



ANADOLU ORMAN ARAŞTIRMALARI DERGİSİ

ANATOLIAN JOURNAL OF
FOREST RESEARCH

ISSN 1309-856X

EISSN 2564-7660



Cilt 9 No:2 Aralık 2023

Vol: 9 Issue: 2 December 2023



ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİ
2007



Danışma Kurulu / Advisory Board

Prof. Dr. Ahmet YEŞİL	İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Doç. Dr. Akif KETEN	Düzce Üniversitesi
Prof. Dr. Ali TEMİZ	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Atakan ÖZTÜRK	Artvin Çoruh Üniversitesi
Prof. Dr. Aydın TÜFEKÇİOĞLU	Artvin Çoruh Üniversitesi
Prof. Dr. Birsen DURKAYA	Bartın Üniversitesi
Prof. Dr. Ertuğrul BİLGİLİ	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Fahrettin TİLKİ	Artvin Çoruh Üniversitesi
Prof. Dr. Hakkı YAVUZ	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Haldun MÜDERRİSOĞLU	Düzce Üniversitesi
Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL	Bartın Üniversitesi
Prof. Dr. Hasan SERİN	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Prof. Dr. İbrahim ÖZDEMİR	Süleyman Demirel Üniversitesi
Prof. Dr. İzzet AÇAR	Karabük Üniversitesi
Prof. Dr. Murat DEMİR	İstanbul Üniversitesi
Prof. Dr. Murat ERTAŞ	Bursa Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Mustafa Fehmi TÜRKER	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Ömer KARA	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Ömer KÜÇÜK	Kastamonu Üniversitesi
Prof. Dr. Ramazan ÖZÇELİK	Süleyman Demirel Üniversitesi
Prof. Dr. Sabit ERŞAHİN	Burdur Üniversitesi
Prof. Dr. Sabri ÜNAL	Kastamonu Üniversitesi
Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Serdar CARUS	Süleyman Demirel Üniversitesi
Dr.Öğr.Üyesi Seyran PALABAŞ UZUN	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Prof. Dr. Sezgin AYAN	Kastamonu Üniversitesi
Prof. Dr. Süleyman AKBULUT	İzmir Katip Çelebi Üniversitesi
Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ	Kastamonu Üniversitesi
Prof. Dr. Tolga ÖZTÜRK	İstanbul Üniversitesi
Prof. Dr. Turgay AKBULUT	İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Prof. Dr. Yılmaz ÇATAL	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Prof. Dr. Yusuf SERENGİL	İstanbul Üniversitesi

**Anadolu Orman
Araştırmaları
Dergisi**



**Anatolian
Journal of Forest
Research**

**ISSN: 1309-856X
E-ISSN: 2564-7660**

Cilt: 9 No: 2 Aralık 2023

Vol: 9 Issue: 2 December 2023

Editör Kurulu

Doç. Dr. Meriç ÇAKIR
Editör

Dr. Ferhat BOLAT
Editör Yardımcısı

Dr. Öğr. Üyesi Funda OSKAY
Dil Editörü

Prof. Dr. Steve WOODWARD	Orman Patolojisi
Prof. Dr. Timothy O. RANDHİR	Çevre Bilimleri ve Mühendisliği
Prof. Dr. Rasoul YOUSEFPOUR	Orman Ekonomisi
Dr. Carlos A. GONZALEZ-BENECKE	Silvikültür
Dr. Vitalie GULCA	Yaban Hayatı
Dr. Erjon MUHARREMAJ	Ormancılık Hukuku
Prof. Dr. Melih BOYDAK	Silvikültür
Prof. Dr. Abdullah Emin AKAY	Orman Ürünleri Transportu
Prof. Dr. Ünal AKKEMİK	Orman Botaniği
Prof. Dr. İlker ERCANLI	Orman Hasılatı
Prof. Dr. Ceyhun GÖL	Havza Yönetimi
Prof. Dr. Ender MAKİNECİ	Orman Ekolojisi
Prof. Dr. Sezgin ÖZDEN	Ormancılık Politikası
Doç. Dr. Yalçın KONDUR	Orman Koruma
Doç. Dr. Serhat URSAVAŞ	Orman Botaniği
Prof. Dr. M. Nuri ÖNER	Silvikültür
Prof. Dr. Sedat KELEŞ	Orman Amenajmanı
Prof. Dr. Nazan KELEŞ	Peyzaj Tasarımı
Doç. Dr. Ender BUĞDAY	Orman Ürünleri Transportu
Doç. Dr. Üstüner BİRBEN	Ormancılık Hukuku

Dizgi Sorumlusu & Kapak Tasarımı
Dr. Ferhat BOLAT

Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Dekanlığı 18200 Çankırı / TÜRKİYE
Tel: +90 376 212 2757 Fax: +90 376 213 6983

Bu dergi yılda iki defa yayınlanır

Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, Çankırı Karatekin Üniversitesi'nin 24.03.2010 tarih ve 11/3 sayılı kararı Yönetim Kurulu kararı uyarınca HAKEMLİ DERGİ olarak yayımlanmaktadır.

Aşaşıdaki kaynaklar tarafından indekslenmektedir:

TR Dizin, Index Copernicus, Scientific Indexing Services, SOBIAD, DRJI, Google Scholar

**Anadolu Orman
Araştırmaları
Dergisi**



**Anatolian
Journal of Forest
Research**

**ISSN: 1309-856X
E-ISSN: 2564-7660**

Cilt: 9 No: 2 Aralık 2023

Vol: 9 Issue: 2 December 2023

Board of Editors

Assoc. Prof. Dr. Meriç ÇAKIR
Editor

Dr. Ferhat BOLAT
Associate Editor

Asst. Prof. Funda OSKAY
Language Editor

Prof. Dr. Steve WOODWARD	Forest Pathology
Prof. Dr. Timothy O. RANDHİR	Environmental Sciences and Engineering
Prof. Dr. Rasoul YOUSEFPOUR	Forest Economy
Dr. Carlos A. GONZALEZ-BENECKE	Silviculture
Dr. Vitalie GULCA	Wildlife
Dr. Erjon MUHARREMAJ	Forestry Law
Prof. Dr. Melih BOYDAK	Silviculture
Prof. Dr. Abdullah Emin AKAY	Forest Products Transport
Prof. Dr. Ünal AKKEMİK	Forest Botany
Prof. Dr. İlker ERCANLI	Forest Yield
Prof. Dr. Ceyhun GÖL	Basin Management
Prof. Dr. Ender MAKİNECİ	Forest Ecology
Prof. Dr. Sezgin ÖZDEN	Forestry Policy
Assoc. Prof. Dr. Yalçın KONDUR	Forest Conservation
Assoc. Prof. Dr. Serhat URSAVAŞ	Forest Botany
Prof. Dr. M. Nuri ÖNER	Silviculture
Prof. Dr. Sedat KELEŞ	Forest Management
Prof. Dr. Nazan KELEŞ	Landscape Design
Assoc. Prof. Dr. Ender BUĞDAY	Forest Products Transport
Assoc. Prof. Dr. Üstüner BİRBEN	Forestry Law

**Compositor & Cover Design
Dr. Ferhat BOLAT**

Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Dekanlığı 18200 Çankırı / TURKEY
Telephone: +90 376 212 2757 Fax: +90 376 213 6983

This journal is published twice a year

Anatolian Journal of Forest Research has been published as REFEREED JOURNAL according to 03/24/2010 dated and 11/3 numbered decision of the Administrative Board of Çankırı Karatekin University

Abstracted and indexed in:

TR Dizin, Index Copernicus, Scientific Indexing Services, SOBIAD, DRJI, Google Scholar



İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Araştırma Makalesi / Research Article

• 2012–2021 yılları arasındaki bazı meteorolojik verilerin analizi ve değişim eğiliminin irdelenmesi: Sinop ve Kastamonu illeri örneği	1
• <i>Analysis and examination of change trends of some meteorological data between 2012–2021: The case study of Sinop and Kastamonu provinces</i>	
İlyas Bolat, Hüseyin Şensoy	
• Orman ürünleri sektöründe iş güvenliği ve işçi sağlığı normlarının uygulamaya etkisi: Denizli ili örneği	10
• <i>The impact of work safety and occupational health norms on practice in the forest products sector: The example of the Denizli province</i>	
Abdullah Beram, Pelin Yılık	
• Determining how the Covid-19 pandemic affects ecotourism in Giresun province	16
• <i>Giresun ilinde Covid-19 pandemisinin ekoturizmi nasıl etkilediğinin belirlenmesi</i>	
Günay Çakır, Haşim Kır	
• Topografik harita üretim tekniklerine ilişkin yükseklik hassasiyetlerinin arazi örtüsü tipi bağlamında karşılaştırılması	22
• <i>Comparison of the elevation accuracies of different period topographic maps under various land cover types</i>	
Arif Oğuz Altunel, Oytun Emre Sakıcı	
• From Anatolian Plateau to American Plains: A transcontinental assessment of the EUMETSAT H SAF's new generation snow water equivalent product over Türkiye and the conterminous U.S.	33
• <i>Anadolu Platosundan Amerika Ovalarına: EUMETSAT H SAF'ın yeni nesil kar suyu eşdeğeri ürününün Türkiye ve ABD üzerindeki kıtalararası değerlendirmesi</i>	
Semih Kuter, Çağrı Hasan Karaman, Mustafa Berkay Akpınar, Zuhul Akyürek	
• Yedigöller Milli Parkı, Kargalı Gölçük ve Göksu Tabiat Parklarındaki doğal sucul bitki türlerine yönelik tehditlerin belirlenmesi	41
• <i>Identification of threats to natural aquatic plant species in Yedigöller National Park, Kargalı Gölçük and Göksu Nature Parks</i>	
Necmi Aksoy, Nihan Koçer, Neval Güneş Özkan, Haldun Müderrisoğlu, Engin Eroğlu	
• Düzce meralarında yetişen bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin verimlerinin belirlenmesinde bitkisel özelliklerinin kullanımı	56
• <i>The use of plant characteristics in determining the yield of some medicinal and aromatic plants growing in the rangelands of Düzce</i>	
Mehmet Özcan, Ahmet Ayteğin, Özcan Akın	



İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Araştırma Makalesi / Research Article

• Çap dağılımlarının yapay sinir ağı ile modellenmesinde farklı ağ yapılarının tahmin başarılarının karşılaştırılması: Bolu-Mengen Anadolu karaçamı meşcereleri örneği	61
• <i>Modelling diameter distributions in Crimean pine stands in Mengen (Bolu) with Weibull Function and the effects of different Artificial Neural Networks models</i> Abdurrahman Şahin	
• A study on distribution of heavy metal pollution on the urban parks soils in Çankırı, Türkiye	70
• <i>Çankırı'daki kent parkları topraklarında ağır metal kirliliğinin dağılımı</i> Seval Sünal Kavaklıgil, Ülkü Yılmaz, Özgür Burhan Timur, Umut Pekin Timur, Sabit Erşahin	
• Çapraz lamine ahşap panellerin (CLT) ara katmanına uygulanan perforasyon işleminin levhaların ses yutma katsayısı değerlerine etkisinin incelenmesi	75
• <i>Examining the effect of the perforation process applied to the interlayer of cross-laminated wood panels (CLT) on the sound absorption coefficient values of the panels</i> Zeliha Çavuş, Musa Kaya, Ramazan Bülbül	
• Anadolu Karaçam (<i>Pinus nigra</i> ssp. <i>pallasiana</i>) meşcerelerinde kontrollü yakma uygulamalarının bazı ölü örtü, kül ve toprak özellikleri üzerine etkileri	82
• <i>Determination of the effects of prescribed burning applications on some soil properties in Anatolian Black pine (Pinus nigra ssp. pallasiana) stand</i> Ayşegül Gözde Tiryaki Güngör, Mehmet Küçük, Ertuğrul Bilgili, Ömer Küçük	
• 6831 sayılı Orman Kanunu'nun 2/B maddesi uygulamaları ve sonuçları (Amasya ili örneği)	90
• <i>Applications of the article 2/B of the Forest Law No. 6831 and its results (The case of Amasya province)</i> Betül Uysal, Üstüner Birben	
• Çankırı kent ormanında toprak özelliklerine bağlı olarak çölleşme eğiliminin değerlendirilmesi	101
• <i>Evaluation of desertification tendency based on soil characteristics in Çankırı urban forest</i> Nursima Tetik Akbaş, Ebru Gül, Melda Dölerslan	
• Bazı çam türleri için akma reçine üretimi ve ekonomisi	107
• <i>Flow resin production and its economy by some pine species</i> Özge Can Alpöz, Neşat Erkan	



İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Araştırma Makalesi / Research Article

<ul style="list-style-type: none">Akdeniz bölgesi'ndeki orman yangınlarının uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak değerlendirilmesi: Mersin ili Silifke ilçesi örneği	116
<ul style="list-style-type: none"><i>Evaluation of forest fires using remote sensing and geographic information systems: a case study of Mersin province, Silifke district</i>	
Mehmet Özgür Çelik, Doğa Fidan, Ali Ulvi, Murat Yakar	
<ul style="list-style-type: none">ÇAKÜ Araştırma Ormanı Karaçam meşcereleri için tek ve çift girişli toprak üstü ağaç biyokütle denklemlerinin geliştirilmesi	126
<ul style="list-style-type: none"><i>Developing single- and double-entry above-ground tree biomass equations for Crimean Pine stands located in ÇAKÜ Research Forest</i>	
İlker Ercanlı, Muammer Şenyurt, Alkan Günlü, Meriç Çakır, Ferhat Bolat, Sinan Bulut	
<ul style="list-style-type: none">Yarı kurak tuzlu/jipsli sahalarda toprak koruma ve ağaçlandırma çalışmalarının başarı durumunun değerlendirilmesi	135
<ul style="list-style-type: none"><i>Evaluation of the success status of soil conservation and afforestation in semi-arid salty/gypsum areas</i>	
Zeynep Gürel, Ceyhun Göl	
<ul style="list-style-type: none">Hava sıcaklığı ile farklı derinlikte toprak sıcaklığı arasındaki ilişkiler: Bartın ili örneği, Türkiye	144
<ul style="list-style-type: none"><i>Relationships between air temperature and soil temperature at different depths: The case of Bartın province, Türkiye</i>	
İlyas Bolat	
<ul style="list-style-type: none">Uydu görüntüsü ve uzaktan algılama teknikleri ile arazi kullanım sınıflarının belirlenmesi	150
<ul style="list-style-type: none"><i>Determining land cover types with satellite image and remote sensing techniques</i>	
Sinan Bulut	
<ul style="list-style-type: none">Kocaeli yöresi ormanlarında bazı makro mantar türlerinin ağır metal içerikleri	157
<ul style="list-style-type: none"><i>Heavy metal contents of some macro fungus species in on Kocaeli region</i>	
Serdar Akburak, Ender Makineci, Ayhan Karakaya	
<ul style="list-style-type: none">Assessing climate change impacts on the spatial distribution of <i>Castanea sativa</i> Mill. using ecological niche modeling	167
<ul style="list-style-type: none"><i>İklim değişiminin Castanea sativa Mill.'in konumsal dağılımı üzerindeki etkilerinin ekolojik niş modelleme kullanılarak değerlendirilmesi</i>	
Daniela Cedano Giraldo, Derya Mumcu Küçüker	
<ul style="list-style-type: none">Farklı sıvı organik gübre dozlarının Hercai Menekşe'nin (<i>Viola tricolor</i> L.) bazı kalite ve fizyolojik parametreleri üzerine etkilerinin karşılaştırılması	175
<ul style="list-style-type: none"><i>Comparison of the effects of different liquid organic fertilizer doses on some quality and physiological parameters of Wild Pansy (Viola tricolor L.)</i>	
Nuray Çiçek	



İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Araştırma Makalesi / Research Article

- Jips ve kükürt uygulaması yapılan tuzlu-sodik İç Anadolu sahalarında İğde (*Elaeagnus angustifolia* L.), Iğın (*Tamarix smyrnensis* Bunge) ve Akkavak (*Populus alba* L.) fidanlarının tutma ve büyüme başarısı 181
- Survival and growth success of Russian Olive (*Elaeagnus angustifolia* L.), Salt Cedar (*Tamarix smyrnensis* Bunge) and White Poplar (*Populus alba* L.) in gypsum and sulfur applied salt-sodic sites in Central Anatolia
Abdullah Hüseyin Dönmez, Oktay Yıldız
- Çaparkayı (Çankırı) köyü ağaçlandırma sahalarında tür seçimine yönelik toprak özelliklerinin belirlenmesi 192
- *Determination of soil characteristics for species selection in Çaparkayı (Çankırı) village afforestation*
Koray Demir, Ebru Gül, Melda Dölarslan
- Burdur Cumhuriyet meydanı kent mobilyalarının incelenmesi üzerine bir araştırma 197
- *A research on examining urban furnitures in Burdur Cumhuriyet square*
Ayşe Tezer, Bora Bingöl

Foto: Nihan KOÇER

Yedigöller Milli Parkı: Büyüköl.



2012–2021 yılları arasındaki bazı meteorolojik verilerin analizi ve değişim eğiliminin irdelenmesi: Sinop ve Kastamonu illeri örneği

İlyas Bolat ¹, Hüseyin Şensoy ²

¹ Bartın Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Toprak İlimi ve Ekolojisi ABD, Bartın, Türkiye

² Bartın Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Havza Amenajmanı ABD, Bartın, Türkiye

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 02/06/2023

Kabul Tarihi : 12/09/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1308987>

*Sorumlu Yazar:

ilyasbolat@bartin.edu.tr,
bolat.ilyas@hotmail.com

ÖZ

Araştırma Makalesi

Küresel ısınma ile meydana gelen iklim değişikliğinin etkileri özellikle sıcaklık ve yağışta meydana gelen değişimler şeklinde görülmektedir. Bu çalışma son on yıllık dönemde (2012–2021) aylık minimum, ortalama ve maksimum sıcaklıklar ile aylık ortalama minimum, maksimum ve yıllık toplam yağış miktarları gibi bazı meteorolojik parametrelerde bölgesel ölçekte meydana gelen değişimleri belirlemek amacıyla, Batı Karadeniz Bölgesi'nin doğusunda yer alan Sinop ve Kastamonu illerinde

gerçekleştirilmiştir. Basit doğrusal regresyon modeli (BDRM) sonuçlarına göre Sinop ve Kastamonu'da ortalama minimum ve maksimum sıcaklık ile yıllık ortalama sıcaklığın (Sinop; $r = 0,498$, Kastamonu; $r = 0,225$), Kastamonu iline ait ortalama minimum sıcaklık hariç ($r = -0,07$), artış eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, illerin ortalama sıcaklık değerleri arasında istatistiki olarak fark ($P < 0,05$) vardır. Yıllara göre ortalama toplam yağış değişimini belirlemek için yapılan regresyon analizi modelinde Sinop ($r = -0,094$) ve Kastamonu ($r = -0,276$) illerinde ortalama toplam yağışın azalış eğiliminde olduğu ortaya çıkmıştır. Yıllık ortalama toplam yağışın Sinop'ta 738,95 mm ve Kastamonu'da 564,55 mm olduğu belirlenmiştir. Ortalama sıcaklık değerinde olduğu gibi illerin yıllık toplam yağış değerleri arasında da istatistiki olarak fark ($P < 0,05$) vardır. Çalışma sonucu küresel ısınmanın işareti olarak bölgesel ölçekte sıcaklıkların artış eğiliminde olduğunu, yağış rejimi ve dağılımında da değişimlerin gerçekleştiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kastamonu, küresel ısınma, regresyon modeli, sıcaklık, Sinop, yağış

Analysis and examination of change trends of some meteorological data between 2012–2021: The case study of Sinop and Kastamonu provinces

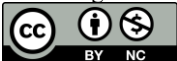
ABSTRACT

The effects of climate change as a result of global warming appear especially in the form of changes in temperature and precipitation. This study was conducted in Sinop and Kastamonu provinces, located in the east of the Western Black Sea region, in order to determine the regional changes in some meteorological parameters such as monthly minimum, average and maximum temperatures, and monthly average minimum, maximum, and annual total precipitation amounts in the last ten years (2012–2021). According to the results of the simple linear regression model (SLRM), the result of the mean minimum and maximum temperature and the annual mean temperature in Sinop and Kastamonu (Sinop; $r = 0.498$, Kastamonu; $r = 0.225$), excluding the mean minimum temperature for Kastamonu province ($r = -0.07$), found to be in an increasing trend. Additionally, there is a statistical difference ($P < 0.05$) between the average temperature values of the provinces. In the regression analysis model made to determine the average total precipitation change by years, it was revealed that the average total precipitation tends to decrease in the provinces of Sinop ($r = -0.094$) and Kastamonu ($r = -0.276$). It has been determined that the annual average total precipitation is 738.95 mm in Sinop and 564.55 mm in Kastamonu. As with the average temperature value, there is a statistical difference ($P < 0.05$) between the annual total precipitation values of the provinces. The result of the study reveals that the temperatures tend to increase, and changes occur in the precipitation regime and distribution at the regional scale as a sign of global warming.

Key Words: Kastamonu, global warming, regression model, temperature, Sinop, precipitation

Citing this article:

Bolat ve Şensoy, 2023. 2012–2021 yılları arasındaki bazı meteorolojik verilerin analizi ve değişim eğiliminin irdelenmesi: Sinop ve Kastamonu İlleri örneği Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(2), 1–9.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

1. Giriş

İnsanlığın temel ekolojik sorunlarına son 10–15 yıl içinde “küresel ısınma ve iklim değişimi” adlı bir yeni sorun daha eklenmiştir. İnsanların çeşitli aktiviteleri sonucunda meydana gelen sera gazlarının (CO₂, CH₄, H₂O, N₂O, CFC) ve aerosol olarak nitelenen katı ve sıvı parçacıkların atmosferde artması sonucunda, yeryüzüne yakın atmosfer tabakaları ve katı yeryüzü sıcaklığının yapay olarak artması küresel ısınma terimi ile ifade edilmektedir. Küresel ısınma sonucunda, diğer iklim öğelerinin de (hava hareketleri, yağış, nem vb.) etkilenerek, dünya ikliminin uzun jeolojik devirlerin aksine, son 15–20 yıl gibi çok kısa bir dönemde hızla farklılaşması küresel iklim değişimi terimi ile adlandırılmaktadır. Daha dar anlamıyla bu terim, sıcaklık artışıyla birlikte, yukarıda sayılan diğer iklim öğelerinin de tüm karalar ve sular dünyasında dramatik bir şekilde değişimi anlamını taşımaktadır (Çepel, 2003; Türkes, 2010). Özellikle son yıllarda yaşanan kuraklık, sel, fırtına, kasırgalar gibi aşırı hava olayları, buzulların hızla erimesi, orman yangınları vb. olaylar iklim değişikliğinin etkilerini ve boyutunu hissettirmektedir (Gül ve ark., 2017; Uzun, 2021). Hemen tüm bilimsel çevreler ve medya kuruluşlarında, dünyanın giderek ısındığı konusunda bir ortak görüş söz konusudur. Dolayısıyla, yüzyılımızın en önemli sorunlarından bir tanesi küresel ısınmadır. Dünya sıcaklığının son yüzyılda (2000 yılı sonuna kadar) 0,6±0,2°C arttığı kabul edilmektedir. Bu artışı 2005 yılında sona eren geçmiş yüz yıllık süreç içerisinde 0,74±0,18°C'e yükselmiştir. Dolayısıyla, bu artışın 21. yüzyılda 1,5°C ile 5,0°C arasında olacağı tahmin edilmektedir (IPCC, 2001; Sağlam ve ark., 2008; Saryıldız ve ark., 2008; Bolat and Şensoy, 2023).

Yağışla karşılaştırıldığı zaman sıcaklık, meteoroloji istasyonlarında daha kolay ve daha doğru bir şekilde ölçülebilen bir değişkendir. Bu nedenle, ölçüm hatalarından kaynaklanan belirsizlikler sıcaklıkta yağışa göre daha az düzeydedir. Bununla birlikte, sıcaklık verisi üzerinden iklim değişikliği belirlenirken genellikle kentleşmenin etkisiyle bazı sapmalar olabildiğinden, veriler değişkenlik gösterebilmektedir. Türkiye veya başka ülkelerdeki istasyonların çoğu kademeli olarak şehir yerleşimi veya ticari alanlarla çevrilidir. Dolayısıyla iklim değişikliği sinyallerini sıcaklık zaman serileri üzerindeki kentleşme etkilerinden ayırmak zordur. “Türkiye Cumhuriyeti İklim Değişikliği Birinci Ulusal Tebliğine” göre, 1951–2004 yılları arasında Türkiye'nin batı ve doğu kesimlerinde yaz aylarında maksimum sıcaklıklar artış göstermiştir. Benzer şekilde yaz aylarında minimum sıcaklıklar da hemen tüm istasyonlarda önemli bir artış eğilimi meydana getirmiştir. Bu sonuç, Türkiye'de yaz sıcaklıklarının yaygın şekilde arttığı anlamını taşımaktadır. Yaz sıcaklık serileri daha çok Türkiye'nin batı ve güneybatı kesimlerinde artış göstermektedir (Apak and Ubay, 2007; Babalık ve ark., 2018). Apak and Ubay (2007) tarafından yapılan çalışmada yağış miktarında önemli değişikliğin hem kış hem de sonbahar mevsimlerinde ortaya çıktığı bildirilmektedir. Türkiye'nin batı illerinde kış yağışlarının son elli yılda önemli ölçüde azaldığı, sonbahar yağışlarının ise daha çok İç Anadolu'nun kuzey kesimlerinde yer alan istasyonlarda arttığı ifade edilmektedir. Genel olarak Türkiye'nin Ege ve Akdeniz kıyılarında yağış azalmakta, Karadeniz kıyılarında ise artmaktadır.

Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) 9 Ağustos 2021'de yayımlanan son raporuna (6. Değerlendirme Raporu-AR6) göre küresel anlamda sıcaklık tahmin edilenden çok daha hızlı bir şekilde artış göstermektedir. Ayrıca raporda 2010–2019 yılları arasındaki sıcaklık artışının 1850–1900 dönemine kıyasla 1°C'den (1,07°C) fazla arttığı bildirilmektedir. Bunun nedeninin tamamen insan kaynaklı faaliyetler olduğu ileri sürülmektedir. Bu yüzden farklı sıcaklık artışlarına göre şekillendirilmiş dört farklı senaryoya yer verilerek sıcaklığın 1,5°C, 2°C, 3°C ve 4°C artması halinde ortaya çıkması muhtemel durumlar raporda değerlendirilmiştir. Türkiye özelinde yapılan değerlendirmede öngörülen sıcaklık artış senaryolarının (en iyimserinden en kötümserine doğru) gerçekleşmesi durumunda yağışların 10–30 oranında azalacağı, Karadeniz bölgesi hariç (nispeten en az seviyede) diğer bölgelerin bundan etkileneceği öngörülmektedir. Öte yandan artan sıcaklığa bağlı olarak Güney Ege ve Batı Akdeniz'de şiddetli olmak üzere toprakların daha fazla nem kaybedeceği ve kuraklığın artacağı tahmin edilmektedir. Bu durumda iklim değişikliği tarım ürünlerinin verimliliğini ve besin değerini olumsuz etkileyecektir. Sağlıksız ve yetersiz beslenme, insanların çeşitli hastalıklara yakalanmasına hatta ölümlerine neden olacaktır. Dolayısıyla dünya genelinde olduğu gibi Türkiye'yi de daha zorlu koşulların beklediği öngörülmektedir (Yazıcı ve ark., 2019; Demirbaş ve Aydın, 2020; Daşcıoğlu, 2021; IPCC, 2021).

Üste yer alan değerlendirmeler çerçevesinde bu çalışmada, bazı iklimsel parametrelerin bölgesel ölçekte meydana gelen değişimlerini belirlemek amacıyla, Sinop ve Kastamonu illerinde yer alan istasyonlara ait 2012–2021 yılları arasındaki (10 yıllık süre) aylık minimum, ortalama ve maksimum sıcaklıklar ile aylık ortalama minimum, maksimum ve yıllık toplam yağış miktarları incelenmiştir. Çalışmanın bir diğer amacı da farklı yükseltilerde bulunan meteoroloji istasyonlarına ait ortalama sıcaklık ve yıllık toplam yağışların farklılık gösterip göstermediğinin belirlenmesidir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Materyal

2.1.1 Araştırma alanlarının konumu

Coğrafi koordinatları 41°12'–42°06' kuzey enlemleri ile 34°12'–35°26' doğu boylamları arasında olan Sinop Türkiye'nin kuzeyinde, Karadeniz Bölgesi'nin Batı Karadeniz Bölümü'nde, Boztepe Yarımada'sı üzerinde yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 80–100 m civarında olan Sinop, doğu-batı yönünde 5 km uzunluğunda, kuzey-güney yönünde 3 km genişliğinde yükselmiş eski bir tombolo yarımadasıdır. Yükselti kuzeye ve doğuya gidildikçe artarken güneye doğru gidildikçe azalır. Batıya doğru alçak platolardan oluşan kesime geçilir. Yüzey şekilleri oldukça sade bir görünümündedir. Yüzölçümü 5862 km² ve dağların denize paralel uzandığı ilin batısında Kastamonu, güneyinde Çorum, güneydoğusunda Samsun ve kuzeyinde Karadeniz yer almaktadır (Şekil 1) (Ercan ve Günel, 2020; URL–1, 2023).

Coğrafi koordinatları 41°21' kuzey enlemi ile 33°46' doğu boylamları arasında bulunan Kastamonu ili, Karadeniz Bölgesinin Batı Karadeniz Bölümü sınırları içerisinde yer

almaktadır. Kastamonu ili, batısında Bartın ve Karabük, güneyinde Çankırı, güneydoğusunda Çorum ve doğusunda Sinop illeri ile komşu olup kuzeyden yaklaşık 170 km boyunca uzanan Karadeniz sahil şeridi ile çevrilmiştir (Şekil 1). Deniz seviyesinden yüksekliği 775 metre olan ve Türkiye topraklarının yaklaşık %1,7'sini kaplayan Kastamonu, Batı Karadeniz Bölümü'nün 13108 km² yüzölçümü ile toprak genişliği bakımından en büyük ilidir. Oldukça yüksek ve engebeli topografya şartlarına sahip olan Kastamonu kuzey ve güneyinden yüksek sıra dağlar ile çevrilmiştir (İbret, 2018; URL-2, 2023).

2.1.2 Veriler

Bu çalışmada, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne bağlı Sinop ve Kastamonu Meteoroloji İstasyon Müdürlüklerine ait 2012–2021 yılları dönemsel verileri kullanılmıştır. 2012–2021 yılları arasında sinoptik veya otomatik gözlem yapılan iki merkez istasyonun yıllık ortalama minimum, yıllık ortalama maksimum, aylık minimum sıcaklık, aylık maksimum sıcaklık, aylık ortalama sıcaklık ve yıllık ortalama sıcaklık değeri ile aylık ortalama maksimum yağış, aylık ortalama toplam yağış ile yıllık toplam yağış verileri değerlendirilmiştir. Yıllık ortalamalar, takvim yılında on iki ayın aritmetik ortalaması olarak düzenlenmiştir. İstasyonlarla ilgili bazı bilgiler Çizelge 1'de; Türkiye üzerindeki konumları ise ilgili şekilde (Şekil 1) görülmektedir. Çalışmada yukarıda ifade edilen iklim verilerin tercih edilmesinin nedeni, sıcak hava dalgalarının frekanslarının ve sürelerinin daha da artış göstereceği, aşırı yağışların daha da şiddetli olacağı ve bazı bölgelerde sıklığının artacağı beklentilerinin daha önce yapılan çalışmalarda vurgulanmasındandır (Çepel, 2003; Türkes, 2010; Akçakaya ve ark., 2015).

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan istasyonlara ilişkin bilgiler (URL-3, 2022)

Sıra No	İstasyon Adı	Yükselti (m)	Enlem (Kuzey)	Boylam (Doğu)
1	Sinop (Merkez)	0	42.029	35.154
2	Kastamonu (Merkez)	800	41.371	33.775



Şekil 1. Çalışma yapılan illerin konumları

2.1.3 Verilerin değerlendirilmesi ve istatistiki analiz

Çalışmada kullanılan bazı sıcaklık ve yağış verilerinin değerlendirilmesinde basit doğrusal regresyon modeli (BDRM) kullanılmıştır. Bununla birlikte illerin ortalama sıcaklık değerleri ve toplam yağış değerleri arasında istatistiki olarak fark ($P < 0,05$) olup olmadığı bağımsız t-testi (Independent t-test) ile ortaya konulmuştur.

3. Bulgular ve Tartışma

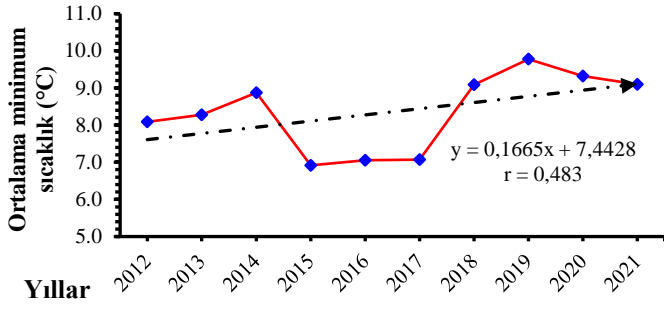
3.1 Minimum, ortalama ve maksimum sıcaklık

Sinop'ta 2012–2021 yılları arasındaki en düşük minimum sıcaklık (EDMnS) 2017 yılının ocak ayında $-4,2^{\circ}\text{C}$ ölçülmüştür. Diğer taraftan bu süre zarfında en yüksek minimum sıcaklık (EYMnS) 2018 yılının ağustos ayında $22,2^{\circ}\text{C}$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Yıllar itibarıyla diğer aylara ait minimum sıcaklık (MnS) sonuçları Çizelge 2'de sunulmuştur. Çizelge 2 aylar itibarıyla incelendiğinde görülebileceği gibi, Sinop'ta MnS'nin 0°C 'nin altına düştüğü ay aralık ve tekrar 0°C 'nin üstüne çıktığı ay marttır. Değerlendirme periyodu içerisinde aylık MnS'nin en düşük ölçüldüğü ay ocak ($-4,2^{\circ}\text{C}$) olduğu gibi, minimum sıcaklığın 10 yıllık ortalama sonuçlarına göre de $-0,49^{\circ}\text{C}$ 'lik değer ile ocak Sinop ilinin en soğuk ayı olup, şubat ($0,67^{\circ}\text{C}$) ikinci sırayı almıştır.

