. Diğer bir sebep ise çim alanlar için gerekli bakım prosedürünün ağaç ve çalılara oranla çok daha farklı işleyişidir. Bu nedenle çim alanların tuttuğu karbon miktarını hesaplanmasında da;

1. Biyokütle Hesaplaması: Çimlerin üzerinde ve altındaki biyokütlenin ölçülmesi,

2. Toprak Organik Karbon (SOC): Topraktaki organik karbon miktarının belirlenmesi,

3. Kök ve Yaprak Oranı (Organik Madde): Çimlerin kök ve yaprak biyokütle oranlarının belirlenmesi gibi yöntemlerle karbon miktarları hesaplamak mümkündür.

Ancak bu yöntemler çim alanların karbon döngüsüne katkısının hesaplanmasında tek başına bir gösterge değildir. Karbon depolama kapasitesi çimin türüne, çimin yaşına, yetişme koşullarına ve bakım uygulamalarına bağlı olarak değişiklik gösterir. Zere Taşkın ve Bilgili (2020) çalışmalarında Brooks'a atfen "Bir çim alanın en yüksek karbon tutma kapasitesinin tesisinin ilk 25-30 yılında" olduğunu söylemişlerdir (Brooks 2008, Zere Taşkın ve Bilgili 2020). Qian ve Follett'in (2002) golf sahalarındaki çim alanlar üzerine yaptıkları çalışmalarında; çim alanların iyi bakım altında daha yoğun bir toprak üstü ve kök yapısı oluşturduklarını ve bunun sonucu olarak da 1 yılda, 1 dekar alanda yaklaşık 110-115 gr atmosferik karbon tutulabildiğini söylemişlerdir (Qian ve Follett 2002).

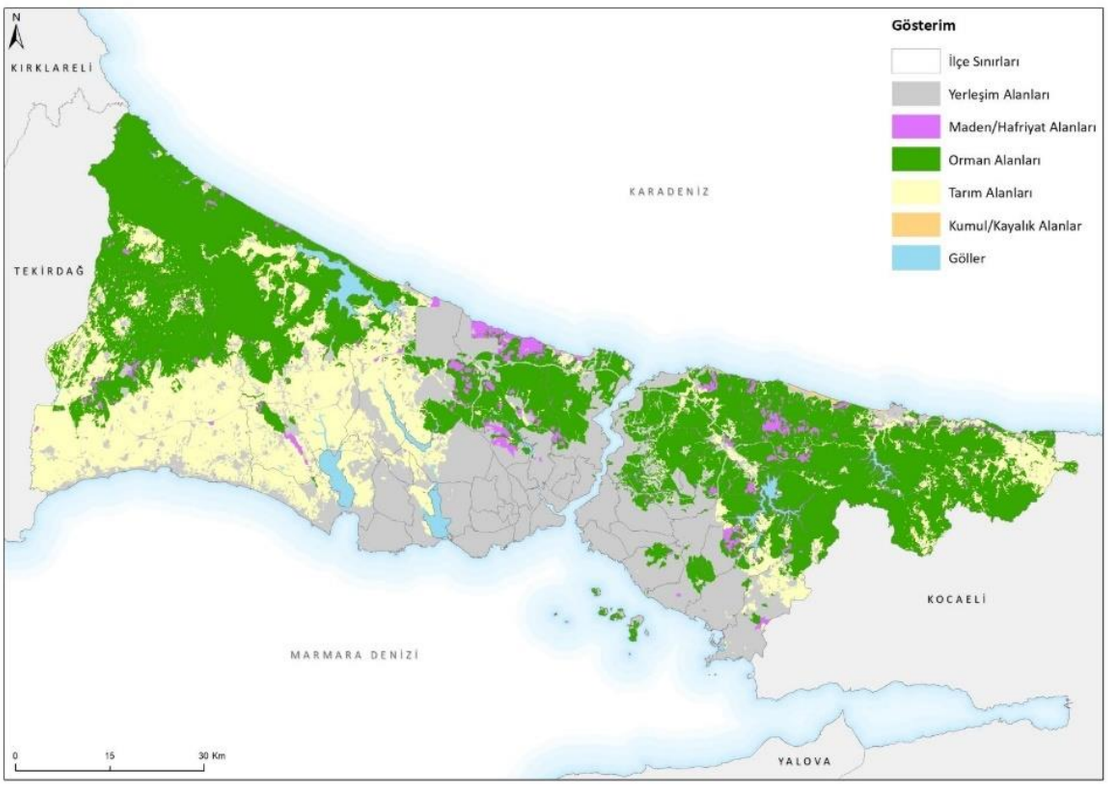
Tüm bu anlatılanlardan yola çıkılarak, konu çok kapsamlı olduğundan karbon döngüsüne dolayısı ile iklim değişimine İstanbul ilindeki çim alanlarda gerçekleştirilen

bakım faaliyetlerinden sadece "çim alanların biçilmesi" üzerinden yaklaşılarak öneriler getirilmeye çalışılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Çalışmanın örnek alanını 546.242.30 hektarlık toplam alanının 17.370.10 hektarı açık ve yeşil alan olan İstanbul ili oluşturmaktadır. 41 derece 01 dakika Kuzey, 28 derece 58 dakika Doğu koordinatlarında yer alan ve kuzeyinde Karadeniz, güneyinde ise Marmara denizi ile çevrili, Avrupa ve Asya kıtaları arasında bir köprü görevi gören İstanbul'un yerleşimsel olarak kuzeyinde ormanlık alan, batısında tarım alanları ve güneyinde ise yerleşme alanları hâkimdir. Su yüzeyleri (göller) hariç yüzölçümü 534.534.67 hektardır (Şekil 1).



Şekil 1. İstanbul Geneli arazi kullanım fonksiyonlarının mekansal dağılımı (2022) (URL-3)

Yöntem

Çalışmada, öncelikle çim alanların karbon döngüsü üzerine etkisini incelemek amacıyla öncelikle İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin aktif ve pasif yeşil alan verileri kullanılarak yaklaşık çim alan miktarı hesaplanmıştır (URL-3, URL-4, URL-5). Çim alanların miktarı hesaplandıktan sonra ilçelere göre aktif ve pasif yeşil alan sınıflarına göre dağılımları çizelge halinde sunulmuştur. Karbon depolama kapasitelerinin belirlenebilmesi için 1 m^2 çim alana uygun katsayı literatür taramaları sonucunda elde edilmiştir. Ayrıca, karbon depolama potansiyelleri de ilçeler bazında incelenmiş ve sonuçlar yine çizelge halinde sunulmuştur. Bu analizler, İstanbul'un farklı bölgelerindeki çim alanlarının karbon döngüsü bağlamında çevresel etkilerini değerlendirmeye imkân tanımaktadır.

BULGULAR

İstanbul'da Bulunan Aktif ve Pasif Yeşil Alanlardaki Çim Alanlar

İstanbul ilindeki açık yeşil alanlar incelendiğinde bu alanların il yüzölçümüne oranı %3.25 olup toplamda 17.370.10 hektardır (Çizelge 1).

Çizelge 1. İstanbul geneli ikinci kullanım düzeyine göre açık ve yeşil alan büyüklükleri (URL-4)

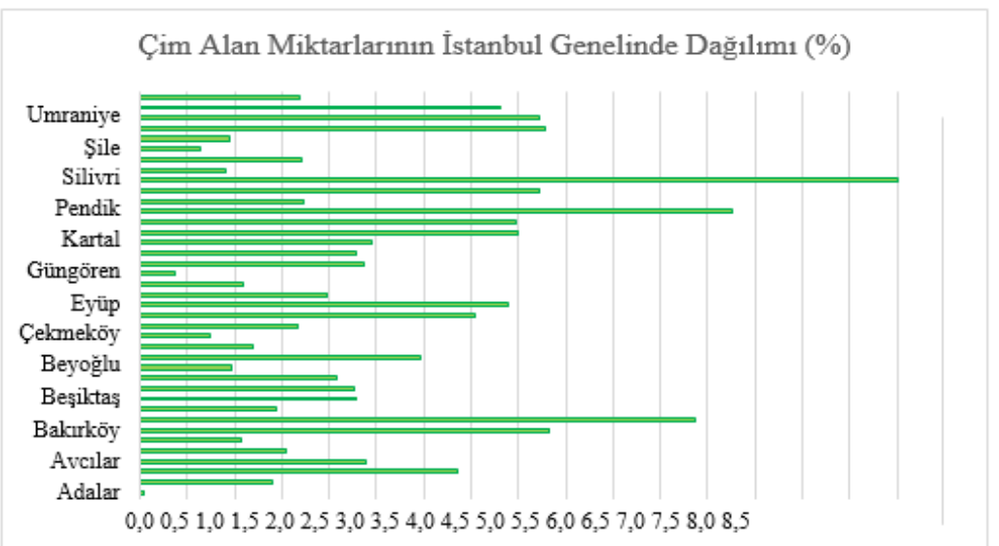
	Alan (ha)	Oran (%)	İl geneline oranı (%)
Aktif yeşil alanlar	3.335.12	19.20	0.62
Kentsel açık alanlar	232.89	1.34	0.04
Kumul/kayalık alanlar	301.95	1.74	0.06
Pasif yeşil alanlar	4.538.91	26.13	0.85
Rekreatif orman alanları	8.072.45	46.47	1.51
Spor alanları	888.78	5.12	0.17
Genel toplam	**17.370.10**	**100.00**	**3.25**
İstanbul'un yüzölçümü	**534.534.67**		

İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin açık ve yeşil alan sınıflandırmasında yeşil alanlar kullanım düzeylerine göre genel sınıflamanın altında aktif yeşil alan ve pasif yeşil alan olarak gruplandırılmıştır. Aktif yeşil alanlar kent parkları, parklar, korular, panayır - festival alanları, botanik bahçeleri ve çocuk bahçeleri iken; pasif yeşil alanlar yapılaşmamış kentsel açık alanlar, ağaçlık alanlar, refüjler, şev-yamaçlar, çimen/çayırlık alanlar, kent içi tarım alanları ve mezarlıklar olarak tanımlanmıştır (URL-4). Bu bağlamda düzenli bakımı yapılan çim alanları, aktif yeşil alan sınıflandırılmasındaki parklar, kent parkları ve panayır-festival alanları ile pasif yeşil alanlar sınıflandırılmasındaki refüjler ve çimen/çayırlık alanlar çalışmaya dâhil edilmiştir. Rekreasyon alanlarında ağaç ve çalıların altında da yoğun olarak çim kullanımı bulunduğundan diğer bitki örtüsü hesaba katılmadan alan büyüklükleri ele alınarak çim alan miktarları hesaplanmıştır. Buna göre toplam çim alan miktarı 5.127.64 ha olarak hesaplanmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. İstanbul'da bulunan çim alan miktarları

Aktif yeşil alanlar	**Alan**	**Birim**
Park	2.012.11	ha
Kent parkı	940.16	ha
Panayır-festival alanı	18.32	ha
Toplam	***2.970.59***	***ha***
Pasif yeşil alanlar	**Alan**	**Birim**
Refüj	2.077.79	ha
Çimen/Çayırlık alanları	79.26	ha
Toplam	***2.157.05***	***ha***
Genel Toplam	**5.127.64**	**ha**

Çizelge 2'de de görüldüğü üzere; aktif yeşil alanların büyük çoğunluğunu parklar, pasif yeşil alanların büyük çoğunluğunu ise refüjler oluşturmaktadır. YAYSİS sorgu paneli kullanılarak İstanbul'un 39 ilçesindeki aktif ve pasif yeşil alanlar düzeyinde çizelgede yer alan aynı 5 kullanım düzeyi girilerek yapılan sorgulama ile de alan büyüklüklerinin sağlaması yapılmıştır (URL-5). Buna göre İstanbul ili düzenli bakımı yapılan toplam çim alan miktarı 5.127.64 ha olarak hesaplanmıştır.



Şekil 2. Çim alan miktarlarının istanbul genelinde dağılımı (%)

Çim alanların İstanbul genelinde yüzdelik dağılımlarına bakıldığında; en fazla çim alan %8 oranı ile Silivri İlçesi'nde, daha sonra %6.2 oranı ile Pendik ilçesinde ve bunu takiben ise %5.9 oranı ile de Başakşehir İlçesi'nde bulunmaktadır (Şekil 2).

İstanbul'da Bulunan Aktif ve Pasif Yeşil Alanlardaki Çim Alanların Karbon Depolama Potansiyellerinin Belirlenmesi

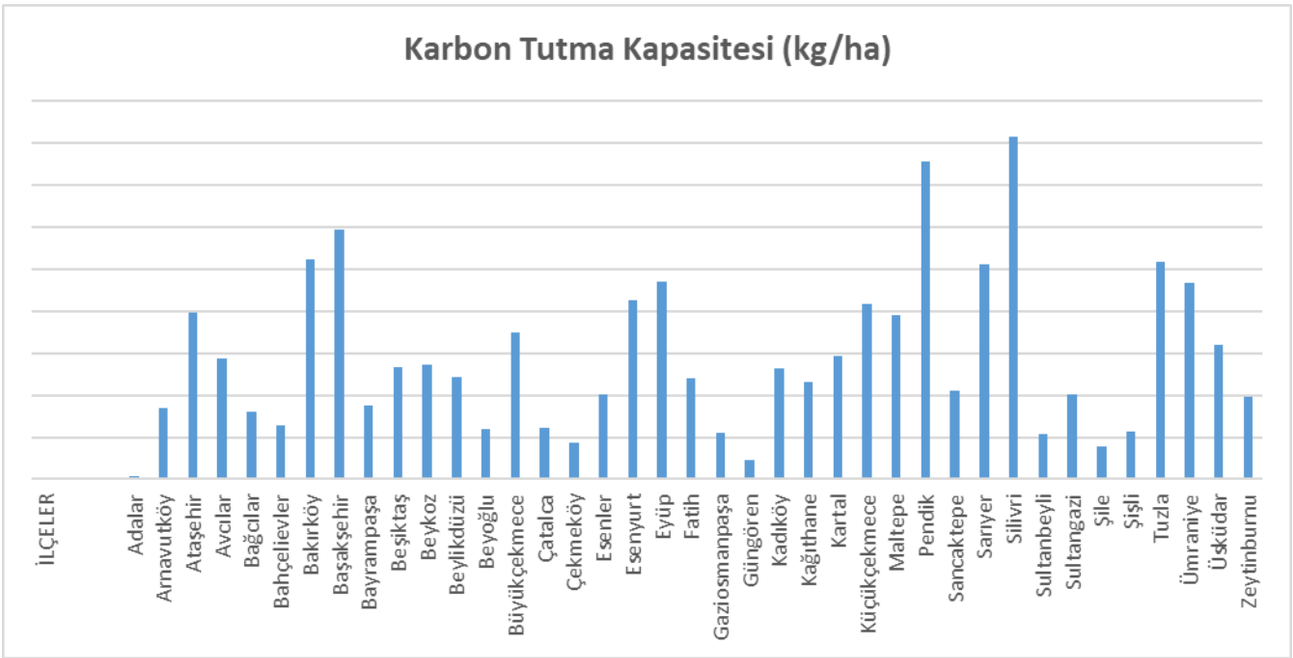
Günümüzde nüfusun ve tüketimin artmasıyla birlikte karbon salınımı da önemli ölçüde artmaktadır. Bu durum, iklim değişikliği üzerinde olumsuz etkiler yaratmakta ve küresel ısınmayı hızlandırmaktadır. Yeşil alanlar, karbon döngüsünü etkileyerek iklim değişikliğinin yönetiminde önemli bir rol oynamaktadır. Bitkiler, fotosentez ve solunum süreçleri aracılığıyla atmosferdeki karbon miktarını değiştirerek karbon depolamaktadırlar. Bu nedenle, küresel ısınmaya karşı alınacak önlemler belirlenirken, karbon depolama kapasitelerinin hesaplanması büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada her ne kadar Townsend-Small ve Czimczik (2010) çim alanda senede 2 defa gübre uygulandığında m^2'de yıllık 108 g karbon tutulduğunu bulmuş olsalar da İstanbul'daki çim alanların karbon tutma potansiyellerinin belirlenmesinde Qian ve Follett (2002) çalışmasından faydalanılmıştır. Bunun sebebi yapılan görüşme, inceleme ve raporların incelenmesi sonucu İstanbul ili için böyle bir gübrelemenin kamusal yeşil alanlarda gerçekleştirilmediğidir. Ayrıca mevcut çim alanlardaki çim biçildikten sonra sahadan uzaklaştırılmakta böylece karbon döngüsüne bir katkı sağlayamamaktadır. Bu nedenle 1 yılda, 1 dekar alanda (0.1 ha) yaklaşık 110 g karbon depoladığı varsayımı üzerinden çalışma yürütülmüştür.

Bu durumda; YKM (1 ha alan için depolanan yıllık karbon miktarı)=110 (gr)(1 dekar alandaki tutulan karbon miktarı) x 10 (dekar)(1ha=10 dekar)=1100 (gram)=1.1 (kg) karbon olarak bulunmuştur. Bu oran ilçelerdeki yaklaşık çim alan büyüklükleri ile hesaplandığında Çizelge 3'de ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 3. İstanbul ilçelerindeki çim alanların karbon tutma miktarları

İlçeler	Çim alan miktarları (ha)	Karbon tutma kapasitesi (kg/yıl)
	Alan büyüklüğü x YKM	
Adalar	2.76	3.04
Arnavutköy	76.47	84.12
Ataşehir	180.6	198.66
Avcılar	130.82	143.90
Bağcılar	73.47	80.82
Bahçelievler	58.42	64.26
Bakırköy	237.9	261.69
Başakşehir	270.13	297.14
Bayrampaşa	79.74	87.71
Beşiktaş	120.75	132.83
Beykoz	124.37	136.81
Beylikdüzü	110.72	121.79
Beyoğlu	53.65	59.02
Büyükçekmece	159.39	175.33
Çatalca	56	61.60
Çekmeköy	38.89	42.78
Esenler	91.84	101.02
Esenyurt	194.25	213.68
Eyüp	213.16	234.48
Fatih	108.93	119.82
Gaziosmanpaşa	49.84	54.82
Güngören	20.72	22.79
Kadıköy	119.76	131.74
Kağıthane	105.63	116.19
Kartal	133.13	146.44
Küçükçekmece	189.74	208.71
Maltepe	177.86	195.65
Pendik	343.72	378.09
Sancaktepe	95.09	104.60
Sarıyer	232.44	255.68
Silivri	370.26	407.29
Sultanbeyli	48.51	53.36
Sultangazi	91.68	100.85
Şile	34.78	38.26
Şişli	51.71	56.88
Tuzla	234.64	258.10
Ümraniye	212.06	233.27
Üsküdar	145.34	159.87
Zeytinburnu	88.47	97.32
Toplam	**5.127.64**	**5.640.40**

Çim alanların yıllık karbon depolama miktarları ilçeler ölçeğinde de incelendiğinde en çok çim alanın bulunduğu Silivri ilçesindeki miktarı 407.29 kg/yıl, Pendik ilçesinin 378.09 kg/yıl, çim alan yüzeylerinin az olduğu Adalar'ın 3.04 kg/yıl ve Güngören'in 22.79 kg/yıl olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. İstanbul'da bulunan çim alanların karbon depolama kapasitelerinin ilçelere göre dağılımı

Buna göre; İstanbul'da toplam 5.127.64 ha çim alanda yaklaşık 5.640.40 kg/yıl karbon depolanmaktadır. Ancak bu alanlarda sulama ve gübreleme inceleme dışında kalmak koşulu ile sadece biçilen çimlerin sahadan uzaklaştırılmadan karbon döngüsüne katkısı açısından; Milesi ve ark. (2005)'nın çalışmasında, çimler biçildikten sonra çim kırpıntıları çimlerin üzerinde çürümeye bırakılırsa, her yıl ABD'nin tamamı için depolanan karbon miktarı 16.7 teragram, bu çimler sahadan toplanıp başka bir yerde kompost haline getirilirse depolanabilen karbon miktarı 5.9 teragram olarak saptanmasından yola çıkılmıştır. Bu durumda karbon kaybı yani çim biçimi ile atmosfere karışan karbon oranı;

$$\% \text{ azalma} = \frac{16.7-5.9}{16.7} \text{x} 100$$

% azalma=%65 olarak saptanmıştır.

Aynı yaklaşım İstanbul örneğinde düşünüldüğünde tam tersi olarak, "*eğer biçilen çimler sahadan uzaklaştırılmayıp yerinde çürümeye terkedilirse bu %65' lik bir kazanç olarak düşünülebilir*" hipotezinden yola çıkılarak çim biçimi ile atmosfere karışan karbon miktarının hesaplamasına gidilmiştir. Bunu sayısal olarak ifade etmek gerekirse;

İstanbul ili için çim alanlardan beklenen ideal yıllık karbon tutma miktarı;

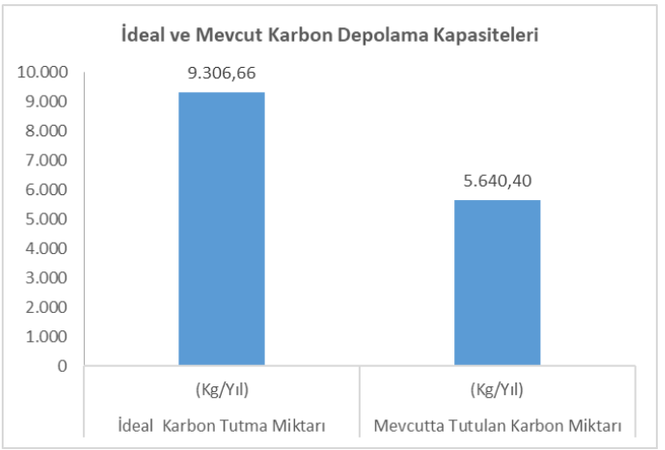
İdeal Yıllık Karbon Tutma Miktarı=Mevcut Yıllık Karbon Tutma Miktarı + (Mevcut Yıllık Karbon Tutma Miktarı X Biçilen Çimlerin Sahadan Uzaklaştırılması Durumunda Yaşanan Karbon Kayıp Oranı)

İYKM=MYKM+(MYKM x %65)
İYKM=5.640.40+(5.640.40x%65)=9.306.66 kg/yıl olarak saptanmıştır.

Saptanan bu %65 lik kayıp (3.666.26 kg/yıl) aynı zamanda İstanbul için sisteme karışan karbon miktarıdır (Çizelge 4, Şekil 4).

Çizelge 4. İstanbul'da bulunan çim alanların karbon depolama kapasiteleri ve atmosfere karışan karbon miktarı

Toplam çim alan miktarı (ha)	İdeal karbon tutma miktarı (kg/yıl)	Mevcutta tutulan karbon miktarı (kg/yıl)	Biçme ile atmosfere karışan toplam karbon miktarı (kg/yıl)	Biçme ile atmosfere karışan birim karbon miktarı (gr/yıl/ha)	Biçme ile atmosfere karışan karbon miktarı (%)
5.127.64	9.306.66	5.640.40	3.666.26	710	65



Şekil 4. İstanbul'da bulunan çim alanların mevcut ve ideal karbon depolama kapasiteleri

Çizelge 4'te görüldüğü üzere İstanbul ili için çim alanların biçilmesinden hektarda yıllık 710 g karbon atmosfere karışmaktadır.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Karbon döngüsündeki bozulma küresel iklim değişikliğine sebep olan faktörlerden en önemlisidir. Ekosistemlerin ve iklim değişikliğinin yönetiminde, çim alanlarının karbon döngüsündeki rolü göz ardı edilmemelidir.

Genel olarak bakıldığında çim alanlar estetik bir görünüm yaratmalarının yanısıra; diğer tüm ekosistemler gibi karbon döngüsünde büyük bir role sahiptir. Atmosferdeki karbon miktarını azaltarak iklim değişikliğiyle mücadele de kritik bir rol oynarlar. Bu alanlar, karbon emisyonlarını dengeleyerek sera gazı etkisini azaltırlar. Böylece, küresel ısınma ve iklim değişikliğinin etkilerini hafifletirler. Ancak, uzun ömürlü ve sağlıklı bir çim alan elde etmek için yapılan çalışmaların doğrudan ve dolaylı yoldan çevreye zararlı olduğu kanıtlanmıştır. Olaya karbon döngüsü açıdan bakıldığında; çim alanların biçilmesi sırasında bünyelerindeki karbon açığa çıkar. İlkbahar aylarında sıcaklığın artışı ve yağmurlarla hızlı bir büyüme sürecine giren çimler hem biokütlelerinde hem de köklerinin geliştiği toprak kısmında hızla karbon depolamaya başlarlar. Ancak çimlerin toprak üstü kısımlarının biçilmesi bu karbonun tekrar atmosfere karışımıyla sonuçlanır. Bu sadece biokütlelerinin azalması değil aynı zamanda topraktaki organik maddenin çözüşme sürecinin hızlanarak toprak karbonunun da serbest kalmasına yol açar. Özellikle ilkbaharın başından yaz ortalarına kadar hızla büyüyen çimlerin sık biçimi kök sistemlerinin de zayıflamasına yol açacağından, toprağa daha az karbon depolanmasına yol açar. Bunlara ilave olarak çim biçme için kullanılan benzinli aletlerden atmosfere karışan kirletici gazın da karbon döngüsüne etkisi büyüktür (URL-2).

Sağlıklı çimin yetişmesi için sulama, gübreleme ve ilaçlamanın da küresel iklim değişikliğinde çok büyük bir rol oynamasına karşın çalışmada bu başlıklara detaylı olarak değinilmemiştir. Ancak tüm bunların hep birlikte ele alınarak detaylı bir çalışma yapılması daha etkili ve doğru sonuçlara ulaşılmasını sağlayacaktır.

İstanbul ilinin yüzölçümünün %3.25 ini oluşturan açık ve yeşil alanların yaklaşık 5.127.64 ha'ı çim alandır. Bu çalışma ile İstanbul'daki çim alanların tamamında toplamda yıllık yaklaşık 5.640.40 kg/yıl karbon tutulduğu saptanmıştır. Bu alanlarda biçilen çimler torbalara konarak çöp olarak sahadan uzaklaştırılmaktadırlar. Bu da olması beklenen, ideal karbon depolamasında %65 lik (3.666.26 kg/yıl) bir kayba yol açmaktadır. Salınan karbon miktarı çevre için ciddi bir rakamdır. Bu da hektarda yıllık 710 g karbonun atmosfere karışması demektir.

Bu analizler, çim alanların karbon depolama kapasitelerini değerlendirerek, kentlerdeki karbon salınımını azaltmak için stratejik planlamalar yapılmasına olanak tanımaktadır. Ancak çim alanların doğru yönetilmesi, iklim değişikliği ile mücadelede etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca, karbon depolama kapasitesinin artırılması için ağaçlandırma çalışmalarının önemi büyüktür. Ağaçlar, çim alanlarına göre çok daha yüksek miktarda karbon depolama kapasitesine sahiptir. Bu nedenle, kentsel yeşil alanların planlanmasında ağaçlandırma faaliyetlerine öncelik verilmesi hem karbon emisyonlarının azaltılmasına hem de şehir ekosisteminin iyileştirilmesine katkı sağlayacaktır. İleride yapılacak çalışmalarla gübreleme ve sulama açısından ve bunların karşılıklı etkileşimi açısından değerlendirilerek daha net sonuçlar elde edilmesi mümkün olabilecektir.

Çim alanları, karbon tutma kapasiteleri ile iklim değişikliğiyle mücadelede ve ekosistem sağlığının korunmasında önemli rol oynar. Bu alanların korunması ve sürdürülebilir yönetimi hem ekolojik dengeyi hem de iklimsel istikrarı sağlamak için kritiktir. Bu durum, çim alanlarının sürdürülebilir yönetiminin önemini ortaya koyar. Çevresel etkiyi azaltmak için, daha az su ve kimyasal gerektiren, yerel iklim ve toprak koşullarına uygun çim türlerinin seçilmesi önemlidir. Çim alanlarının karbon döngüsünü optimize etmek için bazı stratejiler şunlardır:

- *Çimlerin Daha Az Biçilmesi* (*Çimlerin daha uzun süre büyümesine izin vererek biyokütlede daha fazla karbon depolamak):* Daha fazla toprak altı ve toprak üstü biokütleye sahip çim alanlar doğal olarak daha fazla karbon depolayacaktır. Wohlfahrt ve ark. (2008) yaptıkları bir çalışmada çim/çayır biçim sıklığının toprak üstü ve toprak altı karbon dağılımını etkilediğini bulmuşlardır.

- *Atık Çimlerin Değerlendirilmesi* (*Budanan çimlerin öncelikli olarak sahada bırakılarak ya da kompostlanarak toprak verimliliğini artırmak ve karbonun uzun vadeli depolanmasını sağlamak)*: Sahada bırakılacak çimler aynı zamanda gübre etkisi de yaparak çimlerin biokütlesinde artışa yol açacağından karbon depolama miktarına katkısının olumlu yönde olacaktır. Sever Mutlu (2024) yaptığı bir çalışmada biçim sonrası bitkisel artıkların alana geri verilmesi durumunda fosfor, potasyum ve azot açısından yıllık gübre ihtiyacının önemli ölçüde azalacağından bahsetmiştir. Yine Bakker ve ark. (2021) yaptıkları bir çalışmada; iki yıllık bir süre boyunca, çim biçme işleminden sonra çim kırpıntılarının kaldırılması veya tutulması veya azotlu gübre eklenmesi gibi farklı çim yönetimi seçenekleri toprakta tutulan karbon oranını araştırmışlardır. İki yıl sonra, özellikle üre ilavesinden sonra ve çim kırpıntılarının tutulmasıyla, biyokütlede %112'lik artışlar elde edilirken toprak organik karbonunda %0.2 oranında artış tespit etmişlerdir.

- *Düşük Emisyonlu Ekipman Kullanımı (Fosil yakıt tüketimini azaltmak için elektrikli veya insan gücüyle çalışan budama ekipmanları kullanmak*): Çim alanların bakımının karbon ayak izini azaltmak da mümkündür. Elektrikli veya manuel çim biçme makineleri, geleneksel benzinli makinelerin neden olduğu emisyonları önemli ölçüde azaltabilir (URL-2).

- *Projelerde Yer Verilen Çim Alan Miktarının Azaltılması:* İstanbul özelinde çim alanların m^2'sini azaltılarak biçilme ve bakım süreci sonucu atmosfere salınacak karbon miktarı azaltılabilir. Amoatey ve Sulaiman (2020), Umman'da yaptıkları bir çalışmada boylu ağaç türlerinin çalı ve küçük ağaçlara oranla yaklaşık 90 kat daha fazla atmosferik karbonu tutabildiklerini saptamışlardır. Aynı çalışmada bakım çalışmaları ile çevreye yoğun miktarda CO^2 salınacağından bu faaliyetlerin en aza indirilmesi ve bu şekilde kentsel alanlarda iklim değişikliğinin azaltılmasının mümkün olabileceğini belirtmişlerdir. Zhang ve ark. (2022) Çin'de yaptıkları 50 yıllık bir zamanı kapsayan simülasyon çalışmasının sonuçlarına göre; ağaçlar ve çalılar 11.972.08 ve 5758.07 $MgCO^2e\ ha^{-1}$ ile karbon yutaklarıyken, çimler 149.15 $MgCO^2e\ ha^{-1}$ ile yaşam döngüsünde karbon kaynakları olarak tespit edilmiştir. Çalışmaya göre çalışma süreci boyunca ağaçların net karbon tutum miktarı sürekli olarak artarken, çalılarda önce azalıp sonra dengede kalmış ve sonrasında çim alanlarda ise sürekli azalmıştır.

- *Çim Bitkisi Yerine Doğal Tür ve Çeşitli Yer Örtücülerin Tercih Edilmesi:* Çim alanlarının tasarımında, çeşitliliği artıran ve ekosistem hizmetlerini geliştiren yerel bitkilerin kullanılabilir. Çim bitkisi yerine çayır gibi daha doğal ve yabani türlerden oluşan ve daha az bakım gerektiren doğal bitki örtüsü tercih edilmelidir. Poeplau (2021) daha önceki yaptığı çalışmalarında çim yerine çayır vb. bitkilerin kullanılması durumunda toprakta depolanan karbon oranının daha yüksek olduğundan bahsetmiştir. Bu konuda yapılan çalışmalardan bazıları incelendiğinde; Kavuran ve Yılmaz (2022) ve Çakar (2021) yaptıkları araştırmalarında çim alanların ekolojik ve ekonomik zararlarının faydalarından çok daha fazla olduğunu öne sürmüş ve çime alternatif olabilecek yer örtücü bitkilerden detaylı olarak bahsetmişlerdir. Çimin zorunlu olmadığı alanlarda çim yerine daha az bakım (sulama, ilaçlama, gübreleme) gerektiren çayır bitkileri veya yer örtücü bitkilerin kullanılması karbon döngüsünde olumlu rol oynayacaktır. Örneğin *Dichondra repens* (Fare kulağı), *Cerastium tomentosum* (Yazkarı), *Trifolium repens* (Ak üçgül), *Vinca major* (Cezayir menekşesi), *Pachysandra*

terminalis (Japon süpürgesi), *Thymus vulgaris* L. (Adi kekik), *Ruschia lineolata* (Yıldız halısı), *Arenira verna* (İrlanda yosunu) ve *Ajuga reptans* (Mayasıl otu) gibi bitkiler az su istemeleri ve biçim gerektirmemeleri nedeniyle çim yerine kullanılabilecek bazı yer örtücü bitkiler olarak önerilebilir. Bu da karbon salınımına olumsuz yönde katkısı olan elektrikli çim biçme makinasına daha az ihtiyaç duyulacağı anlamına gelmektedir. Tercih edilen doğal bitki örtüsü aynı zamanda, çevreye ve çevrede yaşayan diğer canlılara da sağlıklı bir yaşam alanı sağlayacaktır. Böylece doğal peyzaj bozulmayarak günden güne artan iklim değişikliği azaltılmış olacaktır.

Sonuç olarak, çim alanlarının küresel iklim değişikliği üzerindeki etkisi karmaşıktır. Bu alanlar, doğru yönetildiğinde, karbon depolama ve mikro iklim düzenleme gibi önemli ekosistem hizmetleri sağlayabilir. Ancak, geleneksel bakım uygulamaları çevresel zararlara neden olabilir. Bu nedenle, çim alanlarının sürdürülebilir yönetimi, iklim değişikliğiyle mücadelede kritik bir rol oynar. Toplumlar, çim ve çayır alanlarını daha çevre dostu yöntemlerle yöneterek hem yerel ekosistemlerin sağlığını koruyabilir hem de küresel iklim değişikliğiyle mücadeleye katkıda bulunabilirler. İstanbul'daki çim alanlarının karbon depolama kapasitesi üzerine yapılan bu değerlendirme, şehir planlaması ve çevre yönetimi açısından da önemli bilgiler sunmaktadır. Gelecekte, çim alanlarının daha verimli yönetilmesi, ağaçlandırma çalışmalarının arttırılması ve çevresel etkilerinin minimize edilmesi için ileriye dönük araştırmalar ve yenilikçi çözümler gerekmektedir.

Bu makalede uygulanan yöntemin, çim alanlarının karbon depolama kapasitesi ve çimlerin biçilmesinden atmosfere karışabilecek karbon miktarının belirlenmesinde temel bir rehber olması hedeflenmiştir.

KAYNAKLAR

Amoatey P, Sulaiman H (2020) Quantifying carbon storage potential of urban plantations and landscapes in Muscat, Oman. Environ Dev Sustain 22: 7969–7984.

Anonim (2020) Benefits of Lawns: Temperature Modification. https://www.thelawninstitute.org/pages/environment/benefits-of-lawn/temperature-modification/ (Erişim tarihi:16.02.2020).

Bakker DM, Javed H, Ashfaq Z (2022) Implementation and modelling of turf grass management options to improve soil carbon sequestration in a semi-arid environment. Environmental Sustainability 5: 185–195.

Bandaranayake W, Qian YL, Parton WJ, Ojima DS ve Follett RF (2003) Estimation of Soil Organic Carbon Changes in Turfgrass Systems Using the CENTURY Model W.

Bayramoğlu E, Seyhan S (2022) Peyzaj mimarlığı öğrenci projelerinde iklim değişimi kavramı. D.Ü Ormancılık Dergisi, 18 (2): 391-404.

Brooks RD (2008) Cardiovascular effects of air pollution. Clinical Science, 115: 175-87.

Çakar H (2021) Peyzaj tasarım çalışmalarında çime alternatif olarak bazı yer örtücü bitki türlerinin kullanılabilirliği. Ziraat, Orman ve Su Ürünlerinde Araştırma ve Değerlendirmeler, Gece Kitaplığı, Ankara: ISBN 978-625-8002-19-5.

Hostetler M (2012) Are lawns bad? Department of Wildlife Ecology & Conservation, University of Florida, Erişim tarihi: 18.07.2024.

Kavuran D, Yılmaz R (2022) Kurakçıl peyzaj çalışmalarında uygun bitki türü seçimi: Süleymanpaşa, Tekirdağ örneği. PEMDER Peyzaj, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi, 4 (2): 69-91.

Kuşçu Şimşek Ç, Şengezer B (2012) İstanbul metropoliten alanında kentsel ısınmanın azaltılmasında yeşil alanların önemi. Megaron, 7(2): 116-128.

Milesi C, Running SW, Elvidge CD, Dietz JB, Tuttle BT (2005) Mapping and modeling the biogeochemical cycling of turf grasses in the US. Environmental Management, 36 (3): 426-38.

Murphy DJ, Hall MH, Hall CAS, Heisler GM, Stehman SV, Molina CA (2011) The relaionship between land cover and the urban heat ısland in Northeastern Puerto Rico. Internaional Journal of Climatology, 31: 1222-39.

Poeplau C (2021) Grassland soil organic carbon stocks along management intensity and warming gradients. Grass and Forage Science, 76 (4): 1-10.

Qian Y, Follett RF (2002) Assessing soil carbon sequestration in turfgrass systems using long-term soil testing data. Agronomy Journal, 94: 930-935.

Serengil Y (2018) İklim Değişikliği ve Karbon Yönetimi. Tarım/Orman ve Diğer Arazi Kullanımları, İstanbul.

Townsend-Small A, Czimczik CI (2010) Carbon sequestration and greenhouse gas emissions in urban turf. Geophys. Res.Lett., 37: L02707.

Türkeş M (2008a) Küresel iklim değişikliği nedir? temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler. İklim Değişikliği ve Çevre, 1: 45-64.

Türkeş M (2008b) İklim Değişikliği ve Küresel Isınma Olgusu: Bilimsel Değerlendirme. İçinde: E. Karakaya (Ed.), Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü: İklim Değişikliğinin Bilimsel, Ekonomik ve Politik Analizi, 21-57, Bağlam Yayınları No. 308: İstanbul.

Wohlfahrt G, Anderson-Dunn M, Bahn M, Balzarolo M, Berninger F, Campbell C, Carrara A, Cescatti A, Christensen T, Dore S, Eugster W, Friborg T, Furger M, Gianelle D, Gimeno C, Hargreaves K, Hari, P Haslwanter, A Johansson T, Cernusca A (2008) Biotic, abiotic, and management controls on the net ecosystem CO2 exchange of European Mountain Grassland Ecosystems. Ecosystems, 11(8): 1338–1351.

WWF (2012) Türkiye'nin Ekolojik Ayak İzi Raporu. https://www.Footprintnetwork.Org/Content/İmages/Article_Uploads/Turkey_Ecological_Footprint_Re Port_Turkish.Pdf

Zere Taşkın S, Bilgili U (2020) Çevre ve insan sağlığı açısından çim bitkilerinin faydaları. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, e-ISSN: 2651-4044.

URL-1 https://www.huffpost.com/entry/are-lawns-bad_b_1362571) (Erişim tarihi 18.07.2024).

URL-2 https://theweek.com/articles/483762/blades-glory-americas-love-affair-lawns (Erişim tarihi 07.07.2024).

URL3https://yaysis.istanbul/storage/files/raporlar/2_MEVCUT%20DURUM%20ANAL%C4%B0Z%C4%B0%20RAPORU2_.pdf (Erişim tarihi 10.07.2024).

URL-4 İstanbul Yeşil Alan Yönetim Sistemi Strateji Belgesi. https://yesil.istanbul/storage/public/2023/406/19/6490522994c07-istanbul-yesil-alan-yonetim-sistemi-strateji-belgesi.pdf (Erişim tarihi 10.07.2024).

URL-5 İstanbul Büyükşehir Belediyesi Açık Veri Portalı. https://yaysis.ibb.gov.tr/portal/apps/MapSeries/index.html?appid=e73e1b46060b45d0bf654c787673d3b5 (Erişim tarihi 10.07.2024)

Zaid SM, Perisamy E, Hussein H, Myeda, NE, Zainn, N (2018) Vertical greenery system in urban tropical climate and its carbon sequestration potential: a review. Ecological Indicators, 91: 57- 70.

Zhang Y, Meng W, Yun H, Xu W, Hu B, He M, Mo X, Zhang L (2022) Is urban green space a carbon sink or source?—a case study of China based on LCA method. Environ. Impact Assess. Rev., 94: 106766.

Artvin Çoruh Üniversitesi
Orman Fakültesi Dergisi
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Yıl: 2024, Cilt: 25, Sayı:2, Sayfa: 196-203

ofd.artvin.edu.tr

Artvin Coruh University
Journal of Forestry Faculty
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Year: 2024, Vol: 25, Issue:2, Pages: 196-203

Artvin Castanea sativa Miller ormanlarında Dryocosmus kuriphilus Yasumatsu zararının sınıflandırılması ve etkilerinin değerlendirilmesi

Classification of Dryocosmus kuriphilus Yasumatsu damage in Artvin Castanea sativa Miller forests and evaluation of the damage effects

Hazan ALKAN AKINCI[1*] Funda ERŞEN BAK[2]

[1]Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Orman Koruma Anabilim Dalı, Türkiye
[2]Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Orman Botaniği Anabilim Dalı, Türkiye

Eser Bilgisi / *Article Info*
Araştırma makalesi / *Research article*
DOI:10.17474/artvinofd.1506674

Sorumlu yazar / *Corresponding author*
Hazan ALKAN AKINCI
e-mail: hazan.akinci@artvin.edu.tr

Geliş tarihi / *Received*
28.06.2024
Düzeltme tarihi / *Received in revised form*
26.09.2024
Kabul tarihi / Accepted
26.09.2024
Elektronik erişim / *Online available*
15.10.2024

Anahtar Kelimeler:
Kestane gal arısı
Cynipidae
Anadolu kestanesi
Tıbbi ve aromatik bitki

Keywords:
Chestnut gall wasp
Cynipidae
Anatolian chestnut
Medicinal and aromatic plant

Özet

Bu çalışmada, *Dryocosmus kuriphilus*'un normal bitki gelişimine etkisi, böceğin zararının görüldüğü ağaçlardan alınan sürgün örneklerinin incelenmesi aracılığıyla araştırılmıştır. Böceğin ağaçlarda meydana getirdiği zarar sınıflandırılmıştır. *Castanea sativa* Miller (Anadolu kestanesi) ağaçlarında meydana gelecek anormal organ gelişimi ve artım kayıpları değerlendirilmiştir. Arazi çalışmaları, Artvin Orman İşletme Müdürlüğü Taşlıca Orman İşletme Şefliği ormanlarında gerçekleştirilmiştir. *D. kuriphilus* zararı bulunan ağaçlardan 50 cm uzunluğunda toplam 114 adet sürgün kesilmiştir. Sürgünler üzerinde 2775 nod değerlendirilmiştir. Nodlardan gelişen yaprak, tomurcuk ve sürgünlerin zarar görüp görmediği kaydedilmiş ve zarar sınıflandırmaları yapılmıştır. İncelenen sürgünlerde *D. kuriphilus*, bitkisel organların geliştiği nodların %43.71'ine zarar vermiştir. Zararın görülme sıklığı zararın şiddetiyle birlikte artmıştır. Tespit edilen zararın %67.85'i sürgünlerde, %31.66'sı yapraklarda ve %0.49'u tomurcuklarda tespit edilmiştir. Tespit edilen toplam zararın %66.86'sı anormal bir sürgün gelişimine neden olan ve bir sonraki vejetasyon döneminde sürgün ölümüne neden olabilecek niteliktedir. Toplam zararın %25.06'sı yaprak ayasının tamamen deforme olmasına neden olmuştur. Gelecek birkaç yıl içerisinde kestane ağaçlarında sürgün gelişiminin olumsuz etkileneceğini ve artım kayıplarının yaşanabileceğini vurgulamak gerekir.

Abstract

In this study, the effect of *Dryocosmus kuriphilus* on normal plant growth was investigated by examining shoot samples that were cut from damaged trees. Gall wasp damage was classified. Abnormal organ development and growth losses in *Castanea sativa* Miller (Anatolian chestnut) trees were evaluated. Field studies were carried out in Artvin Directorate of Forestry, Taşlıca Forest Division. A total of 114 shoots of 50 cm were cut from damaged trees. A total of 2775 nodes were evaluated on the sampled shoots. Leaves, buds and shoots developing from the nodes were recorded as damaged or undamaged, and the damage classification was done. In the examined shoots, *D. kuriphilus* has damaged 43.71% of the nodes where vegetative organs were developing. Frequency of the damage has increased with the severity of damage. Of the damage, 67.85% was detected on shoots, 31.66% on leaves and 0.49% on buds. Of the total damage examined, 66.86% of the damage has caused abnormal shoot development and can cause shoot death in the following vegetation period. 25.06% of the total damage has caused complete deformation of the leaf lamina. It should be emphasized that shoot development in chestnut trees will be negatively affected and growth losses may occur in the next few years.

GİRİŞ

Kestane gal arısı (KGA), *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) küresel ölçekte etkili olan bir kestane (*Castanea* spp.) zararlısıdır. Doğal yayılış alanı Çin olan KGA (Oho ve Shimura 1970), Japonya'da 1940'ta, Kore'de 1963'te, ABD'nin Georgia eyaletinde 1974'te ve Avrupa'da ilk kez 2002'de İtalya'da kaydedilmiştir (Brussino ve ark. 2002, EPPO 2005, Gibbs ve ark. 2011). Türkiye'de ilk defa 2014'te Yalova'da tespit edilmiştir. Böceğin Yalova ve Bursa illerindeki bazı kestane bahçeleri ile yaklaşık 2000 ha büyüklüğündeki orman alanında bulunduğu kaydedilmiştir (Çetin ve ark. 2014). KGA tespit edildiği günden itibaren yayılışını hızla genişletmiş, önce Marmara ve Karadeniz Bölgesindeki kestane alanlarına ardından da ülkemizdeki tüm kestane yetişen alanlara yayılmıştır (İpekdal ve ark. 2017, Yıldız ve ark. 2020, Aksu ve ark. 2022).

İstilacı böcekler içerisinde en çok sayıda üyesi bulunan takımlardan biri Hymenoptera takımıdır (Avtzis ve ark. 2019). KGA, doğal yayılış alanının dışındaki ülkelere yerleşen çok sayıdaki istilacı yabancı Hymenopter türünden biridir. Kısmen küçük boyutta olmaları yayılış gösterdikleri alanlarda tespit edilmelerini zorlaştıran etkenlerden biridir (Roques 2010, Avtzis ve ark. 2019). Yerli olmayan türler genellikle bulaştıkları veya taşındıkları yeni bölgelerdeki populasyonlarını düzenleyecek etkenlerin eksikliği nedeniyle istilacı hale gelirler (Elton 1958, Lockwood ve ark. 2007, Davis 2009). İstilacı bir böcek türünün yeni yayılış gösterdiği bir bölgedeki konukçu bitkilerin duyarlılığı ve dağılımı, değişen rekabetçi etkileşimler ve belki de en önemlisi doğal düşmanlarının bulunmayışı yabancı bir türün yayılışının ve zararının boyutunu etkileyen en önemli biyotik faktörler arasında yer almaktadır (Graziosi ve Rieske 2013).

KGA, telitoki gösteren univoltin bir türdür (Otake ve ark. 1982). Populasyonun tamamı dişilerden oluşur. Dişiler yaz aylarında *Castanea* spp. tomurcuklarına yumurta bırakır. Yumurtalar 30-40 gün içinde açılır. İlk dönem larvalar kışı tomurcukların içinde geçirir. Larvalar sonraki ilkbaharda tomurcuklar açıldığında beslenmeye başlar ve içinde geliştiği ve ergin çıkana kadar beslendiği gallerin oluşumuna neden olur (Cho ve Lee 1963). Ergin KGA'larının çıkışından sonra, odunsu galler genellikle birkaç yıl boyunca dallarda kalır (Brussino ve ark. 2002, Avtzis ve ark. 2019). KGA gallerinde değişen sayıda larva olabilmektedir (Panzavolta ve ark. 2012, Bernardo ve ark. 2013). Bir alanda gelişen KGA populasyonu, toplam gal sayısı ile örneklenen gallerde bulunan ortalama larva sayısı çarpılarak tahmin edilebilmektedir (Miyashita ve ark. 1965).

Türkiye için önemli bir orman ağacı ve tıbbi ve aromatik bir bitki olan *Castanea sativa* Miller (Anadolu kestanesi) ulusal ve uluslararası ticarette ekonomik değeri yüksek ürünler sağlamaktadır. Geleneksel olarak odun hammaddesi ihtiyacını karşılaması yanında meyvesi, kendine özgü kokusu olan kestane çiçeklerinin bal üretiminde rol oynaması, tanence zengin koyu renkli odununun gemi yapımında ve mobilya ve yapı endüstrisinde kullanımı kestane ormanlarının yayılış gösterdiği bölgelerdeki yöre halkına ve ülke ekonomisine önemli katkılar sunmaktadır. Türkiye, 2016-2020 dönemindeki ortalama 64.750 ton kestane üretimi ile dünyada ikinci (Okan ve Köse 2022), Avrupa'da ise birinci sırada yer almaktadır (Ingino ve ark. 2006).

Hızlı yayılma kabiliyeti ve buna bağlı olarak meydana getirdiği ekolojik ve ekonomik zararı, KGA'nı kestane türlerinin (*Castanea* spp.) dünya çapındaki en önemli zararlılarından biri haline getirmiştir (EFSA 2010). Vejetasyon döneminin başında sürgünlerde oluşan galler sürgünlerin uzamasını engeller ve toplam fotosentez alanının azalmasına yol açar. Gallerin bulunduğu yapraklarda yaprak ayası küçülür ve fotosentez alanı azalır. Çiçek sayısı da azaldığından kestane balı üretimi etkilenmektedir (Kato ve Hijii 1997, Moriya ve ark. 1992, İpekdal ve ark. 2017). KGA, Avrupa'da kestane meyvesi üretiminde %80'e varan verim kayıplarına neden olmuştur (Battisti ve ark. 2014). Buna ek olarak, kestane ağaçlarında artım kaybına (Gehring ve ark. 2018) ve ağaçların sağlığında genel bir düşüşe yol açmıştır (EFSA 2010).

Bu çalışmada, KGA'nın normal bitki gelişimine etkisi, arazi çalışmalarında böceğin zararının görüldüğü ağaçlardan alınan sürgün örneklerinin incelenmesi aracılığıyla araştırılmıştır. Böceğin ağaçlarda meydana getirdiği zarar sınıflandırılmıştır. Kestane ağaçlarında meydana gelecek anormal organ gelişimi ve artım kayıpları değerlendirilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Arazi çalışmaları 2022 yılı vejetasyon döneminde, Artvin Orman İşletme Müdürlüğü Taşlıca Orman İşletme Şefliği ormanlarında gerçekleştirilmiştir. Toplam 57 adet *C. sativa* ağacından örnek alınmıştır. Örnekleme yapılırken, 657 m'den başlayarak 1282 m yükseltiye kadar 50 – 100 m aralıklarla, KGA zararı bulunan ağaçlardan 50 cm uzunluğunda toplam 114 adet sürgün kesilmiştir. Sürgünler üzerinde 2775 nod değerlendirilmiştir. Nodlardan gelişen yaprak, tomurcuk ve sürgünlerin zarar görüp görmediği kaydedilmiş ve zarar görenlerin zarar sınıflandırması yapılmıştır. KGA zararının sınıflandırılmasında, Maltoni ve ark. (2012)'nın oluşturdukları sınıflandırma esas alınmıştır. Alınan örnekler üzerinde KGA'na ait toplam 1213 gal değerlendirilmiştir.

Kestane Gal Arısına Ait Zararın Sınıflandırılması

Her bir sürgünde, sürgünün uç kısmından taban kısmına doğru nodlar incelenmiştir. Her bir noddan gelişen yaprak, tomurcuk ve sürgünlerin zarar görüp görmediği kaydedilmiştir. Zarara uğrayan nodlardaki anormal gelişim fotosentez alanında azalmaya yol açmaktadır. Sürgünlerde tespit edilen zararın sınıflandırılmasında Maltoni ve ark. (2012)'nın Toskana (İtalya)'da *Castanea sativa* sürgünlerini örnekleyerek yürüttükleri

çalışmalarında oluşturdukları sınıflandırma kullanılmıştır. Kullanılan sınıflandırma ve her bir sınıfın açıklaması Çizelge 1'de sunulmuştur. Zarar sınıfında yer alan YSt yaprak stipülünü, YA yaprak ayasını, S sürgünü, T faal olmayan tomurcuğu ifade etmektedir ve KGA'nın neden olduğu zararın bitki üzerindeki konumunu göstermektedir. Kısaltmaların yanında yer alan 0-1-2 sayıları ise bitkisel organlar üzerindeki zararın derecesini artan oranda belirtmektedir (Maltoni ve ark. 2012).

Çizelge 1. Zarar sınıfları ve her bir zarar sınıfının açıklaması (Maltoni ve ark. 2012)

Organ	Zarar sınıfı	Zarar sınıfının açıklaması
Yaprak	YSt0	Gal stipulde bulunuyor ve küçük bir balon şeklini almış (Şekil 1a, 1b)
	YA0	Gal yaprak ana damarı üzerinde bulunuyor ve yaprak ayasının büyümesi oldukça normal (Şekil 1c, 1d)
	YA1	Gal yaprak ana damarı üzerinde bulunuyor ve yaprak ayası deforme olmuş ve kısmen büyümüş (Şekil 1e, sol)
	YA2	Gal yaprak ana damarı üzerinde bulunuyor ve yaprak ayası tamamen deforme olarak horozibiği şeklini almış (Şekil 1e, orta ve sağ)
Sürgün	S0	Galler (bir veya daha fazla) eksen boyunca veya bitişik yapraklarda bulunur ve eksen gelişimi neredeyse normaldir. Eksen üzerindeki galler sürgün çapında ani bir azalmaya neden olmaz (Şekil 2a)
	S1	Galler (bir veya daha fazla) eksen boyunca veya bitişik yapraklarda bulunur; eksen yönünün sapması ve eksen büyümesi ve çapının azalması belirgindir. Genellikle bu zarar, mevcut büyüme sezonu boyunca fotosentez alanında bir azalmaya neden olur ve bir sonraki vejetasyon döneminde sürgün ölümüne neden olur (Şekil 2b)
	S2	Galler (genellikle 1'den fazla) kesin olarak anormal bir sürgün gelişimine neden olur (galler topuza benzer şekilde yığılıdır). Topuz saplı olabilir. Bu zarar fotosentez alanını tehlikeye atar ve bir sonraki vejetasyon döneminde sürgün ölümüne neden olur (Şekil 2c, 2d, 2e)
Tomurcuk	T2	Gal tomurcuğun büyümesini deforme eder ve balon şeklinde tomurcuk oluşur. Bu hasar gelecekteki herhangi bir organın gelişmesine izin vermez (Şekil 2f)

BULGULAR

İncelenen sürgünlerde, toplam 2775 noddan 1213 (%43.71)'ünde KGA zararı tespit edilmiştir. Sürgünler üzerinde yer alan bitki organlarında görülen zarar şekli ve görülme sıklığı Çizelge 2'de sunulmuştur.

KGA zararının %67.85'i sürgünlerde tespit edilmiştir. Zararın görülme sıklığı zararın şiddetiyle birlikte artmıştır. Gallerin eksen boyunca veya bitişik yapraklarda bulunduğu ve eksen gelişiminin neredeyse normal olduğu, gallerin sürgün çapında ani bir azalmaya neden olmadığı S0 zarar sınıfında, KGA zararı görülme sıklığı en az (%0.08) olmuştur. Gallerin kesin olarak anormal bir sürgün gelişimine neden olduğu S2 zarar sınıfında, KGA zararı görülme sıklığı en yüksek (%66.86) olmuştur (Çizelge 2).

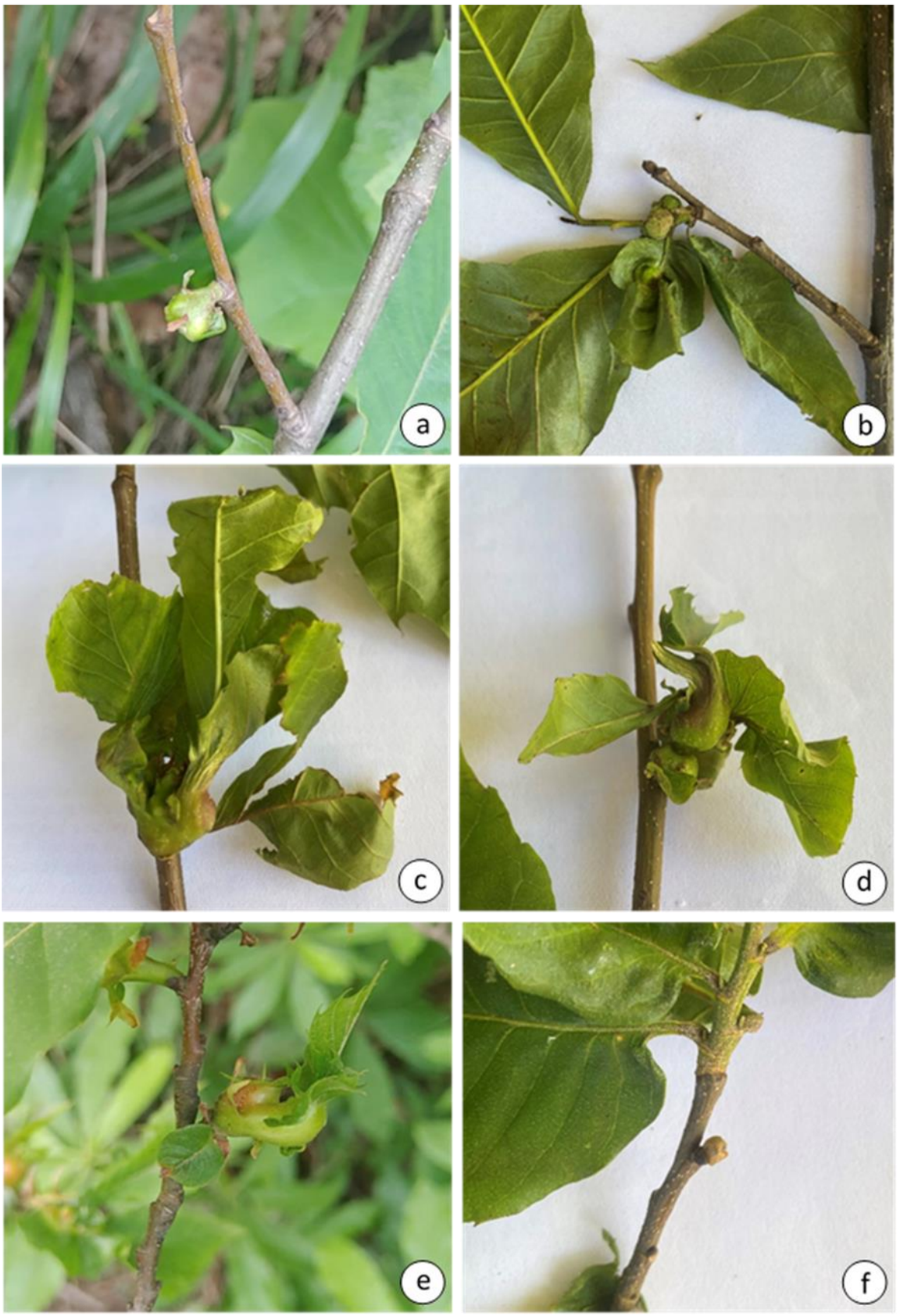
Sürgünlerden sonra en çok zarar gören organ yapraklar olmuştur. KGA zararının %31.66'sını yapraklardaki galler oluşturmaktadır. Sürgünlerdeki duruma benzer şekilde, zararın görülme sıklığı zararın şiddetiyle birlikte artmıştır. Yaprak ayasının tamamen deforme olmasına neden olan YA2 zarar sınıfındaki galler zararın %25.06'sını oluşturmaktadır. YSt0, YA0 ve YA1 zarar sınıfında yer alan daha az zararlı yaprak galleri, zararın %6.6'sını oluşturmuştur (Çizelge 2). Faal olmayan tomurcuklardaki zarar %0.49 olmuştur. En düşük düzeydeki zarar ise %0.25 oranında yaprak stipüllerinde meydana gelen zararın olmuştur (Çizelge 2). Oluşan gallerin 771 tanesi tekli (Şekil 3a, 3b), 160 tanesi ikili (Şekil 3c, 3d) ve 282 tanesi çoklu gallerdir (Şekil 3e, 3f).

TARTIŞMA VE SONUÇ

KGA'nın normal bitki gelişimine etkisinin araştırıldığı ve böceğin ağaçlarda meydana getirdiği zararın sınıflandırıldığı bu çalışmada, en çok zarar gören organ sürgünler olmuştur. Zarar gören bitkisel organlar bakımından sırasıyla yapraklar ve tomurcuklar sürgünleri izlemektedir. Benzer sonuçlar Maltoni ve ark. (2012) tarafından da elde edilmiştir. Sürgünler, yapraklar ve tomurcuklarda KGA zararının görülme sıklığı sırasıyla %67.85, %31.66 ve %0.49 olmuştur. Bu bitkisel organlardaki zararın görülme sıklığı Maltoni ve ark. (2012)'nın çalışmasında sırasıyla %54.2, %39.3 ve %6.5 olarak belirlenmiştir. Her iki çalışmada da zararın görülme sıklığı sürgünler ve yapraklardaki hasarın şiddetiyle birlikte artmıştır. Sürgünlerde görülen zararın sıklığı en yüksek oranda S2 sınıfında (%66.86) kaydedilmiştir. Bu oran, diğer bitkisel organlar göz önünde bulundurulduğunda da yine en yüksek görülme sıklığı değerine sahiptir. Sürgünlerdeki bu zarar sıklığını yapraklarda YA2 sınıfında (%25.06) meydana gelen zarar izlemektedir.



Şekil 1. Yapraklarda görülen farklı zarar derecelerine ait örnekler



Şekil 2. Sürgün ve tomurcuklarda görülen farklı zarar derecelerine ait örnekler



Şekil 3. Tekli, ikili ve çoklu galler

Çizelge 2. Bitkinin organlarında görülen zarar şekli ve görülme sıklığı

Organ	Zarar sınıfı	Görülme sıklığı	Toplam
Yaprak	YSt0	0.25	31.66
	YA0	0.91	
	YA1	5.44	
	YA2	25.06	
Sürgün	S0	0.08	67.85
	S1	0.91	
	S2	66.86	
Tomurcuk	T2	0.49	0.49

Örneklenen ağaçların sürgünlerinde tespit edilen zararın %66.86'sı (S2 sınıfındaki zarar) anormal bir sürgün gelişimine neden olmuş ve bir sonraki vejetasyon döneminde sürgün ölümüne neden olabilecektir. Bu çalışma ölçeğinde tespit edilen zararın %25.06'sı (YA2 sınıfındaki zarar) ise yaprak ayasının tamamen deforme olmasına neden olmuştur. Böylece toplam zararın %91.92'sini oluşturan S2 ve YA2 sınıfındaki zararlar ağaçlar üzerindeki sürgün gelişimini ve fotosentez alanını tehlikeye atmaktadır. Zararın geri kalan kısmının %5.44'ünü YA1 sınıfındaki deformasyonlar oluşturmaktadır. Bu zarar tipinde deforme olan yaprak ayası kısmen büyümekte ve fotosentez alanı yine azalmaktadır.

Maltoni ve ark. (2012)'nın İtalya'da gerçekleştirdikleri çalışmada, S2 sınıfındaki (%30.4) zarar sıklığı en yüksektir. Bunu, S1 (%20.9) ve YA2 (%14.5) sınıfları izlemektedir. Bu çalışmada ve Maltoni ve ark. (2012)'nın çalışmasında en yüksek oranda zarar sürgünlerde görülmüştür. Ayrıca, yapılan bu çalışmada S2 sınıfındaki zararı YA2 sınıfı izlerken, Maltoni ve ark. (2012)'nın çalışmasında S2 sınıfındaki zararı S1 sınıfındaki zarar izlemektedir. Maltoni ve ark. (2012)'nın çalışmasındaki S2 ve S1 sınıfındaki zararın görülme sıklığı toplam %51.3'tür.

Yine bu çalışmada KGA'nın tek başına S2 sınıfındaki zararının görülme sıklığı %66.86 iken S2 ve S1 sınıflarındaki zararın toplam görülme sıklığı %67.77 olmuştur. S2 ve S1 sınıflarındaki zararın toplam görülme

sıklığı, Maltoni ve ark. (2012)'nın çalışmasındaki S2 ve S1 sınıfındaki zararın görülme sıklığının 1.32 katıdır. Benzer şekilde, YA2 sınıfındaki zararın görülme sıklığı, Maltoni ve ark. (2012)'nın çalışmasındaki sonucun yaklaşık 1.73 katıdır.

Bu çalışmada, genellikle mevcut büyüme sezonu boyunca fotosentez alanında bir azalmaya neden olan ve bir sonraki vejetasyon döneminde sürgün ölümüne yol açan S1 sınıfındaki zararın görülme sıklığı %0.91'dir. Bu oran Maltoni ve ark. (2012)'de %20.9 olarak kaydedilmiştir.

Bu çalışmada, YSt0, YA0 ve S0 sınıflarının toplam görülme sıklığı %1.24'tür. Maltoni ve ark. (2012)'da aynı sınıfların toplam oranı %16.1'dir. Bu sınıflarda, yaprak ayasının büyümesi normaldir ve galler sürgün çapında ani bir azalmaya neden olmamaktadır, yani fotosentez alanında azalma sınırlı olmaktadır.

Oluşan gallerin 771 tanesi tekli, 160 tanesi ikili ve 282 tanesi çoklu gallerdir. İkili ve çoklu gallerin oranı %36.44 olmasına rağmen alanda gelişmekte olan KGA populasyonun büyük bölümünü meydana getirebileceklerdir.

Sonuç olarak, örneklenen sürgünlerde KGA, bitkisel organların geliştiği nodların %43.71'ine zarar vermiştir. Zararın görülme sıklığı zararın şiddetiyle birlikte artmıştır. Tespit edilen zararın %67.85'i sürgünlerde tespit edilmiştir. Bu zararı yapraklar ve tomurcuklarda meydana gelen zararlar izlemiştir. Tespit edilen toplam zararın %66. 86'sı anormal bir sürgün gelişimine neden olan ve bir sonraki vejetasyon döneminde sürgün ölümüne neden olabilecek niteliktedir. Toplam zararın 25.06'sı yaprak ayasının tamamen deforme olmasına neden olmuştur. Çalışma kapsamında tespit edilen KGA zararının %90'ından fazlası sürgün gelişimini ve fotosentez alanını olumsuz yönde etkileyen zararlardır. Gelecek birkaç yıl içerisinde kestane ağaçlarında sürgün gelişiminin olumsuz etkilenebileceğini ve artım kayıplarının yaşanabileceğini vurgulamak gerekir. Ağaçların gelişimindeki bu olumsuz durumlara çiçeklenme ve meyve verimindeki düşüş eşlik edecektir. Ekonomik anlamda yöre halkının geçim kaynaklarından olan bal üretiminin de olumsuz yönde etkileneceği aşikârdır. Geçmiş yıllarda yapılan çalışmalarda, böceğin zararından dolayı kestane ağaçlarında çiçek sayısının azaldığı kaydedilmiştir (Moriya ve ark. 1992, Kato ve Hijii 1997, Conedera ve Gehring 2015, İpekdal ve ark. 2017, Yıldız ve ark. 2020). Yıldız ve ark. (2020), KGA'nın kestane ağaçlarının çiçeklerinde meydana getirdiği zararın Zonguldak ve Bartın illerindeki kestane balı üretimi için yüksek risk oluşturduğunu belirtmiştir.

Gelecek dönemlerdeki çalışmalarda, sürgün ve yaprak gallerinde gal başına düşen larva sayısının, oluşan gallerin büyüklüğünün, yerli parazitoid türlerin varlığının ve etkinliğinin, klasik biyolojik mücadele kapsamında KGA zararı görülen alanlara salınan *Torymus sinensis* Kamijo (Hymenoptera: Torymidae)'nin zarar görülen ormanlara yerleşme durumunun ve etkinliğinin araştırılması önem taşımaktadır. Böylece zararın görüldüğü ormanlarda sonraki generasyonda KGA populasyonun büyüklüğü tahmin edilebilecek, var olan doğal parazitoid türleri ve etkinlikleri değerlendirilebilecek ve mücadele çalışmalarının daha entansif olarak planlanabilmesi sağlanacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, 2022.F10.02.03 No'lu proje kapsamında Artvin Çoruh Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

Aksu Y, Alkan Akıncı H, Çelik Göktürk B (2022) First record of *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) in Artvin and planning first trials of biological control. 4th International Forest Entomology and Pathology Symposium, 12-14 May, Trabzon, p. 29.

Avtzis DN, Melika G, Matošević D, Coyle DR (2019) The Asian chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus*: a global invader and a successful case of classical biological control. Journal of Pest Science, 92: 107-115.

Battisti A, Bevegnu I, Colombari F, Haack RA (2014) Invasion by the chestnut gall wasp in Italy causes significant yield loss in *Castanea sativa* nut production. Agricultural and Forest Entomology, 16: 75-79.

Bernardo U, Iodice L, Sasso, R, Tutore VA, Cascone P, Guerrieri E (2013) Biology and monitoring of *Dryocosmus kuriphilus* on *Castanea sativa* in Southern Italy. Agricultural and Forest Entomology, 15 (1): 65-76.

Brussino G, Bosio G, Baudino M, Giordano R, Ramello F, Melika G (2002) Pericoloso insetto esotico per il castagno Europeo. L'Informatore Agrario, 37: 59–61.

Cho DY, Lee SO (1963) Ecological studies on the chestnut gallwasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, and observations on the damages of the chestnut trees by its insect. Korean J Plant Prot, 2: 47–54.

Conedera M, Gehring E (2015) Danni da cinipide e miele di castagno. L'ape Rivista Svizzera di Apicoltura, 98: 6–8.

Çetin G, Orman E, Polat Z (2014) First record of the oriental chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) in Turkey. Bitki Koruma Bülteni, 54 (4): 303-309.

Davis MA (2009) Invasion Biology. Blackwell, Oxford.

Elton CS (1958) The Ecology of Invasions by Animals and Plants. University of Chicago Press, Chicago.

EPPO (2005) Data sheets on quarantine pests *Dryocosmus kuriphilus*. Bulletin OEPP / EPPO Bulletin, 35: 422–424.

EFSA (2010) Risk assessment of the oriental chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* for the EU territory on request from the European Commission. EFSA J., 8: 16–19.

Gehring E, Bellosi B, Quacchia A, Conedera M (2018) Assessing the impact of *Dryocosmus kuriphilus* on the chestnut tree: branch architecture matters. J Pest Sci., 91: 189–202.

Gibbs M, Schönrogge K, Alma A, Melika G, Quacchia A, Stone GN, Aebi A (2011) *Torymus sinensis*: a viable management option for the biological control of *Dryocosmus kuriphilus* in Europe? BioControl 56: 527-538.

Graziosi I, Rieske LK (2013) Response of *Torymus sinensis*, a parasitoid of the gallforming *Dryocosmus kuriphilus*, to olfactory and visual cues. Biological Control, 67: 137–142.

Ingino AIM, della Porta D, della Porta P (2006) La Campania Terra Di Castagne: Aspetti Scientifici E Di Mercato. Oasis Edition City Print, Italy.

İpekdal K, Emin A, Kuzucu AŞ, Karadağ M, Koçluk M, Açıcı Ö, Şah S, Aksu Y, Colombari F (2017) Kestane Gal Arısı, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae)'nin larva parazitoiti *Torymus sinensis* Kamijo (Hymenoptera: Torymidae) ve biyolojik mücadelede kullanım olanakları. Türk. Entomol. Bült., 7 (2): 173-189.

Kato K, Hijii N (1997) Effects of gall formation by *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hym., Cynipidae) on the growth of chestnut trees. Japanese Journal of Applied Entomology, 121: 9-15.

Lockwood JL, Hoopes MF, Marchetti MP (2007) Invasion Ecology. Blackwell, Oxford.

Maltoni A, Mariotti B, Tani A (2012) Case study of a new method for the classification and analysis of *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu damage to young chestnut sprouts. iForest, 5: 50-59.

Miyashita K, Ito Y, Nakamura K, Nakamura M, Kondo M (1965) Population dynamics of the chestnut gall-wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera; Cynipidae). III. five year observation on population fluctuations. Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology, 9: 42–52.

Moriya S, Inoue K, Shiga M, Mabuchi M (1992) Interspecific relationship between an introduced parasitoid, *Torymus sinensis* Kamijo, as a biological control agent of the chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, and an endemic parasitoid, *T. beneficus* Yasumatsu et Kamijo. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica, 27: 479-483.

Oho N, Shimura I (1970) Process of study on *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) and several problems about recent infestation. Plant Protection, 24: 421-427.

Okan T, Köse C (2022) Türkiye'de bölgesel farklılıklar kapsamında kestaneye dayalı faydalanmanın sosyoekonomik boyutu. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 24 (3): 591–608.

Otake A, Shiga M, Moriya S (1982) A study on parasitism of the chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) by parasitoids indigenous to Japan. Bull Fruit Tree Res Stn, A9: 177–192.

Panzavolta T, Bracalini M, Croci F, Campani C, Bartoletti T, Miniati G, Benedettelli S, Tiberi R (2012) Asian chestnut gall wasp in Tuscany: gall characteristics, egg distribution and chestnut cultivar susceptibility. Agricultural and Forest Entomology, 14: 139–145.

Roques A (2010) Taxonomy, Time and Geographic Patterns. Chapter 2. In: Roques A et al. (Eds) Alien terrestrial arthropods of Europe. BioRisk, 4: 11–26.

Yıldız Y, Yıldırım İ, Albas E, Bostancı C, Aydoğan O (2020) İstilacı tür Kestane gal arısı (*Dryocosmus kuriphilus*) Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae)'nin yeni yayılış alanları. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 22 (3): 1014-1022.

Artvin Çoruh Üniversitesi
Orman Fakültesi Dergisi
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Yıl: 2024, Cilt: 25, Sayı:2, Sayfa: 204-222

ofd.artvin.edu.tr

Artvin Coruh University
Journal of Forestry Faculty
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Year: 2024, Vol: 25, Issue:2, Pages: 204-222

Türkiye'nin en büyük peyzaj işletmesinde 2015-2023 yılları arasında yaşanan iş kazalarının veri analizi

Data analysis of work accidents in Türkiye's largest landscaping company from 2015 to 2023

Muvaffak Osman ENGÜR[1], Muhittin İNAN[2*]

[1]istanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Endüstrisi Mühendisliği Bölümü, Oman Biyolojisi ve Odun Koruma Teknolojisi Anabilim Dalı, İstanbul
[2]İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Mühendisliği Bölümü, Ölçme Bilgisi ve Kadastro Anabilim Dalı, İstanbul

Eser Bilgisi / *Article Info*
Araştırma makalesi / *Research article*
DOI: 10.17474/artvinofd.1545919

Sorumlu yazar / *Corresponding author*
Muhittin İNAN
e-mail: inan@iuc.edu.tr

Geliş tarihi / *Received*
09.09.2024
Düzeltme tarihi / *Received in revised form*
25.09.2024
Kabul tarihi / Accepted
03.10.2024
Elektronik erişim / *Online available*
15.10.2024

Anahtar kelimeler:
İş güvenliği
Peyzaj
ArcGIS Insight
Veri madenciliği
Yaralanma önleme

Keywords:
Work safety
Landscape
ArcGIS Insight
Data mining
Injury prevention

Özet

Peyzaj ve bahçe çalışanlarının yüksek yaralanma ve hastalık oranlarına rağmen, Türkiye'de park-bahçe ve peyzaj işlerinde iş güvenliği ve kaza oranları hakkında sınırlı bilgi bulunmaktadır. Peyzaj uygulamalarında kullanılan makinelerin operatörleri ve çalışanlar, sektördeki hayati unsurlardır. Bu kişilerin sağlıkları ile refahları, iş kaliteleri ve verimlilikleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu çalışma, Türkiye'deki en büyük peyzaj işletmesi olan İstanbul Ağaç ve Peyzaj A.Ş.'de, 2015-2023 yılları arasında gerçekleşen iş kazalarının sıklığını, türünü ve kök nedenlerini analiz ederek peyzaj çalışanlarının güvenliğini artırmayı amaçlamaktadır. Çalışmada kullanılan farklı formatta veriler gerekli düzenlemeler sonrasında ArcGIS Insight programında analiz edilmiştir. Bahsedilen işletmede, 9 yıl boyunca toplam 1.140 iş kazası meydana gelmiş olup, bu da yıllık ortalama 127 kazaya karşılık gelmektedir. Bu dönemde 5 ölüm vakası yaşanmıştır. Kazaların yaklaşık yarısı (%48.5) yeşil alan operasyonlarında gerçekleşmiştir. Kazaların çoğu (%53.5) ise kayma-takılma-düşme, motorlu el aletleri kullanımı ve elle kaldırma-taşıma nedeniyle ortaya çıkmıştır. Yaralanma açısından en çok etkilenen bölgeler sırasıyla el (%25.2), ayak (%16.3) ve bacak (%14.5) olmuştur. Kazaların %89.9'u doğrudan işyeri alanlarında yaşanırken, geri kalan kazalar işe gidip gelme, iş alanları arasındaki geçiş güzergâhları ve ulaşım noktalarında meydana gelmiştir. Kazaların kök nedenleri arasında kişisel koruyucu donanım eksikliği, operatör hatası, uygun olmayan teknikler ve kötü vücut duruşları bulunmaktadır. Kişisel hatalardan kaynaklanan kazaları azaltmak amacıyla peyzaj çalışanlarına iş güvenliği eğitimleri verilmesi ve ergonomik farkındalığın artırılması önerilmektedir. Bu önlemler, kas hasarlarını (burkulma ve incinme gibi) önlemeye veya azaltmaya yardımcı olabilir.

Abstract

Despite the high rates of injuries and illnesses among landscaping and gardening workers, there is limited information available in Türkiye regarding occupational safety and accident rates in park, garden, and landscape practice. Operators and workers using machinery in landscaping practices are vital to the sector, and their health and well-being significantly impact their work quality and productivity. This study aims to enhance the safety of landscaping workers by analyzing the frequency, types, and root causes of work accidents that occurred between 2015 and 2023 at İstanbul Ağaç ve Peyzaj A.Ş., the largest landscaping company in Türkiye. Data in various formats were analyzed using the ArcGIS Insight program after necessary adjustments. A total of 1.140 work accidents were recorded over 9 years, averaging 127 accidents per year. During this period, there were 5 fatalities. Approximately half of the accidents (48.5%) occurred during green area operations. Most accidents (53.5%) were caused by slips, trips, and falls, use of powered hand tools, and manual lifting and carrying. The most affected body parts in terms of injuries were the hands (25.2%), feet (16.3%), and legs (14.5%). While 89.9% of the accidents occurred directly on the work site, the remaining accidents happened during commuting, on transit routes between work areas, and at transportation points. The root causes of accidents included lack of personal protective equipment, operator error, inappropriate techniques, and poor body posture. To reduce accidents caused by personal errors, it is recommended to provide safety training to landscaping workers and to increase ergonomic awareness. These measures can help prevent or reduce musculoskeletal injuries such as sprains and strains.

GİRİŞ

Kentlerin park, bahçe ve peyzaj işlerini yapan ve bu anlamda hem özel hem kamusal alanları her gün yeniden üreten park-bahçe işçilerinin yaptıkları iş, kentlerin estetik görünümlerini iyileştirmekten çok öte anlamlar taşımaktadır. Seralarda bitki yetiştiren, fidanlık alanları kuran, ağaçlandırma çalışması yapan, sulama ve aydınlatma tesisatları kurup bakım ve onarımlarını yapan, kent içindeki park ve ana arterlerdeki ağaçların budanması ve bakım işlerini üstlenen, kent peyzajı için tasarımlar yapan ve uygulayan park ve bahçe işçilerinin yaptıkları işler insanların yaşamını kolaylaştırır. Ancak

yaptıkları bunlarla da sınırlı değildir. Parkların güvenliğini sağlamak, zarar görmesini engellemek, mesire yerleri ve kent içindeki her büyüklükteki parkın temizliğini yapmak gibi işlerle de kent yaşamında önemli bir rol oynamaktadırlar. Kısaca, peyzaj çalışanları güzel dış mekânların yaratılmasında ve sürdürülmesinde hayati bir rol oynamaktadırlar. Bununla birlikte, çalışanlar, işlerinin fiziksel olarak yorucu olması, çeşitli çevresel faktörlere maruz kalınması ile makine ve aletlerin kullanılmasıyla ilişkili sağlık ve güvenlik riskleri ile de karşı karşıya kalmaktadırlar. Bahçe bakımı ve peyzaj işlerinde meydana gelen iş kazalarının çoğunun sebebi; elle taşıma, ulaşım, kayma, takılma, düşme, makine ve ekipmanların neden olduğu kesikler, fırlayan ya da düşen nesneler, kimyasallara maruziyet, açık hava ve arazi koşullarıdır (Sarıöz 2016, Bauske ve ark. 2023).

Türkiye'de park, bahçe ve peyzaj düzenlemelerini kapsayan işler doğrultusunda yapılan veya yürütülen araştırma projeleri arasında iş sağlığı ve güvenliği alanındaki çalışmalar diğer sektörlerle kıyaslandığında yok denecek kadar azdır. Bu konuda yapılan makale ve bildiriler de son derece sınırlıdır. Yapılan projeler ve yayınlar daha çok ekonomik, çevresel ve sosyal etkileri konu edinmektedirler. Peyzaj işçileri ile bu alanda kullanılan makinelerin operatörleri, peyzaj sektörünün hayati bir parçası olmakla beraber bu kişilerin sağlıkları ve refahları, iş kalitesini ve verimliliğini büyük ölçüde etkileyebilmektedir. Ancak, Türkiye park, bahçe ve peyzaj sektöründe iş güvenliği ve kaza oranları hakkında çok az bilgi bulunmaktadır. Peyzaj işçilerinin güvenliği konusundaki bilgimizi artırmak için bu çalışma, büyük ölçekli bir peyzaj işletmesinde 2015'ten 2023'e kadar farklı peyzaj faaliyetlerinde meydana gelen iş kazalarının sıklığını, türünü ve temel nedenlerini analiz etmeyi amaçlamıştır.

Genel olarak peyzaj çalışanları, yeni dış mekânlar yaratmak veya mevcut olanları iyileştirmek için ağaçlar, çiçekler ve çalılar diken; bitkileri düzenleyen, gübreleyen, sulayan; çim alanlar oluşturan veya teraslar ve yürüyüş yolları gibi sert alanlar inşa eden ve bakımını gerçekleştiren; aydınlatma veya yağmurlama sistemlerinin kurulmasına yardımcı olan kişilerdir. Bu kişiler inşaat, imalat sanayi, belediyeler, mühendislik ve mimarlık büroları gibi çalışma alanlarında işlendirilen kişilerdir.

Türkiye'de iş sağlığı ve güvenliği alanında birçok çalışma ile ilgili sınır, sayı ve süreler konusunda belirleyici olan bir tebliği bulunmaktadır. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'nın "İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği", 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun 9.uncu maddesi uyarınca işyerlerinin iş sağlığı ve güvenliği açısından yer aldığı tehlike sınıflarını belirtmektedir. Bu tebliği içerisinde peyzaj çalışanları ile ilgili işler araştırıldığında bu çalışanların çevre düzenlemesi ve bakımı faaliyetleri (Nace Rev.2: 81) başlığı altında toplanmaktadır. Bu başlık altında peyzaj çalışanlarını doğrudan ilgilendiren işler, az tehlikeli işler olarak belirtilmektedir. Buna karşılık, mimarlık ve mühendislik faaliyetleri; teknik test ve analiz faaliyetleri (Nace Rev.2: 71), bitkisel ve hayvansal üretim (Nace Rev.2: 01) başlıkları altındaki çeşitli faaliyetlerinde dolaylı olarak peyzaj çalışanlarını içerdiği söylenebilir. Bazen inşaat sektörü (Nace Rev.2: 41, 42, 43) içinde düşünülmesine rağmen bu başlık altında peyzaj plânlamayı ilgilendiren bir iş olarak görülmemektedir (İSGİİTST 2012).

Türkiye'de iş kazaları incelendiğinde (Çizelge 1), 2018 yılında toplam 431.276 iş kazası meydana gelmiş, 1.542 çalışan hayatını kaybetmiştir. Bu yıl için peyzaj sektörünü ilgilendiren işlerde iş kazaları nedeniyle ölenlerin sayısı 18'dir. Bununla beraber, 2019 yılında, Türkiye'de 422.463 iş kazası olmuş ve 1.147 çalışan hayatını kaybetmiştir. Peyzaj sektörünü ilgilendiren işlerde 4 ölümlü iş kazası olmuştur. Yine, 2020 yılında 384.262 iş kazası meydana gelmiş, 1.231 çalışan hayatını kaybetmiştir. Peyzaj sektörünü ilgilendiren işlerde ise iş kazaları nedeniyle 5 kişi hayatını kaybetmiştir. Yine, 2021 yılında Türkiye'de 511.084 iş kazası olmuş ve 1.382 çalışan hayatını kaybetmiştir. Peyzaj sektörünü ilgilendiren işlerde ise 2021 yılında iş kazaları nedeniyle 1 kişi hayatını kaybetmiştir. Diğer bir taraftan, 2022 yılında Türkiye'de 589.271 iş kazası olmuş ve 1.520 çalışan hayatını kaybetmiştir. Peyzaj sektörünü ilgilendiren işlerde ise 5 ölümlü kaza meydana gelmiştir (SGK 2023). Son beş yılın toplamında park, bahçe ve peyzaj işleri kapsamında iş kazaları nedeniyle hayatını kaybedenlerin oranı diğer tüm

sektörlerin içinde %0.48 gibi bir orana sahiptir. İş kazası sayısı ise toplam iş kazaları içinde %0.42'lik bir paya sahiptir. Bu oranlar peyzaj çalışanlarının, iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili araştırmaların öncelikleri dışında kalmasına neden olmaktadır.

Çizelge 1. Türkiye'de yıllara göre çevre düzenlemesi ve bakımı faaliyetlerinde iş kazası ve ölüm sayıları (SGK 2023)

Yıllar	Türkiye'de iş kazası ve ölümler		Çevre düzenleme ve bakım faaliyetleri	
	İş kazası	Ölüm	İş kazası	Ölüm
2014	221.366	1.626	586	4
2015	241.547	1.252	779	12
2016	266.068	1.405	966	14
2017	359.866	1.636	1.271	11
2018	431.276	1.542	1.615	18
2019	422.463	1.147	1.845	4
2020	384.605	1.240	1.686	5
2021	511.639	1.394	2.266	1
2022	589.271	1.520	2.601	5

Almanya'da 2022 yılında 423'ü ölümlü olmak üzere 787.412 iş kazası meydana gelmiştir (DGUV 2023). Aynı yıl, peyzaj hizmetlerinde 12.602 iş kazası yaşandığı bildirilmiştir (SVLFG 2022). Buna göre peyzaj işlerinde iş kazası sayısı toplam iş kazaları içinde %1.6 paya sahiptir. Bu oran aynı yıl için Türkiye (%0.44) ile kıyaslandığında %1.1 daha yüksektir.

Bazı araştırmalar, peyzaj ve bahçecilik hizmetleriyle ilgili endüstrilerde veya mesleklerde ölümcül yaralanmaları araştırmışlardır. Ulusal Mesleki Güvenlik ve Sağlık Enstitüsü (NIOSH), 1980'den 1989'a kadar ağaç budama işleriyle uğraşan en az 207 kişinin, çoğunlukla elektrik çarpması ve düşme nedeniyle öldüğünü tespit etmiştir (NIOSH 1992). Park, bahçe ve peyzaj çalışanları için ölüm oranı, 1992'de 100.000 tam zamanlı çalışanda (TZÇ) %7.3 iken, 2002'de iki kattan fazla artarak %15.0'e çıkmıştır (Pegula 2005). Süs çalıları ve ağaç hizmetleri endüstrisi üzerine yapılan bir çalışmada, 1992'den 2002'ye kadar yılda ortalama 58 ölüm bildirilmiştir. Çalı ve ağaç hizmetleri sektöründeki işçilerin ölümlerinde çoğunlukla 4 tür olay vardır. Bunlar; bir nesnenin çarpması (tipik olarak bir ağaç), daha düşük bir seviyeye düşmek (genellikle bir ağacın dışına), elektrik akımıyla temas (örneğin, bir dalın bir elektrik teline çarpması) ve ulaşım (araçların çarpışması veya aracın bir çalışana çarpması) olaylarıdır (Wiatrowski 2005). Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) Peyzaj ve bahçıvanlık hizmetleri sektöründe, 1992–2001 yılları arasını kapsayan on yıllık dönemde 1.101 ölüm meydana gelmiş ve ortalama ölüm oranı 100.000 tam zamanlı çalışan başına 13.5 ölüm olmuştur. Ölüm nedenleri sırasıyla; ulaşım olayları (%27), nesne veya ekipmanla temas (%27), düşmeler (%24), zararlı madde ve ortamlara maruz kalma (%18), saldırı ve şiddet eylemleridir (%4) (Buckley ve ark. 2008).

ABD'de 2003 ve 2006 yılları arasında her yıl ortalama 197 peyzaj hizmetleri çalışanı iş başında yaralanmalar nedeniyle hayatını kaybetmiştir. Peyzaj hizmetleri sektöründeki ölüm oranı (100.000 işçi başına yaklaşık 25 ölüm yani %0.025), tarım ve madencilik gibi daha bilinen yüksek riskli sektörler ile benzerdir. Peyzaj hizmetleri çalışanları, ABD işgücünün %0.8'ini oluşturmasına rağmen, toplam mesleki ölümlerin %3.5'i bu çalışanlar arasında yaşanmıştır. ABD'de peyzaj hizmetleri çalışanlarında ölümlerin %33'ü ulaşım kazalarından kaynaklanırken, ABD endüstrisinin tamamında ulaşım kazalarından kaynaklanan ölümlerin oranı %43'tür. Peyzaj hizmetleri çalışanlarının yüksekten düşme, düşen objelerin çarpması ve elektrik çarpması nedeniyle ölümler (sırasıyla %22, %17 ve %9.8), ABD'nin genel işgücüne (sırasıyla %12, %6.3 ve %4.4) göre çok daha yüksektir (NIOSH 2008). ABD Çalışma İstatistikleri Bürosu, 2011-2021 yılları arasında peyzaj ve bahçe bakım sektöründe işle ilgili 1.072 ölümün meydana geldiğini bildirmiştir. 2021 yılında 142 çalışan ölümcül işyeri yaralanmasına maruz kalmıştır (OSHA 2023). ABD Çalışma İstatistikleri Bürosu'nun 2021 yılında yaşanan ölümcül yaralanmalar ve 2020'de bildirilen ölümcül olmayan yaralanmalar ve hastalıklar için, Amerika'daki en ölümcül 25 meslek

arasında peyzaj çalışanları da yer almaktadır (Fraser 2022).

Profesyonel bahçıvanlar işyerlerinde fiziksel, kimyasal, biyolojik ve psikososyal tehlikelerle karşı karşıya kalması nedeniyle mesleki yaralanmalar ve ölümler çok yaygındır (Knibbs 2014). ABD'de 2003'ten 2008'e kadar neredeyse 1.500 ölümcül mesleki yaralanma meydana gelmiştir ve söz konusu bu dönemdeki tüm ölümlü işyeri yaralanmalarının %3.4'ünü karşılık gelmesine rağmen bahçıvanlardaki ölümlü yaralanma vakaları toplam işgücünün 3.3 katından fazla olduğu görülmüştür (Pegula ve Utterback 2011). Bu belirgin yaralanma yüküne en büyük katkıyı sağlayanlar, ulaşım kazaları (çoğunlukla karayolunda motorlu taşıt kazaları), düşen nesnelerle temas (çoğunlukla ağaçlar ve kütükler) ve daha yüksek bir seviyeden yere düşmeler (çoğunlukla ağaçlardan) olmuştur (Buckley ve ark. 2008, Pegula ve Utterback 2011).

Britanya Kolombiya'sındaki peyzaj ve çim bakım şirketlerinde her yıl 11.800 iş günü kaybı yaşanmıştır. Beş yıllık dönemde 3 ölüm ve 34 ağır yaralanma yaşanmıştır. Peyzaj ve çim bakım işçilerinde en sık görülen yaralanmalar; burkulma, incinme ve yırtılma (%47), kesikler ve sıyrıklar (%12), kırıklar (%9), morluklar ve ezikler (%8) şeklinde oluşmuştur. Tüm bu yaralanmaların maliyeti yaklaşık 2.9 milyon dolardır (BCLNA 2012).

Peyzaj çalışanları arasında kişisel koruyucu donanım (KKD) kullanımını ve davranışları inceleyen bir çalışmada (Kearney ve ark. 2013) genel olarak, güvenlik donanımı takma algısının, kişisel olarak bildirilen fiili kullanımdan daha yüksek olduğu görülmüştür. Çalışanların en sık güneş gözlüğü ve koruyucu eldiven kullandığı tespit edilmiştir. Çalışanların yaralanma veya bedensel zararı önlemek için KKD veya güvenlik donanımı kullanmaması nedeniyle 1.231.768 ABD doları ceza kesilmiştir. En sık bahsedilen güvenlik ihlalleri kategorileri arasında KKD'nin kullanılmaması gelmektedir (OSHA 2012).

Elektrik kaynaklı yaralanmalarla ilgili bir araştırmada, ölümcül elektrik yaralanmalarının %45'inin özel konutlar (%33) ile sokak veya otoyollarda (%14) meydana geldiği belirlenmiştir. Ev veya sokak gibi açık ve işyerine uzak yerlerde iş güvenliği gerekliliklerinin uygulanmasının zor olması nedeniyle, en büyük risk gruplarından birisi peyzaj hizmetlerinde çalışanlar olmaktadır. Bunun nedeni olarak da elektrikle ilgili tehlikelerin tanınması konusunda uygun eğitime sahip olmadıkları gösterilmektedir (Campbell 2022).

Diğer bir taraftan, 1995-2000 yılları arasındaki BLS (USA Bureau of Labor Statistics) kaza istatistiklerine bakıldığında park, bahçe ve peyzaj çalışanlarının yaşadığı kazalarda en çok etkilenen bölgelerin sırasıyla kol/bilek/el/parmak ile bacak/diz/ayak/parmak ve sırt olduğu görülmektedir. Bununla beraber, 2003 yılı BLS endüstri verilerinde, peyzaj hizmetlerinde rapor edilen 11.500 kazanın %34.7 ile burkulma ve incinme türü kazalar birinci sırada iken, bunu %16.7 ile kesikler ve yarıklar izlemektedir (Sarıöz 2016). Dahası, 2019 yılında çim döşeme, biçme, budama, dikim, sulama, gübreleme, kazma, tırmıklama, yağmurlama kurulumu ve harçsız parçalı beton duvar ünitelerinin kurulumu gibi işlerin kombinasyonunu gerçekleştiren peyzaj ve bakım çalışanları arasında işten uzak kalmalarına neden olan 12.380 ölümcül olmayan yaralanma ve 124 ölümle sonuçlanan kaza yaşanmıştır. 2019 yılında yaşanan 12.380 kazada en çok burkulma ve incinme (3.140) olayı yaşanırken, en çok etkilenen bölge eller (1.840) olmuştur. Kazaya yol açan nedenlerden birinci sırayı objelerin ve araçların çarpması (2.680) alır iken ikinci sırayı ise hayvan ve böceklerle ilgili olaylar (1.160) oluşturmuştur. Yani, 2015-2019 yılları arasında iş kazaları sonucu ölümlerin toplamı 611 olmuştur (BLS 2021).

Peyzaj ve zemin bakım çalışanları arasında güvenlik davranışı ve iş güvenliği ortamına yönelik bir çalışmada, çalışanların neredeyse yarısı (%49.3) son 12 ay içinde işle ilgili bir veya daha fazla yaralanma veya hastalık yaşadığını bildirmişlerdir. İş güvenliği uygulamaları, yönetim açısından çok önemli olarak algılanırken yalnızca %56.7'si düzenli güvenlik toplantıları yaptığını bildirmişlerdir (Kearney ve ark. 2017).

Almanya'da Tarım, Ormancılık ve Bahçıvanlık Sosyal Sigortası (SVLFG), 2022 yılında bahçecilik ve peyzaj hizmetlerinde 12.602 iş kazası yaşandığını bildirmiştir. Bunlardan sekizi ölümcül kazalardır. Bahçecilik ve peyzaj bakımında meydana gelen kazaların sayısı yıllardır

azalmaktadır. SVLFG'ye göre 2021 yılında 12.957 raporlanabilir kaza (ikisi ölümlü) bildirilirken, bu sayı 2022'de yüzde 2.74 düşüşle 12.602'ye gerilemiştir. Bahçecilik ve peyzaj işlerinde; çit düzeltme, el testeresi, motorlu testere, taşlama makinesi ve ekskavatörler kazaya en yatkın beş makine olarak sıralanmıştır (SVLFG 2022).

Saha bakım işlerinde çalışanlar arasında mesleki ölümlerle ilgili Kearney ve Imai (2023) yaptığı çalışmada, peyzaj ve çevre düzenleme işlerinde işçi ölümlerinin diğer saha bakım işçileriyle (ağaç kesme ve budama, pestisit uygulayıcıları) kıyaslandığında en yüksek ölüm yüzdesine (%59.1) sahip olduğunu göstermişlerdir. Zemin bakım çalışanları arasında işe bağlı ölümlere yol açan başlıca olaylar veya maruz kalmalar, ulaşım kazaları (%28), düşmeler (%27.3), nesneler ve ekipmanlarla temas (%22.8) ve zararlı maddelere veya ortamlara travmatik akut maruz kalma (%17.9) olarak belirtilmiştir.

Engür (2018), 452.000 m² olan bir parkta, yeşil alanlarda makinelerle yapılan işlerde iş sağlığı ve güvenliği risklerini ve önleme yollarını ele almıştır. Park ve bahçe çalışanlarının karşılaşılabileceği riskleri; kesikler, el yaralanmaları, kimyasal maruziyeti sonucu görülen sağlık problemleri, göz yaralanmaları, işitme kaybı, kas iskelet rahatsızlıkları, yanıklar, araç kazaları sonucu ortaya çıkan ezilme, sıkışma ve travmalar olarak sıralamıştır. Bu risklerin ise güvenlik eğitimleri, çalışanların rotasyonu, düzenli molalar, güvenli kullanım ve bakım uygulamaları ve KKD kullanımı ile minimize edilebileceğini belirtmiştir.

Ağaç bakımı ile ilgilenen çalışanlar arasındaki ölümlere ilişkin veriler, daha yüksek oranda düşme ve elektrik çarpması ve daha düşük oranda da makine ile ilgili yaralanmalar olduğunu göstermiştir. Çarpma yaralanmaları hem ölümcül hem de ölümcül olmayan mesleki yaralanmaların önemli bir bölümünü oluşturmaktadır (Ball ve Vosberg 2010). Devrilmiş ve hasar görmüş ağaçlara müdahale eden çalışanlara yönelik bir çalışmada yaralanmaların en yaygın mekanizması veya nedeni, darbe (%44.6) ve ardından makine (%34.5) ile ilgilidir. Motorlu testereler yaralanmaya neden olan başlıca makineler olup, uyluk, ayak, kol, parmak, yüz, diz, karın ve omuz dâhil olmak üzere vücudun birçok bölümünü etkilemişlerdir. Mevsimler dikkate alındığında ise, kış aylarında (Aralık-Şubat) diğer mevsimlere göre daha az yaralanma meydana gelmiştir (Marshall 2018). Güler (2021) tarafından, Ankara ilinde bulunan ve peyzaj uygulama hizmetlerini yürüten firmalarda yapılan çalışmada çalışanların iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili eğitim almadığı, KKD kullanmadığı, proje uygulama sürecinde İSG planlamasının yapılmadığı, gerekli işaret ve levhalar gibi temel İSG önlemlerinin alınmadığı tespit edilmiştir. Özellikle şantiyelerde İSG eğitimlerine önem verilmesi yanında peyzaj planlamasının İSG planlaması ile entegre olması vurgulanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Türkiye'de 467 tescilli peyzaj firması bulunmaktadır (TMMOB Peyzaj Mimarları Odası 2022). Mevcut araştırma Türkiye'nin en büyük peyzaj hizmetleri veren işletmesi olan İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ'sinde yapılmıştır. Bu işletme, İstanbul Büyükşehir Belediyesi'ne bağlı bir kuruluş olup, şehrin yeşil alan çalışmalarını yürütmek, ağaç ve süs bitkileri yetiştirmek, bitkisel harç üretmek, bilimsel araştırmalar dâhilinde projeler hazırlayıp uygulamak amacıyla kurulmuştur. İstanbul'un yaklaşık 80 milyon m^2 yeşil alanındaki peyzaj uygulama ve bakım işlerini 580 adet beyaz yakalı ve 3.212 mavi yakalı olmak üzere toplam 3.272 çalışanla gerçekleştirmektedir. İşletmenin ana faaliyetleri; taahhüt, fidanlık, üretim, yeşil alan bakım ve satış faaliyetlerinden oluşmaktadır. İstanbul halkının ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin peyzaj alanlarında ihtiyaç duyduğu bitkisel materyallerin temini, üretimi, depolanması, bakımı ve ihtiyaç duyulan projelere lojistiği sağlanmak üzere toplam 309.000 m^2 alana ve 835.000 adet saksılı bitki kapasitesine sahip iki fidanlığa sahiptir. İstanbul'un 11 farklı noktasında hizmet veren marketlerinde, 2022 yılı boyunca yaklaşık 600.000 müşteriye hizmet vermiştir (İBB 2022).

Yöntem

Söz konusu işletmede 2015-2023 yılları arasında olan iş kazaları rapor tutanakları incelenmiş ve bu raporlarda yer

alan bilgiler sınıflandırılmıştır. Kaza tarihi, kaza zamanı, peyzaj faaliyetinin türü, operasyon, orman-park ve bahçe makinesi/aleti, işçinin yaşı, kaza kategorisi, yaralanma türü, vücudun yaralanan kısımları, sağlanan ilk yardım türü, işten izin/rapor alınan gün sayısı ve istihdam türü gibi bilgiler değerlendirmeye alınmıştır.

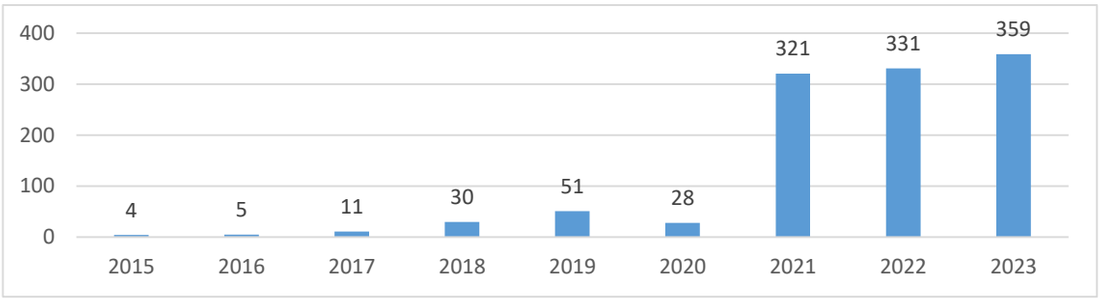
Vücudun bölümleri üst ekstremite (kol, el), alt ekstremite (bacak, ayak, ayak bileği) ve gövde ile baş bölgesi olarak ayrılmıştır. Yaralanma tipleri cilt hasarı (kesik, sıyrık, çizik, kızarıklık ve laserasyon dahil), kontüzyon (morarma/darbe, kırık, çıkık, kemiğe çarpma ve kırık), kas hasarı (gerilme, burkulma ve yumuşak doku) ve diğerleri (göze cisim kaçması, böcek/yılan tarafından ısırılması, burunda kan, enfeksiyon ve dehidratasyon) olarak sınıflandırılmıştır. Bu bilgiler zaman zaman kaza raporunu düzenleyen İSG birimi ile istişare edilmiştir.

Bu çalışmada verilerin değerlendirilmesi ve görselleştirilmesi için ArcGIS Insights programı tercih edilmiştir (ESRI 2024). Bu yazılım kullanıcı dostu arayüzü ve güçlü analitik yetenekleri sayesinde farklı formatlardaki verilerin hızlı ve etkili bir şekilde analiz edilmesine olanak tanımaktadır. ArcGIS Insights, verileri görselleştirmenin yanı sıra coğrafi verilerin konumsal analizini de yaparak, olayların hangi bölgelerde yoğunlaştığını gösterme gibi önemli bilgilerde sunabilmektedir (ESRI 2022). ArcGIS Insights'ın sağladığı bir avantajda, verilerin sürükle-bırak yöntemiyle kolayca aktarılabilmesi ve hızlı bir şekilde görsel ve sayısal analizlerin yapılabilmesidir. Bu, özellikle Excel gibi geleneksel yazılımlarla karşılaştırıldığında kullanıcılara daha etkileşimli ve dinamik bir deneyim sunmaktadır. Excel'de verilerin yalnızca çizelge olarak sunulması yerine, ArcGIS Insights ile veriler coğrafi bağlamda da ele alınarak daha verimli süreçler için uygulanabilecek anlamlı çıkarımlar yapmaya olanak sağlamaktadır.

Çalışmada kullanılan ham veriler, ArcGIS Insights için uygun bir dijital formatta değildi. Bu nedenle, metin veriler uzman görüşü doğrultusunda belirlenen kriterlere göre sayısal olarak yeniden düzenlenmiştir. Ardından, bu sayısal veri ArcGIS Insights yazılımına aktarılmış ve çeşitli istatistiksel veri değerlendirmeleri gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, iş kazalarının nedenlerini anlamak ve gerekli önlemleri belirleyebilmek amacıyla, ArcGIS Insights kullanılarak kazaların zamanı, çalışanların demografik özellikleri ve diğer faktörler analiz edilmiştir. Bu sayede, verilerden hızlıca elde edilen grafikler ve çizelgelar, karar vericilerin anlık stratejik öneriler sunabilmesi için ArcGIS Insight'ın etkili bir araç olduğu görülmüştür. Bu çalışmada bazı sınırlamalarla da karşılaşılmıştır. İlk olarak, iş kazaları bildirilmiş olmasına rağmen, küçük yaralanmaların bazıları çalışanlar tarafından İSG birimine ya da yöneticilere iletilmemekte veya bu kazalar resmi olarak bildirilmediği için kazaların sayısı ve dağılımı tam olarak yansıtılamamaktadır. İkinci olarak, bu çalışmada kazalar sayısal ortama aktarıldıktan sonra bile raporların manuel olarak incelenmesi hem zaman alıcı hem de uzman değerlendirmesi gerektiren bir süreçtir. Ayrıca, kaza raporlarındaki olay kayıtları vaka hakkında sınırlı bilgi sağladığından, yaralanmaların ciddiyeti ve çalışan deneyimi tam olarak değerlendirilememiştir. Peyzaj işlerinde yaralanmaların nasıl meydana geldiğine ve yaralanma durumlarına ilişkin bilgiler, iş kazalarının analizi ve önleme çabalarına rehberlik etmede yardımcı olabilir. Bu amaç doğrultusunda çalışma Türkiye'de peyzaj çalışmalarında meydana gelen yaralanmalara genel bir bakış sunmaktadır.

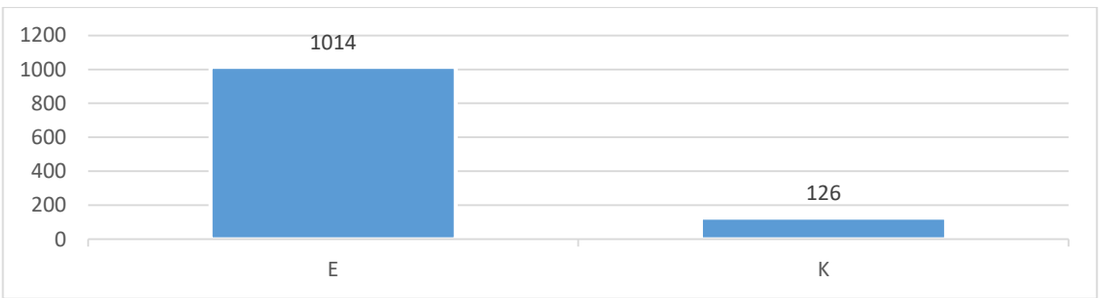
BULGULAR

Çalışmanın yapıldığı yıllar boyunca (2015-2023) iş kazalarının dağılımı Şekil 1'de gösterilmektedir. Elde edilen verilere göre, 2015-2023 yılları arasında peyzaj çalışanlarıyla ilgili 1.140 iş kazası olmuştur. Yılda ortalama 127 iş kazası olmuştur. 2023 (n=359, %31) ve 2022'te (n=331, %29) çok sayıda kaza meydana gelirken, en düşük oran 2015 (n=4, %0.3) ve 2016 yıllarında (n=5, %0.4) gerçekleşmiştir. Şekil 1 incelendiğinde iş kazası sayısı her yıl artmıştır. Bu durum özellikle 2020 yılından sonra taşeron olarak hizmet veren işletmelerdeki çalışanların Ağaç ve Peyzaj A.Ş. kadrosuna girmeleri nedeniyle işçi sayısındaki ciddi artışa bağlanabilir. Özellikle 2015 ve 2019 yılları arasındaki iş kazası sayılarının düşük olması, kadrolu işçi sayısının azlığıyla ilişkilendirilebilir. Ayrıca, iş sağlığı ve güvenliği kanunu kapsamında kuruluşta İSG yapılanmasının henüz tam anlamıyla tamamlanmamış olması ve kaza kayıtlarının bir sisteme tam entegre edilememesi de bu duruma katkıda bulunmuş olabilir.



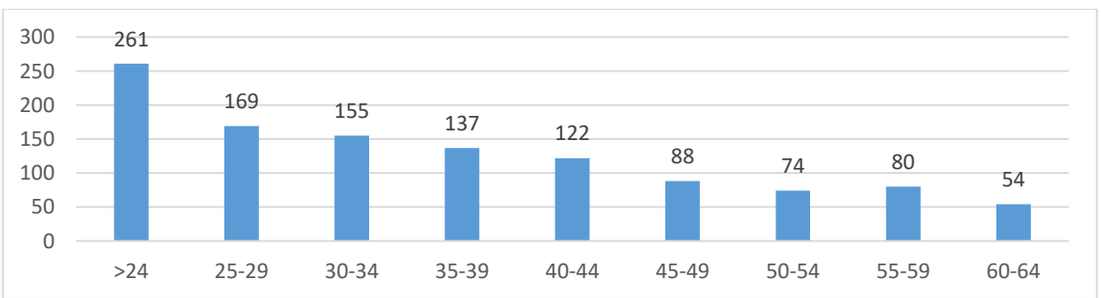
Şekil 1. İş kazalarının yıllara dağılımı (2015-2023)

Şekil 2 incelendiğinde iş kazası geçirenlerin çoğunluğu erkek (n= 1014, %89) çalışanlar olurken kadın çalışanlarda iş kazası sayısı düşüktür (n= 126, %11). Bu sonucun ortaya çıkmasında incelenen işletmede erkeklerin kadınlara göre işlendirilme oranının daha yüksek olması bir faktördür. İş kazalarının erkek çalışanlar arasında daha yüksek olmasının bir diğer nedeni ise, park bahçe ekipmanları kullanımı, elle taşıma ve bakım onarım işleri gibi daha riskli ve ağır işlerde erkeklerin çalıştırılmasıdır.



Şekil 2. İş kazalarının cinsiyete göre dağılımı

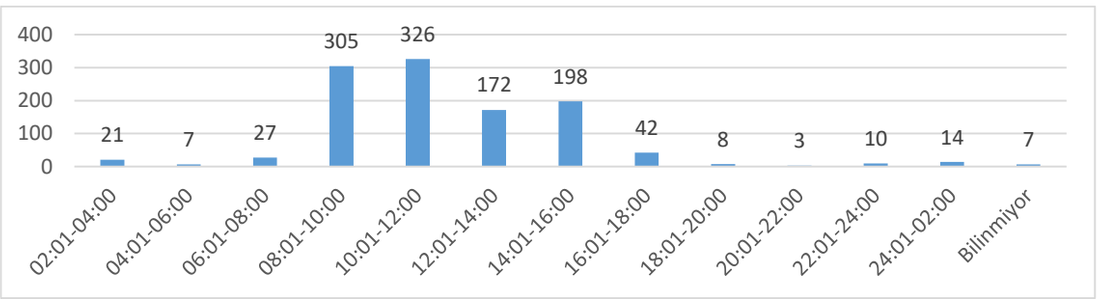
İş kazalarının çoğu yaşlı gruptan ziyade daha çok 30 yaş altı kişiler arasında meydana gelmektedir. Hemen hemen her üç iş kazasından birisi 18-24 yaş arası kişiler (n= 261, %22.9) ile 25-29 yaş arası kişiler (n= 169, %14.8) arasında meydana gelmiştir. Genel olarak iş kazalarının %44'ü 30-49 yaş arası çalışanlar, %37.7'sine 30 yaş altı çalışanlar ve %18.2'sine 50 yaş üstü çalışanlar karışmıştır (Şekil 3). En düşük iş kazası oranı %4.7 ile 60-64 yaş arasında görülmektedir. Yaş gruplarına göre incelendiğinde genel olarak iş kazası sayısının 50 yaş sonrası çalışanlarda azaldığı görülmektedir. Bu durum deneyim, bilgi birikimi, sorumluluk duygusu ve özgüven ile açıklanabilir.