Çizelge 2. Sinop iline ait 2012–2021 yılları arasında aylık minimum sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) değerleri

Yıl	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2012	-3,4	-3,6	0,3	4,5	11,0	14,3	16,0	17,8	15,6	12,9	8,4	3,3
2013	-0,6	3,6	0,8	6,6	11,5	14,3	17,9	19,3	13,9	6,8	5,1	0,1
2014	2,5	2,4	1,7	5,4	9,1	16,0	19,2	19,7	13,1	9,6	5,9	1,9
2015	-4,1	-1,0	2,7	3,6	-0,7	14,1	17,2	18,8	17,2	9,3	7,2	-1,3
2016	-2,8	3,1	3,5	6,4	8,7	13,0	17,3	17,4	10,7	5,8	2,8	-1,2
2017	-4,2	-1,6	3,6	3,3	8,8	14,3	16,1	14,6	15,3	7,7	3,7	3,3
2018	0,7	2,7	0,1	5,3	9,6	13,4	18,5	22,2	14,7	10,3	7,3	4,3
2019	3,8	3,0	2,9	6,8	11,9	16,5	18,2	19,1	11,7	10,5	8,7	4,2
2020	2,8	-2,1	2,1	5,2	9,0	13,3	18,2	17,6	17,9	15,2	7,9	4,8
2021	0,4	0,2	3,3	5,3	9,4	15,0	20,4	20,9	13,6	11,6	8,3	0,8

Sinop ili için yıllık OMnS değerleri ile oluşturulan basit doğrusal regresyon modeline (BDRM) göre minimum sıcaklığın artış eğiliminde ($r = 0,483$) olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2). Yıllık OMnS değerleri incelendiğinde minimum sıcaklığın 2015, 2016 ve 2017 yıllarında 2012 yılı ortalama değerinin ($8,09^{\circ}\text{C}$) altına düştüğü ve diğer yıllarda 2012 değerinin üzerinde olduğu görülmektedir (Şekil 2). 2012–2021 yılları arasında Sinop'ta OMnS $8,36^{\circ}\text{C}$ ve minimum sıcaklığın artış oranı $1,01^{\circ}\text{C}$ olmuştur.



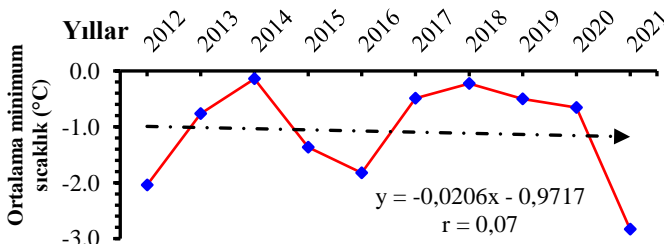
Şekil 2. Sinop iline ait 2012–2021 yılları arasında yıllık OMnS (°C) değerlerindeki değişim

Kastamonu'da 2012-2021 yılları arasındaki EDMnS 2012 yılının şubat ayında $-20,2^{\circ}\text{C}$ ölçülmüştür. Diğer taraftan bu süre zarfında EYMnS 2014 yılının temmuz ve ağustos aylarında $10,0^{\circ}\text{C}$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Diğer aylara ait MnS sonuçları Çizelge 3'te sunulmuştur. Çizelge 3'te görülebileceği gibi, Kastamonu'da MnS'nin 0°C 'nin altına düştüğü ay ekim ve tekrar 0°C 'nin üstüne çıktığı ay mayıstır. Değerlendirme periyodu içerisinde her ne kadar aylık MnS'nin en düşük ölçüldüğü ay Şubat ($-20,2^{\circ}\text{C}$) olsa da minimum sıcaklığın 10 yıllık ortalama sonuçlarına göre $-11,97^{\circ}\text{C}$ 'lik değer ile ocak Kastamonu ilinin en soğuk ayı olup, Şubat ($-10,02^{\circ}\text{C}$) ikinci sırayı almıştır.

Çizelge 3. Kastamonu iline ait 2012–2021 yılları arasında aylık minimum sıcaklık (°C) değerleri

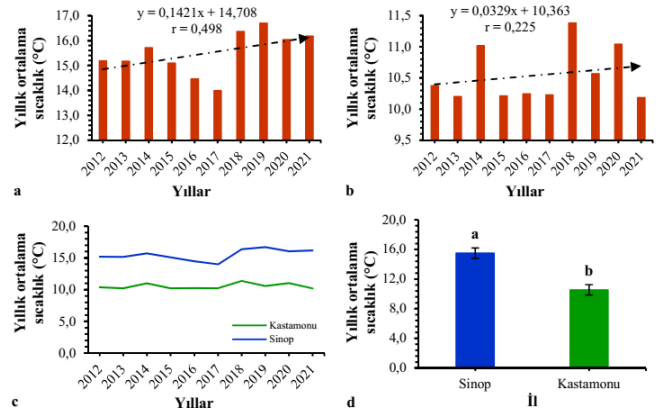
Yıl	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2012	-16,0	-20,2	-10,1	-1,4	4,3	6,2	8,6	4,8	4,1	3,5	-3,3	-5,0
2013	-10,0	-3,2	-8,9	-1,6	5,7	6,2	8,9	9,0	4,8	-2,1	-4,3	-13,7
2014	-8,4	-9,5	-5,8	-2,4	3,6	7,1	10,0	10,0	2,8	-1,6	-3,7	-3,8
2015	-17,0	-11,4	-6,2	-4,4	1,7	9,1	9,4	6,6	7,4	2,2	-3,6	-10,2
2016	-12,8	-9,2	-4,6	-2,1	3,2	6,4	8,2	7,7	3,5	-1,1	-7,7	-13,4
2017	-12,4	-11,5	-3,5	-2,9	2,7	5,5	9,8	9,5	5,0	0,1	-4,0	-4,2
2018	-6,4	-4,9	-7,3	-1,9	2,7	6,5	9,7	6,6	1,4	0,1	-3,5	-5,7
2019	-11,6	-4,8	-6,3	-2,2	2,0	9,5	7,5	8,5	0,7	2,1	-3,0	-8,4
2020	-10,4	-10,2	-6,3	-3,3	0,6	5,9	9,4	7,1	8,2	4,3	-6,9	-6,3
2021	-14,7	-15,3	-5,9	-2,0	-1,2	4,2	9,6	9,2	3,6	-2,1	-5,3	-14,1

Kastamonu ili için yıllık OMnS değerleri ile oluşturulan BDRM göre minimum sıcaklığın azalış eğiliminde ($r = 0,007$) olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3). Yıllık OMnS değerleri incelendiğinde minimum sıcaklığın 2021 yılında ($-2,83^{\circ}\text{C}$) 2012 yılı ortalama değerinin ($-2,04^{\circ}\text{C}$) altına düştüğü, diğer yıllarda 2012 değerinin üzerinde olduğu görülmektedir (Şekil 3). 2012–2021 yılları arasında Kastamonu'da OMnS $-1,09^{\circ}\text{C}$ ve minimum sıcaklığın azalış oranı $-0,09^{\circ}\text{C}$ olmuştur.



Şekil 3. Kastamonu iline ait 2012–2021 yılları arasında yıllık OMnS (°C) değerlerindeki değişim

Sinop ili yıllık ortalama sıcaklık değişimi grafiğinde (Şekil 4a) görülebileceği gibi ortalama sıcaklığın en düşük olduğu yıl 2017 ($14,0^{\circ}\text{C}$), en yüksek olduğu yıl 2019 ($16,7^{\circ}\text{C}$) olmuştur. Sinop'ta 2012–2021 yılları arasındaki ortalama sıcaklık $15,5^{\circ}\text{C}$ 'dir. Bu sonuca göre Sinop'un ortalama sıcaklığı Kastamonu'dan daha yüksektir (Şekil 4c) ve illerin ortalama sıcaklık değerleri arasında istatistiksel olarak fark ($P < 0,05$) vardır (Şekil 4d). Yıllara göre değişimi gösteren BDRM göre (Şekil 4a) Sinop'ta yıllık ortalama sıcaklığın artış eğiliminde ($r = 0,498$) olduğu ortaya çıkmıştır. 2012–2021 aralığında ortalama sıcaklığın artış oranı $1,0^{\circ}\text{C}$, ocak ($7,84^{\circ}\text{C}$) en soğuk ve ağustos ($24,99^{\circ}\text{C}$) en sıcak aydır.



Şekil 4. Sinop (a) ve Kastamonu (b) illerinde ortalama sıcaklığın yıllara göre değişimi, sıcaklık değerlerinin karşılaştırılması (c) ve sıcaklıkların istatistiksel farkı (d); sütunlar ortalama \pm standart hatayı ifade etmektedir. Farklı harfler $P < 0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir

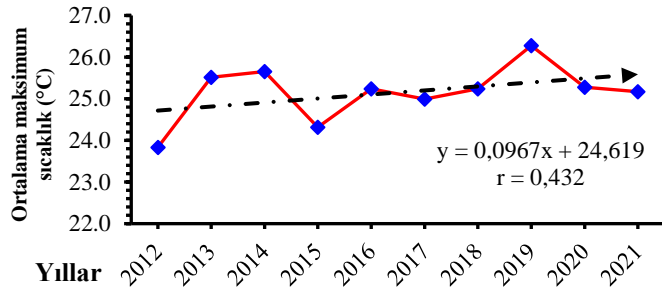
Kastamonu iline ait yıllık ortalama sıcaklık değişimi Şekil 4b'de gösterilmiştir. Ortalama sıcaklığın en düşük ve en yüksek olduğu yıl sırasıyla 2021 ($10,18^{\circ}\text{C}$) ve 2020 ($11,38^{\circ}\text{C}$) olmuştur. Kastamonu'da 2012–2021 döneminde ortalama sıcaklık $10,54^{\circ}\text{C}$ olup, illerin ortalama sıcaklık değerleri arasında istatistiksel olarak fark ($P < 0,05$) vardır (Şekil 4d). BDRM Kastamonu'da yıllık ortalama sıcaklığın artış eğiliminde ($r = 0,225$) olduğu ortaya çıkmıştır (Şekil 4b). 10 yıllık periyotta ortalama sıcaklığın artış oranı $0,19^{\circ}\text{C}$, ocak ayı en soğuk ($-0,03^{\circ}\text{C}$) ve temmuz en sıcak ($20,64^{\circ}\text{C}$) aydır.

Sinop'ta 2012–2021 yılları arasındaki en düşük maksimum sıcaklık (EDMkS) 2012 yılı şubat ayında $11,5^{\circ}\text{C}$, en yüksek maksimum sıcaklık (EYMkS) 2019 yılı ağustos ayında $39,3^{\circ}\text{C}$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4). Aylık maksimum sıcaklığın (MkS) en yüksek ölçüldüğü ay ağustos ($39,3^{\circ}\text{C}$) olduğu gibi, 10 yıllık ortalamaya göre de $31,94^{\circ}\text{C}$ 'lik değer ile ağustos Sinop ilinin en sıcak ayıdır. En sıcak geçen aylar sıralamasında Temmuz ($30,56^{\circ}\text{C}$) ikinci, Haziran ($28,97^{\circ}\text{C}$) üçüncü sırayı almaktadır.

Çizelge 4. Sinop iline ait 2012–2021 yılları arasında aylık maksimum sıcaklık (°C) değerleri

Yıl	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2012	16,0	11,5	18,8	22,7	22,6	29,3	30,5	30,0	27,0	30,6	24,3	22,7
2013	21,0	20,9	26,1	25,5	30,5	29,5	29,3	29,9	27,0	24,0	25,2	17,3
2014	19,8	18,9	18,8	29,8	28,7	32,0	29,6	31,1	29,4	26,1	23,6	20,0
2015	17,9	20,9	23,2	22,2	24,9	26,2	31,4	30,1	29,0	26,4	24,8	14,8
2016	18,9	25,0	24,4	30,7	26,2	28,2	30,0	30,0	28,1	22,3	26,8	12,3
2017	16,2	20,2	18,9	21,8	24,3	29,4	30,8	30,9	32,2	29,8	24,1	21,3
2018	16,8	21,2	23,6	24,4	24,8	28,8	31,2	35,1	31,4	27,0	21,3	17,3
2019	18,8	19,5	22,9	26,7	26,4	30,2	30,2	39,3	29,0	27,0	25,4	19,9
2020	14,8	19,4	24,1	23,0	30,4	27,3	30,1	30,4	29,9	31,3	20,1	22,5
2021	22,4	22,3	17,4	22,5	26,3	28,8	32,5	32,6	27,0	22,3	24,8	23,1

Sinop ili yıllık ortalama maksimum sıcaklık (OMkS) değerleri ile oluşturulan BDRM göre maksimum sıcaklığın artış eğiliminde ($r = 0,432$) olduğu tespit edilmiştir (Şekil 5). 2012–2021 aralığında Sinop'ta maksimum sıcaklığın artış oranı $1,33^{\circ}\text{C}$ ve maksimum sıcaklığın 10 yıllık ortalaması $25,15^{\circ}\text{C}$ olmuştur. Öte yandan maksimum sıcaklığın 2012, 2015 ve 2017 yıllarında ortalamanın altında bir değer oluşturduğu görülmektedir (Şekil 5). Maksimum sıcaklığın $1,68^{\circ}\text{C}$ ve $0,93^{\circ}\text{C}$ 'lik artışla en fazla yükseliş gösterdiği yıllar sırasıyla 2013 ve 2016 olmuştur.

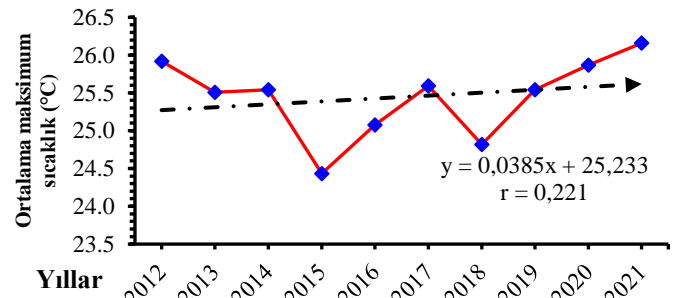
**Şekil 5.** Sinop iline ait 2012–2021 yılları arasında yıllık OMkS (°C) değerlerindeki değişim

Kastamonu'da 2012–2021 yılları arasındaki en düşük maksimum sıcaklık (EDMkS) 2013 yılı aralık ayında $8,8^{\circ}\text{C}$, en yüksek maksimum sıcaklık (EYMkS) 2012 yılı temmuz ayında $39,8^{\circ}\text{C}$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 5). Her ne kadar Mks'nin en yüksek ölçüldüğü ay Temmuz ($39,8^{\circ}\text{C}$) olsa da, 10 yıllık ortalama sonuçlarına göre $36,06^{\circ}\text{C}$ ile ağustos, Kastamonu ilinin en sıcak geçen ayıdır. En sıcak geçen aylar sıralamasında Temmuz ($35,86^{\circ}\text{C}$) ikinci, Eylül ($32,97^{\circ}\text{C}$) üçüncü sırayı almaktadır.

Çizelge 5. Kastamonu iline ait 2012–2021 yılları arasında aylık maksimum sıcaklık (°C) değerleri

Yıl	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2012	11,6	11,1	19,4	26,8	28,6	34,6	39,8	38,0	33,7	29,6	21,2	16,6
2013	15,8	18,6	24,4	29,3	30,4	32,8	30,5	34,3	31,4	26,4	23,4	8,8
2014	12,8	21,1	23,3	25,1	29,4	32,0	36,3	37,4	34,4	22,7	17,7	14,3
2015	11,5	16,0	21,9	24,7	32,5	27,7	35,9	34,0	35,6	23,3	19,9	10,2
2016	11,5	20,7	22,1	29,1	27,3	31,8	36,8	34,9	29,1	26,6	20,0	11,0
2017	10,4	17,8	21,1	27,7	29,8	33,4	37,6	35,0	35,7	25,4	20,0	13,2
2018	11,9	16,4	20,7	27,5	27,9	34,5	32,1	34,7	32,2	26,1	22,4	11,4
2019	13,5	14,2	20,6	25,5	31,3	30,6	35,1	38,3	30,8	30,4	21,2	15,0
2020	11,0	15,9	22,8	23,9	33,9	31,8	35,1	36,2	39,3	31,4	15,9	13,2
2021	19,2	17,6	19,0	28,1	32,2	29,7	39,4	37,8	27,5	23,2	23,2	17,0

Kastamonu ili yıllık OMkS değerleri ile oluşturulan BDRM göre 2012–2021 periyodunda maksimum sıcaklığın artış eğiliminde ($r = 0,221$) olduğu ortaya çıkmıştır (Şekil 6). Çalışma döneminde maksimum sıcaklığın artış oranı $0,24^{\circ}\text{C}$ olmuştur. Maksimum sıcaklığın 10 yıllık ortalaması $25,45^{\circ}\text{C}$ olurken; en fazla artış $0,72^{\circ}\text{C}$ ile 2019 yılında olmuştur. OMkS değerleri incelendiğinde 2015 ($24,43^{\circ}\text{C}$), 2016 ($25,08^{\circ}\text{C}$) ve 2018 ($24,82^{\circ}\text{C}$) yılları hariç, maksimum sıcaklığın 10 yıllık ortalama değerinin ($25,45^{\circ}\text{C}$) altına düşmediği tespit edilmiştir.

**Şekil 6.** Kastamonu iline ait 2012–2021 yılları arasında yıllık OMkS (°C) değerlerindeki değişim

Minimum (gece) hava sıcaklıklarında belirgin artışların gerçekleştiği Türkiye'de, bu gece ısınması oranlarının, $0,08-0,56^{\circ}\text{C}/\text{on yıl}$ aralığında olduğu vurgulanmaktadır (Türkeş ark., 2002). Bununla birlikte, Türkiye'de son 25 yıllık dönemde, hem sıcaklık rejimi belirgin olarak daha ılıman ve artış trendine doğru evrilmiş, hem de sıcak hava dalgalarının sıklığında ve şiddetinde önemli değişimler gerçekleşmiştir (Türkeş, 2019). Nitekim 2010–2020 yılları arasında Türkiye ortalama sıcaklığı $14,1^{\circ}\text{C}$ 'dir. Uzun dönem verilerine göre, 1970–2020 yılları arasında ise Türkiye ortalama sıcaklığının $13,2^{\circ}\text{C}$ olduğu bildirilmektedir. Üstelik aynı çalışmada 1970–2020 yılları arasında Türkiye'de yıllık ortalama sıcaklığın artış eğiliminde olduğu raporlanmaktadır (URL-4, 2022). Yapılan başka bir çalışmada Türkiye'de, özellikle 1990'lı yıllarla birlikte gece en düşük ve gündüz en yüksek hava sıcaklıklarının artış eğiliminde olduğu belirtilmektedir (Türkeş, 2012). Bu çalışmada elde edilen ortalama sıcaklık değerlerinden Kastamonu iline ait sıcaklık değeri ($10,54^{\circ}\text{C}$) Türkiye ortalamasının altında kalırken, Sinop ilinin sıcaklık değeri ($15,5^{\circ}\text{C}$) genel ortalamanın üstündedir. Ayrıca bu çalışmada Sinop ve Kastamonu illerinde

yıllık ortalama sıcaklığın 2012–2021 yılları arasında artış eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Daha önce yapılan benzer diğer bir çalışmada, Kastamonu’da ortalama minimum ve ortalama maksimum sıcaklıklar ile minimum ve maksimum sıcaklıklarda 1980–1999 ile 2000–2015 yılları arasında aylar bazında değişikliklerin olduğu ifade edilmektedir. Söz konusu çalışmada hem OMnS hem de OMkS değerlerinin 1980–1999 ile 2000–2015 yılları arasında nispeten artış gösterdiği tespit edilmiştir (Bolat ve ark., 2017). Başka bir çalışmada Türkiye'nin Batı Karadeniz bölgesi illerinde (Bartın, Bolu, Düzce, Kastamonu, Sinop ve Zonguldak) 1960–2017 periyodunda hesaplanan z değerlerinin anlamlı bir istatistiksel eğilim göstermediği ve aylık ortalama sıcaklık zaman serilerinde anlamlı olmayan istatistiksel eğilimler bulunduğu belirtilmiştir (Ay, 2020). Çankırı ve Kastamonu illerinde bulunan sekiz meteoroloji istasyonunun maksimum, minimum ve ortalama sıcaklık verilerinin trend analizi sonuçları genel olarak değerlendirildiği bir çalışmada, sekiz istasyon için toplam 408 analiz yapılmıştır. Bu analizlerden 154 tanesi istatistiksel olarak anlamlı ve tamamının artış trendinde olduğu saptanmıştır. Geriye kalan 254 analizin istatistiksel olarak anlamsız olduğu, bunların da 221 tanesinin yine artış trendine sahip olduğu, sadece 33 tanesinin azalış trendinde olduğu görülmüştür. Bu sonuçlara dayanarak incelenen istasyonlarda sıcaklıklarda artış trendi olduğu ifade edilmektedir. Buradan hareketle çalışmada birçok anlamlı artış trendinin belirlenmiş olması incelenen istasyonlarda gelecek dönemlerde sıcaklıklarda artışların meydana gelebileceğini göstermektedir (İlker ve Terzi, 2021). Öztürk et al. (2016) tarafından yapılan çalışmada Bartın meteoroloji istasyonu verilerine dayanılarak son 11 yılın (2002–2012) yıllık ortalama sıcaklığının 1982 ile 2001 arasındaki yıllara göre 0,7°C daha yüksek olduğu belirtilmektedir. Öte yandan aynı araştırmacılar (Öztürk et al., 2017), tarafından yapılan başka bir çalışmada, Batı Karadeniz Bölgesi'nde herhangi bir iklim değişikliği ihtimalinin, öncelikle bölgedeki tarımsal çeşitliliği tehdit edeceği vurgulanmaktadır. Türkeş (2019) tarafından yakın zamanda yapılan bir araştırmaya göre, Türkiye'nin özellikle yaz ve sonbahar sıcaklıklarında artış eğilimleri olduğu ve bu ısınmanın giderek güçlendiği rapor edilmiştir. Ancak bu ısınmanın Karadeniz bölgesinin genelinde diğer bölgeler ile kıyaslandığında nispeten zayıf şekilde gerçekleştiği belirtilmektedir. Demir ve ark. (2008) Türkiye’de 27 istasyonda minimum sıcaklıkların genel bir artış eğilimi gösterdiği ve yıllık maksimum sıcaklık serilerinin Akdeniz, Güney Doğu Anadolu ile Doğu Anadolu’nun güney kesimlerinde artma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, daha önce gerçekleştirilen çalışma sonuçlarıyla uyumluluk göstermektedir.

Yapılan bu çalışmada 2012–2021 yılları arasında Sinop ilinde ortalama sıcaklık 15,5°C ve Kastamonu iline ait ortalama sıcaklık 10,54°C olarak bulunmuştur. Deniz seviyesinden daha yüksekte olan Kastamonu ilinde ortalama sıcaklık Sinop iline göre daha düşüktür. Bu durum beklenen bir sonuçtur. Birbirine komşu olan iki ilin ortalama sıcaklık farkı yaklaşık 5°C’dir. Gözlenen bu sıcaklık farkı, bu kentlerin yükseltileri (Çizelge 1) dikkate alınınca anlaşılabilir bir sonuçtur. Nitekim daha önce yapılan çalışmalarda (Çepel, 1995; Özyuvacı, 1999; Türkeş, 2010) yağışın aksine yükselti arttıkça sıcaklığın düştüğü bildirilmektedir. Bu düşüş miktarının standart atmosferdeki normal lapse-rate’e (düşey/dikey sıcaklık gradyanı) göre her

100 m yükseklik için yaklaşık olarak 0,5°C olduğu kabul edilmektedir. Dolayısıyla bu kabule göre Sinop ve Kastamonu illerinin ortalama sıcaklık farkının 4°C olması gerekirdi. Bu durumda aradaki bu 1°C’lik fark üzerinde yükseklik basamakları, iklim bölgeleri, aylar, mevsimler ve buna benzer faktörler etkili olmuş olabilir. Netice olarak birçok etkenin söz konusu olduğu konuma bağlı yükselmelerde meydana gelen sıcaklık azalmasını belirleyecek ve her yerde geçerli olabilecek bir düşey sıcaklık gradyanından söz etme olanağı yoktur. Örneğin havanın su buharı içeriğine yani nem düzeyine ve salmış olduğu yoğunlaşma gizli ısısına bağlı olarak, gerçek atmosfer koşullarında ölçülen değerler bu oranın biraz altında ya da üzerinde olabilir (Türkeş, 2010).

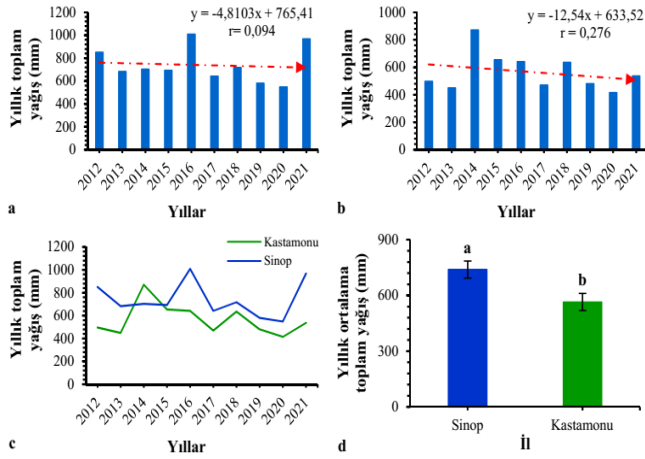
3.2 Minimum, ortalama ve maksimum yağış

Sinop ili 2012–2021 yılları aylık toplam yağış (ATY) miktarları Çizelge 6’da görülmektedir. Ölçülen en düşük yağış miktarı (EDYM) 2015 yılı temmuz ayında 1,6 mm, en yüksek yağış miktarı (EYYM) 2016 yılı aralık ayında 197,9 mm şeklinde tespit edilmiştir. ATY’in mevsimlere göre dağılımında büyükten küçüğe doğru sıralama kış (268,53 mm), sonbahar (222,94 mm), ilkbahar (140,70 mm) ve yaz (128,09 mm) mevsimi şeklindedir.

Çizelge 6. Sinop iline ait 2012–2021 yılları arası aylık toplam yağış (mm) miktarları

Yıl	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2012	144,1	62,8	89,7	22,1	16,6	52,1	70,8	110,5	15,1	29,5	92,1	144,9
2013	65,1	20,8	91,6	40,4	5,6	19,0	53,3	15,3	144,8	122,0	24,7	79,3
2014	13,7	17,4	64,2	47,8	26,4	29,2	29,1	66,4	95,8	129,5	55,0	129,1
2015	79,7	79,7	57,9	25,6	24,6	30,3	1,6	35,6	33,4	164,3	45,4	113,4
2016	113,4	47,4	33,3	35,9	120,2	33,2	65,8	38,3	125,8	61,8	135,1	197,9
2017	59,9	17,1	49,4	46,5	73,4	58,0	1,9	45,4	27,6	36,0	83,3	143,1
2018	55,9	55,7	112,6	3,8	20,7	4,2	38,3	28,7	106,9	97,4	67,1	125,9
2019	42,5	43,2	47,0	38,6	40,6	16,7	35,3	49,4	53,8	114,0	17,0	82,7
2020	107,2	60,6	24,6	25,8	27,8	61,9	7,2	9,1	11,5	30,9	74,6	106,2
2021	107,2	40,3	84,6	52,4	57,3	43,3	45,8	185,2	95,2	76,0	63,8	116,0

Sinop ili yıllık toplam yağış (YTY) miktarının değişimi Şekil 7a’da gösterilmiştir. YTY 2020 yılında en az (547,40 mm), 2016 yılında en fazla (1008,10 mm) olmuştur. Sinop’ta 2012–2021 döneminde ortalama toplam yağış (OTY) 738,95 mm olmuştur. Bu sonuca göre Sinop, Kastamonu iline kıyasla daha fazla yıllık toplam yağış miktarına sahiptir (Şekil 7c). YTY değerleri arasında istatistiki olarak da fark ($P < 0,05$) vardır (Şekil 7d). Öte yandan YTY miktarı dağılımı ile oluşturulan BDRM’ye göre (Şekil 7a), Sinop’ta yağış miktarının azalış eğiliminde ($r = -0,094$) olduğu ortaya çıkmıştır.



Şekil 7. Sinop (a) ve Kastamonu (b) illerinde ortalama yağışın yıllara göre değişimi, yağış değerlerinin karşılaştırılması (c) ve değişimi (d); sütunlar ortalama \pm standart hatayı ifade etmektedir. Farklı harfler $P < 0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir

Kastamonu ili 2012–2021 yılları arasındaki ATY miktarları Çizelge 7’de yer almaktadır. Ölçümlenen EDYM 2020 yılı kasım ayında 1,0 mm ve 2017 yılı şubat ayında 1,4 mm olarak kaydedilmiştir. 2017 ve 2020 yılları arasındaki toplam yağış miktarının farkı sadece 0,4 mm olduğundan, bu iki yıl en az yağışlı yıllar olarak değerlendirilmiştir. Öte yandan 2014 yılı eylül ayında ölçülen 175,4 mm, EYYM olarak tespit edilmiştir. ATY’ın mevsimlere göre dağılımında sıralama yaz (189,80 mm), ilkbahar (185,19 mm), sonbahar (96,49 mm) ve kış (93,07 mm) şeklindedir.

Çizelge 7. Kastamonu iline ait 2012–2021 yılları arasında aylık toplam yağış (mm) miktarı

Yıl	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2012	99,0	53,8	27,7	22,0	86,6	39,2	49,6	28,8	16,4	6,8	24,7	41,7
2013	13,6	4,4	92,0	58,2	42,8	125,2	27,7	26,0	23,2	16,4	10,8	9,2
2014	14,0	27,2	47,8	80,3	133,0	139,6	60,0	25,0	175,4	47,8	36,2	84,2
2015	55,2	23,4	37,0	33,8	85,8	158,6	16,4	43,0	51,4	93,6	30,4	25,6
2016	37,2	17,8	25,4	75,2	162,0	78,6	21,6	131,8	18,9	6,4	33,0	33,0
2017	13,6	1,4	26,0	41,1	41,5	138,3	30,9	63,7	11,8	42,2	15,0	45,7
2018	15,6	35,7	105,5	17,3	118,7	67,9	80,2	7,0	75,0	42,1	30,6	39,1
2019	37,8	22,7	20,1	28,6	154,9	53,7	47,6	60,1	2,9	14,7	14,0	22,0
2020	12,9	54,2	20,1	46,4	58,4	175,4	8,5	3,9	10,6	15,3	1,0	7,6
2021	26,5	26,9	50,8	50,7	62,2	61,3	39,5	88,9	56,8	11,3	30,2	31,7

Kastamonu ili YTY miktarının değişimi Şekil 7b’de gösterilmiştir. YTY miktarının en düşük olduğu yıl 2020 (414,3 mm) ve en yüksek olduğu yıl 2014 (870,50 mm) yılı olmuştur. Kastamonu’da 2012–2021 döneminde OYTY 564,55 mm olarak belirlenmiştir. Kastamonu miktar olarak diğer il olan Sinop’a göre daha az yağış almıştır (Şekil 7c). Nitekim illerin YTY değerleri arasında da istatistiki olarak fark ($P < 0,05$) vardır (Şekil 7d). YTY miktarı dağılımı ile oluşturulan BDRM’ye göre Kastamonu’da yağışın azalış eğiliminde ($r = 0,276$) olduğu ortaya çıkmıştır (Şekil 7d).

1970–2020 yılları Türkiye YTY ortalamasının 621,4 mm; 2010–2020 arasında ise YTY ortalamasının 619,3 mm olduğu bildirilmektedir (URL–5, 2022). Batı Karadeniz bölgesinde

yıllık ortalama yağış 1400 mm olmasına karşın yağış rejimi homojen değildir (Kayhan, 2007). Sinop iline ait yıllık toplam yağış miktarı Türkiye ortalamasından (621,4 mm) yaklaşık %20 oranında fazladır. Öte yandan Kastamonu iline ait YTY miktarı Türkiye ortalamasından (621,4 mm) yaklaşık %10 oranında azdır. Diğer taraftan, iki ilin yıllık toplam yağış miktarı Batı Karadeniz bölge ortalamasından (1400 mm) azdır. Elde edilen bu bulgulara göre 2012–2021 döneminde Sinop ili Kastamonu iline göre daha fazla yağış almıştır. Bu sonuç komşu illerin dahi eşit miktar ve oranda yağış almadığını, aralarında farklılığın olabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte bu çalışmada BDRM’ye göre Sinop ve Kastamonu’da YTY miktarının azalış eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Öte yandan Sinop ilinde 1950–2016 yılları arasında yapılan ölçümlere göre Sinop il merkezinin yıllık ortalama toplam yağışının 689,8 mm olduğu bildirilmektedir. Sinop’ta yıllık yağışın %35’i sonbahar (240,9 mm), %31’i kış (214,8 mm), %18’i ilkbahar (123,3 mm), %16’sı yaz (110,8 mm) mevsiminde meydana geldiği tespit edilmiştir. Ayrıca rasat süresi boyunca (1950–2016) yağışların standart anomalisi 36 yıl negatif değer göstermiş, 31 yılda da pozitif anomali göstermiştir (Ercan ve Günel, 2020). Benzer olarak Türkiye’nin uzun süreli eğilim ve değişimleri incelendiğinde, genel olarak kış ve ilkbahar yağışlarında Akdeniz yağış rejiminin egemen olduğu Marmara, Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri ile İç ve Doğu Anadolu bölgelerinde belirgin bir azalmanın olduğu görülmektedir. Örneğin, Türkiye geneli için 01 Ekim 2013–17 Ocak 2014 tarihleri arasında hesaplanan kümülatif yağış tutarında, uzun yıllar ortalamasına göre %37 ve 2013 yılına göre de %47,4 oranında azalma gerçekleşmiştir (Türkeş, 2019). Bartın, Zonguldak ve Düzce İllerini kapsayan çalışmada 1980–1999 ve 2000–2015 yılları arasındaki periyotlarda aylık ve yıllık ortalama yağış verilerinde, özellikle yaz aylarında (Haziran, Temmuz ve Ağustos) azalış eğilimi ortaya çıkmıştır (Bolat et al., 2018). Yıllık toplam yağış miktarları değerlendirildiğinde, bu çalışma da benzer sonuçlar ortaya koymakta ve Türkiye için daha önce yapılan yağış eğilim ve değişimlerine ilişkin değerlendirmelerle uyumluluk göstermektedir. Buna karşın Ay (2020) tarafından Türkiye’nin Batı Karadeniz bölgesindeki illerinde (Bartın, Bolu, Düzce, Kastamonu, Sinop ve Zonguldak) 1960–2017 yıllarını kapsayan çalışmada Zonguldak ve Düzce illerinde ATY miktarının hesaplanan z değerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir eğilim olmadığı, z değerinin işaretine (z’nin işareti -) göre istatistiksel olarak anlamsız eğilimlerin olduğu belirtilmektedir. Mann–Kendall testine göre; Bolu, Düzce ve Zonguldak istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir azalma, Bartın, Kastamonu ve Sinop ise anlamlı olmayan bir artış eğilimine sahiptir.