Şekil 3. İş kazalarının yaş gruplarına göre dağılımı

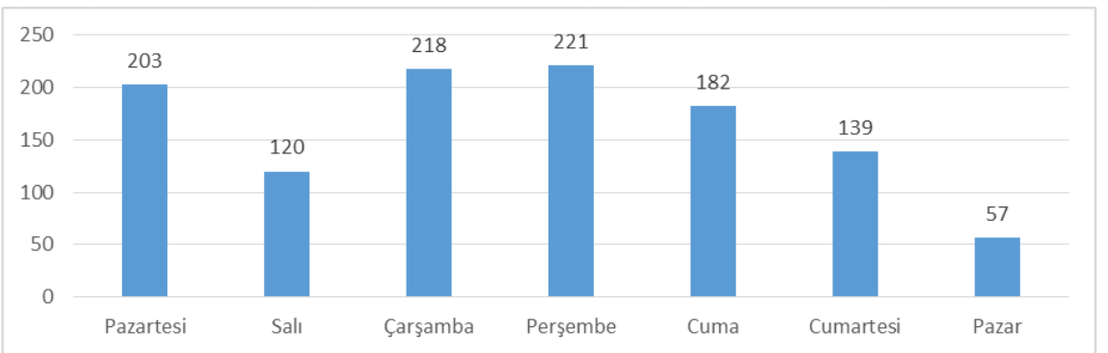
İncelenen işletmede tüm aktiviteler için günlük çalışma saatleri 08:00 ilâ 17:00 arasıdır. Fakat belli operasyonlar 17:00 sonrasında da yapılmaktadır. Şekil 4 incelendiğinde iş kazalarının en çok 10:00-12:00 saatleri (n=326, %28.5)

ve 08:00-10:00 saatleri (n=305, %26.7) arasında olduğu görülmektedir. İncelenen kazaların yarısından fazlası (%55.2) 08:00-12:00 saatleri arasında ortaya çıkarken, %32.4'ü 12.00-16.00 ve %12.3'ü ise diğer zaman dilimlerinde olmuştur. Sabahları kazaların en sık olduğu zamanın çalışanların işe başladıktan iki saat sonrasından öğle yemeğine kadar olan sürede olduğu görülmüştür. Bu zaman dilimin de açık hava koşullarında çalışan park, bahçe ve peyzaj çalışanlarının yorulduğu, acıktığı ve susadığı saatlere denk gelmesi nedeniyle yüksek olduğu düşünülmektedir.



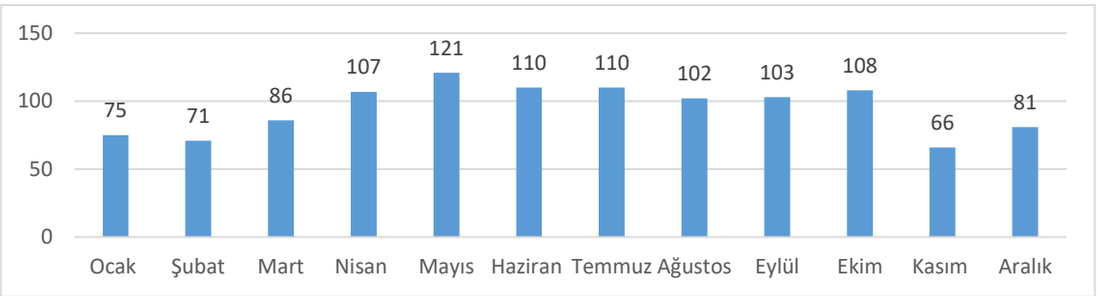
Şekil 4. İş kazalarının çalışma saatlerine göre dağılımı

Kazaların haftanın günlerine eşit dağılmadığı görülmektedir. Yedi günlük süre içinde iş kazalarının en yoğun olduğu günler pazartesi (%17.8), çarşamba (%19.1) ve perşembe (%19.5) ve olurken, en düşük kaza oranı ise hafta sonuna denk gelen pazar (%5.0) günü olmuştur (Şekil 5). Bu durum haftanın ilk gününde işe alışma ile ilgili problemlerden, hafta ortasına denk gelen günlerde ise yorgunluğun artması ile açıklanabilir.



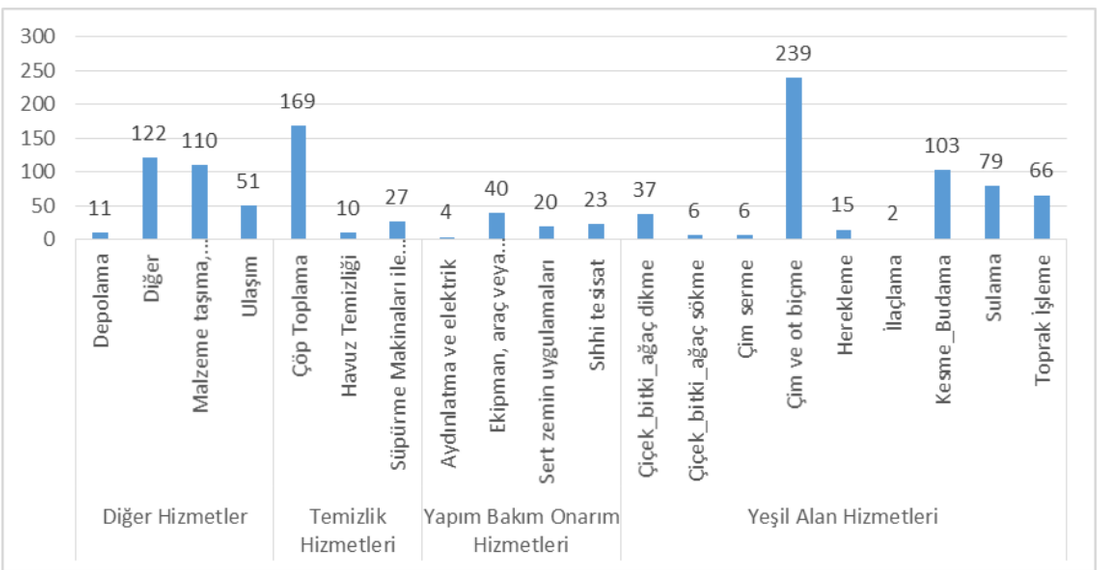
Şekil 5. İş kazalarının haftanın günlerine göre dağılımı

İş kazalarının aylara dağılımına bakıldığında (Şekil 6) en çok iş kazası mayıs (n=121, %10.6) ayında olurken, onu aynı kaza sayısı ile haziran ve temmuz ayları (n=110, %9.6) izlemektedir. En az iş kazasının ise sırasıyla kasım (n=66, %5.7), şubat (n=71, %6.2) ve ocak (n=75, %6.5) aylarında olduğu görülmektedir. Özellikle her 10 kazadan yaklaşık 7'si park, bahçe ve peyzaj işlerinin yoğun olduğu nisan ve ekim ayları arasındaki 7 aylık süre içinde olduğu görülmektedir. Bunun nedeni yazın daha sıcak olan hava koşulları ve bu dönemde çalışma saatlerinin daha uzun olması olabilir. Özellikle bu ayların yeşil alan operasyonlarının en yoğun olduğu döneme denk gelmesi ve yine park ve bahçelerde rekreasyon amaçlı ziyaretlerden kaynaklanan temizlik ve bakım yoğunluğu olması kaza sayısını artırmaktadır. Kış aylarında (aralık-şubat), diğer mevsimlere kıyasla daha az yaralanma meydana gelmiştir. Bu 3 aylık dönemde, çalışmanın yapıldığı bölgede park, bahçe ve peyzaj işlerinin azalması ve neredeyse durma noktasına gelmesi, yaralanma sayısındaki düşüşle ilişkilendirilebilir.



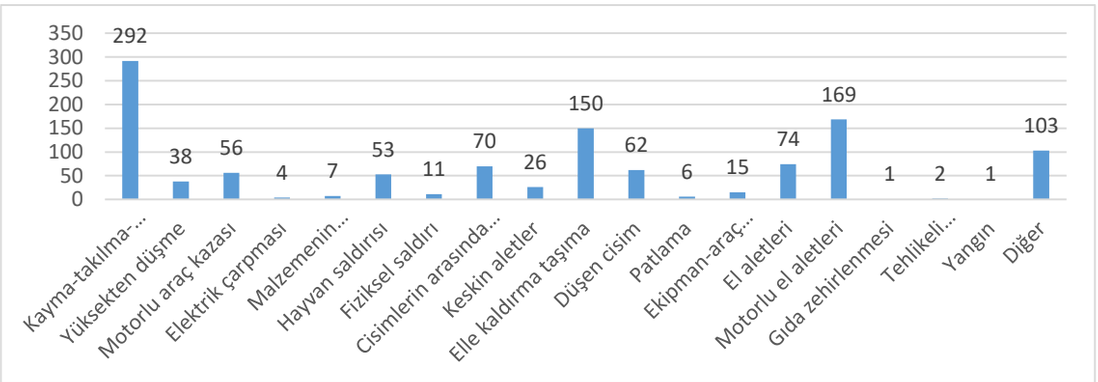
Şekil 6. İş kazalarının aylara göre dağılımı (2015-2023)

Şekil 7 incelendiğinde iş kazalarının çoğu yeşil alan hizmetleri ile ilgili operasyonlarda (%48.5) meydana gelmiştir. Yeşil alan işleri arasında ot biçme, çim serme, çiçek- bitki dikme, sökme, budama, ilaçlama, sulama, toprak işleri ve herekleme bulunmaktadır. Kazaların %25.8'i depolama, malzeme taşıma, yükleme-boşaltma, istifleme, doldurma, ulaşım vd. gibi işlerden oluşan diğer hizmetler sırasında olmuştur. Sonuçlara göre kazaların %18.1'i temizlik hizmetleri sırasında ve %7.6'sı yapım-bakım-onarım işleri sırasında meydana gelmiştir. Yapım-bakım-onarım hizmetleri, sert zemin uygulamaları, sıhhi tesisat, aydınlatma ve elektrik ile araç ve makine bakımları gibi faaliyetleri içermektedir.



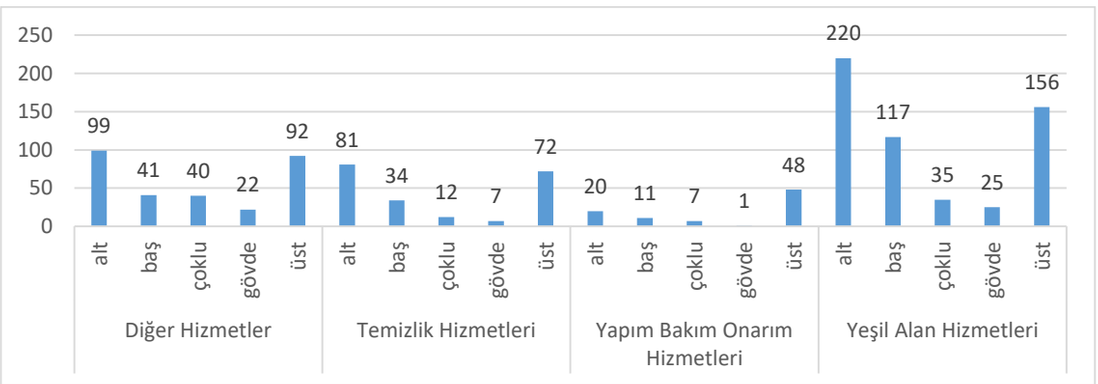
Şekil 7. İş kazalarının faaliyet gruplarına göre dağılımı

Yaralanmaların en yaygın mekanizmasına veya nedenlerine bakıldığında, ilk 3 sırayı kayma-takılma-düşme (n=292, %25.6), motorlu el aletleri (n=169, %14.8) ve elle kaldırma- taşıma (n=150, %13.1) oluşturmaktadır (Şekil 8). Peyzaj çalışanları arasında tehlikeli maddelere maruziyet, gıda zehirlenmesi ve yangın nedeni ile yaralanma hemen hemen yok denecek kadar azdır. Buna karşılık el aletleri (n=74, %6.5), cisimler arasında sıkışma (n=70, %6.1) ve düşen- fırlayan objeler (n=62, %5.4) ve hayvan saldırısı (n=53, %4.6) nedeniyle yaralanma oranları da küçümsenmeyecek oranlarda ortaya çıkmıştır.



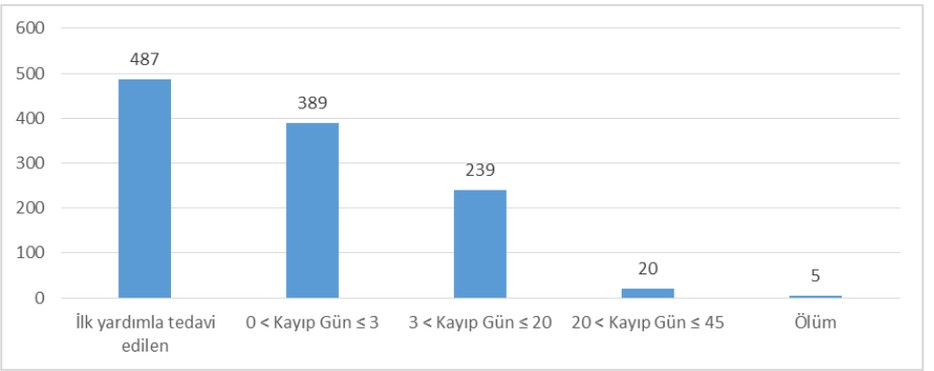
Şekil 8. İş kazalarının nedenleri

Şekil 9 incelendiğinde, en çok yaralanmaya maruz kalan bölge sırasıyla, el (%25.1), ayak (%16.3) ve bacak (%14.5) bölgesi olmuştur. Kafa (%14.4) ve göz (%3.4) bölgesi yaralanmaları dikkate alındığında baş bölgesine yönelik kaza oranının %17.8 olduğu görülmektedir. En düşük oranda etkilenen bölge ise %4.5 ile gövde kısmı olmuştur. Bununla birlikte, kaza kayıt raporlarının %84'ünde yaralanmanın hangi tarafta (sağ veya sol) olduğu rapor edilmemiş yani belirtilmemiştir. Bu da özellikle el, kol, bacak ve ayaklardan hangisinin daha çok yaralandığı ile ilgili saptamayı zorlaştırmıştır.



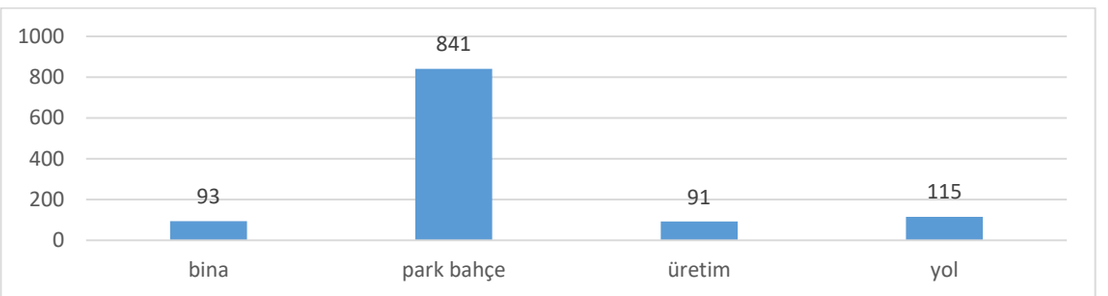
Şekil 9. Yaralanan vücut bölümü ve bölgesi

Diğer bir taraftan, 2015-2023 yılları arasında peyzaj çalışanları arasında yaşanan 1.140 kazadan 5'i (%0.4) ölümle sonuçlanmıştır. Çalışmada tespit edilen ölümlü iş kazalarının tamamı erkekler arasında meydana gelmiş ve kadınlar arasında ölümlü kaza sayısı neredeyse hiç bulunmamaktadır. Yaralanmaların %42.7'si gün kayıpsız ilk yardımla tedavi edilmiş, %34.1'i 1-3 gün arası, %21'i 4-20 gün arası ve %1.7'si ise 21-45 gün arası iş günü kayıplı olmuştur (Şekil 10). Bu durum kazaların büyük çoğunluğunun (%76.8) yaralanma şiddetinin düşük olduğu küçük kazalar olduğunu göstermektedir. Kazalar arasında en fazla iş günü kaybı motorlu el aletleriyle (motorlu testere, çim biçme makinesi vb.) çalışma sırasında olmuştur. İş günü kaybının 20 gün ve üzerinde olduğu kazalar ise motorlu el aletleri, kayma- düşme ve cisimler arasında sıkışma nedeniyle olmuştur.



Şekil 10. Yaralanmalar sonucu oluşan kayıp gün sayılarının dağılımı

İş kazalarının meydana geldiği yerler incelendiğinde kazaların %73.8'i park ve yeşil alanlarda olmuştur (Şekil 11). Buna göre her dört iş kazasından üçü park alanlarında görülmektedir. Bu alan içinde tüm yeşil rekreasyon alanları, havuz, spor tesisi, refüj, havuz, dikey bahçe, çocuk oyun alanı gibi yerler bulunmaktadır. Diğer alanlarda ortaya çıkan kazaların oranı birbirine çok yakındır. İş kazalarının %8.1'i bina ve eklentilerinde (ofis, merdiven, soyunma odaları, tuvalet, duş, yemekhane, dinlenme yeri, jeneratör odası, otopark vb.), %10.1'i yolda (sokak, cadde, otoyol vb.), %8'i üretim tesislerinde (fidanlık, depo, toprak işleme ve çuvallama tesisi vb.) olmuştur. Kazaların yaklaşık %90'ı doğrudan işyeri ile ilgili alanlarda ortaya çıkarken, geri kalanı işe gitme ve gelme, iş alanları arasındaki geçiş güzergâhları ve ulaşım noktalarında meydana gelmiştir.



Şekil 11. İş kazalarının oluştuğu yerler

İncelenen işletmede ölümleri karakterize eden çok az veri vardır. Farklı ülkelerde, peyzajla ilgili çeşitli hizmetlerdeki ölümleri inceleyen araştırmalar, oranların yüksek ve artmakta olabileceğini gösteriyor. Bu çalışma, peyzaj endüstrisindeki ölümcül yaralanmaların oranlarını ve yaygın nedenlerini değerlendirmek için ulusal bir ölüm izleme veri tabanının oluşturulması ihtiyacını desteklemektedir.

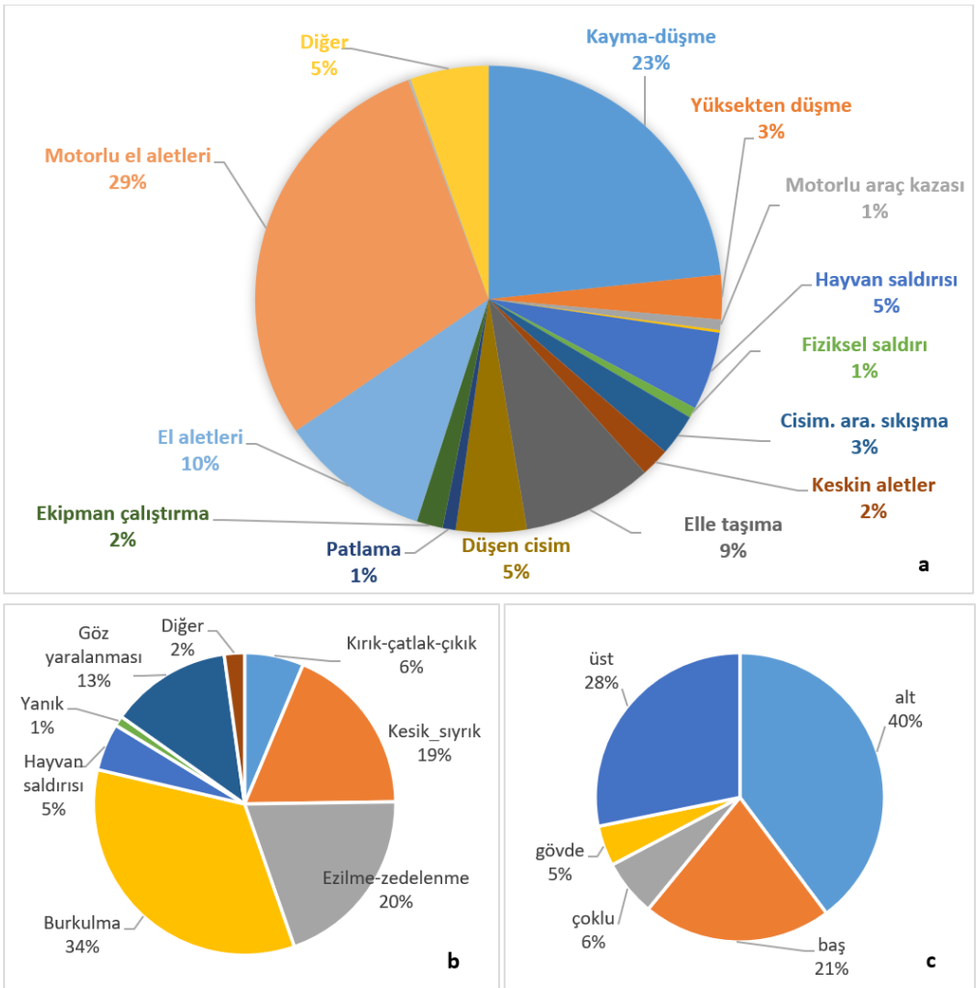
Yeşil Alan Operasyonları Kazaları

Veri tabanında toplam peyzaj kazalarının %48.5'ine karşılık gelen 553 adet yeşil alan hizmetleri kazası bulunmaktadır.

Kazaların çoğu (%62) motorlu el aletleri, kayma- takılma ve el aletleri nedeniyle yaşanmıştır. Bununla beraber, %5 ile hayvan saldırısı kaynaklı kazalarda ciddi bir yer tutmaktadır. (Şekil 12a). Kazalar sonucunda en çok (%34) burkulma ve incinme tipi (türü) yaralanmalar saptanmıştır. İş günü kaybı oluşturan büyük yaralanmalar kesiklerden (%19) ve kırık, çıkık (%6) türü yaralanmalardan oluşmaktadır. Ezilme ve zedelenmeler gibi kazalar ise %20 oranında saptanmıştır. Göz yaralanmaları %13 oranında ciddi bir yer tutmaktadır (Şekil 12b).

Yeşil alan operasyonlarında ana yaralanan kısım, toplam yaralanmaların %40'ını oluşturan alt ekstremite (bacak, ayak, ayak bileği) bölgesidir. Özellikle ayak ve ayak bileği

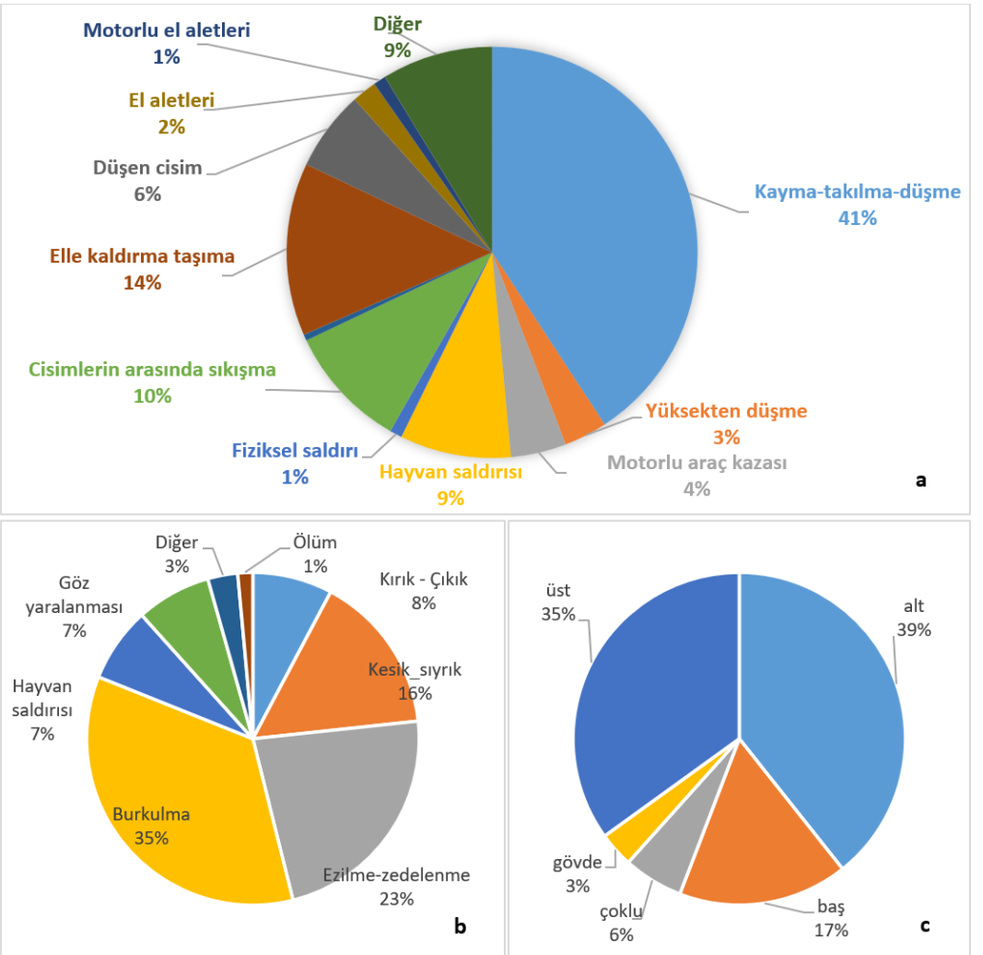
tüm yaralanmaların %25'ini oluşturmaktadır. İkinci sırada %28 ile üst ekstremite bölgesi (kol, dirsek, el bileği, el) ve üçüncü sırada %21 ile baş bölgesidir. Bunun yanında yeşil alan operasyonlarında çoklu yaralanmalarda (%6) söz konusudur. Yeşil alan operasyonlarında en az etkilenen bölge %5 ile gövde kısmıdır (Şekil 12c). Yaralanmaların vücudun sağ ya da sol kısmında olduğuna dair maalesef kayıtlarda yeterli veri bulunmamaktadır.



Şekil 12. Yeşil alan operasyonları kazaları için yaralanma nedeni (a), yaralanma türleri (b) ve yaralanan kısımların (c) yüzdesi

Temizlik Hizmetleri Kazaları

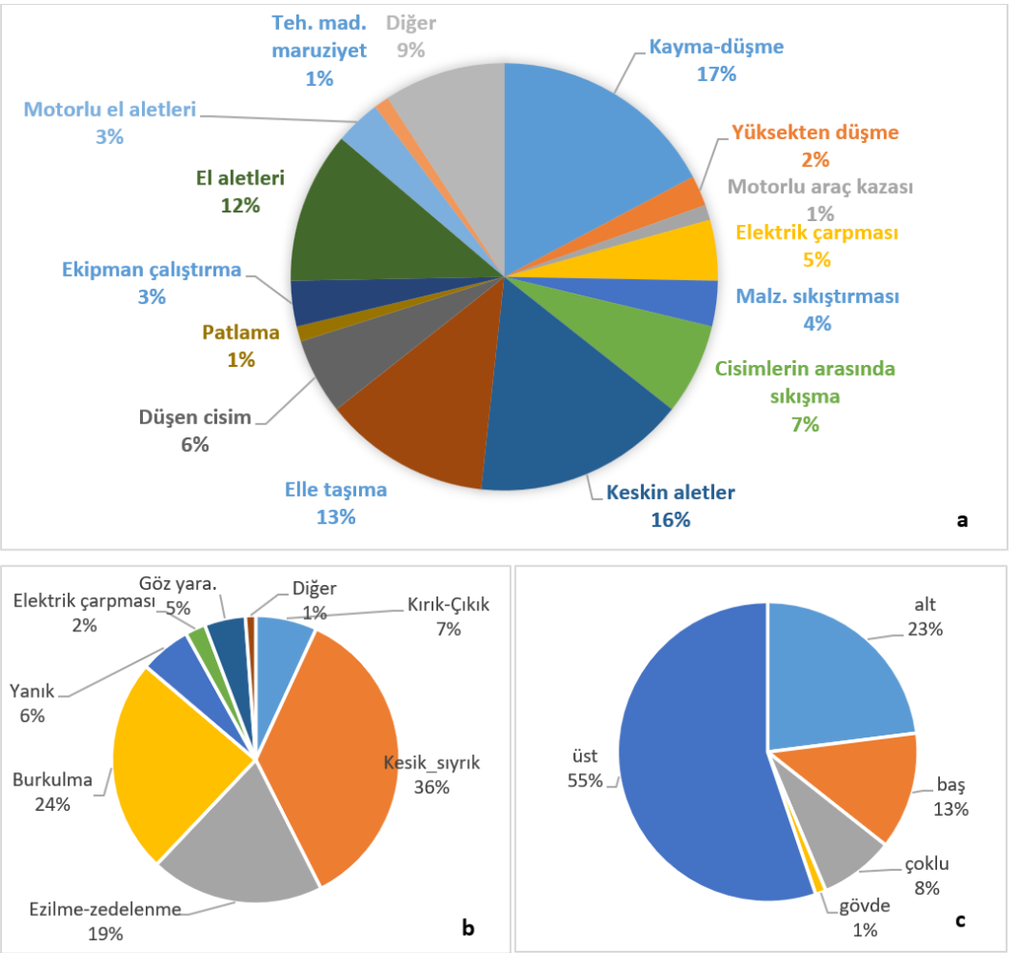
Veri tabanında toplam peyzaj kazalarının %18'ine karşılık gelen 206 adet temizlik hizmeti kazası bulunmaktadır. Yaralanma kaynağı kategorileri arasında en çok kayma-takılma-düşme yaralanmaları (%41) saptanmıştır. Daha sonra sırasıyla elle kaldırma-taşıma (%14), cisimlerin arasında sıkışma (%11) ve hayvan saldırıları (%9) yer almaktadır (Şekil 13a). İşçilerin çoğu burkulma, incinme (%35) türü yaralanmalara maruz kalırken, ezilme ve zedelenme (%23) ile kesik-sıyrık (%16) şeklinde yaralanma türleri de kayıtlara geçmiştir (Şekil 13b). Temizlik işlerinde toplam yaralanmaların %39'u alt ekstremite ve %35'i üst ekstremite bölgesinde görülmüştür. Baş bölgesinde %17, gövde bölgesinde %3 yaralanma oluşurken, %6 oranında çoklu yaralanma şeklinde olmuştur. Çoklu yaralanmalar da dikkate alındığında her dört yaralanmadan üçü üst ve alt ekstremite bölgesindeki yaralanmalardır (Şekil 13c).



Şekil 13. Temizlik hizmetleri kazaları için yaralanma nedeni (a), yaralanma türleri (b) ve yaralanan kısımların (c) yüzdesi

Yapım –Bakım- Onarım Hizmetleri Kazaları

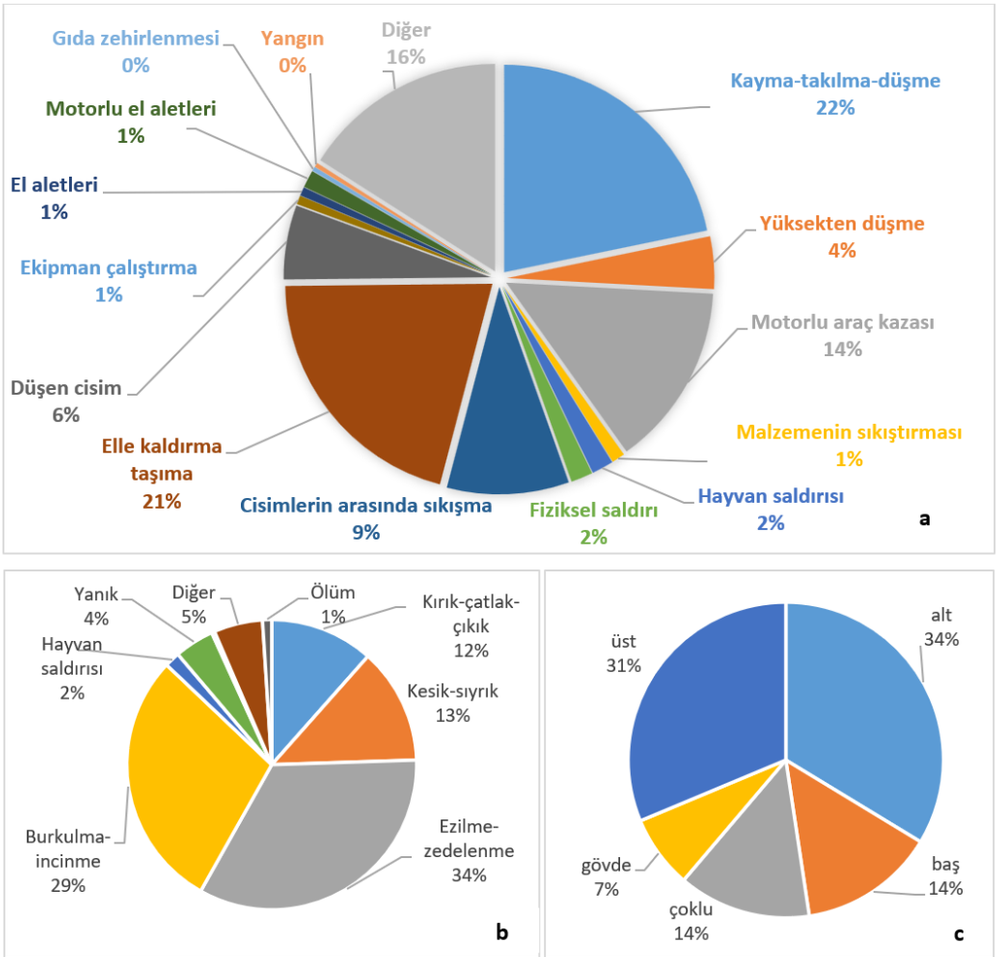
Veri tabanında toplam peyzaj kazalarının %7.6'sına karşılık gelen 87 adet yapım-bakım-onarım kazası bulunmaktadır. Yaralanma kaynağı kategorilerinde üst sıralarda sırasıyla kayma- takılma-düşme (%17), keskin aletler (%16) ve elle kaldırma-taşıma (%13) yer almıştır (Şekil 14a). Yapım -bakım -onarım hizmetlerinde ilk sırada kesik- sıyrık (%36) şeklinde yaralanmalar yer alırken, kas iskelet sistemine yönelik yaralanmalar ile burkulma-incinme (%24) ve ezilme-zedelenme (%19) onu izlemektedir (Şekil 14b). Bu işlerde toplam yaralanmaların %69'u vücudun üst bölgesinde (%55'i üst ekstremite, %11 baş ve %1 gövde bölgesinde) görülmüştür. İş kazalarının %23'ü alt ekstremite bölgesinde ortaya çıkarken, çoklu yaralanmalar %8 olmuştur (Şekil 14c). Yapım-bakım-onarım hizmetlerinde yaralanmalar detaylandırıldığında en çok etkilenen uzuv eller (%51.7) olmuştur.



Şekil 14. Yapım –bakım- onarım hizmetleri kazaları için yaralanma nedeni (a), yaralanma türleri (b) ve yaralı kısımların (c) yüzdesi

Diğer Hizmetler Sırasında Oluşan Kazalar

Veri tabanında depolama, malzeme taşıma, ulaşım vb. diğer hizmetler sırasında toplam peyzaj kazalarının %25.8'ine karşılık gelen 294 adet iş kazası bulunmaktadır. Yaralanma kaynağı içinse en üstte kayma- takılma-düşme (%22) yer alırken ikinci sırada elle kaldırma-taşıma (%21) yer almaktadır. Ulaşım kazaları diğer hizmetler başlığı altında yer aldığı için motorlu araç kazaları (%14) dördüncü sırada yer almaktadır (Şekil 15a). Başlıca yaralanma türleri ezilme-zedelenme (%34), burkulma, incinme (%29) ve kesik-sıyrık (%13) olmuştur (Şekil 15b).

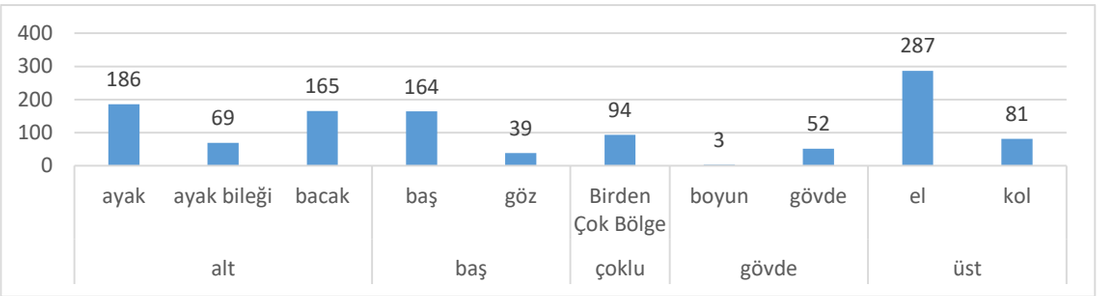


Şekil 15. Diğer hizmetler sırasında oluşan kazalar için yaralanma nedeni (a), yaralanma türleri (b) ve yaralanan kısımların (c) yüzdesi

Peyzaj çalışanları arasında diğer hizmetler sırasında yaklaşık her üç yaralanmadan birisi (%34) bacak ve ayakları kapsayan alt ekstremite bölgesinde olmuştur. Üst ekstremite bölgesi (eller ve kollar) küçük bir farkla (%31) onu izlemektedir. Baş bölgesi ve çoklu yaralanmaların görülme oranı eşit (%14) iken, en az yaralanma görülen bölge %7 ile gövde bölgesi olmuştur (Şekil 15c).

TARTIŞMA

Peyzaj çalışanları arasında kazaların vücut üzerindeki bölgesel dağılımına bakıldığında, ekstremiteler en çok etkilenen kısımlardır (Şekil 16). Bu çok şaşırtıcı değildir. Çünkü çalışma alanlarında ekstremiteler aktif olarak kullanılmaktadır. Bu özellikle el yaralanmaları için geçerlidir. Peyzaj işlerinde en çok eller kullanılır ve bu yüzden de en çok yaralanan (%25.2) kısım olmuştur. Alt ekstremite kısımlarından birisi olan ayaklar ise ellerden sonra en çok yaralanan bölge (%16.3) olmuştur. Şekil 16 incelendiğinde, peyzaj işlerinde ayak, bacak (%14.5) ve ayak bileği (%6) yaralanmaları toplandığında %36.8 oranı ile en çok etkilenen bölgenin alt ekstremite olduğu görülmektedir. Bu oranlara bakıldığında ayakların ve ayak bileklerinin genellikle kişisel koruyucularla (iş ayakkabıları ya da botlar) korunması, bu koruma seviyesinin nadiren bacaklara uygulanması nedeniyle oran yüksek çıkmıştır. Özellikle açık hava koşullarında, engebeli ve eğimli sahalarda gerçekleştirilen peyzaj işlerinde esktremitelere yönelik yaralanma oranlarına bakıldığında kişisel koruyucu seçimine özen gösterilmesi gerektiği söylenebilir.



Şekil 16. İş kazalarında vücut bölgelerine göre yaralanma

Uygun çalışma teknikleri ile önlenebilecek olan kaza tiplerinin büyük bir bölümünün güç sarf etmeyi gerektiren elle taşıma işlerinde olduğunu belirtmek gerekir. Bu yüzden çalışanlar uygun kaldırma, çekme, itme, taşıma vb. teknikler konusunda eğitilmelidir.

Kayma- takılma- düşmeler ile yüksekten düşmeler basit ve önlenebilir kazalardır. Ancak çok ciddi yaralanmalara neden olabilirler. Düşme yaralanmalarının çoğunun eğimli ıslak yüzeylerde çalışırken, ekipmanlardan inerken ya da merdivenli çalışmalardan kaynaklandığı görülmüştür. Alt ekstremite yaralanmalarının birçoğu düşme veya bedensel zorlamadan kaynaklanmıştır. Genellikle bu, güvenli olmayan bir duruma doğrudan maruz kalmaktan ziyade bir çalışma tekniği sorununu gösterir. Güvenlik programları, en sıradan görevlerin bile iş görev analizlerini içermeli ve bununla ilgili uygun tekniklerin eğitimi verilmelidir. Bu tür görevler, nesnelerin ve ekipmanların kaldırılmasını, taşınmasını, erişilmesini, sökülmesini ve onarım ve bakım için ekipmanın olağan dışı alanlarına erişilmesini içerebilir.

El/parmak yaralanmalarının üçte biri, yaralanmalara neden olan aletlerle temastan ya da cisimler arasında sıkışmadan kaynaklanan kazalardır. Bu yaralanmaların önemli bir kısmı kesik ve sıyrıklar olduğu için eldivenler temel bir korunma unsuru olarak düşünülmelidir. El/parmak yaralanmalarının çoğu ezilme ve kırıklardır. Burkulmalar ve incinme tipi yaralanmalar bazen tahmin edildiğinden çok daha ciddi olabilmektedir.

Araştırmadan elde edilen bulgular, diğer ülkelerde yapılan çalışmaların bulguları ile benzerlik göstermektedir. Kanada'da peyzaj çalışanlarında yaralanmaların büyük kısmı el (özellikle parmaklar), bacaklar ve bel kısmında yoğunlaşmaktadır. Yaralanmaların dörtte birinden fazlası, genellikle işçinin ekipman, malzeme veya enkaz gibi nesneleri hareket ettirmesi veya kaldırması sırasında aşırı efordan kaynaklanmaktadır. Diğer bir yaygın yaralanma kaynağı da kırık, burkulma veya incinme gibi yaralanmalarla sonuçlanan kayma, takılma veya düşmedir (BCLNA 2012). Amerika'da en çok yaralanma, kollar/eller/parmaklarda (%24) iken bunu çok az bir farkla bacaklar/ayaklar (%23.3) izlemektedir (OSHA 2005). Budama yapan ağaç çalışanları arasında en sık el ve kol yaralanmalarının (%67.8) meydana geldiği görülmüştür (Watson ve ark. 2012). Peyzaj işlerinde ayaklar ve bacaklardaki kesikler özellikle elle kullanılan motorlu park bahçe ekipmanlarında dikkat çekmektedir. Bunların çoğu, kesilmeye dayanıklı bot ve pantolonları gerektiren yaralanmalardır. Bu durumlarda uygun koruyucu ekipmanın giyilip giyilmediği sorgulanmalıdır. Motorlu çalı tırpanı kullanan çalışanlara, darbeye dayanıklı plastik plakalarla kaplı, yastıklı iç ped astarlarına sahip kaval koruyucular tedarik edilmelidir. Bunun yanında ayağa giren sivri cisimler nedeniyle ayakkabı seçiminde taban kısmı göz önünde tutulmalıdır. Bazen iyi bir temizlik, bu olayların önlenmesine de yardımcı olacaktır. Kesici makinelerin fırlattığı nesnelerden kaynaklanan göz yaralanmaları yine koruyucu gözlük ya da vizör kullanılmamasıyla ilişkilendirilebilir. Özellikle motorlu çalı tırpanlarının yoğun olarak kullanıldığı mayıs-eylül ayları arasındaki dönemin İstanbul'da sıcak ve nemli olması bunun bir nedeni olarak görülebilir. Maalesef bazı koruyucular işçilerin konforunu ve üretkenliğini düşürmektedir. Bu nedenle KKD seçiminde ergonomik faktörler fiyatlar nedeniyle göz ardı edilebilmektedir.

Yeşil alan hizmetlerinde iş kazalarında en önemli yaralanma nedeni elle kullanılan park bahçe ekipmanlarıdır (motorlu testere, motorlu çalı tırpanları, form makineleri, çim kesme makineleri gibi). Bu

ekipmanların neden olduğu kesikler, KKD'nin uygun kullanımıyla genellikle önlenebilir. Türkiye'de bu ekipmanların kullanımı on sene öncesine kadar hemen hemen hiç yoktu ve bugün de tatmin edilir seviyelerde değildir. Fakat son birkaç yıldır bazı sektörlerdeki iyi uygulamalarla daha popüler hale gelmeye başlamıştır. Ancak çalışanlar, KKD'nin doğru kullanımıyla önlenebilecek yaralanmaları hâlâ öğrenebilmektedir. Bu nedenle KKD'nin kullanımı konusundaki eğitimler önemlidir.

İstanbul gibi büyük bir metropolde, farklı park ve peyzaj uygulamaları için çalışanların bu alanlara ulaşması gerekmektedir. Ayrıca, temizlik araçları ve çim biçme traktörleri gibi ekipmanların da sahaya taşınması zorunludur. Bu nedenle, kazaların %8'inin motorlu taşıt (ulaşım) kaynaklı olması da şaşırtıcı değildir. Bu kapsamdaki kazalar çok az olsa da ağır sonuçlar (ölümlü) ulaşım sırasında ortaya çıkmıştır. Güvenli sürüş uygulamaları, trafik güvenliğine yönelik önlemler ve araçların düzenli bakımı gibi tedbirler bu tür kazaları azaltmada yardımcı olabilir. Peyzaj çalışmaları, işin özelliğinden kaynaklanan nedenlerle kaldırma, indirme, itme, tutma, taşıma, döndürme, eğilme, tırmanma, çömelme, bükülme, uzanma aktivitelerini içerir. Bunlar güç ve kuvvet sergilenmesini gerektirir. Bu aktivitelerin gerçekleştirilmesinden kaynaklanan yaralanmalar (%12) çok sık görülmektedir. Uygun kaldırma teknikleri konusunda uygulamalı bir eğitim, bu tür yaralanmaların çoğunu önleyebilir. Bu yaralanmaları önlemek için başka bir taktik, ağır nesneleri kaldırma veya efor gerektiren faaliyetlerden bazılarını gerçekleştirme ihtiyacını ortadan kaldıran mekanize araçların kullanılmasıdır.

Bu park bahçe ekipmanlarının kullanımı sırasında ağaçlar, dallar veya kesici bıçaklarla temasla ilgili olarak halen çok sayıda kazanın meydana geldiği görülmektedir. Araştırma konusu olan İstanbul Ağaç ve Peyzaj işletmesinin büyük ve tam zamanlı İSG profesyonellerini bulundurması önemli bir avantajdır. Ancak sektörün büyük çoğunluğunun küçük işletmelerden oluştuğu göz önüne alındığında, bu işletme sahipleri ve çalışanlarının büyük firmalarda düzenli olarak verilen güvenlik eğitimlerinden yararlanamadığı görülmektedir. Bu eğitimlerin etkili olabilmesi için gerçekçi bir çalışma ortamında uygulamalı deneyimle desteklenmesi gerekmektedir. Ayrıca, her ekipman için güvenli çalışma talimatlarının oluşturulması veya mevcut talimatların iyileştirilip etkin bir şekilde uygulanması gerektiği görülmektedir.

Bu araştırma yoluyla belirlenen önemli bazı temel ihtiyaçlar da şu şekilde sıralanabilir:

- Peyzaj çalışanlarının ulusal mesleki yeterlilik belgeleme programına dâhil edilmesi.
- Ayak ve bacak yaralanmalarını önlemek amacıyla kesilmeye dayanıklı ayakkabı ve pantolonların tedarik edilmesi ve çalışanların kişisel koruyucu donanımı (KKD) doğru kullanıp bakımını yaptırmaları veya yapmaları.
- Peyzaj işlerinde kullanılan benzinli ve elektrikli ekipmanlar ile çeşitli el aletlerinin güvenli ve doğru bir şekilde kullanılmasının sağlanması.
- Açık alanlarda çalışanların risk maruziyetini en aza indirmek amacıyla güvenli ve verimli bir iş akışı veya iş metodolojisinin geliştirilmesi.
- Ekipmandan düşme, ıslak, eğimli ve engebeli arazi uygulamalarında da özellikle kayma ve düşme kazalarının önlenmesi.
- Bedensel güç kullanımı ve kötü duruştan kaynaklanan yaralanmaların önlenmesi için doğru kaldırma, indirme, itme, çekme ve taşıma tekniklerinin öğretilmesi. Ayrıca germe ve gevşetme egzersizleri eğitiminin verilmesi.
- Yollara yakın ve yol üzerinde yürütülen çalışmalarda trafik güvenliği konusunda çalışanların bilinçlendirilmesi ve sürücülerin güvenli sürüş teknikleri konusunda eğitilmesi.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar, ağaç bakım şirketlerinde çalışanlar arasında motorlu testerelere bağlı önemli yaralanmaların (Ball ve Vosberg 2010, Hammig ve Jones 2015), çim biçme makinelerinin neden olduğu yaralanma türlerinin (Costilla ve Bishai 2006, Harris ve ark. 2018) ve motorlu çalı tırpanlarının sebep olduğu yaralanma biçimlerinin (Altuntaş ve Çelik 2022) önceki araştırmalarla uyumlu olduğunu doğrulamaktadır. Motorlu testereler, çalı tırpanları ve çim biçme makinelerinden kaynaklanan yaralanmaları önlemek için önemli eğitim kaynakları ve ekipmanlar mevcuttur (ILO 1998, Bauske ve ark. 2013,

CCOHS 2021). Ancak, uygun KKD ve güvenli iş uygulamaları (örneğin; motorlu testere ile omuz seviyesi üstünde kesim yapmama gibi) çalışanlar tarafından genellikle kullanılmamaktadır. Buna karşın Julius ve ark. (2014), ağaç bakımı şirketlerinde çalışanlarının çoğunun önerilen kişisel koruyucuları veya motorlu testereler için güvenlik prosedürlerini rutin olarak kullanmadığını kaydetmiştir. Öte yandan araştırmada peyzaj çalışanları arasında ölümlü kazaların büyük çoğunluğunun ulaşımda görülmesi yine bir başka araştırmadaki peyzaj ve çevre düzenleme işlerinde işçi ölümlerinin çoğuna katkıda bulunan işçi faaliyetleri taşıt ve ulaşım sonucuyla benzerlik göstermektedir (Kearney ve Imai 2023).

SONUÇ

Park, bahçe ve peyzaj hizmetleri büyük kentler için büyük bir endüstridir. Kamu hizmeti veren kurum/kuruluşlar ve belediyelerin yanı sıra çok sayıda özel peyzaj ve çevre düzenleme şirketlerinde görev yapan birçok çalışanı potansiyel yaralanma riskiyle karşı karşıya bırakır. Bu kuruluşların neredeyse tamamı, potansiyel olarak tehlikeli ekipmanlar ve uygulamaları kullanarak ağaç kesme, budama ve sökme hizmetleri gerçekleştirmektedir. Bu çalışmada, büyük bir işletmedeki ilgili kazaları ve bunların sonucunda oluşan yaralanma ve ölümleri göstermek ve iyileştirilmiş planlama yoluyla önlenebilecek kaza mekanizmalarını belirlemek hedeflenmiştir. Örneğin, gelişmiş plânlama, uygulamaları güvenli bir şekilde ele almak için tekniklerin yaygınlaştırılmasını veya eğitimsiz motorlu testere kullanıcıları başta olmak üzere diğer park bahçe ekipmanı kullanıcıları için kaynakların genişletilmesini içerebilir. Peyzaj işleri ile ilgili yaralanmaları azaltmak ve önleme stratejilerini değerlendirmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

Kaza raporlarındaki veriler, kazaların kök nedenlerinin, çalışanların deneyim seviyesinin, yaralanan vücut tarafının (sağ veya sol), işten izin alınan gün sayısının ve kazalara bağlı tıbbi maliyetlerin daha derinlemesine analiz edilmesi için yeterli olmamıştır. İş güvenliği yönetiminin iyileştirilmesi amacıyla, iş kazalarına ilişkin ayrıntıları daha iyi yakalayacak bir kaza raporlama sistemi geliştirilmelidir. Ayrıca, ramak kala olaylara dair çok sınırlı veri bulunması, ramak kala bildirim ve raporlama sisteminin de yeniden gözden geçirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Çalışmada elde edilen sonuçlar, karşılaşılan sınırlamalar ve sunulan öneriler, peyzaj işletmelerinin yöneticilerine mevcut iş kazası raporlama sistemlerini geliştirmede yardımcı olabilir. Ayrıca, kaza türleri ve yaralanan vücut bölgelerine dair sağlanan bilgiler, peyzaj operasyonları ve güvenlik sorumlularına, çalışanların sağlık ve güvenliğini iyileştirme konusunda gelecekteki faaliyetlerde önemli katkılar sunacaktır.

TEŞEKKÜR /BİLGİLENDİRME

Bu çalışmada, İstanbul Ağaç ve Peyzaj A.Ş. personeline kaza veri kayıtlarını kullanıma sundukları ve kaza verilerini derlemek için gösterdikleri ilgiye teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Altuntaş M, Çelik A (2022) Analysis of brush cutter-related accidents: describing an extraordinary kind of agricultural injury. The Journal of Emergency Medicine, 62 (1): 9–15.

Bauske E, Orellana R, Martinez-Espinoza A (2013) Safety Checklists for New Landscape Employees – Checklists. UGA Cooperative Extension Bulletin 1415.

Bauske EM, Maqueda KA, Martínez-Espinoza AD (2023) Safety for Hispanic Landscape Workers. The University of Georgia, USA.

Ball J, Vosberg S (2010) A survey of United States tree care companies: part I-safety training and fatal accidents. Arboric Urban, 36(5): 224-229.

BCLNA (2012) Health and Safety for Landscaping and Lawn Maintenance Companies: Crew Training Talks and Employer Guide to Occupational Health and Safety Programs. The British Columbia Landscape & Nursery Association, British Columbia.

BLS (2021) Landscaping and Groundskeeping Workers 2015-2019. https://www.bls.gov/iif/snapshots/osn-landscaping-and-groundskeeping-workers-2015-19.htm. Erişim Tarihi: 09.11.2023.

Buckley JP, Sestito JP, Hunting KL (2008) Fatalities in the landscape and horticultural services industry. American Journal of Industrial Medicine, 51: 701–713.

Campbell R (2022) Fatal work injuries caused by exposure to electricity in 2020. National Fire Protection Association (NFPA), Research No. USS112.

CCOHS (2021) What are some general safety precautions when landscaping? Canadian Centre for Occupational Health and Safety. https://www.ccohs.ca/oshanswers-/safety_haz/landscaping/general.pdf. Erişim Tarihi: 04.11.2023.

Costilla V, Bishai DM (2006) Lawnmower injuries in the United States: 1996 to 2004. Ann Emerg Med, 47(6): 567–73.

DGUV (2023) Statistica Arbeitsunfallgeschehen 2022. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV), Berlin.

Engür MO (2018) Park ve bahçe işlerinde kullanılan makinelerde çalışanlara yönelik riskler ve önleme yolları. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 6: 83-91.

ESRI (Environmental Systems Research Institute) (2022) ArcGIS Release 10.8. Redlands, CA.

ESRI (2024) ArcGIS Insights Software: Versiyon 2024.1, https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-insights/overview. Erişim Tarihi: 10.07.2024.

Fraser J (2022) What Are America's Most Dangerous Jobs? https://databases.usatoday.com/americas-most dangerous-jobs. Erişim Tarihi: 09. 11.2023.

Güler U (2021) Peyzaj mimarlığı uygulama alanlarında iş sağlığı ve güvenliği: Ankara örneğinde şantiye hizmetlerinin değerlendirilmesi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 23(1): 323-336.

Hammig B, Jones C (2015) Epidemiology of chain saw related injuries, United States: 2009 through 2013 (2015). Adv Emerg Med. 2015: 1-4.

Harris C, Madonick J, Hartka TM (2018) Lawn mower injuries presenting to the emergency department: 2005 to 2015. American Journal of Emergency Medicine, 36: 1565–1569.

ILO (1998) Safety and Health in Forestry Work: An ILO Code of Practice. International Labour Office, Geneva, Italy.

İBB (2022) İstanbul Peyzaj ve Ağaç A.Ş. 2022 Yılı Faaliyet Raporu. https://agac.istanbul/faaliyetraporu2022/index.html, Erişim tarihi: 09.08.2023.

İSGİİTST (2012) Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği. Resmî Gazete 28509 (26 Aralık 2012). https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=16909 &MevzuatTur=9&MevzuatTertip, Erişim Tarihi: 12.10.2023.

Julius AK, Kane B, Bulzacchelli MT, Ryan HDP (2014) Compliance with the ANSI Z133.1-2006 safety standard among arborists in New England. J. Safety Res, 51: 65–72.

Kearney GD, Balanay JAG, Mannarinoa AJ (2017) Safety behavior and work safety climate among landscaping and groundskeeping workers in North Carolina: a pilot study. Work, 56: 45–53.

Kearney GD, Xu X, Hight A, Arcury TA (2013) Case study: behavior and perception of using safety gear among commercial landscapers: a pilot study. J Occup Environ Hyg., 10(7):79-85.

Kearney GD, Imai S (2023) Occupational fatalities among grounds maintenance workers in the United States (2016−2020). American Journal of Industrial Medicine, 66 (9): 711-812.

Knibbs LD (2014) Occupational hazards to the health of professional gardeners. International Journal of Environmental Health Research, 24 (6).

Marshall EG, Lu S, Williams AO, Lefkowitz D, Borjan M (2018) Tree-related injuries associated with response and recovery from Hurricane Sandy, New Jersey, 2011-2014. Public Health Rep., 133 (3): 266–273.

NIOSH (1992) NIOSH Alert: Preventing Falls and Electrocutions During Tree Trimming. DHHS (NIOSH) Publication No. 92–106. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, National Institute for Occupational Safety and Health.

NIOSH (2008) Fatal Injuries among Landscape Services Workers. Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) Publication No. 2008–144.

OSHA (2005) Profile: Landscape and Horticultural Services. Office of General Industry Enforcement. Occupational Safety & Health Administration Target Industry Profile: Landscape and Horticultural Services, Industry Group 078.

OSHA (2012) Division A. Agriculture, Forestry, and Fishing. Major Group 07: Agricultural Services. Available at http://www.osha.gov/pls/imis/citedstandard.sic. Erişim Tarihi: 29.06.2022.

OSHA (2023) OSHA National News Release. https://www.osha.gov/news/newsreleases-/national/ 06122023. Erişim Tarihi: 09.11.2023.

Pegula SM (2005) Occupational Injuries Among Groundskeepers, 1992–2002. Compensation and Working Conditions Online. Washington, DC: U.S. Department of Labor, Bureau of Labor Statistics.

Pegula SM, Utterback DF (2011) Fatal İnjuries Among Grounds Maintenance Workers in United States, 2003–2008. MMWR, 60: 542–546.

Sarıöz İ (2016) Belediyelerin Park ve Bahçe İşlerinin İş Sağlığı ve Güvenliği Yönünden İncelenmesi. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara, 146 s.

SGK (2023) Sosyal Güvenlik Kurumu İş Kazası ve Meslek Hastalığı İstatistikleri. https://www.sgk.gov.tr/Istatistik/yillik/fcd5e59b-6af9-4d90-a451-ee7500eb1cb4, Erişim Tarihi: 09.11. 2023.

SVLFG (2022) Auf Einen Blick Daten Und Zahlen 2022. Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau, Kassel.

TMMOB Peyzaj Mimarları Odası (2022) 14. Dönem Çalışma Raporu (2020-2022). https://www.peyzaj.org.tr/calismalar/faaliyet_raporu.php. Erişim Tarihi: 04.11.2023.

Watson DS, Shields BJ, Smith GA (2012) Trimming- and pruning-related injuries in the United States, 1990 to 2007. The Journal of Trauma and Acute Care Surgery, 72(1): 257-262.

Wiatrowski WJ (2005) Fatalities in the Ornamental Shrub and Tree Services Industry. Compensation and Working Conditions Online. Washington, DC: U.S. Department of Labor, Bureau of Labor.

Artvin Çoruh Üniversitesi
Orman Fakültesi Dergisi
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Yıl: 2024, Cilt: 25, Sayı: 2, Sayfa: 223-237

ofd.artvin.edu.tr

Artvin Coruh University
Journal of Forestry Faculty
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Year: 2024, Vol: 25, Issue: 2, Pages:223-237

İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü işletmelerinin ekonomik katma değer ve Ramsay verimlilik ölçüleriyle gruplandırılması

Clustering of forest enterprises in Istanbul Forest Regional Directorate with economic value added and Ramsay productivity measures

Kenan OK[1], Güven KAYA[2*], Tuncay PORSUK[3]

[1]İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Orman Ekonomisi Anabilim Dalı, İstanbul
[2]Marmara Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İstanbul
[3]Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü, Ankara

Eser Bilgisi / *Article Info*
Araştırma makalesi / *Research article*
DOI: 10.17474/artvinofd.1541894

Sorumlu yazar / *Corresponding author*
Güven KAYA
e-mail: smutun@ibu.edu.tr

Geliş tarihi / *Received*
02.09.2024
Düzeltme tarihi / *Received in revised form*
04.10.2024
Kabul tarihi / Accepted
04.10.2024
Elektronik erişim / *Online available*
15.10.2024

Anahtar kelimeler:
Ekonomik katma değer
Ramsay verimlilik modeli
Orman işletmeleri
Kümeleme analizi
Ayırma analizi

Keywords:
Economic value added
Ramsay productivity model
Forestry enterprise
Cluster analysis
Discriminant analysis

Özet

Çalışmanın amacı, İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı orman işletmelerinin, ekonomik katma değer, Ramsay verimlilik ölçütü, orman alanı ve ağaç serveti temelinde bir gruplanma ve ayrım gösterip göstermediğini saptamaktır. Araştırmada bölge müdürlüğüne bağlı 10 işletme ele alınmış ve kümeleme analizi ile diskriminant analizleri kullanılmıştır. Analizlerde 2018-2022 dönemi işletme verilerinin üretici fiyat endeksiyle düzeltilmiş reel değerleri kullanılmıştır. Araştırma bulguları, Bahçeköy Orman İşletmesi'nin genel değişkenler ile alan ve servet temelli bir kümeleme analizinde, İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü'nün diğer tüm işletmelerinden ayrıldığını göstermektedir. Arazi ve ağaç servetinin etkisinin işletmeler arası kümelendirmede aynı etkiyi yapmadığı görülmüştür. İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü orman işletmelerinin ekonomik katma değer ve verimliliklerine göre anlamlı gruplara ayrılmasında; ekonomik katma değeri ve kısmi faktör verimliliklerinin ayırt edici, toplam faktör verimlilikleri, ayrıntılı verim ölçüleri, sermaye verimliliği ve yatırımın getirisi ölçütlerinin ise ayırt edici olmadığı bulunmuştur. Sonuç olarak, İstanbul örneğinde görüldüğü gibi, bir bölge müdürlüğü ölçeğinde dahi farklılaşan işletmelerin ülke ölçeğinde daha büyük farklar içerebileceği dikkate alınmalı, ayrım ve kümelemede ekonomik katma değeri ve kısmi faktör verimliliklerinden yararlanılmalıdır.

Abstract

The aim of the study is to determine whether the forest enterprises affiliated to Istanbul Regional Directorate of Forestry show a grouping and discrimination on the basis of economic value added, Ramsay productivity criterion, forest area and volume. In the research, 10 enterprises affiliated to the regional directorate were taken into consideration and cluster analysis and discriminant analysis were used. In the analyses, the real values of the enterprise data for the period 2018-2022 adjusted by the producer price index were used. The findings of the research show that Bahçeköy forest enterprise is separated from all other enterprises of Istanbul Regional Directorate of Forestry in a clustering analysis based on general variables and area or volume of the forest. It was observed that the effect of land and tree volume did not have the same effect on clustering between enterprises. In the classification of forest enterprises of Istanbul Regional Directorate of Forestry into meaningful groups according to their economic value added and productivity, it was found that economic value added and partial factor productivity were distinctive, while total factor productivity, detailed productivity measures, capital productivity and return on investment measures were not distinctive. As a result, as seen in the Istanbul example, enterprises that differ even at the scale of a regional directorate may have larger differences at the national scale, and economic value added and partial factor productivity should be utilized in separation and clustering.

GİRİŞ

Ülkemizin ilk orman işletmeleri olan Karabük ve Belgrad Orman İşletmelerinin 1937 yılında açılmasıyla birlikte, bir yandan kaç adet işletmeye sahip olunması gerektiği tartışılırken, diğer yandan bu işletmelerin nasıl yönetileceğine yönelik arayışlar da başlamıştır. Orman işletme sayısının 121'e eriştiği ve henüz Orman Baş Müdürlüklerinin açılmadığı 1947 yılında (Ok 2023), Orman Genel Müdürlüğü (OGM) Fen Heyeti; genel saha, ormanlık alan, ormanın idare şekli, ağaç cinsleri, ilk amenajman planlarına göre orman verimleri, üretim, işletme maliyetleri, üretim ve satış oranları, masrafları, kâr ve zarar durumları, dekovil ve kamyon yolu, telefon hattı ve bina durumlarını dikkate alarak, orman işletmelerini üç gruba ayırarak yönetmeyi önermiştir (Miraboğlu 1958, Fırat 1967). OGM Fen Heyetinin 121

işletmeyi İşletme-imar, İmar-bakım ve Bakım-yetiştirme şeklinde üç grup altında sınıflandırdığı ve Genel Müdürlüğe tüm işletmeler için geçerli kararlar almak yerine, bu sınıflandırmada aynı grupta yer alan işletmelere özel kararlar vererek, kurumsal farkları dikkate alabilen bir yönetim anlayışını önerdiği görülmektedir.

Uygulayıcıların oldukça önemli bu saptamasının ardından, Türk orman işletmelerinin ekonomileri ilk kez ve akademik anlamda Miraboğlu (1958) tarafından irdelenmiş ve ülke ekonomisinin gelişebilmesi için orman işletmelerinin de gelişmesi gerektiği, bunun için tek tek işletmelerle ilgilenilebileceği gibi, işletmelerin bir bütün olarak göstereceği ekonomik durumun da önemli olduğu ifade edilmiştir. Miraboğlu (1958), işletmelerin bilançolarının aktif ve pasif bileşenlerini ayrı ayrı incelemiş ve özellikle üretim maliyetleri ile satışlar üzerinde durmuş, iktisaden iyi ve kötü durumdaki işletmelerin belirlenmesini, kısa dönemde bu yapıları veri alan ve bütünleştiren politikalar geliştirilmesini önermiştir.

Miraboğlu (1958), ülke yüzeyine yayılmış tüm işletmeleri incelese de, bugün bilinen ayırma veya kümeleme yöntemlerini kullanmadan, bilançolarındaki kâr-zarar durumlarına göre devlet orman işletmelerini; her yıl düzenli kâr eden, bazı yıllar kâr-bazı yıllar zarar fakat sonuçta kâr eden, bazı yıllar kâr-bazı yıllar zarar fakat sonuçta zarar eden ve her yıl düzenli zarar eden işletmeler şeklinde dört sınıfa ayırmıştır. Aslında bu çalışma, uygulamanın ardından akademinin de, sayısı her geçen gün artan orman işletmelerinin tamamının aynı kabul edilemeyeceğini ve aralarındaki farkı dikkate alan bir yönetim biçiminin gerekli olduğu görüşünde birleşildiğini göstermektedir. Diğer yandan, Miraboğlu'nun (1958) işletmeleri gruplandırırken temel aldığı değişkenler ile eriştiği grup ortak adları ve sayılarının Fen Heyetinden farklılaşması, sahip olunan işletmeleri hangi özelliklere göre ve kaç grupta ele almak gerekeceği konusundaki belirsizliği de ortaya çıkarmıştır.

OGM ile Orman İşletme Müdürlükleri arasında görev yapmak üzere 1951 yılında Orman Baş Müdürlükleri açılmıştır (Ok 2023). Bu baş müdürlüklerin, kendilerine bağlı orman işletmeleri arasındaki farkı daha yakından görerek, sayısı artan birimleri daha etkin yöneteceği beklense de gerçekleşen uygulama ne akademiyi ne de meslektaşları tatmin edememiş ve işletmeler arası farkın merkezden dikkate alınmasına yardım edecek arayışlar sürmüştür. Bu kapsamda Geray (1982), Akdeniz Bölgesindeki 36 devlet orman işletmesini çalışma alanı olarak seçmiş, Miraboğlu (1958) ve OGM Fen Heyetinden farklı olarak, gruplandırma kararını alırken istatistik analizlerden de yararlanmayı denemiştir. Orman işletmelerinin sosyal, ekonomik ve fiziksel özelliklerine göre ve ayırma (diskriminant) analiziyle 36 işletmenin gruplandırıldığı bu çalışmada (Geray 1982), servet yoğunluğu, işletme iriliği, doğrudan giderler ve satış başarısı ögelerini dikkate alarak, işletmeleri üç gruba ayırmıştır. Yapılan ayrım ile OGM'nin tüm işletmeleri aynı stratejilerle yönetmek yerine, benzer işletme gruplarına özel stratejilerin oluşturulabileceği, ülke düzeyinde de bu yaklaşımı kullanarak sayıları gittikçe artan fakat gerek orman yapısı gerek ilişkili pazar yapıları farklı olduğu bilinen orman işletmelerinin, benzer özellik gösterenlerini aynı yaklaşımlarla yönetir veya değerlendirirken, farklılık gösterenleri ise kendi yapılarına özel bir anlayışla yönetmek gerektiği belirtilmiştir.

Akdeniz Bölgesinde bu çalışma gerçekleştirilirken, Yazıcı'nın (1982) da, Doğu Karadeniz Bölgesinde 25 devlet orman işletmesinin arazi, ağaç serveti ve personel açısından kaynak kullanımındaki etkinlik düzeylerini Farrell ve başabaş analizi yöntemleriyle belirlediği görülmektedir. Yazıcı (1982) incelediği işletmelerden teknik verimliliği en iyi olan işletmelerin, orman alanı-ağaç serveti kullanımında Akkuş, Giresun, Ardanuç, Borçka, Göktaş, Bulancak, Dereli, Maçka Mesudiye ve Torul Orman İşletmeleri olduğunu, fakat orman alanı-personel kullanımı veya ağaç serveti-personel kullanımında bu işletmelerin farklılaştığı saptamıştır.

Bu çalışmalarla aslında her ne kadar orman işletmesi ortak adı altında ve aynı Genel Müdürlük çatısı toplansalar da orman işletmelerinin pek çok açıdan farklılaştığı ve bu durumun hem yönetirken hem başarılarını değerlendirirken dikkate alınması gerektiği konusunda bir farkındalığı oluşturmuş fakat bunun nasıl yapılabileceği halen netlik kazanamamıştır. Bu noktada bir grup araştırmacının, daha çok başarıyı ölçmeye doğru bir

yönelim göstermiştir. Gerçekten de özellikleri farklı orman işletmelerin aynı stratejilerle yönetilmesi ne kadar olanaksızsa, gösterdikleri başarının aynı yaklaşımla değerlendirilmesi de olanaklı değildir. Bu kapsamda, Türkiye'de orman işletmelerinde verimliliği ölçme gerekliliğinden (Çağlar 1988) hareketle, Çağlar ve Öncer (1990), Türkiye'de 101 devlet orman işletmesini teknik ve kaynak kullanımını açıklayan 9 kümede 43 değişkenle ve faktör analizi tekniğini kullanarak başarılarına göre sıralamıştır. Daşdemir (1995), Kuzeydoğu Anadolu ve Doğu Karadeniz Bölgesinde 32 devlet orman işletmesinin başarılarının ölçümünde karma değerlendirme yöntemi olarak, biyofizik, teknik, yönetsel-sosyoekonomik değişkenlerin yanı sıra, ekonomik (mali) değişkenler kullanmıştır. Bu değişkenler; üretim başına teknik eleman kârı ve artış oranı, kâr marjı oranı, kâr verimliliği, rantabilite, işletme sermayesi verimliliği, iktisadilik, üretim verimliliği ve değişim oranı, üretim giderleri yüzdesi, birim üretim giderindeki değişim oranı, üretim başına satış geliri, üretim başına toplam gider, satış fiyatını artırma yüzdesi, birim satış fiyatı değişim oranı, tarife bedeli oranı ve değişim yüzdesi, yönetim giderleri oranı, orman bakım gideri, hizmet vasıtaları işletim gideri, standardize yol yapım gideri, suç başına koruma gideri, yatırım miktarı, ağaçlandırma yatırımlarının net bugünkü değeri, gençleştirme yatırımlarının net bugünkü değeri, orman yetiştirme maliyeti ve değişim oranı olarak listelenmiştir. Bu çalışmayla aynı yıl ve benzer bir alanda Türker (1995), önce gelir gider analiziyle işletme başarısı saptamaya çalışmış, ardından 25 orman işletmesini sosyal ekonomik ve fiziksel değişkenlere dayalı olarak ve ana bileşenler analiziyle (Türker ve Türker 1999) gruplandırmıştır. İki binli yıllarla birlikte gruplandırma, başarı değerlendirme çalışmaları devam etmiş fakat yeni yaklaşım arayışları ve yönetim amaçları ve stratejileriyle bütünleştirme gayretleri görülmüştür. Altunel (2003), ormancılık dışı işletmelerin kullandığı bazı finansal analiz ölçütlerinin orman işletmelerinde kullanılabilirliğini incelerken, Öztürk'ün (2003) ise orman işletmelerinin amaç ve stratejilerine odaklandığı ve 69 değişken kullanarak yaptığı faktör analizine, kümeleme ve diskriminant analizini eklediği ve sonuç olarak incelediği 24 işletmenin aslında iki ayrı grupta sınıflandırılabileceğini saptamıştır.

Son 80 yılda Türkiye'de orman işletmelerinin iktisadilik, verimlilik ve kârlılıklarına göre gruplandırılmalarına ilişkin çeşitli temel araştırmalar yapılmış olmasına rağmen, bu araştırma çıktılarının uygulamada yer bulamadığı görülmektedir. Bu nedenle, bir yandan işletmelerin ekonomik başarılarını ölçen yeni ölçüt, gösterge ve yaklaşımlar geliştirirken, diğer yandan bu yaklaşımların işletmelerin gruplandırılmasına uygunluğunun incelenmesi halen gereklidir. Nitekim İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü (OBM) işletme ve fidanlıklarının incelendiği bir araştırma ile orman işletmelerindeki açıklayıcılıkları daha önce incelenmemiş olan ekonomik katma değer (economic value added, EVA) ve Ramsay verimlilik ölçülerinin orman işletmelerinde hesaplanma biçimi ve değerlendirmeye yarayış durumu (Kaya ve ark. 2024a, Kaya ve ark. 2024b) ortaya çıkarılmıştır.

Orman işletmeleri için yeni bir kriter olan EVA ölçütü, Amerikan danışmanlık şirketi olan Stern Stewart & Co. tarafından 1980'lerde geliştirilmiştir (Stewart 1991, Türk 2010) ve bir işletmenin belirli (normal) bir yıldaki, düzeltilmiş vergiler sonrası net işletme kazancı ile toplam sermaye maliyeti arasındaki farkı (Otlu ve Karaca 2006) temel alan bir ölçüttür.

Bir verimlilik ölçüm yöntemi olan Ramsay modeli ise Uluslararası Çalışma Örgütü'nde teknik şef olarak çalışan M. R. Ramsay tarafından 1974 yılında geliştirilmiştir (Ramsay 2008, Güntürkün ve Balkan 2010). Ramsay modeli, muhasebe verilerine dayanarak iktisadilik, kârlılık ölçütlerini de kapsayabilen kısmi verimlilik ölçütlerini birlikte değerlendirme, çok faktörlü verimlilik ve toplam faktör verimliliğini hesaplama olanağına sahiptir.

Buraya kadar yapılan açıklamalardan da anlaşılacağı gibi, orman işletmeleri ya tüm ülke düzeyinde gruplandırılmış ya da Akdeniz, Doğu Karadeniz gibi coğrafi bölge temelinde çalışılmıştır. Buna karşılık, orman bölge müdürlüğü düzeyinde işletmeler arası gruplandırma veya benzerlik araştırmasının yapılmadığı görülmektedir. EVA ve Ramsay verimlilik ölçülerinin orman işletmelerinin ekonomik değerlendirilmesinde sunduğu fırsat ve kısıtları daha önce Kaya ve ark. (2024a ve 2024b) tarafından irdelenmiştir; fakat işletmeleri gruplandırmada veya işletmeler arası ayrımı açıklamadaki açıklayıcılıkları

incelenmemiştir. Bu araştırmada, EVA ve Ramsay verimlilik ölçüleri ile orman alanı ve ağaç servetinden hareketle, İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü (OBM) ölçeğinde orman işletmelerinin gruplandırılması, ayrılma durumlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma Alanı

Araştırmanın çalışma alanı İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü'ne (Şekil 1) bağlı 10 Orman İşletme Müdürlüğü (OİM) olarak belirlenmiştir.



Şekil 1. İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü ve İşletmeleri

OİM'lerin sahip oldukları orman alanları ve ağaç serveti Çizelge 1'de verilmiştir. Kırklareli, Çatalca ve Tekirdağ OİM'leri orman alanı fazlalığıyla dikkat çekerken, Demirköy ve Kırklareli OİM'leri ağaç serveti zenginliğiyle öne çıkmaktadır. Birim alanda ağaç serveti bakımından Demirköy ve Bahçeköy işletmeleri ilk iki sıradaki işletmelerdir

Çizelge 1. İstanbul OBM'ne bağlı OİM'ler ve orman varlığı (ha)

Orman İşletme Müdürlükleri	Orman alanı	Ağaç serveti (m^3)	
	Toplam (ha) ORALAN	Toplam (m^3) ORSERVET	Birim Alanda (m^3/ha) SERALAN
Bahçeköy	11.165	2.067.378	185
Çatalca	105.219	3.683.583	35
Demirköy	76.238	17.148.331	225
Edirne	44.405	892.511	20
İstanbul	21.923	1.356.951	62
Kanlıca	42.571	2.706.612	64
Kırklareli	105.902	12.311.812	116
Şile	59.810	885.309	15
Tekirdağ	101.174	3.195.745	32
Vize	71.984	5.194.488	72
Toplam	**640.391**	**49.442.720**	**77**

Materyal

Çalışma alanındaki orman işletmelerinin ortalama döner sermaye net kârları (zararları), orman varlıkları, toplam ve birim alandaki ağaç serveti değerleri, EVA değerleri, Ramsay modeli çıktıya dayalı kısmi verimlilik ölçülerinin, toplam ve ayrıntılı verimlilik ölçülerinin ortalama değerleri araştırma materyali olarak kullanılmıştır. Ortalama değerlerin hesabında 2018-2022 yılları arasındaki değerler esas alınarak ve üretici fiyat endeksinden yararlanarak hesaplanmış reel değerler kullanılmıştır. Orman işletmelerinin döner sermaye net kârları (zararları) döner sermaye bilançoları ve gelir tablolarından elde edilmiştir. EVA ve Ramsay verimlilik ölçülerinin değerleri ise, iki makaleden (Kaya ve ark. 2024a, 2024b) alınmıştır.

Dönem Net Kârı ve EVA Verileri

EVA, formül 1 ile hesaplanmaktadır. Formülde NOPAT düzeltilmiş vergi sonrası faaliyet kârını, NOA toplam sermaye yatırımını ve WACC, ağırlıklı ortalama sermaye maliyetini göstermektedir (Kaya ve ark. 2024a).

$$EVA = NOPAT - (NOA \times WACC) \quad (1)$$

İstanbul OBM'ne bağlı OİM'lerin 2018-2022 yılları arasındaki reel değerlerle ortalama döner sermaye net kârları (zararları) ve EVA değerleri Çizelge 2'de verilmiştir (Kaya ve ark. 2024a). En yüksek ortalama EVA değerinin Demirköy OİM'de, en düşük değerin ise İstanbul OİM'de olduğu görülmektedir. Diğer OİM'leri için ortalama değerler -3.49 milyon TL ile 70.64 milyon TL arasında değişmektedir. Bölge Müdürlüğü ortalaması ise, 30.3 milyon TL'dir. Değerler birim orman alanı için dönem net kârında Bahçeköy ve Demirköy OİM'lerinin, dönem net zararında ise İstanbul OİM'nin diğerlerinden ayrıştığını göstermektedir.

Çizelge 2. İstanbul OBM'ne bağlı OİM'lerin EVA değerleri (Kaya ve ark. 2024a)

Orman İşletme Müdürlükleri	Dönem net kârı			İşletme katma değeri
	Ortalama (milyon TL)	Ortalama (milyon TL)	Birim alanda (TL/ha)	Birim servet başına (TL/m³)
	DNK	EVA	EVAHA	EVAM3
Bahçeköy	30.97	27.74	2.485	13.42
Çatalca	44.87	43.15	410	11.72
Demirköy	214.35	160.17	2.101	9.34
Edirne	9.89	13.09	295	14.67
İstanbul	-156.98	-66.00	-3.010	-48.64
Kanlıca	46.18	39.01	916	14.41
Kırklareli	90.41	70.64	667	5.74
Şile	16.28	14.94	250	16.88
Tekirdağ	11.91	18.10	179	5.66
Vize	60.87	46.03	639	8.86
OBM	**36.87**	**36.69**	**573**	**7.42**

*DNK: Dönem net kârı; EVA: Ekonomik katma değer; EVAHA: Birim alanda ekonomik katma değer; EVAM3: Birim servet başına ekonomik katma değer

Ramsay Verimlilik Ölçülerinin Verileri

Ramsay verimlilik modelinde kısmi verimlilikler çıktıya (Ç) ve katma değere dayalı olarak hesaplanabilmektedir. Bu araştırmada aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanmış (Kaya ve ark. 2024b) çıktıya dayalı kısmi verimlilikler kullanılmıştır.

$$\text{Ücretlerin verimliliği} = V_{\text{ÜCRET}} = \text{Çıktı}/\text{Ücretler girdisi} \quad (2)$$

$$\text{Maaşların verimliliği} = V_{MAAŞ} = \text{Çıktı}/\text{Maaşlar girdisi} \quad (3)$$

$$\text{Amortisman verimliliği} = V_{AMOR} = \text{Çıktı}/\text{Amortismanlar girdisi} \quad (4)$$

$$\text{İlk madde ve malzemelerin verimliliği} = V_{\text{İMM}} = \text{Çıktı}/\text{İlk madde ve malzemeler girdisi} \quad (5)$$

$$\text{Dışarıdan sağlanan fayda ve hizmetlerin verimliliği} = V_{FH} = \text{Çıktı}/\text{Dışarıdan sağlanan fayda ve hizmetler girdisi} \quad (6)$$

$$Diğer\ girdilerin\ verimliliği = V_{DİGER} = Çıktı/Diğer\ girdiler \quad (7)$$

Ramsay modelinin toplam faktör verimliliği (TFV) ve ayrıntılı verimlilik ölçüleri (AVÖ) ise aşağıdaki formüllerle hesaplanmıştır (Kaya ve ark. 2024b).

$$Toplam\ faktör\ verimliliği = TFV = Ç/TGM \quad (8)$$
$$Ayrıntılı\ verimlilik\ ölçüsü = AVÖ = Ç/SDM \quad (9)$$
$$Kârlılık = KÇ = Kâr/Ç \quad (10)$$
$$Sermaye\ verimliliği = SV = Ç/KTS \quad (11)$$
$$Yatırımın\ getirisi = YG = 100 \times Kâr/KTS \quad (12)$$

Yukarıdaki formüllerde TGM toplam girdi maliyetini, SDM sistem dönüştürme maliyetini ve KTS kullanılan toplam sermayeyi göstermektedir. SDM, TGM'den İMM ve FH girdilerinin çıkarılmasıyla; KTS ise maddi duran varlıklar ve dönen varlıklar ortalamalarının toplamından cari yıl yapılmakta olan yatırımların ortalama değerinin çıkarılmasıyla hesaplanmıştır (Kaya ve ark. 2024b).

İstanbul OBM'ye bağlı OİM'lerde 2018- 2022 yılları arası beş yıllık dönemde Ramsay modeli çıktıya dayalı kısmi verimlilik ölçülerinin ortalama değerleri Çizelge 3'te verilmiştir (Kaya ve ark. 2024b).

Çizelge 3. Ramsay modeli çıktıya dayalı kısmi verimlilik ölçüleri değerleri (Kaya ve ark. 2024b)

Orman İşletme Müdürlükleri	Ücret	Maaş	Amortisman	İlk madde ve malzeme	Dışarıdan sağlanan fayda ve hizmet	Diğer girdi
	$V_{ÜCRET}$	$V_{MAAŞ}$	V_{AMOR}	$V_{İMM}$	V_{FH}	$V_{DİGER}$
Bahçeköy	23.09	16.30	248.78	4.32	70.31	9.85
Çatalca	11.56	15.47	799.83	4.32	143.66	9.36
Demirköy	14.58	107.33	419.87	4.41	235.50	19.92
Edirne	6.78	19.08	351.05	2.57	108.11	8.80
İstanbul	1.47	1.57	19.68	2.01	6.42	2.69
Kanlıca	5.29	10.42	346.81	4.64	67.03	17.38
Kırklareli	8.32	33.82	258.10	4.48	149.44	18.70
Şile	8.48	9.33	687.89	3.08	158.14	14.96
Tekirdağ	5.64	12.16	332.89	3.13	98.01	10.09
Vize	9.87	27.23	700.90	6.23	223.59	16.55
OBM	**8.35**	**21.90**	**351.28**	**5.08**	**112.19**	**10.90**

Ücret girdisi açısından Bahçeköy, Demirköy ve Çatalca OİM'leri verimliliği yüksek işletmeler olurken, maaşlar girdisi açısından Demirköy OİM en verimli işletmedir. Amortisman verimliliğinde Çatalca, Vize ve Şile OİM'leri ilk sıralardadır. Dışarıdan sağlanan fayda ve hizmetler açısından Demirköy ve Vize işletmeleri, diğer girdiler açısından ise Demirköy ve Kırklareli işletmeleri diğer işletmelere göre verimlidir.

OİM'lerde Ramsay modeli toplam ve ayrıntılı verimlilik ölçülerinin ortalama değerleri ise Çizelge 4'te verilmiştir (Kaya ve ark. 2024b).

Çizelge 4. Ramsay modeli toplam ve ayrıntılı verimlilik ölçüleri değerleri (Kaya ve ark. 2024b)

Orman İşletme Müdürlükleri	Toplam faktör verimliliği (TFV)	Ayrıntılı verimlilik ölçüsü (AVÖ)	Kârlılık (KÇ)	Sermaye verimliliği (SV)	Yatırım getirisi (YG)
Bahçeköy	1.77	3.25	0.49	4.70	176.13
Çatalca	1.62	2.69	0.48	2.39	78.54
Demirköy	2.43	6.06	0.59	2.19	131.43
Edirne	1.10	2.29	0.11	6.92	33.23
İstanbul	0.29	0.39	-1.84	0.73	-206.10
Kanlıca	1.45	2.22	0.40	0.48	14.49
Kırklareli	2.00	4.03	0.47	2.47	93.14
Şile	1.39	2.62	0.34	4.13	93.62
Tekirdağ	1.23	2.10	0.26	4.78	70.66
Vize	2.32	3.89	0.58	3.11	151.45
OBM	**1.40**	**2.56**	**-0.04**	**3.17**	**0.90**

Çizelge 5. Birim orman alanı Ramsay kısmi verimlilik değerleri (TL/10.000 ha) (Kaya ve ark. 2024b)

Orman İşletme Müdürlükleri	Ücret $VHA_{ÜCRET}$	Maaş $VHA_{MAAŞ}$	Amortisman VHA_{AMOR}	İlk madde ve malzeme $VHA_{İMM}$	Dışarıdan sağlanan fayda ve hizmet VHA_{FH}	Diğer girdi $VHA_{DİGER}$
Bahçeköy	20.68	14.60	222.82	3.87	62.97	8.82
Çatalca	1.10	1.47	76.02	0.41	13.65	0.89
Demirköy	1.91	14.08	55.07	0.58	30.89	2.61
Edirne	1.53	4.30	79.06	0.58	24.35	1.98
İstanbul	0.67	0.72	8.98	0.92	2.93	1.23
Kanlıca	1.24	2.45	81.47	1.09	15.75	4.08
Kırklareli	0.79	3.19	24.37	0.42	14.11	1.77
Şile	1.42	1.56	115.01	0.52	26.44	2.50
Tekirdağ	0.56	1.20	32.90	0.31	9.69	1.00
Vize	1.37	3.78	97.37	0.86	31.06	2.30
OBM	**1.48**	**3.95**	**65.05**	**0.61**	**19.68**	**2.00**

Çizelge 6. Orman alanı başına Ramsay toplam ve ayrıntılı verimlilik değerleri (TL/10.000 ha) (Kaya ve ark. 2024b)

Orman İşletme Müdürlükleri	Toplam faktör verimliliği TFVHA	Ayrıntılı verimlilik ölçüsü AVÖHA	Kârlılık KÇHA	Sermaye verimliliği SVHA	Yatırım getirisi YGHA
Bahçeköy	1.585	2.911	0.439	4.210	157.752
Çatalca	0.154	0.256	0.046	0.227	7.464
Demirköy	0.319	0.795	0.077	0.287	17.239
Edirne	0.248	0.516	0.025	1.558	7.483
İstanbul	0.132	0.178	-0.839	0.333	-94.011
Kanlıca	0.341	0.521	0.094	0.113	3.404
Kırklareli	0.189	0.381	0.044	0.233	8.795
Şile	0.232	0.438	0.057	0.691	15.653
Tekirdağ	0.122	0.208	0.026	0.472	6.984
Vize	0.322	0.540	0.081	0.432	21.039
OBM	**0.244**	**0.461**	**0.029**	**0.498**	**9.941**

Çıktıya dayalı toplam faktör verimliliklerinde Demirköy ve Vize işletmeleri ilk iki sıradaki verimli işletmelerdir. Ayrıntılı verimlilik ölçüsünde Demirköy, Kırklareli Vize işletmeleri; Karlılık (KÇ) oranında Demirköy ve Vize işletmeleri; sermaye verimliliğinde Edirne, Tekirdağ ve Bahçeköy işletmeleri ve yatırımın getirisinde Bahçeköy, Vize ve Demirköy işletmeleri en verimli işletmelerdir.

Ramsay kısmi verimlilik ölçülerinin 10.000 ha orman başına değerleri Çizelge 5'te ve Ramsay toplam ve ayrıntılı verimlilik ölçülerinin 10.000 ha orman başına değerleri ise Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 5 ve 6 Bahçeköy OİM'nin birim orman alanı başına verimlilik ölçülerinin değerinde diğer işletmelerden ayrıştığını göstermektedir.

Ağaç serveti için de kısmi verimlilik ölçülerinin değerleri hesaplanmış ve Çizelge 7'de verilmiştir. Birim alan başına değerlerde olduğu gibi, birim servet başına değerlerde de Demirköy OİM yerine, değişkene bağlı olarak, başka işletmelerin ön plana çıktığı görülmektedir.

Ramsay toplam ve ayrıntılı verimlilik ölçülerinin birim ağaç serveti başına değerleri Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 7. Ağaç serveti başına Ramsay kısmi verimlilik değerleri (TL/100.000 m^3) (Kaya ve ark. 2024b)

Orman İşletme Müdürlükleri	Ücret $VM3_{ÜCRET}$	Maaş $VM3_{MAAŞ}$	Amortisman $VM3_{AMOR}$	İlk madde ve malzeme $VM3_{İMM}$	Dışarıdan sağlanan fayda ve hizmet $VM3_{FH}$	Diğer girdi $VM3_{DİGER}$
Bahçeköy	1.12	0.79	12.03	0.21	3.40	0.48
Çatalca	0.31	0.42	21.71	0.12	3.90	0.25
Demirköy	0.09	0.63	2.45	0.03	1.37	0.12
Edirne	0.76	2.14	39.33	0.29	12.11	0.99
İstanbul	0.11	0.12	1.45	0.15	0.47	0.20
Kanlıca	0.20	0.38	12.81	0.17	2.48	0.64
Kırklareli	0.07	0.27	2.10	0.04	1.21	0.15
Şile	0.96	1.05	77.70	0.35	17.86	1.69
Tekirdağ	0.18	0.38	10.42	0.10	3.07	0.32
Vize	0.19	0.52	13.49	0.12	4.30	0.32
OBM	**0.19**	**0.51**	**8.43**	**0.08**	**2.55**	**0.26**

Çizelge 8. Birim ağaç serveti başına Ramsay toplam ve ayrıntılı verimlilik değerleri (TL/1.000.000 m^3) (Kaya ve ark. 2024b)

Orman İşletme Müdürlükleri	Toplam faktör verimliliği TFVM3	Ayrıntılı verimlilik ölçüsü AVÖM3	Kârlılık KÇM3	Sermaye verimliliği SVM3	Yatırım getirisi YGM3
Bahçeköy	0.856	1.571	0.238	2.275	85.197
Çatalca	0.438	0.729	0.130	0.649	21.322
Demirköy	0.142	0.353	0.034	0.127	7.664
Edirne	1.238	2.570	0.122	7.749	37.231
İstanbul	0.212	0.284	-1.356	0.541	-151.883
Kanlıca	0.535	0.820	0.147	0.179	5.355
Kırklareli	0.162	0.327	0.038	0.200	7.565
Şile	1.574	2.960	0.381	4.670	105.748
Tekirdağ	0.386	0.659	0.082	1.495	22.110
Vize	0.446	0.748	0.111	0.599	29.156
OBM	**0.315**	**0.597**	**0.038**	**0.645**	**12.876**

İstatistiki Analizler

Araştırmada dönem net kârı, EVA ve Ramsay verimlilik ölçüt değerlerine göre işletmelerin anlamlı gruplara ayrılıp ayrılmadığı kümeleme ve ayırma analizi ile sınanmıştır. Önce OİM'leri bu çalışmada üretilen değişkenlerle gruplandırmak için değişken değerlerinin z skorları hesaplanmış, standardize edilmiş ve böylece normal dağılıma uygun hale getirilmiştir. Değişkenler kendi aralarında çoğunlukla EVA ve Ramsay modeli ile türetilen değişkenlere dayanan "genel değişkenler" ve bu değişkenlerin alan ve servet miktarına bölünmesiyle oluşturulan "alan" ve "servet" değişkenleri olmak üzere üç ana gruba ayrılmıştır. Bu değişken gruplarıyla ayrı ayrı kümeleme analizleri gerçekleştirilmiştir.

Kümeleme analizinde sonraki aşamada optimal küme sayısını belirlemek üzere değişken gruplarına iki adımlı kümeleme analizi uygulanarak ortalama Silhoutte endeksi değerleri hesaplanmıştır. Ayırma analizinden de faydalanarak optimal küme sayıları belirlenmiş ve Çizelge 9'da koyu renkle gösterilmiştir.

Sonra Ward bağlantı tekniğinin kullanıldığı hiyerarşik kümeleme analizi ile dendrogramlar (ağaç grafikleri) elde edilmiştir. Ağaç grafiklerinde uzaklık ölçüleri dikkate alınarak uygun OİM kümeleri oluşturulmuştur. Ardından, Özdamar'ın (2004) önerisine uygun olarak, iyi Silhoutte değerlerine sahip küme sayılarıyla oluşturulan küme bilgileri kullanılarak, ayırma analizi yapılmış ve en yüksek Wilk's Lambda değerine sahip küme sayısı belirlenmiştir. Ayırma analizi ayrıca bu kümelemede hangi değişkenlerin ayırıcı niteliğe sahip olduğu bilgisini vermiştir.

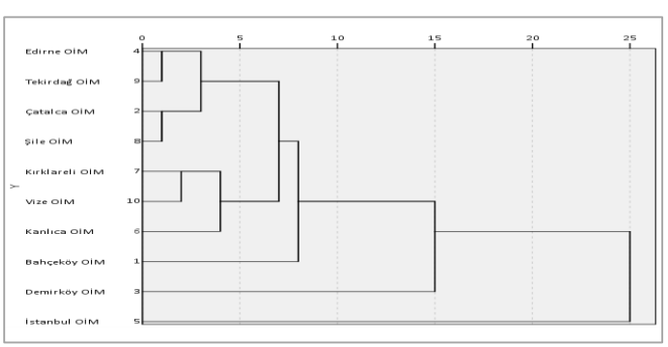
Çizelge 9. Farklı küme sayılarına göre ortalama Silhoutte değerleri

	Değişken grupları	Küme sayıları				
		2	3	4	5	6
I	EVA, $V_{ÜCRET}$, $V_{MAAŞ}$, V_{AMOR}, $V_{İMM}$, V_{FH}, $V_{DİĞER}$, TFV, AVÖ, KÇ, SV, YG, SERALAN, ORALAN	0.60	0.50	0.60	**0.60**	0.70
II	EVAHA, $VHA_{ÜCRET}$, $VHA_{MAAŞ}$, VHA_{AMOR}, $VHA_{İMM}$, VHA_{FH}, $VHA_{DİĞER}$, TFVHA, AVÖHA, KÇHA, SVHA, YGHA, SERALAN	0.80	0.70	**0.80**	0.60	0.60
III	EVAM3, $VM3_{ÜCRET}$, $VM3_{MAAŞ}$, $VM3_{AMOR}$, $VM3_{İMM}$, $VM3_{FH}$, $VM3_{DİĞER}$, TFVM3, AVÖM3, KÇM3, SVM3, YGM3, SERVET	0.70	0.70	0.70	**0.80**	0.90

BULGULAR

Genel Değişkenlere Göre OİM'leri Gruplandırma

EVA ve Ramsay ölçüleri ile orman varlığına ilişkin değişkenlerden oluşan genel değişkenler grubu kullanılarak hiyerarşik kümeleme analizi ile Şekil 2'deki ağaç grafiği (dendrogram) çizilmiştir.



Şekil 2. Değişken grubu I'e göre ağaç grafiği

En yakın alt kümeler Edirne - Tekirdağ ve Çatalca - Şile OİM'lerinden oluşurken, en uzak kümelerin İstanbul, Demirköy ve Bahçeköy OİM'lerinden oluştuğu ve tek bireyli kümelerde yer aldıkları Şekil 2'de belirgindir. Uzaklıklar ile dendrogram birlikte incelendiğinde ve ortalama Silhoutte değeri dikkate alındığında, 5 birim ölçek uzaklığı dikkate alan uygun küme sayısı 5 olarak belirlenmiştir. Bu sayı, ayırma analizi ile de teyit edilmiş ve en uygun ayırma fonksiyonunu ürettiği belirlenmiştir. Ayırma analizinde birinci grup değişkenlerin büyük bölümünün ortalamaları %95 güven aralığında anlamlı fark göstermektedir (Çizelge 10). Ayırma analizinde dokuz değişkenin tolerans testini geçemediği, çoklu doğrusal bağlantı problemi taşıdığı belirlenmiştir. Bu değişkenler, "a" indisi ile işaretli, işletmeleri gruplandırmada ayırt edici olmayan değişkenlerdir. Diğer beş değişkenin ise işletmeleri gruplandırmada ayırt edici olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 11'de yer alan özdeğer istatistiği, dört ayırma fonksiyonu türetildiğini, bunların ilkinin toplam varyansın neredeyse tamamını, ilk üçünün %100'ünü yansıttığını göstermektedir. O nedenle özdeğer, yani varyansa katılma oranı oldukça yüksektir. Kanonik korelasyon değerleri ve bunların karesi olan kanonik R^2 değeri de bu durumu doğrulamaktadır. Bağımsız değişkenler gruplar arası değişimin %100'e yakınını açıklamaktadır. Çizelge 11'de Wilks'in lambda istatistikleri 0'a oldukça yakındır. Ki-kare istatistikleri de ilk üç fonksiyonun 0.05 anlamlılık düzeyinde, son fonksiyonun ise 0.10 düzeyinde grupları (kümeleri) birbirinden anlamlı olarak ayırdığını göstermektedir.

Ayırma fonksiyonlarında yer alan bağımsız değişkenlerin katsayıları Çizelge 12'de verilmiştir. Katsayıların büyüklüğü, negatif olmasına bağlı kalmaksızın, değişkenlerin fonksiyonların şekillendirilmesine katkısının büyüklüğünü göstermektedir. Bu bağlamda varyansın büyük bölümünü açıklayan ilk fonksiyonda en önemli katkıyı VÜCRET, VAMOR ve EVA değişkenlerinin yaptığı görülmektedir.

Çizelge 10. Grup ortalamalarının eşitliği testi ve yapı matrisi

Değişkenler	Wilks' Lambda	F	Önem düzeyi	Yapı matrisi fonksiyon			
				1	2	3	4
EVA	0.040	29.951	0.001	0.029	0.084	0.938*	0.308
$V_{ÜCRET}$	0.096	11.835	0.009	-0.017	-0.029	0.613*	-0.080
$V_{MAAŞ}$	0.042	28.618	0.001	0.027	0.295	0.783*	-0.542
V_{AMOR}	0.526	1.128	0.438	0.006	-0.095*	0.060	0.008
$V_{İMM}$[a]	0.260	3.557	0.098	0.478*	0.021	0.168	0.003
V_{FH}[a]	0.324	2.607	0.161	-0.064	0.399	0.284	-0.454*
$V_{DİGER}$[a]	0.097	11.684	0.009	-0.819*	0.427	-0.190	0.286
TFV[a]	0.150	7.079	0.027	0.126	0.387	0.494*	-0.205
AVÖ[a]	0.111	10.003	0.013	-0.176	0.462	0.675*	-0.371
KÇ[a]	0.018	66.582	0.000	0.148	0.190	0.349*	0.341
SV[a]	0.405	1.834	0.260	-0.006	0.250	-0.036	-0.900*
YG[a]	0.111	10.028	0.013	0.059	0.632*	0.243	-0.292
ORALAN[a]	0.453	1.509	0.327	0.324	0.523	0.696*	0.365
SERALAN	0.040	29.641	0.001	-0.011	0.384	0.860*	0.154

[a]Analizde kullanılmayan değişkendir.

Çizelge 11. Özdeğer ve Wilks' Lambda istatistikleri

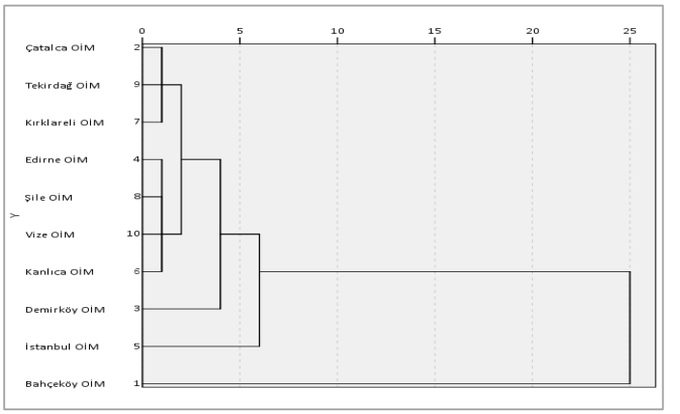
Fonksiyon	Özdeğer	Varyans yüzdesi	Kümülatif %	Kanonik korelasyon	Wilks' Lambda	Chi-square	Önem düzeyi
1	7381.318	98.9	98.9	1	0	68.63	0
2	58.338	0.8	99.7	0.992	0	33.003	0.001
3	19.219	0.3	100	0.975	0.015	16.67	0.011
4	2.193	0	100	0.829	0.313	4.644	0.098

Çizelge 12. Ayırma fonksiyonu katsayıları

Değişkenler	Fonksiyon			
	1	2	3	4
EVA	11.286	-1.703	0.685	0.661
SERALAN	-6.668	3.289	-0.407	0.822
$V_{ÜCRET}$	-18.548	-2.930	1.149	-0.831
$V_{MAAŞ}$	7.420	0.451	0.089	-1.101
V_{AMOR}	11.731	3.562	-1.114	0.737

Alan Bazlı Değişkenlere Göre Gruplandırma

Kümeleme analizinin çıktıları Şekil 3'teki ağaç grafiğinde verilmiştir. Ayırma analizi de dört kümeli analizin optimal olduğunu göstermektedir. Dört kümeli analizde tüm değişkenler, 0.05 anlamlılık düzeyinde grupları ayırmada anlamlı fark yaratmıştır ve başarılıdır (Çizelge 13). Dört kümeli analizde Çizelge 13, "a" indisi ile işaretli yedi değişkenin işletmeleri gruplandırmada ayırt edici olmadığını, diğer altı değişkenin ise grupları ayırmada anlamlı olduklarını göstermektedir.



Şekil 3. Alan bazlı değişkenlere göre ağaç grafiği

Çizelge 13. Grup ortalamalarının eşitliği testleri

Değişkenler	Wilks' Lambda	F	Önem düzeyi	Yapı matrisi fonksiyon		
				1	2	3
EVAHA	0.023	86.861	0.000	-0.007	-.257*	0.167
SERALAN	0.168	9.901	0.010	-0.005	-0.040	.492*
$VHA_{ÜCRET}$	0.002	906.159	0.000	-0.102	-0.277*	0.249
$V_{MAAŞ}$	0.037	52.158	0.000	-0.014	-0.120	.889*
VHA_{AMOR}	0.196	8.214	0.015	-0.008	-0.046	-0.110*
$VHA_{İMM}$	0.047	40.656	0.000	-0.022	-0.035	0.048*
VHA_{FH}[a]	0.149	11.405	0.007	-0.023	0.199	.499*
$VHA_{DİĞER}$[a]	0.141	12.213	0.006	-0.468*	-0.036	-0.054
TFVHA[a]	0.023	83.313	0.000	-0.126	0.002	.258*
AVÖHA[a]	0.018	107.594	0.000	-0.275	-0.046	.497*
KÇHA[a]	0.004	457.859	0.000	0.032	0.027	-0.114*
SVHA[a]	0.103	17.392	0.002	-0.218	-0.019	.389*
YGHA[a]	0.007	294.133	0.000	0.199	0.495*	0.418

[a]Bu değişkenler analizde kullanılmamıştır.

Çizelge 14'e göre, dört kümeli analizde ilk ayırma fonksiyonunun özdeğeri oldukça yüksektir ve varyansın %98.4'ünü tek başına açıklamaktadır. Kanonik R^2 de %100'dür. Dört kümenin kabul edilmesinde belirleyici olan Wilks'in Lambda değerleri üç fonksiyon için de %95 güven aralığında anlamlıdır. Her üç fonksiyonda da kümeler anlamlı olarak ayrışmaktadır.

Çizelge 14. Özdeğer ve Wilks' Lambda istatistikleri

Fonksiyon	Özdeğer	Varyans yüzdesi	Kümülatif %	Kanonik korelasyon	Wilks' Lambda	Chi-square	Önem düzeyi
1	39116.130	98.4	98.4	1.000	0.000	78.472	0.000
2	625.219	1.6	100	0.999	0.000	36.175	0.000
3	12.519	0.0	100	0.962	0.074	10.416	0.034

Çizelge 15. Ayırma fonksiyonu katsayıları

Değişkenler	Fonksiyon		
	1	**2**	**3**
EVAHA	8.549	-3.958	-0.458
SERALAN	-6.604	2.272	0.704
$VHA_{ÜCRET}$	-10.265	-0.413	-0.103
$VHA_{MAAŞ}$	6.288	-0.558	0.908
VHA_{AMOR}	8.251	0.023	0.371
$VHA_{İMM}$	-6.171	2.965	-0.228

Ayırma analizi sonucunda üç fonksiyonda altı değişken anlamlı olarak yer almıştır (Çizelge 15). İlk fonksiyonda birim alan başına ücretlerin çıktıya dayalı verimliliğinin en yüksek katkıyı sağladığı görülmektedir.

Servet Bazlı Değişkenlere Göre Gruplandırma

Şekil 4'te verilen ağaç grafiği, servete dayanan değişkenlerle yapılan kümelenmeyi göstermektedir.

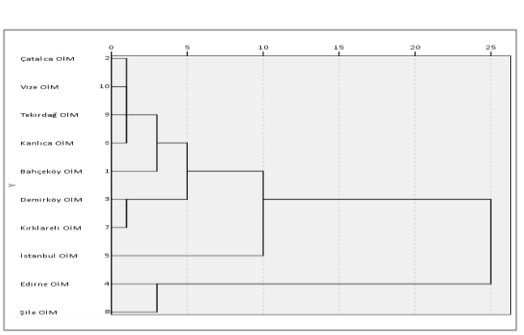
Ayırma analizi, beş kümeli analizin en iyi değerleri sağladığını göstermiştir. Bu durum ağaç grafiği gözlemleri ve Silhoutte testi değeriyle uyumludur. Ayırma analizinde grup ortalamalarının eşitliği testleri, 0.10 hata düzeyinde anlamlı olan maaşların verimliliğine ilişkin değişken dışında, tüm değişkenlerin 0.05 anlamlılık düzeyinde farklı olduğuna işaret etmektedir (Çizelge 16). Çizelge 16'da verilen yapı matrisi, "a" indisi ile işaretlenen sekiz değişkenin grupları ayırmada anlamlı olmadığını, diğer beş değişkenin ise anlamlı olduğunu göstermektedir. Ramsay modelinden türetilen sekiz değişken tolerans testini geçememiştir.

Çizelge 16. Grup ortalamalarının eşitliği testleri

Değişkenler	Wilks' Lambda	F	Önem düzeyi	Yapı matrisi			
				Fonksiyon			
				1	2	3	4
EVAM3	0.015	80.356	0.000	0.003	0.121	.960*	0.094
SERVET	0.057	20.747	0.003	-0.03	-0.185	0.129	.970*
$VM3_{ÜCRET}$	0.023	53.172	0.000	-0.004	.436*	0.141	0.205
$VM3_{MAAŞ}$	0.219	4.461	0.066	0.018	0.094	0.077	.266*
$VM3_{AMOR}$	0.164	6.361	0.034	0.032	0.100	0.074	.127*
$VM3_{İMM}$[a]	0.051	23.330	0.002	0.116	-0.257	.674*	-0.331
$VM3_{FH}$[a]	0.067	17.487	0.004	0.167	-0.078	-0.119	.265*
$VM3_{DİGER}$[a]	0.158	6.663	0.031	-0.082	-.384*	0.372	-0.235
TFVM3[a]	0.033	36.832	0.001	0.079	-0.223	.359*	-0.114
AVÖM3[a]	0.011	112.93	0.000	0.077	-0.23	.367*	0.025
KÇM3[a]	0.017	72.743	0.000	0.034	-0.104	.230*	-0.003
SVM3[a]	0.101	11.187	0.010	-0.149	0.155	-.360*	-0.033
YGM3[a]	0.063	18.538	0.003	0.095	-0.142	-.249*	0.234

[a]Bu değişkenler analizde kullanılmamıştır.

Özdeğer istatistiği, verilerin dört ayırma fonksiyonu ile ayrılabileceğini, bunlardan ilkinin toplam varyansın %89.5'ini yansıttığını, kanonik R^2sinin %100 olduğunu göstermektedir (Çizelge 17). Çizelge 17, tüm ayırma fonksiyonlarının %95 güven aralığında anlamlı olduğunu, fonksiyonların ayırma gücünün önemli derecede yüksek olduğunu göstermektedir.



Şekil 4. Servet bazlı değişkenlerle göre ağaç grafiği

Çizelge 17. Özdeğer ve Wilks' Lambda istatistikleri

Fonksiyon	Özdeğer	Varyans yüzdesi	Kümülatif %	Kanonik korelasyon	Wilks' Lambda	Chi-square	Önem düzeyi
1	2446.638	89.5	89.5	1	0.000	77.494	0.000
2	215.039	7.9	97.3	0.998	0.000	46.282	0.000
3	66.301	2.4	99.8	0.993	0.002	24.780	0.000
4	6.286	0.2	100	0.929	0.137	7.944	0.019

Beş değişkenli ayırma fonksiyonlarının katsayıları Çizelge 18'de verilmiştir.

Çizelge 18. Ayırma fonksiyonu katsayıları

Değişkenler	Fonksiyon			
	1	2	3	4
EVAM3	-0.683	-0.244	1.098	-0.215
SERVET	-4.046	-0.582	-0.013	0.804
$VM3_{ÜCRET}$	-8.620	2.095	-0.269	0.172
$VM3_{MAAŞ}$	12.378	1.002	-0.08	0.535
$VM3_{AMOR}$	19.407	-0.862	-0.106	0.493

TARTIŞMA VE SONUÇ

Genel değişkenler dikkate alındığında İstanbul OBM'ne bağlı orman işletmeleri beş kümeye (alt kümeler parantez içinde verilmiştir) ayrılmaktadır. Bu kümeler:

1. Küme: Bahçeköy.
2. Küme: (Edirne, Tekirdağ), (Çatalca, Şile),
3. Küme: Demirköy,
4. Küme: İstanbul ve
5. Küme: Kanlıca, (Kırklareli, Vize) şeklindedir.

Bu durum, genel değişkenleri dikkate alan bir değerlendirmede; Bahçeköy, Demirköy ve İstanbul işletmesinin "kendine özgü" özellikleriyle ve tek başına değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Ancak, Edirne, Tekirdağ, Çatalca ve Şile işletmelerinin aynı kabul edilebileceği, benzer kabul edilebilecek bir diğer grup işletmenin ise Kanlıca, Kırklareli ve Vize olduğu görülmektedir. Ancak, ele alınan değişkenler ve eşik değerler değiştiğinde, Edirne ve Tekirdağ işletmelerinin aynı gibi görünen Çatalca ve Şile'den ayrılabileceği anlaşılmaktadır. Bu durum Kanlıca işletmesi için Kırklareli ve Vize'ye benzerlik noktasında da geçerlidir.