Çalışmada Sinop ilinde ortalama yıllık toplam yağış (OYTY) 738,95 mm ve Kastamonu ilinde ise 564,55 mm olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre deniz seviyesinden daha yüksekte olan Kastamonu ilinde ise OYTY Sinop iline göre daha düşüktür. İki il arasındaki OYTY farkı yaklaşık 174,4 mm olup, bu fark istatistiki olarak anlamlıdır ($P < 0,05$) (Şekil 7d). Yapılan araştırmalarda, yağış miktarının denizden yükseldikçe arttığı bilinmektedir. Bu artış denizden her 100 m yükseliş için yılda 45–55 mm kadardır. Ancak bu sonuç belirli koşullarda geçerlidir. Genel olarak hem ölçüm yapılan istasyonun hem de yağış miktarı hesaplanmak istenen yörenin aynı bakıya sahip yamaçlar üzerinde bulunmaları ve yağış getiren rüzgar yönünde

olmaları gerekir. Kapalı havzalar, derin vadiler, yağış gölgesinde kalan yamaçlarda aldatici, yanlış sonuçlar alınabilmektedir (Çepel, 1995; Özyuvacı, 1999). Dolayısıyla yağışların dağılışı bölgeden bölgeye hatta yöreden yöreye büyük farklılık göstermektedir. Bu konuda yerküresel etmenler ve coğrafi etmenlerin rol oynadığı ifade edilmektedir. Coğrafi etmenler, yerküresel etmenlerin denetlediği büyük ölçekli küresel yağış dağılışı içinde bölgesel ya da yöresel değişikliklere neden olan fiziki coğrafya etmen ve özellikleridir. Coğrafi etmenler 1) yer şekilleri, bakı ve yükselti, 2) denize uzaklık ve kıyının konumu, 3) kıyı akıntıları ve 4) ormanlar şeklinde sıralanmaktadır (Türkeş, 2010). Yapılan bu çalışmada deniz seviyesinden daha yüksekte olan Kastamonu ilinde Sinop iline göre daha düşük ortalama yıllık toplam yağış elde edilmesinde sayılan bu faktörlerden denize uzaklık ve kıyının konumu diğerlerine göre daha etkili olmuş olabilir. Nitekim bu etmenin başlıca etkisi, yağışın kıyı kuşağından iç bölgelere giderek azalması biçiminde oraya çıkmaktadır. Okyanuslar ve denizler en önemli su buharı kaynağı ve denizel hava kütleleri, görece daha sıcak ve daha fazla su buharı karışma oranı nedeniyle koşullu kararsız oldukları için, çoğunlukla kıyı kuşağı iç bölgelere oranla daha fazla yağış almaktadır (Türkeş, 2010).

4. Sonuçlar

Çalışmada elde edilen sonuçlara göre Sinop'un (15,5°C), çalışmaya konu olan Kastamonu ile kıyaslandığında ortalama sıcaklığı daha yüksektir. Ayrıca illerin ortalama sıcaklık değerleri arasında istatistiki olarak fark ($P < 0,05$) vardır. Bununla birlikte Sinop ve Kastamonu illerinin 2012–2021 periyodunda, Kastamonu ili yıllık ortalama minimum sıcaklık sonucu hariç olmak üzere, minimum, ortalama ve maksimum sıcaklık değişimlerine bakıldığında sıcaklıkların artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Yapılan regresyon modeline göre hem minimum ($r = 0,483$) hem de ortalama ($r = 0,498$) sıcaklığın en fazla artış gösterdiği il Sinop ili olmuştur. Benzer şekilde aynı modele göre maksimum ($r = 0,432$) sıcaklığın en fazla artış gösterdiği il Sinop'tur. Sinop ve Kastamonu illerine ait 2012–2021 yılları arasındaki ortalama minimum ve maksimum sıcaklık değerine göre en soğuk ay ocak, en sıcak ay ağustostur. 2014, 2018, 2019, 2020 ve 2021 yıllarındaki ortalama sıcaklık değerleri, Sinop ilinin 2012–2021 yılları arası ortalama sıcaklık değerinin (15,5°C) üstündedir. 2014, 2018, 2019 ve 2020 yıllarındaki ortalama sıcaklık değerleri, Kastamonu ilinin 2012–2021 yılları arası ortalama sıcaklık değerinin (10,54°C) üstündedir. Mevsimlere göre en az yağış Sinop ilinde yaz mevsiminde (128,09 mm) ve Kastamonu ilinde kış mevsiminde (93,07 mm) ölçülmüştür. Ortalama toplam yağış Sinop'ta 738,95 mm ve Kastamonu'da 564,55 mm olarak belirlenmiştir. Yıllara göre ortalama toplam yağışın değişimini belirlemek için yapılan regresyon analizi modelinde Sinop ($r = - 0,094$) ve Kastamonu ($r = - 0,276$) illerinde ortalama toplam yağışın azalış eğiliminde olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca illerin yıllık toplam yağış değerleri arasında da istatistiki olarak farkın ($P < 0,05$) olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Sinop ve Kastamonu illerinde yıllık ortalama ve maksimum sıcaklıkların artış eğiliminde olduğunu göstermektedir. Yıllık toplam yağışlarda ise düzensizleşme olabileceği gibi azalış eğiliminin olabileceği de öngörülmektedir.

Teşekkür

Çalışmada kullanılan meteorolojik verileri temin ettiğimiz (2012–2021 yılları arası) T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü Bartın Meteoroloji İstasyon Müdürlüğü'ne teşekkür ederiz. Ayrıca zaman ayırıp makaleyi değerlendirerek katkılar sağlayan çok kıymetli hakeme/hakemlere ve dergi editörüne teşekkürü bir borç biliriz.

Kaynaklar

- Akçakaya, A., Sümer, U. M., Demircan, M., Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, O., Gürkan, H., Yazıcı, B., Kocatürk, A., Şensoy, S., Bölük, E., Arabacı, H., Acar, Y., Ekici, M., Yağan, S., Çukurçayır, F., 2015. Yeni Senaryolar ile Türkiye İklim Projeksiyonları ve İklim Değişikliği. Ankara: Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 164 s., Ankara.
- Apak, G., Ubay, B., 2007. *First national communication of Turkey on climate change*. Retrieved from: <http://www.tr.undp.org/content/dam/turkey/docs/Publications/EnvSust/iklim1.bildirimi-27ocak2007.pdf>
- Ay, M., 2020. Trend and homogeneity analysis in temperature and rainfall series in the western Black Sea region, Turkey. *Theoretical and Applied Climatology*, 139, 837–848.
- Babalık, A. A., Yazıcı, N., Dursun, İ., 2018. İklim değişikliği, kuraklık ve Türkiye. Uluslararası Su ve Çevre Kongresi (SUÇEV-2018), Bildiriler Kitabı, ISBN: 978-605-68414-1-5, 22–24 Mart 2018, p. 2337, Bursa, Türkiye.
- Bolat, İ., Şensoy, H., 2023. Analysis of some meteorological data and their variation trends in three provinces of the Western Black Sea Region between 2012 and 2021, *Forestist*, 73(3), 220–230.
- Bolat İ., Kara Ö., Tok, E., 2018. Global warming and climate change: a practical study on Bartın, Zonguldak and Düzce. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 20(1), 116–127.
- Bolat, İ., Kara, Ö., Tok, E., 2017. Change of temperature and precipitation in Kastamonu, Karabük and Bolu Between 1980–1999 and 2000–2015 years. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 19(1), 276–289.
- Çepel, N., 1995. Orman Ekolojisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, No 3886/433, ISBN: 975-404-398-1, 536 s., İstanbul.
- Çepel, N., 2003. Ekolojik Sorunlar ve Çözümleri. TÜBİTAK, Popüler Bilim Kitapları, Aydoğdu Matbaası, 183 s., Ankara.
- Daşcıoğlu, B. Z. Ö., 2021. İpcc'nin altıncı değerlendirme raporu ne anlama geliyor? *Seta-Perspektif*, 136, 1–4.
- Demir, İ., Kılıç, G., Coşkun, M., Sümer, U. M., 2008. Türkiye'de maksimum, minimum ve ortalama hava sıcaklıkları ile yağış dizilerinde gözlenen değişiklikler ve eğilimler. *TMMOB İklim Değişimi Sempozyumu, Bildiriler Kitabı*, 69–84. TMMOB adına TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası, 13–14 Mart 2008, Ankara.
- Demirbaş, M., Aydın, D., 2020. 21. Yüzyılın en büyük tehdidi: küresel iklim değişikliği, *Ecological Life Sciences (NWSAELS)*, 15(4), 163–179.
- Ercan, F., Günal, N., 2020. Sinop il merkezinin yağış özellikleri. *Uluslararası Türk Dünyası Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 25–54.

- Gül, E., Erşahin, S., Dölarslan, M., 2017. Yarı kurak doğal çam ormanlarında çölleşme riskinin belirlenmesi. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 39–49.
- IPCC., 2001. Intergovernmental Panel on Climate Change, The Scientific Basis, Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IPCC., 2021. Summary for Policymakers, Climate Change 2021: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Valerie Masson-Delmotte vd., Cambridge University Press, 2021, s. 21.
- İbret, Ü. B., 2018. Kastamonu İlinin Coğrafi Özellikleri-Geographical Features of Kastamonu (Turkey). 81 İlde Kültür ve Şehir-KASTAMONU, Kastamonu Valiliği Yayını, s. 16–25.
- İlker, A., Terzi, Ö., 2021. Sıcaklık verilerinin trend analizi: Çankırı ve Kastamonu. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 9(4), 1339–1347.
- Öztürk, M., Bolat, İ., Gökyer, E., 2017. Land use suitability classification for the actual agricultural areas within the Bartın Stream Watershed of Turkey. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences (PEN)*, 5(1), 30–36.
- Öztürk, M., Bolat, İ., Gökyer, E., Kara, Ö., 2016. Growth gradients of multi-aged pure oriental beech stands along the altitudinal gradients within a mesoscale watershed landscape. *Applied Ecology and Environmental Research*, 14(4), 101–119.
- Özyuvacı, N., 1999. Meteoroloji ve Klimatoloji, Rektörlük No. 4196, Fakülte No. 460, ISBN. 975- 404-544-5, 369 sayfa, İstanbul.
- Sağlam, N. E., Düzgüneş, E., Balık, İ., 2008. Küresel ısınma ve iklim değişikliği. *Su Ürünleri Dergisi*, 25(1), 89–94.
- Sarıyıldız, T., Varan, S., Duman, A., 2008. Ölü örtü ayrışma oranları üzerinde kimyasal bileşenlerin ve yetiştirme ortamı özelliklerinin etkisi: Artvin ve Ankara yöresine ait örnek bir çalışma. *Kastamonu Orman Fakültesi Dergisi*, 8 (2), 109–119.
- Türkeş, M., 2019. Scientific basis of climate change and impacts on Turkey. Climate change training module series 1, the project co-funded by the European Union and the Republic of Turkey. <http://www.iklimin.org/moduller/bilimmodulu.pdf> [access: 24.12.2022].
- Türkeş, M., 2010. Klimatoloji ve Meteoroloji. 650 s., Kriter Yayınevi, İstanbul.
- Türkeş, M., 2012. Türkiye’de gözlenen ve öngörülen iklim değişikliği, kuraklık ve çölleşme. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4(2), 1–32.
- Türkeş, M., Sümer, U., Demir, İ., 2002. Türkiye’nin günlük ortalama maksimum ve minimum hava sıcaklıkları ile sıcaklık genişliğindeki eğilimler ve değişiklikler. *Klimatoloji Çalıştayı* (11–13 Nisan), İzmir, 89–106.
- URL–1., 2023. <http://www.sinop.gov.tr/cografya#:~:text=41%20derece%2012%20dakika%20ve,kuzeyi%20ise%20Karadeniz%20ile%20C3%A7evrilidir>, Sinop Valiliği web sayfası, (Erişim tarihi: 13.02.2023).
- URL–2., 2023. <https://kastamonu.tarimorman.gov.tr/Menu/46/Cografya-Yapisi>, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Kastamonu İl Tarım ve Orman Müdürlüğü web sayfası, (Erişim tarihi: 13.02.2023).
- URL–3., 2022. <https://www.mgm.gov.tr/tahmin/il-ve-ilceler.aspx?il>, Meteoroloji Genel Müdürlüğü web sayfası, (Erişim tarihi: 17.01.2023).
- URL–4., 2022. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/resmi-istatistikler/parametreAnalizi/Turkiye-Ortalama-Sicaklik-2020.pdf>, Meteoroloji Genel Müdürlüğü web sayfası, (Erişim tarihi: 01.03.2022).
- URL–5., 2022. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/resmi-istatistikler/parametreAnalizi/Turkiye-Yagis-2020.pdf>, Meteoroloji Genel Müdürlüğü web sayfası, (Erişim tarihi: 01.03.2022).
- Uzun, S., 2021. Üniversite öğrencilerinin iklim değişikliği konusunda farkındalıklarının belirlenmesi: Düzce Üniversitesi ilgili grupları örneği. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 161–174.
- Yazıcı, N., Babalık, A. A., Dursun, İ., 2019. İklim değişikliği ve havza yönetimi. 2nd International Conference on Technology and Science (Techno-Science 2019), 14–16 Kasım 2019, Burdur, pp. 1095–1102.



Orman ürünleri sektöründe iş güvenliği ve işçi sağlığı normlarının uygulamaya etkisi: Denizli ili örneği

Abdullah Beram^{1*}, Pelin Yılık²

¹ Pamukkale Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Endüstri Tasarım Ürünleri Bölümü, 20160, Denizli, Türkiye

² Kudret International Hospital, 06100, Ankara, Türkiye

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 10/09/2023

Kabul Tarihi: 21/09/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1357992>

* Sorumlu yazar:

abdullahberam@pau.edu.tr

ÖZ

İş kazaları, orman ürünleri endüstrisinde çalışma hayatının en önemli sorunlarından birisidir. Her geçen gün iş güvenliği ve işçi sağlığı konularında yeni gelişmeler yaşansa da kaza sayıları halen yüksektir. Orman ürünleri sektöründe faaliyet gösteren işletmeler, çalışma koşulları nedeniyle yüksek riskli işletmeler arasında yer almaktadır. Bu nedenle, iş güvenliği ve işçi sağlığı açısından işletmelerde eğitim verme ve önlem alma çalışmaları

önemli bir yere sahiptir. Bu çalışmada, Denizli ilinde faaliyet gösteren orman ürünleri sektöründeki işletmelerde çalışanlara iş güvenliği ve işçi sağlığı normlarının uygulanmasının etkileri incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda, sektörde yer alan küçük ve orta ölçekli işletmelerde istihdam edilen çalışanlara yönelik bir anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler, R-Studio yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz kısmında, Kısmi En küçük Kareler (PLS) yaklaşımı ile Yapısal Eşitlik Modeli (YEM) analizi kullanılmıştır. Analizler sonucunda, eğitim uygulamaları ile farkındalık ve bilinç uygulamalarının geliştirilmesi gerekliliği ortaya konulmaktadır.

Araştırma Makalesi

Anahtar Kelimeler: R-Studio, Orman Ürünleri Sektörü, İş güvenliği, İşçi sağlığı, PLS-SEM

The impact of work safety and occupational health norms on practice in the forest products sector: The example of the Denizli province

ABSTRACT

Workplace accidents represent a critical issue within the forest products industry, posing significant challenges to employee safety. Despite ongoing advancements in occupational health and safety measures, the incidence of accidents remains high. Enterprises operating in the forest products sector are among the high-risk enterprises due to their working conditions. Consequently, prioritizing training and precautionary measures within these enterprises is essential for fostering a culture of workplace safety and occupational health. In this study, the effects of applying work safety and occupational health norms to employees in enterprises operating in the forest products sector in Denizli were examined. For this purpose, a survey was conducted for the employees employed in small and medium-sized enterprises in the sector. The obtained data were analyzed using R-Studio software. In the analysis part, Partial Least Squares (PLS) approach and Structural Equation Model (SEM) analysis were used. The findings of these analyses underscore the imperative need for enhancing awareness and consciousness-building initiatives, as well as further investment in educational programs to enhance workplace safety and occupational health practices.

Key Words: R-Studio, Forest Products Industry, Work safety, Occupational health, PLS-SEM

Bu makaleye atf:

Beram ve Yılık 2023. Orman ürünleri sektöründe iş güvenliği ve işçi sağlığı normlarının uygulamaya etkisi: Denizli ili örneği, Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(2), 10-15.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

1. Giriş

Orman ürünleri endüstrisi, her geçen gün artan nüfus ve tüketimle birlikte giderek büyümektedir. Orman ürünlerinden elde edilen ürünlere duyulan ihtiyaç, ekonomik kalkınma için de sektörü kritik bir pozisyona getirmiştir. Sektörün zaman içerisinde büyümesi, istihdam açısından büyük bir öneme sahip olmasına yol açmıştır. Türkiye'nin özellikle bölgede sektörel bazlı söz sahibi olması, işletme ve çalışan sayısını arttırmış, aynı zamanda ihracat rakamlarını da büyütüştür. 2020 yılında yaklaşık 6.5 milyar dolarlık ihracat rakamına ulaşmıştır (Kurt ve ark., 2021; URL1, 2023). Sektörde, üretim miktarının belirli bir bölümü küçük ve orta ölçekli işletmeler tarafından karşılanmaktadır. Bununla birlikte, büyük ölçekli işletmeler de özellikle ihracatta önemli bir rol oynamaktadır. Büyük işletmeler genellikle levha üretimine odaklanır ve seri üretim yöntemleri kullanarak üretim yaparlar (Yörür ve Günay, 2017; Kara ve ark., 2019).

Orman ürünleri sektörü, imalat sanayinde ağaç ürünleri, mobilya, kağıt ve levha sektörlerinden oluşmaktadır. Her biri ayrı ayrı bu sektörler de ana ve alt üretim gruplarından oluşmaktadır (Belen ve ark., 2020; URL1, 2023). Sektörün küçük ölçekli esnaftan, büyük ölçekli ihracat fabrikalarına kadar yayılması, beraberinde bazı sorunları da getirmiştir. Orman ürünleri sektörü, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından "tehlikeli" kategorisinde sınıflandırılan bir sektördür. Bu sektör, üretim yapısı nedeniyle bir dizi risk faktörünü içermektedir. Bu risk faktörleri, farklı üretim türleri, tehlike düzeyleri ve çalışan profilleriyle birleşerek iş kazalarının daha sık meydana gelmesine neden olmaktadır (Akyüz ve ark., 2018; Çil ve ark., 2021).

Son yıllarda orman ürünleri sektöründe yaşanan iş kazaları ve sağlık risklerine yönelik yapılan araştırmaların artışı, yeni iş güvenliği düzenlemelerinin oluşturulmasını gündeme getirmiştir. Orman ürünleri endüstrisi, İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'na göre işyeri tehlike sınıflandırmasında "Riskli" kategorisinde bulunmaktadır. Özellikle ağaç malzemelerin kesilmesi, ebatlanması, boyanması, verniklenmesi, cilalanması gibi tamamlayıcı işler ise "Yüksek Riskli" sınıfa dahil edilmektedir (Resmi Gazete, Sayı: 30318). Türkiye'nin orman ürünleri sektörlerinde, 2020 yılına ait verilerde toplamda 9.898 iş kazası yaşanmış ve olayların 13'ü (%0,13 oranında) ölümlerle sonuçlandığı belirtilmiştir. Ayrıca, 2020 yılında sadece orman ürünleri sektöründe çalışan dokuz kişinin meslek hastalığına yakalandığına dair bir rapor sunulmuştur. Bu sonuçlar, orman ürünleri sektörüne özgü vakaların, tüm imalat sektörlerinde meydana gelen vakaların yaklaşık %6,28'ini oluşturduğunu göstermektedir (SGK, 2020).

Özellikle kullanılan araçlar, ekipmanlar ve makinelerin, kesici ve delici dişliler, testereler ve bıçaklardan oluşması, üretim sırasında yapılan kesme ve delme işlemleri sırasında gürültü ve titreşime maruz kalınmasını beraberinde getirir. Bu durum, işitme kaybı ve titreşim kaynaklı meslek hastalıklarına yol açabilir. Buna ek olarak, makinelerin kullanımı sırasında veya üretim sürecinde gerçekleştirilen yük taşıma, kaldırma, itme ve çekme gibi hareketler, bel, omuz ve benzeri kas-iskelet sistemi sorunlarına yol açabilir. Üretim aşamasında maruz

kalınan kimyasal maddeler, boya, cila, vernik gibi ve oluşan tozlar ise solunum sistemi rahatsızlıkları, deri problemleri ve

mesleki kanser gibi ciddi riskler ve tehlikeleri içermektedir (Gedik ve İlhan, 2014; Gülsoy, 2015).

Üretim ortamında artan insan emeği, giderek karmaşık bir hal alan teknolojik ilerlemeler, artan ekonomik ve sosyal sorunlar, maliyet düşürme çabaları, iş kazalarının daha sık yaşanmasına ve meslek hastalıklarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Şen ve ark., 2018). İş kazaları ve meslek hastalıkları, günümüz dünyasının en ciddi sorunlarından biridir. Her yıl dünya genelinde birçok insan, iş kazaları ve meslek hastalıkları nedeniyle çalışamaz hale gelmekte veya hayatını kaybetmektedir. (Karadeniz, 2012). Türkiye'deki iş kazaları, AB ülkelerindeki benzer olaylarla karşılaştırıldığında, toplam iş kazaları sayısı ve iş kazalarından kaynaklanan ölüm sayısı açısından Türkiye'de ölümcül iş kazalarının AB ortalamasının önemli ölçüde üzerinde olduğu bilinmektedir (Ceylan, 2011; Öçal ve Çiçek, 2017).

Uluslararası Çalışma örgütü (ILO) iş kazasını "Belirli bir zarara ya da yaralanmaya neden olan beklenmeyen ve önceden planlanmamış bir olaydır" diye tanımlamaktadır. Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) ise meslek hastalığını "sigortalının çalıştırıldığı işin niteliğine göre tekrarlanan bir sebeple veya işin yürütülme şartları yüzünden uğradığı geçici veya sürekli hastalık, sakatlık veya ruhi arıza halleridir" diye ifade etmektedir (SGK, 2012; ÇSGB, 2019). İş güvenliği, iş yerlerinde çalışanların fiziki çevre koşulları nedeniyle karşılaştıkları sağlık sorunlarını ve mesleki tehlikeleri ortadan kaldırmak veya azaltmak için işverenlere yüklenen sorumlulukları ifade eden özellikle teknik kuralların tamamını içermektedir (Demircioğlu ve Centel, 2002). İş güvenliği kavramı, geniş bir perspektifi içinde barındırarak, bir işyerinde çalışanların sağlık ve güvenliği ile kullanılan materyallerin çalışabilirliğinin korunması ve sürdürülmesi amacıyla yapılan düzenli çalışmaların genel adı olarak tanımlanmaktadır. İş güvenliği, farklı birçok disiplinin işbirliği gerektirdiği bir yapıdır ve çalışanların, üretimin ve işletmenin güvenliğini sağlama hedefini taşımaktadır (Yıldırım, 2011; Tülü, 2014).

Orman ürünleri sektörü, yoğun işgücü gerektiren bir sektör olduğu için iş kazaları ve meslek hastalıkları bu alanda sıkça görülmektedir. Bu sektörde çalışma koşulları, mekanik, fiziksel ve çevresel faktörlerden kaynaklanan olumsuz etkilere maruz kalma potansiyeli taşımaktadır. Ancak işçi sağlığı ve iş güvenliği önlemleri çalışma ortamlarında uygulandığında, iş kazalarının ve meslek hastalıklarının önlenmesi mümkün hale gelebilmektedir. İşletme içinde çalışanların risk alma eğilimlerini etkileyen faktörlerin, iş kazaları ve bu nedenle kaynaklanan ölüm vakalarını azaltma potansiyeli taşıdığı anlaşıldığında, iş kazaları ve ölüm sayılarında düşüş yaşanabilir. Bu faktörler, bireysel, organizasyonel ve iş yeri düzeyinde bulunan alt faktörlerle birlikte iş kazalarının önlenmesinde büyük öneme sahiptir.

Bu çalışmada, Denizli ilinde bulunan ve orman ürünleri sektöründe faaliyet gösteren firma çalışanları üzerinde iş güvenliği ve işçi sağlığı normlarının uygulamaya etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, sektörde faaliyet gösteren küçük ve orta ölçekli işletmelerde çalışanlara anket uygulaması yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, R-Studio paket programı ile değerlendirilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Çalışmanın evreni ve örnekleme

Çalışma, Denizli ilinde bulunan orman ürünleri sektöründe faaliyet gösteren 6 farklı firmada 168 çalışan üzerinde yapılmıştır. İşletmeler kerestecilik, mobilya ve levha alanlarında faaliyet göstermektedir. Bölge, özellikle ülkenin ticaret merkezlerinin öncüleri arasında yer almaktadır.

2.2 Çalışma ölçeği

Üngüren ve Koç (2015) tarafından geliştirilmiş olan “Mesleki Sağlık ve Güvenlik Uygulama Performans Değerlendirme Ölçeği: Geçerlilik ve Güvenlik Çalışması” veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Bu çalışmada ölçek, söz konusu geliştirilen iş sağlığı ve iş güvenliğini ölçmeye yönelik ölçeğin boyutları dikkate alınmıştır. Karaboyacı et al. (2019) ve Cinel ve Kandemir (2020) yapmış oldukları çalışmada, kullanmış oldukları ölçeğe uygulama sektörüne uygun sorular eklemiştir. Bu çalışmada da orman ürünleri sektörünün işçi sağlığı ve iş güvenliği bakımından genel kabul görmüş kuralları eklenerek ölçek sektöre yönelik uyumlandırılmıştır.

“İş sağlığı ve güvenliği ile ilgili idari tedbirler ve önlemler” boyutuna aşağıdaki sorular eklenmiştir. Bu sorular; “Kesici alet ve testere için bilgi formları kullanılır.” “Elektrik panosu ve tesisatı için uyarı levhaları bulunmaktadır.” “Çalışan iş sağlığı ve güvenliği kriterlerine göre çalışması” boyutuna aşağıdaki soru eklenmiştir. Bu soru: “Yeni ve kullanımını bilmediğim bir ürün ya da cihazda bilgi formu ve etiketler incelenir.” “Çalışanların İş sağlığı ve güvenliği Konusunda Farkındalık ve Bilinç Düzeyleri” boyutuna aşağıdaki soru eklenmiştir. Bu soru: “Tutkal, boya vb. kimyasal içerikli malzemeler ile temas halindeyken koruyucu giysi ve ekipman kullanırım.” “İş sağlığı ve güvenliği Eğitim uygulamaları” boyutuna aşağıdaki soru eklenmiştir. Bu soru: “Çalıştığım şirkette, kesici testerelemlerin tehlikeleri ve güvenli kullanımı hakkında bilgi veriliyor.” “İş sağlığı ve güvenliği konusunda yönetim ve çalışanlar arasında iş birliği ve iletişim” boyutuna aşağıdaki soru eklenmiştir. Bu soru: “Tecrübesiz personeli kontrol ederek, yüksek riskli işlerden uzak tutarak düşük riskli işlere yönlendirilir.”

2.3 İstatistiksel analiz yöntemi

Çalışmanın veri analizi R-Studio (Version 1.1.453) paket programı kullanılarak yapılmıştır. Analiz yaklaşımı ise Kısmi En küçük Kareler (PLS) yaklaşımı ile Yapısal Eşitlik Modeli (YEM) analizidir. Yapılan çalışmalarda, yapısal eşitlik modeli ile iki farklı yaklaşım vardır. Bu yaklaşımlardan biri hipotezi veya teoriyi onaylamak, doğrulamak ya da reddetmek için kullanılır (Kandemir ve Özdaşlı, 2019; Tokmak ve ark., 2022). Bunun yanı sıra, YEM (Yapısal Eşitlik Modellemesi) araştırmanın teoriler geliştirmek için kullanabileceği kısmi en küçük kareler yöntemini içerir. Süreç modeli incelenirken, bağımlı değişkenlerin varyansını açıklamaya odaklanarak ilerlemektedir (Dijkstra and Henseler, 2015; Hair et al., 2016; Cinel ve Kandemir, 2020; Cinel ve ark., 2021).

3. Bulgular

Modelin geçerliliğine ilişkin uyum iyiliği değerleri aşağıda yer alan Çizelge 1’de verilmiştir. Ringle et al. (2015)’e göre Kısmi En küçük Kareler yöntemi ile ölçülerek yapılandırılan denklem modelinin metodolojisini sunmak için hazırlanmıştır. Araştırmanın demografik değişkenleri Çizelge 2’de verilmiştir. Araştırmanın yapıldığı firmaların sektör tecrübeleri 10 yıldan fazladır. Firmalar Denizli sektör ölçeğine göre orta ve büyük ölçekli firmalar arasından seçilmiştir. Çalışmada, sektör çalışanlarına demografik sorular hariç 36 soru sorulmuştur. 168 anketten 30 tanesi kullanılmadığı için analizlerde kullanılmamıştır. Kullanılmayan anketler, işaretlemelerin büyük bir kısmının yapılmadığı, anket ifadelerine herhangi bir işaretlemenin yapılmaması nedeniyle değerlendirme dışında tutulmuştur.

Çalışmada yer alan sektör çalışanlarının demografik özellikleri incelendiği zaman, %44 ile lise mezunlarının oranının yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Toplam iş tecrübesinde ise 5-10 yıl arası tecrübe sahibi çalışanların %37 ile öne çıktığı görülmektedir. Toplam iş deneyimi açısından değerlendirme yapıldığında, deneyimli çalışanların daha yoğun olduğu görülmektedir. Yaş aralığında ise 39-45 yaş arası çalışanların diğer yaş gruplarına oranla daha fazla olduğu tespit edilmiştir (%27). Yaş aralığı bakımından çalışanların verimli dönemlerinde olduğu söylenebilir. Mevcut iş yerindeki tecrübesi bakımından 1-5 yıl arası seçeneğinin %39 ile en yüksek oran olduğu görülmektedir. Cinsiyet dağılımı açısından ise erkek çalışanlar %88 ile orman ürünleri sektöründe egemen bir yapı olduğunu göstermektedir (Çizelge 2).

Çizelge 1. Kısmi en küçük kareler-yapısal eşitlik modeli uyum iyiliği değerle

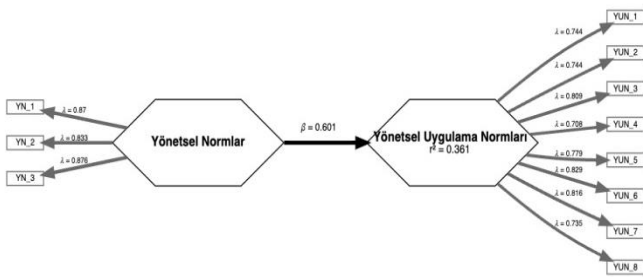
Değerler / Kriterler AVE	Yakınsak Geçerlilikler	AVE > 0,50
Alpha de Cronbach ve Bileşik Güvenilirlik rhoC	Model Güvenilirliği	Alpha >0,70 rhoC > 0,70
Pearson Belirleme Katsayılarının Değerlendirilmesi	R ² Değerleri	R ² = %2 Küçük Etki R ² = %13 Orta Etki R ² = %26 Büyük Etki

Çizelge 2. Demografik değişkenler

Mezuniyet Derecesi	n	%
İlköğretim	50	36
Lise	61	44
Ön lisans	19	14
Üniversite	8	6
Toplam İş Tecrübesi (yıl bazında)	n	%
0-1 yıl	12	9
1-5 yıl	43	31
5-10 yıl	51	37
10 yıl ve üzeri	32	23
Yaş Aralığı	n	%
18-24	19	14
25-31	26	19
32-38	32	23
39-45	37	27
46-52	18	13
53+	6	4
Mevcut işyerindeki iş tecrübesi (Yıl Bazında)	n	%
0-1 yıl	22	16
1-5 yıl	54	39
5-10 yıl	43	31
10 yıl ve üzeri	19	14
Cinsiyet	n	%
Kadın	16	12
Erkek	122	88

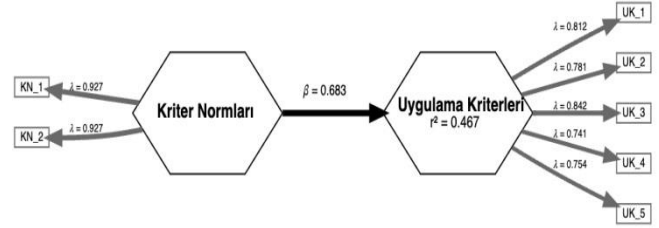
PLS-SEM bulguları

Şekil 1’de yer alan PLS ile YEM analizi sonuçlarına göre yönetsel norm değişkeninin, yönetsel uygulama normları üzerindeki etkisi pozitif ve anlamlıdır. Yönetsel normlar, yönetsel uygulama normları üzerindeki etki değeri ($p:0,601$) etkisi açısından %60 yordama gücüne sahiptir. AB yönetsel uygulama yaklaşımının söz konusu Orman ürünleri işletmelerinde değerini bulduğu söylenebilir.

**Şekil 1.** Yönetsel normların yönetsel uygulama normları üzerindeki etkisinin yol analizi

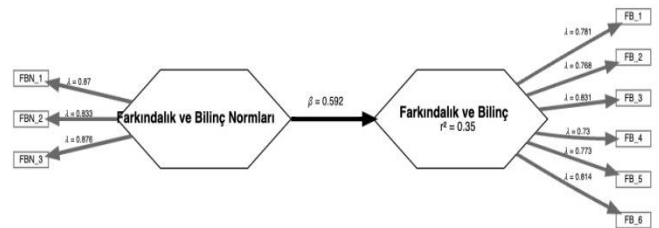
Araştırma Modeli Geçerlilik ve Güvenilirlik Uyum İndeksi (a): Yönetsel Normlar (0,824), Yönetsel Uygulama Normları (0,902)
 Çıkarılan Ortalama Varyans (AVE): Yönetsel Normlar (0,739), Yönetsel Uygulama Normları (0,595)
 Bileşik Güvenilirlik (rhoC): Yönetsel Normlar (0,895), Yönetsel Uygulama Normları (0,922)
 R Kare (R^2): Yönetsel Uygulama Normları (0,361) P Değerleri: $p < 0,000$

Şekil 2’de yer alan PLS ile YEM analizi sonuçlarına göre yönetsel norm değişkeninin, yönetsel uygulama normları üzerindeki etkisi pozitif ve anlamlıdır. Yönetsel normlar, yönetsel uygulama normları üzerindeki etki değeri ($p:0,683$) etkisi açısından %68 yordama gücüne sahiptir. Bu katsayının AB yönetsel uygulama yaklaşımının söz konusu Orman Ürünleri sektöründe faaliyet gösteren işletmelerde değerini bulduğu, yani firmaların AB yaklaşımına uygun olarak işçi sağlığı ve iş güvenliği kriterlerine göre bir yaklaşıma sahip olduğu ifade edilebilir.

**Şekil 2.** Kriter normlarının araştırma modelinin uygulama kriterlerine uyum indeksi üzerindeki etkisinin yol analizi

Araştırma Modeli Geçerlilik ve Güvenilirlik Uyum İndeksi (a): Uygulanan Kriterler (0,846), Kriter Normları (0,837)
 Çıkarılan Ortalama Varyans (AVE): Uygulanan Kriterler (0,619), Kriter Normları (0,860)
 Bileşik Güvenilirlik (rhoC): Uygulanan Kriterler (0,925), Kriter Normları (0,890)
 R Kare (R^2): Kriter Normları (0,467)
 P Değerleri: $p < 0,002$

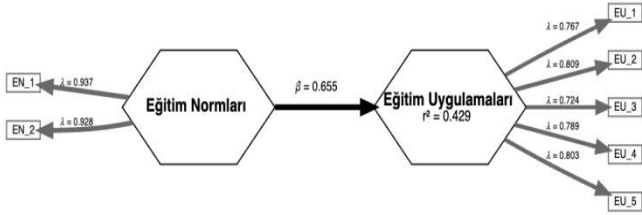
Şekil 3’te yer alan PLS ile YEM analizi bulgularına göre farkındalık ve bilinç normlarının, farkındalık ve farkındalık uygulamaları kriterleri üzerindeki etkisi pozitif ve anlamlıdır. Etki değeri açısından farkındalık ve bilinç normları %59’luk bir yordama gücüne sahiptir ($p:0,592$). Bu katsayı ile söz konusu sektördeki işletmelerde AB farkındalık ve bilinç normları yaklaşımının karşılandığını, şirketlerin AB yaklaşımına uygun olarak işçi sağlığı ve güvenliği standartlarına uygun bir farkındalık ve bilinç düzeyine sahip olduğunu ifade edebiliriz.