Araştırma alanındaki işletmelerin alana dayalı değişkenlere göre kümeleme analizi sonucunda, işletmeler dört gruba ayrılmıştır.

Bunlar:

1. Küme: Bahçeköy,
2. Küme: (Çatalca, Tekirdağ, Kırklareli), (Edirne, Şile, Vize, Kanlıca),
3. Küme: Demirköy ve
4. Küme: İstanbul şeklindedir.

Alana dayalı bir bakış altında araştırma alanındaki küme sayısı da değiştiği gibi, Bahçeköy, Demirköy ve İstanbul işletmelerinin benzersiz konumu değişmezken, tüm değişkenlere göre ayrı nitelikte işletmeler gibi görünen; Çatalca, Tekirdağ, Kırklareli, Edirne, Şile, Vize ve Kanlıca işletmeleri aynı kümede değerlendirilebilir görülmektedir.

Orman işletmeleri için önemli bir değişken olan ve sermaye içerisindeki yeri ve belirsizliği sürekli kabul edilmiş "servete dayanan" değişkenlere göre yapılan kümelendirmede ise, İstanbul OBM'nin beş grup işletmeye sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Bunlar:

1. Küme: Bahçeköy,
2. Küme: Çatalca, Vize, Tekirdağ, Kanlıca,
3. Küme: Demirköy, Kırklareli,
4. Küme: Edirne, Şile ve
5. Küme: İstanbul şeklindedir.

İlginçtir ki, verimli ve geniş ormanlarıyla tanınan Demirköy işletmesi, servete dayalı bir kümelendirmede, Kırklareli işletmesiyle aynı kümede çıkarak, benzersizlik özelliğini kaybetmektedir. İstanbul ve Bahçeköy ise ağaç serveti açısından da kendine özel kümede yer alması gereken işletme niteliğini korumaktadır. Bu defa alana dayalı değişkenlerde aynı kümeye girmiş işletmelerden Edirne ve Şile farklı bir ağaç servetiyle ayrı değerlendirilmesi gereken işletmeler olarak, diğerlerinden ayrılmaktadır.

Orijinal EVA ve Ramsay değerleriyle türetilen değişkenlerle yapılan ilk kümelemede ayırma analizi, 9 değişkenin (*ilk madde ve malzemelerin verimliliği, dışarıdan sağlanan fayda ve hizmetlerin ve diğer girdilerin çıktıya göre kısmi verimlilikleri, toplam faktör verimliliği, ayrıntılı verimlilik ölçüsü, kâr/çıktı oranı, sermaye verimliliği, yatırımın getirisi, toplam orman alanı*) ayırıcı olmadığını, beş değişkenin (*EVA, birim alandaki servet, ücretlerin, maaşların ve amortismanların kısmi verimlilikleri*) ayırıcı nitelikte olduğunu göstermiştir. Alana dayalı değişkenlerle yapılan analizde *birim alan başına EVA, servet, ücretlerin, maaşların, amortismanların ve ilk madde ve malzemelerin verimliliği* değişkenlerinin ayırıcı değişkenler olduğu görülmüştür. Servete dayanan değişken grubu ile yapılan ayırma analizinde ise Ramsay verimlilik ölçülerine dayanan çoğu değişken dışlanmış, *ağaç serveti miktarı, 1 m^3 ağaç serveti başına EVA, ücretlerin, maaşların ve amortismanların verimliliği* değişkenleri ayırıcı olarak kabul edilmiştir.

Araştırma bulgularını, literatürde yer alan ve Doğu Karadeniz Bölgesinde gerçekleştirilen iki araştırma bulguları ile karşılaştırmak mümkündür. Türker ve Türker (1999) Doğu Karadeniz Bölgesinde 25 orman işletmesinin 11 değişkenle dört gruba ayrılabileceğini göstermiştir. Bu değişkenler arasında personel sayısı ve işçi sayısı değişkenleri, bu araştırmadaki ayırıcı değişkenlerden maaşların ve ücretlerin verimliliği değişkenleri ile yakın ilişkilidir.

Doğu Karadeniz Bölgesinde yer alan 24 devlet orman işletmesinin gruplandırıldığı diğer bir araştırmada (Öztürk ve Türker 2010) ise, kârlılık ve iktisadilik gibi değişkenlerin varlığına rağmen, 69 değişkenden sekiz değişkenin ayırıcı nitelikte olduğu, araştırma ile benzer nitelikte sadece iki değişkenin (*istihdam edilen işçi sayısı ve işçilere yapılan ödemeler*) ayırma fonksiyonunda anlamlı olarak yer aldığı görülmüştür. Görüldüğü gibi, aynı veya farklı bölgelerdeki orman işletmelerini farklı değişkenlerle farklı sayıda gruplara ayırmak mümkündür. Kaynak yöneticisinin amacına göre, kullanılan değişkenlerde farklılıklar olabilir. Ancak, her değişkenin de işletmeleri gruplandırmada ayırt edici olmadığı açıktır.

Yukarıdaki bulgular göstermektedir ki, "*İstanbul OBM orman işletmelerini ekonomik katma değer ve verimliliklerine göre anlamlı gruplara ayırmak için; ekonomik katma değeri ve kısmi faktör verimlilikleri ayırt edici özellikteyken; toplam faktör verimlilikleri, ayrıntılı verim ölçüleri, sermaye verimliliği ve yatırımın getirisi ölçütleri ayırt edici değildir.*"

EVA, mutlak değer ve oransal değişken olarak, tüm ayırma fonksiyonlarına anlamlı olarak girmiştir. Sonuç olarak, *EVA* değişkeninin orman işletmelerinin mali performanslarını ayırt edici nitelikte olduğu, Türkiye'de orman işletmelerinin gruplandırılmasında kullanılabileceği görülmektedir. İşletmenin yarattığı değerdeki değişimler üzerinden performansının ölçülmesini sağlayan (Türker 2005), yatırımların gelecekteki harcama ve faydalarını dikkate alan (Gürbüz ve Ergincan 2004, Gümüş ve Taşdemir 2016) ve düzeltmelerle muhasebe verilerinin sübjektifliğini azaltan, gerçek ekonomik performansa dönüştüren (Ertuğrul 2009, Özalp 2016) EVA, dönem net kârına/zararına karşı bu olumlu yönlerini orman işletmelerini gruplandırmadaki etkinliğiyle pekiştirmekte, iktisadi analizlerde yaygın olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Ramsay kısmi verimlilik ölçüleri arasında yer alan, ***çıktıya dayalı ücretlerin ve maaşların verimliliği ölçüleri*** de benzer şekilde üç ayırma analizinde de fonksiyonlarda anlamlı olarak yer almıştır. Ücretlerin verimliliği, işletmeler arasında işçi ve geçici personelin, maaşların verimliliği ise memurların istihdamı ve verimli kullanımı arasında fark olduğunu göstermektedir. İki analizde ise birim orman alanı başına servet ve amortismanların verimliliği değişkeninin anlamlı olarak yer aldığı görülmüştür. Amortismanların verimliliği ölçüsünün

varlığı, amortisman süresi uzun demirbaşlara sahip ve demirbaşlarını uzun süre verimli kullanan işletmeler için ayırt edici bir unsur olduğu anlamına gelmektedir. Birim orman alanı başına servetin yanı sıra, servet değişkeninin de fonksiyonlara anlamlı olarak girmesi, ağaç servetinin sermaye unsuru olarak orman işletmeciliğindeki önemini ve işletmeler arasında farklılık kaynaklarından biri olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, ülke orman işletmelerini gruplandıran bir çalışmada, ***çıktıya dayalı ücretlerin ve maaşların verimliliği ölçülerinin*** kullanılabileceği görülmektedir. Bununla birlikte, Ramsay verimlilik modelinin tüm girdi kaynaklarını dikkate alarak, verimlilik artırmak üzere bütüncül bir bakış sağlamaya yönelik olumlu yönünün (Balkan 2019) orman işletmelerini gruplandırmada iyi çalışmadığı, sadece iki kısmi verimlilik ölçüsünün öne çıktığı söylenebilir.

Çapraz doğrulanmış sonuçlar, üç değişken grubunda da orijinal kümelenmeyi desteklemiştir ve genel olarak %100 doğru sınıflandırılmıştır. Bununla birlikte ilk fonksiyonların özdeğer istatistikleri incelendiğinde, varyansı yansıtma yüzdesinde en yüksek başarının genel değişkenlerle elde edilen fonksiyonda olduğu görülmüştür. Ayrıca Wilks'in Lambda değerleri de bu bulguyu desteklemektedir. Üç gruplandırma açısından da ***Bahçeköy*** ve ***İstanbul*** işletmelerinin tekil gruplar oluşturması, ***Demirköy*** işletmesinin de iki gruplandırmada tekil, bir gruplandırmada ***Kırklareli*** ile küme oluşturması dikkat çekmektedir. Bu değerlendirmelere ilaveten, *orman alanları, servetleri, dönem net kârları, EVA değerleri ve verimlilik ölçüleri* dikkate alındığında üç gruplandırma arasından ilk sırada yer alan genel değişkenlere dayalı kümeleme analizi ile oluşturulan grup, bu araştırmada İstanbul OBM'ye bağlı işletmeler için uygun sınıflandırma olarak kabul edilmiştir.

İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü örneğinde yapılan bu araştırma göstermektedir ki, EVA ve Ramsay verimlilik ölçütleri orman işletmelerinin iktisadi durumlarını anlamak, ekonomik başarılarını sorgulamak açılarından kullanılabilir yaklaşımlardır ve OGM'ye bağlı tüm işletmelerde uygulanması mümkündür. OGM Fen Heyeti'nin 1947 yılında başlattığı, daha sonra pek çok araştırmacı tarafından farklı ölçek ve yaklaşımlarla denenen, işletmeleri içerdikleri yapısal farklılıkları dikkate alabilen bir biçimde gruplandırma çalışmalarında EVA ve Ramsay ölçülerinden de yararlanmanın mümkün olduğu ortaya çıkmaktadır. Sadece tek bir orman bölge müdürlüğünde dahi işletmelerin bazı açılardan benzer kabul edilemeyeceği ortaya çıkmıştır. Bu nedenle, OGM'nin işletmelere verdiği emirlerde, işletmeler için aldığı kararlarda, günümüzde sayısı 282'yi bulan tüm orman işletmelerini aynı kabul eden bir yaklaşımla hareket etmek yerine, emir konusuyla ilgili değişken açısından benzer veya aynı kümede kabul edilebilecek işletmeleri bilerek ve aralarındaki farkları gözeterek yönetim stratejileri geliştirmesi gereklidir.

TEŞEKKÜR / BİLGİLENDİRME

Bu makale Orman Genel Müdürlüğünün bir ARGE birimi olan, Marmara Ormancılık Araştırma Enstitüsünde sonuçlanan 10.5307/2021-2022-2023 numaralı, "Orman İşletmelerinde İşletme Katma Değeri, Kârlılık, İktisadilik ve Verimlilik İlişkileri" başlıklı proje sonuç raporundan üretilmiştir.

KAYNAKLAR

Altunel AT (2003) Orman işletmelerinin etkinliklerine ilişkin finansal çözümlemeler. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Balkan D (2019) RAPMODs Verimlilik Modelleme Sistemi. In S. Sönmez, E. Özçoban, D. Balkan ve H. Karakuş (eds), Sosyal, beşerî ve idari bilimler-2 alanında yeni ufuklar. Gece Kitaplığı, Ankara.

Çağlar Y (1988) Verimlilik ve orman işletmelerinde verimlilik düzeyinin ölçümü. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 38(2): 107–119.

Çağlar Y, Öncer M (1990) Devlet Orman İşletmelerinde Başarı Düzeylerinin Belirlenmesi. Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, No: 420, Ankara.

Daşdemir İ (1995) Orman işletmelerinin başarı düzeylerinin saptanması konusunda araştırmalar. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İstanbul.

Ertuğrul M (2009) Değere dayalı performans ölçüsü olarak ekonomik katma değerin kuramsal temelleri: Dünyada ve Türkiye'de uygulamaları. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 24: 207-218.

Fırat F (1967) Ormancılık İşletme İktisadı. İstanbul Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 1242, Orman Fakültesi Yayın No: 110, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.

Geray U (1982) Planlamanın Hazırlık Aşamasında Çok Boyutlu Analizler (Akdeniz Bölgesi Örneği). İstanbul Üniversitesi Yayınları, No: 2910, Orman Fakültesi Yayın No: 315, İstanbul.

Gümüş UT, Taşdemir B (2016) Ekonomik katma değerde finansal performansın ölçülmesi: BİST100'de işlem gören çimento sektöründeki firmalar üzerine bir uygulama. Uluslararası İşletme, Ekonomi ve Yönetim Perspektifleri Dergisi, 1(5): 14-36.

Güntürkün F, Balkan D (2010) Verimlilik Ölçme ve Değerlendirme Eğitimi. http://www.dso.org.tr/userFiles/File/Verimlilik_olcme_izl.2.pdf, Erişim Tarihi: 01.11.2020.

Gürbüz AO, Ergincan Y (2004) Ekonomik katma değer (Economic value added) (EVA) ve net kar: İMKB'deki hisse senedi fiyatlarının analizi (1995-2000). Öneri Dergisi, 6(21): 33-42.

Kaya G, Ok K, Porsuk T (2024a) İstanbul Orman Bölge Müdürlüğündeki işletme ve fidanlıkların ekonomik katma değerleri. Turkish Journal of Forestry, 25(2): 190-204.

Kaya G, Ok K, Porsuk T (2024b) Ramsay modeli ile orman işletme ve fidanlıklarının toplam ve kısmi faktör verimlilikleri: İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü örneği. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 26(3): 211-229.

Miraboğlu M (1958) Devlet Orman İşletmelerinin İşletme İktisadı Bakımından Tetkiki. İstanbul Üniversitesi Yayınları, No: 763, Orman Fakültesi Yayın No: 56, İstanbul.

Ok K (2023) Türkiye'de Devlet Orman İşletmeciliği. İçinde: Cumhuriyetin 100. Yılında Türkiye Ormancılığı ve Geleceği, Türkiye Ormancılar Derneği Yayınları, Yayın No: 67, Ankara.

Otlu F, Karaca S (2006) Faaliyet temelli maliyet sistemine göre ekonomik katma değer analizi. Muhasebe ve Finansman Dergisi, 29: 140-151.

Özalp Ö (2016) Tedarik zinciri performansının ölçümü: ekonomik katma değer yönteminin analizi. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İzmir.

Özdamar K (2004) Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi (Çok Değişkenli Analizler). 5. Baskı, Kaan Kitabevi, Eskişehir.

Öztürk A (2003) Devlet orman işletmelerinde işletme amaç ve stratejilerinin belirlenmesi (Doğu Karadeniz Bölgesi örneği). Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Trabzon.

Öztürk A, Türker MF (2010) Devlet orman işletmelerinin gruplandırılmasında çok değişkenli istatistiksel analizlerin kullanımı. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 11(2): 20-29.

Ramsay MR (2008) İşletme verimliliği ölçümü ve uluslararası işgücü verimliliği elkitabı, (Çev. Yavuz İ). Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, Ankara.

Stewart GB (1991) The Quest for Value. New York: Harper Collins.

Türk M (2010) Ekonomik katma değer (EVA) yaklaşımına göre sermaye maliyetlerinin hesaplanması ve EVA hesaplamasında muhasebe düzeni. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Türker İ (2005) Ekonomik katma değerin (EVA) hesaplanması ve gerekli muhasebe düzeltmeleri. Muhasebe ve Denetime Bakış, 15: 125-150.

Türker MF (1995) Doğu Karadeniz Bölgesi 25 devlet orman işletmesinin gelir ve gider analizi yardımıyla ekonomik başarılarının belirlenmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi I. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Bildiriler Kitabı, 4. Cilt, s. 223-229, Trabzon.

Türker MF, Türker ES (1999) Çok değişkenli istatistik analiz yardımı ile orman işletmelerinin ekonomik analizi (Doğu Karadeniz Bölgesi 25 devlet orman işletmesi örneği). Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23(Ek Sayı 1): 169-177.

Yazıcı K (1982) Orman işletmesinin ekonomik büyüklüğüne ilişkin araştırmalar (Doğu Karadeniz Bölgesi örneği). Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Doçentlik Tezi, Trabzon.

Artvin Çoruh Üniversitesi
Orman Fakültesi Dergisi
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Yıl: 2024, Cilt: 25, Sayı:2, Sayfa: 238-248

ofd.artvin.edu.tr

Artvin Coruh University
Journal of Forestry Faculty
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Year: 2024, Vol: 25, Issue:2, Pages: 238-248

Atık kâğıtlardan levha üretim denemeleri

Board production experiments from waste paper

Cengiz GÜLER[1*], Büşra ÜÇÜNCÜ[2]

[1]Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstrisi Mühendisliği Bölümü Odun Mekaniği ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Düzce
[2]Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstrisi Mühendisliği Bölümü, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Düzce

Eser Bilgisi / *Article Info*
Araştırma makalesi / *Research article*
DOI: 10.17474/artvinofd.1520964

Sorumlu yazar / *Corresponding author*
Cengiz GÜLER
e-mail:cengizguler@duzce.edu.tr

Geliş tarihi / *Received*
23.07.2024
Düzeltme tarihi / *Received in revised form*
17.09.2024
Kabul tarihi / Accepted
07.10.2024
Elektronik erişim / *Online available*
15.10.2024

Anahtar kelimeler:
Yonga levha
Atık ofis kâğıt
Fiziksel ve mekanik özellikler

Keywords:
Particleboard
Waste office paper
Physical and mechanical properties

Özet

Bu çalışma, hammadde kaynaklarımızı verimli bir şekilde değerlendirme amacı gütmektedir. Alternatif kaynakların kullanımını maksimize etmek ve geri dönüşüm yoluyla atıkları yeni ürünlere dönüştürmeyi hedeflemektedir. Bu doğrultuda, atık ofis kâğıtlarının belirli oranlarda kullanıldığı yonga levhalar üretilmiş ve bu malzemelerin teknolojik özellikleri incelenmiştir. Yonga levha üretiminde, tutkal olarak üre formaldehit, sertleştirici olarak amonyum klorür tercih edilmiştir. Levha üretimi, %0'dan %50'ye kadar değişen oranlarda atık kâğıt kullanılarak ve fabrikadan sağlanan odun yongaları ile karıştırılarak yapılmıştır.

TS-EN standartlarına uygun olarak test edilen yonga levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, ofis kâğıt atıklarının levha üretiminde %20'ye kadar kullanılmasının mümkün olduğu anlaşılmıştır. Geri dönüşümle kaynakların yeniden kullanımı, levha sektöründe üretim maliyetlerini düşürebilir ve böylece çevresel ve ekososyal faydalar sağlayabilir.

Abstract

This study aims to efficiently utilize our raw material resources. It seeks to maximize the use of alternative resources and convert waste into new products through recycling. In this context, particleboards incorporating certain proportions of waste office paper were produced, and the technological properties of these materials were examined. In particleboard production, urea formaldehyde was used as an adhesive, while ammonium chloride served as a hardener. The boards were produced by mixing factory-sourced wood chips with waste paper in varying proportions, from 0% to 50%.

The physical and mechanical properties of the particle boards were tested according to the relevant TS-EN standards. The results indicate that it is feasible to use shredded office paper particles in board production up to a 20% ratio. The recycling of resources into new products can partially reduce production costs in the board industry, thus providing environmental and ecosocial benefits.

GİRİŞ

Geri dönüşüm süreci, atık miktarını azaltarak çevremizi korumak, doğal kaynaklarımızın tükenmesini engellemek ve bu kaynakların gereksiz yere israf edilmesini önlemek için hayati öneme sahiptir. Bu süreç, katı atıkların taşınması ve depolanması gibi çevresel sorunlara da etkili çözümler sunmaktadır. Sürdürülebilir bir gelecek için kaynakların akılcı ve verimli kullanımı, hem çevresel hem de ekonomik açıdan büyük faydalar sağlayabilir.

Özellikle, orman emvali olarak bilinen ve değerli bir hammadde olan atık kâğıtların yonga levha teknolojisi aracılığıyla geri kazanılması, orman ürünleri endüstrisinde yenilikçi ve önemli bir adım olarak görülmektedir. Bu yaklaşım, ormanlarımızın korunmasına katkıda bulunurken, aynı zamanda atık yönetimi ve geri dönüşüm alanında yeni fırsatlar yaratmaktadır. Geri dönüşümle elde edilen yonga levhalar, mobilya üretiminden inşaat sektörüne kadar geniş bir kullanım alanına sahip olabilir ve bu sayede ekonomiye katma değer sağlayabilir.

Masif ağaç kullanımının yüksek maliyeti ve kayıpları, malzeme verimliliğini artırma çabalarına engel olmaktadır. Dünya nüfusunun artması ve orman kaynaklarının azalması göz önünde bulundurulduğunda, mobilya üretimindeki temel hammadde olan ağacın daha etkin kullanılması zorunlu hale gelmiştir. Bu durum, mobilya üretiminde masif ağaç yerine, odun artıklarından üretilen kompozit malzemelerin kullanımını artırmıştır. Yonga levhalar, bu kompozit malzemeler arasında yer

almakta ve ağaç levha endüstrisinde en büyük üretim payına sahip malzemelerdir (Nemli ve Kalaycıoğlu 2000).

Atık kâğıtlar, hammaddeler arasında kaynak olarak önemli bir yere sahiptir. Bu kaynak 1970'lerin ortalarından itibaren sürekli büyümeye başlamıştır (Thompson ve ark. 2001). Hammadde ve enerjinin tüketimini sınırlamak, yüksek fiyatlar ve odun hammaddesi kıtlığı gibi olumsuz şartlar, diğer yandan teknolojik gelişmeyi de modifiye etmiştir. Lif fiyatlarının yüksek olması ve odun arzının kıtlığı gibi konular, teknik gelişmeyi harekete geçirerek kaynakların kullanım alanları ve yeniden kazanım ile tekrar kullanım oranlarında dünya genelinde artışa yol açmıştır.

Diğer bir taraftan, Avrupa'da ilk zamanlar, lif ve lif levha tüketiminin yaklaşık %37'si geri dönüştürülmüş malzemelerden elde edilmiştir. Kâğıt ve karton üretiminde kullanılan ham maddenin üçte birinin atık kâğıtlardan sağlanmakta olduğu tahmin edilmekte olup Cepi Statistik verilerine göre bu oran %35 civarındadır (URL-1). Etkili bir geri dönüşüm sektörünün kurulabilmesi için bir dizi koşulun karşılanması şarttır. Şehirlerin düzenli plânlanması ve yeterli nüfus yoğunluğu, bu koşulların başında gelir. Dağınık yerleşim alanları ve kırsal bölgelerde atık kâğıt toplama işlemi maliyetlidir. Bu süreci düzenleyebilmek için, güçlü bir organizasyonel yapı ile çevresel ve toplumsal bilince ihtiyaç vardır.

Son yıllarda, çevre bilincinin artması ve kirlilik endişelerinin yükselmesi, kâğıt endüstrisinde işletme ve yatırım maliyetlerinin artmasıyla birleşerek, atık kâğıtların hammadde olarak yeniden kullanımını daha karmaşık hale getirmiştir. Bu durum, özellikle kâğıt hamuru üretimi için gerekli malzemelerin maliyetli olduğu ülkelerde, atık kâğıt geri dönüşümünün önemini artırmıştır. Atık kâğıtların yeniden kullanımı üzerine ilgi giderek artış göstermiş ve günümüzde atık kâğıtlar uluslararası ticaretin konusu durumuna gelmiştir (Şahin 2016). Çevre kirliliği sorunlarının artan etkisiyle, atık kâğıt kullanımı, sürdürülebilir üretim ve tüketim modellerinin bir parçası olarak daha fazla önem kazanmıştır.

Atık kâğıtların geri dönüşümü, doğal kaynakların korunması ve çevresel ayak izinin azaltılması açısından kritik bir rol oynamaktadır. Geri dönüştürülmüş kâğıt, yeni kâğıt üretimi için gereken enerjiyi ve suyu önemli ölçüde azaltırken, aynı zamanda ormanların korunmasına ve atık depolama alanlarının azaltılmasına da katkı sağlamaktadır. Bu süreç, ekonomik ve çevresel faydaların yanı sıra, toplumların geri dönüşüm konusunda daha bilinçli hale gelmesine ve atık yönetimi uygulamalarının iyileştirilmesine olanak tanır (Güler 2005).

Geri dönüşüm endüstrisinin gelişimi, atık kâğıtların toplanması, ayrıştırılması ve işlenmesi için daha verimli teknolojilerin ve yöntemlerin ortaya çıkmasını teşvik edebilir. Bu yenilikler, atık kâğıtların daha yüksek kalitede ham madde olarak kullanılmasını ve böylece kâğıt ürünlerinin genel kalitesinin artırılmasını sağlayabilir. Ayrıca, geri dönüşüm sürecinin optimizasyonu, işletmelerin maliyetlerini düşürmelerine ve rekabet avantajı elde etmelerine yardımcı olabilir.

Atık kâğıt kullanımının artması, kâğıt endüstrisinin hammadde temini açısından önemli bir rahatlama sağlamıştır. Özellikle oduna dayalı olan kâğıt üretimi, atık kâğıtların geri dönüşümü sayesinde daha sürdürülebilir hale gelmiştir. Bu durum, ülke ormanlarımız üzerindeki baskıyı azaltmada önemli bir adımdır (Güler 2005).

Atık kâğıt geri dönüşümü, yeni kâğıt hamuru üretimine göre daha az enerji tüketilmesi ile geri dönüşüme katkı sağlayacağı gibi enerji maliyetlerini de düşürür. Yeniden kullanılan atık kâğıtların işlenmesiyle, daha ucuz bir şekilde kâğıt hamuru üretilebilir. Bu, farklı türlerde (yazı tabı, gazete, oluklu mukavva, ambalaj, temizlik ürünleri vb.) kâğıt üretimini mümkün kılar. Bu nedenle atık kâğıt geri dönüşümü, kâğıt endüstrisindeki hammadde açığını büyük ölçüde kapatmaya yardımcı olabilir. İkinci kez kullanılan atık kâğıtlar, kalitelerine bakılmaksızın çeşitli kâğıt ve karton ürünlerinin üretiminde değerli bir kaynak olarak değerlendirilebilirler (Akgül ve Güler 2002). Çizelge 1'de 2022 yılı türkiye ithal ve yerli kâğıt toplam miktarı gösterilmiştir.

Çizelge 1. 2022 yılı türkiye ithal ve yerli kâğıt toplam miktarı (ton) (Anonim 2022)

İthal					Yerli					
Oluklu ve kraft torba	Gazete	1.hamur	Karışık	İthal toplam	Oluklu ve kraft torba	Gazete	1.hamur	Karışık	Yerli toplam	Genel toplam
699.447	53.001	2.516	590.080	1.345.044	2.161.372	12.663	344.932	1.094.131	3.613.098	**4.958.142**

Taramian ve ark. (2007)'nın yaptıkları çalışmaya göre, kâğıt fabrikası çamuru yonga levha üretiminde kullanılmıştır. Bu çalışmada, tek katmanlı ve üç katmanlı yüzeyde kâğıt çamuru içeren tahtalar üretilmiştir. Kâğıt çamuru ile ahşap partiküllerinin farklı oranları (0:100, 15:85, 30:70 ve 45:55) kullanılmıştır. Levhalar, %3 ve %4 metilen difenil diizosiyanat (MDI) ile %10 ve %12 üreformaldehit (UF) yapıştırıcıları kullanılarak üretilmiştir. İncelenen özellikler arasında levhaların eğilme ve kesme mukavemetleri, su emme ve kalınlık şişmesi yer almaktadır. Sonuçlar, kâğıt çamuru miktarının levhaların mekanik özelliklerini olumsuz etkilediğini göstermektedir. Genel olarak, UF bağlı yonga levhalar, MDI bağlı yonga levhalara göre daha iyi mekanik performans, su direnci ve kalınlık şişmesi sağlamıştır. Ancak, kâğıt çamuru içeriği arttıkça UF bağlı levhaların mukavemeti MDI bağlı levhalara göre daha fazla azalmıştır. Sonuçlar, %12'lik UF ve %15 kâğıt çamurundan yapılan üç katmanlı levhaların EN ve ASTM D 1037-99 tarafından belirlenen minimum gereksinimleri tam olarak karşıladığını göstermektedir. Eshraghi ve Khademieslam (2012) yaptıkları çalışmada, atık mukavva liflerini ve ahşap odun yongalarını kullanarak tek katmanlı yonga levhalar üretmişlerdir. Burada, üre formaldehit reçinesi farklı oranlarda uygulanmıştır. Bununla beraber, statik eğilme dayanımı yüzeye dik çekme direnci ve kalınlık artımı gibi değerler ölçülmüştür. Sonuçta, atık mukavva liflerinin minimum eğilme dayanımı (MOR) gereksinimini karşıladığını, eğilmede elastikiyet modülü (MOE) değerlerinin nemli ve kuru koşullarda kullanım için uygun olduğu tespit edilmiştir.

Nicewicz ve ark. (2006), atık kâğıt parçacıklarından tek katmanlı yonga levhalar üretmişlerdir. İşlemde iki çeşit atık kâğıt (karışık atık kâğıt ve atık kâğıt torbalar) ve iki yapıştırıcı (üre-formaldehit reçinesi (UF) ve melamin-üre-formaldehit (MUF)) uygulanmıştır. Üretilen levhaların özellikleri (eğilme mukavemeti, elastikiyet modülü, dik çekme mukavemeti ve kalınlık şişmesi) incelenmiştir. Sonuç olarak, atık kâğıdın yonga levhaların üretiminde kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Bir çalışmada, atık gazete kâğıtlarının yonga levha üretiminde kullanıldığı ve bu levhaların mekanik özelliklerinin pres sıcaklığı ve maleik anhidritin etkisiyle incelendiği belirtilmiştir. Farklı oranlarda (75/25, 50/50, 25/75, 0/100) atık kâğıt ve odun yongaları karıştırılarak levhalar üretilmiş, eğilme direnci, elastikiyet modülü, iç bağlama direnci ve kalınlık artımı gibi özellikler değerlendirilmiştir. Bu levhaların Avrupa Normları standartlarını karşıladığı tespit edilmiştir (Nourbakhsh ve Ashori 2010). Yonga levha bitkisel veya odunsu yongaların tutkal ilâvesi ile belirli özelliklerde oluşturulan levha taslağının preslenmesi sonucu elde edilen bir üründür. Yonga levhaların yoğunlukları 0.50-0.80 g/cm³ arasında değişir.

Yonga levha üretiminde, levha ağırlığının yaklaşık %90'ından fazlasını odun oluştururken, sentetik reçineler yapıştırıcı olarak kullanılmaktadır (Kalaycıoglu ve Özen 2012). Bu endüstride iğne yapraklı ağaçlar başta olmak üzere geniş yapraklı ağaçlar ve endüstriyel atıklar ile çeşitli yıllık bitkilerin odunsu kısımları değerlendirilmektedir.

Ülkemizdeki hammadde kaynaklarının daha etkin ve rasyonel kullanımı, sürdürülebilirlik açısından büyük önem taşımaktadır. Özellikle orman ürünleri endüstrisinde, yonga levha gibi temel girdilerin üretiminde, kâğıt atıklarının değerlendirilmesi, hem hammadde kaynaklarını çeşitlendirecek hem de ürünlerin teknolojik özelliklerine katkıda bulunacaktır.

Bu çalışmada atık kırpıntı kâğıtlardan belirli oranlarda karıştırılarak levhalar üretilmiştir. Böylece her yıl yakılarak ya da değişik amaçlarla kullanılagelen ofis kırpıntı atık kâğıtların orman ürünleri endüstrisinde hammadde kaynağına destek olarak değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Bununla beraber, levha üretiminde

kullanılan atık kâğıtların levha özelliklerine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Bu çalışmada kullanılan kırpıntı kâğıt atıkları, Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi'ndeki atık kâğıt toplama biriminden temin edilmiştir. Bu atıklar, fotokopi makinelerinde kullanılan ve tekrar kullanılamayan 80 g/m^2 yoğunluğa sahip kâğıtların, kâğıt imha makinesiyle parçalanması sonucunda elde edilmiştir. Endüstriyel odun yongaları ise Yıldız Entegre AŞ. Mudurnu yonga levha tesislerinden temin edilmiştir. Burada, 440 x 440 x 18 mm ebatlarında, 700 kg/m^3 hedeflenen yoğunlukta, üreformaldehit tutkalı ile üretilen levhaların bazı fiziksel ve mekanik özelikleri belirlenmiştir.

Yöntem

Deney levhalarının üretimi, hammadde yonga içerisine farklı oranlarda atık kırpıntı ofis kâğıtları ilâve edilerek geleneksel yonga levha üretim esaslarına göre yapılmıştır. Her gruptan ikişer levha üretimi gerçekleştirilmiştir. Deney levhalarının üretiminde, %65'lik üre formaldehit kullanılmış olup, tam kuru yonga ağırlığına oranla dış tabakada %10, orta tabakada %8 oranında tam kuru tutkal uygulanmıştır. Sertleştirici olarak, tam kuru tutkalın %10'u kadar %33'lük amonyum klorür eklenmiştir. Kırpıntı ofis kâğıt ve endüstriyel odun yongaları, dış ve orta tabaka olmak üzere, mekanik elle karıştırma kollarına sahip tutkallama makinesinde ayrı ayrı en az 5 dakika boyunca karıştırılmıştır. Bu esnada, hazırlanmış tutkal çözeltisi havalı tutkal püskürtme tabancası ile üstten püskürtülmüştür. Daha sonra tutkallanmış karışım, şekillendirme çerçevesinde el yordamı ile dikkatlice üç tabaka halinde serilmiştir. Oluşturulan levha taslağı, çelik pres sacları arasına yerleştirilerek sıcak prese alınmıştır. Levha taslakları, 150°C sıcaklıktaki preste 7 dakika boyunca bekletilmiştir. Levhaların üretim planı Çizelge 2'de, levha taslağının oluşturulması ve levha taslağı ise Şekil 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 2. Levhaların üretim planı

Levha grupları	Kırpıntı kâğıt (%)	Endüstriyel odun yongası (%)
A	0	100
B	10	90
C	20	80
D	30	70
E	40	60
F	50	50
I	100	0



Levha taslağının oluşturulması Levha taslağı

Şekil 1. Levha taslağının oluşturulması ve levha taslağı

Her gruptan ilgili standartlara göre örnekler alınmış ve mekanik testler için 10 adet deney örneği uygulanmıştır. Yoğunluk, TS-EN 323 (1999) standardına göre belirlenmiştir. Ayrıca kalınlık artışı TS-EN 317 (1999) standardına uygun olarak incelenmiştir. Mekanik özellikler arasında eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü (TS-EN 310, 1999) ve yüzeye dik yönde çekme direnci (TS-EN 319, 1999) bulunmaktadır. Levhalardan alınan örnekler, TS-EN 326-1 (1999) standardına uygun olarak kesilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Yoğunluk

Deneme levhalarında her bir gruba ait yoğunluk değerleri Çizelge 3 ve Şekil 2'de verilmiştir.

Levha yoğunluğu 0.699 g/cm³ ile 0.733 g/cm³ arasında değişmektedir ve üretilen levhaların yoğunluk değerleri arasındaki farklılık varyans analizi ile test edilmiştir. Yoğunluk değerleri ve varyans analizi sonuçları ise, Çizelge 4'de gösterilmiştir.

Çizelge 3. Deneme levhalarında her bir gruba ait yoğunluk değerleri (g/cm³)

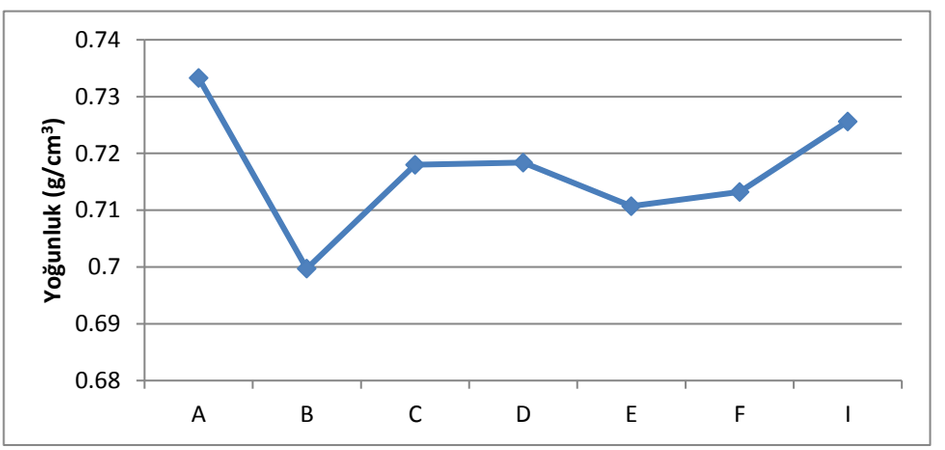
Levha grupları	Aritmetik ortalama (χ) (g/cm³)	Std. sapma (S)	Varyasyon katsayısı (%)
A	0.733a	0.01986	2.70
B	0.699b	0.01566	2.23
C	0.718ab	0.01967	2.73
D	0.718ab	0.02431	3.38
E	0.710ab	0.04235	5.95
F	0.713ab	0.01753	2.45
I	0.725ab	0.03266	4.50

Çizelge 4. Yoğunluk değerleri varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F (Oran)	P (Önem düzeyi)
Gruplar arası	0.007	6	0.001	1.702	0.135
Gruplar içi	0.043	63	0.001		
Toplam	0.050	69			

Levhanın yoğunluğu, fiziksel ve mekanik özellikleri etkileyen önemli faktörlerden biridir. Levhalarda yoğunluğun artması, kalınlığındaki artışı ve stabiliteyi sağlayarak diğer özelliklerin iyileşmesine katkıda bulunur. Yoğunluğun artmasıyla birlikte parçacıklar arasındaki temas daha güçlü hale gelir ve levhanın direnci artar (Göker ve Akbulut 1992).

Duncan istatistik testi sonucuna göre ortalama yoğunluk değeri, I grubu levhada değerin yüksek olduğu görülmektedir. Fakat genel olarak diğer levha gruplarında yoğunluk farklılığı görülmemektedir. Bununla beraber hedeflenen yoğunluk değerinden sapmaların nedeni laboratuvar ortamında serme işlemlerinin mekanik olarak yapılmasından kaynaklandığı ifade edilebilir. TS EN 312 (2012)'e göre levhadaki yoğunluk toleransı ± %10 olabilir. Buna göre levha gruplarında ortalama yoğunluk dağılımının homojen olduğu kabul edilerek elde edilen sonuçlar standartlara uygun bulunmuştur.



Şekil 2. Deney levhalarının yoğunluk değerleri

Kalınlık Artışı ve Su Alma Miktarı

Deneme levhalarının her birine ait kalınlık artışı değerleri Çizelge 5'de verilmiştir.

Üretilen levhaların ortalama 2 saatlik kalınlık artışı değerleri arasında farklılık varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Buradaki 2 saat ve 24 saat kalınlık artışı varyans analiz sonuçları Çizelge 6, 7 ve Şekil 3'de gösterilmiştir.

Çizelge 5. Kalınlık artış değerleri (%)

Levha Grupları	2 saat (%) ortalama (χ)	Std. sapma (S)	24 saat (%) ortalama (χ)	Std. sapma (S)
A	19.23a	1.312	29.32bc	1.904
B	21.12ab	2.283	27.06ab	2.539
C	25.44de	3.294	32.43d	5.064
D	29.24f	5.039	38.01e	2.429
E	24.50cd	2.676	30.31cd	2.812
F	27.23ef	2.171	32.44d	2.235
I	22.08bd	1.599	25.49a	1.296

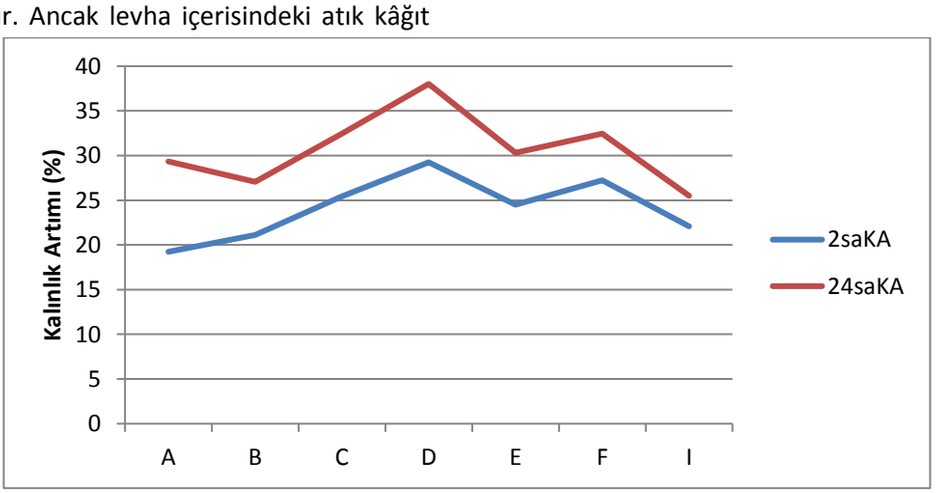
Çizelge 6. Kalınlık artışı 2 saat için varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F (Oran)	P (Önem düzeyi)
Gruplar arası	749.030	6	124.838	15.165	0.00
Gruplar içi	518.612	63	8.232		
Toplam	1267.642	69			

Çizelge 7. Kalınlık artımı varyans analizi sonuçları (24 saat)

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F (Oran)	P (Önem düzeyi)
Gruplar arası	1018.041	6	169.673	21.128	0.00
Gruplar içi	505.940	63	8.031		
Toplam	1523.981	69			

Kalınlık artımı 2 saat suda bekletme sonucunda en düşük A grubu levhalarda %19.23, en yüksek D grubu levhalarda %29.24 olarak tespit edilmiştir. 24 saat için ise, en düşük I grubu levhalarda %25.49, en yüksek D grubu levhalarda %38.01 olarak tespit edilmiştir. Duncan testi sonucuna göre ortalama 24 saatlik kalınlık artışı değerleri bakımından I - B, B – A, A - E ve E – C - F grupları benzer, diğer grupların birbirinden farklı olduğu ortaya çıkmıştır. TS EN 312 (2012)'e göre nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan levhalar (tip-P3)'e göre 13 < t≤ 20 mm kalınlığında olan levhalar için kalınlık artımı 24 saatte en fazla %14 olması gerektiği belirtilmiştir. Buna göre kalınlık artımı 24 saat için tüm gruplarda standart değerden yüksek bulunmuştur. Ancak levha içerisindeki atık kâğıt oranı arttıkça genelde kalınlık artışı olduğu söylenebilir. Ayrıca kullanılan kırpıntı ofis kâğıt yoğunluğunun yüksek olmasından da kaynaklanabilir. Eshraghi ve Khademieslam (2012) yaptıkları çalışmada, karton mukavva kâğıtlarını levha üretiminde kullandıklarını belirtmiş olup benzer şekilde kalınlık artımının yüksek olduğunu tespit etmiş ancak reçine miktarının artırılması ile kalınlık artımında iyileşme sağlanabileceğini belirtmişlerdir. Diğer bir çalışmada %100 ofis kâğıtlarından üretilmiş levhalarda kalınlık artımı daha düşük olduğu görülmüş olup benzer sonuçlar elde edilmiştir (Konukçu ve Engin 2024).



Şekil 3. Deney levhalarının kalınlık artımı (%)

Deneme levhalarının her birine ait su alma değerleri Çizelge 8 ve Şekil 4'te verilmiştir.

Su alma değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 9, 10 ve Şekil 4'de gösterilmiştir. En düşük 2 saatlik su alma oranı I grubu levhalarda (%55.08) ve en yüksek C grubu levhalarda (%70.42) tespit edilmiştir. En düşük 24 saatlik su alma oranı B grubu levhalarda (%60.04) ve en yüksek C grubu levhalarda (%77.28) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 8). Birim hacme düşen tukallanmış yonga karışımı daha yüksek olması durumunda levhaların preslenmesi sırasında daha yüksek sıkıştırma faktörü seçilebilmekte ve partiküller daha iyi yapışabilmektedir. Bu nedenle kırpıntı kâğıt oranı arttıkça C grubu levhalardan sonra su alma miktarında kısmen azalma meydana gelmiştir. Ancak tüm gruplarda su alma miktarı birbirine yakındır. Bir çalışmada da su alma miktarı genel olarak yüksek olduğu görülmektedir (Konukçu ve Engin 2024).

Çizelge 8. Su alma değerleri (%)

Levha grupları	2 saat (%) (χ)	Std. sapma (S)	24 saat (%) (X)	Std. sapma (S)
A	55.08ab	1.301	61.39ab	1.591
B	56.42de	1.785	60.04a	2.119
C	70.42f	2.940	77.28d	6.523
D	61.97cd	1.930	67.53d	2.880
E	60.08ef	2.947	64.04bc	3.293
F	61.82bc	2.486	65.53cd	2.838
I	63.42a	2.141	63.87bc	2.234

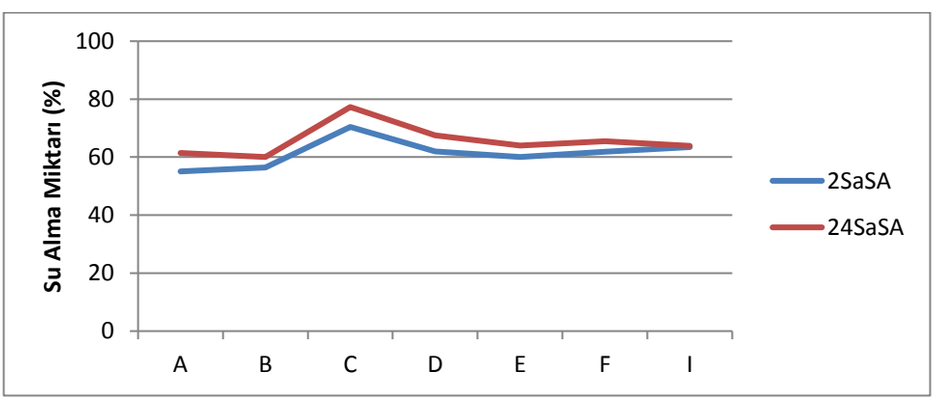
Çizelge 9. Su alma 2 saatlik varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F (Oran)	P (Önem düzeyi)
Gruplar arası	1522.838	6	253.806	48.394	0.00
Gruplar içi	330.410	63	5.245		
Toplam	1853.248	69			

Çizelge 10. Su alma 24 saatlik varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F (Oran)	P (Önem düzeyi)
Gruplar arası	1941.880	6	323.647	27.703	0.00
Gruplar içi	736.022	63	11.683		
Toplam	2677.902	69			

Duncan testi sonuçlarına göre ortalama 2 saatlik su alma oranları bakımından I - A, A - F, F - D, D – B, B - E ve E - C grupları benzer, diğer gruplarda ise farklılıklar bulunmuştur. 24 saatlik su alma oranları bakımından A - I, I –H – D, H – D – E ve E – C grupları benzer, diğer gruplar birbirinden farklı bulunmuştur.



Şekil 4. Su alma miktarları (%)

Mekanik Özellikler

Deneme levhalarının eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direnci için ortalama (χ), standart sapma (s) değerleri Çizelge 11'da sunulmuştur.

En düşük eğilme direnci değeri I grubu levhalarda (3.69 N/mm²), en yüksek A grubu levhalarda (15.18 N/mm²) olduğu ortaya çıkmıştır.

Çizelge 11. Deney levhalarının eğilme direnci değerleri

Levha grupları	Eğilme direnci (N/mm²)	Std. sapma (S)	Eğilmede elastikiyet mod. (N/mm²)	Std. sapma (S)	Yüzeye dik çekme direnci (N/mm²)	Std. sapma (S)
A	15.18a	2.098	3072.79a	600.94	0.368a	0.051
B	12.04b	0.986	1798.17b	120.97	0.226bc	0.033
C	10.83b	0.409	1770.80b	233.00	0.288bc	0.433
D	8.65c	0.394	1715.70b	407.82	0.163bc	0.056
E	7.68c	1.219	1407.29cb	364.59	0.226bc	0.086
F	6.15d	0.831	1235.31c	282.26	0.245bc	0.022
I	3.69e	0.323	480.82d	39.32	0.103c	0.026

Üretilen levhaların eğilme direnci değerleri arasında farklılık olup olmadığı varyans analizi ile test edilmiştir. Eğilme direnci değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 12'de verilmiştir.

Çizelge 12. Eğilme direnci değerleri varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F (Oran)	P (Önem düzeyi)
Gruplar arası	532.334	6	88.722	77.791	0.00
Gruplar içi	39.918	35	1.141		
Toplam	572.253	41			

Üretilen levhaların eğilmede elastikiyet modülü değerleri arasında fark varyans analizi ile tespit edilmiştir. Levhaların eğilmede elastikiyet modülü direncine ait varyans analizi sonucu Çizelge 13'de gösterilmiştir.

Çizelge 13. Eğilmede elastikiyet modülü değerleri varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F (Oran)	P (Önem düzeyi)
Gruplar arası	21974190.317	6	3662365.053	31.629	0.00
Gruplar içi	4052647.057	35	115789.916		
Toplam	26026837.373	41			

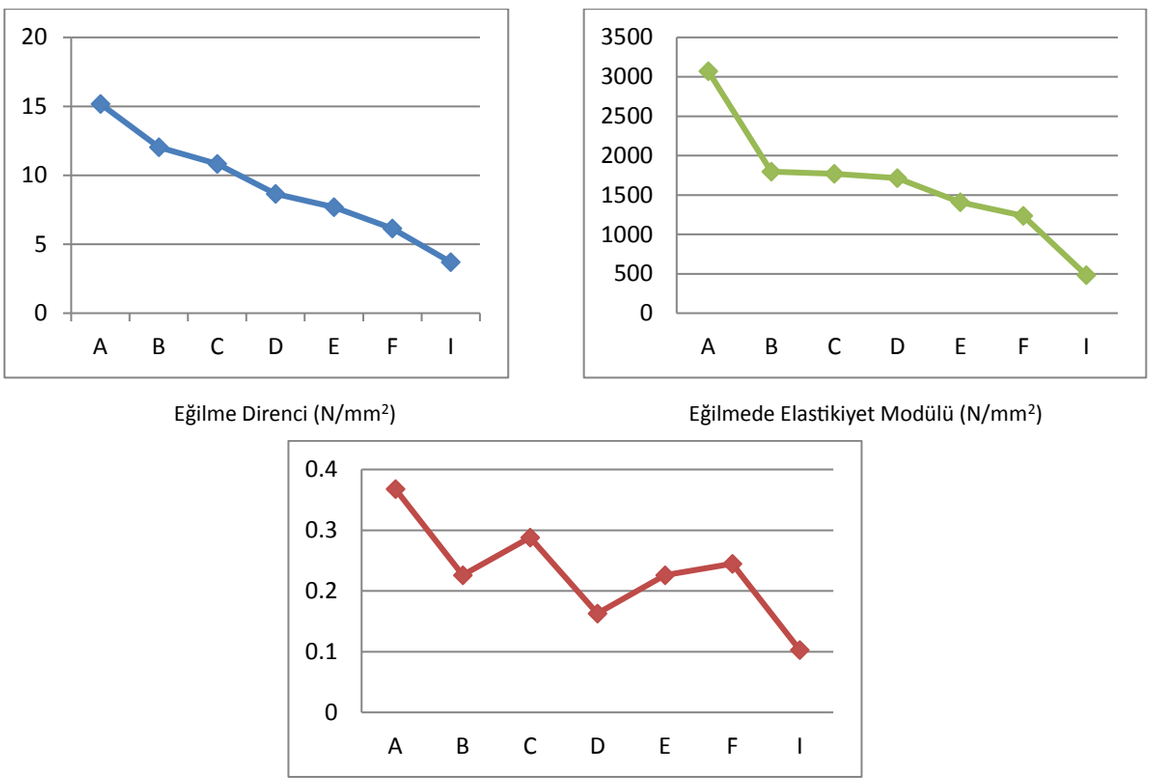
Üretilen levhaların yüzeye dik yönde çekme direnci değerleri arasında farkı tespit etmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Yapılan varyans analizi sonucu Çizelge 14 ve Şekil 5'te verilmiştir.

Çizelge 14. Yüzeye dik yönde çekme direnci varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F (Oran)	P (Önem düzeyi)
Gruplar arası	0.260	6	0.043	1.488	0.211
Gruplar içi	1.017	35	0.029		
Toplam	1.277	41			

Eğilme direnci en yüksek A grubu (kontrol) levhalarda (15.18 N/mm²), en düşük I grubu levhalarda (3.70 N/mm²) olarak tespit edilmiştir. Burada levha içerisindeki kâğıt oranı arttıkça eğilme direncinde azalma meydana gelmektedir. Nourbakhsh ve Ashori (2010)'nin yaptığı çalışmada da benzer şekilde sonuçlar ortaya çıkmış olup levha içerisindeki kâğıt oranı arttıkça eğilme direnci ve elastikiyet modülünde bir azalma olduğunu belirtmiştir. Konukçu ve Engin (2024) ise %10 tutkal ile %25 ofis kâğıdı karışımında en düşük fakat %15 tutkal ile %100 ofis kâğıdından üretilmiş yonga levhalarda en yüksek eğilme direncine sahip olup standartlara uygun olduğunu belirtmişlerdir. Burada levhada kullanılan tutkal oranının artırılması ile daha iyi sonuçlar alındığını göstermektedir.

Bu durum aynı zamanda kullanılan ofis kâğıdının yoğunluğundan da ileri gelmektedir. TS EN 312 (2012)'de kuru şartlarda kullanılan genel amaçlı levhalar (Tip P1) için (13<t≤20 mm kalınlıklarda) minimum eğilme mukavemetinin 10 N/mm² olması öngörülmüştür. A, B ve C grubu levhalarda eğilme direnci değerleri standartlara uygundur. Buna göre %20'ye kadar kırpıntı kâğıt karışımlarının levha üretiminde kullanılabileceğini göstermektedir.



Şekil 5. Yüzeye dik çekme direnci (N/mm²)

Eğilmede elastikiyet modülü, eğilme direncine benzer şekilde en yüksek A grubu levhalarda (3072 N/mm²), en düşük I grubu levhalarda (480 N/mm²) olarak tespit edilmiştir. Burada levha içerisindeki kâğıt oranı arttıkça eğilme direncinde olduğu gibi elastikiyet modülünde de düşme olduğu görülmüştür. Bunun nedeni kâğıt oranı arttıkça, levhada kullanılan bağlayıcı olarak kullanılan tutkalın oranı azalabilir. Bu da levhanın bütünlüğünü ve dayanıklılığını olumsuz etkileyebilir. Yapılan bazı çalışmalarda da benzer sonuçlara rastlanmakta olup levhanın direnç özellikleri içerisindeki kâğıt oranı arttıkça hem eğilme direncinde hem de elastikiyet modülünde azalma olduğu görülmektedir (Nourbakhsh ve Ashori 2010, Eshraghı ve Khademıeslam 2012, Güler 2015). Başka bir çalışmada ise %10 tutkal ile %50 ofis atık kâğıt kullanımında en düşük eğilmede elastikiyet modülü direncine sahip olduğu fakat %15 tutkal ile %100 ofis atık kâğıttan üretilmiş levhalarda daha yüksek eğilmede elastikiyet modülü direnci elde edildiği belirtilmiştir (Konukçu ve Engin 2024). TS EN 312 (2012) kuru şartlarda iç donanımlarda (mobilya dâhil) kullanılacak 20 mm kalınlığa kadar olan yonga levhalar için elastikiyet modülü minimum 1600 N/mm² olması öngörülmüştür. Buna göre A, B, C ve D grubu levha gruplarında elastikiyet modülü standartlara uygun olup %30'a kadar kırpıntı kâğıt uygun karışımlarda levha üretiminde kullanılabileceğini göstermektedir.

Yüzeye dik yönde çekme direnci, en yüksek A grubu levhalarda (0.391 N/mm²), en düşük ise I grubu levhalarda (0.103 N/mm²) tespit edilmiştir. Levha içerisindeki kâğıt oranı arttıkça eğilme direncinde ve elastikiyet modülü verilerinde olduğu gibi yüzeye dik yönde çekme direncinde de düşme olduğu görülmüştür. TS EN 312 (2012) kuru şartlarda kullanılan genel amaçlı levhalar (Tip P1) belirlenen mekanik özelliklerden yüzeye dik

çekme direnci, 20 mm kalınlığa kadar olan yonga levhalar için minimum 0.24 N/mm² olması öngörülmüştür. Yalnızca A, C ve F grubu levhaların standartlara uygun olduğu belirlenmiştir. Varyans analizi sonucuna göre kırpıntı kâğıt kullanım oranının yonga levhanın yüzeye dik çekme direnci değerleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olmamıştır. Buna göre atık kırpıntı kâğıt kullanım oranı arttıkça önemli bir değişim olmadığı ifade edilebilir. Konukçu ve Engin (2024)'de benzer sonuçlara ulaşmıştır. Bunun nedeni birim hacme düşen kâğıt atık miktarı fazla olup belirli yoğunlukta daha iyi yapışma sağlaması ile izah edilebilir.

Nicewicz ve ark. (2006), atık kâğıt parçacıklarından tek katmanlı yonga levhalar üretmiş olup levha içerisindeki kâğıt oranının artmasına bağlı olarak levhanın yüzeye dik yöndeki çekme direncinde bir düşme olduğunu belirtmişlerdir.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada odun yongalarına kuru yonga ağırlığına oranla %0, %10, %20, %30, %40, %50 ve %100 oranında atık kırpıntı kâğıt katılarak üretilen 18 mm kalınlığındaki yonga levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri incelenmiş olup kontrol grubu örnekleriyle karşılaştırılmıştır.

Çalışma sonuçlarına göre üretilen levhalarda kalınlık artımı ve su alma miktarları genel olarak yüksek bulunmuştur. Üretim sürecinde ilâve edilecek parafin ve tutkal miktarının artırılması ile kalınlık artımı ile su alma miktarları makul bir düzeye gelebilir.

Elde edilen verilere göre atık kâğıtlardan üretilen levhaların gerek fiziksel ve gerekse mekanik özellikleri bakımından levha içerisinde %20 oranına kadar kullanımının uygun olduğu görülmüştür.

Levha içerisindeki kâğıt katılım oranları arttıkça levhanın mekanik özelliklerinde bir azalma söz konusudur. Genel olarak %20 oranına kadar kuru şartlarda genel amaçlı levhalar için (Tip P1) eğilme direncini karşılamıştır. Eğilmede elastikiyet modülü incelendiğinde kuru şartlarda iç donanımlarda (mobilya dâhil) kullanılan levhalar Tip P2 için min 1600 N/mm² olup, bu durumda %30 oranına kadar kâğıt atık ilâvesiyle üretilen levhalar standartlara uygun bulunmuştur. Liflere dik yönde çekme direncinde durum farklı olup sadece atık kâğıtlardan üretilen levhalarda yüzeye dik çekme direnci genel olarak standart dışıdır. Genel amaçlı üretilen levhalar için minimum 0.24 N/mm² mukavemet gerekliliği bulunmaktadır. %30 ve %50 oranında atık kâğıttan üretilmiş levhalar, bu standarda uygun olarak değerlendirilmiştir ve diğer gruplardaki levhaların yüzeye dik çekme direnci değerleri de bu standarda oldukça yakındır (TS EN 312 2012).

Atık kâğıtların yonga levha teknolojisiyle geri kazanılması orman ürünleri endüstrisinde önemli bir adım olacaktır. Ofis kâğıt atıklarının geri dönüşümü, yeni ve kaliteli ürünlerin üretimine katkı sağlayarak hammadde açığına kısmen bir çözüm getirebilir. Ofis kâğıt atıkları yakılmadan geri dönüşüme kazandırıldığında, karbon emisyonu azaltılarak çevreyi koruyabilir. Ayrıca geri dönüşüm, yeni iş alanları yaratırken hammadde rezervlerini de korur. Türkiye'de bu konuda yapılan araştırmalar ve akademik çalışmalar giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu nedenle, kaynakların geri dönüşümle tekrar ürüne dönüştürülmesi, levha sektöründe üretim maliyetlerini kısmen azaltabilir ve çevresel koşullara katkı sağlayabilir. Dahası, istihdam açısından da olumlu etkileri olabilir.

BİLGİLENDİRME

Bu çalışma Düzce Üniversitesi BAP Koordinatörlüğü tarafından desteklenen 2023.02.03.1416 numaralı projeden üretilmiştir.

KAYNAKLAR

Akgül M Güler C (2002) Orman artıkları, yıllık bitki, tarımsal ve fabrikasyon atıklarının orman ürünleri endüstrisinde değerlendirilmesi. Harran Ünv. Müh. Fak. Gap IV. Mühendislik Kongresi (Uluslararası Katılımlı) Bildiriler Kitabı, (2): 1613-1620, Şanlıurfa.

Anon. (2022) Selüloz ve Kâğıt Sanayii Vakfı İstatistikleri.

Eshraghi A, Khademieslam H (2012) Waste paperboard in composition panels. Cellulose Chem. Technol., 46 (9-10): 637-642.

Güler C (2005) Orman ürünleri endüstrisinde; artıklar dönüşüm ve yeniden kullanım. Ahşap Teknik Dergisi, (8): 5-8.

Güler C (2015) Pamuk Saplarından Yonga Levha Üretimi ve Fabrikasyon İşlemi. Türkiye Alim Kitapları Yayınları, ISBN: 978-3-639-67436-1.

Göker Y, Akbulut T (1992) Factors affecting the properties of particleboard and plywood. Orenko'92: I. National Forest Industry Product Symposium, Trabzon.

Kalaycıoğlu H, Özen R (2012) Yonga levha Endüstrisi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Yayınları, Trabzon.

Konukçu AC, Engin M (2024) Shredded waste office paper as a component with wood particles in the production of particleboard. BioResources, 19 (3): 5935-5948.

Nemli G, Kalaycıoğlu H (2000) Yonga levha teknolojisi. Laminart, (7): 120-126.

Nicewicz D, Pawlicki J, Borysiuk P (2006) Application of waste paper in manufacturing of particleboards, acta sci colendar. Rat. İnd. Lignar, 5(1): 163-171.

Nourbakhsh A, Ashori A (2010) Particleboard made from waste paper treated with maleic anhydride. Waste Management & Research, (28): 51–55.

Taramian A, Doosthoseini K, Mirshokraii SA (2007) Mehdei faezipour a particleboard manufacturing: an ınnovative way to recycle paper sludge. Waste Management, (27): 1739–1746.

Thompson G, Swain J, Kay M, Forster CF (2001) The treatment of pulp and paper mill effluent: a review. Bioresource Technology, 77 (3): 275-286.

Şahin HT (2016) Atık kâğıt geri dönüşüm işlemlerinde genel esaslar ve mürekkep uzaklaştırma işlemi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4 (7): 31-37.

TS-EN 326-1 (1999) Ahşap Esaslı Levhalar, Numune Alma Kesme ve Muayene. Bölüm 1: Deney Numunelerini Seçimi, Kesimi ve Deney Sonuçlarının Gösterilmesi, Ankara.

TS EN 323 (1999) Ahşap Esaslı Levhalar-Birim Hacim Ağırlığının Tayini. Ankara.

TS EN 310 (1999) Ahşap Esaslı Levhalar-Eğilme Dayanımı ve Eğilme Elastikiyet Modülünün Tayini. Ankara.

TS EN 319 (1999) Yonga Levhalar ve Lif Levhalar-Levha Yüzeyine Dik Çekme Dayanımının Tayini. Ankara.

TS EN 312 (2012) Yonga Levhalar-Özellikler-Kuru Şartlarda Yük Taşıyıcı Olarak Kullanılan Yonga Levhaların Özellikleri. Ankara.

TS EN 317 (1999) Yonga Levhalar ve Lif Levhalar-Su İçerisine Daldırma İşleminden Sonra Kalınlığına Şişme Tayini. Ankara.

URL-1 (2024) Cepi Key Statistics. http://www.Cepi.org/statistics., Erişim Tarihi: 10.08.2024.

Artvin Çoruh Üniversitesi
Orman Fakültesi Dergisi
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Yıl: 2024, Cilt: 25, Sayı:2, Sayfa: 249-255

ofd.artvin.edu.tr

Artvin Coruh University
Journal of Forestry Faculty
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Year: 2024, Vol: 25, Issue:2, Pages: 249-255

Farklı sıklık ölçütlerinin meşcere hacim tahmini üzerine etkisi

The effect of different stand density indexes on stand volume predictions

Ferhat BOLAT[1]*

[1]Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Çankırı

Eser Bilgisi / *Article Info*
Araştırma makalesi / *Research article*
DOI:10.17474/artvinofd.1555065

Sorumlu yazar / *Corresponding author*
Ferhat BOLAT
e-mail: fbolat@karatekin.edu.tr

Geliş tarihi / *Received*
25.09.2024
Düzeltme tarihi / *Received in revised form*
07.10.2024
Kabul tarihi / Accepted
07.10.2024
Elektronik erişim / *Online available*
15.10.2024

Anahtar Kelimeler:
Sıklığa bağlı hasılat tablosu
Silvikültürel uygulama
Karaçam

Keywords:
Variable-density yield table
Silvicultural treatment
Crimean pine

Özet

Meşcere sıklık ölçütü, tek ağaç ve meşcere büyüme simülasyonlarının oluşturulmasında en önemli yardımcı açıklayıcı değişkenlerden birisidir. Bu çalışmada, iki farklı meşcere sıklık ölçütü değerlendirmeye alınmış ve bu ölçütlerin meşcere hacim tahminleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu ölçütlerden birisi—*SD* meşcere göğüs yüzeyinin meşcere orta çapına oranıyla ilgili iken diğeri—*SDR* belirli bir meşcere orta çapına karşılık gelen birim alandaki ağaç sayısının ilgili meşcerede bulunabilecek maksimum ağaç sayısına oranıyla bağlantılıdır. Çalışma kapsamındaki veriler, üç ayrı iklim rejimine sahip alandan rasgele örnekleme yöntemiyle seçilen toplam 108 örnek alandan elde edilmiştir. SD ve SDR'yi kullanarak yeni doğrusal olmayan meşcere hacim modelleri geliştirilmiş ve geliştirilen bu modellerin başarısı hata ölçütlerine bağlı olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, geliştirilen modeller gözlemlenen meşcere hacmindeki varyansın yaklaşık %80'ni açıklamıştır. Ancak, açıklayıcı değişken olarak SD'yi içeren model genç (≈20-30 yıl) ve ileri yaş sınıflarında (≈60-80 yıl) %25 oranında daha fazla hatalı tahminler sunmuştur. Bununla birlikte, geliştirilen dinamik model büyüme kanuniyetleriyle uyumlu sonuçlar üretmiş, bonitet ve sıklık değiştikçe değişken oranlı büyümeyi başarılı bir şekilde tahmin etmiştir. Mevcut çalışmadan elde edilen bilgilere bağlı olarak, gerçekçi hacim tahminleri elde edebilmek için sıklık ölçütü olarak SDR'nin tercih edilmesi ve meşcerelerin dinamik yapısını temsil edebilen doğrusal olmayan modellerin kullanılması önerilmektedir.

Abstract

Stand density index is one of the most important explanatory variables in whole-stand and tree level models. In this study, two different stand density indexes were considered and evaluated their effects on stand volume predictions. One of these indexes—*SD* is related to the ratio of stand basal area to quadratic mean diameter, while the other—*SDR* is linked to the ratio of the number of trees per unit area corresponding to a certain stand median diameter to the maximum number of trees that can be present in the relevant stand. Data under the current study were collected from the randomly selected 108 temporary plots located in three separate climate regimes. The new nonlinear stand volume models were developed using SD and SDR and their success was evaluated based on the error metrics. According to the results, the developed models explained the approximately 80% of total variation in the actual stand volume. However, the model including *SD* as an explanatory variable resulted in 25% more error in the younger (≈20-30 years) and older age classes (≈60-80 years). However, the developed dynamic model produced results compatible with the growth laws and represented successfully the variable growth rate as site index and stand density changed. Based on the knowledge inferred from the current study, it is suggested to use SDR as a stand density index and to utilize nonlinear models that can represent the dynamic structure of stands in order to achieve the realistic volume predictions.

GİRİŞ

Yetişme ortamı koşullarının mümkün kıldığı ölçüde, maksimum hacim artımını sağlamak için ağaçlar arası rekabeti düzenleyerek optimal meşcere sıklık derecesinin belirlenmesi oldukça önemlidir (Ray ve ark. 2023). Bu bilginin eksikliğinde, işletme amaçlarına bağlı olarak aralama sıklığının ve şiddetinin planlanması mümkün değildir. Diğer taraftan, sıklık ölçütü tek ağaç ve meşcere gelişimlerinin gerçekçi bir şekilde tahmin edilmesinde önemli açıklayıcı değişkenlerden birisidir. Bu bağlamda, silvikültürel uygulamalarla ilgili karar verme süreçlerinde ve çeşitli sıklık oranlarına göre meşcere gelişimlerinin analiz edilmesinde sıklık ölçütünün dikkate alınması son derece önemlidir (Yavuz ve ark. 2010).

Sıklık ölçütü olarak, ağaç sayısı, göğüs yüzeyi ve hacim değişkenleri çoğunlukla kullanılmaktadır. Ülkemizde gerçekleştirilen sıklıkla ilgili araştırmalarda, Curtis (1982) tarafından önerilen sıklık ölçütü yaygın bir şekilde

kullanılmaktadır—*SD*. Söz konusu yaklaşım silvikültürel uygulamalara rehberlik edebilecek çeşitlilikte bilgiler sunmamaktadır. Ancak, hasılat tablosu referans alınarak, aktüel meşcere göğüs yüzeyinin aynı bonitet ve yaştaki müdahale görmemiş ormanlardaki meşcere göğüs yüzeyiyle kıyaslanması ile bir değerlendirme ve karşılaştırma yapılabilmektedir. Diğer taraftan, söz konusu yaklaşım ile uygun bir değerlendirme yapabilmek için güvenilir normal hasılat tablolarına ihtiyaç duyulmaktadır. İklim koşullarının belirgin şekilde değiştiği göz önüne alındığında, kalibre edilemeyen bu yöntemin kullanışlılığı zayıftır (Yavuz ve ark. 2010, Kara ve ark. 2018).

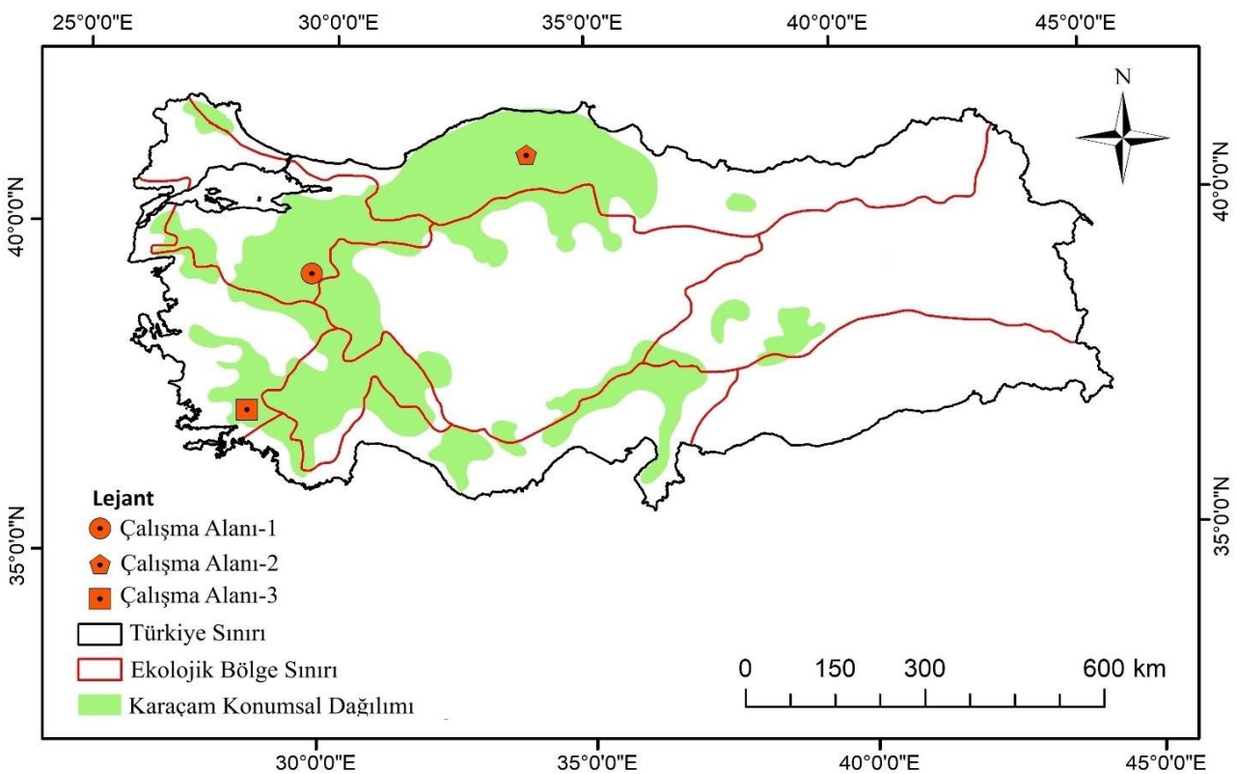
Bir diğer sıklık ölçütü olan—*SDR*, özellikle ormancılık açısından gelişmiş ülkelerde yaygın bir şekilde kullanılan ve belirli bir meşcere orta çapına karşılık gelen birim alandaki ağaç sayısının ilgili meşcerede bulunabilecek maksimum ağaç sayısına oranıyla ilgilidir (Drew ve Flewelling 1979, Reineke 1933). Bu yaklaşım ile belirli bir orta çapa karşılık gelen ağaç sayılarına ilişkin alt ve üst limitler belirlenmekte ve bu sayede meşcere sıklıkları optimal bir şekilde düzenlenebilmektedir (Kara ve ark. 2018). Bununla birlikte, söz konusu yöntem ile zamansal ve konumsal değişikliklere bağlı olarak N_{mak}~D_q ilişkisi kalibre edilebilmekte ve güvenilirlik düzeyi yüksek bir şekilde meşcere sıklıkları belirlenebilmektedir (Salas-Eljatib ve Weiskittel 2018, Zhang ve ark. 2019).

Andrews ve ark. (2018) ile Woodall ve Weiskittel (2021)'in çalışmalarında, mevcut meşcere dinamiklerinin anlaşılması ve çevresel koşulların meşcere yapıları üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi noktasında *SDR* ölçütü bir faktör olarak ifade edilmiştir. Mevcut çalışmada, (i) yeni dinamik meşcere modelinin geliştirilmesi ve (ii) geliştirilecek yeni model kullanılarak sıklık ölçütleri SD ve SDR'nin hacim tahminleri üzerindeki etkisinin araştırılması amaçlanmaktadır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma Alanı ve Veriler

Bu çalışmada kullanılan veriler, üç ayrı iklim bölgesinde bulunan saf ve doğal Karaçam (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) meşcerelerinden elde edilmiştir. Bunlar, Marmara Geçiş Bölgesi içerisinde yer alan Yarı Kurak Orman Bölümü (Çalışma alanı 1), Karadeniz İklim Bölgesi içerisinde yer alan Karadeniz Ardı Plato ve Dağlar Soğuk Yarınemli İğne Yapraklı Orman Bölümü (Çalışma alanı 2) ve Ege İklim Bölgesi içerisinde yer alan Ege Dağ Bölümü'dür (Çalışma alanı 3) (Atalay 2014). Karaçam meşcerelerinin ülkemiz içerisindeki konumsal dağılımı ve çalışma alanlarının konumları Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanlarının konumları ve Karaçamın ülkemizdeki dağılımı (Caudullo ve ark. 2017)

Veriler

Çalışma kapsamında kullanılan veri seti, saf ve doğal Karaçam meşcerelerinin özelliklerini içermektedir. Veriler, rasgele örnekleme yöntemiyle belirlenen 108 geçici nitelikteki örnek alandan elde edilmiştir. Her çalışma alanı içerisinde, örnek alanların bonitet, sıklık ve yaş özellikleri bakımından farklılık göstermesine özen gösterilmiştir. Meşcere kapalılığına bağlı olarak dairesel örnek alanların yarı çapları 11.28 m, 13.82 m ya da 15.96 m belirlenmiştir. Seyrek meşcerelerde örnek alan içerisine yaklaşık otuz ağaç girecek şekilde örnek alanın yarı çapı 19.54 m'ye kadar çıkartılmıştır. Çalışma alanı 1'den otuz beş, Çalışma alanı 2'den otuz yedi ve Çalışma alanı 3'ten otuz altı örnek alan belirlenmiştir. Örnek alanlarda, öncelikle göğüs çapı 4 cm'den büyük canlı her ağacın göğüs yüksekliği çapı ölçülmüştür. Daha sonra, çap kademeleri dikkate alınarak gövdesinde belirgin bir zarar bulunmayan altı ağaç belirlenmiş ve bu ağaçlarda boy, tepe başlangıç yüksekliği, tepe çapı (K-G-D-B), kabuk kalınlığı ve yaş ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmaya konu meşcere özellikleri Çizelge 1'de sunulmuştur. Örnek alanların Bonitet Endeksi Kalıpsız (1963) tarafından geliştirilen Bonitet Endeks Tablosu yardımıyla belirlenmiştir. Meşcere hacimlerinin belirlenmesi amacıyla Gülen (1958) tarafından geliştirilen Ağaç Hacim Tablosundan yararlanılmıştır.

Çizelge 1. Örneklenen meşcerelere ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Değişkenler	Ortalama	Değişim aralığı
Yaş (yıl)	66	16 - 137
Bonitet endeksi (m)	21.4	10.1 – 32.5
Hacim (m^3/ha)	288.0	54.4 – 685.1
Ağaç sayısı (ha)	1059	120 - 9300
Göğüs yüzeyi (m^2/ha)	35.2	8.5 – 64.3
Meşcere orta çapı (cm)	25.8	7.6 – 50.2

Modelleme

Bu çalışmada, meşcere hacimleri McDill ve Amateis (1992) tarafından geliştirilen doğrusal olmayan regresyon yöntemiyle modellenmiştir (Denklem 1). Çalışmanın amacına uygun olacak şekilde, değişken oranlı büyümenin elde edilmesi amacıyla meşcere hacmindeki değişimi kontrol eden parametre—a_2, bonitet ve sıklığın fonksiyonu olarak tanımlanmıştır ($a_2 = a_{20} + a_{21}BE + a_{22}[SD\ ya\ da\ SDR]$). Çalışma kapsamında elde edilen veriler geçici nitelikteki örnek alanlardan toplandığı için, meşcerelerin zamansal olarak birbirinin devamı olduğu varsayılmış ve ölçüm yapılan andan önceki zaman dilimine ait T_0 değişkeni, bu çalışmada en küçük meşcere yaşı olarak belirlenmiştir (T_0=16). Ölçüm yapılan andan önceki zaman dilimine ait V_0 değişkeni ise en küçük meşcere yaşıyla ilişkili olacak şekilde regresyon parametresi olarak tahmin edilmiştir—a_3 (McDill ve Amateis 1992, Manning ve ark. 2016).

$$ln(V) = \frac{a_1}{1 - \left(1 - \frac{a_1}{V_0}\right)\left(\frac{T_0}{T}\right)^{a_2}} \quad (1)$$

Meşcere sıklık ölçüsü, iki farklı yaklaşımla hesaplanmıştır. Birinci yaklaşımda—*SD*, Curtis (1982) tarafından geliştirilen yöntem kullanılmıştır (Carus ve Çatal 2007, Kahriman ve Yavuz 2012, Seki ve Sakıcı 2022) (Denklem 2). Bu yaklaşımlardan ikincisi—*SDR,* Drew ve Flewelling (1979) tarafından önerilen N_{Max}~D_q ilişkisine dayanmaktadır (Woodall ve Weiskittel 2021). Bu amaçla, Yavuz ve ark. (2010)'un çalışmasından elde edilen katsayılar kullanılmış ve her örnek alanın SDR değeri hesaplanmıştır (Denklem 3-4).

$$SD = \frac{G}{\sqrt{D_q}} \quad (2)$$

$$SDI = N\left(\frac{D_q}{25}\right)^{b_1} \quad (3)$$

$$SDR = \frac{SDI}{exp(b_0 + b_1 * ln(25))} \quad (4)$$

Model Değerlendirme

Denklem 1'de SD ve SDR kullanılarak meşcere hacimleri tahmin edilmiş ve bu ölçütlerin meşcere hacim tahminleri üzerine etkileri hata ölçütleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Modelleme sürecinde, hata dağılımında değişen varyans problemiyle karşılaşmamak ve aynı zamanda modelin çözümünü kolaylaştırmak amacıyla bağımlı değişkeninin logaritması alınmıştır. Model başarı ölçütlerinin hesaplanmasında tahmini değerlerinin anti logaritması alınmıştır. Bu dönüşümde ortaya çıkan hata miktarını düzeltmek için, Sprugel (1983) tarafından önerilen düzeltme yöntemi kullanılmıştır (Denklem 5-6). Denklem 1'in gözlemlenen meşcere hacimlerini ne ölçüde temsil ettiğini belirlemek için

Belirtme Katsayısı (R^2) kullanılırken (Denklem 8), söz konusu denklemin başarısını ölçmek amacıyla standart hata (S_e, Denklem 7) ve ortalama mutlak hata (OMH, Denklem 8) değeri hesaplanmıştır. SD ve SDR'ye bağlı meşcere hacim tahminleri arasında istatistiksel olarak bir farklılık olup olmadığı Eşleştirilmiş Toplum Ortalaması Önemlilik Testi ile denetlenmiştir. Mevcut çalışmanın yürütülmesinde izlenen yol iş-akış diyagramı şeklinde Şekil 2'de verilmiştir.

$$SE_e = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(\log(V_{Gozlem}) - \log(V_{Tahmin}))^2}{n-p}} \quad (5)$$

$$DF = exp({SE_e}^2/2) \quad (6)$$

$$S_e = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(V_{Gozlem} - V_{Tahmin})^2}{n-p}} \quad (7)$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(V_{Gozlem} - V_{Tahmin})^2}{\sum_{i=1}^{n}(V_{Gozlem} - V_{Ort})^2} \quad (8)$$

$$OMH = \frac{|V_{Gozlem} - V_{Tahmin}|}{n} \quad (9)$$

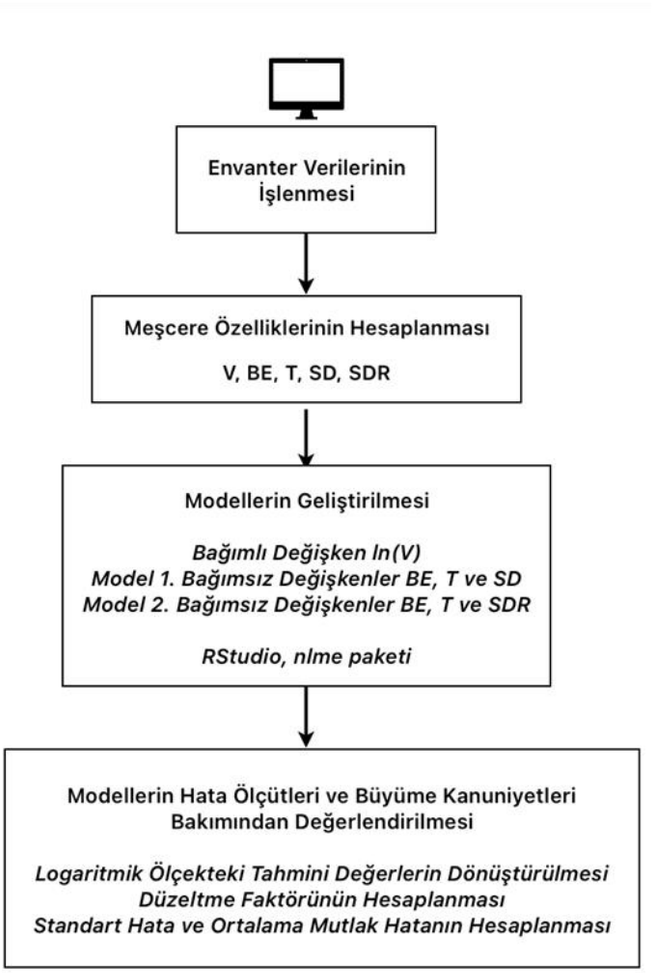
Bu eşitliklerde, V_{Gozlem}: Ölçülen hacmi, V_{Tahmin}: Tahmini hacmi ve V_{Ort}: Gözlemlenen ortalama hacmi göstermektedir. n veri sayısını ve p modeldeki parametre sayısını ifade etmektedir.

BULGULAR

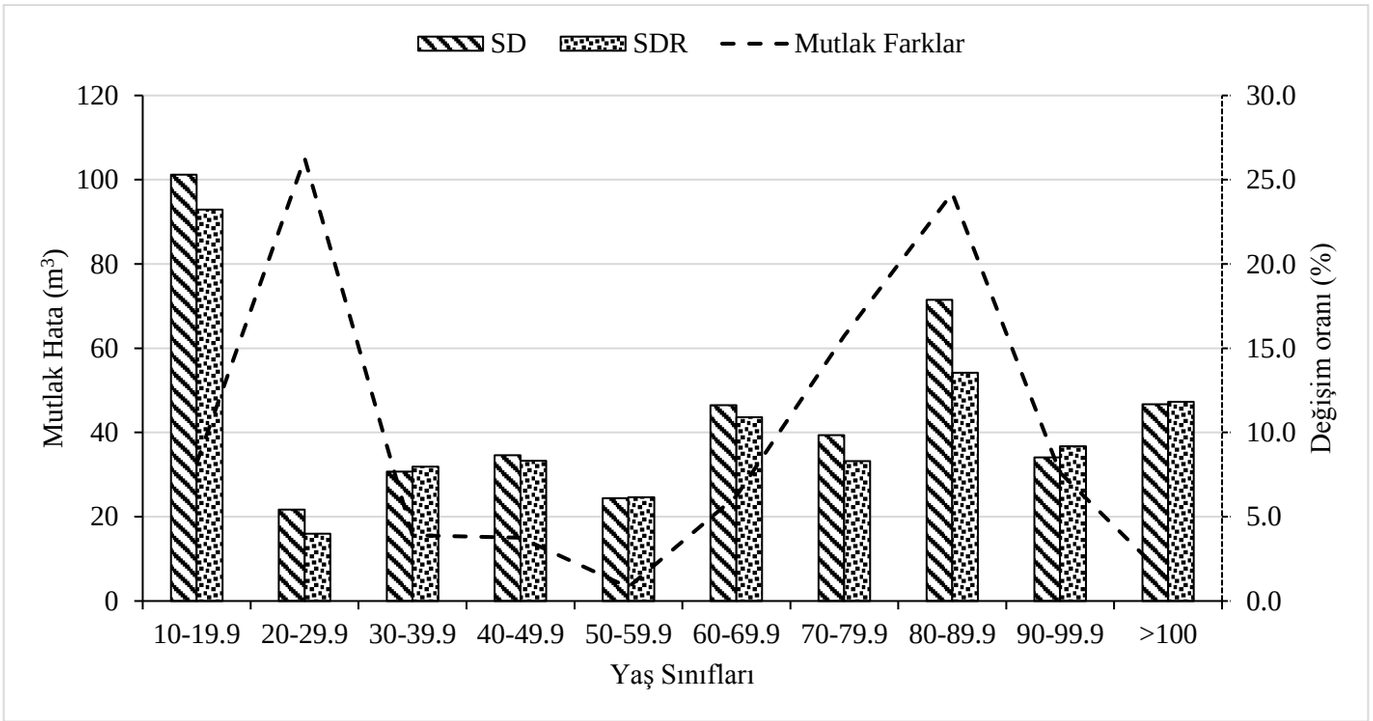
Denklem 1'nin farklı sıklık ölçülerine göre parametre tahminleri, bunlara karşılık gelen standart hata değerleri ve model değerlendirme ölçütlerine ilişkin bilgiler Çizelge 2'de sunulmuştur. İlgili çizelgeden görüleceği üzere, tüm parametreler %5 önem düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Geliştirilen model, gözlemlenen hacimdeki varyansın büyük bir oranını açıklayabilmiştir (R^2>%70). Model değerlendirme ölçütleri hesaplanırken logaritmik ölçekteki tahminler orijinal ölçeğe getirilmiştir. SD ve SDR'yi içeren modeller için düzeltme katsayıları sırasıyla 1.022 ve 1.017 olarak hesaplanmıştır.

Açıklayıcı değişken olarak SDR yerine SD'nin kullanılması durumunda yüzde cinsinden mutlak hata değerindeki değişimi değerlendirmek amacıyla Şekil 3 oluşturulmuştur. İlgili şekilde görüldüğü üzere, neredeyse tüm yaş sınıflarında SDR'yi içeren model daha küçük hata değerleri üretmiştir. Açıklayıcı değişken olarak SD'nin kullanılması, mutlak hata değerinde en az %1.3'lük ve en fazla %26.3'lük bir hata artışına sebep olmuştur. Bu artış, yirmili ve seksenli yaşlarda maksimum düzeye ulaşmıştır. Eşleştirilmiş Toplum Ortalaması Önemlilik Testine göre SD ve SDR'yi içeren model tahminleri arasında %5 önem düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur (p=0.002).

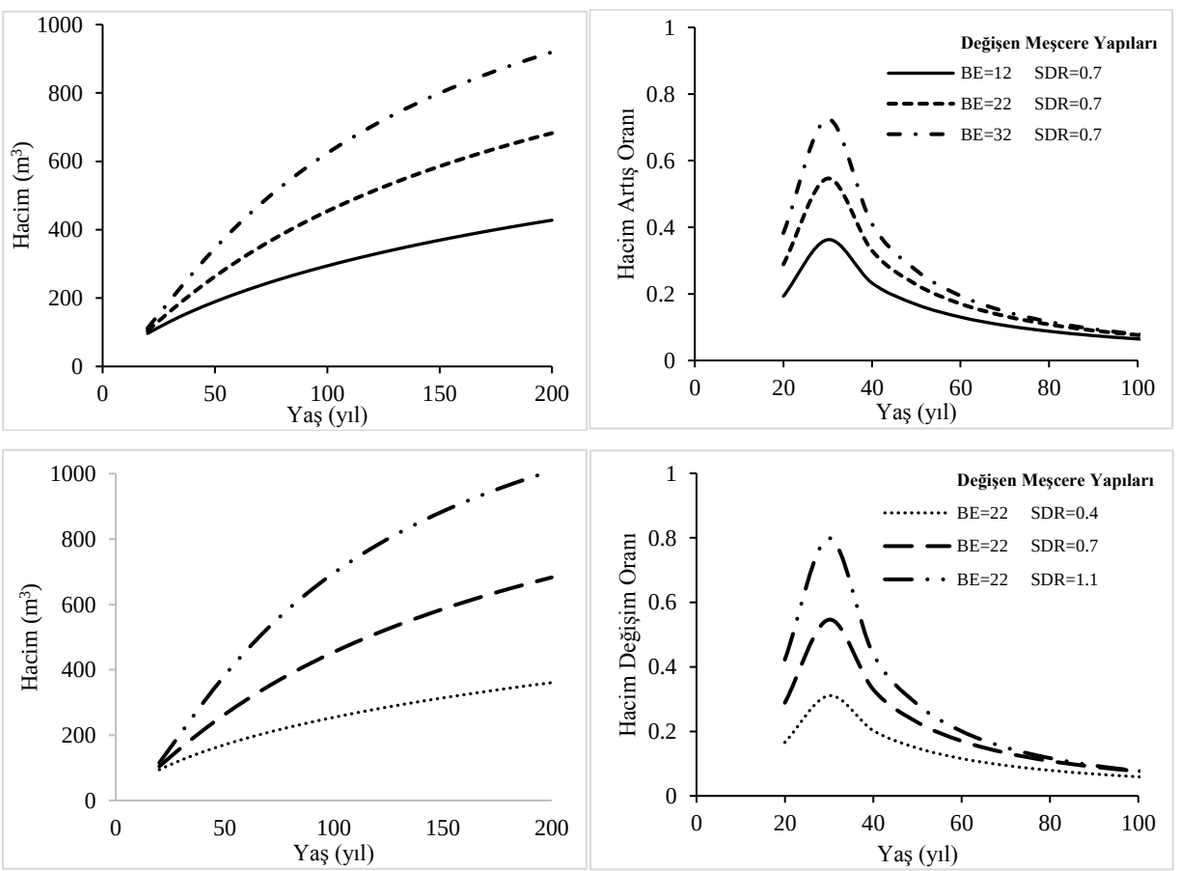
Denklem 1'in bonitet ve sıklık değiştikçe değişken oranlı büyümeyi temsil edip edemediğini değerlendirmek amacıyla Şekil 4 hazırlanmıştır. Geliştirilen denklem, meşcere büyüme kanuniyetleriyle uyumlu sonuçlar üretmiş (sol yukarı ve aşağı) ve değişken oranlı büyümeyi (sağ yukarı ve aşağı) temsil edebilmiştir.



Şekil 2. Mevcut araştırmanın yürütülmesine ilişkin iş-akış diyagramı



Şekil 3. Sıklık ölçüleri SD ve SDR'nin meşcere hacim tahminlerine etkisi



Şekil 4. Meşcere hacim modelinin çeşitli meşcere yapılarına göre davranışı (sol üstteki ve alttaki grafikler sırasıyla farklı meşcere bonitet endeksinin ve meşcere sıklığının etkisi altında zamana bağlı olarak meşcere hacim gelişimini göstermekte, sağ üstteki ve alttaki grafikler ise benzer şekilde zamana bağlı olarak hacim artış oranını ifade etmekte

Çizelge 2. Farklı sıklık ölçülerine göre model parametre tahminlerine ve başarısına ilişkin bilgiler

Parametre	Denklem 1—SD		Denklem 1—SDR	
	Tahmin	Std. Hata	Tahmin	Std. Hata
a_1	7.3136	0.1534	7.3924	0.1090
a_{20}	-0.3115	0.0214	-0.3163	0.0153
a_{21}	0.0220	0.0015	0.0189	0.0009
a_{22}	0.0664	0.0049	0.7486	0.0368
a_3	4.2817	0.0413	4.3893	0.0259
R^2	0.798		0.821	
S_e	52.083		48.968	
OMH	38.80		36.80	

TARTIŞMA

Bu çalışmada, SD ve SDR sıklık ölçülerinin meşcere tahminleri üzerindeki etkisi açıkça gösterilmiştir. Ülkemizde sıklık ölçütü olarak genellikle SD kullanılmaktadır. Ancak, bazı durumlarda bu yaklaşım farklı meşcere yapılarını kıyaslarken yeterince temsil edici olamamaktadır (Yavuz ve ark. 2010). Açıklayıcı değişken olarak SDR kullanıldığında daha doğru tahminler elde edilebilmektedir. Yetişme ortamı verimliliği, habitat tipi ve iklim gibi birçok faktör meşcere sıklığını etkilemektedir (Andrews ve ark. 2018, Zhang ve ark. 2019). Bu açıdan bakıldığında, kalibre edilebilen SDR yaklaşımı öne çıkmaktadır (Yavuz ve ark. 2010).

Örneğin, SDR ölçütünün iklim faktörleri dikkate alınarak tahmin edilmesi durumunda çeşitli iklim senaryoları altında meşcerelerin sahip olacağı servet üzerinde bir değerlendirme yapılabilmektedir (Salas-Eljatib ve Weiskittel 2018, Woodall ve Weiskittel 2021). Bununla birlikte, SDR ölçütü planlamacı ve uygulamacılar için önemli eşik değerler sunmaktadır. Drew ve Flewelling (1979), SDR yaklaşımının optimum ağaç hacim servetine ulaşabilmek amacıyla yapılacak silvikültürel uygulamalara rehberlik edebileceğini belirtmişlerdir. N-D_q ilişkisine bağlı olarak meşcerelerin sahip olabileceği en az ve en fazla sıklık düzeyi belirlenebilmekte ve böylece meşcere bakım müdahaleleri planlanabilmektedir. Belirli N_{mak} ve D_q değerine sahip meşcerenin bakım müdahalesi sonucunda sıklığının 0,3≤SDR<0,6 aralığında tutulması meşcere gelişimi açısından ideal sıklığın korunduğu anlamına gelmektedir (Woodall ve Weiskittel 2021).

Ülkemizde, meşcere hacmi modellenirken veri niteliğinden kaynaklı olarak genellikle doğrusal yapıdaki denklemler kullanılmaktadır. Ölçüm yapılan zamandan önceki yıllara ait veriler olmadığından dinamik modeller kullanılmamaktadır. Ancak, doğrusal yapıdaki modeller büyüme kanuniyetlerini sağlayabilecek bir yapıya sahip değildir ve meşcere özellikleri değişse dahi büyümenin aynı sabit bir oranla gerçekleştiğini varsayar (Paine ve ark. 2012). Halbuki, bonitet ve sıklık değiştikçe büyüme oranının değişmesi beklenmektedir. Bu amaçla, Yavuz ve ark. (2010)'un çalışmasında Clutter ve ark. (1983) tarafından geliştirilen denklemden faydalanılmıştır. Söz konusu çalışmada, çap-çap artımı ilişkisinden yararlanarak geçici nitelikteki verilere zamansal bir boyut kazandırılmış ve Cebirsel Fark Yaklaşımına Dayalı olarak dinamik meşcere modelleri geliştirilmiştir (Prada ve ark. 2019). Bu çalışmadan sonraki, ilk deneme Bolat ve ark. (2023) tarafından gerçekleştirilmiştir. Ancak, Bolat ve ark. (2023)'ün çalışmasında verilere zamansal bir düzenleme yapılmadan doğrusal olmayan modelin artış oranıyla ilişkili parametresi bonitet ve sıklığın fonksiyonu olarak tanımlanmış ve böylece dinamik bir model geliştirilmiştir. Aynı mantık çerçevesinde, mevcut çalışmada McDill ve Amateis (1992) tarafından geliştirilen dinamik model yeniden düzenlenmiş ve büyüme kanuniyetleriyle uyumlu sonuçlar elde edilmiştir (Manning ve ark. 2016).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Mevcut çalışmada, uygun sıklık ölçütünün önemine vurgu yapılmaktadır. Bununla birlikte, gerçekçi meşcere hacim tahminleri için doğrusal olmayan dinamik modellerin gerekliliğine dikkat çekilmektedir. Geliştirilen dinamik model, büyüme kanuniyetlerine uygun davranışlar göstermiş ve gözlemlenen meşcere hacmindeki varyansın büyük bir kısmını açıklamıştır (>%70). Uygun olmayan sıklık ölçütünün kullanımı, dikkate değer hata artışlarına sebep olabilmektedir (>%10). N_{mak}~D_q ilişkisine dayalı yöntem uygun sıklık ölçütü olarak belirlenmiştir. Benzer konuda yapılacak çalışmalarda, söz konusu ilişkinin belirlenmesinde iklim ve ekolojik bölge gibi faktörlerin dikkate alınması önerilmektedir. Ayrıca, sıklığa bağlı hasılat tabloları düzenlenirken doğrusal olmayan dinamik meşcere modellerinin geliştirilmesi tavsiye edilmektedir.

TEŞEKKÜR

Mevcut çalışmanın finansal desteğini sağlayan Çankırı Karatekin Üniversitesi Proje Yönetim Birimi'ne teşekkür ederim (Proje No: OF240223B01). Bununla birlikte, arazi çalışmalarına önemli katkılar sağlayan Orman Genel Müdürlüğü Teknik Personellerine, Dr. Semih EDİŞ'e ve çalışma haritasının hazırlanmasında katkı sağlayan Dr. Sinan BULUT'a teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

Andrews C, Weiskittel A, D'Amato AW, Simons-Legaard E (2018) Variation in the maximum stand density index and its linkage to climate in mixed species forests of the North American Acadian Region. Forest Ecology and Management, 417: 90-102.

Atalay İ (2014) Türkiye'nin Ekolojik Bölgeleri (Ecoregions of Turkey). Meta Basım Maatbacılık Hizmetleri, Ankara.

Bolat F, Ercanlı İ, Günlü A (2023) Yield of forests in Ankara Regional Directory of Forestry in Turkey: Comparison of regression and artificial neural network models based on statistical and biological behaviors. iForest - Biogeosciences and Forestry, 16(1): 30-37.

Carus S, Çatal Y (2007) Isparta Yöresi Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) meşcerelerinde büyüme özellikleri. Süleyman Demirel University Faculty of Arts and Science Journal of Science, 2(1): 1-10.

Caudullo G, Welk E, San-Miguel-Ayanz J (2017) Chorological maps for the main European woody species. Data in Brief, 12: 662-666.

Clutter JL, Fortson JC, Pienaar LV, Brister GH, Bailey RL (1983) Timber management: A quantitative approach. John Wiley & Sons, Inc., USA.

Curtis RO (1982) A simple index of stand density for Douglas fir. Forest Science, 28(1):92-94.

Drew TJ, Flewelling JW (1979) Stand density management: an alternative approach and its application to Douglas-fir plantations. Forest Science, 25(3): 518-532.

Gülen İ (1958) Karaçam (*P. nigra* Arnold) hacim tablosu. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 9(1): 92-112.

Kahriman A, Yavuz H (2012) The construction of variable density yield table for scots pine and oriental beech mixed stands in black sea region. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 12(1): 36-54.

Kalıpsız A (1963) Türkiye'de Karaçam mescerelerinin tabii bünyesi ve verim kudreti üzerine araştırmalar. Tarım Bakanlığı/Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Cilt 8, 138 s., İstanbul, Türkiye.

Kara F, Loewenstein EF, Lhotka JM, Kush JS (2018) A Gingrich-style stocking chart for Longleaf pine (*Pinus palustris* Mill.) forests. Forest Science, 64(3): 307-315.

Manning PJ, McDill ME, Gilabert H (2016) An alternative model for describing even-aged stand-level sawtimber growth in Pennsylvania. Forest Science, 62(6): 663-670.

McDill ME, Amateis RL (1992) Measuring forest site quality using the parameters of a dimensionally compatible height growth function. Forest Science, 38(2): 409-429.

Paine CT, Marthews TR, Vogt DR, Purves D, Rees M, Hector A, Turnbull LA (2012) How to fit nonlinear plant growth models and calculate growth rates: an update for ecologists. Methods in Ecology and Evolution, 3(2): 245-256.

Prada M, González-García M, Majada J, Martínez-Alonso C (2019) Development of a dynamic growth model for sweet chestnut coppice: a case study in Northwest Spain. Ecological Modelling, 409: 108761.

Reineke LH (1933) Perfecting a stand-density index for even-aged forest. Journal of Agricultural Research, 46(7): 627-638.

Salas-Eljatib C, Weiskittel AR (2018) Evaluation of modeling strategies for assessing self-thinning behavior and carrying capacity. Ecology and Evolution, 8(22): 10768-10779.

Seki M, Sakici OE (2022) Ecoregional variation of Crimean pine (*Pinus nigra* subspecies *pallasiana* [Lamb.] Holmboe) stand growth. Forest Science, 68(5-6): 452-463.

Sprugel DG (1983) Correcting for bias in log-transformed allometric equations. Ecology, 64(1): 209-210.

Woodall CW, Weiskittel AR (2021) Relative density of United States forests has shifted to higher levels over last two decades with important implications for future dynamics. Scientific Reports, 11(1): 18848.

Yavuz H, Mısır N, Mısır M, Tüfekçioğlu A, Karahalil U, Küçük M (2010) Karadeniz Bölgesi saf ve karışık sarıçam *(Pinus Slyvestris L.)* meşcereleri için mekanistik büyüme modellerinin geliştirilmesi, biyokütle ve karbon depolama miktarlarının belirlenmesi. TÜBİTAK 1001-Araştırma Projesi, No: 106O274, 318 s.

Zhang X, Cao QV, Lu L, Wang H, Duan A, Zhang J (2019) Use of modified Reineke's stand density index in predicting growth and survival of Chinese fir plantations. Forest Science, 65(6): 776-783.

Artvin Çoruh Üniversitesi
Orman Fakültesi Dergisi
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Yıl: 2024, Cilt: 25, Sayı: 2, Sayfa: 256-270

ofd.artvin.edu.tr

Artvin Coruh University
Journal of Forestry Faculty
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Year: 2024, Vol: 25, Issue: 2, Pages:256-270

Geleneksel konutlarda dış mekân öğelerinin irdelenmesi: Trabzon Ortahisar ve Pazarkapı Mahalleleri örneğinde

Examination of outdoor elements in traditional houses: examples of Trabzon Ortahisar and Pazarkapı Neighbourhoods

Reyhan AKAT[1*], Birgül ÇAKIROĞLU[2], Evren Osman ÇAKIROĞLU[3]
[1]Yozgat Bozok Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Yozgat
[2]Artvin Çoruh Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Artvin
[3]Artvin Çoruh Üniversitesi, Artvin MYOF, Tasarım Bölümü, Artvin

Eser Bilgisi / *Article Info*
Araştırma makalesi / *Research article*
DOI: 10.17474/artvinofd.1535009

Sorumlu yazar / *Corresponding author*
Reyhan AKAT
e-mail: reyhan.akat@yobu.edu.tr

Geliş tarihi / *Received*
18.08.2024
Düzeltme tarihi / *Received in revised form*
20.09.2024
Kabul Tarihi / Accepted
09.10.2024
Elektronik erişim / *Online available*
15.10.2024

Anahtar kelimeler:
Geleneksel konut
Avlu
Dış mekân
Donatı
Ahşap

Keywords:
Traditional housing
Courtyard
Outdoor space
Equipment
Wood

Özet
Günümüzdeki geleneksel konutların bahçelerinde var olan tarihi-kültürel değere sahip dış mekân öğeleri giderek yok olmaya başlamışlardır. Araştırmanın amacı; günümüzde giderek azalmaya başlayan tarihi-kültürel değeri olan, sit alanı kapsamındaki geleneksel konutların dış mekân öğelerinin saptanması, mekânsal biçimlenmeleri, bulundukları konumları, düzenlemeleri ve bu düzenlemeler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi, iyileştirilmesi ve yaşatılması, ilgili yapılacak restorasyon çalışmaları için veriler sunmaktır. Araştırma, geleneksel konutların restorasyonunda ilk ve en önemli aşama olan analiz aşamasını kapsamaktadır. İnceleme alanı olarak Trabzon'un sit alanı kapsamındaki Ortahisar ve Pazarkapı Mahallelerinde bulunan geleneksel bahçeli konutlar seçilmiştir. Verilerin elde edilmesinde yerinde doğrudan inceleme, gözlem, fotoğraflama ve röleve tekniği kullanılmıştır. Elde edilen verilerden günümüz tasarımlarında da yararlanma yoluna gidilmesi amaçlanmıştır.

Abstract
The outdoor elements with historical-cultural value in the gardens of today's traditional houses are gradually disappearing. The aim of the research is to determine the outdoor elements of the traditional houses within the scope of the protected area with historical-cultural value, which are gradually decreasing today, to determine their spatial formations, their locations, their arrangements and the relationships between these arrangements, and to provide data for restoration works to be carried out for their improvement and survival. The research covers the analysis stage, which is the first and most important stage in the restoration of traditional houses. Traditional garden houses in Ortahisar and Pazarkapı neighbourhoods within the scope of the protected area of Trabzon were selected as the study area. On-site direct examination, observation, photography and survey techniques were used to obtain the data. It is aimed to make use of the data obtained in today's designs.

GİRİŞ

Belirli birçok kültür birikimine sahip olan geleneksel bahçeli konutların günümüzdeki kullanımı, korunması ve sürdürülebilirliği önemli bir konudur. Hemen hemen ortadan kalkmaya yüz tutmuş ve üzerinde pek fazla çalışılmamış ve bilgi edinilmemiş geleneksel bahçeli konutlar mimarisinde bahçede yer alan elemanların incelenmesi, bu elemanlar arasındaki özelliklerin, ilişkilerin belirlenmesi, yaşatılması ve gelecek nesillere aktarılması zorunlu tarihi miraslar arasındadır.

Geçmiş uygarlıklardan geriye kalan yerleşme ve kalıntılar tarihi çevreyi oluşturur (Ahunbay 2011). Varoluş tarihsel bir süreç, bireyler ve toplumlar da tarihsel varlıklar olduklarından (Tümer 1997), nesiller boyu her bireyin bıraktığı bütün yaşanmışlıklar geçmişin önemli mirasına yardımcı olurlar. İnsanların çeşitliliğine bağlı olarak farklı fiziksel özelliklere sahip tarihi çevrelerin hayranlık uyandıran duygusal yönü, felsefi, teknik ve sanatsal incelikleri, estetik özellikleri ve farklılaşan öyküleri gibi her birinde gözlemlenen ortak özellikleri vardır (Akat Gedikli 1993, Feilden 2007). Başlangıçtaki fiziki özellikli çevre, giderek simgesel kimlikli olmaya başlamaktadır. Bu simgesel çevre kendine özgü dili ile kişide sayısız çağrışımları sürekli bir devinim içinde tutar. Böylece geçmiştekiyle günümüzdeki eş anlamlı olur (Okyay 1982, Alsaç 1992). Gelişmeyi ve uygarlaşmayı hedeflemiş olan

toplumlar tarihi yerleşmelerini göz ardı edemezler. Bu açıdan tarihsel çevreye sahip çıkma gereği, uluslaşma sürecinin gündeminde her zaman yer alacaktır. Kentte bulunan geleneksel konutların, şehir yaşamının her evresini yeterince tanıtabilmeleri için, zaman içinde kesintisiz olarak süregelmeleri, bir diğer deyişle her dönemi ifade eden örnekler olmaları esastır (Ahunbay 1988, Karaman 1992). Örneğin; Alaçatı, Ayvalık, Foça ve Çeşme gibi Ege Bölgesi'nin geleneksel konutlarında, zemin kat mekânlarının hemen tümüyle ayrı kullanılan depo veya ticarethane olarak değerlendirilmesi, 18-19. yüzyılda yöredeki ticari etkinliklerin nitelik ve boyutunu göstermesi bakımından önem taşımaktadır. Doğu Karadeniz kıyılarının tipik depo yapısı "serander", üretimin günlük yaşamla ilişkisini oluşturan belge yapılar arasındadır. Bir diğer örnek; konut dış duvar yüzeylerinde özellikle giriş ve ön cephe alınlıklardaki süslemeler, toplumun o dönemdeki beğenisinin, egemen sanat anlayışının, bunun da ötesinde, uluslararası ilişkiler sonucu oluşan sanatsal alış-verişin en somut göstergelerindendir (Mardan 2001, Candaş 2002). Malzeme kullanımı ve teknikleri de önemli tarihi belgeler arasında yer almaktadır. Bu öğeler toplumun ulaştığı teknik düzeyin belgeleri olmalarının yanı sıra, yapı esnafının niteliklerini, sayısal ve teknik kökenlerini, kullanılan malzemelerin üretim ve satış biçimini belirtme gibi konularda birincil kaynakları oluşturmaktadırlar. Tarihi çevreyi korumanın içerdiği; ulusal kimlik, evrensel statü, estetik değerler, imgelem gücü, günü anlama, gelecek için pratikler, düşünsel belleği zenginleştirme, kent belleğine katkı gibi pek çok duygusal yönünün yanı sıra ekonomik boyutu da bir o kadar önemlidir (Ahunbay 2010). Sahip olunan tarihi çevrenin tüm öğeleri manevi özelliklerine ek olarak maddi bir birikim de oluşturmaktadırlar. Kötü kullanımları ya da yok edilmeleri ekonomik zararken, iyi kullanımları ekonomik yararlar getirmektedir. En küçük bir bahçenin duvarının bile, getireceği ekonomik yarar düşünülerek kullanılmalıdır. Tarihi geleneksel konutlar ile çevrelerini sadece bahçe duvarlarından değil sokakları birlikteliğinde düşünülürse, tüm bu birikimi iyi değerlendirmek yeniye daha az muhtaç olmamız anlamına gelmektedir. Var olanı korumak, yeni düzene dönüştürmek, yeniden kökten yapmaktan daha önemlidir (Konuk 1992).

Tarihi geleneksel konut-bahçe ve çevresini korumanın ekonomik ve duygusal yönleriyle gerekliliği zorunlu bir öğreti olduğu açıkken, toplumun tüm kesimleriyle bilinçli katılımı, ülkemiz göz önüne alındığında pek mümkün olamamaktadır. Tarihi konut ve çevre koruma isteği halkça benimsenmemiş bir olgu olmaya devam etmektedir. Bu durumun ekonomik, sosyolojik ve yasal olmak üzere çeşitli boyutları vardır (Bektaş 1997). Fiziksel çevrenin eskimesi, konfor yetersizliği, bakım zorluğu gibi şikâyetler zamanla yeni yapılan yerleşme alanları içinde ortaya çıkmaktadır. Her tarihi değeri olan konut ve bahçesindeki öğeler yaşatılabilir. Fakat geleneksel konutlarda zamanla eskiyen yapısal ve mekânsal bölümlerin onarılmaması gittikçe daha da bozulmalarına neden olur. Bu durumda konutun onarılıp yenilenerek aslına uygun yapılma sürecinde daha masraflı olup, ekonomik imkânları da giderek azaltır. Bakımsızlık ise, kültürel statünün zayıflığından kaynaklanmaktadır (Kuban 2001, Candaş 2002). Toplumsal, ekonomik, siyasal, kültürel, teknolojik değişimler geliştikçe, geleneksel konutlarda değer kaybı, gelecek tarafından soyutlanma, önemsiz kalma ve yeni gelişmelere uyum sağlayamama özellikleri ortaya çıkmakta olup, konut içinde ve dış mekânında insanlara sağladığı mekânsal kurguyu ve bir takım yapısal kuruluş prensiplerini de kaybetmektedir. Geleneksel konutların gelişmeler karşısındaki sürekliliğinin sağlanmasında; aileler tarafından konutların kullanılmaya devam edilmesi ve tarihi konutları korumaya yönelik çıkarılan imar kanunları önemli yer tutmaktadır (Candaş 2002). Özellikle ülkemizde sivil mimari örnekleri incelendiğinde geleneksel konut bahçeleri ile ilgili çalışmalarda önemli bir eksiklikle karşılaşılmaktadır. Bu nedenle günümüze kalan tarihi dış mekân–bahçe anlayışına geniş boyutlar kazandıracak olan geleneksel kent konutu örneklerinin incelenmesi ve araştırılması gerekmektedir. Fakat özellikle konutun dış mekânını oluşturan alanlarda doğal yaşam şartlarına zayıf düşüp zaman içinde kaybolabilen malzeme kullanılması sebebiyle geçmişe ait bilgi edinme zorlaşmaktadır.