**Şekil 3.** Farkındalık ve bilinç normlarının farkındalık ve bilinç uygulamaları üzerindeki etkileri

Araştırma Modeli Geçerlilik ve Güvenilirlik Uyum İndeksi (a): Farkındalık ve Bilinç Uygulamaları (0,874), Farkındalık ve Bilinç Normları (0,824)
 Çıkarılan Ortalama Varyans (AVE): Farkındalık ve Bilinç Uygulamaları (0,614), Farkındalık ve Bilinç Normları (0,739)
 Bileşik Güvenilirlik (rhoC): Farkındalık ve Bilinç Uygulamaları (0,905), Farkındalık ve Bilinç Normları (0,895)

R Kare (R^2): Kriter Normları (0,350)
P Değerleri: $p < 0,000$

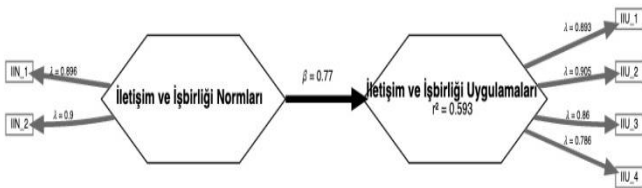
şekil 4'te yer alan PLS ile YEM analizi bulgularına göre eğitim normlarının firma eğitim uygulamaları değişkeni üzerindeki etkisi pozitif ve anlamlıdır. Eğitim normları, eğitim uygulamaları üzerindeki etki değeri ($p: 0.655$) etkisi bakımından %66 lık bir öngörü gücüne sahiptir. AB işçi sağlığı ve iş güvenliği eğitim normlarına yönelik bu katsayı yaklaşımının söz konusu orman ürünleri işletmelerinde de bulunduğu görülmektedir. Başka bir deyişle AB yaklaşımına uygun olarak işletmeler işçi sağlığı ve işçi güvenliği uygulamalarına sahiptir.



şekil 4. Eğitim normlarının eğitim uygulamalarına etkisi

Araştırma Modeli Geçerlilik ve Güvenilirlik Uyum İndeksi (a): Eğitim Uygulamaları (0,838), Eğitim Normları (0,851)
Çıkarılan Ortalama Varyans (AVE): Eğitim Uygulamaları (0,607), Eğitim Normları (0,870)
Bileşik Güvenilirlik (ρ C): Eğitim Uygulamaları (0,885), Eğitim Normları (0,931)
R Kare (R^2): Kriter Normları (0,429)
P Değerleri: $p < 0,001$

şekil 5'te PLS ile yapılan YEM analizi bulgularına göre iletişim ve işbirliği normlarının kurum içi iletişim ve işbirliği uygulamaları değişkeni üzerindeki etkisi pozitif ve anlamlıdır. İletişim ve işbirliği normları, iletişim ve işbirliği uygulamaları için etki değeri ($p:0.770$) açısından %77'lik bir yordama gücüne sahiptir. Bu orman ürünleri işletmelerinde AB iş sağlığı ve güvenliği iletişim ve işbirliği normlarına uygun bir yaklaşım olduğu görülmektedir. Başka bir söylemle AB yaklaşımlarına uygun olarak firmalar işçi sağlığı ve iş güvenliği normlarına uygun iletişim ve işbirliği uygulamalarına sahip olabilmektedir.



şekil 5. İletişim ve işbirliği normlarının iletişim ve işbirliği uygulamaları üzerindeki etkisi

Araştırma Modeli Geçerlilik ve Güvenilirlik Uyum İndeksi (a): İletişim ve İşbirliği Uygulamaları (0,884), İletişim ve İşbirliği Normları (0,760)
Çıkarılan Ortalama Varyans (AVE): İletişim ve İşbirliği Uygulamaları (0,743), İletişim ve İşbirliği Normları (0,806)
Bileşik Güvenilirlik (ρ C): İletişim ve İşbirliği Uygulamaları (0,920), İletişim ve İşbirliği Normları (0,893)
R Kare (R^2): Kriter Normları (0,593)

P Değerleri: $p < 0,003$

4. Sonuç

Orman rnleri endüstrisi oldukça geniş ve farklı iş kollarında hizmet vermektedir. Sektör, bu nedenle tecrübe, bilgi ve beceri ile iş yapma kabiliyeti yüksek, kalifiyeli personele her zaman ihtiyaç duymaktadır. Bu durum yanında, yoğun ve sürekli çalışmayı da beraberinde getirmektedir. Orman rnleri sektörü, iş kazalarının her an karşılaşılabileceği bir alandır. Çalışanların işçi sağlığı ve iş güvenliği normlarına uyması ve uygun olarak çalışması önem arz etmektedir. İşçi sağlığı ve iş güvenliği kavramı, iş yerlerinde iş kazaları ile meslek hastalıklarının önlenmesi için ne sürülen bir kavramdır ve bu süreç işveren ile işçinin birlikte uyum içinde ynettiiği bir sistemi ifade eder. Yapılan alışma kapsamında değerlendirmeye alınan orman ürünleri işletmelerinde uygulanan analizlerin geçerlilik ve güvenilirlik değerlerinin uygun olduğu görülmektedir. İstatistiksel analizlerde daha önceki çalışmalarda da uygulandığı üzere AVE değeri 0,50 değerinden büyük olmalıdır (Hair vd., 2017). Çalışmamızda da yer alan değişkenlerin yakınsak geçerliliği, birbirleriyle oluşturmuş oldukları faktörler ilişkisi uyumu analiz sonucunda çıkan değerler doğrultusunda uygundur. Çalışma kapsamı içinde yer alan işletmelerde iş sağlığı ve iş güvenliği kavramı bilinci mevcuttur. Bununla birlikte işletmelerde farkındalık ve bilinç uygulamalarının geliştirilmesinde fayda vardır. Ayrıca, eğitim uygulamalarına daha fazla önem verilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. Orman rnleri işletmelerinde, eğitim seminerleri, kurslar vb. eğitici faaliyetlerin uzman ekiplerin kontrolünde denetimlerle geerleştirilmesi eğitim uygulamalarını geliştirecektir. İşyerinde alışanlar arasında, iletim ve işbirliği uygulamalarının yüksek olduğu görülmüştür. Bu durum, işi kazalarının azaltılmasında önemli rol oynamaktadır. Determinasyon katsayıları incelendiğinde modelin yordama gücünün orta seviyede olduğu görülmektedir.

Teşekkür

Çalışmanın geerleştirilmesi için destekleyen firma yöneticileri ve çalışanlarına, R-Studio paket programı kullanımında yardımcı olan yüksek lisans ğrencisi Murat Alkın'a teşekkür ederim.

Kaynaklar

- Akyüz, K. C., Yıldırım, İ., Akyüz, İ., Ersen, N., 2018. Orman rnleri sanayi sektöründe iş sağlığı ve güvenliğine yönelik çalışan algısının incelenmesi, A Orman Fakültesi Dergisi, 19(2), 154-166.
- Belen, İ., Karayılmazlar, S., Topçu, P., İritaş, ., 2020. Türkiye kâğıt ve kâğıt ürünleri sektöründe odun kullanımı. Journal of Bartın Faculty of Forestry, 22(3), 910-918.
- Bido, D., da Silva, D., Ringle, C., 2014. Structural Equation Modeling with the Smartpls. Brazilian Journal Of Marketing, 13(2).
- Ceylan, H., 2011. Türkiye'deki iş kazalarının genel görünümü ve gelişmiş ülkelerle kıyaslanması. International Journal of Engineering Research and Development, 3(2), 18-24.

- Cinel, M. O., Kandemir, H., 2020. Müsamahacı ve kısıtlayıcı örgüt kültürünün çalışanların iş tatmini üzerine etkisinde lider-üye etkileşiminin aracılık etkisi: parakende sektörü üzerine bir araştırma. *Politik Ekonomik Kuram*, 4(2), 187-199.
- Cinel, M. O., Karademir, D., Kandemir, H., 2021. The effect of occupational safety on employee motivation in organizational culture: A research on furniture enterprises. *Eurasian Journal of Forest Science*, 9(1), 1-19.
- Çil, M., Gedik, T., Korkut, D.S., 2021. Düzce Orman Ürünleri Sanayi Çalışanlarında Yorgunluk ve Yorgunluğu Etkileyen Etmeler İncelenmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 23(1), 134-148.
- ÇSGB, 2012. 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, Ankara.
- Demircioğlu, M., Centel, T., 2002. İş Hukuku, Beta Basım Yayın Dağıtım, İstanbul.
- Dijkstra, T. K., Henseler, J., 2015. Consistent partial least squares path modeling. *MIS quarterly*, 39(2), 297-316.
- Gedik, T., İlhan, A., 2014. Sakarya İli Mobilya İmalatçılarında İş Sağlığı ve İş Güvenliği Üzerine Bir İnceleme, *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 15, 123-129.
- Gülsoy, Ü.K., 2015. Mobilya Boyahanelerinde Risklerin Tespiti ve Çalışanların Kimyasal Maruziyetinin Değerlendirilmesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Türkiye.
- Hair Jr, J. F., Sarstedt, M., Ringle, C. M., Gudergan, S. P., 2017. Advanced issues in partial least squares structural equation modeling. *saGe publications*.
- Hair, Jr, J. F., Sarstedt, M., Matthews, L. M., Ringle, C. M., 2016. Identifying and treating unobserved heterogeneity with FIMIX-PLS: part I—method. *European business review*, 28(1), 63-76.
- Kandemir, H., Özdaşlı, K., 2019. Olumlu informal iletişimin personel güçlendirme aracılığı ile iş yeri mutluluğuna etkisi: araştırma görevlileri üzerine bir araştırma. *Avrasya Uluslararası Araştırmalar Dergisi*, 7(18), 242-258.
- Kara, O., Şahin, Ö., Bekar, İ., Kayacan, B., 2019. Endüstriyel ağaç ve ahşap ürünleri sektörünün uluslararası rekabet gücü analizi: Türkiye örneği. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 15(1), 15-32.
- Karaboyacı, M., Kandemir, H., Uysal, E., 2019. Measurement of work safety and occupational health perceptions of chemical sector employees. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(11 A), 8511-8519.
- Karadeniz, O., 2012. Dünya’da ve Türkiye’de iş kazaları ve meslek hastalıkları ve sosyal koruma yetersizliği. *Çalışma ve Toplum*, 3, 15-75.
- Kurt, R., İmren, E., Karayılmazlar, S., 2021. Türkiye Orman Endüstri Sektörü altında faaliyet gösteren Kağıt, Orman ve Mobilya firmalarının finansal performanslarının entropi temelli PROMETHEE yöntemiyle analizi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 23(2), 545-554.
- Öçal, M., Çiçek, Ö., 2017. Türkiye ve Avrupa Birliği’nde iş kazası verilerinin karşılaştırmalı analizi. *Emek ve Toplum Dergisi*, 6(16), 617-637.
- Resmi Gazete, 2018. İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğ, Sayı: 30318.
- Ringle, C., Da Silva, D., Bido, D. 2015. Structural equation modeling with the SmartPLS.
- Sosyal Güvenlik Kurumu, 2019. Yılı iş kazası ve meslek hastalıkları istatistikleri (http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/sgk/tr/kurumsal/istatistik/sgk_istatistik_yilliklari) 19.08.2023.
- Sosyal Güvenlik Kurumu, 2020. İstatistik yıllıkları, Ankara: Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı; <http://www.ssk.gov.tr>. (Erişim tarihi: 25.08.2023).
- Şen, M., Dursun, S., Murat, G., 2018. Türkiye’de iş kazaları: Avrupa birliği ülkeleri bağlamında bir değerlendirme. *OPUS International Journal of Society Researches*, 9(16), 1167-1190.
- Tokmak, M., Kandemir, H., Karaca, M., Aydoğan, S., 2022. Sosyal sermayenin akademik başarıya etkisi: gelendost meslek yüksekokulu örneği. *Premium e-Journal of Social Science (PEJOSS)*, 6(20), 160-176.
- Tülü, M., 2014. İş sağlığı ve güvenliği hizmetlerinde İSG profesyonellerinin algı ve beklentileri. TC Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, Ankara. URL1, 2023. <https://www.omko.org.tr/tr/raporlar/sector-raporlari>.
- Yıldırım V (2011) Küçük ve orta ölçekli işletmelerde iş sağlığı ve güvenliği: Bir alan araştırması. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Yörür, H., Günay, M. N., 2017. Türkiye’deki orman endüstri alanının eğitim ve sektör olarak son gelişmeler. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 6(3), 145-151.



Determining how the Covid-19 pandemic affects ecotourism in Giresun province

Günay Çakır^{1*}, Haşim Kır^{2,3}

¹Vocational School, Forestry Department, Gümüşhane University, Gümüşhane, Türkiye

²Giresun Directorate of National Education, Giresun, Türkiye

³Graduate School of Education, Forestry and Environmental Sciences, Gümüşhane University, Gümüşhane, Türkiye

ARTICLE INFO

Received: 19/07/2023

Accepted: 02/11/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1329834>

* Corresponding author:

gcakir@gumushane.edu.tr

ABSTRACT

Ecotourism is a type of activity in which people spend time in natural environments having fun and admiring nature's wonders. One of the most important characteristics of natural beauty is its potential to foster social and cultural calm. The Covid 19 pandemic outbreak began in Turkey in March 2020. The purpose of this research was to find out how many individuals visited Giresun's ecotourism destinations between 2018 and 2021.

The number of tourists to the area had decreased, particularly in 2020. Visitors to Giresun Province are registered at the city's entrance by the Provincial Directorate of Tourism. The existence of tourism agencies facilitates the identification of both domestic and foreign tourists. In 2018 there were 182313 tourists; in 2020 there would be only 105064. There were 77249 fewer tourists in just two years. Despite pandemic restrictions, local tourists prefer ecological places because they provide clean air and a nice way of life. Domestic visitors to the remote Giresun province stayed in ecotourism zones. Despite the fact that our region has several ecotourism destinations, it is obvious that many visitors are leaving for adjacent provinces owing to a lack of infrastructure, transit alternatives, and lodging options.

Research Article

Key Words: Naturalness, Giresun, migration, region, Türkiye, economy

Giresun ilinde Covid-19 pandemisinin ekoturizmi nasıl etkilediğinin belirlenmesi

ÖZ

Ekoturizm, insanların doğal ortamlarda eğlenerek ve doğa harikalarını hayranlıkla izleyerek vakit geçirdikleri bir aktivite türüdür. Doğal güzelliğın en önemli özelliklerinden biri sosyal ve kültürel sakinliğı sağlama potansiyelidir. Türkiye'de Mart 2020'de Covid 19 pandemisi salgını haini almaya başlamıştır. Bu çalışma, Giresun'un ekoturizm destinasyonlarını 2018-2021 yılları arasında kaç kişinin ziyaret ettiğini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Özellikle 2020 yılında bölgeye gelen turist sayısı azalmıştır. Giresun İli'ne gelen ziyaretçiler, İl Turizm Müdürlüğü tarafından kentin girişinde kayıt altına alınmaktadır. Turizm acentelerinin kayıtları hem yerli hem de yabancı turistlerin tespitini kolaylaştırmaktadır. Giresun iline 2018 yılında 182313 turist ve 2020 yılında 105064 turist gelmiştir. Covid-19 pandemisi nedeniyle turist sayısında iki yılda 77249 azalma olmuştur. Pandemi kısıtlamalarına rağmen yerli turistler temiz hava ve güzel bir yaşam tarzı sağladığı için eko-turizm mekânlarını tercih etmişlerdir. Giresun'a uzak bölgelerden gelen yerli turistler ekoturizm bölgelerinde konaklamışlardır. Bölgemizde çok sayıda ekoturizm destinasyonu bulunmasına rağmen altyapı, ulaşım alternatifleri ve konaklama imkânlarının yetersizliğı nedeniyle çok sayıda ziyaretçinin çevre illere yöneldiğı de tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Doğallık, Giresun, göç, bölge, Türkiye, ekonomi

Citing this article:

Çakır, G., Kır, H., 2023. Determining how the Covid-19 pandemic affects ecotourism in Giresun province. Anatolian Journal of Forest Research, 9(2), 16-21.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution Noncommercial 4.0 International Licence.

1. Introduction

Tourism refers to every social, cultural, and economic policy that the residents of that area have put into place (Artuer et al., 2013; Karagiglioğlu ve Akbaba, 2016; Alptekin, 2017). The COVID-19 pandemic is viewed as a new calamity with far-reaching implications for a range of businesses, particularly tourism, which has been identified as the pandemic's primary victim. This pandemic is the worst worldwide epidemic since World War II, with the biggest global impact. According to some, the COVID-19 pandemic had a greater impact on the tourism industry compared to previous pandemics (Amador-Jiménez et al., 2020; Dewi, 2020; Rahimian et al., 2022). Urban regions where mass tourism is used without thinking, natural resources are destroyed, cultural heritage is rejected, the population is growing quickly without planning, and all of these things have a detrimental impact on city dwellers. Ecotourism is defined as a trip, a visit, and a contribution to pristine natural regions where there is a chance to learn about the environment, human culture, and safety. These areas are deliberately preserved, which benefits the local population (Cakir et al., 2008; Akın, 2016; Cakir et al., 2019; Amador-Jiménez et al., 2020; Santos and Moreira, 2021). Ecotourism has developed between urban and rural areas, although its goals, definition, and outcomes have been debated (Sivrikaya et al., 2011; Dewi, 2020).

Our nation is one of the six most visited countries, according to statistics from international tourism organizations. Examining

the data for Europe reveals that our nation's share of tourism in the world is 3.5% and 6.8% in Europe (WEF, 2020). The rise in ecotourism and the number of eco-tourists is a result of people looking for ways to conquer nature as environmental awareness grows. Protecting cultural values, cultural exchanges between people and tourists can be made and socio-cultural influences can be ensured. Ecotourism has been given importance in recent years throughout the province in order to provide more income all year with abundant natural areas (Kalın et al., 2014; Rodrigez et al., 2018).

This study was prepared to investigate how ecotourism was affected during the pandemic in Giresun province. By evaluating the necessary data sources, the effects of the Covid-19 pandemic, which can be quite effective in our lives, on ecotourism were investigated. The data obtained were evaluated in the findings and discussion section.

2. Material and Methods

2.1 Study area

Our study area covers tourism activities within the borders of Giresun province. In addition, interactions at geographical borders will also be considered. The areas where ecotourism will be made are shown with the sources. Giresun province, located in the Eastern Black Sea Region of the Black Sea Region, is located between 37° 50' and 39° 12' east longitudes and 40° 07' and 41° 08' north latitudes.

Table 1. Various ecotourism areas in Giresun Province

Types of eco-tourism	Areas
Photo-safari	Şebinkarahisar (Arslanşah,-Üç köprü-Tutak mount), Alucra (Çakrak-Çikrikkapı), Görele (Bayazıt-Sisdağı), Dereli (Kulakkaya-Çaldağı), Bulancak (Döngeri-Çambaşı), Şebinkarahisar (Sayderesi-Şehitler), Giersun Center(Erimez), Yağlıdere (Ekindere-Ayvat)
Mountain and Trekking	Since almost every part of Giresun is mountainous and hilly due to geographical conditions, there are many places for these areas.
Plateau tourism	Kümbet Plateau, Kulakkaya Plateau, Karagöl Plateau, Sisdağı Plateau, Gölyanı Plateau, Çakrak Plateau, Bektaş Plateau
Camp-caravan tourism	Kümbet, Koçkayası natural park, İnişdibi ağaçbaşı natural park, Kulakkaya plataeu, Alçakbel, Kümbet Plateau, Uzundere, Aymaç
Rafting sports tourism	Harşit Stream, Kelkit Stream, Pazarsuyu Stream, Gelevera Stream, Yağlıdere Stream
Cycling, hiking, fishing, paragliding, botanical tourism	Aksu festival area, Tirebolu Hidrellez hill, Espiye Karaovacık plateau, Eğribel gateway (GİRTAB)

Giresun is geographically one of the prominent cities of the Black Sea. Its center is shaped like a peninsula and has a mythological history. It has the only island of the Black Sea and is famous for its forests. With its geographical location, temperate climate in the coastal areas, continental climate in the interior, suitable for all kinds of winter and nature sports, historical richness and natural beauties, Giresun tourism is multi-faceted with the world's best quality hazelnut growing in Giresun, handicrafts, fishing, hunting, and plateaus offers opportunities (GCTD, 2021).

Table 1 displays a number of the province of Giresun's ecotourism destinations. You can take a brief pause and enjoy a cup of tea while enjoying the wonderful view from Giresun Castle as you begin to glimpse the city. Historical Trade High School Building, Catholic Church Used as Children's Library,

Giresun Museum, where various artifacts from every period of history are exhibited, Zeytinlik District, where historical Giresun houses are located, and other tourist destinations in the province where you can see every shade of green together with streams, waterfalls, and pine forests. Kümbet, Bektaş, Kulakkaya, Sisdağı Highlands, which have been declared tourism centers, and the other Cikrikkapı Highlands, Gölyanı Obası, Karagöl, Paşakonağı Highlands in our region are natural wonders and offer beauties that our guests will admire (GCTD, 2021).

The provincial culture and tourism directorate's annual reports of the tourist facilities in the area, along with field observations, demographic changes, and the number of visitors staying in the area, were used (GCTD, 2021). The ecotourism areas of Giresun Province were examined as the study's subject.

The Culture and Tourism Directorate had provided tourist and lodging data, which was broken down by month. Giresun province's population changes were tracked on a monthly basis. Moreover, 14 operators' annual service volume has been taken into consideration. Results were compared between two times.

2.2 Material

The provincial directorate of tourism registers visitors to Giresun province at the city's entrance. Both domestic and foreign tourists can be easily identified because they are accompanied by travel agencies (GCT, 2021).

2.3 Methods

Giresun province has an enormous number of tourist attractions. Many tourists come to explore the city's historical and cultural sites. Visitors were detected in the province by the Giresun Tourism Provincial Directorate. At specified times, the numbers at tourist attractions in province-wide destination sites are also recorded. People who fled Giresun province during the pandemic returned to avoid restrictions. Local visitors who returned to their rural communities resumed ecotourism operations on the plateaus. Domestic and international tourists were counted on a monthly basis. The study's calculations were based on the number of tourists who visited each month.

Additionally, it has been found that some of the people who previously migrated from the Giresun province occasionally

visited this area. The migrants left Giresun in search of employment and educational opportunities. It was impossible to precisely calculate how frequently these individuals would return home, so their number could not be added to that of domestic travelers.

3. Results and Discussion

As demonstrated in Tables 2 and 3, the pandemic has significantly affected the tourism sector. It was observed that there were more foreign visitors in 2018 than there were in 2021. The fact that the nations of the outside world forbid travel can be used as justification for this. Ecotourism operations have decreased as a result of a global decline in both domestic and international tourism numbers. It has been shown that there is a decline in lodging and overnight stays when the contribution of Giresun local tourists to ecotourism is investigated.

Individuals preferred to escape from crowds and go to quieter environments. Domestic visitors can engage in hazelnut work in our city, which is a product of the city. Locals engage in ecological tourism by traveling to natural regions whenever they have the chance. The state of the lodging facilities is inspected, and an assessment should be given based on the months. From March to September, ecotourism is possible thanks to the pleasant weather. Ecotourism has benefited from the increase in the average air temperature. Rainfall's impact on ecotourism activities and earnings is another consideration. This raises the province's economic stake in ecotourism.

Table 2. Number of Domestic Tourists Visit and layover Facilities from 2018 to 2021 (GCTD, 2021).

Months	Domestic Tourist							
	Visit Giresun (Years)				Layover to Giresun (Years)			
	2018	2019	2020	2021	2018	2019	2020	2021
January	10293	7903	13493	7075	14818	12061	20215	11134
February	11829	8041	12665	5604	16472	11502	17912	8948
March	13540	8775	8090	8355	19691	13327	11673	12143
April	16577	12798	2052	7438	25846	18649	320	11652
May	14261	9751	1959	5395	21541	14198	2782	8011
Jun	15505	16566	7809	11118	21965	21767	10022	15695
July	24885	24587	15135	21034	34187	31532	19608	26903
August	26323	22930	19127	17472	34299	28958	25821	22934
September	19612	15234	12376	14932	26993	19784	18280	21910
October	11439	9195	11232	14548	16764	13040	16285	21036
November	11245	7239	9648	14302	16290	10138	13821	21287
December	6804	10254	6710	10314	9462	14531	10706	16290
TOTAL	182313	153273	120296	137587	258328	209487	167445	197943

Considering the restrictions made by the Republic of Turkey due to the pandemic, ecotourism activities had to be almost zeroed. However, this situation differed in our province. Annual sales data of some enterprises were evaluated, and the economic income of the province was analyzed in this way 14 working facilities where is gastronomy facilities were reached and the following data obtained (Tables 2-3 and Figures 1-4). Among these business types that offer lodging are hotels, motels, hostels, and vacation houses. In the plateaus, dining

establishments and food restaurants can be used as examples to talk about nutrition. In the area of gastronomy in ecotourism regions, precise visitor data was acquired from both restaurants and on the plateau rather than from hotels. Giresun provincial citizens who come to outside of the province might not have their personal information processed correctly.

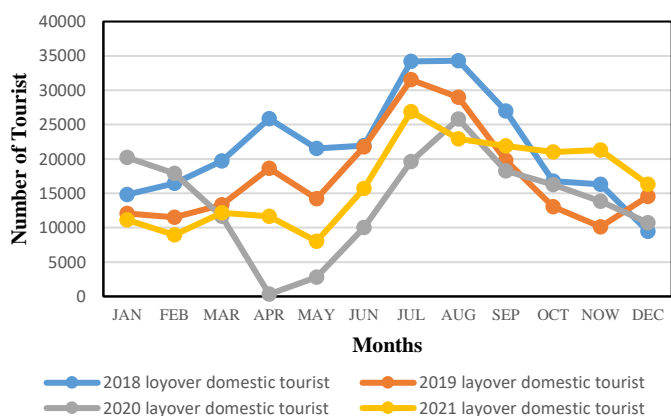


Figure 1. Layover to Giresun Province domestic tourist from 2018 to 2021

According to the data provided by nine businesses, they sold between 85 and 90 lambs during the 2018–2019 and 160–170 lambs during the 2019–2020 seasons. Five businesses in various regions of the province claimed that at this period, their sales climbed from 110–120 lambs to 180–185 lambs. There has been an upsurge in sales, as witnessed in 2018–2019. Although these firms work to adhere to the cleanliness regulations during the pandemic, their costs have also gone up. These costs cover the cost of disinfectants, masks, liquid and solid soaps. During this time, state officials forbade anyone from visiting tourism organizations without a mask. The organization gave out masks to those who didn't have any. When evaluated in accordance with Tables 2 and 3, it can be seen that there are decreases from 2018 to 2021 in terms of the number of tourists arriving and staying. Ecotourism activities were not sufficiently explained, ecotourism cannot be diversified, and lodging facilities are some

of the causes of this decline. The covid-19 pandemics were one of the main causes of this outcome.

In the pandemic, the number of foreign tourists in particular has been close to zero. The closure of the country's doors to foreign countries and the pandemic rules has been effective in this process. Travel restrictions during the pandemic period were especially effective. In terms of the number of domestic tourists, increases were observed in certain periods, above the expectations. But this was not reflected in the accommodation. The reason for this is that reservations are limited due to the fact that few tourists are hosted in accommodation facilities due to pandemic rules. It has been determined that the insufficient number of accommodation facilities causes the economic return of ecotourism to be low.

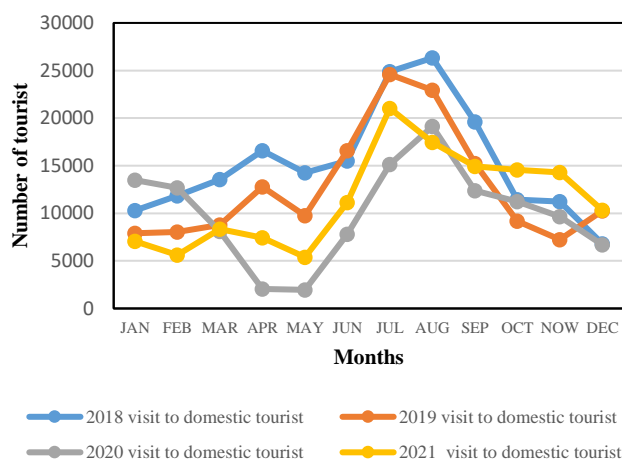


Figure 2. Visit to Giresun Province domestic tourist from 2018 to 2021

Table 3. Number of foreign tourists visit and layover facilities from 2018 to 2021 (GCTD, 2021)

Months	Visit to Giresun (Years)				Layover to Giresun (Years)			
	2018	2019	2020	2021	2018	2019	2020	2021
January	163	85	185	39	372	153	320	73
February	172	86	147	37	268	166	217	61
March	258	268	78	68	696	405	145	80
April	264	170	0	67	456	259	0	187
May	383	246	2	113	1123	333	2	208
Jun	664	355	36	170	880	489	53	244
July	708	1066	157	386	1160	1448	282	769
August	1871	1079	238	455	2804	1431	373	723
September	1026	548	200	362	1562	710	422	701
October	428	226	83	205	703	446	254	392
November	186	125	82	147	365	254	172	294
December	87	141	40	181	110	299	71	384
TOTAL	6210	4395	1248	2230	10499	6393	2311	4116

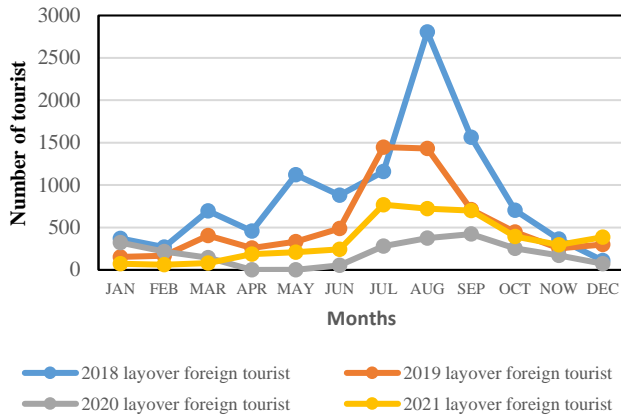


Figure 3. Layover to Giresun Province foreign tourist from 2018 to 2021

Due to flexible working and closed workplaces in this period, the people who wanted to get away from their suffocating and stressful life in their city generally preferred their hometown. The main reason for the increase in ecotourism activity in the rural area had come from people who want to get away from the pandemic restrictions. It was the citizens of Giresun province who prefer a calmer nature life, especially away from the city life. These citizens had come both for a healthier life in the countryside and to harvest hazelnuts. Since the harvest season coincides with July-August, there have been seasonal migrations to the region.

The plateaus of Giresun province are considered as ecological areas together with the plateaus of other neighboring provinces. Therefore, it is said that it also affects the cultural interaction in these provinces. It is observed that the view of ecotourism in these regions is almost the same. The number of facilities opened in accordance with the legal rules where eco tourists coming to the region can stay is 80. Considering Giresun in general, these facilities are insufficient for the incoming tourists. The capacities of the facilities were reduced in this period, so the rate of overnight tourists was decreased.

In order for ecotourism operations to be healthy, it is required to act holistically and to ensure the development of rural people can be organized. Ecotourism development in rural regions might be seen as a useful instrument for the future. The individuals who live in this area now have more money thanks to the action that lessens environmental influences on natural places. The ability to see the historical and cultural treasures that protect the natural beauties in a certain consciousness is a double-sided benefit. It will be advantageous to assure continuity that the planned and programs of ecotourism activity are incorporated in the legal legislation during the covid-19 process, taking into account the social and economic environmental benefits. Financial assistance and incentives should be provided to encourage the development of interpersonal relationships. If not, it could be said that the value of the individual in ecotourism activities that grow daily. The trust that will develop as a result of the ecotourism effectiveness studies will increase over time.

Administrative sciences NGOs should establish an inspection process to develop unique approaches for tour operators to inspect ecotourism regions. Ecotourism can have both positive and bad effects if it cannot be demonstrated.

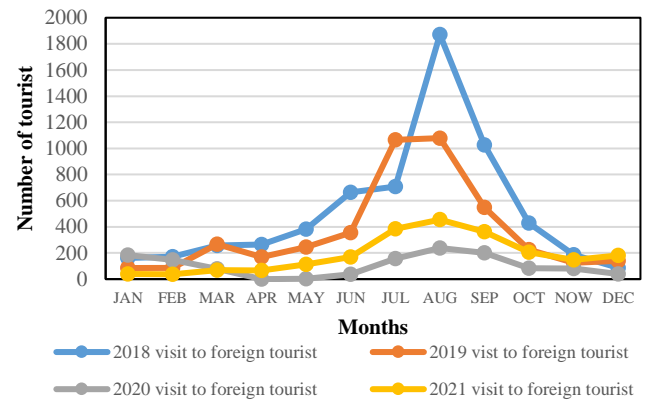


Figure 4. Visit to Giresun Province foreign tourist from 2018 to 2021

Auditing firms require qualified, skilled, and conscientious employees. The mutual love and trust of individuals working in the ecotourism business will serve as the foundation of the collaboration system, which will be a successful and long-lasting solution. The province's full ecotourism potential should be assessed, and studies should consider the appropriate balance of usage and protection. 4.

4. Conclusion

It can increase both public and private investment, promoting ecotourism more successfully. Organizations that inform businesses about all tourism activities that are suited for their goals should be designed in order to enhance the number of tourists. It is essential to guarantee that ecotourism attractions are reachable and that security personnel are monitoring standards. Transfer excursions account for 12,000 of the 35,000 visits to the area. Managers should refine their strategies in this area going forward. The income scale that will be supplied to announce the planned economic activities will expand with the active usage of local TV channels and social media. Education and basic understanding are needed initially in order to support ecotourism. Even during the development process, ecological tourism, one of the alternative forms of tourism, will inevitably grow as more people show an interest in it.

Acknowledgments

This paper was presentation and published abstract of the ICEFCE 2022 (3rd International conference on environment and forest conservation) conference in Kastamonu University.

References

- Akın, A., 2016. Ekoturizm alanlarının değerlendirilmesi ve ekoturizm uygulanabilirliğinin araştırılması: Gaziantep örneği. *International Journal of Social and Economic Sciences*, 6(2), 25-31.
- Alptekin, D., 2017. Türkiye'de turizm ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisinin incelenmesi. *The First International Congress on Future of Tourism: Innovation, Entrepreneurship and Sustainability (Futourims2017)*. Mersin University, 62-73 pp.