Bu çalışmada, günümüzde giderek yok olmaya başlayan sit alanı kapsamındaki geleneksel konutların dış mekânlarında bulunan her bir öğesi belirlenmeye çalışılmıştır.

Mevcut çalışma; girişler (kapılar ve kapı tokmakları), sınırlayıcı elemanlar-duvarlar, merdiven-korkuluklar-basamaklar, boyalı süslemeler, ocak-fırın, çeşme-sarnıç-kuyu, çamaşırhane, aşhane, depo ve wc başlıkları altında yapılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma Alanının Seçimi

İnceleme alanı, Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki Trabzon kentinde tarihi dokunun yoğunlukta olduğu, günümüze özellikle geleneksel konut örneklerinin kalabildiği ve sit alanı kapsamındaki Ortahisar ve Pazarkapı mahallelerinde yapılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Örnek çalışma alanı (URL-1)

Kuruluşundan bu zamana kadar birçok kültür ve medeniyetin etkisinde kalmış olan Trabzon Kenti'nin kronolojik tarihi aşağıdaki gibidir;

-Kuruluşundan serbest kent oluncaya kadar geçen devir (M.Ö. 2000-M.Ö. 750),
-Serbest kent devri (M.Ö. 750-M.Ö. 50),
-Roma Devri (M.Ö. 50-M.S. 395),
-Bizans Devri (M.S. 395-M.S. 1205),
-Kommenoslar Devri (M.S. 1204-M.S. 1461),
-Türk Devri (M.S. 1461 ve sonrası),
-Osmanlı imparatorluğu Devri (1461-1923),
-Türkiye Cumhuriyeti Devri (1923 ve sonrası) (Karpuz 2018).

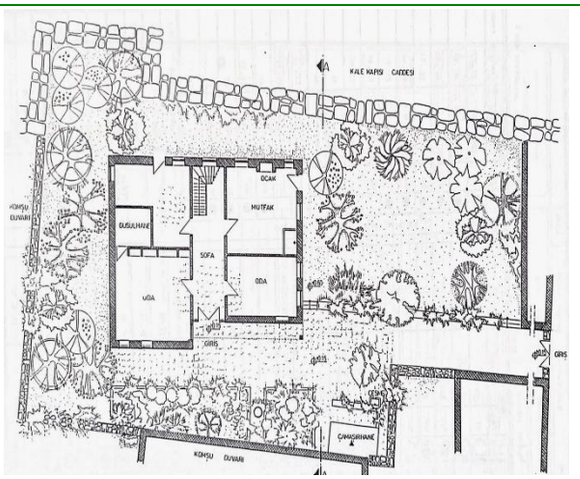
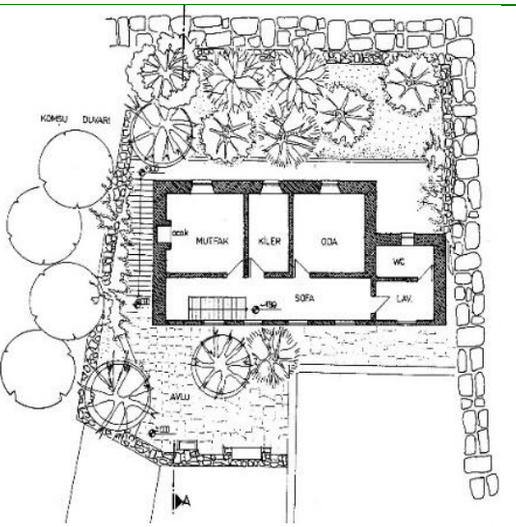
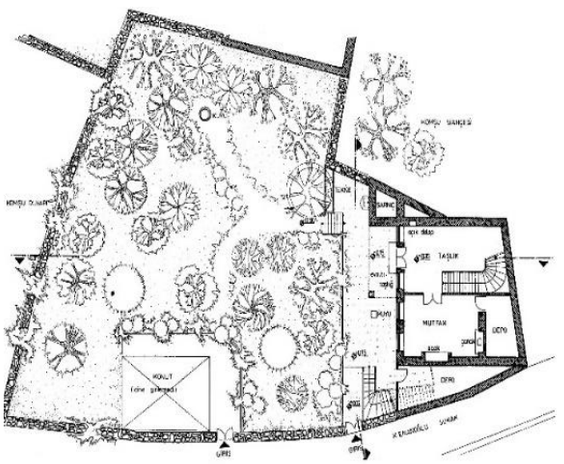
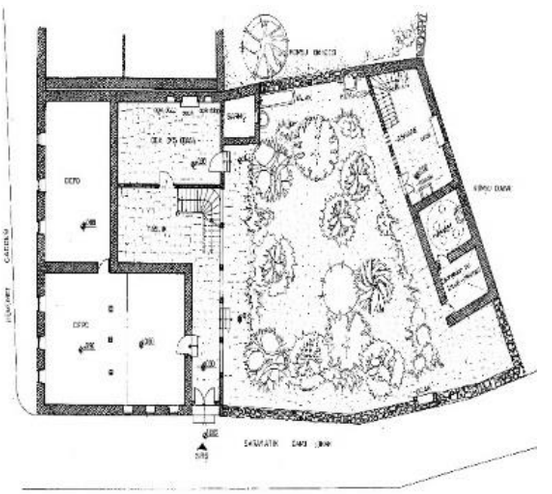
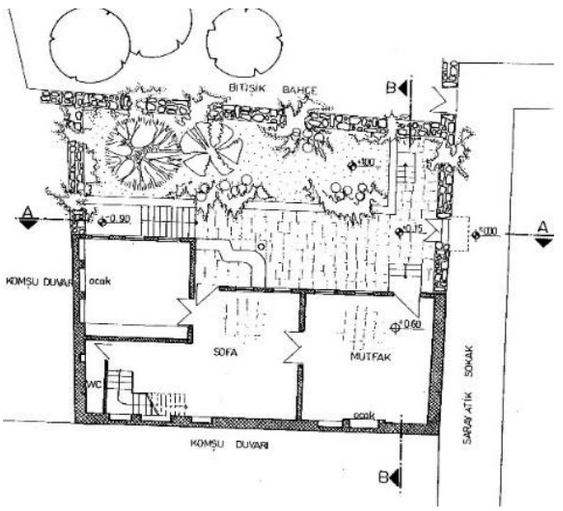
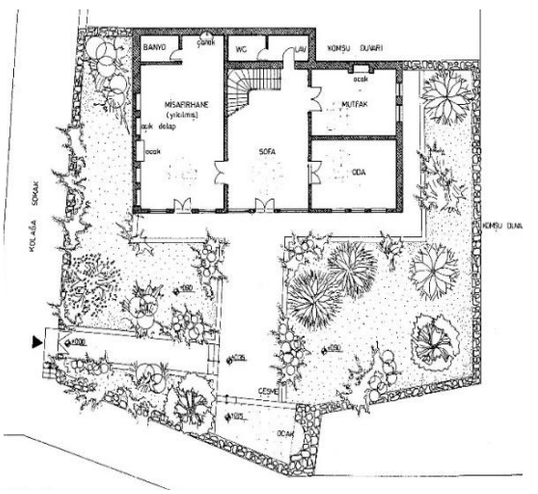
Metod

Çalışmanın ilk aşamasında, örnek alandaki bütün konutlarda ön araştırma yapılmıştır. Bu ön araştırma sonucunda 20 adet geleneksel bahçeli konut seçilip incelemeye alınmıştır (Şekil 1). Her bir örnek konutun giriş katı/zemin katı ile ilgili röleve çalışması yapılmıştır (Çizelge 1). Belirleme formu oluşturularak; konutun bahçe içinde yer alış durumuna bağlı olarak dış mekân öğeleri, kullanım amaçları, yan yana gelme biçimleri saptanmaya çalışılmıştır. Oluşturulan belirleme formunda konutla ve konut öğeleriyle ilgili olmak üzere iki bölüm halinde genel verilere yer verilmiştir:

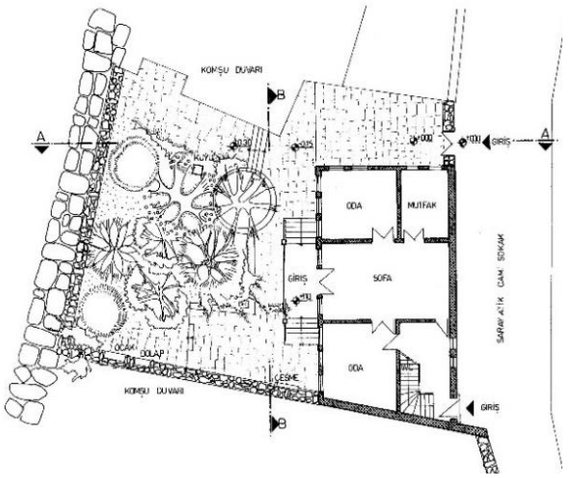
- *Konutla İlgili Genel Özellikler (Dağılım)*: odaksal dağılım (orta sofalı), yandan dağılım (yan sofalı) ve çekirdek dağılım
- *Konut Dış Mekânıyla İlgili Veriler*: aşhane, wc, çeşme, kuyu, sarnıç, yer ocağı, fırın, çamaşırhane, tekne, hamam, niş, depo ve yalak ile ilgilidir.

İncelenen geleneksel bahçeli evlerin zaman içinde konfor düzeyleri azalmış, eskimiş ve doğal olarak kullanıcısının sosyal statüsü de değişmiştir. Yaşam tarzı ve kullanıcının değişmesi nedeniyle mekânların yeniden farklı işlevlerle kullanımı dış mekâna da yansımış, bazı elemanlar ile malzemeleri kaybolmuş, bu da bahçenin zamanla fiziksel ve mekânsal bozulmasına sebebiyet vermiştir. Elde edilen örnekler arasında günümüze kadar değişmeden kalanları azdır. Araştırmada bu faktörleri de değerlendirerek mevcut örneklerin mekânsal kurgusu, ev sahiplerinden edinilen bilgiler de dikkate alınarak literatür ve röleve çalışmasıyla belirlenmiştir.

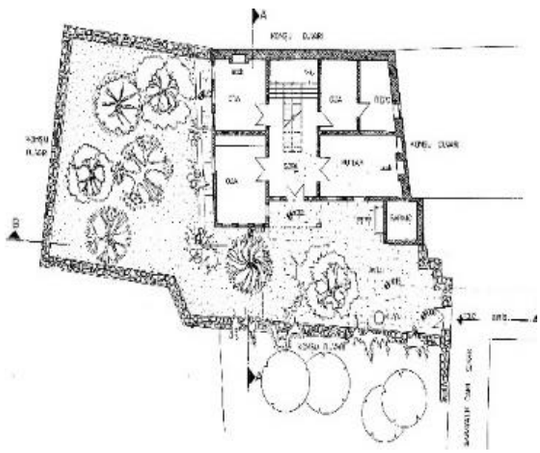
Çizelge 1. Çalışma alanı örneklerinin zemin kat/giriş planları (Akat Gedikli 2024)

Örneklerinin zemin kat/giriş planları

1 No.lu örnek

2 No.lu örnek

3 No.lu örnek

4 No.lu örnek

5 No.lu örnek

6 No.lu örnek

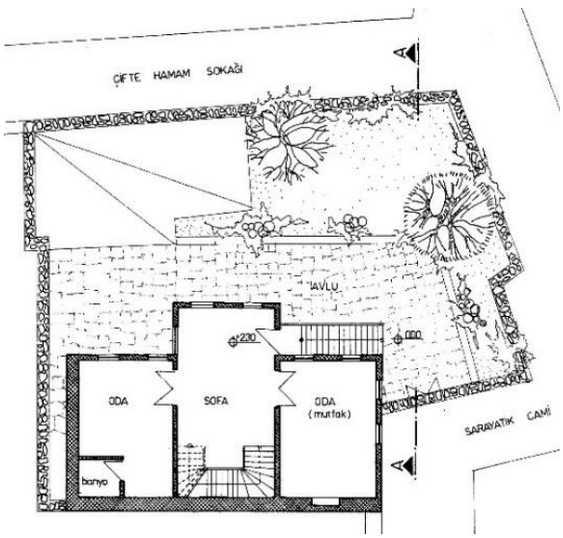
Çizelge 1 (Devamı). Çalışma alanı örneklerinin zemin kat/giriş planları (Akat Gedikli 2024).



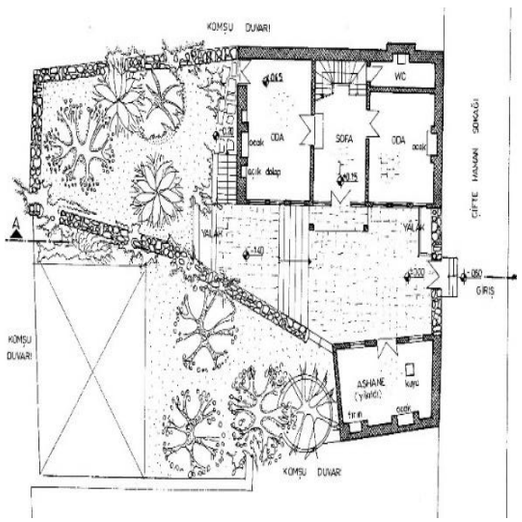
7 No.lu örnek



8 No.lu örnek

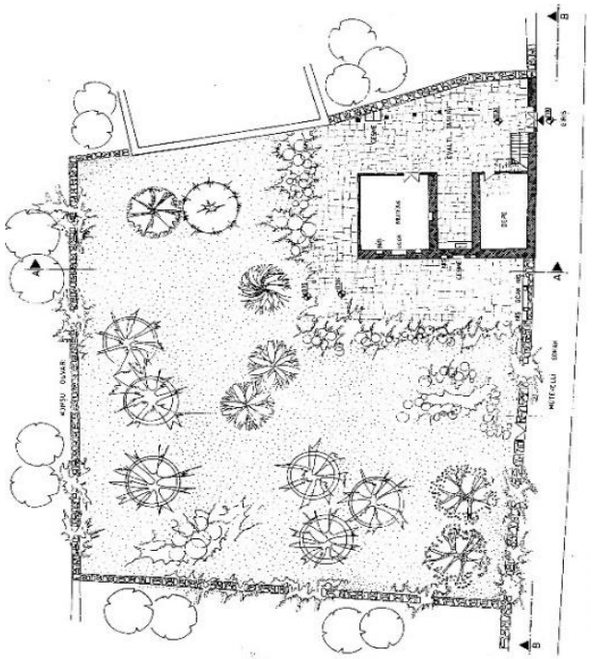


9 No.lu örnek

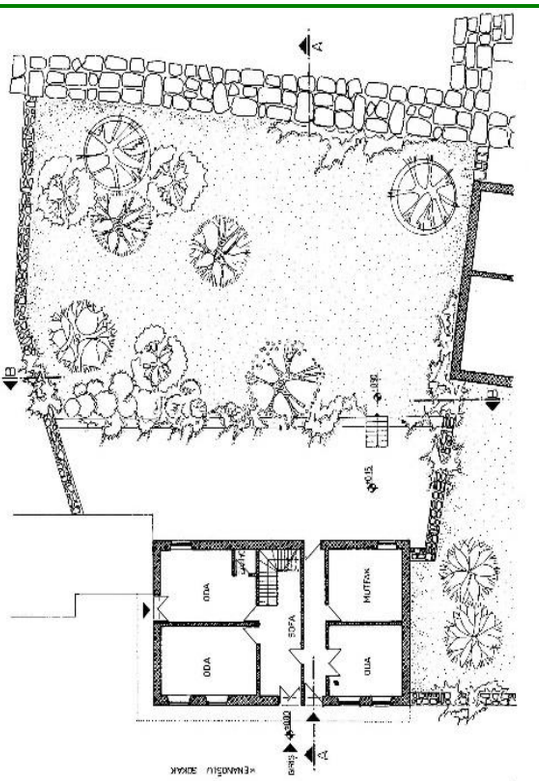


10 No.lu örnek

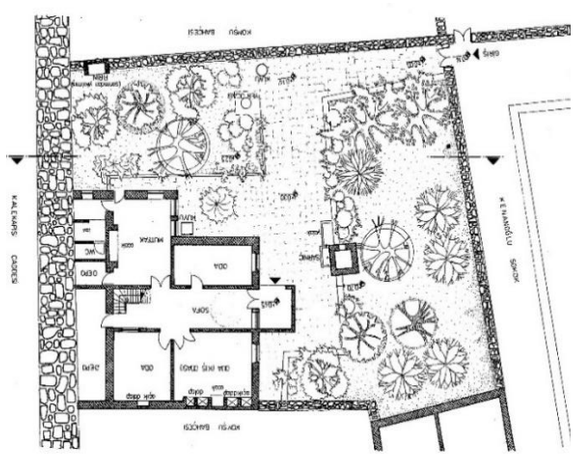
Çizelge 1 (Devamı). Çalışma alanı örneklerinin zemin kat/giriş planları (Akat Gedikli 2024)



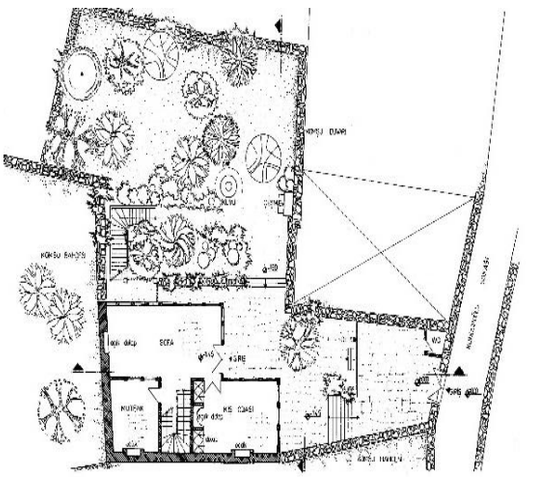
11 No.lu örnek



12 No.lu örnek

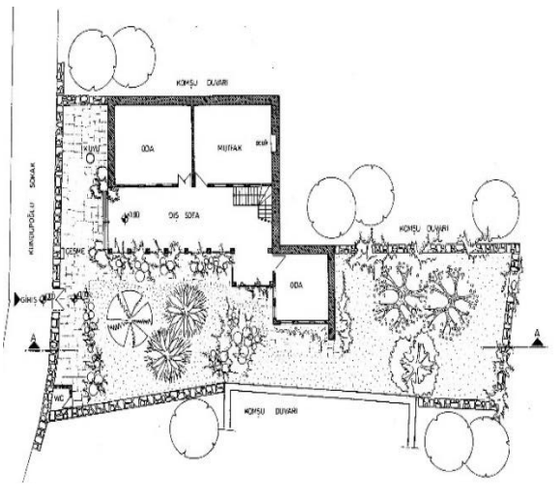


13 No.lu örnek

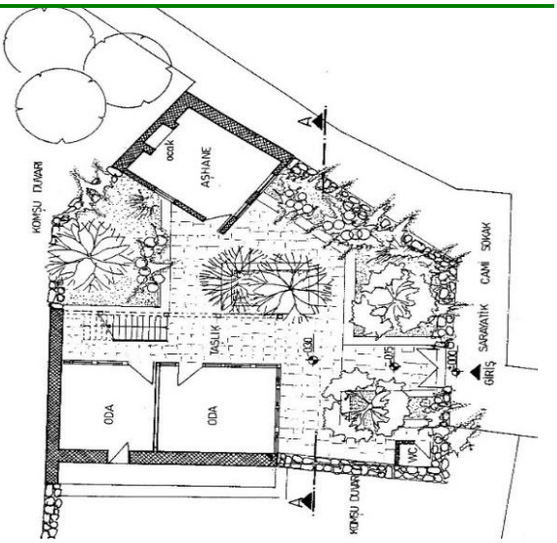


14 No.lu örnek

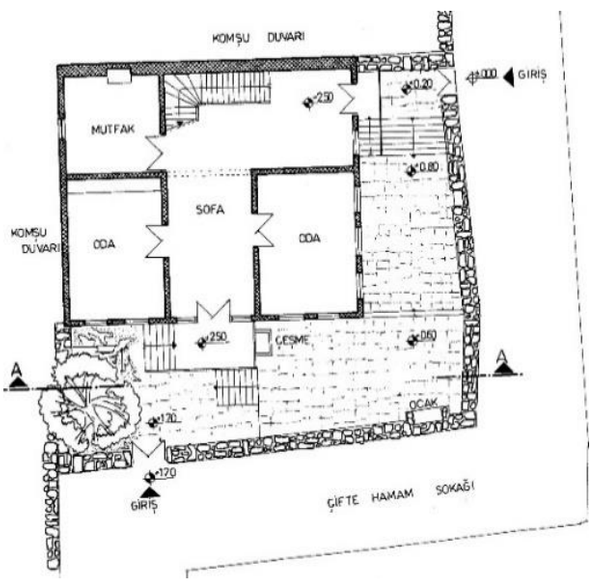
Çizelge 1 (Devamı). Çalışma alanı örneklerinin zemin kat/giriş planları (Akat Gedikli 2024)



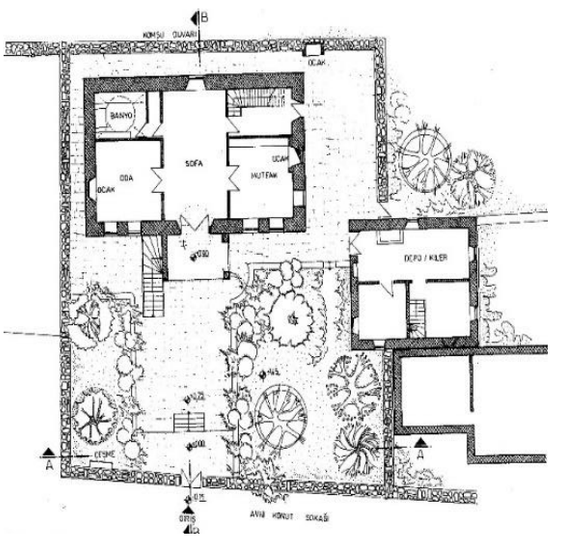
15 No.lu örnek



16 No.lu örnek

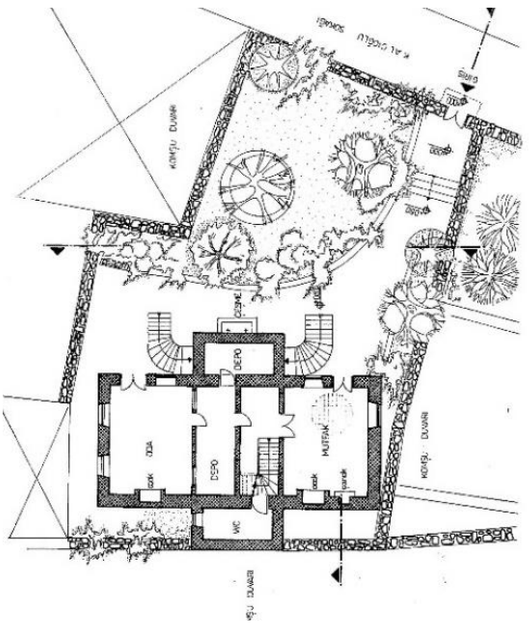


17 No.lu örnek

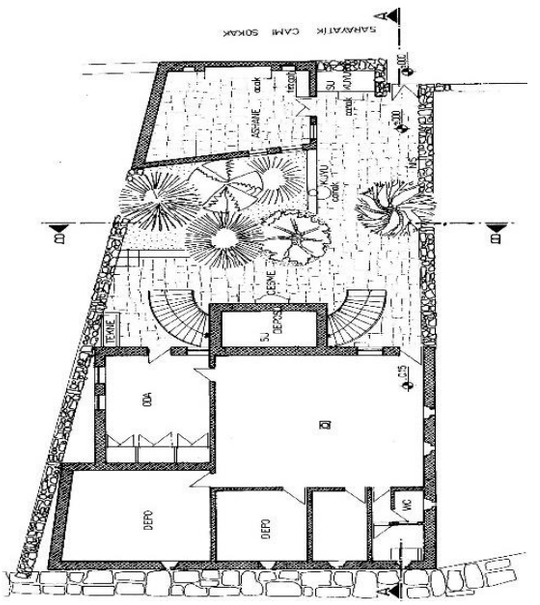


18 No.lu örnek

Çizelge 1 (Devamı). Çalışma alanı örneklerinin zemin kat/giriş planları (Akat Gedikli 2024)



19 No.lu örnek



20 No.lu örnek

BULGULAR VE TARTIŞMA

Geleneksel konutlarla ilgili Kaygusuz (1993) tarafından geleneksel Türk konutunun mimarisi ve kentsel dokusunun biçimlenmesindeki etkisi incelenmiştir. Erdoğan (1996) tarafından yapılan Anadolu avlularının özellik ve düzenleme ilkeleriyle ilgili çalışmada avluların biçimlenmesi, planlama ilkeleri envanteri çıkarılmış ve bölgesel olarak karşılaştırılması yapılmıştır. Aydın (2000) tarafından avlunun hem dünyada hem de Anadolu'daki tarihçesi araştırılmış ve geleneksel konut avlu tipolojileri ortaya koyulmuştur. Kuter ve Erdoğan (2010) tarafından tarihi çevrelerde bitkilerin tespitiyle ilgili bir araştırma yapılmıştır. Yoldaş (2010) kentsel avluların değişim ve gelişimiyle ilgili araştırma yapmış ve konut avlu tipolojilerini belirlemiştir. Özarman (2012) tarafından Trabzon'da site içindeki müstakil konut bahçelerinde görsel mahremiyetin tespit edilmesiyle ilgili araştırmasında bitkisel tasarımın mahremiyetin sağlanmasındaki etkisini ortaya koymuştur. Bozkurt ve Altınçekiç (2013) tarafından Safranbolu evleri örneğinde geleneksel konut ve avluların özellikleri araştırılmıştır. Saygılı (2017) Ortahisar geleneksel konutlarını inceleyip Eski Mahalle örneğinde koruma önerisi getirmiştir. Araştırmasının bir bölümünde mimari ölçekte avlu ve giriş kapılarını mimari ve süsleme açısından incelemiş, tipolojiler ortaya koymuştur. Fakat dış mekân bahçe –avlu içindeki öğelere yer vermemiştir. Saygı ve Sahil (2017) tarafından yapılan araştırmada, Çanakkale-Bozcaada'daki geleneksel evlerin plan tipleri, cephe düzenleri, inşa yapım teknikleri ve yapı malzemeleri vb. özellikleri belirlenmiştir. Avlu ve bahçesi bulunan geleneksel konutların zemin+1 katlı planları yapı ölçeğinde röleveleri çıkarılmış fakat bahçe ve avlusundaki mevcut öğeler araştırılmamıştır. Dönmez (2017), geleneksel Konya evlerinin dış mekân avlunun mekânsal biçimlenişini mimari açıdan mahremiyetin etkisinde incelemiştir. Dağ (2017) tarafından geleneksel Amasra evlerinin mimarisi incelenerek plan tipolojileri ortaya koyulmuştur. Demirbilek (2022) tarafından Erzincan ili Kemaliye ilçesi geleneksel konutlarında konut bahçe girişi üzerine araştırma yapılmış ve kütle hareketine, konumuna ve kot seviyesine bağlı olarak 3 giriş tipleri belirlenmiştir. Demirrenk (2017), geleneksel Rize İkizdere evlerinin plan tipolojilerini belirlemiştir. Zorlu ve Keskin (2017) tarafından geleneksel Urfa evleri ile geleneksel Akçaabat evleri karşılaştırmalı olarak incelenmiş ve konut ile bahçesi arasındaki ilişki mekânsal olarak belirlenmiştir.

Fakat ayrıntılı bahçe öğeleri tespit edilmemiştir. Altan (2020) tarafından Denizli ili Kızılcabölük beldesinin geleneksel konutları araştırılmış ve mimari planlama açısından tipolojilerini belirlemiştir. Dayı (2021), Malatya kenti geleneksel konutlarında avlunun kullanım özelliklerini araştırmıştır. Taşçıoğlu (2022) tarafından Trabzon kenti geleneksel konutları ile Kilis geleneksel konut bahçelerini hem mimari hem de bitkiler açısından karşılaştırarak incelemiştir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde hem Türkiye hem de Trabzon kenti geleneksel konut dış mekân bahçe öğeleriyle ilgili dolaylı araştırmalar yapıldığı söylenebilir. Bu araştırmada geleneksel bahçeli konutların dış mekânlarındaki tüm öğeler ve kültürel değere sahip bitkiler belirlenerek, literatüre kazandırılması amaçlanmıştır.

Geleneksel konut dış mekân öğelerinin günümüze kadar bozulmamış bir şekilde kalanları azdır. Eski kent konutları, gün geçtikçe bozulan diğer yapı ve mekânlarla birlikte yavaş yavaş kaybolmaktadır. Dolayısıyla bahçede yer alan elemanların bir kısmı yok olmaktadır. Ekonomik faktörün de etkisiyle konut sahipleri eski konutlarını yıkmaya, yerine apartman yapmaya yönelmişlerdir. Buna izin veren imar planları ve yerel yönetimler de tarihi kent görüntüsünün olumsuz değişmesinde etkili olmuştur. Yapılan araştırmada tüm bu değişiklikler göz önünde bulundurularak veriler değerlendirilmiştir.

Trabzon Geleneksel Konut Mimari Özellikleri

Trabzon, geleneksel kent konutları üç grupta incelenebilir. Bunlar;

-Osmanlı Devri,
-Rum Devri,
-Melez Dönemidir.

Osmanlı döneminde ahşap ve taş malzeme kullanılmıştır. Ancak ahşabın daha ağırlıklı olarak kullanıldığı görülür. Geleneksel Türk mimarisi özelliklerini gösterir. Rum döneminde geleneksel konutlarda genellikle taş malzeme ağırlıktadır. Melez dönemde ise Rum mimarisi etkileşimle Ormanlı-Türk mimarisini içerir (Tavşan 1993, Sesli 1996).

Yapılan araştırma alanındaki geleneksel kent konutları çoğunlukla iki ya da üç katlı olarak inşa edilmişlerdir. Mekân kullanımları açısından konut içinde en çok mutfak, wc, kapalı sofa ve depo bulunmaktadır. Açık sofa, banyo ve balkon ise en az var olan mekânlar arasındadır. Yer döşemesi kullanımı açısından dış avlularda en çok sıkıştırılmış toprak malzeme, wc'lerde beton, mutfaklarda düzgün yonu taş ile beton, odalarda ise ahşap malzeme çoğunlukla kullanılmıştır. İç sofalarda düzgün yonu taş ağırlıklıdır. Örnek çalışma alanında hem iç sofalı hem de dış sofalı konutlar yer almaktadır. Bu tür konutlardaki iç mekânların dış mekânlara yansımasında bazı farklı özellikler görülmektedir. Bunlar;

- *Dış sofalı konutlarda;* yandan dağılımlı olup, taşlıklar, bahçe tarafından altı açık yani direkler üzerine oturtulmuş durumdadır. Kimi konut altındaki taşlıklar ise bir tarafı sokak kapısında başlamakta ve öteki ucunda bahçenin içine kadar devam etmektedir. Konutun içine ve üst katlara çıkan kapı ve merdivenler bu taşlık üzerindedir. Taşlığın bazı bölümleri üzerinde konut iç mekânları ve balkon özelliği taşıyan yarı açık teras bulunmaktadır. Altta kalan boş alan ile bahçeyi birbirine bağlayan ideal bir mekândır. Bu mekânda çeşitli süs bitkileri estetik ağırlıklı kullanılmaktadır (Şekil 2).

- *İç sofalı konutlarda*; ortadan dağılımlı olup, bahçe yönünde konutun ortasından bir çıkmayla konut-bahçe arasında bütünlük sağlanmaktadır. Ortadan çıkmanın etrafı kimi konutlarda üstü kapalı balkon şeklinde açık tutulmuş, kimi konutlarda ise tamamen bol pencereli kapatılmıştır. Açık çıkmaların çevresi çeşitli süs bitkileriyle (sarmaşık, acemborusu, hanımeli, gül vb.) sarılıcılarla örtülmüş, saksı çiçekleri yerleştirilmiştir. Böylece doğanın harika güzelliği konutun içine kadar sokulmuştur (Şekil 3).



Şekil 2. Evaltı taşlığı (dış sofalı konutlarda)



Şekil 3. Evaltı taşlığı (iç sofalı konutlarda)

Araştırmada Yer Alan Dış Mekân Öğeleri

Çalışmada yer alan dış mekân öğeleri saptanan konut-dış mekân örnekleri üzerinde tek tek belirlenmiş ve tablolar oluşturularak ortak başlıklar halinde ele alınmış ve bununla beraber farklı-benzer özellikleri açısından irdelenmiştir (Çizelge 2). Saptanan öğeler aşağıdaki gibidir:

-girişler; kapılar ve kapı tokmakları,
-sınırlayıcı elemanlar-duvarlar,
-merdiven –korkuluklar-basamaklar,
-boyalı süslemeler,
-ocak-fırın,
-çeşme-sarnıç-kuyu,
-çamaşırhane,
-aşhane,
-depo,
- wc

Yapılan incelemede, dış mekân öğeleri arasında en temel gereksinimleri karşılamak amacıyla, çeşme, kuyu ve ocak (%60-%40) kullanıldığı belirlenmiştir. Bunu aşhane, niş ve wc (%20-%25) takip etmektedir. En az ise hamam, tekne (%5) gibi mahremiyet gerektiren öğeler bulunmuştur (Şekil 4 ve Çizelge 2).

Bahçe girişleri; konuta estetik açıdan daha görkemli ve daha içe dönük bir görünüm sağlarlar. Bahçe kapıları genellikle çift kanatlıdır. Bahçe duvarları içinde yer alan kapılar aynı zamanda konutun kapısı olarak görev yapmaktadırlar. Genellikle kapı açıklığı ahşap hatıllar ile örtülü olup bunların üzerinde yer alan kilit taşları oldukça fazla olan açıklığı geçirmek için oluşturulur. Bahçe giriş kapısı ve kasası ahşap olduğundan üzerinin bir saçak ile korunduğu tespit edilmiştir. Türk konutlarının bahçe kapılarının üzerinde saçağa rastlanılmış, Rum ve melez konutların çoğunluğunda saçağa rastlanılmamıştır. Bunun nedeni girişler üzerinde yer alan ve saçak görevi gören kornişlerdir (Çizelge 2).

Sınırlayıcı elemanlar-duvarlar; konutları bahçeleri genellikle yüksek duvarlardan dolayı dışa kapalı durumdadır. Duvarların yükseklikleri konut bahçesini kapalı bir avlu şeklinde tavansız bir dış mekân salon haline sokmaktadır. Mahremiyet açısından yüksek tutulan bu duvarlar yaklaşık 2.00- 4.00 m arasında değişmektedir.

Merdiven-korkuluk ve basamaklar; bahçeli geleneksel konutlarda, konuta genellikle geniş bir merdivenle girildiği tespit edilmiştir. Merdiven kenarlarında yer alan korkuluklar demirden yapılmışlardır. Basamaklar, dış mekân içerisinde kot farkının fazla olması ve bu kot farklarının özellikle giriş ve çıkışlarda yok edilmek istenmesinden ve konut girişini sokak düzeyinden üstte tutmak veya kat yüksekliği elde etmek amacıyla basamaksız girilen bahçe mekânları ve konutlar hemen hemen yok gibidir.

Boyalı süslemeler; duvarların dış mekân ya da dış yanında sıva üzerine boya ve kalem işleri yapıldığı da yapılan araştırmaya göre saptanmıştır. Özellikle konutların alınlıklarında boyalı süslemelere ağırlık verildiği belirlenmiştir.

Ocak; genellikle sokak girişlerine yakın olan duvarın ortasında ocak olduğu saptanmıştır. Ayrıca girişin karşısına gelen duvarda da inşa edildiği örneklere de rastlanılmıştır.

Fırın; edinilen bilgiye göre eskiden her konutun dış mekânında küçük bir fırın bulunmaktaydı. Artık günümüzde genel fırınlar olması nedeniyle gereksizliklerine karar verilip, konut sahipleri bunları imha etmiş ve çoğunlukla da yıkmıştır.

Çeşmeler; yapılan araştırmada 2 tip çeşmeye rastlanılmıştır. Bunlar; konuta bitişik ve konuttan ayrı çeşmelerdir. Ayrıca, kuyu ile beraber inşa edilen çeşmeler de bulunmuştur.

Kuyular; hemen hemen her geleneksel konut dış mekânında yer aldığı tespit edilmiştir. Hem taşlık hem de bahçede olmak üzere iki şekilde kuyu kullanıldığı saptanmıştır.

Sarnıç; bazı konutlarda çeşme ve kuyunun yanında sarnıç sisteminin yer aldığı belirlenmiştir.

Çamaşırhane; bazı geleneksel konut bahçelerinde çeşmenin yanında sadece bir tekne yapılarak açık havada çamaşır yıkama yeri bırakıldığı, kimi konutlarda ise ocak duvarına yakın yerde üstü kapalı ve konuttan ayrı mekânlar olarak yapıldığı saptanmıştır.

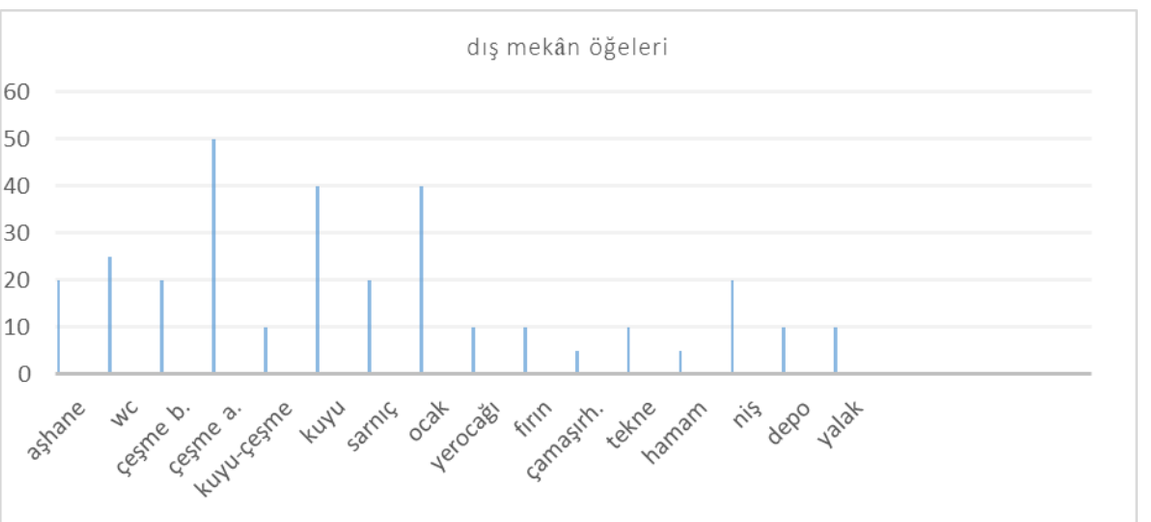
Aşhane; hem Rumevi hem de Türk evinde kimi konutlarda bahçede ayrı olarak mutfak görevi gördüğü belirlenmiştir. İçinde tezgâh, fırın, ocak ve çoğunlukla da depo yer almaktadır.

Depo; genellikle her konutun en alt katında depo olduğu saptanmıştır. Depolar kimi konutun tamamen bodrum katını kaplamaktadır.

Tuvalet; genellikle Türkevlerinde bahçede yer aldığı tespit edilmiştir. Kimi konutlarda konut içinde hem de dış mekânda bulunmaktadır. Rum evlerinde ise çoğunlukla tuvaletlerin konutun içinde olduğu belirlenmiştir.

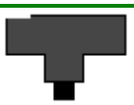
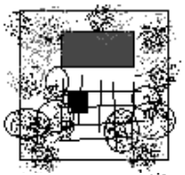
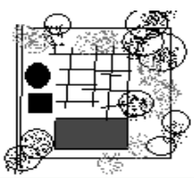
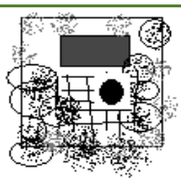
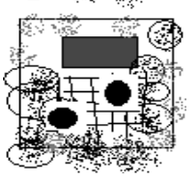
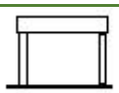
Çizelge 2. Dış mekânlarda öğelerin geleneksel konutlara göre dağılımı

Dış mekân Öğeleri- konut no	Aşhane	Wc	Çeşme			Kuyu	Sarnıç	Ocak	Yerocağı	Fırın	Çamaşırhane	Tekne	Hamam	Niş	Depo	Yalak	Mimari		
			Konuta bitişik	Konuttan ayrı	Kuyu+çeşme												Gl. Ttürkevi	Gl. Rumevi	Gl Melezev
1		■		■		■			■		■								
2				■		■	■		■	■							■		
3																	■		
4		■	■			■	■					■						■	
5		■		■		■						■					■		
6		■		■											■		■		
7				■				■											■
8			■															■	
9				■				■									■		
10				■				■									■		
11	■		■		■							■		■				■	
12				■		■		■											■
13	■				■		■	■					■			■	■		
14				■													■		
15						■	■									■	■		
16	■	■															■		
17				■		■												■	
18	■					■	■	■											■
19			■					■						■				■	
20				■			■							■			■		
(%)	20	25	25	50	10	40	20	40	10	10	5	10	5	20	10	10	60	25	15



Şekil 4. Dış mekân öğelerinin kullanım oranı (%)

Çizelge 3. Geleneksel konut dış mekânında yer alan öğeler

ÇEŞME		Konutun orta ekseninde yer alan çıkmanın ön duvarına bitişik çeşmeler
		Konutun orta ekseninde yer alan çıkmanın yan duvarına bitişik çeşmeler
		Konuttan ayrı; taşlıkta yer alan çeşmeler
		Konuttan ayrı; sokak duvarına bitişik çeşmeler (Hem sokağa hem de konut bahçesine açılmaktadır)
KUYU+ÇEŞME		Konuttan ayrı; taşlıkta yer alan kuyu + çeşmeler
		Konuttan ayrı; bahçe duvarına bitişik kuyu + çeşmeler
KUYU		Konutun önündeki taşlıkta yer alan kuyular
		Her konutun önündeki taşlıkta hem de bahçede yer alan kuyular
SARNIÇ		Konuta bitişik sarnıçlar
OCAK		Düz-dikdörtgen formlu ocak
		Yarım daire (kemer) formlu ocak
LEJANT		Çeşme
		Kuyu
		Sarnıç

SONUÇ ve ÖNERİLER

Yapılan araştırmada, Trabzon kenti sit alanları içinden Ortahisar Mahallesi ve Pazarkapı Mahallesi pilot alanlar olarak seçilmiştir. Bahçeli konutlar daha çok bahçeler esas alınarak, doğrudan tespit ağırlıklı incelenmiştir. Bahçeli konutların dış mekân özellikleri yeni yapılacak tasarımlarda yararlı olacağı düşünülerek saptanmaya çalışılmıştır (Çizelge 2, Çizelge 3, Şekil 5).



Şekil 5. Örnek çalışma alanından görüntüler

Özellikle ahşap ağırlıklı konut dış mekânlarında çevresel, iklimsel ve kişisel kullanımlardan dolayı bozulan ahşap malzemenin çeşitli teknikler kullanılarak korunup, yenilenmesi ve tekrar yaşatılıp sürekliliğe katkıda bulunması sağlanılmalıdır.

Yapılan araştırmanın verileri tablolar altında toplanarak hem yeni tasarımlarda hem de geleneksel konutların restorasyon çalışmalarında veri sağlayacak biçimde genelleştirilmiştir.

Yüksek katlı apartman kültürünün egemen olduğu bu modern çağda, az katlı ve doğa ile yakın temas imkânı sunan bahçeli ev yaşantısının bireylere sağladığı yararlar göz ardı edilemez. Bu nedenle, aynı zamanda geçmişe ait olan ve günümüzde bize konut-bahçe düzenlemeleri ile ilgili veriler sunan örneklerin araştırılması gereği ortadadır.

Konut ve bahçe tek tek değil, her ikisi de toplumun yaşam düzeni içinde birlikte ele alınmalıdır. Bu konudaki başarılı bir sonuca, konut-bahçe planlaması birlikte yapıldığında ulaşılabilir. Her ikisi de birbirleriyle ilişkili olarak çok amaçlı yaşam alanları şeklinde tasarlanmalıdır.

Kullanıcılarla görüşmeler yapılarak günümüz konut bahçeleri için beklentileri belirlenebilir. Bu sonuçlar yeni tasarımlara ve imar yönetmeliklerine yansıtılabilir.

Bu tarz çalışmaların çoğalmasıyla, tarihi değeri olan konut-bahçe ve sit yerleşim mekânlarının korunması, iyileştirilmesi ve restorasyon çalışmalarına önemli katkılar sağlanacağı unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

Ahunbay Z (2011) Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon. Yem Yayın, İstanbul.

Ahunbay Z (2010) Arkeolojik alanlarda koruma sorunları kuramsal ve yasal açılardan değerlendirme. TÜBA-KED Türkiye Bilimler Akademisi Kültür Envanteri Dergisi, 8: 103-118.

Ahunbay Z (1988) Değerlendirme ölçütleri. Yapı Dergisi, 84: 30-32.

Akat Gedikli R (1993) Trabzon kenti geleneksel konutlarında konut-bahçe ilişkisi üzerine bir inceleme. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.

Akat Gedikli R (2024) Reyhan Gedikli Akat Arşivinden.

Alsaç Ü (1992) Türkiye'de Restorasyon. İletişim Yayını, İstanbul.

Altan G (2020) Denizli ili Kızılcabölük beldesi geleneksel konutlarının tipolojileri üzerine bir araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Isparta.

Aydın Ö (2000) Anadolu mimarlığında avlu. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Bektaş C (1997) Koruma, korumama. Ege Mimarlık Dergisi, 22: 27-29.

Bozkurt SG, Altınçekiç H (2013) Anadolu'da geleneksel konut ve avluların özellikleri ile tarihsel gelişiminin Safranbolu evleri örneğinde irdelenmesi. Journal of Faculty Forestry, İstanbul University, 63 (1): 69-91.

Candaş N (2002) Tarihi çevre korumada yaklaşımlar ve teknikler örnekleme: Doğu Karadeniz Bölgesi kentsel sitleri. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.

Dağ Ö (2017) Geleneksel Amasra evlerinin plan tipolojileri. İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Dayı G (2021) Kentsel dokuda avlu kullanımının Malatya kenti örneğinde incelenmesi. İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Malatya.

Demirbilek İ (2022) Erzincan ili Kemaliye ilçesi geleneksel konutlarının sokak cephelerinin tipolojik değerlendirmesi. Eskişehir Osman Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.

Demirrenk Eİ (2017) Geleneksel Rize İkizdere evlerinin plan tipolojisi açısından incelenmesi. İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Dönmez MA (2017) Konya evlerinde mahremiyet ve tevazunun mekâna yansıması. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Konya.

Erdoğan E (1996) Anadolu avlularının özellik ve düzenleme ilkeleri üzerinde karşılaştırmalı bir araştırma, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara.

Feilden B (2007) Conservation of Hictorical Building. Routledge.

Karaman A (1992) Kentsel tasarımda çevresel bütünlük ve süreklilik. 2, Kentsel tasarım ve uygulamalar Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, Mayıs'92, 63-72.

Karpuz H (2018) Trabzon Merkez ve İlçelerindeki Önemli Tarihi Yapılar. Türk Tarih Kurumu, Ankara.

Kaygusuz Ö (1993) Geleneksel Türk konut mimarisi ve oluşturduğu kentsel doku. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Konuk G (1992) Zaman ve mekânın bir sentezi olarak kentsel tasarım. 2.Kentsel tasarım ve uygulamalar Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, Mayıs'92, 73-79.

Kuban D (2001) Türkiye'de Kentsel Koruma. Türkiye Ekonomik ve Toplumsal Tarih Vakfı Yayını, İstanbul.

Kuter N, Erdoğan E (2010) Çankırı kentsel sit alanının bitki varlığı açısından değerlendirilmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 7 (2): 105-111.

Mardan E (2001) Kent belleğinin oluşumunda mimarlık yapıtları. Mimarlık Dergisi, 298: 47-49.

Okyay İ (1982) Tarihi çevre bilincine değin bazı hatırlatmalar ve Safranbolu koruma ve geliştirme imar planı. Türkiye Birinci Şehircilik Kongresi, 2.Kitap, Kasım'82, Ankara, 209-222.

Özarman Ö (2012) Site içindeki müstakil konut bahçelerinde görsel mahremiyet: Trabzon örneği. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.

Saygılı H (2017) Ortahisar geleneksel konutlarının incelenmesi ve "eski mahalle" koruma önerisi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Saygı S, Sahil S (2017) Çanakkale-Bozcaada geleneksel kent dokusu ve evleri. Gazi University Journal of Science Part C: Design and Technology, 5(3): 13-15.

Sesli C (1996) Trabzon geleneksel kent konutlarının girişleri üzerine bir inceleme. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.

Tavşan C (1993) Trabzon kenti geleneksel kent konut cepheleri örneğinde kullanıcı, biçim, tercihleri üzerine bir çalışma. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.

Taşçıoğlu S (2022) Trabzon ve Kilis kentlerinin geleneksel konut bahçeleri özellikleri açısından karşılaştırılması. Akademik Ziraat Dergisi 11(2): 397-406.

Tümer G (1997) Korumacılık üzerine birkaç aykırı söylem. Ege Mimarlık Dergisi, 22: 19-21.

URL1,https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b6/Trabzon_location_Ortahisar.PNG., Erişim Tarihi: 15.08.2024.

Yoldaş E (2010) Kentsel avluların değişen anlam ve biçimleriyle incelenmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.

Zorlu T, Kader Keskin K (2017) Kültür-konut etkileşiminde mahremiyet olgusu: geleneksel Urfa Akçaabat/Ortamahalle evleri üzerinden karşılaştırmalı bir analiz. Online Journal of Art and Design, 5 (2).

Artvin Çoruh Üniversitesi
Orman Fakültesi Dergisi
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Yıl: 2024, Cilt: 25, Sayı:2, Sayfa:271-284

ofd.artvin.edu.tr

Artvin Coruh University
Journal of Forestry Faculty
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Year: 2024, Vol: 25, Issue:2, Pages:271-284

Tüketicilerin bitkisel ilaç/ürün kullanma ve satın alma davranışları: Artvin ili örneği

Consumer behaviour with regard to the use and purchase of herbal medicines/products: A case study in Artvin province

Atakan ÖZTÜRK[1], Mustafa FİLİZ[2*]

[1] Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği, Orman Ekonomisi Anabilim Dalı, Artvin
[2] Artvin Çoruh Üniversitesi, İşletme Fakültesi, Sağlık Yönetimi, Artvin

Eser Bilgisi / *Article Info*
Araştırma makalesi / *Research article*
DOI: 10.17474/artvinofd.1558241

Sorumlu yazar / *Corresponding author*
Mustafa FİLİZ
e-mail: mustafa2108@artvin.edu.tr

Geliş tarihi / *Received*
30.09.2024
Düzeltme tarihi / *Received in revised form*
12.10.2024
Kabul tarihi / Accepted
13.10.2024
Elektronik erişim / *Online available*
15.10.2024

Anahtar kelimeler:
Bitkisel ilaçlar
Bitkisel ürünler
Tıbbi bitkiler
Aromatik bitkiler

Keywords:
Herbal medicines
Herbal products
Medicinal plants
Aromatic plants

Özet

Bu çalışmada bireylerin bitkisel ilaç/ürün kullanma ve satın alma davranışlarının belirlenmesi ve çeşitli demografik değişkenlere (yaş, cinsiyet, gelir, medeni durum vb.) göre bu davranışlardaki farklılıkların ortaya konulması amaçlanmaktadır. Çalışmada veriler, Artvin ilinde yaşayan 18 yaş üstü bireylerden yüz yüze ve online (çevrimiçi) anket yöntemiyle toplanmıştır. Bireylerin bitkisel ilaç/ürün kullanma ve satın alma davranışlarını belirlemek amacıyla ortalama değerler hesaplanmıştır. Ayrıca, bireylerin bitkisel ilaç/ürün kullanma ve satın alma davranışlarının demografik değişkenlere göre farklılıklarını belirlemek için t testi ve Anova testi uygulanmıştır. Katılımcıların %66.8'i bitkisel ilaç/ürün olarak bitki çayı tüketirken, %49.3'ü bitki çaylarını yan etkisi olmadığına inandıkları için tercih ettiklerini ve %48.6'sı da bitki çaylarından çoğu zaman beklenen sonucu (olumlu etkiyi) elde ettiklerini belirtmektedirler. Yine katılımcıların %75.7'si piyasada öne çıkan ve kendilerine sunulan başlıca dört bitkisel ürün markasını daha önce kullanmadıklarını ya da bu markaların ismini duymadıklarını belirtirken, %54.1'i ise bu ürünleri daha çok kış mevsiminde ve eczanelerden satın aldıklarını ifade etmektedirler. COVID-19 döneminde katılımcıların %45.5'i hastalık geçirmişken, bahse konu dönemde %32.2'si tedavi için bitkisel ürün kullanmış ve %21.2'sinin ise bitkisel ürünlere ayrılan bütçelerinde artış olmuştur. Genel olarak, araştırma sonuçları katılımcıların bitkisel ürünler konusunda hem olumlu hem de olumsuz görüşlere sahip olduğunu ve sağlık hizmetleri tercihlerinin doktorlar yönünde yoğunlaştığını ortaya koymaktadır. Ayrıca, araştırmayla COVID-19 pandemisinin bitkisel ürün kullanımını artırmış olabileceğine dair bulgular da elde edilmiştir. Bu sonuçlar, bitkisel ürünlerin sağlık yönetimindeki rolünü ve pandeminin bu alandaki etkilerini daha iyi anlamak için ileri düzeyde araştırmalara ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

Abstract

This study aims to determine individuals' behaviors regarding the use and purchase of herbal medicines/products and to reveal differences in these behaviors based on various demographic variables (age, gender, income, marital status, etc.). Data for the study were collected through face-to-face and online surveys from individuals aged 18 and over living in the Artvin province. Mean values were calculated to identify individuals' behaviors concerning the use and purchase of herbal medicines/products. Additionally, t-tests and ANOVA tests were applied to assess differences in these behaviors based on demographic variables. Among the participants, 66.8% reported consuming herbal teas as herbal medicines/products, 49.3% chose herbal teas because they believed they had no side effects, and 48.6% stated that they often obtained the expected results (positive effects) from using herbal teas. When it comes to purchasing behavior, 75.7% do not recognize specific brands, and 54.1% buy these products from pharmacies, with a tendency to make purchases mainly during the winter season. While 75.7% of the participants stated that they had not used or heard of the leading herbal product brands available in the market before, 54.1% stated that they mostly purchased these products in the winter season and from pharmacies. During the COVID-19 period, 45.5% of respondents experienced illness, while 32.2% used herbal products for treatment and 21.2% had an increase in their budget for herbal products. The research findings highlight that participants have both positive and negative opinions about herbal products, and their preferences for health care services are still largely focused on doctors. There was also evidence that the COVID-19 pandemic may have increased the use of herbal products. These results suggest that further research is needed to better understand the role of herbal products in health management and the impact of the pandemic in this area.

GİRİŞ

Dünya genelinde kimyasal ürünlerin insan sağlığı üzerinde neden olduğu olumsuzluklara karşılık, doğal ürünlerin olumlu etkileri, insanların doğal/bitkisel ürünlerden faydalanma eğilimini artırmıştır (Türker ve ark. 2001, Smith 2021). Doğal/bitkisel ürünlere yönelik bu eğilim; özellikle yaşlı nüfus oranının artması, obezitenin yaygınlaşması, bitkilerin faydalarını ele alan akademik çalışmaların çoğalması ve gelişmiş ülkelerde geleneksel tedavi yöntemlerinin daha fazla benimsenmesi gibi faktörlerin de etkisiyle daha da güçlenmiştir. Son dönemlerde tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen doğal ürünler gıda, tıp eczacılık ve kozmetik gibi çok çeşitli alanlarda daha fazla kullanılmaya başlanmıştır (Korkmaz ve Fakir 2009).