- Amador-Jiménez, M., Millner, N., Palmer, C., Pennington, R.T., Sileci, L., 2020. The Unintended impact of Colombia's COVID-19 lockdown on forest fires. *Environmental and Resource Economics*, 76, 1081–1105.
- Artuer, S., Özkoç, A.G., Kendir, H., 2013. TaTuTa (Tarım-Turizm-Takas) çiftliklerinin pazarlanması ve tanıtılması için öneriler. *International Journal of Social and Economic Sciences*, 3(1), 1-5.
- Çakır, G., Ün, C., Baskent, E.Z., Köse, S., Sivrikaya, F., Keles, S., 2008. Evaluating urbanization, fragmentation and land use/land cover change pattern in Istanbul city, Turkey from 1971 to 2002. *Land Degradation and Development*, 19(6), 663-675.
- Çakır, G., Kaya, L.G., Yuçedag, C., Bayram, S., 2019. Determination of the effects of Alucra forest planning Unit's population dynamics on land use changes. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 19(1), 35-46.
- Dewi, L., 2020. Resilience ecotourism in Papua amid Covid 19 Pandemic. *E-Journal of Tourism*, 7, 250–264.
- GCTD, 2021. Giresun ili doğa turizm master planı tesise geliş/geceleme yerli ve yabancı turist sayısı envanteri. Giresun Culture and Tourism Directorate, Türkiye.
- Kalın, A., Eroğlu, E., Acar, C., Çakır, G., Guneroğlu, N., Kahveci, H., Gel, A., 2014. Visual quality in landscape character studies: Example of mountain-road corridor in Turkey. *Journal of Balkan Ecology*, 17(2), 161-179.
- Karagiglioğlu, Ş., Akbaba, A., 2016. Yerli gastroturistlerin eğitim seviyeleri ve yaş guruplarına göre destinasyondaki gastronomi turizmi etkinliklerine katılımları. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 4(1), 87-95.
- Rahimian, M., Masoudi, Rad, M., Zareei, H., 2022. The Effects of the Covid-19 pandemic on ecotourism, a study from west of Iran. *Front. Public Health*, 10, 983025.
- Rodriguez, X.A., Martinez-Roget, F., Gonzalez-Murias, P., 2018. Length of stay: Evidence from Santiago de Compostela. *Annals of Tourism Research*, 68, 9–19.
- Santos, N., Moreira, C.O., 2021. Uncertainty and expectations in Portugal's tourism activities. Impacts of Covid-19. *Research Globalization*, 3, 100071.
- Sivrikaya, F., Çakır, G., Akay, A.E., 2011. Factors on land use/cover change: A case study form Turkey. *Scientific Research and Essays*, 6(17), 3684-3696.
- WEF, 2020. World Economic Forum, The Agenda Weekly, Chart of the day: These countries normally have the highest international tourist numbers. <https://www.weforum.org/agenda/2020/06/most-visited-countries-world-tourism-organization/>(date of access 20 September 2021).



Topografik harita üretim tekniklerine ilişkin yükseklik hassasiyetlerinin arazi örtüsü tipi bağlamında karşılaştırılması

Arif Oğuz Altunel^{1*}, Oytun Emre Sakıcı¹

¹Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 37150, Kastamonu

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 04/10/2023

Kabul Tarihi: 02/11/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1371189>

* Sorumlu yazar:

aoaltunel@kastamonu.edu.tr

ÖZ

Araştırma Makalesi

Ülkemizde, teknolojik gelişmelere bağlı olarak 1950'lerin sonlarından günümüze kadar farklı ölçeklerde birçok topografik harita üretilmiş ve hizmete sunulmuştur. Bu çalışmada, 1992-1993 yıllarında analog imkanlar çerçevesinde üretilmiş 1:25.000 ölçekli topografik haritalardan elde edilen yükseklik değerleri ile haritacılık sektöründeki teknolojik gelişmelere paralel olarak yakın geçmişte (2009-2010) dijital imkanlarla üretilen topografik haritalardan elde edilen yükseklik değerleri üç farklı arazi örtüsü tipi (ziraat, parçalı orman ve orman) üzerinden CORS-GPS kullanılarak elde edilmiş yersel referans verilerine (ziraat formundaki çalışma sahasında 615 adet, parçalı orman formundaki sahada 3688 adet ve orman sahasında 1739 adet) dayalı olarak karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalarda, raster verilerin doğrudan kullanıldığı iki yöntem (Kesilmiş pafta (KP) ve Tam pafta (TP) yöntemleri) ve yeniden örnekleme ile elde edilen raster verilerin kullanıldığı iki yöntem (10 m mekansal çözünürlükle yeniden örnekleme (R10) ve 30 m mekansal çözünürlükle yeniden örnekleme (R30) yöntemleri) olmak üzere dört farklı raster yüzey modelinden elde edilen yükseklik değerlerinden yararlanılmıştır. Çalışma sonuçları, dijitalleşmenin topografik haritaların yükseklik hassasiyetleri üzerinde olumlu katkılar sağladığını göstermiştir. Analog ve dijital teknikte üretilen haritalar arasındaki yükseklik hassasiyetlerindeki farklılık ziraat arazi örtüsü tipinde oldukça belirgin iken, parçalı orman ve orman alanlarında dijitalleşme ile hassasiyet artışının daha düşük seviyelerde kaldığı belirlenmiştir. Ayrıca, raster veri üretiminde yeniden örnekleme yoluna gidilerek yükseklik değerleri tahmininde daha başarılı sonuçlar elde edilebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Arazi örtüsü/kullanımı, harita üretimi, raster yüzey modeli, yeniden örnekleme

Comparison of the elevation accuracies of different period topographic maps under various land cover types

ABSTRACT

Depending upon the technological advancements, many differently scaled topographical maps were manufactured and put into service in Türkiye. In this particular study, the elevation values of 1:25.000 scaled topographic maps produced with analogue means in 1992-1993 period were compared to later produced, digital means integrated 2009-2010 period maps through precisely measured CORS-GPS ground control points over three different land cover types (agriculture, partial-forest, and forest). 615, 3688 and 1739 systematic ground control points were respectively used inside, agriculture, partial forest and forest designated study sites. Comparisons were made over four different surface models produced from the same topographic maps: purpose-cut topographic sheets (KS), entire topographic sheets (TP), 10 m and 30 m resampled entire topographic sheets (R10 and R30). The results showed that digitizing the map production means and techniques really improved the elevation accuracies of 1:25.000 scaled topographic maps. Elevation accuracies between analogue and digital means produced maps were distinct in agriculture-designated site however, they were not as easily identifiable in partial-forest and forest designated sites. Besides, it was obvious that a resampling algorithm applied to the raster surface models produced using these maps would certainly improve their elevation accuracies.

Key Words: Land cover/land use, map making, raster surface models, resampling

Bu makaleye atıf:

Altunel, A.O., Sakıcı, O.E., 2023. Topografik harita üretim tekniklerine ilişkin yükseklik hassasiyetlerinin arazi örtüsü tipi bağlamında karşılaştırılması. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(2), 22-32.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

1. Giriş

Asli amaçlarından birisi de yükseltinin doğru olarak ortaya konulması olan topografik harita üretimi gerek ülkemizde gerekse dünyanın birçok ülkesinde öncelikle savunma ve ayrıca çok sayıda sivil uygulamalara (tarım, ormancılık, meteoroloji, hidroloji, vb.) hizmet edecek biçimde yaygın ve güvenilir topografik verilerin temini amacıyla sürekli gündemdedir (Clark ve Lee, 1998; Swann, 1999; Karabulut ve Küçükönder, 2008; Gençer ve ark., 2015; Yıldırım ve ark., 2016). Topografik haritalar birçok farklı ölçekte üretiliyor olsa da 1:24.000 ya da 1:25.000 ölçekli haritalar birçok ülkede benimsenmiş ve yaygın olarak kullanılmaktadır ve ülke coğrafyalarının her köşesini oldukça ayrıntılı arazi örtüsü ve kullanım tercihlerini gösterebilecek şekilde betimlemektedirler (Wichmann ve ark., 2015; Kaim ve ark., 2016).

Ülkemizde, topografik nitelikli olmasa da, erken tarihli (1927 ve öncesi) ilk haritalar arazi örtüsünü ve özellikle orman varlığını göstermek üzere üretilmişlerdir (Dağdaş ve Bilge, 2015; Şahin ve ark., 2022). İkinci Dünya Savaşı'nın ardından, ülkemizin ilk tam kapsamlı topografik haritaları, 1950'li yılların başlarında yapılan stereo hava fotoğrafı alımlarına dayalı olarak fotogrametrik yöntemler yardımıyla 1959-1960 yıllarında üretilmiştir. Devam eden süreçte, yine tüm ülke coğrafyasına hitap eden ikinci dönem 1992-1993 ve son dönem ise 2009-2010 yıllarında üretilen haritaları kapsamaktadır. 1959-2010 yılları arasındaki söz konusu süreçte, Türkiye gibi geniş coğrafyaya yayılmış bir ülke için az sayıda topografik harita üretilmiş olduğu akla gelebilir, ancak arazi örtüsü ve kullanım tercihlerinin kısa sürelerde önemli ölçüde değiştiği popüler ve hassas bölgeler (büyük şehirler, doğal afet sahaları, kıyılar, vb.) için daha sık aralıklarla topografik haritalar üretilmiş bilinmektedir (Musaoglu ve ark., 2006).

Ulusal pafta gridine göre üretilen haritalar; ilk iki dönemde (1959-1960 ve 1992-1993) European Datum 1950 (ED50) yatay datumu üzerinde tanımlı Universal Transverse Mercator (UTM) projeksiyonu kullanılarak analog imkanlar vasıtası ile konumlandırılmışken, son dönemde (2009-2010) World Geodetic System 1984 (WGS84) yatay datumu üzerine yine UTM projeksiyonu kullanılarak dijital imkanlar vasıtası ile konumlandırılmışlardır. Topografyaya uyumlu yerleştirilmiş eşyükselti eğrileri ile betimlenen yükseklik değerleri ise, ortalama deniz seviyesi referans alınarak her 10 m'lik yükseklik kazanımını göstermektedirler. 2000'li yılların başlarında Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) C-band ve X-band SAR görüntü alımları ardından üretilen küresel iki Sayısal Yüzey Modeli (SYM) sivil kullanıma açılıncaya kadar, ihtiyaç duyulan tüm bilimsel ve mühendislik çalışmalarında, bu topografik haritalar 1980'lerden bu yana gelişmekte olan haritacılık ve Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımları kullanılarak SYM'lere dönüştürülmüş ve hesaplamalarda kullanılmışlardır (Jaiswal ve ark., 1999; Tekle ve Hedlund, 2000; Sarkar ve Kanungo, 2004; Çelik ve ark., 2012). Bu haritalar birçok çalışmada doğrudan kullanılmış ve eğim, bakı, yükseklik, engebelik ve hidroloji gibi asli topografik değişkenlerin belirlenmesi için temel topografik veri kaynağını teşkil etmiş olmalarına rağmen, söz konusu değişkenlerin ölçüm hassasiyetini etkileyen en önemli bileşenleri olan yüksekliğe ilişkin hassasiyetlerin tespit edilmesine yönelik çalışmalar kısıtlı sayıdadır. Öztürk ve Koçak (2007), 1:16.000 ölçekli stereo hava fotoğrafları üzerinden

oluşturdukları bir doğrulama seti vasıtasıyla, 1:25.000 ölçekli topografik haritaların ± 2 m'lik hassasiyetle beklenenin üzerinde bir yükseklik hassasiyeti sağlayabildiklerini belirtmişlerdir. Bildirici ve ark. (2009) da 3 arc-second'lık (90 m) SRTM C-band SYM'nin yükseklik hassasiyetinin, misyon raporunda belirtilen 16 m'den daha iyi olduğunu 1:25.000 ölçekli topografik haritaları referans olarak ortaya koymuşlardır. Yılmaz ve Erdoğan (2018), Uşak, Aksaray ve Doğu Beyazıt'ta stereo hava fotoğrafları üzerinden yürüttükleri çalışmada 45 cm mekansal çözünürlüğe sahip raster verilerin üretilmediğini ve bu sayede de ülke çapında yüksek çözünürlüklü 5 m'lik bir ülke raster yüzey modelinin üretilmediğini ortaya koymuş ve bu çalışmada önerilen yöntem Harita Genel Müdürlüğü (HGM) tarafından kabul edilerek hayata geçirilmiş ve kullanıma sunulmuştur. Bir diğer çalışmada ise Altunel ve Sakıcı (2022), 10 m'den daha yüksek bir yükseklik hassasiyetinin elde edilebileceğini ancak bunun her türlü arazi formu için aynı ölçüde geçerli olamayacağını 2010 yılında üretilmiş topografik haritalar üzerinden belirlemişlerdir.

Topografik haritalar, ormancılığın hemen hemen tüm alt disiplinlerinde birçok topografik parametrenin üretilmesinde temel veri kaynağı olarak kullanılmış ve kullanılmaya devam etmektedir. Özdemir ve Asan (2004), meşcere haritalarına, topografik haritalar yardımı ile eklenen eşyükselti eğrilerinin ormancılığın farklı alanlarında uygulamaya sağlayacağı avantajlardan bahsederken, Duran (2014), 1:100.000 ölçekli topografik haritalar yardımıyla gerçekleştirdiği orman yangını mekansal dağılım modellemesi çalışmalarında 1:25.000 ölçekli haritaları da destekleyici veri olarak kullanmıştır. Ertuğrul ve ark. (2017) Burdur Gölü havzasında yaban hayvanlarının habitat uygunluk modellemesi çalışmalarında 1:25.000 ölçekli haritalardan modellemeye katkı yapacak birçok parametre elde etmişlerdir. Güvendi ve Kahyaoglu (2019) ise, saf doğu kayını meşcerelerinin ekolojik tabanlı mutlak idare sürelerini belirlerken yine 1:25.000 ölçekli topografik haritaları araştırma materyali olarak kullanmışlardır. Ancak, sayısı daha da artırılabilir olan bu örneklerin tamamında 1:25.000 ölçekli haritalarının yükseklik hassasiyetleri sorgulanmadan yükseklik değerleri olduğu gibi kullanılmıştır. Genel kabul görmüş bu uygulamanın ne kadar doğru sonuç ürettiği, topografik haritaların sağladığı yükseklik değerlerinin ne kadar hassas olduğuna bağlıdır. Altunel ve Sakıcı (2022) tarafından yapılan çalışmanın bir devamı niteliğinde olan bu çalışmada; ikinci (1992-1993) ve üçüncü dönem (2009-2010) topografik haritaların yükseklik hassasiyetlerinin orman, parçalı orman ve ziraat olmak üzere üç farklı arazi örtüsü formu ve haritalardan üretilen dört farklı raster yüzey modeli üzerinden karşılaştırılması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Çalışma sahası

Çalışma, Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde yürütülmüş olup orman, parçalı orman ve ziraat arazisi şeklinde üç farklı arazi örtüsü şekline sahip çalışma alanları seçilmiştir (Şekil 1). Taşköprü Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde yer alan çalışmaya konu orman arazisi sahaya ait 2010 tarihli topografik harita üretimine yönelik halihazır kayıtların alındığı esnada tamamıyla %70'in

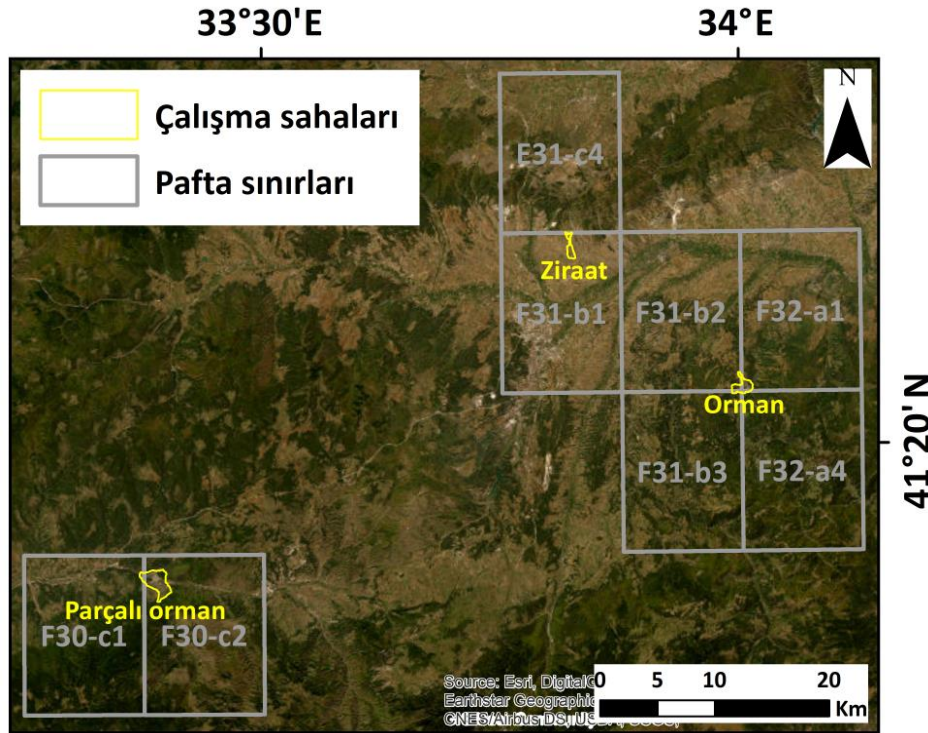
üzerinde kapalılığa sahip ormanlarla kaplıyken, Araç Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisindeki parçalı orman arazisi ise ilgili tarihte kısmen %30 kapalılığa sahip ormanlar ve kısmen de tarım arazileri ile kaplı parçalı bir yapıya sahiptir. Ziraat arazisi formundaki saha ise Kastamonu Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde yer almakta olup halihazır kayıtlarda tamamıyla tarım alanlarıyla kaplıdır. Orman, parçalı orman ve tarım arazisi formundaki çalışma sahalarının yükselteleri halihazır kayıtlara göre sırasıyla 720-920 m, 680-800 m ve 760-855 m arasındadır.

2.2 Materyal

Çalışma materyalinin temelini, çalışmaya konu üç farklı arazi örtüsü şeklinin örneklendiği çalışma sahalarının yer aldığı 1:25.000 ölçekli topografik haritaların (paftaların) 1993 yılında ED50 matematik modeli (yatay datum) üzerine 6 derecelik UTM projeksiyonu uygulanarak analog imkanlarla üretilen ve 2010 yılında WGS84 modeline dayalı olarak dijital imkanlar ile üretilen ikişer farklı versiyonu oluşturmaktadır. Her iki dönemde de haritalardaki eşyükselti eğrilerine gömülü yükseklikler ortalama deniz seviyesi düşey datum referansı üzerinden hesaplanarak haritalara işlenmişlerdir. Söz konusu paftalar; Taşköprü Orman İşletme Müdürlüğü sınırları

içerisindeki orman arazisi için F31b2, F31b3, F32a1 ve F32a4 paftaları, Araç Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisindeki parçalı orman arazisi için F30c1 ve F30c2 paftaları ve Kastamonu Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisindeki ziraat arazisi için de E31c4 ve F31b1 paftalarıdır. Bu sekiz paftanın 1993 ve 2010 yılı üretimi versiyonları kullanıldığından toplamda 16 paftadan yararlanılmış ve her iki dönem haritaların HGM tarafından sağlanan vektöre dönüştürülmüş formları kullanılmıştır.

Çalışma kapsamında; 1993 ve 2010 yıllarında iki farklı teknik ile üretilen topografik haritaların yükseklik hassasiyetlerinin arazi örtüsü şekilleri bağlamında karşılaştırılması amaçlandığından, gerçek yükseklik değerlerini içeren referans verilerine ihtiyaç duyulmuştur. Bu veriler, her üç çalışma alanının içerisinde tesis edilmesi planlanan baraj rezervuarlarına yönelik mühendislik hesapları için Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) tarafından 2014 ve 2015 yıllarında CORS-GPS ile alınmış olan halihazır ölçüm kayıtlarından sağlanmıştır. Bu kayıtlar, baraj rezervuarları dahilinde rastgele yöntemle alınmış yer kontrol noktalarının koordinatlarını ve yüksekliklerini içermektedir. Çalışma için; orman formundaki çalışma sahası için 26.176 adet, parçalı orman sahası için 41.181 adet ve ziraat sahası için de 11.226 adet yer kontrol nokta verisi temin edilmiştir.



Şekil 1. Çalışma sahaları

2.3 Yöntem

Demirkol ve ark. (2002), ED50 yatay datumundan WGS84'e konum, obje ve koordinat bazlı dönüşümlerin nasıl yapılabileceğini ve bu işlemler sırasında nelere dikkat edilmesi gerektiğini açıklamışlardır. Bu çalışmada ise, iki farklı teknik ile üretilen 1993 ve 2010 tarihli topografik haritalara ilişkin yükseklik değerlerinin ortometrik düzeye indirgenmiş CORS-

GPS yer kontrol noktalarından elde edilen gerçek yüksekliklere göre hassasiyetlerinin üç farklı arazi örtüsü tipi (orman, parçalı orman ve ziraat) bağlamında karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla, 1993 ve 2010 tarihli paftalar (8'er pafta) ayrı ayrı olmak üzere, kendi dönemlerinde kullanılan yatay datumlar (ED50 ve WGS84) üzerinden 36. dilim UTM projeksiyonu kullanılarak konumlandırılmışlardır.

Raster verilerin düşük ya da yüksek mekânsal çözünürlükte

tekrardan üretilmeleri “yeniden örnekleme” olarak tanımlanmaktadır (Mitas ve Mitsova, 1999). Yeniden örnekleme, tasarlanan amaca yönelik sonucu iyileştirebileceği gibi beklenen katkıyı sağlamayabilir (Grohmann ve ark., 2010; Arnone ve ark., 2016; Altunel, 2021). Çalışma kapsamında raster yüzey modellerinin üretiminde; ikisi raster verilerin doğrudan kullanıldığı (Kesilmiş pafta (KP) ve Tam pafta (TP) yöntemleri) ve ikisi de yeniden örnekleme ile elde edilen raster verilerin kullanıldığı (10 m mekansal çözünürlükle yeniden örnekleme (R10) ve 30 m mekansal çözünürlükle yeniden örnekleme (R30) yöntemleri) dört yöntem uygulanmıştır. Bu yöntemlerde, ArcGIS 10.8 yazılımı yardımıyla raster veri üretimi için izlenen yollar aşağıda açıklanmıştır:

• **KP Yöntemi:** Çalışma sahalarının dahil olduğu paftalar içerisinde çalışma sahası poligonu kesilerek TIN ara yüzeyleri oluşturulmuş ve analizlerde kullanılmak üzere varsayılan mekansal çözünürlüğe sahip raster verilere dönüştürülmüştür.

• **TP Yöntemi:** Çalışma sahalarının dahil olduğu paftalar bir bütün olarak dikkate alınıp TIN ara yüzeyleri oluşturulmuş ve bütüncül mekansal çözünürlüğe sahip raster verilere dönüştürülmüştür.

• **R10 Yöntemi:** Çalışma sahalarının dahil olduğu paftalar bir bütün olarak dikkate alınıp TIN ara yüzeyleri oluşturulmuş ve 10 m mekansal çözünürlüğe sahip raster verilere dönüştürülmüştür.

• **R30 Yöntemi:** Çalışma sahalarının dahil olduğu paftalar bir bütün olarak dikkate alınıp TIN ara yüzeyleri oluşturulmuş ve 30 m mekansal çözünürlüğe sahip raster verilere dönüştürülmüştür.

Raster yüzey modelleri oluşturulurken ister paftalar çalışma sahalarına göre kesilmiş olsun (KP yöntemi) isterse çalışma sahalarını içeren paftalar tam olarak kullanılsın (TP, R10 ve R30 yöntemleri), Montealegre ve ark. (2015) tarafından önerilen TIN ara yüzeyi üzerinden dönüştürme yöntemi izlenmiştir. Böylelikle hem kesilmiş hem de tam kullanımda vektöre dönüştürülmüş topografik haritaların, resmettikleri topografya ölçeğinde optimal mekansal çözünürlükte bir raster yüzey modeli oluşturabildikleri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Ancak, paftaların çalışma sahalarına göre kesilmesi sonucunda çözünürlüğü yüksek raster veriler elde edileceğinden tam kullanıma göre çok daha yüksek mekansal çözünürlüğe sahip yüzey modellerinin oluşturulabileceği dikkatten kaçırılmamalıdır (Çizelge 1).

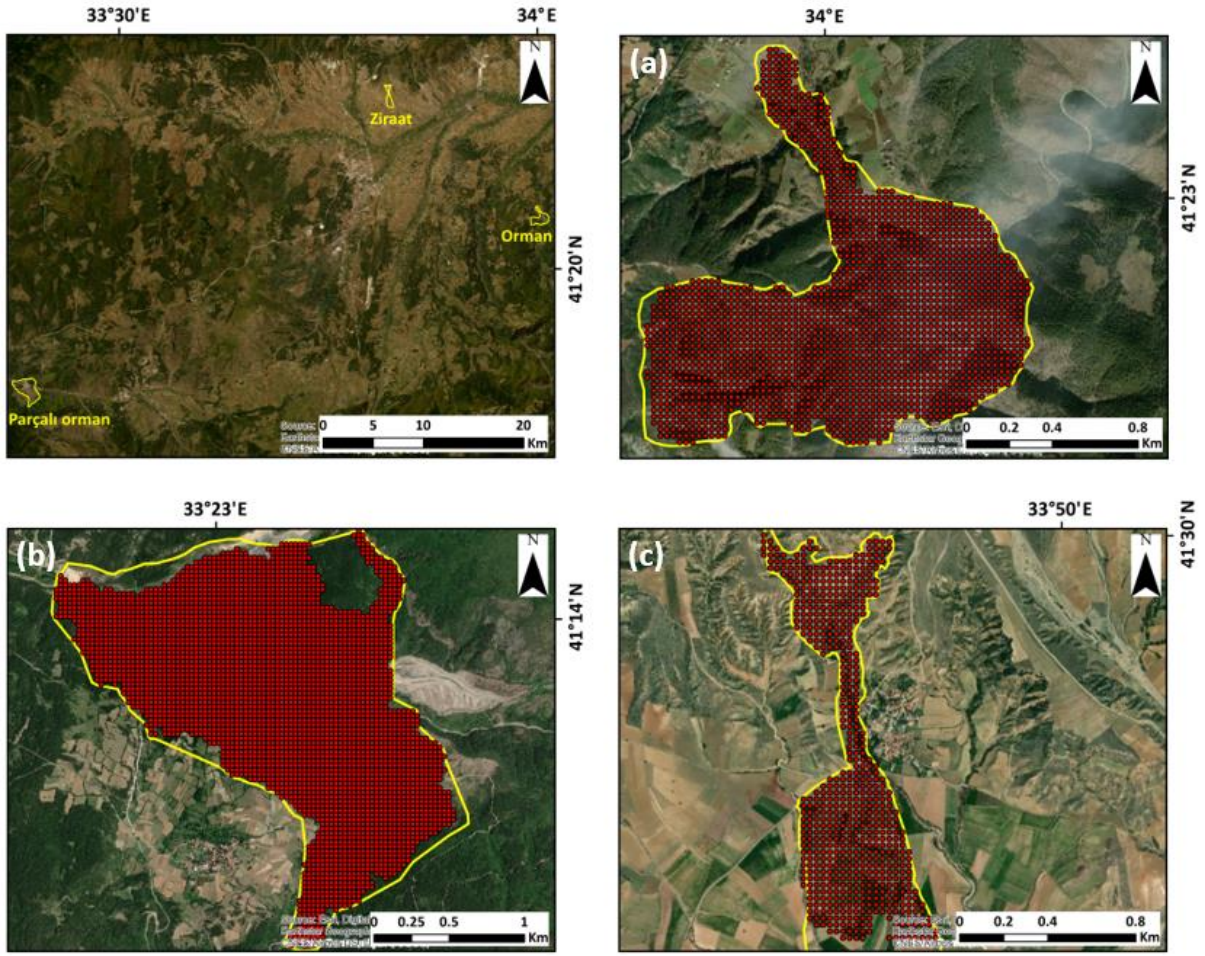
Çizelge 1. Raster veri üretim yöntemlerine ilişkin yersel çözünürlük değerleri ve çalışma sahası verileri

Topografik Harita Üretim Tekniği	Raster Veri Üretim Yöntemi	Arazi Örtüsü Tipi		
		Orman	Parçalı Orman	Ziraat
Analog (1993 haritası) (m)	KP	7,5	11,2	9,2
	TP	112,4	84,5	111,8
	R10	10	10	10
	R30	30	30	30
Dijital (2010 haritası) (m)	KP	7,5	11,2	7,5
	TP	112,4	84,4	111,8
	R10	10	10	10
	R30	30	30	30
Alan (ha)		165,5	388,3	83,8
Pafta Sayısı		4	2	2
Sistemantik Yer Kontrol Noktası Sayısı		1739	3688	615

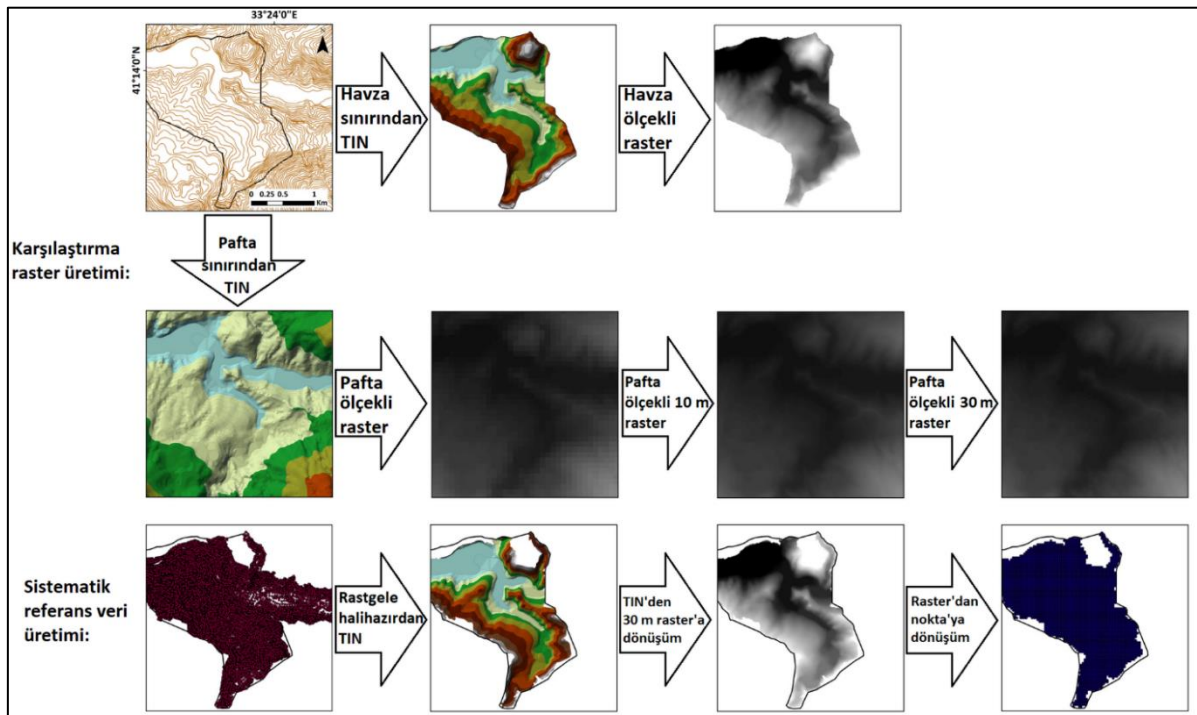
Açıklanan dört yöntemle elde edilen raster yüzey modellerinin hassasiyetlerinin tespit edilebilmesi için ihtiyaç duyulan referans verilerinin elde edilmesinde DSİ’den ITRF96 (Transverse Mercator, 3°, WGS-84 ellipsoid) referansı ile temin edilen basit rastgele örnekleme ve ortometrik seviyeye indirgenmiş halihazır yer kontrol noktalarından yararlanılmıştır. Stehman (1992), uzaktan algılama çalışmalarında rastgele örnekleme ile yapılan yer kontrol noktası seçimlerinde kabul edilebilir sınırların üzerinde varyans değerleri ile karşılaşılabileceğini belirtmiştir. Benzer şekilde, Elsayir (2014) de yersel örneklemeyle elde edilen yüksekliklerin ortalamasının hassas bir şekilde hesaplanabilmesi için sistemantik örneklemeyle basit rastgele örneklemeyle göre daha isabetli bir tercih olduğunu ifade etmiştir. Plourde ve Congalton (2003) tarafından yürütülen bir diğer çalışmada ise uzaktan algılamada sınıflandırma başarısının önde gelen ölçütlerinden birisi olan Kappa değerinin sistemantik örnekleme ile istenilen düzeylere getirilebildiği açıklanmıştır. Açıklanan bu çalışmalardan elde edilen bilgilere dayalı olarak bu çalışmada da

referans verisi olarak kullanılacak yersel kontrol noktalarının seçiminde sistemantik örnekleme yönteminin kullanılması tercih edilmiş ve 6°’liğe dönüştürülen halihazır yer kontrol noktalarından yararlanılarak 30x30 m’lik yer kontrol noktaları türetilmiştir. Böylelikle, orman formundaki çalışma sahasında 1739 adet, parçalı orman formundaki sahada 3688 adet ve ziraat sahasında ise 615 adet referans yer kontrol noktası elde edilmiştir (Şekil 2).

Çalışma kapsamında kullanılan referans ve karşılaştırma verilerinin üretimine ilişkin akış diyagramı Şekil 3’te verilmiştir. Bu bağlamda, her bir harita üretim tekniği için üç farklı arazi örtüsü tipinin örneklendiği çalışma sahalarına ilişkin birer adet referans veri seti üretilmiştir. Karşılaştırma verisi olarak ise, her bir çalışma alanı için 2 farklı dönem topografik harita (1993 ve 2010) için ayrı ayrı olacak şekilde, referans verileri ile aynı koordinatlardan 4 farklı yöntemle elde edilen toplam 8 adet karşılaştırma veri seti (raster yüzey modelleri) oluşturulmuştur. Böylelikle çalışma 6 adet referans ve 24 adet karşılaştırma veri seti ile yürütülmüştür.



Şekil 2. Çalışma sahalarına ilişkin sistematik yer kontrol noktalarının konumsal dağılımı; (a) orman, (b) parçalı orman, (c) ziraat



Şekil 3. Referans ve karşılaştırma veri setleri üretim döngüsü

Üretilen yükseklik verilerinin üç farklı arazi örtüsü tipi, iki farklı topografik harita üretim tekniği ve dört farklı raster yüzey modeli üretme yöntemine göre hassasiyetlerinin belirlenmesinde Ortalama Mutlak Hata (MAE), Hata Kareler Ortalamasının Karekökü (RMSE), Standart Sapma (STD) ve %95 güven düzeyinde Doğrusal Hata (LE95) olmak üzere dört farklı istatistiksel ölçütten yararlanılmıştır (Grohmann, 2018; Wessel ve ark., 2018). İstatistiksel ölçütlerin hesaplanmasında aşağıdaki eşitlikler kullanılmıştır:

$$MAE = \frac{\sum(|h_i - h_r|)}{n} \quad (1)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(h_i - h_r)^2}{n}} \quad (2)$$

$$STD = \sqrt{\frac{\sum\left((h_i - h_r) - \frac{\sum(h_i - h_r)}{n}\right)^2}{n - 1}} \quad (3)$$

$$LE95 = 1,96 * \sqrt{\frac{\sum(h_i - h_r)^2}{n - 1}} \quad (4)$$

Bu eşitliklerde; h_i : farklı yöntemlerle hesaplanan yükseklik değerlerini (m), h_r : referans yükseklikleri (m), n : veri sayısını ifade etmektedir.

Yükseklik hassasiyetlerinin karşılaştırma verilerinin elde edilme yöntemleri ve arazi örtüsü tipleri bakımından karşılaştırılmasında Poudel ve Cao (2013) tarafından önerilen rölatif sıralama yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemle karşılaştırma verilerinin elde edildiği yöntemlerin rölatif sıralamaları aşağıda verilen denklem yardımıyla her bir

istatistiksel ölçüt için ayrı ayrı belirlenmiş ve yöntemlere ilişkin istatistiksel ölçütlerin rölatif sıralamaları toplanarak da her bir yöntem için toplam rölatif sıralama değeri hesaplanmıştır. Toplam rölatif sıralama değerlerine yönelik son rölatif sıralama ile de yöntemlere ilişkin genel sıralamalar elde edilmiştir.

$$R_i = 1 + \frac{(m - 1)(S_i - S_{min})}{(S_{max} - S_{min})} \quad (5)$$

Bu eşitlikte; R_i : i . yöntemin rölatif sıralamasını ($i = 1, 2, \dots, m$), S_i : i . yöntemin ilgilenilen istatistiksel ölçüte ilişkin değerini, S_{min} : İlgilenilen istatistiksel ölçüt için en küçük S_i değerini ve S_{max} : İlgilenilen istatistiksel ölçüt için en büyük S_i değerini ve m : karşılaştırılan yöntem sayısını ifade etmektedir.

3. Bulgular ve Tartışma

Hangi yöntemle üretilmiş oldukları fark etmeksizin tüm raster yüzey modellerinin yükseklik hassasiyetini etkileyen en önemli unsurlar, verinin alındığı mevkiinin topografik yapısı ve arazi örtüsü tipidir (Shortridge, 2006; Wechsler ve Kroll, 2006; Hebeler ve Purves, 2009; Altunel, 2018; Gonzalez ve Rizzoli, 2018). Bu çalışmada, stereo hava fotoğraflarına dayalı olarak farklı zamanlarda (1993 ve 2010) ve farklı tekniklerle (analog ve dijital) üretilen topografik haritaların yükseklik hassasiyetleri üç farklı arazi örtüsü tipi (orman, parçalı orman ve ziraat) ve haritalardan farklı yöntemlerle üretilen dört farklı raster yüzey modeli üzerinden karşılaştırılmış ve elde edilen istatistiksel sonuçlar Çizelge 2’de verilmiştir. Dijital olarak üretilen 2010 tarihli ve analog olarak üretilen 1993 tarihli topografik haritalardan dört farklı yöntemle (KP, TP, R10, R30) üretilen raster yüzey modelleri karşılaştırıldığında, dijital olarak üretilen haritalardan elde edilen tüm raster veri tiplerinin nokta bazlı yükseklik hassasiyetleri her üç arazi örtüsü tipi için de daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 2. İstatistiksel ölçütlere ilişkin sonuçlar

Arazi Örtüsü Tipi	Raster Veri Üretim Yöntemi	Topografik Harita Üretim Tekniği							
		Analog (1993 haritası)				Dijital (2010 haritası)			
		MAE (m)	RMSE (m)	STD (m)	LE95 (m)	MAE (m)	RMSE (m)	STD (m)	LE95 (m)
Orman	KP	5,31	7,04	7,05	13,83	5,04	6,76	6,77	13,26
	TP	7,69	9,71	9,75	19,11	7,38	9,46	9,45	18,56
	R10	5,28	7,00	7,01	13,74	5,04	6,75	6,75	13,24
	R30	5,29	6,97	6,98	13,69	5,07	6,72	6,72	13,18
Parçalı Orman	KP	3,94	5,37	5,11	10,52	3,81	5,20	4,96	10,19
	TP	5,98	8,23	7,96	16,12	4,30	6,05	5,68	11,85
	R10	3,86	5,27	4,97	10,32	3,79	5,16	4,92	10,12
	R30	4,39	6,02	5,72	11,79	3,79	5,19	4,91	10,17
Ziraat	KP	8,54	11,67	8,17	22,90	1,80	2,27	2,06	4,46
	TP	7,74	10,74	7,66	21,06	2,27	3,09	3,09	6,07
	R10	8,53	11,65	8,15	22,86	1,77	2,25	2,09	4,42
	R30	8,48	11,57	8,09	22,70	1,77	2,25	2,10	4,42

Çizelge 2’de verilen istatistiksel sonuçlar öncelikle harita üretim teknikleri bakımından karşılaştırılacak olursa; her üç arazi örtüsü tipi için de analog teknikle üretilen haritalardan elde edilen verilere ilişkin tüm istatistiksel hata ölçütleri dijital teknikle üretilen haritalardan elde edilen verilerin hata ölçütlerine göre daha yüksektir ve her iki harita arasındaki

yükseklik hassasiyeti farklılığı herhangi bir orman örtüsü ile kaplı olmayan ziraat arazisinde daha belirgindir. Ziraat arazisinde ilişkin analog teknikle üretilen haritadan elde edilen yükseklik verilerine ilişkin istatistiksel hata değerleri (MAE, RMSE, STD, LE95) dijital teknikle üretilen haritaya göre 4-5 kat daha yüksektir ve dolayısıyla ziraat arazi örtüsü için dijital teknikle

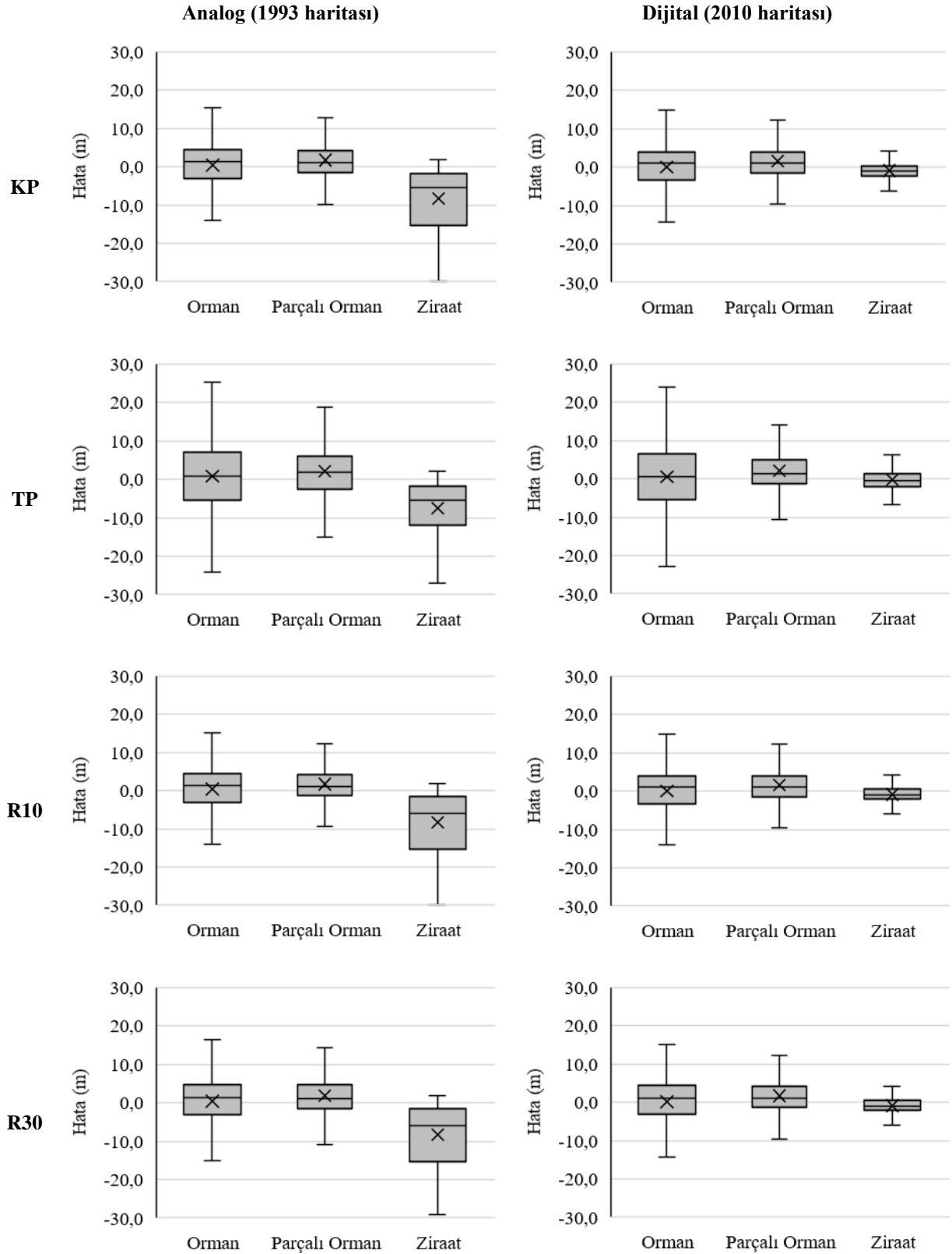
üretilen haritaların çok daha hassas yükseklik verisi sağladığı söylenebilir. Parçalı orman arazisinde, analog teknikle üretilen haritalara ilişkin istatistiksel hata değerlerinin dijital teknikle üretilen haritalarla elde edilen hata değerlerinden ortalama 1,2 kat daha yüksek olduğu belirlenmiş olup, bu bulguya bağlı olarak bu arazi örtüsü tipi için yükseklik verisi üretiminde dijital teknikle üretilen haritaların analog teknikle üretilenlere nazaran yaklaşık %20 daha hassas olduğu ifade edilebilir. Orman arazisinde ise söz konusu hassasiyet daha da düşmüş olup, analog teknikle üretilen haritalarla elde edilen istatistiksel hata değerleri dijital teknikle üretilenlerden ortalama 1,04 kat yüksek bulunmuştur. Bu sonuca bağlı olarak orman arazisi için yükseklik verisi üretiminde dijital teknikle üretilen haritaların %4'lük bir hassasiyet artışı sağladığı söylenebilir. Açıklanan sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde; arazi örtüsündeki orman alanının artışına bağlı olarak analog ve dijital teknikle üretilen haritalar arasındaki hassasiyet farklılığının düştüğü görülmüştür. SYM'ler söz konusu olduğunda, bu çalışmada da test edilen arazi örtüsü tiplerinin SYM'lerin yükseklik hassasiyetlerini etkileyen önemli unsurlar oldukları yapılan çalışmalarla belirlenmiştir (Fahsi ve ark., 2000; Hale ve Rock, 2003). Bu çalışmada karşılaştırmak üzere topografik haritalardan üretilen raster yüzey modelleri, farklı bir tür uzaktan algılama verisi olan stereo hava fotoğrafları enterpole edilerek üretilmişlerdir. Hem uydu hem hava platformlarından görüntü ya da fotoğraf kaydı yapılırken algılama yapılan arazi üzerindeki örtü, arazinin gerçek yükseklik değerinin kayıt edilmesine ya da layıkıyla türetilmesine engel olur (Fisher ve ark., 2018). Çalışma kapsamında kullanılan her iki harita üretim tekniği için de yükseklik hassasiyetlerinin ziraat sahasından orman sahasına düşüyor olması bu şekilde açıklanabilir.

Elde edilen sonuçlar raster veri üretim yöntemleri bakımından karşılaştırıldığında; yeniden örneklemeyle dayanan yöntemlerin (R10 ve R30) özellikle birçok çalışmanın veri kaynağını oluşturan tam paftaya dayalı diğer yöntemle (TP) göre çok daha başarılı sonuçlar verdiği belirlenmiştir (Çizelge 2). 10 m ve 30 m'lik mekansal çözünürlüğe sahip yeniden örneklenmiş yüzey modelleri (R10 ve R30), tam paftalardan üretilen TIN ara yüzeylerinden söz konusu çözünürlükler (10 m ve 30 m) dikkate alınarak oluşturulmuşlardır. Bu şekilde, düşük çözünürlüklü yüzey verilerinden çözünürlüğü daha yüksek yüzey verilerinin üretilebileceği ortaya konmuştur. Juel ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Kesilmiş paftaya dayalı KP yöntemi de her ne kadar yeniden örnekleme temelli olmasa da yeniden örneklemeyle dayanan yöntemlere yakın sonuçlar vermiştir.

Raster veri yöntemlerinin birbirleri ile kıyaslanabilmesi için her bir arazi örtüsü tipi özelinde rölatif sıralamaları yapılmıştır (Çizelge 3). Bu sıralamalara göre; ziraat arazi örtüsü için en başarılı yükseklik tahminlerinin dijital teknikle üretilen haritalardan R10, R30 ve KP yöntemleri ile elde edilen verilerle yapılabileceği anlaşılmıştır. Orman ve parçalı orman arazilerinde de yine dijital teknikle üretilen haritalara uygulanan R10, R30 ve KP yöntemleri üst sıraları paylaşmıştır. Bu yöntemler arasında başarı bakımından belirgin bir farklılık bulunmamaktadır. Ancak, her iki arazi örtüsü tipinde de TP yönteminin dijital teknikle üretilen haritalara uygulanmasına ilişkin sıralama değeri R10 ve KP yöntemlerinin analog teknikle üretilen haritalara uygulanmasına ilişkin sıralamaların dahi gerisinde kalmıştır.

Çizelge 3. Arazi örtüsü tiplerine göre rölatif sıralama

Arazi Örtüsü Tipi	Harita Üretim Tekniği	Raster Veri Üretim Yöntemi	RMAE	RRMSE	RSTD	RLE95	Toplam	Genel Sıralama
Orman	Analog (1993 haritası)	KP	1,73	1,75	1,76	1,76	7,00	1,73
		TP	8,00	8,00	8,00	8,00	32,00	8,00
		R10	1,65	1,64	1,66	1,66	6,61	1,63
		R30	1,67	1,58	1,60	1,60	6,44	1,59
	Dijital (2010 haritası)	KP	1,02	1,09	1,09	1,09	4,29	1,05
		TP	7,18	7,42	7,32	7,35	29,27	7,32
		R10	1,00	1,07	1,07	1,07	4,20	1,03
		R30	1,08	1,00	1,00	1,00	4,08	1,00
Parçalı Orman	Analog (1993 haritası)	KP	1,47	1,47	1,45	1,47	5,86	1,46
		TP	8,00	8,00	8,00	8,00	32,00	8,00
		R10	1,22	1,24	1,13	1,24	4,83	1,21
		R30	2,93	2,95	2,87	2,95	11,70	2,92
	Dijital (2010 haritası)	KP	1,06	1,04	1,05	1,04	4,18	1,04
		TP	2,64	1,87	1,75	1,87	8,12	2,03
		R10	1,00	1,00	1,01	1,00	4,01	1,00
		R30	1,00	1,02	1,00	1,02	4,05	1,01
Ziraat	Analog (1993 haritası)	KP	8,00	8,00	8,00	8,00	32,00	8,00
		TP	7,18	7,30	7,42	7,30	29,21	7,30
		R10	8,00	7,98	7,98	7,98	31,95	7,99
		R30	7,95	7,92	7,90	7,92	31,70	7,92
	Dijital (2010 haritası)	KP	1,03	1,01	1,00	1,01	4,06	1,01
		TP	1,52	1,62	2,18	1,62	6,95	1,73
		R10	1,00	1,00	1,03	1,00	4,03	1,00
		R30	1,00	1,00	1,04	1,00	4,04	1,00



Şekil 4. Arazi örtüsü tiplerine göre hata dağılımları

Raster veri üretim yöntemlerinin her iki harita üretim tekniği için arazi örtüsü tipleri bakımından hata dağılımları Şekil 4'te grafikler halinde verilmiştir. Raster veri üretim yöntemlerinin her bir arazi örtüsü tipi içerisindeki hata dağılımları incelendiğinde; her üç arazi örtüsü tipinde de analog teknikle

üretilen haritalara ilişkin hataların dijital teknikle üretilen haritalarınkine göre daha geniş bir dağılıma sahip olduğu belirlenmiş ve böylelikle dijital teknik yardımıyla yükseklik hassasiyetlerinin artırılabilirdiği bir kez daha ortaya konmuştur. Raster veri üretim yöntemleri özelinde yapılan

karşılaştırmalarda ise KP, R10 ve R30 yöntemlerinin daha düşük hatalara sahip oldukları ve TP yöntemine ilişkin hataların ise daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Raster veri üretim yöntemlerinin arazi örtüsü tipleri arasındaki hata dağılımları incelendiğinde, analog teknikle üretilen haritalar için en yüksek hatalar ziraat arazisinde görülmüştür. Bu sonucun aksine, dijital teknikle üretilen haritalara uygulanan tüm veri üretim yöntemleri için en yüksek hatalar orman arazisinde ve en düşük hatalar da ziraat arazisinde elde edilmiştir.

4. Sonuçlar ve Öneriler

Raster veriler, 1970'lerin başından itibaren uydu sensörlerinden veya sonrasında da gelişen teknoloji yardımıyla eski doküman, harita ve fotoğrafların taranması neticesinde elde edildiği şekliyle arazi örtüsü/kullanımı hakkında önemli bir bilgi kaynağı olmuştur. Aynı boyuttaki hücrelere gömülü yüzey yansıma değerleri veya bu değerler kullanılarak elde edilen yükseklik değerleri raster verilerin önemini ortaya koymaktadır. Hem arazi örtüsü/kullanımı hem de topografik yükseklikler söz konusu olduğunda, yansıma veya yükseklik değerlerinin elde edildiği kaynağın (hava fotoğrafı ve uydu görüntüsü) çözünürlüğü raster verinin kalitesini etkileyen en önemli unsurdur.

İkinci Dünya Savaşı sonrasında günümüze kadar ülke çapında üretilmiş önemli miktarda topografik haritaya birçok farklı amaçla erişim sağlanabilmektedir. Topografik haritaların sahip olduğu iki boyutlu düzlemde, eşyükselti eğrilerinin de bulunması 1980'lerden itibaren gelişen haritacılık yazılımları ile bu haritalar kullanılarak neler yapılabileceğini ortaya koymuş ve 2.5 boyutlu yüzeyler oluşturulmaya başlanmıştır. 1:25.000'lik topografik haritaların yükseklik hassasiyetlerinin sorgulandığı bu çalışmada, ikinci (1993) ve üçüncü (2010) dönem haritalar arasındaki farklılıklar üç farklı arazi örtüsü tipi bağlamında sorgulanmış ve yatay datum hariç diğer koordinatlandırma parametreleri ile bu haritaların sağladığı yükseklik hassasiyetleri arasında kısmi farklılıklar bulunmuştur. WGS84 datumu kullanılarak üretilen 2010 haritalarının sağladığı yükseklik değerlerinin, aynı yatay datum ve elipsoid kullanılarak alınmış referans yer kontrol noktalarından türetilmiş sistematik veri setinin yükseklik değerleri ile oldukça uyumlu sonuçlar ürettiği ortaya konmuştur.

Topografik haritalar birer yüzey modeli değil yükseklik modeli gibi algılanıyor olsalar da bu haritalardan sağlanan yükseklikler, tıpkı küresel SYM'lerin alt yapısını oluşturan aktif/pasif uzaktan algılama verilerinin etkilendiği gibi stereo hava fotoğrafı verilerinin de arazi örtüsünden etkileniyor olması nedeniyle üzeri açık ziraat alanlarında gerçek yüksekliklere çok yakın bulunmuştur. Bununla birlikte, yüzey kapandıkça yükseklik hassasiyetlerinin azaldığı görülmüştür.

Yükseklik, yüzey yansıma veya yürütülen çalışmaya özgün farklı değerleri barındıran raster verilerden yeniden örnekleme tekniği ile aynı kapsamın alternatif gösterim şekillerini oluşturmak uzaktan algılama biliminde yaygın kabul görmüş bir uygulamadır. Bu çalışma sonucunda da 10 m ve 30 m'lik mekansal çözünürlükler uygulanarak yapılan yeniden örnekleme ile üretilen yüzey modelleri ile yükseklik tahminlerinin önemli ölçüde iyileştiği ortaya konmuştur. Bu çalışma kapsamında mekansal çözünürlük 10 m ve 30 m şeklinde iki farklı boyutta değerlendirilmiş ve önemli

kazanımlar elde edilmiş olmakla birlikte, daha düşük ya da yüksek boyutlarda mekansal çözünürlükler ile yeniden örnekleme yapılması da mümkündür. Ayrıca, çalışma kapsamında elde edilen sonuçlara dayalı olarak, bu çalışmada olduğu gibi küçük sahalar üzerinde yapılacak hesaplamalarda çalışma sahalarını çevreleyecek bir saha poligonu kullanılarak altlık topografik haritaların kesilmesi ve hesaplamaların topografik haritanın tamamı yerine kesilen kısmı üzerinde yürütülmesinin işlem hassasiyetini artırabileceği söylenebilir.

Teşekkür

Çalışmada kullanılan paftaların teminindeki katkılarından dolayı Harita Genel Müdürlüğü'ne ve referans verisi olarak kullanılan halihazır kayıtları için Devlet Su İşleri 23. Bölge Müdürlüğü'ne teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Altunel, A.O., 2018. Suitability of open-access elevation models for micro-scale watershed planning. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190(9), 512.
- Altunel, A.O., 2021. Questioning the effects of raster-resampling and slope on the precision of TanDEM-X 90 m digital elevation model. *Geocarto International*, 36(20), 2366-2382.
- Altunel, A.O., Sakıcı, O.E., 2022. The ultimate vertical accuracy assessment of the third generation Turkish 1: 25000 quad maps; under canopy vs. no canopy. *5th Intercontinental Geoinformation Days, New Delhi, India*, 136-140.
- Arnone, E., Francipane, A., Scarbaci, A., Puglisi, C., Noto, L.V., 2016. Effect of raster resolution and polygon-conversion algorithm on landslide susceptibility mapping. *Environmental Modelling & Software*, 84, 467-481.
- Bildirici, O. I., Ustun, A., Selvi, Z. H., Abbak, A. R., Bugdayci, I., 2009. Assessment of shuttle radar topography mission elevation data based on topographic maps in Turkey. *Cartography and Geographic Information Science*, 36(1), 95-104.
- Clark, R.L., Lee, R., 1998. Development of topographic maps for precision farming with kinematic GPS. *Transactions of the ASAE*, 41(4), 909-916.
- Çelik, H., Şengönül, K., Akyüz, F., Altunel, O., Dağcı, M., Esin, A.İ., 2012. İstanbul'un içme suyu barajlarının sedimentasyon problemi ve çözüm önerileri: Alibey Barajı örneği. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 62(2), 113-127.
- Dağdaş, S., Bilge, S., 2015. Türkiye Cumhuriyeti'nin orman alanlarını gösteren ilk haritası ve orman varlığımız üzerine. *Orman Mühendisliği Dergisi*, 52, 28-36.
- Demirkol, E. Ö., Yıldırım, A., Gürdal, M. A., 2002. Avrupa Datumu 1950 (ED-50) ile Dünya Jeodezik Sistemi 1984 (World Geodetic System 1984: WGS84) arasında datum dönüşümü ve askeri uygulamaları. <https://docplayer.biz.tr/11138694-E-omur-demirkol-mehmet-ali-gurdal-abdullah-yildirim.html> (Erişim tarihi: 07/09/2023).
- Duran, C., 2014. Mersin ilindeki orman yangınlarının başlangıç noktalarına göre mekansal analizi (2001-2013). *Ormançılık Araştırma Dergisi*, 1(1), 38-49.

- Elsayir, H.A., 2014. Comparison of precision of systematic sampling with some other probability samplings. *American Journal of Theoretical and Applied Statistics*, 3(4), 111-116.
- Ertuğrul, E.T., Mert, A., Oğurlu, İ., 2017. Burdur Gölü Havzasında bazı yaban hayvanlarının habitat uygunluk haritalaması. *Türkiye Ormanlık Dergisi*, 18(2), 149-154.
- Fahsi, A., Tsegaye, T., Tadesse, W., Coleman, T., 2000. Incorporation of digital elevation models with Landsat-TM data to improve land cover classification accuracy. *Forest Ecology and Management*, 128(1-2), 57-64.
- Fisher, J.R., Acosta, E.A., Dennedy-Frank, P.J., Kroeger, T., Boucher, T.M., 2018. Impact of satellite imagery spatial resolution on land use classification accuracy and modeled water quality. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 4(2), 137-149.
- Gençer, M., Başayığit, L., Akgül, M., 2015. Eğirdir Gölü koruma zonları CORINE arazi kullanım sınıflaması. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 21(1), 26-38.
- Gonzalez, C., Rizzoli, P., 2018. Landcover-dependent assessment of the relative height accuracy in TanDEM-X DEM products. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 15(12), 1892-1896.
- Grohmann, C.H., Smith, M.J., Riccomini, C., 2010. Multiscale analysis of topographic surface roughness in the Midland Valley, Scotland. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 49(4), 1200-1213.
- Grohmann, C.H., 2018. Evaluation of TanDEM-X DEMs on selected Brazilian sites: Comparison with SRTM, ASTER GDEM and ALOS AW3D30. *Remote Sensing of Environment*, 212, 121-133.
- Güvendi, E., Kahyaoglu, N., 2019. Saf Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) ormanlarının ekolojik tabanlı idare sürelerinin belirlenmesi (Sinop örneği). *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 136-145.
- Hebeler, F., Purves, R.S., 2009. The influence of elevation uncertainty on derivation of topographic indices. *Geomorphology*, 111(1-2), 4-16.
- Hale, S.R., Rock, B.N., 2003. Impact of topographic normalization on land-cover classification accuracy. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 69(7), 785-791.
- Jaiswal, R.K., Saxena, R., Mukherjee, S., 1999. Application of remote sensing technology for land use/land cover change analysis. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 27, 123-128.
- Juel, A., Groom, G.B., Svenning, J.C., Ejrnaes, R., 2015. Spatial application of Random Forest models for fine-scale coastal vegetation classification using object based analysis of aerial orthophoto and DEM data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 42, 106-114.
- Kaim, D., Kozak, J., Kolecka, N., Ziolkowska, E., Ostafin, K., Ostapowicz, K., Gimmi, U., Munteanu, C., Radeloff, V.C., 2016. Broad scale forest cover reconstruction from historical topographic maps. *Applied Geography*, 67, 39-48.
- Karabulut, M., Küçükönder, M., 2008. Kahramanmaraş ovası ve çevresinde CBS kullanılarak erozyon alanlarının tespiti. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 11(2), 14-22.
- Mitas, L., Mitasova, H., (1999). Spatial Interpolation. In: Longley, P., Goodchild, M.F., Maguire, D.J., Rhind, D.W. (Eds.), *Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications*, Wiley, New York, pp. 481-492.
- Montealegre, A.L., Lamelas, M.T., De La Riva, J., 2015. Interpolation routines assessment in ALS-derived digital elevation models for forestry applications. *Remote Sensing*, 7(7), 8631-8654.
- Musaoglu, N., Gurel, M., Ulugtekin, N., Tanik, A., Seker, D.Z. (2006). Use of remotely sensed data for analysis of land-use change in a highly urbanized district of mega city, Istanbul. *Journal of Environmental Science and Health Part A*, 41(9), 2057-2069.
- Özdemir, İ., Asan, Ü., 2009. Topografik haritalara oturtulmuş meşcere haritalarının arazi oryantasyonunda sağladığı kolaylıklar ve ormancılık pratiğine katkıları. *Turkish Journal of Forestry*, 5(2), 73-82.
- Öztürk, E., Koçak, E., 2007. Farklı kaynaklardan değişik yöntem ve ölçeklerde üretilen sayısal yükseklik modellerinin doğruluk araştırması. *Harita Dergisi*, 73(137), 25-41.
- Plourde, L., Congalton, R.G., 2003. Sampling method and sample placement. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 69(3), 289-297.
- Poudel, K.P., Cao, Q.V., 2013. Evaluation of methods to predict Weibull parameters for characterizing diameter distributions. *Forest Science*, 59(2), 243-252.
- Sarkar, S., Kanungo, D.P., 2004. An integrated approach for landslide susceptibility mapping using remote sensing and GIS. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 70(5), 617-625.
- Shortridge, A., 2006. Shuttle Radar Topography Mission elevation data error and its relationship to land cover. *Cartography and Geographic Information Science*, 33(1), 65-75.
- Stehman, S.V., 1992. Comparison of systematic and random sampling for estimating the accuracy of maps generated from remotely sensed data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 58(9), 1343-1350.
- Swann, D., 1999. Military applications of GIS. *International Journal of Geographical Information Systems*, 2(2), 889-899.
- Şahin, A., Çağlayan, İ., Büyük, H., Karademir, H., Aksu, A., Şahin, H., 2022. Türkiye'nin ilk orman planlama ünitesindeki teknik ve yapısal değişimlerin 100 yıllık değerlendirilmesi. *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 9(1), 12-34.
- Tekle, K., Hedlund, L., 2000. Land cover changes between 1958 and 1986 in Kalu District, southern Wello, Ethiopia. *Mountain Research and Development*, 20(1), 42-51.
- Wechsler, S.P., Kroll, C.N., 2006. Quantifying DEM uncertainty and its effect on topographic parameters. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 72(9), 1081-1090.
- Wessel, B., Huber, M., Wohlfart, C., Marschalk, U., Kosmann, D., Roth, A., 2018. Accuracy assessment of the global TanDEM-X Digital Elevation Model with GPS data. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 139, 171-182.
- Wichmann, V., Bremer, M., Lindenberger, J., Rutzinger, M., Georges, C., Petrini-Monteferrri, F., 2015. Evaluating the potential of multispectral airborne lidar for topographic mapping and land cover classification. *ISPRS Annals of the*

Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2, 113-119.

Yıldırım, S., Özalp, M., Yüksel Erdoğan, E., 2016. SRTM ve topografik harita verileri kullanılarak Artvin ilindeki yağış havzalarının fiziksel özelliklerinin belirlenmesi. *Journal of Natural Hazards and Environment*, 2(2), 71-80.

Yılmaz, A., Erdoğan, M., 2018. Designing high resolution countrywide DEM for Turkey. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 3(3), 98-107.



From Anatolian Plateau to American Plains: A transcontinental assessment of the EUMETSAT H SAF's new generation snow water equivalent product over Türkiye and the conterminous U.S.

Semih Kuter^{1*}, Çağrı Hasan Karaman², Mustafa Berkay Akpınar³, Zuhale Akyürek³

¹ Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, Çankırı Karatekin University, 18200 Çankırı, Turkey

² Hidrosaf Ltd., Middle East Technical University Technopolis, 06800 Ankara, Turkey

³ Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Middle East Technical University, 06800 Ankara, Turkey

ARTICLE INFO

Received: 21/08/2023

Accepted: 12/10/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1347158>

* Sorumlu yazar:

semihkuter@karatekin.edu.tr

ABSTRACT

The main frame of this paper is to present the first validation results of the new generation hemi-spherical daily snow water equivalent (SWE) product of the EUMETSAT H SAF, namely, H65. It utilizes data from passive microwave radiometry sensors to estimate SWE. Operating at a suitable spatial scale, it offers insights into snow accumulation and melting dynamics, advancing satellite-based snow monitoring across

diverse regions. The validation period covers the 2021 snow year, from January to March 2021, during which the dry snow conditions prevail. The validation is conducted in two distinct geographic regions, Türkiye, and the conterminous U.S. For Türkiye, the in-situ snow depth measurements provided by the Turkish State Meteorological Service are employed. On the other hand, the 1-km gridded SWE dataset of NOAA National Ice and Snow Data Center is used in the validation over the U.S. The validation results over Türkiye yields an overall RMSE of 39.27 mm, whereas it reads 15.19 mm for the U.S. These results indicate that the H65 SWE product complies with the product requirement thresholds for both flat (40 mm) and mountainous (45 mm) areas.

Research Article

Key Words: Remote sensing of snow, EUMETSAT, H SAF, Snow water equivalent, H65, Passive microwave radiometry

Anadolu Platosundan Amerika Ovalarına: EUMETSAT H SAF'ın yeni nesil kar suyu eşdeğeri ürününün Türkiye ve ABD üzerindeki kıtalararası değerlendirilmesi

ÖZ

Bu makalenin ana çerçevesi, EUMETSAT H SAF'ın yeni nesil yarı küresel günlük kar suyu eşdeğeri (KSE) ürünü olan H65'in ilk doğrulama sonuçlarını sunmaktır. Ürün KSE'yi tahminlemek için pasif mikrodalga radyometri sensörlerinden gelen verileri kullanmaktadır. Uygun bir mekânsal ölçekte çalışan bu ürün, kar birikimi ve erime dinamikleri hakkında içgörüler sunarak çeşitli bölgelerde uydu tabanlı kar izlemeyi geliştirmektedir. Doğrulama dönemi, kuru kar koşullarının hüküm sürdüğü 2021 Ocak ayından Mart 2021'e kadar olan 2021 kar yılını kapsamaktadır. Doğrulama, Türkiye ve ABD olmak üzere iki farklı coğrafi bölgede gerçekleştirilmiştir. Türkiye için Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından sağlanan yerinde kar derinliği ölçümleri kullanılmıştır. Öte yandan, NOAA Ulusal Buz ve Kar Veri Merkezi'nin 1 km'lik hücreli SWE veri seti ABD üzerindeki doğrulamada kullanılmıştır. Türkiye üzerindeki doğrulama sonuçları 39,27 mm'lik genel bir RMSE verirken, ABD için bu 15,19 mm olmaktadır. Bu sonuçlar, H65 SWE ürününün hem düz (40 mm) hem de dağlık (45 mm) alanlar için ürün gereksinim eşiklerine uyduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Karın uzaktan algılanması, EUMETSAT, H SAF, Kar suyu eşdeğeri, H65, Pasif mikrodalga radyometrisi

Citing this article:

Kuter, S., Karaman, Ç.H., Akpınar, M.B., Akyürek, Z., 2023. From Anatolian Plateau to American Plains: A transcontinental assessment of the EUMETSAT H SAF's new generation snow water equivalent product over Türkiye and the conterminous U.S. Anatolian Journal of Forest Research, 9(2), 33-40.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

1. Introduction

Snow cover, a vital component of the Earth's cryosphere, exerts profound influences on the planet's climate and water cycles, yielding far-reaching consequences. On an annual basis, seasonal snow blankets a substantial proportion of the Earth's surface, encompassing approximately 31% of the total land area and 40% of the terrestrial surface in the Northern Hemisphere (Hall et al., 1995; Breen et al., 2023). This extensive coverage significantly contributes to the Earth's albedo, reflecting a large portion of incoming solar radiation back into space, thereby cooling the planet (Tekeli et al., 2005). Additionally, snow acts as an insulating layer, preserving soil moisture and protecting vegetation and ecosystems from extreme cold temperatures during winter (Kuter et al., 2018).

Nevertheless, the spatial extent of this snow cover exhibits considerable intra- and inter-annual fluctuations (Wang et al., 2018). Factors such as atmospheric circulation patterns, regional climate variability, and natural climate oscillations contribute to the variability in snowfall from year to year and even within a single season. This dynamic nature of snow cover can have significant implications for various sectors, including agriculture, hydrology, and transportation, as it affects water availability, flood risks, and accessibility in different regions.

Recent investigations have ascertained a discernible declining trend in the global coverage of snow, primarily attributable to the effects of a warming climate (Pulliainen et al., 2020; Wang et al., 2018). The ongoing rise in global temperatures is leading to alterations in precipitation patterns, shifting the rain-snow transition zones towards higher elevations, and causing earlier snowmelt in many regions. This reduced snow cover not only affects the environment but also has socio-economic implications, including potential impacts on winter tourism and water resources management. Notably, these alterations in snow cover extent manifest substantial variations across diverse geographical regions (Brown and Mote, 2009). Local and regional factors, such as latitude, altitude, proximity to oceans, and topography, play crucial roles in determining the response of snow cover to climate change. Some regions, particularly high-altitude mountainous areas, may experience amplified reductions in snow cover, leading to altered water availability and potential ecological consequences (Viviroli et al., 2007).