Gelişen bilim ve teknolojiye rağmen, doğal ürünlerin kullanımının giderek artması (Patwardhan 2014), bu ürünlerin insan sağlığı ve esenliği üzerindeki olumlu etkilerine dair artan bilincin bir sonucu olarak değerlendirilmektedir (Smith 2021). Ancak söz konusu ürünlerin kullanımı arttıkça, tüketicilerin bunlara yönelik bilgi ve farkındalık düzeyleri ile sağlıkları üzerindeki etkilerinin belirlenmesine olan ihtiyaç daha da artmaktadır. Tüketicilerin bitkisel ilaçları/ürünleri nasıl ve nereden temin ettikleri ile niçin ve ne zaman kullandıkları konusunda yeterli bilgisinin olmaması, bunların etkin ve güvenli kullanımını engelleyebilmektedir (Kuipers 2003). Bu noktada, tüketicilerin özellikle bitkisel ilaçlara ve ürünlere yönelik bilgi ve farkındalık düzeylerinin belirlenmesi, bunların etkin ve güvenli kullanımını teşvik etmek açısından kritik bir öneme sahiptir (Kuipers 2003).

Bitkisel ilaçları/ürünleri de içine alacak şekilde genel olarak tıbbi ve aromatik bitkilerden faydalanma sürecine ilişkin literatürde çeşitli araştırmalar bulunmaktadır. Bu araştırmalardan birinde tüketicilerin bitkisel ilaç ve ürünleri satın alma kararları üzerinde etkili olan faktörler olarak; etkinlik, fiyat, son kullanma süresi ve ambalaj gibi ürün özellikleri olarak belirlenmiştir (Miftah ve ark. 2020). Bir başka çalışmada ise bahse konu ürünlere ilişkin tüketici davranışları üzerinde; doktor tavsiyeleri, medya reklamları, aile ve arkadaş tavsiyeleri ile ürün marka adı ve şirket imajının önemli rol oynadığı ifade edilmektedir (Neelkanth ve ark. 2015).

Öte yandan Neelkanth ve ark. (2015) ve Shah (2021) insanların bitkisel ürünlerin etkinliğine olan inancının güçlü olduğunu ve birçok tüketicinin de bitkisel ürünlerin diğer ilaç türleri kadar etkili olduğunu düşündüğünü ifade etmektedirler. Bu bağlamda bitkisel ürünlerin doğal olması, daha az yan etkiye sahip olması ve daha uygun fiyatlı olmasından dolayı (Neelkanth ve ark. 2015) pek çok sektörde olduğu gibi kozmetik sektöründe de bitkisel olmayan alternatifler yerine tercih edildiği belirtilmektedir (Dalal ve Abhishek 2024).

Tüketicilerin demografik özellikleri ile bitkisel kökenli ürünlerin kullanımları açısından literatür incelendiğinde; ABD'de yaşlı kişilerin gençlere kıyasla bitkisel ürünlere daha fazla harcama yaptıkları (Alkhateeb ve ark. 2006), Malezya'da ise kadınların erkeklere göre bitkisel ilaç kullanma ihtimallerinin daha yüksek olduğu (Aziz ve Tey 2009) ve eğitim seviyesi yüksek tüketicilerin bitkisel takviyeler kullanma eğiliminin daha yüksek olduğu (Rashrash ve ark. 2017) sonuçlarının yer aldığı araştırmalara rastlanmaktadır. Benzer şekilde Aziz ve Tey (2009) tarafından Malezya'da ve Agyei-Baffour ve ark. (2017) tarafından Gana'da yapılan araştırmalarda da tüketicilerin gelir seviyesi ile bitkisel ilaç kullanma eğilimleri arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur.

Öte yandan çeşitli kişisel özellikler de bitkisel ürün kullanım davranışlarını etkilemektedir. Örneğin, Uganda'da, sağlık hizmetlerinin yüksek maliyeti, hamilelik sırasında bitkisel ilaç kullanımına yönlendiren önemli bir faktördür (Tumuhaise ve ark. 2021). İnme, kanser ve artrit gibi kronik hastalığı olan kişiler, bitkisel ilaçları daha fazla kullanırken (Rashrash ve ark. 2017), hamile kadınların da önemli bir kısmının (%33) hamilelik sırasında bitkisel ilaç kullandığı bildirilmiştir (Aljofan ve Alkhamaiseh 2020).

Bitkisel ilaç kullanma konusunda önceki deneyimlerin yanı sıra farklı kaynaklardan elde edilen bilgiler de etkili olabilmektedir. Endonezya'da, önceki hamileliklerinde bitkisel ilaç kullanmış olan kadınların, tekrar kullanma olasılığının daha yüksek olduğu (Elba ve ark. 2022), Malezya'da ise bitkisel ilaçlara yönelik olumlu görüşlerin

tüketiciler tarafından bu ilaçların kullanma ihtimalini artırdığı (Aziz ve Tey 2009) ve Fas'ta da geleneksel ve tamamlayıcı tıbbın etkinliğine yönelik olumlu inançların bahse konu ilaçların/ürünlerin kullanımını olumlu etkilediğine (Aboufaras ve ark. 2023) ilişkin söz konusudur.

Yine bireylerin bitkisel ilaç/ürün kullanımlarında tıbbi olmayan kaynaklardan gelen öneriler de önemli bir rol oynamaktadır. Örneğin Etiyopya'da, hamile kadınların büyük çoğunluğu (%80) bitkisel ilaçlar hakkındaki bilgilerini öncelikle aile ve arkadaşlarından alırken (Belayneh ve ark. 2022), Sırbistan'da da birçok tüketici bitkisel ilaçları tıp eğitimi almamış bireylerin önerileriyle kullanmaktadır (Samojlik ve ark. 2013). Benzer şekilde Aziz ve Tey (2009) tarafından Malezya'da, Çinli veya Hint kökenli olmanın Malezyalılara kıyasla bitkisel ilaç kullanma olasılığını azalttığı dolayısıyla kültürel geçmişin bitkisel ilaç kullanımını etkilediği ifade edilmiştir.

Günümüzde medya insan hayatının her alanını etkilediği gibi bitkisel ilaçlar konusunda da tüketici bilgi ve davranışını önemli ölçüde etkilemektedir. Nitekim Satyapan ve ark. (2010) Tayland'da yüksek medya maruziyetinin bitkisel ilaç kullanımını etkileyen önemli bir faktör olduğunu ifade etmektedirler. Bununla birlikte ABD'de, bitkisel ilaç profesyonellerine danışan bireyler için bitkisel ürünlere daha fazla harcama yapma eğilimi söz konusu iken (Alkhateeb ve ark. 2006), Uganda'da tıbbi tedavilere sınırlı erişim hamilelik sırasında geleneksel bitkisel ilaçların kullanımını önemli ölçüde etkilemektedir (Tumuhaise ve ark. 2021).

Yukarıda özetlendiği şekilde literatürde bitkisel ilaçlardan/ürünlerden faydalanma sürecine ilişkin yapılan çok sayıda araştırma mevcut olmasına rağmen, özellikle bitki çeşitliliği açısından zengin bölgelerde yaşayan bireylerin bitkisel ilaçlar ve ürünlere yönelik tutumları hakkında yeterli bilgi bulunmamaktadır (Demirci ve ark. 2019). Bu çalışmada, biyo-çeşitlilik (özellikle de bitkisel çeşitlilik) açısından oldukça zengin bir bölge olan Artvin ilinde (Surat 2016), yaşayan bireylerin bitkisel ilaçlar/ürünler hakkındaki bilgi ve deneyimlerini değerlendirerek, bu ürünlerin etkin ve güvenli kullanımını teşvik etmek amaçlanmaktadır. Bu kapsamda araştırmada aşağıdaki sorulara cevap aranmaktadır:

- Artvin halkının bitkisel ilaç/ürün kullanma davranışları nasıldır?
- Artvin halkının bitkisel ilaç/ürün satın alma davranışları nasıldır?
- Artvin halkının bitkisel ilaç/ürün kullanımları ve satın alma davranışları cinsiyete göre farklılık arz ediyor mu?
- Artvin halkının bitkisel ilaç/ürün kullanımları ve satın alma davranışları yaşa göre farklılık arz ediyor mu?
- Artvin halkının bitkisel ilaç/ürün kullanımları ve satın alma davranışları medeni duruma göre farklılık arz ediyor mu?
- Artvin halkının bitkisel ilaç/ürün kullanımları ve satın alma davranışları gelir durumuna göre farklılık arz ediyor mu?
- Artvin halkının bitkisel ilaç/ürün kullanımları ve satın alma davranışları mesleğe göre farklılık arz ediyor mu?
- Artvin halkının bitkisel ilaç/ürün kullanımları ve satın alma davranışları eğitim düzeyine göre farklılık arz ediyor mu?
- Artvin halkının bitkisel ilaç/ürün kullanımları ve satın alma davranışları COVID-19 geçirme durumuna göre farklılık arz ediyor mu?

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırmada veri toplama aracı olarak anketten istifade edilmiştir. Anket formu literatürdeki benzer çalışmalardan ve uzman görüşlerinden faydalanılarak oluşturulmuştur (Sayılı 2013, Arslan 2015, Arslan ve ark. 2016, Özkan 2019, Sancaktar Meral 2019).

Araştırma ve anket formu için Artvin Çoruh Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu'na etik uygunluk başvurusunda bulunulmuş ve ilgili Kurul'un E-18457941-050.99-75974 sayılı kararı ile onay alınmıştır. Araştırma verilerin toplanmasında, Helsinki Deklarasyonuna uygun şekilde ankete katılım sağlayan kişilerin onayı alınmıştır.

Araştırma evreni Artvin ilinde (merkez ilçe ve ilçe merkezlerinde) ikamet eden 18 yaş üstü bireylerden oluşmaktadır. Örneklemin belirlenmesinde özellikle sosyal araştırmalarda örneklem büyüklüğünün

belirlenmesinde dikkate alınan "çalışmada kullanılan değişken sayısının tercihen 10 katı veya daha fazla olması" önerisinden hareket edilmiştir (Coşkun ve ark. 2017). Bu çalışma için hazırlanan anket formunda 29 adet soru bulunduğundan, çalışmada en az 290 kişiye ulaşılmasının örneklemin evreni temsil etmesi adına yeterli olacağına karar verilmiştir. Bu çalışmada 292 kişiye ulaşılmış ve elde edilen örneklemin yeterli olduğuna karar verilmiştir. Anket verileri Artvin il ve ilçe merkezlerinde yüz yüze (n:144) ve çevrimiçi (n:148) olmak üzere 08.01.2024-28.05.2024 tarihleri arasında toplanmıştır. Hem yüz yüze hem de çevrimiçi anket yöntemlerinin bir arada kullanılmasının nedeni, internet erişimi olmayan veya çevrimiçi anketleri kullanma imkânı bulunmayan bireylerle yüz yüze görüşme yaparak olası yanlılıkları (bias) minimize etmektir.

Veriler, araştırma amaç ve hedeflerine uygun olarak SPSS 25 paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Bu kapsamda öncelikle bireylerin bitkisel ilaç/ürün kullanma ve satın alma eğilimlerini belirlemek amacıyla ortalama değerler hesaplanmıştır. Bireylerin bitkisel ilaç/ürün kullanma ve satın alma eğilimlerinin demografik değişkenlere göre farklılığını ortaya koymak amacıyla fark analizleri yapılmıştır. Bu kapsamda ikili grupların karşılaştırılmasın da t testi, üç ve daha fazla grubun karşılaştırılmasında ise ANOVA (Varyans Analizi) testi yapılmıştır. T testi ve ANOVA, gruplar arası ortalama farklarını değerlendirmek için kullanılan istatistiksel testlerdir. T testi, iki grup arasındaki ortalama farkını incelemek için kullanılırken, ANOVA üç veya daha fazla grup arasındaki ortalama farklarını analiz etmek için tercih edilir. T testi, bağımsız veya bağımlı örneklem durumlarına göre uygulanabilirken, ANOVA, farklı grupların bir bağımlı değişken üzerindeki etkilerini karşılaştırır. Her iki test, araştırma bulgularının geçerliliğini sağlamak ve istatistiksel çıkarımlar yapmak için kritik öneme sahip olup, bu araştırmada verilerin normal dağılım göstermesinden dolayı tercih edilmiştir (Coşkun ve ark. 2017).

BULGULAR

Katılımcıların Genel Özellikleri

Araştırma örneklemi kapsamında anket uygulanan katılımcıların sosyo-demografik özelliklerine ilişkin bulgular Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1'e göre katılımcıların; %57.9'u kadın, %33.3'ü 18-30 yaş aralığında, %61.6'sı evli, %35.1'i üniversite mezunu ve %38.7'sinin aylık geliri 8.000 TL'nin altındadır. Ayrıca katılımcıların %24.3'ünün ev hanımı ve %29.4'ünün ise diğer meslek gruplarından (çiftçi, işçi, polis vb.) olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 1. Sosyo-demografik özelliklerin dağılımı

Özellik		**n**	**%**
Cinsiyet	Kadın	169	57.9
	Erkek	123	42.1
Yaş	18-30	97	33.3
	31-40	73	25.0
	41-50	88	26.7
	51 ve üzeri	44	15.0
Medeni Durum	Evli	180	61.6
	Bekâr	112	38.4
Eğitim Düzeyi	Okuryazar	17	6.0
	İlköğretim/ortaöğretim	76	26.0
	Lise	85	29.1
	Üniversite	103	35.1
	Lisansüstü	11	3.8
Gelir (TL/ay)	0-8000	113	38.7
	8001-10000	59	20.2
	10001-15000	64	21.9

	15001-20000	22	7.5
	20001-30000	20	6.8
	30001 ve üzeri	14	4.8
Meslek	Memur	26	8.9
	İşçi	39	13.4
	Ev Hanımı	71	24.3
	Sağlık Personeli	70	24.0
	Diğer Meslek Grupları	86	29.4

Çizelge 2'de katılımcıların hastalanmaları durumunda yaptıkları ilk işlem incelenmiştir. Bulgulara göre, katılımcıların büyük bir çoğunluğu (%68.5) hastalandıklarında ilk olarak doktora gitmektedir. Eczaneye gitmeyi tercih edenlerin oranı %5.8'dir. Alternatif tıbba yönelip doğrudan aktara gidenler %2.1 ile düşük bir orana sahiptir. Önce doktora gidip ardından aktara gitmeyi tercih edenler %2.1, önce aktara gidip sonra doktora gitmeyi tercih edenler ise %1.4 oranındadır. Kendim çözüm üretirim diyen ise %20.2 ile dikkat çekici bir oranda yer almaktadır. Doktora başvurunlar kalan yaklaşık 1/3'lük kesimin doğrudan ya da dolaylı olarak hastalandığında ilk olarak bitkisel ürün/ilaç kullandığı söylenebilir.

Çizelge 2. Hastalık durumunda katılımcılarca yapılan ilk işlem

Yapılan ilk işlem	**n**	**%**
Doktora başvuru	200	68.5
Kendi çözümünü üretme	59	20.2
Eczaneye başvuru	17	5.8
Önce doktora sonra aktara başvuru	6	2.1
Aktara başvuru	6	2.1
Önce aktara sonra doktora başvuru	4	1.4
Diğer	2	.7

Çizelge 3'te katılımcıların kronik bir rahatsızlık durumları incelendiğinde; %81.2'sinin kronik bir rahatsızlığı bulunmazken, %18.8'inin ise kronik rahatsızlığı olduğu görülmektedir.

Çizelge 3. Katılımcıların kronik bir rahatsızlığının varlığı

Kronik bir rahatsızlığa sahip olma durumu	**n**	**%**
Evet	55	18.8
Hayır	237	81.2

Katılımcıların Bitkisel İlaç/Ürün Kullanma Durumu

Çizelge 4'te, katılımcıların bitkisel ilaç ve ürünlere yönelik genel davranışları incelenmiştir. Bulgulara göre, katılımcıların %66.8'i bitki çayı tüketmektedir. Bitkisel ilaç ya da ürünleri tedavi amaçlı kullananların oranı %31.1 iken, rahatlamak için kullananların oranı %21.9'dur. Hem tedavi hem de rahatlama amacıyla kullananlar %9.6 oranında olup, bu ürünleri kullanmayanlar %32.5 ile en büyük grubu oluşturmaktadır.

Katılımcıların bitkisel ilaçlardan veya ürünlerden bekledikleri sonucu alma durumları da incelenmiştir. Çoğu zaman sonuç aldığını belirtenler %48.6 ile en yüksek orana sahiptir. Nadiren sonuç aldığını belirtenler %24.3, her zaman sonuç aldığını belirtenler ise %11.3 oranındadır. Sonuç alamadığını söyleyenlerin oranı ise %15.8'dir.

Son olarak, kullandıkları bitkisel ürünleri başkalarına tavsiye edip etmeyecekleri sorulduğunda, katılımcıların %47.9'u bu ürünleri tavsiye edeceğini belirtmiştir. Tavsiye etmeyeceğini söyleyenler %25 iken, fikri olmayanlar %27.1 oranında yer almaktadır. Bu bulgular, katılımcıların bitkisel ürünlere karşı genel olarak olumlu bir davranış sergilediğini, ancak bu ürünlerin etkinliği konusunda bazı tereddütlerinin olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4. Bitkisel ilaç/ürün kullanım davranışı

Bitkisel ilaç/ürün kullanım davranışına yönelik sorular		**n**	**%**
Bitki çayı tüketir misiniz?	Evet	195	66.8
	Hayır	97	33.2
Bitkisel ilaç/ürün ne amaçlı kullanırsınız?	Tedavi amaclı	91	31.1
	Rahatlamak için	64	21.9
	Tatlarını sevdiğim için	14	4.8
	Tedavi amaçlı ve rahatlamak için	28	9.6
	Kullanmıyorum	95	32.5
Bitkisel ilaçlardan/ürünlerden beklediğiniz sonucu alıyor musunuz?	Evet her zaman alırım	33	11.3
	Çoğu zaman sonuç alırım	142	48.6
	Nadiren sonuç alırım	71	24.3
	Hayır sonuç almam	46	15.8
Kullandığınız bitkisel ürün(ler)i herhangi birine tavsiye eder misiniz?	Evet	140	47.9
	Hayır	73	25.0
	Fikrim Yok	79	27.1

Çizelge 5, katılımcıların bitkisel ilaç ve ürün kullanımına yönelik davranışlarını incelemektedir. Bulgulara göre, katılımcıların büyük bir kısmı (%42.8) bitkisel ilaçları çay olarak kullanmaktadır. Bunu takiben, %19.2'si bitkisel ilaç kullanmadığını belirtmiştir. Ham bitki veya öğütülmüş karışımlar gibi diğer kullanım şekilleri ise daha düşük oranlarda tercih edilmektedir.

Çizelge 5. Bitkisel ilaçların kullanım yöntemleri, tercih sebepleri ve bilgi kaynakları

Bitkisel ilaçların kullanım yöntemleri, tercih sebepleri ve bilgi kaynaklarına yönelik sorular		**n**	**%**
Tedavi amaçlı kullandığınız bitkisel ilaçları ne şekilde kullanırsınız?	Ham bitki olarak	15	5.1
	Öğütülmüş karışımlar olarak	9	3.1
	Çay olarak	125	42.8
	Yağı çıkartılmış olarak	6	2.1
	Kapsül veya tablet haline getirilmiş bitkisel ilaç olarak	15	5.1
	Kullanmam	56	19.2
	Ham bitki olarak/ Çay olarak	9	3.1
	Ham bitki olarak/ Yağı çıkartılmış olarak	21	7.2
	Öğütülmüş karışımlar olarak/ Çay olarak	13	4.5
	Çay olarak/ Yağı çıkartılmış olarak	14	4.8
	Çay olarak/ Kapsül veya tablet haline getirilmiş bitkisel ilaç olarak	9	3.1
Bitkisel ilaçları niçin tercih edersiniz?	Fiyatı sentetik ilaçlara göre daha düşük olduğu için	11	3.8
	Yan etkisi olmadığına inandığım için	144	49.3
	Sentetik ilaçlarla tedavi olamadığım için	5	1.7
	Sentetik ilaç tedavi yöntemlerine destek olması için	84	28.8
	Fiyatı sentetik ilaçlara göre daha düşük olduğu için/ Yan etkisi olmadığına inandığım için	13	4.4
	Yan etkisi olmadığına inandığım için/ Sentetik ilaçlarla tedavi olamadığım için	19	6.5
	Kullanmam	16	5.5
Kullandığınız bitkisel ilaçlardan nasıl haberiniz oldu?	Televizyon ve radyo programlarından	5	1.7
	Gazete, dergi ve kitaplardan	6	2.1
	İnternetten	34	11.6
	İlaç mümessili/Tanıtımcılarından	11	3.8
	Komşu/Arkadaş/ İş arkadaşı/Akrabalardan	113	38.7
	Kullanmam	15	5.1
	Televizyon ve radyo programlarından/ Gazete, dergi ve kitaplardan	22	7.5
	Televizyon ve radyo programlarından/ İnternetten	23	7.9
	Televizyon ve radyo programlarından/ Komşu/Arkadaş/ İş arkadaşı/Akrabalardan	12	4.1
	İnternetten/ Komşu/Arkadaş/ İş arkadaşı/Akrabalardan	33	11.3
	Televizyon ve radyo programlarından/ İnternetten/ Komşu/Arkadaş/ İş arkadaşı/Akrabalardan	18	6.2

Bitkisel ilaçların tercih nedenleri incelendiğinde, katılımcıların %49.3'ü bu ürünleri yan etkisi olmadığına inandıkları için tercih etmektedir. Sentetik ilaç tedavilerine destek olması için bitkisel ilaçları kullananların oranı %28.8 iken, fiyat avantajı nedeniyle tercih edenler %3.8 ile en düşük oranı oluşturmaktadır.

Katılımcıların bitkisel ilaçlardan nasıl haberdar oldukları sorulduğunda, %38.7'si bu bilgiyi komşu, arkadaş, iş arkadaşı veya akrabalardan aldığını belirtmiştir. İnternetten bilgi edinenlerin oranı %11.6 iken, televizyon ve radyo programları ile gazete, dergi ve kitaplardan bilgi edinenler daha düşük oranlarda kalmıştır. Bitkisel ilaç kullanmayanlar ise %5.1 oranındadır.

Bu bulgular, katılımcıların bitkisel ilaçları genellikle çevresel etkileşimler yoluyla tanıdığını ve yan etkisi olmadığına inanarak tercih ettiğini göstermektedir. Çay formu, en yaygın kullanım şekli olarak öne çıkmaktadır.

Son olarak elde edilen verilere göre; tedavi amaçlı kullanılan bitkiler arasında en yaygın olarak tercih edilenlerin başında %4.5 ile "Nane, Ihlamur" kombinasyonu gelmektedir. "Ihlamur" ve "Nane" tek başına veya çeşitli bitkilerle birlikte sıkça kullanılan bitkiler arasında öne çıkmaktadır. "Ihlamur, Kuşburnu" kombinasyonları ve "Ihlamur"un farklı bitkilerle kombinasyonları da %21 ve %1.4 oranlarıyla dikkat çekmektedir. Çeşitli kombinasyonlarda %0.3 oranıyla birçok bitki seçeneği bulunmaktadır. Bu dağılım, tedavi amaçlı bitki kullanımının bireylerin tercihine göre oldukça çeşitlilik gösterdiğini ve bazı bitkilerin diğerlerine göre daha popüler olduğunu ortaya koymaktadır.

Katılımcıların tedavi amaçlı bitkisel ilaç/ürün kullanımını ve bu kullanımların dağılımına bakıldığı zaman; 292 katılımcı arasında en yaygın olarak soğuk algınlığı (%21.2) ve halsizlik/yorgunluk (%7.9) için bitkisel ürünler kullanılmaktadır. Ayrıca, 55 kişi (%18.8) hastalık için hiç bitkisel ürün kullanmadığını belirtmiştir.

Katılımcıların Bitkisel İlaç/Ürün Satın Alma Durumu

Çizelge 6 katılımcıların bitkisel ilaç/ürün satın alma davranışlarını göstermektedir. Bulgulara göre, katılımcıların büyük çoğunluğu (%75.7) belirli markaları duymadığını belirtmiştir. Bununla birlikte, %12'si tüm markaları duyduğunu ifade etmiştir.

Bitkisel ilaçların nerede satılması gerektiği konusunda katılımcıların %54.1'i eczaneleri tercih ederken, %30.8'i aktarı tercih ettiğini belirtmiştir. Ayrıca, katılımcıların %43.2'si bitkisel ilaçları aktardan satın aldığını ifade etmiş, %22.6'sı ise eczanelerden alışveriş yaptığını belirtmiştir.

Mevsimsel olarak, bitkisel ilaçların en çok kış mevsiminde satın alındığı (%72.6) görülmektedir. Ayrıca, katılımcıların %52.1'i yılda birkaç kez bitkisel ilaç satın aldığını belirtirken, %21.2'si ayda birkaç kez satın aldığını ifade etmiştir.

Bu araştırmada, katılımcıların çoğunun bitkisel ilaçları aktardan ve eczaneden temin ettiğini, en yoğun satın alma döneminin kış mevsimi olduğunu ve bu ürünlerin büyük ölçüde yılda birkaç kez satın alındığını göstermektedir. Ayrıca, belirli markaların farkındalığının düşük olduğu anlaşılmaktadır.

Katılımcıların COVID-19 Döneminde Bitkisel İlaç/Ürün Kullanma Durumu

Çizelge 7, COVID-19 dönemi boyunca katılımcıların bitkisel ilaç ve ürünlere yönelik davranışlarını göstermektedir. Bulgulara göre, katılımcıların %45.5'i COVID-19 hastalığını geçirdiğini belirtirken, %54.5'i bu hastalığı geçirmediğini ifade etmiştir.

Çizelge 6. Bitkisel ilaç/ürün satın alma davranışı

Bitkisel ilaç/ürün satın alma davranışına yönelik sorular		n	%
Aşağıdaki markalardan hangisini duydunuz?	Afiye	8	2.7
	Aksu Vital	18	6.2
	GNC	3	0.7
	Solgar	7	2.4
	Hiçbirini duymadım	221	75.7
	Hepsini duydum	35	12.0
Bitkisel ilaç/ürün nerede satılmalıdır?	Aktarda	90	30.8
	Eczanede	158	54.1
	Hem aktarda Hem de eczanede	18	6.2
	Fikrim Yok	26	8.9
Bitkisel ilaçları nereden satın alırsınız?	Aktardan	126	43.2
	Eczaneden	66	22.6
	Marketten	18	6.2
	İnternetten	2	0.7
	Diğer yerler	19	6.5
	Almıyorum	8	2.7
	Aktardan/ Eczaneden	27	9.2
	Aktardan/ Eczaneden/ Marketten	26	8.9
Bitkisel ilaçları en çok hangi mevsimde satın alırsınız?	Kış	212	72.6
	İlkbahar	6	2.1
	Yaz	2	0.7
	Sonbahar	20	6.8
	Kış/Sonbahar	32	11.0
	Dört mevsimde alırım	20	6.8
Bitkisel ilaçları ne sıklıkta satın alırsınız?	Hiç almam	50	17.1
	Yılda birkaç defa	152	52.1
	Ayda birkaç defa	62	21.2
	Diğer	28	9.6

COVID-19 tedavisi için bitkisel ürün kullanan katılımcıların oranı %32.2 iken, %67.8'i tedavi amacıyla bitkisel ürün kullanmadığını belirtmiştir. Benzer şekilde, COVID-19'dan korunmak için bitkisel ürün kullananların oranı %39.4, kullanmayanların oranı ise %60.6 olarak belirlenmiştir. Pandemi sürecinde bitkisel ürünlere ayrılan bütçe incelendiğinde, katılımcıların %21.2'si bu dönemde bütçelerini artırdıklarını ifade ederken, %78.8'i bütçelerinde bir artış olmadığını belirtmiştir.

Bu bulgular, COVID-19 dönemi boyunca bitkisel ürün kullanımının belirli bir kesim tarafından tercih edildiğini, ancak genel olarak çoğunluğun bu tür ürünleri kullanmadığını ve bütçesini artırmadığını göstermektedir.

Çizelge 7. COVID-19 döneminde bitkisel ilaç/ürün kullanımı

COVID-19 döneminde bitkisel ilaç/ürün kullanımına ilişkin sorular		n	%
COVID-19 geçirdiniz mi?	Evet	133	45.5
	Hayır	159	54.5
COVID-19 tedavisi için bitkisel ürün kulandınız mı?	Evet	94	32.2
	Hayır	198	67.8
COVID-19 korunmak için bitkisel ürün kulandınız mı?	Evet	115	39.4
	Hayır	177	60.6
Pandemi sürecinde bitkisel ürünlere ayırdığınız bütçe arttı mı?	Evet	62	21.2
	Hayır	230	78.8

Bitkisel Ürün Kullanma ve Satın Alma Davranışlarının Demografik Değişkenlerle İlişkisi

Çizelge 8'de verilen T testi bulguları, bitkisel ürün/ilaç kullanma ve satın alma tutumları ile cinsiyet, medeni durum ve COVID-19 geçirme durumu arasındaki ilişkileri değerlendirmektedir.

Cinsiyete göre kadınlar ve erkekler arasında bitkisel ürün/ilaç kullanma tutumları açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır (t=.698, p=.485). Benzer şekilde, satın alma tutumları da cinsiyetler arasında anlamlı bir fark göstermemektedir (t=-.505, p=.614).

Çizelge 8. Demografik değişkenlere göre t-testi sonuçları

Bitkisel ürün/ilaç	Değişkenler	Ort.	Std.Hata	t	p
Kullanma davranışı	Kadın	2.33	2.112	.698	.485
	Erkek	2.15	2.004		
Satın alma davranışı	Kadın	2.30	1.017	-.505	.614
	Erkek	2.37	1.140		
Kullanma davranışı	Evli	2.02	1.910	-2.415	.017
	Bekar	2.63	2.246		
Satın alma davranışı	Evli	2.32	1.050	-.132	.895
	Bekar	2.34	1.103		
Kullanma davranışı	COVID-19 geçiren	2.11	1.968	-1.073	.284
	COVID-19 geçirmeyen	2.37	2.139		
Satın alma davranışı	COVID-19 geçiren	1.51	.940	.767	.444
	COVID-19 geçirmeyen	1.42	.943		

Medeni duruma göre; evli ve bekar bireyler arasında bitkisel ürün/ilaç kullanma tutumları açısından anlamlı bir fark vardır. Bekar bireylerin bitkisel ürün/ilaç kullanma tutumları daha yüksek olup, bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır (t=-2.415, p=.017). Buna göre bekar bireyler(m:2.246), evli bireylere (m:1.190) göre daha yüksek oranda bitkisel ürün/ilaç kullanma eğilimindedir. Ancak, satın alma tutumları açısından evli ve bekar bireyler arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (t=-.132, p=.895).

COVID-19 geçirme durumuna göre; COVID-19 geçiren ve geçirmeyen bireyler arasında bitkisel ürün/ilaç kullanma tutumları açısından anlamlı bir fark bulunmamaktadır (t=-1.073, p=.284). Ayrıca, satın alma tutumları da COVID-19 geçiren ve geçirmeyenler arasında anlamlı bir fark göstermemektedir (t=.767, p=.444).

Çizelge 9'da sunulan ANOVA test sonuçları, bitkisel ürün/ilaç kullanma ve satın alma tutumları ile yaş grubu, gelir düzeyi, meslek grubu ve eğitim düzeyi gibi değişkenler arasındaki ilişkileri incelemektedir.

Yaş grubu, gelir düzeyi, meslek grubu ve eğitim düzeyi değişkenlerine göre bitkisel ürün/ilaç kullanma tutumları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. ANOVA test sonuçları, tüm bu değişkenler için p değerlerinin .05'ten büyük olduğunu ve bu nedenle gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir.

Benzer şekilde yaş grubu, gelir düzeyi, meslek grubu ve eğitim düzeyi değişkenleri ile bitkisel ürün/ilaç satın alma tutumları arasında da anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. ANOVA test sonuçları, bu değişkenlerin her biri için p değerlerinin .05'ten büyük olduğunu göstermektedir.

Çizelge 9. Demografik değişkenlere göre anova testi sonuçları

Değişkenler		F	p
Kullanma davranışı	Yaş grubu	2.724	.442
	Gelir düzeyi	.437	.823
	Meslek grubu	1.564	.117
	Eğitim düzeyi	2.032	.074
Satın alma davranışı	Yaş grubu	.866	.504
	Gelir düzeyi	.973	.435
	Meslek grubu	.419	.937
	Eğitim düzeyi	.790	.558

TARTIŞMA

Bu araştırmada, katılımcıların demografik özellikleri, bitkisel ilaç/ürün kullanma ve satın alma davranışları, COVID-19 döneminde bitkisel ilaç/ürün kullanımları ve bu bağlamdaki tutumları incelenmiştir. Bulgular, toplumun bitkisel ürünlere yönelik tutumları ve bu ürünlerin kullanım alışkanlıkları hakkında önemli ipuçları sunmaktadır.

Bu araştırmada demografik veriler incelendiğinde, katılımcıların büyük bir kısmının kadın (%57.9) ve evli (%61.6) bireylerden oluştuğu görülmüştür. Eğitim düzeyi açısından, katılımcıların %35.1'i üniversite mezunu olup, bu oran Türkiye genelindeki eğitim seviyesini yansıtmakta ve araştırmanın geniş bir kesimi kapsadığını göstermektedir (TUİK 2022). Katılımcıların çoğunluğu (%81.2) kronik bir rahatsızlığa sahip olmadıklarını belirtmiş olduğundan, bu sonuç katılımcılarının bitkisel ürün kullanımına yönelik tutumlarının genel sağlık durumu ile ilişkilendirilebileceği varsayımını desteklemektedir.

Katılımcıların hastalandıklarında ilk başvurdukları yerlerin çoğunlukla doktorlar (%68.5) olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgu, sağlık sistemine olan güvenin yüksek olduğunu ancak bitkisel ürünlere yönelik ilginin tamamen yok olmadığını da göstermektedir. Nitekim, katılımcıların %20.2'si hastalandıklarında kendi çözümlerini ürettiklerini ve %3'ü ise önce aktara gittiklerini belirtmiş, bu da araştırma alanında geleneksel tedavi yöntemlerine olan eğilimi ortaya koymaktadır. Araştırmalar, geleneksel ve modern sağlık sistemleri arasında karmaşık bir ilişki olduğunu göstermektedir. Güney Tirol'de, halkın %70'i modern sağlık hizmetlerine güven duyarken (Barbieri ve ark, 2024), bitkisel ve alternatif tıpa yönelik dikkate değer bir ilgi bulunmaktadır. Suudi Arabistan'da, katılımcıların %88.4'ü bitkisel ilaç kullandıklarını, %84.3'ü ise geleneksel tariflere ilgi duyduklarını belirtmiştir (Al Akeel ve ark. 2018). Benzer şekilde, Suudi Arabistan'daki diyabet hastalarının %68'i sıkça bitkisel ilaçlar tüketmektedir (Alqathama ve ark. 2020). Bununla birlikte, bitkisel ilaç kullanımı konusunda hastalar ile doktorlar arasında iletişim eksiklikleri bulunmaktadır; hastaların %71.4'ü bitkisel ilaçlarla kendi kendine tedavi uyguladıklarını doktorlarına bildirmemektedir (Alqathama ve ark. 2020). Abuja'da ise %70'i ilk tercih olarak modern tıbbı seçerken, %28'i bitkisel tıbbı tercih etmektedir (Mustapha ve ark. 2016). Literatürde Türkiye'de bitkisel ilaç kullanımı yaygın olduğu belirlenmiştir. Çalışmalarda %39.2 ile %70 arasında değişen kullanım oranları ile limon, nane ve kuşburnu gibi bitkilerin yaygın kullanımı bildirilmiştir (Tan ve ark. 2004, Nur 2010). Kullanıcıların genç, kadın ve yüksek eğitimli olma olasılığı daha yüksektir (Nur 2010). Kullanım nedenleri arasında sağlığın iyileştirilmesi ve çeşitli rahatsızlıkların tedavisi yer almaktadır (Nur 2010, Akbulut ve Bayramoğlu 2013). Çoğu kullanıcı bitkisel ilaçlardan memnuniyet duyduğunu bildirmiştir (Tan ve ark. 2004). Bu bulgular, modern sağlık hizmetlerine duyulan yüksek güvene rağmen, farklı popülasyonlar arasında geleneksel ve bitkisel tedavilere yönelik bu araştırmanın sonuçlarına benzer şekilde sürekli bir ilgi olduğunu göstermektedir.

Bitkisel ilaç ve ürün kullanımı ile ilgili olarak, katılımcıların %66.8'i bitki çayı tüketmektedir. Bu oran, bitkisel ürünlerin günlük yaşamda yaygın olarak kullanıldığını göstermektedir. Bununla birlikte, bitkisel ürünleri tedavi amaçlı kullananların oranı %31.1 olup, bu ürünlerin alternatif tıp alanında önemli bir yer tuttuğunu ortaya

koymaktadır. Ancak, bu ürünlerden beklenen sonuçları alma konusunda katılımcıların %48.6'sı çoğu zaman sonuç aldığını belirtmiş, bu da bitkisel ürünlerin etkisine dair bazı şüphelerin bulunduğunu göstermektedir. Bitkisel ürünlerin kullanımında en yaygın formun çay (%42.8) olması, geleneksel tüketim alışkanlıklarının sürdüğünü ve bu ürünlerin kolay erişilebilirliğinin kullanımını artırdığını düşündürmektedir. Ayrıca, bitkisel ürünlerin yan etkisi olmadığına dair inanç, bu ürünlerin tercih edilmesinde en önemli faktör olarak ortaya çıkmıştır (%49.3). Sakinah (2023) çalışmasında genel olarak bitkisel ürün/ilaç'ların zararsız olduğu nadiren de olsa yan etkilerinin olduğunu vurgulamıştır. Ancak, bu inancın bilimsel dayanağının sorgulanması gerektiği ve halkın bu konuda daha bilinçli hale getirilmesinin önem arz ettiği açıktır. Literatürde bitkisel ürünler, çeşitli popülasyonlar arasında yaygın olarak kullanılmakta olup, kullanım yaygınlık oranları %40.1 ile %80.2 arasında değişmektedir (Sucaklı ve ark. 2014, Kaner ve ark. 2017, El-Dahiyat ve ark. 2020). Kullanımın yaygın sebepleri arasında soğuk algınlığını tedavi etme, kilo verme ve cilt problemleri yer almaktadır (Sucaklı ve ark. 2014, Kaner ve ark. 2017).

Satın alma davranışları incelendiğinde, katılımcıların büyük çoğunluğunun (%75.7) belirli markaları duymadığı görülmüştür. Bu durum, bitkisel ürün pazarında markalaşmanın yeterince gelişmediğini ve tüketicilerin daha çok geleneksel yöntemlerle ürün seçimi yaptığını göstermektedir. Bitkisel ilaçların genellikle aktar ve eczanelerden temin edilmesi (%54.1 ve %30.8) de bu ürünlerin daha çok geleneksel kanallar üzerinden erişildiğini ortaya koymaktadır. Fayiah ve ark. (2024) çalışmalarında bitkisel ilaç/ürün kullanımı, sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etme potansiyeline sahip olup, özellikle gelişmekte olan ülkelerde toplumsal geçim kaynaklarını olumlu yönde etkilediği vurgulanmıştır. Bu açıdan, sağlık otoritelerini ve karar vericileri, bitkisel ilaçların sağlık sistemine katkıları ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesi açısından önemi konusunda bilgilendirmesinin önem arz etmektedir.

Literatürde araştırmalar, üniversite öğrencileri ve genel popülasyon arasında bitkisel ürün kullanımının yaygın olduğunu ve birçok kişinin bu ürünlerin güvenli olduğuna inandığını göstermektedir (Sucaklı ve ark. 2014, Neelkanth ve ark. 2015). Tüketicilerin bitkisel ilaçlara olan tercihleri, ürün özellikleri gibi faktörlerden etkilenmekte olup, en önemli özellikler arasında ürünün özellikleri, fiyatı ve son kullanma tarihi yer almaktadır (Miftah ve ark. 2020). Doktorlar ve medya reklamları satın alma kararları üzerinde önemli bir etkiye sahipken, birçok tüketici aynı zamanda aktarlar ve eczaneler gibi geleneksel kanallara da güvenmektedir (Neelkanth ve ark. 2015, Kaner ve ark. 2017). Tüketimi etkileyen faktörler arasında alışkanlıklar ve yakınların tavsiyeleri ön plandadır. Ayrıca, ürünlerin satın alma tercihlerinde en önemli faktör, doğal olmalarıdır. Tüketicilerin, odun dışı orman ürünlerini doğadan elde etme oranının yüksek olduğu ve bu ürünlerin tüketimi konusunda bilinçli oldukları ortaya konulmuştur.

COVID-19 döneminde bitkisel ürün kullanımına yönelik tutumlar değerlendirildiğinde, hastalığı geçiren katılımcıların %32.2'sinin tedavi amacıyla bitkisel ürün kullandığı, %39.4'ünün ise korunma amacıyla bu ürünlere yöneldiği belirlenmiştir. Bu bulgu, pandeminin bireyleri alternatif tedavi yöntemlerine yönlendirdiğini ve bitkisel ürünlerin bu dönemde daha fazla ilgi gördüğünü göstermektedir. Genel olarak dünyada bitkisel ürün/ilaç kullanımının arttığı da bilinmektedir (Singh ve Kharb 2023). Ancak, bu ürünlere ayırılan bütçenin %78.8 oranında artmaması, ekonomik kaygıların bu süreçte önemli bir rol oynadığını düşündürmektedir. Araştırmalar, COVID-19 pandemisi sırasında hem önleme hem de tedavi amacıyla bitkisel ürünlerin yaygın olarak kullanıldığını göstermektedir. Türkiye'de, yetişkinlerin %70.5'i tamamlayıcı ve alternatif tıp yöntemlerini kullanmış, bunların %35.5'i ise özellikle bitkisel tedavilere yönelmiştir (Delibaş ve ark. 2022). Benzer şekilde, Vietnam'da katılımcıların neredeyse yarısı pandemi sürecinde yaygın hastalıklar için bitkisel ilaç kullandığını bildirmiştir (Nguyen ve ark. 2021). Türkiye'de yapılan bir çalışmada ise hastaların %32'sinin öncelikle bağışıklık sistemini güçlendirmek amacıyla bitkisel ürünler kullandığı tespit edilmiştir (Bulut ve ark. 2021). Sağlık çalışanları ve genel popülasyonun bitkisel ilaç kullanım oranlarının benzer olduğu ve her iki grubun da bu ürünleri ağırlıklı olarak önleyici bir tedbir olarak kullandığı gözlemlenmiştir (Güngör ve Baykal 2023). Yaygın olarak kullanılan bitkisel ürünler arasında zencefil, bal, sarımsak

ve perilla yer almaktadır (Nguyen ve ark. 2021, Güngör ve Baykal 2023). Birçok kişi, bitkisel ilaçların küçük sağlık sorunları için güvenli ve etkili olduğuna inanmakla birlikte, kullanıcıların %12.4'ünün yan etkiler bildirdiği de dikkat çekicidir (Nguyen ve ark. 2021, Güngör ve Baykal 2023).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, katılımcıların bitkisel ilaç ve ürünlere yönelik tutumları, kullanım alışkanlıkları ve satın alma davranışları detaylı olarak incelenmiştir. Elde edilen bulgular, toplumun önemli bir kesiminin bitkisel ürünleri özellikle tedavi ve rahatlama amaçlı olarak tercih ettiğini, ancak bu ürünlerin etkinliği konusunda bazı tereddütlerin bulunduğunu göstermektedir. Katılımcıların bitkisel ilaçlardan elde ettikleri sonuçlar konusunda büyük oranda olumlu geri bildirimde bulunmaları, bitkisel ürünlere olan güvenin yüksek olduğunu ancak bu güvenin tam anlamıyla yaygın olmadığını ortaya koymaktadır.

Çalışmanın sonuçlarına göre, bitkisel ilaçlar en yaygın olarak çay formunda tüketilmekte ve bu tüketim genellikle çevresel etkileşimlerle şekillenmektedir. Katılımcılar, bitkisel ürünlerin yan etkilerinin olmaması nedeniyle bu ürünleri tercih etmektedir, ancak sentetik ilaçlara duyulan ihtiyaç bitkisel ürünlere olan talebi tamamlayıcı bir nitelikte tutmaktadır. Özellikle kış aylarında artan bitkisel ürün kullanımı, mevsimsel etkilerin bu tercihlerde önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

COVID-19 pandemisi sırasında, katılımcıların bir kısmının bu hastalığı önlemek veya tedavi etmek amacıyla bitkisel ürünlere yönelmiş olmaları, pandeminin toplumda bitkisel ürünlere olan ilgiyi artırdığına işaret etmektedir. Ancak, bu dönemde bitkisel ürünlere ayrılan bütçenin büyük ölçüde artmadığı, bu ürünlere yönelik talebin daha çok mevcut bütçeler çerçevesinde şekillendiği görülmektedir.

Sonuç olarak, bu araştırma, bitkisel ürünlerin Artvin'de yaygın bir kullanım alanı bulduğunu ancak bu ürünlerin etkinliği ve güvenliği konusunda toplumda bazı tereddütlerin bulunduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle COVID-19 pandemisi sırasında bitkisel ürünlere olan ilginin arttığı, ancak bu artışın ekonomik kısıtlamalar nedeniyle sınırlı kaldığı anlaşılmaktadır. Bu bağlamda, toplumun bitkisel ürünler hakkında daha bilinçli hale getirilmesi ve bu ürünlerin bilimsel dayanaklarla desteklenmesi büyük önem taşımaktadır. Gelecekte yapılacak çalışmalar, bitkisel ürünlerin etkinliği ve yan etkileri konusunda daha derinlemesine araştırmalar yaparak, halk sağlığını koruma ve bilinçlendirme süreçlerine katkıda bulunabilir.

TEŞEKKÜR /BİLGİLENDİRME

Bu çalışma Artvin Çoruh Üniversitesi BAP Koordinatörlüğü tarafından desteklenen 2023.TAB.F10.02.01 numaralı projeden üretilmiştir. Veri toplama sürecinde anket formlarını doldurarak araştırmaya katkı sağlayan tüm katılımcılara teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Aboufaras M, Selmaoui K, Najib R, Lakhdissi A, Ouzennou N (2023) Predictors of herbal medicine use among cancer patients. Journal of Cancer Research and Clinical Oncology, 149(8): 4991–5005.

Agyei-Baffour P, Kudolo A, Quansah DY, Boateng D (2017) Integrating herbal medicine into mainstream healthcare in Ghana: clients' acceptability, perceptions, and disclosure of use. BMC Complementary and Alternative Medicine, 17(1): 513.

Akbulut S, Bayramoglu MM (2013) The trade and use of some medical and aromatic herbs in Turkey. Studies on Ethno-Medicine, 7(2): 67-77.

Al Akeel MMM, Al Ghamdi WM, Al Habib S, Koshm M, Al Otaibi F (2018) Herbal medicines: Saudi population knowledge, attitude, and practice at a glance. Journal of Family Medicine and Primary Care, 7: 865-875.

Aljofan M, Alkhamaiseh S (2020) Prevalence and factors influencing use of herbal medicines during pregnancy in Hail, Saudi Arabia: a cross-sectional study. Sultan Qaboos University Medical Journal, 20(1): e71–e76.

Alkhateeb FM, Doucette WR, Ganther-Urmie JM (2006) Influences on consumer spending for herbal products. Research in Social & Administrative Pharmacy, 2(2): 254–265.

Alqathama A, Alluhiabi G, Baghdadi H, Aljahani L, Khan O, Jabal S, Alhomoud F (2020) Herbal medicine from the perspective of type II diabetic patients and physicians: What is the relationship? BMC Complementary Medicine and Therapies, 20(1): 1-9.

Arslan H (2015) İzmir ili kentsel kesimde odun dışı bitkisel orman ürünlerine yönelik tüketici tutum ve davranışlarının analizi. Ege Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, İzmir.

Arslan H, Engindeniz S, Çınar G (2016) İzmir ili kentsel kesiminde odun dışı bitkisel orman ürünleri tüketiminin analizi üzerine bir araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 53(3): 251-257.

Aziz Z, Tey NP (2009) Herbal medicines: prevalence and predictors of use among Malaysian adults. Complementary Therapies in Medicine, 17(1): 44–50.

Barbieri V, Lombardo S, Gärtner T, Piccoliori G, Engl A, Wiedermann CJ (2024) Trust in conventional healthcare and utilization of complementary and alternative medicine in South Tyrol, Italy: a population-based cross-sectional survey. Annali di Igiene, Medicina Preventiva e di Comunità, 36 (4).

Belayneh YM, Yoseph T, Ahmed S (2022) A cross-sectional study of herbal medicine use and contributing factors among pregnant women on antenatal care follow-up at Dessie Referral Hospital, Northeast Ethiopia. BMC Complementary Medicine and Therapies, 22(1): 146.

Bishop FL, Yardley L, Lewith GT (2008) Treat or treatment: a qualitative study analyzing patients' use of complementary and alternative medicine. American Journal of Public Health, 98(9): 1700–1705.

Bulut S, Şahin BÖ, Demirci NY, Orhan DD (2021) Investigation of the usage of herbal products during the COVID-19 pandemic. Journal of Research in Pharmacy, 25: 913–919.

Coşkun R, Altunışık R, Yıldırım E (2017) Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri SPSS Uygulamalı (9. Baskı). Sakarya: Sakarya Yayıncılık.

Dalal R, Abhishek A (2024) Consumer purchase behavior towards ayurvedic cosmetic products in Bahadurgarh. Shodh Sari: An International Multidisciplinary Journal.

Davis PH, Tan K, Mill R (1988) Flora of Turkey and the Aegean Islands (Vol. X, supplement). Edinburgh Univ. Press.

Delibaş L, Polat F, Çakici AE (2022) Adults' state of using complementary and alternative medicine during the COVID-19 pandemic: complementary and alternative medicine during the COVID-19 pandemic. Holistic Nursing Practice, 10–1097.

Demirci M, Delice M, Güner B (2019) Determination of knowledge and use of herbal products among individuals living in Meriç, Edirne. Journal of Turkish Family Physician, 10(3): 121–132.

Elba F, Hilmanto D, Poddar S (2022) Factors influencing the use of herbal medications during pregnancy at public health center, Indonesia. Journal of Public Health Research, 11(4): 22799036221139939.

El-Dahiyat F, Rashrash M, Abuhamdah S, Abu Farha R, Babar ZUD (2020) Herbal medicines: a cross-sectional study to evaluate the prevalence and predictors of use among Jordanian adults. Journal of Pharmaceutical Policy and Practice, 13(1): 2.

Fayiah M, Fayiah MS, Saccoh S, Kallon MK (2024) Value of herbal medicine to sustainable development. In Herbal Medicine Phytochemistry: Applications and Trends, Cham: Springer International Publishing, pp: 1429-1456.

Gizaw AT, Teka F (2018) Herbal medicine use and predictors among pregnant women attending antenatal care in Ethiopia: a systematic review and meta-analysis. BMC Pregnancy and Childbirth, 18(1): 462.

Güngör Ö, Baykal H (2023) Attitudes toward herbal medicine for COVID-19 in healthcare workers: a cross-sectional observational study. Medicine, 102 (38): e35176.

Harris PE, Cooper KL, Relton C, Thomas KJ (2012) Prevalence of complementary and alternative medicine (CAM) use by the general population: a systematic review and update. International Journal of Clinical Practice, 66(10): 924–939.

Kaner G, Karaalp C, Kurklu NS (2017) Determining the frequency of use of herbal products and factors affecting the use of herbal products among university students and their families. Turkish Bulletin of Hygiene and Experimental Biology, 74: 37–54.

Karik Ü, Öztürk M (2009) Türkiye dış ticaretinde tıbbi ve aromatik bitkiler. Bahçe, 38(1): 21–31.

Korkmaz M, Fakir H (2009) Determination of final consumer characteristics of non-wood forest products. Turkish Journal of Forestry, 10(2): 10–20.

Lange MK (2004) British colonial legacies and political development. World Development, 32: 905–922.

Miftah H, Novita I, Tsuwaibah H, Sunaryo MA (2020) Product attributes determine the preference of herbal medicine consumers. Indonesian Journal of Applied Research, 1(3): 149–154.

Mustapha KB, Kirim RA, Ibrahim JA, Onuche PU, Bakare-Odunola MT (2016) Perception of use of herbal and orthodox medicines in parts of Abuja: a pilot study. Journal of Applied Pharmaceutical Science, 6(6): 128–132.

Neelkanth P, Anupam S, Deepika GL (2015) Indian Consumer's Buying Behaviour and Perception to Herbal Drugs: A Report.

Nguyen PH, De Tran V, Pham DT, Dao TNP, Dewey RS (2021) Use of and attitudes towards herbal medicine during the COVID-19 pandemic: a cross-sectional study in Vietnam. European Journal of Integrative Medicine, 44: 101328.

Nur N (2010) Knowledge and behaviours related to herbal remedies: a cross-sectional epidemiological study in adults in Middle Anatolia, Turkey. Health & Social Care in the Community, 18(4): 389–395.

Özderin S, Avcı A, Sakal M (2024) Odun dışı orman ürünlerine yönelik tüketici tercihlerini etkileyen faktörler: Manavgat (Antalya) bölgesi örneği. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 26(1): 31–44.

Özkan S (2019) Tıbbi ve aromatik bitkilerin talebi üzerine araştırmalar: İstanbul örneği. İstanbul-Cerrahpaşa Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Öztürk H (2021) Tıbbı ve aromatik bitkiler vadisi tasarımı: Şanlıurfa örneği. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 27: 1118–1131.

Patwardhan NC (2014) Work-Life Balance Initiations for Women Employees in the IT Industry. In P. Verma & H. Shah (Eds.), Work-Life Balance: A Global Perspective (pp. 128–135). Wisdom Publications.

Rashrash M, Schommer JC, Brown LM (2017) Prevalence and predictors of herbal medicine use among adults in the United States. Journal of Patient Experience, 4(3): 108–113.

Sakinah M (2023) Use of herbal medicinal products among children. Eureka Herba Indonesia, 4(1): 156-159.

Samojlik I, Mijatović V, Gavarić N, Krstin S, Božin B (2013) Consumers' attitude towards the use and safety of herbal medicines and herbal dietary supplements in Serbia. International Journal of Clinical Pharmacy, 35(5): 835–840.

Sancaktar Meral G (2019) Yeşil pazarlama kapsamında tüketicilerin organik gıda tercihlerinin incelenmesi. Kırklareli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

Satyapan N, Patarakitvanit S, Temboonkiet S, Vudhironarit T, Tankanitlert J (2010) Herbal medicine: affecting factors and prevalence of use among thai population in Bangkok. Journal of the Medical Association of Thailand, 93(Suppl 6): S139-S144.

Sayılı M (2013) Tokat ilinde tüketicilerin arı ürünleri tüketim durumları ve alışkanlıkları. Uludağ Arıcılık Dergisi, 13(1): 16–22.

Smith I (2021) Smith's Elements of Soil Mechanics (11th Ed.). John Wiley & Sons.

Singh MI, Kharb DM (2023) A study of consumers' buying behaviour on herbal products (with special reference to cosmetic products). Journal of Survey in Fisheries Sciences, 10(1): 3939-3945.

Sucaklı MH, Ölmez S, Keten HS, Yenicesu C, Sarı N, Çelik M (2014) Üniversite öğrencilerinin bitkisel ürünleri kullanım özelliklerinin değerlendirilmesi. Medicine Science, 3(3): 1352–136

Surat H (2016) Artvin ilinin ekoturizm potansiyelinin değerlendirilmesi. Karadeniz Araştırmaları, 52: 139-158.

Tan M, Uzun O, Akçay F (2004) Trends in complementary and alternative medicine in eastern Turkey. Journal of Alternative & Complementary Medicine, 10(5): 861-865.

TUİK (2022) Türkiye İstatistik Kurumu. Erişim Tarihi: 27.09.2024.

Tumuhaise C, Kabanda R, Nanyingi M, Kiconco A (2021) Health system factors influencing traditional herbal medicine use during pregnancy amongst women in Mpigi District, Central Uganda. African Journal of Reproductive Health, 25(6): 88–98.

Türker MF, Öztürk A, Pak M, Tiryaki E (2001) Türkiye Ormancılığında Odun Dışı Orman Ürünleri İşletmeciliğinde Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri. I. Ulusal Ormancılık Kongresi, Türkiye Ormancılar Derneği, 19-20 Mart, Ankara, ss: 306-316.

Wishart DS, Feunang YD, Marcu A, Guo AC, Liang K, Vázquez-Fresno R, Scalbert A (2018) HMDB 4.0: the human metabolome database for 2018. Nucleic Acids Research, 46(D1): D608-D617.