Space-based instruments operating at visible and microwave frequencies serve as valuable tools for globally retrieving two significant snow parameters: *snow cover extent* (SCE) and *snow water equivalent* (SWE). SCE denotes the spatial coverage of snow and is further classified into two subcategories: *i*) binary snow cover, indicating snow presence or absence (i.e., snow/no snow), and *ii*) sub-pixel snow cover, quantifying *fractional snow-covered area* (fSCA) by representing the percentage of snow within a pixel's footprint (Kuter et al., 2022). Binary snow cover is commonly derived from optical data using image thresholding techniques, where pixel values above a specific reflectance threshold are considered snow-covered, while values below the threshold are classified as snow-free. This binary representation facilitates the study of SCE over large regions. Sub-pixel snow cover estimation also leverages multispectral optical remote sensing data. However, by this approach, the fSCA within each pixel can be estimated through the analysis of

the spectral characteristics of different land cover types and snow (Painter et al., 2003; Painter et al., 2009). This information offers a more detailed and continuous representation of snow cover's spatial distribution, enhancing our understanding of snow dynamics, particularly in complex terrain and regions with mixed land cover types.

Conversely, the estimation of SWE involves active/passive microwave techniques (Pulliainen and Hallikainen, 2001; Saberi et al., 2020), which exploit the interaction between microwaves and the snowpack's physical properties to accurately determine the amount of liquid water content present within the snowpack (i.e., the depth of water that would result if the entire snowpack were to melt instantaneously). This data is crucial for water resource management, flood forecasting, and monitoring ecosystem health reliant on snowmelt. This fundamental parameter bridges the gap between snow depth and its actual water content, providing vital insights into water availability during the snowmelt season (Pulliainen, 2006; Margulis et al., 2019). Accurate estimation of SWE is of utmost importance for water managers, hydrologists, and policymakers, as it enables effective planning for agricultural needs, hydropower generation, and ecological sustainability.

Moreover, SWE monitoring plays a critical role in flood forecasting and drought management. The gradual release of stored water from snowpacks can lead to spring flooding, potentially causing damage to infrastructure and posing risks to communities in flood-prone areas. Conversely, insufficient SWE may indicate potential drought conditions, which can have severe impacts on water resources, agriculture, and ecosystems. By harnessing this essential information, communities can proactively prepare for both water abundance and scarcity, reducing the risks associated with extreme weather events (Pulliainen and Hallikainen, 2001; Takala et al., 2011).

The new generation daily operational SWE product H65 provided within the *Support to Operational Hydrology and Water Management* (H SAF, <https://hsaf.meteoam.it/>) program of the *European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites* (EUMETSAT, <https://www.eumetsat.int/>) is the successor of the H13 (H-SAF_H13_PUM, 2018), which has a Pan-European coverage. The H65 product is a hemispherical SWE product that spans the entire Northern Hemisphere with a nominal horizontal resolution of 0.25°.

The primary objective of this article is to present the first validation results of the H65 SWE product. The validation efforts are mainly divided into two distinct geographic areas and include two separate reference datasets. The first part is conducted in Türkiye by using in-situ *snow depth* (SD) measurements obtained from the ground observation network of the *Turkish State Meteorological Service* (TSMS). The second part of the validation efforts takes place over the conterminous U.S. The reference SWE data used in this part is acquired from the *Snow Data Assimilation System* (SNODAS) data products provided by the *National Snow and Ice Data Center* of the *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA). Through these two individual and spatially exclusive validation studies, the article aims not only to illustrate how practical and effective these snow products are in actual situations, but also to highlight the significant contributions of the EUMETSAT H SAF program in this particular field.

The remaining part of this manuscript is organized as follows: In Section 2, we introduce the H65 SWE product and the two reference datasets employed during the validation. Additionally, we describe the basic methodology followed in the validation. Section 3 briefly presents the results and discussions. Finally, in Section 4, we provide conclusions, along with outlining potential future directions.

2. Materials and Methods

This section presents the materials and methods used in the validation of the H65 SWE product over Türkiye and the United States. We describe the H65 SWE product and outline the reference datasets employed for validation. The methodology, data collection/processing, and employed statistical metrics are detailed, providing a comprehensive understanding of our validation approach.

2.1 Description of the H65 SWE product

The daily operational H65 SWE product (<https://hsaf.meteoam.it/Products/ProductsList?type=snow>) bears substantial resemblance to product H13, although exhibiting a noteworthy augmentation in its geographical scope, which now extends exclusively to the Northern Hemisphere. Unlike H13, which adopts the conventional latitude-longitude grid, H65 employs the *Equal Area Scalable Earth* (EASE) grid version 2.0. The latter's specific implementation is based on Lambert's equal-area, azimuthal projection, defined by the EPSG code 6931. The EASE 2.0 grid in H65 comprises a grid size of 720 x 720 pixels, with each pixel spanning a spatial extent of 25 km x 25 km. Remarkably, this resolution is comparable to that of H13, which stands at 0.25°. The H65 image on 27 January 2021 is shown in Figure 1.

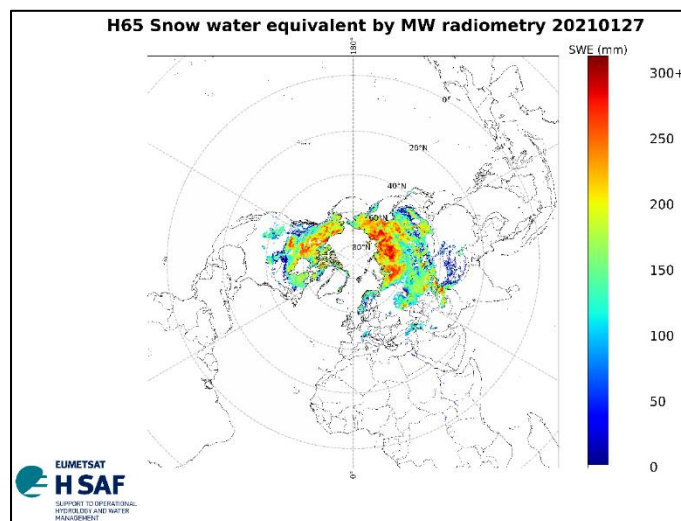


Figure 1. The H65 SWE product on 27 January 2021 in EASE-Grid 2.0 representation

The process of deriving H65 SWE values hinges upon the utilization of passive microwave radiometer data, specifically acquired from the *Special Sensor Microwave Imager/Sounder* (SSM/I/S) satellites (NSIDC, 2023). These satellites are integral components of the *Defense Meteorological Satellite Program*

(DMSP) and constitute an essential aspect of NASA's Pathfinder Program. The retrieval algorithm examines the variations in brightness temperature 19 GHz and 37 GHz vertically polarized channels caused by diverse snow characteristics such as depth, density, and grain size.

The H65 product derives its foundation from the ESA GlobSnow SWE retrieval approach, as documented by Takala *et al.* (2011). This methodology merges satellite passive microwave radiometer measurements with data from ground-based synoptic weather stations, utilizing Bayesian non-linear iterative assimilation. Notably, the GlobSnow approach is effective primarily in areas with relatively flat and non-mountainous terrain. However, the H65 product overcomes this limitation by incorporating gap-filling techniques specifically tailored for mountainous regions, as outlined in the study conducted by Sorman and Beser (2013). Consequently, flat product (produced by Finish Meteorological Institute) and mountain product (produced by Turkish State Meteorological Service) are merged based on a mask (cf. Figure 2) to form a unified product.

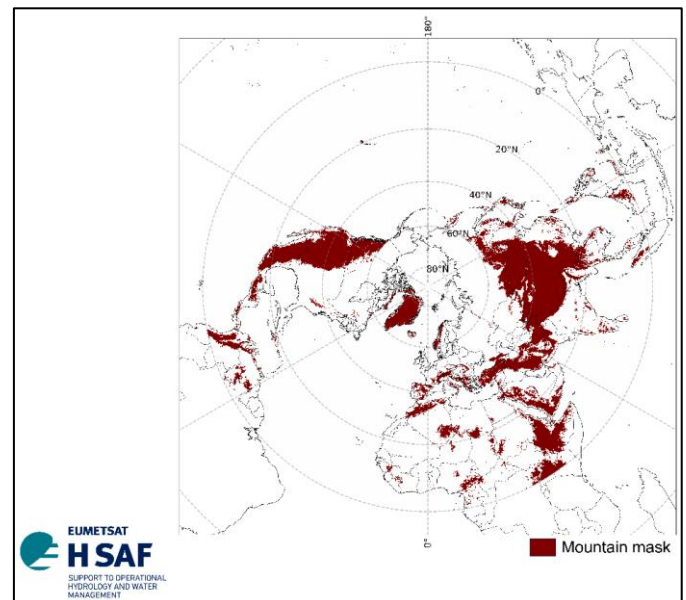


Figure 2. Mountain mask for H65 product

2.2 Reference datasets employed in the validation

2.2.1 In-situ snow depth data from TSMS

The validation process of the H65 product is accomplished by comparing it with *snow depth* (SD) measurements obtained from the ground observation network of TSMS. The validation spans the period from 1st of January 2021 to 31st of March 2021.

To ensure data quality, all available station observations acquired from *automated weather observing system* (AWOS) and *snowpack analyzer* (SPA) stations within the TSMS network underwent a thorough process of revision, correction, and filtering, aimed at minimizing any errors or inaccuracies present in the observation data. Due to various technical factors, such as inadequate maintenance, sensor malfunctions, interference from vegetation (e.g., grass), and other related issues, a subset of monitoring stations within our validation study may not be operationally reliable. Consequently, rigorous

quality assurance and filtering procedures, which entail meticulous assessment and validation of individual station data, including cross-referencing data from nearby stations, are undertaken. These procedures, executed by a custom MATLAB code, are designed to eliminate data of suboptimal quality or

data that is missing before the validation process commences. After the filtering process, 62 AWOS stations and 6 SPA stations were selected, resulting in a subset of 68 stations with 1184 reliable SD measurements. The locations of AWOS and SPA stations involved in the validation are shown in Figure 3.

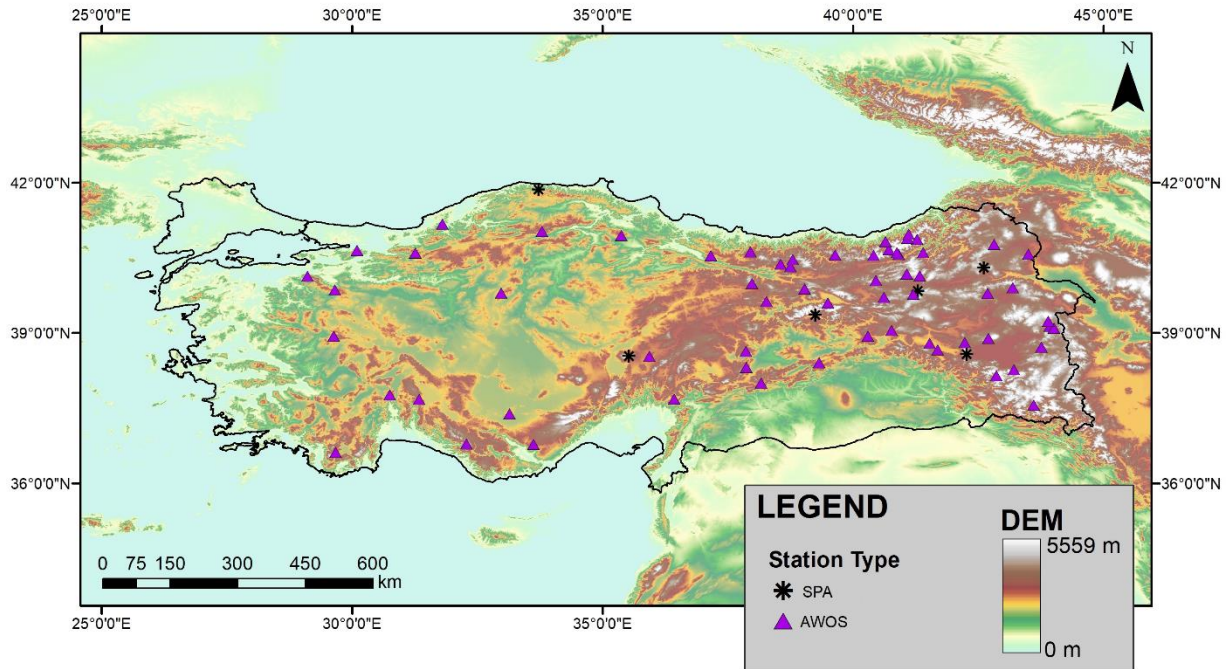


Figure 3. The locations of the AWOS and SPA stations used in the validation of H65 over Türkiye

These SD measurements were subsequently transformed into SWE values. When converting the in-situ snow SD measurements to SWE, the process involves using monthly average density values. These density values were acquired in previous field campaigns using snow pit measurements (Sorman and Beser, 2013), and they typically range from 0.25 g/cm^3 to 0.30 g/cm^3 .

In the process of validation, in-situ measurements are individually compared with the corresponding $25 \times 25 \text{ km}^2$ footprint of the H65 SWE product. Each in-situ measurement location's elevation is then compared with the median elevation value of the pixel where the measurement falls within its spatial extent. To ensure the validity of the comparison, weather stations with an elevation difference exceeding 400 meters from the pixel's median elevation value are excluded from the validation analysis. Since the H65 SWE product is specifically designed for dry snow conditions, the validation period is strategically chosen as January to March, a period where such conditions are prevalent.

2.2.2 The SNODAS SWE dataset over the conterminous U.S.

The evaluation of the H65 product's performance during the same period is also conducted using the daily 1-km gridded dataset available from 28th of September 2003 to present. The dataset encompasses snowpack properties, including SD and SWE, and originates from the NOAA National Weather Service's National Operational Hydrologic Remote Sensing Center (NOHRSC) SNOW Data Assimilation System (SNODAS) (<https://nsidc.org/data/g02158/versions/1>).

SNODAS integrates methods to ingest and downscale data from numerical weather prediction models, along with employing a physically-based, spatially-distributed energy and mass-balance snow model for simulating snow cover. Moreover, SNODAS incorporates procedures to assimilate diverse observations of snow-covered area and SWE from sources such as satellites, airborne platforms, and ground-based measurements (Webster and Fetterer, 2004). These estimates are instrumental in supporting hydrologic modeling and facilitating comprehensive analyses of snow-related phenomena (Webster and Fetterer, 2004). The assimilation methodology and other technical details regarding the dataset are provided in Carroll et al. (2001). The spatial domain of the 1-km gridded U.S. SWE data is shown in Figure 4.

As indicated in the product user manual (Webster and Fetterer, 2004), in some high-elevation areas, there are inaccurately high SWE values due to various factors, specifically, certain regions experience unrestricted snowpack growth in the SNODAS model because of insufficient mechanisms for snow removal, with sublimation being the sole means of loss. However, the model's sublimation processes might not effectively constrain the boundless snow accumulation. Additionally, these elevation zones lack observational data, and the SNODAS assimilation process does not incorporate mechanisms to regulate SWE estimates in these areas. Thus, these extreme SWE values are filtered and excluded from the analysis by the MATLAB subroutine specifically developed for the validation process. The reference SWE value for each valid H65 pixel is calculated by taking the mean of the 1-km U.S. SWE pixels inside the footprint of that H65 pixel.



Figure 4. The spatial coverage of the U.S. SWE dataset used in the validation

2.3 Evaluation metrics

The validation results over Türkiye and the U.S. are expressed in terms of the *root-mean-squared error* (RMSE), as given by the following expression:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (SWE_{Ref} - SWE_{H65})^2}{N}} \quad (1)$$

where SWE_{Ref} indicates either the in-situ SWE value at the corresponding location of ground station, or the SWE value obtained from the U.S. SWE dataset. SWE_{H65} is the SWE of the associated pixel in the H65 product, and N denotes the total number of observations.

In addition to RMSE, the validation outcomes are visualized through scatter plots. These plots display the average estimated SWE by H65 within specific 25 mm SWE intervals. These averages are compared against the corresponding mean of reference SWE values within the same 25 mm SWE intervals for each validation area. The plots also include standard deviation bars for context.

3. Results

3.1 Validation results over Türkiye

The validation results for the H65 product obtained from the in-situ SD data over Türkiye for the 2021 water year are given in Table 1. The characteristics of the SSMI/S instrument's penetration lead to distinct effects in the retrieval of SWE, causing overestimation in the case of shallow snow and underestimation for deeper snow accumulations. When the ground truth SWE surpasses the 150 mm mark, a consistent trend of underestimation becomes noticeable, exemplified in Figure 5 for the SWE range of 175-200 mm. This pattern is a typical behavior observed in the algorithm due to the saturation of radiometer signals with high SWE values. While an overestimation is apparent within the 150-175 mm SWE range, it's important to exercise caution in drawing definitive conclusions due to the limited availability of in-situ observations within this range.

Notably, the highest observed snow depth (SD) in 2021 was 88.76 cm, while the average SD across 68 stations stood at 21.46 cm. Moving on to the evaluation of performance, the overall RMSE encompassing January 2021 to March 2021 registers at 39.27 mm. Moreover, the RMSE values for each individual month are calculated as 39.92 mm for January, 39.33 mm for February, and 38.02 mm for March, respectively.

Table 1. H65 validation results for January 2021 – March 2021 over Türkiye

Range (mm)	H65 SWE (mm)	Ref. SWE (mm)	Std. Dev. (mm)	Mean Error (mm)	Data Count
0-25	0.30	32.64	1.42	-32.34	636
25-50	41.15	43.85	4.98	-2.70	20
50-75	65.37	60.34	7.75	5.03	59
75-100	88.36	74.79	6.19	13.57	177
100-125	111.98	97.57	7.16	14.41	188
125-150	133.38	108.36	6.08	25.02	99
150-175	153.00	101.03	3.21	51.97	1
175-200	185.25	195.74	8.98	-10.49	4

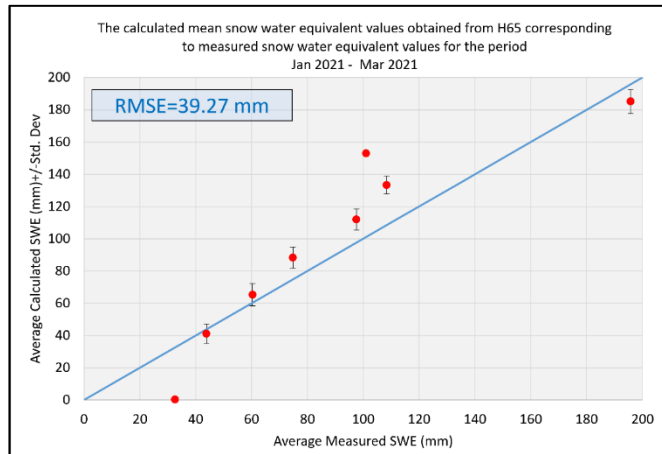


Figure 5. Average SWE of H65 in contrast to the average SWE derived from the in-situ dataset over Türkiye for January 2021 to March 2021

3.2 Validation Results over the U.S.

From a pool of 1,045,089 valid observations, the monthly RMSE metrics for January, February, and March of the year 2021 amount to 14.61 mm, 18.25 mm, and 12.77 mm, respectively (cf. Table 2). The overall RMSE of the H65 product is calculated as 15.19 mm.

As deduced from Table 2, the predominant dataset distribution is mainly concentrated within the interval of 0 to 25 mm SWE. Specifically, this encompasses 86.5% of the dataset. The visual representation given in Figure 6 depicts the H65 SWE dataset adhering closely to a consistent trajectory alongside the 1:1 reference line yet displaying a slight tendency to overestimate SWE values for intervals exceeding the 0 to 25 mm range.

Table 2. H65 validation results for January 2021 – March 2021 over the Conterminous U.S.

Range (mm)	H65 SWE (mm)	Ref. SWE (mm)	Std. Dev. (mm)	Mean Error (mm)	Data Count
0-25	1.26	4.12	4.40	-2.86	904 670
25-50	36.74	25.92	7.18	10.82	66 980
50-75	60.91	43.33	7.07	17.58	40 760
75-100	86.65	66.37	6.92	20.28	20 972
100-125	110.58	99.68	6.87	10.90	9778
125-150	134.42	120.96	6.23	13.47	2078
150-175	156.87	133.27	6.94	23.60	224
175-200	187.07	159.67	8.23	27.40	27

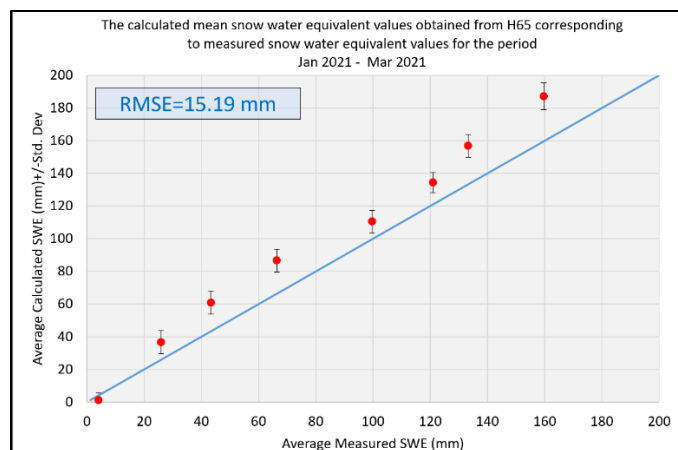


Figure 6. Average SWE of H65 in contrast to the average SWE derived from the 1-km U.S. SWE dataset for January 2021 to March 2021

This comprehensive evaluative analysis, spanning the expanse of the United States, stands as a compelling illustration aimed at appraising the performance attributes inherent to H65 SWE estimations. However, it is crucial to acknowledge that the reference data source employed in this study equally constitutes an assimilated SWE product, thereby inherently encompassing

certain intrinsic inaccuracies, as indicated in the corresponding product user manual (Webster and Fetterer, 2004).

4. Discussions and Conclusions

The validation of satellite-derived snow products is of vital significance in ensuring the reliability and accuracy of remote sensing data in snow hydrology studies. In this study, we have assessed the H SAF H65 SWE product's performance over two geographically diverse areas: Türkiye and the conterminous United States. Through the utilization of in-situ SD measurements for validation in Türkiye and the 1-km gridded SWE product of SNODAS for the U.S., we aimed to establish the fidelity of the H65 SWE estimates. The significance of validating satellite-derived snow products lies in their potential to underpin various applications, including water resource management, climate modeling, and hazard assessment. The H65 SWE product, offering continental-scale coverage, presents a valuable tool in these contexts. Encouragingly, our validation results demonstrate that the product user requirements are met over both Türkiye and the U.S.

However, the task of validating a snow product with coarse spatial resolution is not without challenges. One of the main challenges encountered in this validation pertains to the representativeness of point-based in-situ measurements across

the larger spatial footprint of a single pixel in the H65 SWE product. This is particularly evident in rugged mountainous regions, where the inherent variability of snow cover can be substantial even within a relatively small area. The elevation gradients, local topography, and microclimatic influences characteristic of such terrains can lead to discrepancies between point observations and the spatially integrated satellite measurements. The utilization of such point data as the sole validation reference for the H65 SWE product may therefore introduce uncertainties that require careful consideration. Another prominent challenge arises from the quest for suitable high-quality reference datasets, be they in-situ observations or alternative sources, as the 1-km gridded U.S. SWE dataset used in the study. The scarcity, spatial distribution, and temporal variability of such reference datasets require careful selection and calibration, increasing the complexity of the validation process. The gridded snow depth, snow water equivalent data set is needed for Türkiye, since the limited number of ground observations at high altitudes.

Furthermore, in the conterminous United States, the validation process encountered the challenge of reconciling the higher spatial resolution of the SNODAS gridded product with the coarser resolution of the H65 SWE estimates. The comparison of these datasets necessitates robust methodologies to ensure meaningful results, considering the potential biases introduced by the differences in spatial scales, as well as the intrinsic error sources of the model/satellite-derived reference datasets.

Our validation efforts produced compelling results, with an overall RMSE of 39.27 mm for Türkiye and a notably lower RMSE of 15.19 mm for the United States. These findings are of paramount importance, as they directly align with the product requirement thresholds, set at 40 mm for flat areas, thus establishing the H65 SWE product as a dependable resource for flat terrains in Türkiye. In the United States, where the RMSE is well below the threshold for flat areas, this product shines in terms of precision. Furthermore, in both regions, the product comfortably meets the requirement threshold for mountainous areas, set at 45 mm, underscoring its reliability for such complex terrains.

For broader-scale applications such as climate monitoring and hydrological modeling, the results may indeed be deemed satisfactory. These applications often encompass larger spatial scales, where the observed RMSE values fall within an acceptable range. The H65 SWE product's compliance with product requirement thresholds for both flat and mountainous areas in Türkiye and the United States reaffirms its viability for such purposes. Moreover, it's crucial to acknowledge that the H65 SWE product's performance could vary temporally and spatially. Seasonal variations and differences in terrain characteristics can influence the product's accuracy. Therefore, when considering the suitability of these results for specific applications, one must consider the particular context and spatial and temporal scales of the application.

In conclusion, this study contributes to the understanding of the H65 SWE product's performance across varying geographical contexts. The validation process underscores the necessity of accounting for the limitations inherent in both satellite products and ground-based observations. Future advancements in validation methodologies should consider

incorporating spatial disaggregation techniques and statistical analyses that account for the complexities of different landscapes. Such endeavors are important in enhancing the credibility of satellite-derived snow products and furthering their applicability in hydrological and environmental studies. In parallel, EUMETSAT H SAF's contributions in the field of satellite-derived snow products underline the importance of collaborative efforts in advancing scientific understanding. H SAF's quest to develop accurate and reliable snow products has provided a platform for multidisciplinary research and operational practices.

References

- Breen, C., Vuyovich, C., Odden, J., Hall, D., Prugh, L., 2023. Evaluating MODIS snow products using an extensive wildlife camera network. *Remote Sensing of Environment* 295, 113648.
- Carroll, T., Cline, D., Fall, G., Nilsson, A., Li, L., Rost, A., 2001. NOHRSC Operations and the Simulation of Snow Cover Properties for the Conterminous U.S. In, *The 69th Annual Meeting of the Western Snow Conference*, National Operational Hydrologic Remote Sensing Center, National Weather Service, NOAA, Minnesota, US.
- H-SAF_H13_PUM, 2018. Product User Manual (PUM) for product H13 – SN-OBS-4 Snow water equivalent by MW radiometry. <https://hsaf.meteoam.it/Products/Detail?prod=H13>, Accessed on 30 August 2023.
- Hall, D.K., Riggs, G.A., Salomonson, V.V., 1995. Development of Methods for Mapping Global Snow Cover Using Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer Data. *Remote Sensing of Environment* 54, 127-140.
- Kuter, S., Akyurek, Z., Weber, G.W., 2018. Retrieval of fractional snow covered area from MODIS data by multivariate adaptive regression splines. *Remote Sensing of Environment* 205, 236-252.
- Kuter, S., Karaman, Ç.H., Akpınar, M.B., Akyürek, Z., 2022. Validation of EUMETSAT H-SAF space-born snow water equivalent product (H13) for the 2020-2021 snow year over Turkey. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi* 8, 16-21.
- Margulis, S.A., Fang, Y., Li, D., Lettenmaier, D.P., Andreadis, K., 2019. The Utility of Infrequent Snow Depth Images for Deriving Continuous Space-Time Estimates of Seasonal Snow Water Equivalent. *Geophysical Research Letters* 46, 5331-5340.
- NSIDC, 2023. Summary of SMMR, SSM/I, and SSMIS Sensors http://rain.atmos.colostate.edu/FCDR/Archive_Docs/SSMIS_general/NOAA_STAR_SSMIS_TDR_CalVal_User_Manual.pdf, Accessed on 15 September 2023.
- Painter, T.H., Dozier, J., Roberts, D.A., Davis, R.E., Green, R.O., 2003. Retrieval of subpixel snow-covered area and grain size from imaging spectrometer data. *Remote Sensing of Environment* 85, 64-77.
- Painter, T.H., Rittger, K., McKenzie, C., Slaughter, P., Davis, R.E., Dozier, J., 2009. Retrieval of subpixel snow covered area, grain size, and albedo from MODIS. *Remote Sensing of Environment* 113, 868-879.
- Pulliaainen, J., 2006. Mapping of snow water equivalent and snow depth in boreal and sub-arctic zones by assimilating space-borne microwave radiometer data and ground-based

- observations. *Remote Sensing of Environment* 101, 257-269.
- Pullianen, J., Hallikainen, M., 2001. Retrieval of Regional Snow Water Equivalent from Space-Borne Passive Microwave Observations. *Remote Sensing of Environment* 75, 76-85.
- Saberi, N., Kelly, R., Flemming, M., Li, Q., 2020. Review of snow water equivalent retrieval methods using spaceborne passive microwave radiometry. *International Journal of Remote Sensing* 41, 996-1018.
- Sorman, A.U., Beser, O., 2013. Determination of snow water equivalent over the eastern part of Turkey using passive microwave data. *Hydrological Processes* 27, 1945-1958.
- Takala, M., Luojus, K., Pullianen, J., Derksen, C., Lemmetyinen, J., Kärnä, J.-P., Koskinen, J., Bojkov, B., 2011. Estimating northern hemisphere snow water equivalent for climate research through assimilation of space-borne radiometer data and ground-based measurements. *Remote Sensing of Environment* 115, 3517-3529.
- Tekeli, A.E., Akyürek, Z., Şorman, A.A., Şensoy, A., Şorman, Ü., 2005. Using MODIS snow cover maps in modeling snowmelt runoff process in the eastern part of Turkey. *Remote Sensing of Environment* 97, 216-230.
- Viviroli, D., Dürr, H.H., Messerli, B., Meybeck, M., Weingartner, R., 2007. Mountains of the world, water towers for humanity: Typology, mapping, and global significance. *Water Resources Research* 43.
- Webster, K., Fetterer, F., 2004. National Operational Hydrologic Remote Sensing Center. *Snow Data Assimilation System (SNODAS) Data Products at NSIDC, Version 1* [SWE]. Boulder, Colorado USA. https://nsidc.org/sites/default/files/g02158-v001-userguide_2_1.pdf, Accessed on 1 August 2023.



Yedigöller Milli Parkı, Kargalı Gölçük ve Göksu Tabiat Parklarındaki doğal sucul bitki türlerine yönelik tehditlerin belirlenmesi

Necmi Aksoy¹, Nihan Koçer^{2*}, Neval Güneş Özkan¹, Haldun Müderrisoğlu³, Engin Eroğlu³

¹ Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Düzce, Türkiye

² Düzce Üniversitesi, Ormancılık Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, Düzce, Türkiye

³ Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı, Düzce, Türkiye

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 24/05/2023

Kabul Tarihi: 12/10/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1301793>

* Sorumlu yazar:

nihankocer@duzce.edu.tr

ÖZ

Araştırma Makalesi

Bu çalışmanın amacı Bolu Yedigöller Milli Parkı ile Kargalı Gölçük ve Göksu Tabiat Parklarında bulunan sucul habitatlardaki bitki türlerinin izlenmesi ve tehditlerin belirlenmesidir. 2022 yılında yapılan arazi çalışmaları ile göller içerisinde ve kıyı alanlarında yayılış yapan doğal ve yabancı bitki taksonları belirlenmiştir. Yedigöller Milli Parkı'nda 25 familya ve 35 cinse ait 37 takson, Kargalı Gölçük Tabiat Parkı'nda 6 familya ve 6 cinse ait 8 takson, Göksu Tabiat Parkı'nda ise 12 familya ve 14 cinse ait 18 taksonun yayılış yaptığı teşhis edilmiştir. Vejetasyon analizi yapılarak bu bitki türlerinin oluşturduğu toplumlar Braun-Blanquet yöntemine göre belirlenmiştir. Yedigöller Milli Parkı'nda 3'ü sucul, 1'i kıyı-çamur ve 1'i riparian vejetasyona ait olmak üzere 5 toplum; Kargalı Gölçük Tabiat Parkı'nda sucul vejetasyona ait 1 toplum; Göksu Tabiat Parkı'nda 2'si sucul, 2'si kıyı çamur vejetasyona ait olmak üzere 4 bitki toplumu ortaya konmuştur. Bu toplumların yayılış yaptığı habitatlardaki biyolojik çeşitliliği tehdit eden muhtemel tehditler ve koruma önlemleri belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Akvatik, Bolu, flora, Göksu Tabiat Parkı, Kargalı Gölçük Tabiat Parkı, vejetasyon, Yedigöller Milli Parkı

Identification of threats to natural aquatic plant species in Yedigöller National Park, Kargalı Gölçük and Göksu Nature Parks

ABSTRACT

The aim of this study is to monitoring the plant species and to determine the threats in the aquatic habitats of Bolu Yedigöller National Park, Kargalı Gölçük, and Göksu Nature Parks. With the field studies carried out in 2022, natural and alien plant taxa spreading in the lakes and lake sides were determined. 37 taxa belonging to 25 families and 35 genera in Yedigöller National Park, 8 taxa belonging to 6 families and 6 genera in Kargalı Gölçük Nature Park, and 18 taxa belonging to 12 families and 14 genera in Göksu Nature Park were identified. Societies formed by these plant species were determined according to the Braun-Blanquet method 5 plant communities 3 in aquatic, 1 in coastal-mud and 1 in riparian vegetation in Yedigöller National Park; 1 community belonging to aquatic vegetation in Kargalı Gölçük Nature Park, and 4 plant communities 2 of which are aquatic and 2 belong to coastal mud vegetation In Göksu Nature Park have been revealed. Possible threats to biodiversity in the habitats where these communities spreading and protection measures have been identified.

Key Words: Aquatic, Bolu, flora, Göksu Nature Park, Kargalı Gölçük Nature Park, vegetation, Yedigöller National Park

Bu makaleye atf:

Koçer, N., Aksoy, N., Güneş Özkan, N., Müderrisoğlu, H., Eroğlu, E., 2023. Yedigöller Milli Parkı, Kargalı Gölçük ve Göksu Tabiat Parklarındaki doğal sucul bitki türlerine yönelik tehditlerin belirlenmesi. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(2), 41-55.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

1. Giriş

Sulak alan tiplerinden biri olan göller; birçok bitki ve hayvan türünün yaşama, barınma ve üremesi için doğal ortam sunmakla birlikte ekolojik ve sosyo-ekonomik değerleri yüksek habitatlardır. Göller ve çevreleri antropojenik kaynaklı baskı ve etkilere karşı çok hassas ekosistemlerdir. Atık sular, zararlı kimyasallar, ağır metaller ve organik maddeler gibi kirleticiler bu habitatlardaki su kalitesini bozar (Demir ve ark., 2019).

Sucul bitki örtüsünün bileşenlerinden biri olan makrofitler suluk ortamdaki besin zincirinin ilk halkası olan bitkisel protein kaynaklarıdır (Oğuz ve ark., 2019). Ancak bitki popülasyonlarındaki artış göl ekosistemlerindeki su hareketini ve ışık girişini azaltarak anaerobik koşullar yaratır ve tortuların hapsolmesine neden olur. Yüksek miktarlarda biyokütleinin ayrışması, ekosistemin besin dengesini değiştirerek ötrofikasyonu yoğunlaştırır. Rekabet yeteneği yüksek, yerli veya yabancı suluk bitkiler ötrofikasyonun yüksek olduğu alanlarda vejetatif olarak daha fazla çoğalarak istilacı duruma gelebilirler. Ayrıca yabancı bitki popülasyonlarının yerli türlerin yerini alarak suluk bitki örtüsü ve faunada çeşitliliğin azalmasına neden olduğu belirtilmektedir (Demir ve ark., 2019; Sala et al., 2000; Hrvnák, 2002; Sârbu et al., 2006; Xie et al., 2010; OEPP/EPPO, 2021; Kolada et al., 2022).

Yabancı türlerin biyolojik çeşitliliğe olumsuz etkilerini azaltabilmek için küresel anlamda bir yönetim anlayışı geliştirmek ve kontrolünü sağlamak gerekir (Latombe et al., 2017). Bunun için yabancı türlerin doğru bir şekilde tespit edilmesi, kayıt altına alınması ve aktif olarak izlenmesi gerekmektedir.

Bu çalışma ülkemizde rekreasyonel faaliyetlerin yoğun olarak yürütüldüğü Bolu Yedigöller Milli Parkı, Kargalı Gölcük Tabiat Parkı ve Göksu Tabiat Parkı'ndaki suluk ekosistem ve

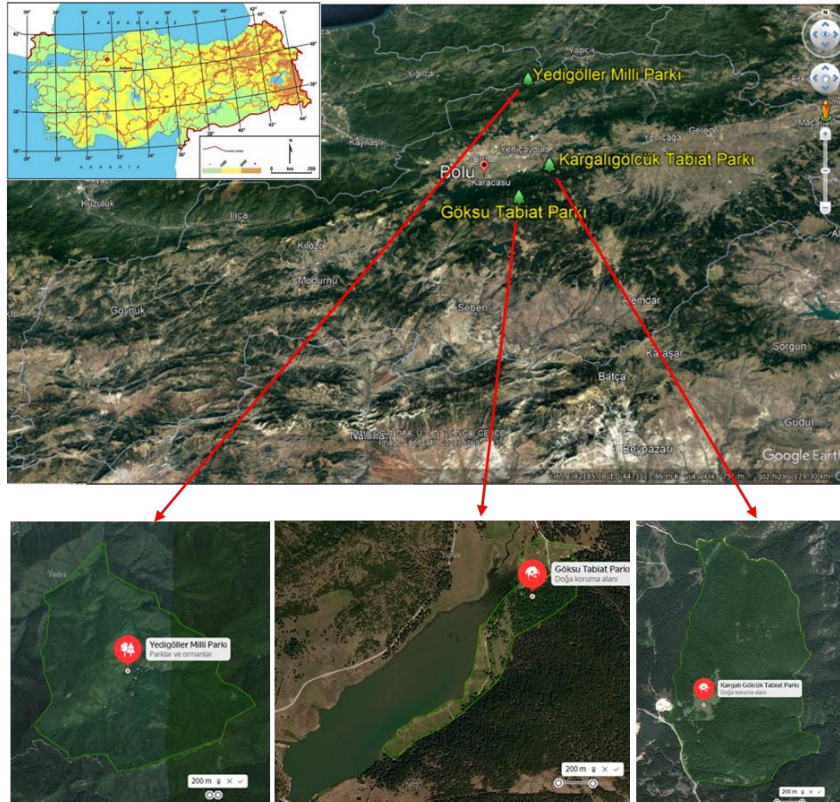
habitat alanlarındaki bitki türlerinin izlenmesi ve tehditlerin belirlenmesi amacı ile yapılmıştır. Göl habitatları rekreasyonel olarak yoğun kullanılan alanlar olduğundan antropojenik etkilere yüksek oranda maruz kalmaktadır. Söz konusu alanlarda rekreasyonel faaliyetlerin yabancı ve istilacı bitkilerin taşınmasındaki rolü ve etkilerinin belirlenmesi için risk analizi çalışmaları yapılmalı ve bu faaliyetler yapılan çalışmalardan elde edilecek sonuçlara göre düzenlenmelidir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Materyal

Yedigöller Milli Parkı, Bolu İl sınırları içerisinde, 900 m ortalama yükseklikte ve 40°50'41.80"K - 31°35'26.16"D koordinatlarında yer alan 1623,07 hektarlık bir alandır. 29.04.1965 tarihinde 6831 sayılı Orman Kanununun 25. Maddesi gereği Milli Park olarak ilân edilmiştir. Milli park bünyesinde Büyükgöl, Seringöl, Deringöl, Nazlıgöl, Küçükgöl, İncegöl ve Sazlıgöl olarak 7 göl vardır. Bu göller aralarında 100 m yükselti farkı bulunan iki plato üzerindedir (Milliparklar.gov.tr, 2020; ktb.gov.tr, 2022).

Ülkemizin 262, Bolu'nun 8 tabiat parkından biri Kargalı Gölcük Tabiat Parkı, diğeri ise Göksu Tabiat Parkı'dır. Bolu il merkezine 18 km uzaklıkta olan Kargalı Gölcük 156.51 ha büyüklüğe sahiptir. Göl ve etrafı Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından 17.04.2014 tarihinde tabiat parkı olarak ilan edilerek koruma altına alınmıştır. Bolu Göksu Tabiat Parkı ise 24.25 ha büyüklüğe sahiptir. Göl ve etrafı Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından 11.07.2011 tarihinde Tabiat parkı olarak ilan edilerek koruma altına alınmıştır (Tarım orman, 2022a; Tarım orman, 2022b), (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanlarının konumu ve sınırları (Google Earth, 2023; Yandex Maps, 2023)

Çalışma alanları P. H. Davis'in grid sistemine göre A3 karesi içerisinde yer alır. Fitocoğrafik bölgelere göre ise Avrupa-Sibirya Flora Alanı içerisinde yer alır.

Söz konusu alanlar orman ve göl peyzajlarının bütünleştiği doğal ve kültürel kaynak değerlerinin yanı sıra günübirlik kullanım alanlarıyla da ziyaretçilerin rekreasyonel kullanım taleplerini karşılayacak özelliklere sahiptir. Piknik, dinlenme, fotoğraf çekme, spor yapma ve kamp kurma, doğa yürüyüşü, bisiklete binme, olta balıkçılığı gibi çeşitli aktiviteler için kullanılmaktadırlar (Tarım orman, 2022a).

2.2. Yöntem

Çalışma alanlarında göl içerisinde bulunan istilacı ve yabancı türlerin belirlenmesi amacıyla 2022 yılı vejetasyon periyodunun başladığı Mart ayı başı ile sona erdiği Ekim ayı sonu arasında flora ve vejetasyon çalışmaları yürütülmüştür.

Araştırma materyali olarak çiçeksiz bitkiler (eğreltiler) ve çiçekli bitkilerin otsu taksonları toplanmıştır. Bu bitki örnekleri toplanırken teşhiste yardımcı olacak özelliklerine göre çiçek, meyve, tomurcuk, yaprak, gövde ve kök gibi organları taşımalarına dikkat edilmiştir. Sucul narin türler, su içindeki formlarına en yakın formda şekillendirilerek su içine daldırılan pres ve kurutma kartonu üzerine alınmış, Tarım ve Orman Bakanlığı'nın Biyolojik İzleme Tebliği'ne uygun olarak preslenmiştir (Resmigazete, 2019). Uygun teknikle kurutulan bitki örnekleri teşhis edilerek Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Herbaryumu (DUOF) koleksiyonuna eklenmiştir. Bitki taksonlarının familya, cins, tür ve tür altı kategorilerinin teşhislerinde çeşitli kaynaklardan yararlanılmıştır (Uluocak, 1984; Davis, 1965-1988; Davis et al., 1988; Altınayar, 1988; Rothmaler, 1991; Fiori, 1993; Seçmen ve Leblebici, 1997; Baytop, 1998; Güner ve ark., 2012). Floristik listede yer alan

Türkçe bitki adları ve yazım şekilleri için Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler) kaynağından (Güner ve ark., 2012) yararlanılmıştır.

Vejetasyon alımı için araştırma alanı ve yakın çevresinde yapılmış floristik çalışmalar ve benzer habitatlarda yapılan flora ve vejetasyon çalışmaları derlenmiştir (Altınayar ve Onursal, 1982; Seçmen ve Leblebici, 1991; Seçmen ve Leblebici, 1997; Akköz ve ark., 2000; İkinci ve Güner, 2007; Korkmaz ve Mumcu, 2013; Ersoy ve Turan, 2019). Araştırma alanında göl (sucul vejetasyon), göl çevresi (kıyı-çamur vejetasyonu) ve riparian olmak üzere toplam 32 adet örnek parsel alınmıştır. Örnek alanlar belirlenirken literatürde çeşitli bitki toplulukları için verilen genel minimal alan ölçüleriyle kıyaslanarak karar verilmiştir (Kılınç, 2005; Van der Maarel, 2005). Bunun sonucunda örnek alan büyüklükleri, araştırma alanlarında yer alan sucul vejetasyon için 2x2 m², göl çevresi (kıyı-çamur vejetasyonu) için 4x4 m² ve riparian vejetasyon için örnek alanların homojenliğinin sağlanabilmesi açısından bazı yerlerde 2x10 m², bazı yerlerde ise 10x15 m² olarak uygulanmıştır. Örnek parsel seçimleri ve vejetasyon çizelgelerinin hazırlanması Braun-Blanquet yöntemine göre yapılmıştır (Kılınç, 2005).

3. Bulgular

3.1 Floristik bulgular

2022 yılı vejetasyon döneminde, sucul habitatlar içerisinde yapılan arazi çalışmaları sonucunda Yedigöller Milli Parkı'nda 25 familya ve 34 cinsle ait 37 takson (Çizelge 1), Kargalı Gölcük Tabiat Parkı'nda 6 familya ve 6 cinsle ait 8 takson (Çizelge 2), Göksu Tabiat Parkı'nda ise 12 familya ve 14 cinsle ait 18 takson belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 1. Yedigöller Milli Parkı sucul (akuatik), riparian ve çamur vejetasyonu florası, Türkçe isimleri, fitocoğrafik bölgesi, habitatları

Familya ve Tür Adı	Türkçe Adı	Lokalite	Habitat	Doğal/ Yabancı	Fitocoğrafik Bölge
ADOXACEAE					
<i>Sambucus ebulus</i> L.	mürverotu	Sazlıgöl	riperian	Doğal	
<i>Sambucus nigra</i> L.	ağaçmürver	Deringöl	riperian	Doğal	
APIACEAE					
<i>Heracleum sphondylium</i> L. subsp. <i>ternatum</i> (Velen.) Brummitt	devesil	Deringöl	riperian	Doğal	Avrupa-Sibirya
<i>Chaerophyllum aureum</i> L.	sarılakotu	Deringöl	riperian	Doğal	
ARACEAE					
<i>Lemna minor</i> L.	sumercimeği	İncegöl	sucul	Doğal	
ASTERACEAE					
<i>Lapsana communis</i> L.	şebrek	Sazlıgöl	çamur	Doğal	Geniş yayılışlı
<i>Petasites hybridus</i> (L.) G.Gaertn., B.Mey. & Scherb.	kabalak	Sazlıgöl	çamur	Doğal	Avrupa-Sibirya
BETULACEAE					
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn. subsp. <i>glutinosa</i>	kızılağaç	Deringöl	çamur	Doğal	Avrupa-Sibirya
<i>Carpinus betulus</i> L.	gürgen	Sazlıgöl	çamur	Doğal	
BRASSICACEAE					
<i>Alliaria petiolata</i> (M.Bieb.) Cavara & Grande	sarımsakhardalı	Deringöl	riperian	Doğal	Geniş yayılışlı
CYPERACEAE					
<i>Carex remota</i> L.	nazlısaparna	Sazlıgöl	çamur	Doğal	Avrupa-Sibirya
<i>Carex pendula</i> Huds.	salkımsaparna	Sazlıgöl	çamur	Doğal	Avrupa-Sibirya
<i>Scirpus sylvaticus</i> L.	topakbedri	Deringöl	çamur	Doğal	Geniş yayılışlı
DRYOPTERIDACEAE					
<i>Dryopteris caucasica</i> (A.Br.) Fraser-Jenk. & Corley	kafkaspiluncu	Deringöl	riperian	Doğal	Geniş yayılışlı
EQUISETACEAE					
<i>Equisetum telmateia</i> Ehrh.	deredoruk	Sazlıgöl	çamur	Doğal	

Familya ve Tür Adı	Türkçe Adı	Lokalite	Habitat	Doğal/ Yabancı	Fitocoğrafik Bölge
ERICACEAE					
<i>Rhododendron ponticum</i> L.	kumar	Deringöl	çamur	Doğal	
FABACEAE					
<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Desr.	kokuluyonca	Deringöl		Doğal	
FAGACEAE					
<i>Fagus orientalis</i> Lipsky	kayın	Sazlıgöl	riperian	Doğal	Avrupa-Sibirya
GERANIACEAE					
<i>Geranium robertianum</i> L.	helilok	Deringöl	riperian	Doğal	Geniş yayılışlı
<i>Juncus effusus</i> L.	cilotu	Sazlıgöl	çamur	Doğal	
ONAGRACEAE					
<i>Circaea lutetiana</i> L.	kankurutan	Deringöl	riperian	Doğal	Geniş yayılışlı
ORCHIDACEAE					
<i>Cephalanthera rubra</i> (L.) Rich.	çamçiçeği	Sazlıgöl	çamur	Doğal	Geniş yayılışlı
PINACEAE					
<i>Abies nordmanniana</i> subsp. <i>equi-trojani</i> (Asc.&Sint. ex Boiss.) Coode&Cullen	kazdağığöknarı	Deringöl	riperian	Doğal	
PLANTAGINACEAE					
<i>Callitriche brutia</i> Petagna	aldilbersaçı	Nazlıgöl	sucul	Doğal	
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L.	sugedemesi	Deringöl	çamur	Doğal	
<i>Veronica beccabunga</i> L.	atteresi	Büyükgöl/ Nazlıgöl	sucul	Doğal	Geniş yayılışlı
POLYGONACEAE					
<i>Rumex obtusifolius</i> subsp. <i>subalpinus</i> (Schur) Celak.	kökükızıl	Deringöl/ Sazlıgöl	çamur	Doğal	Geniş yayılışlı
PRIMULACEAE					
<i>Lysimachia verticillaris</i> Spreng.	hilalkargaotu	Sazlıgöl	çamur	Doğal	Avrupa-Sibirya
RANUNCULACEAE					
<i>Ranunculus peltatus</i> Schrank	suyağlıcanağı	Deringöl	riperian	Doğal	
ROSACEAE					
<i>Geum urbanum</i> L.	meryemotu	Sazlıgöl	sucul	Doğal	Avrupa-Sibirya
<i>Rubus hirtus</i> Waldst. & Kit.	tüntürük	Sazlıgöl/ Deringöl	çamur	Doğal	Avrupa-Sibirya
<i>Rosa canina</i> L.	kuşburnu	Sazlıgöl	çamur	Doğal	
<i>Sorbus torminalis</i> (L.) Crantz	pitlicen	Deringöl	riperian	Doğal	
SALICACEAE					
<i>Salix alba</i> L.	aksöğüt	Sazlıgöl	riperian	Doğal	Avrupa-Sibirya
<i>Populus tremula</i> L.	titrekkavak	Sazlıgöl	riperian	Doğal	Avrupa-Sibirya
SAPINDACEAE					
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	dağakçaağacı	Sazlıgöl	riperian	Doğal	Avrupa-Sibirya
SAXIFRAGACEAE					
<i>Saxifraga cymbalaria</i> L.	sarıtaşkıran	Deringöl	riperian	Doğal	
URTICACEAE					
<i>Urtica dioica</i> L.	ısırgan	Sazlıgöl	çamur	Doğal	Avrupa-Sibirya

Çizelge 2. Kargalı Gölcük Tabiat Parkı sucul, riparian ve çamur vejetasyonu florası, Türkçe isimleri, fitocoğrafik bölgesi, habitatları

Familya ve Tür Adı	Türkçe Adı	Habitat	Doğal/ Yabancı	Fitocoğrafik Bölge
ALISMATACEAE				
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	çakalkulağı	sazlık	Doğal	Avrupa-Sibirya
ARACEAE				
<i>Lemna minor</i> L.	sumercimeği	sucul	Doğal	
CYPERACEAE				
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem.&Schult.	delisaz	çamur	Doğal	Geniş yayılışlı
PLANTAGINACEAE				
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L.	sugedemesi	çamur	Doğal	
<i>Veronica gentianoides</i> Vahl	kandilçiçeği	çamur	Doğal	Avrupa-Sibirya
POTAMOGETONACEAE				
<i>Potamogeton natans</i> L.	suotu	sucul	Doğal	
RANUNCULACEAE				
<i>Ranunculus peltatus</i> Schrank	suyağlıcanağı	riperian	Doğal	
<i>Ranunculus repens</i> L.	tiktakdana	çamur	Doğal	Geniş yayılışlı

Çizelge 3. Göksu Tabiat Parkı sucul, çamur ve çayır vejetasyonu florası, Türkçe isimleri, fitocoğrafik bölgesi, habitatları

Familya ve Tür Adı	Türkçe Adı	Habitat	Doğal/ Yabancı	Fitocoğrafik Bölge
ALISMATACEAE				
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	çakalkulağı	sazlık	Doğal	Avrupa-Sibirya
APIACEAE				
<i>Anthriscus nemorosa</i> (M.Bieb.) Spreng.	peçek	çayır	Doğal	
ARACEAE				
<i>Lemna minor</i> L.	sumercimeği	sucul	Doğal	
ASTERACEAE				
<i>Cyanus triumfettii</i> (All.) Dostál ex Á.Löve & D.Löve	delikapele	çayır	Doğal	Geniş yayılışlı
<i>Hieracium oblongum</i> Jord.	beyşahinotu	sucul	Doğal	Avrupa-Sibirya
BORAGINACEAE				
<i>Myosotis ramosissima</i> Rochel subsp. <i>ramosissima</i>	kuşgözü	çayır	Doğal	
CYPERACEAE				
<i>Carex nigra</i> subsp. <i>nigra</i> (L.) Reichard	dağayakotu	çamur	Doğal	Avrupa-Sibirya
<i>Carex acuta</i> L.	bataklıksazı	çamur	Doğal	Avrupa-Sibirya
<i>Carex spicata</i> Huds.	ekinayakotu	çamur	Doğal	Avrupa-Sibirya
<i>Carex pseudocyperus</i> L.	üçsazotu	çamur	Doğal	Avrupa-Sibirya
EQUISETACEAE				
<i>Equisetum arvense</i> L.	atkuyruğu	sazlık	Doğal	
HYDROCHARITACEAE				
<i>Elodea nuttallii</i> (Planch.) H.St.John	elodea	sucul	Yabancı	
<i>Elodea canadensis</i> Michx.	elodea	sucul	Yabancı	
IRIDACEAE				
<i>Iris pseudacorus</i> L.	bataksüseni	sucul	Doğal	
RANUNCULACEAE				
<i>Ranunculus illyricus</i> L. subsp. <i>illyricus</i>	gümüşdüğünçiçeği	çayır	Doğal	
ROSACEAE				
<i>Alchemilla compactilis</i> Juz.	aslanpençesi	sucul	Doğal	
<i>Geum rivale</i> L.	mübarekotu	çayır	Doğal	
RUBIACEAE				
<i>Galium palustre</i> L.	suiplikçiği	sazlık	Doğal	Avrupa-Sibirya

3.2 Vejetasyon bulguları

3.2.1 Yedigöller Milli Parkı

3.2.1.1 Su içi vejetasyonu (Köklü yüzen tatlı su toplulukları)

Bu vejetasyon tipi; su üstünde yüzen ve suya batık durumda olup kök veya rizomlarıyla zemin çamuruna tutunmuş halde yaşayan sucul bitkilerden oluşmuştur. Bolu Yedigöller'deki Deringöl, Nazlıgöl, İncegöl ve Sazlıgöl'de yayılış gösteren bu vejetasyon tipine ait bitki toplulukları, sintaksonomik bakımdan Potamogetonetea Klika in Klika et Novák 1941 (Mucina et al., 2016) ve Lemneta Tüxen ex O. Bolòs & Masclans 1955 (Korkmaz ve Mumcu, 2013) sınıflarına dahil edilmiştir.

3.2.1.1.1 *Potamogeton natantis* Hild (1959) (*Potamogeton natans* toplumu)

Sekiz örnek alanla temsil edilen toplumda taksonun örnek alanlardaki örtüş derecesi % 50-100 arasında değişmektedir. Toplumda *Potamogeton natans* baskın türdür. Fitososyolojik strüktüründe iştirakçi herhangi bir takson bulunmamaktadır. Dolayısı ile bu alanlarda bu taksonun saf toplum oluşturduğu görülmektedir (Şekil 2), (Çizelge 4).



Şekil 2. *Potamogeton natantis* (*Potamogeton natans* Toplumu)

Çizelge 4. *Potamogeton natantis* Hild (1959) (*Potamogeton natans* Toplumu)

Örnek Alan No	61	62	63	64	65	50	51	56			
Örnek Alan Genişliği (m ²)	4	4	4	4	4	4	4	4			
Yükseklik (m)	907	907	907	907	907	835	835	835			
Bakı	-	-	-	-	-	-	-	-			
Eğim (%)	0	0	0	0	0	0	0	0			
Ot Katının Genel Görünüşü (%)	50	65	60	60	60	100	100	100	Bulunma	Bulunma (%)	Bulunma Sınıfı
Takson Sayısı	1	1	1	1	1	1	1	1			
Birliğin Muhtemel Karakter ve Ayırt Edici Türleri											
<i>Potamogeton natans</i>	3	4	4	4	2	5	5	5	8	100	V

3.2.1.1.2 *Lemnetum minoris* Oberdorfer ex Müller & Görs (1960) (*Lemna minor* toplumu)

Sekiz örnek alanla temsil edilen toplumda taksonun örnek alanlardaki örtüş derecesi % 5-100 arasında değişmektedir. Örnek alanların birçoğunda %95 ve üzeri örtüşe sahipken 2 örnek alanda düşük örtüş oranı ile bulunmaktadır (%5-15). Toplumda *Lemna minor* baskın türdür. Bazı alanlarda saf toplum oluştururken bazı alanlarda bitki toplumuna *Potamogeton natans*, *Salix alba*, *Petasites hybridus*, *Carex remota*, *Geum urbanum*, *Urtica dioica*, *Juncus effusus*, *Equisetum telmateia* iştirakçi türler olarak katılmaktadır (Şekil 3), (Çizelge 5).

**Şekil 3.** *Lemnetum minoris* (*Lemna minor* Toplumu)**Çizelge 5.** *Lemnetum minoris* Oberdorfer ex Müller & Görs (1960) (*Lemna minor* Toplumu)

Örnek Alan No	34	35	47	41	42	43	44	45			
Örnek Alan Genişliği (m ²)	4	4	16	4	4	36	36	4			
Yükseklik (m)	943	943	907	907	907	835	835	835			
Bakı	-	-	-	-	-	-	-	-			
Eğim (%)	0	0	0	0	0	0	0	0			
Ot Katının Genel Görünüşü (%)	5	15	95	100	100	100	100	100	Bulunma	Bulunma (%)	Bulunma Sınıfı
Takson Sayısı	1	1	4	1	1	7	3	2			
Birliğin Muhtemel Karakter ve Ayırt Edici Türleri											
<i>Lemna minor</i>	1	2	3	5	5	5	5	5	8	100	V
İştirakçiler											
<i>Potamogeton natans</i>	0	0	0	0	0	2	1	2	3	38	II
<i>Salix alba</i>	0	0	0	0	0	4	4	0	2	25	II
<i>Petasites hybridus</i>	0	0	3	0	0	+	0	0	2	25	II
<i>Carex remota</i>	0	0	0	0	0	+	0	0	1	13	I
<i>Geum urbanum</i>	0	0	0	0	0	+	0	0	1	13	I
<i>Urtica dioica</i>	0	0	0	0	0	+	0	0	1	13	I
<i>Juncus effusus</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	1	13	I
<i>Equisetum telmateia</i>	0	0	+	0	0	0	0	0	1	13	I

3.2.1.1.3 *Lemno-Potamogeton* (*Lemna minor* - *Potamogeton natans* toplumu)

On örnek alanla temsil edilen toplumda taksonların örnek alanlardaki örtüş derecesi % 60-100 arasında değişmektedir.

Toplumda *Lemna minor* ve *Potamogeton natans* baskın türlerdir. Toplumda iştirakçi herhangi bir tür bulunmamaktadır (Şekil 4), (Çizelge 6).



Şekil 4. Lemno-Potametum (Lemna minor - Potamogeton natans Toplumu)

Çizelge 6. Lemno-Potametum (Lemna minor - Potamogeton natans Toplumu)

Örnek Alan No	46	36	37	38	39	40	52	53	54	55			
Örnek Alan Genişliği (m ²)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			
Yükseklik (m)	927	927	927	927	927	927	835	835	835	835			
Bakı	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Eğim (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Ot Katının Genel Görünüşü (%)	80	60	100	100	100	100	100	60	100	100			
Takson Sayısı	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	Bulunma	Bulunma (%)	Bulunma Sınıfı
Birliğin Muhtemel Karakter ve Ayırt Edici Türleri													
<i>Lemna minor</i>	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	10	100	V
<i>Potamogeton natans</i>	3	3	3	4	3	4	3	1	3	4	10	100	V

3.2.1.2 Kıyı- çamur vejetasyonu

Bu vejetasyon tipi akarsu ve göl kenarları ile bataklıklardaki su derinliği fazla olmayan habitatlarda gelişir. Bitkiler sürekli veya periyodik olarak su altında kalan toprağa yani çamura tutunmaktadır (helofit). Bolu Yedigöller'deki Sazlıgöl ve Deringöl'de yayılış gösteren kıyı-çamur vejetasyon tipi sintaksonomik olarak, PHRAGMITO-MAGNOCARICETEA Klika in Klika & Novák 1941 sınıfına dahil edilmiştir (Korkmaz ve Mumcu, 2013).

3.2.1.2.1 *Urtico-Petasitetum* (*Urtica dioica*-*Petasites hybridus* toplumu)

Bu toplum üç örnek alanla temsil edilmektedir. Taksonun örnek alanlardaki örtüş derecesi % 60-80 arasında değişmektedir. Toplumda *Petasites hybridus* ve *Urtica dioica* baskın türlerdir. Bitki toplumuna *Rubus hirtus*, *Sambucus ebulus*, *Rumex obtusifolius* subsp. *subalpinus*, *Plantago major*, *Carex remota*, *Carpinus betulus*, *Salix alba*, *Fagus orientalis*, *Alnus glutinosa*, *Lemna minor*, *Cephalanthera rubra*, *Lapsana communis* gibi iştirakçiler katılmaktadır (Şekil 5), (Çizelge 7).



Şekil 5. *Urtico-Petasitetum* (*Urtica dioica*-*Petasites hybridus* Toplumu)

Çizelge 7. Urtico-Petasitetum Birliği (Urtica dioica-Petasites hybridus Toplumu)

Örnek Alan No	48	49	57			
Örnek Alan Genişliği (m2)	20	20	150			
Yükseklik (m)	927	927	835			
Bakı	-	-	-			
Eğim (%)	0	0	0			
Ot Katının Genel Görünüşü (%)	70	60	80			
Takson Sayısı	14	8	16	Bulunma	Bulunma (%)	Bulunma Sınıfı
Birliğin Muhtemel Karakter ve Ayırt Edici Türleri						
<i>Petasites hybridus</i>	2	3	3	3	100	V
<i>Urtica dioica</i>	2	3	r	3	100	V
İştirakçiler						
<i>Rubus hirtus</i>	1	0	+	2	67	IV
<i>Sambucus ebulus</i>	2	1	0	2	67	IV
<i>Rumex obtusifolius</i> subsp. <i>subalpinus</i>	0	+	1	2	67	IV
<i>Plantago major</i>	0	1	+	2	67	IV
<i>Carex remota</i>	0	2	+	2	67	IV
<i>Carpinus betulus</i>	1	0	0	1	33	II
<i>Salix alba</i>	+	0	0	+	33	II
<i>Fagus orientalis</i>	+	0	0	1	33	II
<i>Alnus glutinosa</i>	0	0	4	1	33	II
<i>Lemna minor</i>	0	2	0	1	33	II
<i>Cephalanthera rubra</i>	r	0	0	1	33	II
<i>Lapsana communis</i>	r	0	0	1	33	II
<i>Lysimachia verticillaris</i>	0	+	0	1	33	II
<i>Ranunculus peltatus</i>	0	0	1	1	33	II
<i>Sambucus nigra</i>	0	0	2	1	33	II
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	0	0	+	1	33	II
<i>Saxifraga cymbalaria</i>	0	0	2	1	33	II
<i>Chaerophyllum aureum</i>	0	0	1	1	33	II
<i>Heracleum sphondylium</i>	0	0	2	1	33	II
<i>Alliaria petiolata</i>	0	0	+	1	33	II
<i>Circaea lutetiana</i>	0	0	+	1	33	II
<i>Geranium robertianum</i>	0	0	1	1	33	II
<i>Juncus effusus</i>	1	0	0	1	33	II
<i>Equisetum telmateia</i>	3	0	0	1	33	II
<i>Populus tremula</i>	1	0	0	1	33	II
<i>Acer pseudoplatanus</i>	2	0	0	1	33	II
<i>Rosa canina</i>	1	0	0	1	33	II

3.2.1.3 Riparian vejetasyonu

Akarsuların getirdiği sedimentlerle, riparian alanlar denilen nehir kenarlarında geliştiği gibi, mevsimsel olarak su baskınlarının görüldüğü göl çevrelerinde de yayılış gösteren bir vejetasyon tipidir. Bolu Yedigöller'deki Deringöl'de yayılış gösteren riparian vejetasyon sintaksonomik olarak, SALICI PURPUREAE-POPULETEA NIGRAE (Rivas-Martínez & Cantó ex Rivas-Martínez, Bäscones, T.E. Díaz, Fernández-González & Loidi 1991) Rivas-Martínez et al., 2001'atfen (Korkmaz ve Mumcu, 2013) sınıfına dahil edilmiştir.

3.2.1.3.1 Alno glutinosi-Fagetum orientalis (Alnus glutinosa-Fagus orientalis Toplumu):

Bu toplum üç örnek alanla temsil edilmektedir. Taksonun örnek alanlardaki örtüş derecesi %95'tir. Toplumda *Fagus orientalis* ve *Alnus glutinosa* baskın türlerdir. Bitki toplumuna *Carex pendula*, *Scirpus sylvaticus*, *Rhododendron ponticum*, *Carex remota* gibi iştirakçiler katılmaktadır (Şekil 6), (Çizelge 8).



Şekil 6. *Alno glutinosi-Fagetum orientalis* (*Alnus glutinosa-Fagus orientalis* Toplumu)

Çizelge 8. *Alno glutinosi-Fagetum orientalis* (*Alnus glutinosa-Fagus orientalis* Toplumu)

Örnek Alan No	58	59	60			
Örnek Alan Genişliği (m ²)	150	150	150			
Yükseklik (m)	835	835	835			
Bakı	-	-	-			
Eğim (%)	0	0	0			
Ot Katının Genel Görünüşü (%)	95	95	95			
Takson Sayısı	8	7	8	Bulunma	Bulunma (%)	Bulunma Sınıfı
Birliğin Muhtemel Karakter ve Ayırt Edici Türleri						
<i>Fagus orientalis</i>	5	5	5	3	100	V
<i>Alnus glutinosa</i>	2	2	3	3	100	V
<i>Rubus hirtus</i>	0	+	2	2	67	IV
İştirakçiler						
<i>Carex pendula</i>	1	+	+	3	100	V
<i>Scirpus sylvaticus</i>	1	1	+	3	100	V
<i>Rhododendron ponticum</i>	0	1	3	2	67	IV
<i>Carex remota</i>	1	0	0	1	33	II
<i>Carpinus betulus</i>	0	0	2	1	33	II
<i>Sorbus torminalis</i>	+	0	0	1	33	II
<i>Melilotus officinalis</i>	1	0	0	1	33	II
<i>Galium rotundifolium</i>	+	0	0	1	33	II
<i>Abies nordmanniana</i> subsp. <i>equitrojani</i>	0	2	0	1	33	II
<i>Dryopteris caucasica</i>	0	0	+	1	33	II

3.2.2 Kargalı Gölçük Tabiat Parkı

3.2.2.1 Su içi vejetasyonu

Bu vejetasyon tipi; su üstünde yüzen ve suya batık durumda olup kök veya rizomlarıyla zemin çamuruna tutunmuş halde yaşayan sucul bitkilerden oluşmuştur. Bolu Kargalı Gölçük Tabiat Parkı'nda yayılış gösteren bu vejetasyon tipine ait bitki toplulukları, sintaksonomik bakımdan POTAMOGETONETEA Klika in Klika et Novák 1941 (Mucina et al., 2016) sınıfına dahil edilmiştir

3.2.2.1.1 *Potametum natantis* Hild (1959) (*Potamogeton natans* toplumu)

On bir örnek alanla temsil edilen toplumda taksonların örnek alanlardaki örtüş derecesi % 90-100 arasında değişmektedir. Toplumda *Potamogeton natans* baskın türdür. Bazı alanlarda *Lemma minor* ile birlikte baskın halde bulunurken, bazı alanlarda bitki toplumu, *Glyceria notata*, *Eleocharis palustris*, *Alisma plantago-aquatica* ve *Typha latifolia* iştirakçi türler olarak katılmaktadır (Şekil 7), (Çizelge 9).



Şekil 7. *Potametum natantis* (*Potamogeton natans* Toplumu)

Çizelge 9. *Potametum natantis* Hild (1959) (*Potamogeton natans* Toplumu)

Örnek Alan No	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
Örnek Alan Genişliği (m ²)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			
Yükseklik (m)	1550	1550	1550	1550	1550	1550	1550	1550	1550	1550	1550			
Bakı	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Eğim (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Ot Katının Genel Görünüşü (%)	100	95	90	100	100	95	100	95	100	100	90			
Takson Sayısı	3	2	3	1	2	2	3	2	2	3	3			
												Bulumma	Bulumma (%)	Bulumma Sınıfı
Birliğin Muhtemel Karakter ve Ayırt Edici Türleri														
<i>Potamogeton natans</i>	3	4	4	5	4	5	4	5	5	3	3	11	100	V
İştirakçiler														
<i>Lemna minor</i>	1	2	2	0	2	1	2	1	1	2	2	10	91	V
<i>Glyceria notata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	18	I
<i>Eleocharis palustris</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9	I
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9	I
<i>Typha latifolia</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	9	I

3.2.3. Göksu Tabiat Parkı

3.2.3.1 Su içi vejetasyonu

Bu vejetasyon tipi; su üstünde yüzen ve suya batık durumda olup kök veya rizomlarıyla zemin çamuruna tutunmuş halde yaşayan sucul bitkilerden oluşmuştur. Bu vejetasyon tipine ait Göksu Tabiat Parkı'nda yayılış gösteren bitki toplulukları, sintaksonomik bakımdan POTAMOGETONETEA Klika in Klika et Novák 1941 (Mucina et al., 2016) ve LEMNETEA Tüxen ex O. Bolòs & Masclans 1955, sınıflarına dahil edilmiştir (Korkmaz ve Mumcu, 2013).

3.2.3.1.1 Lemno-Potametum (*Lemna minor* - *Potamogeton natans* toplumu)

Beş örnek alanla temsil edilen toplumda taksonların örnek alanlardaki örtüş derecesi % 90-100 arasında değişmektedir. Toplumda *Potamogeton natans* ve *Lemna minor* baskın

türlerdir. Bitki toplumuna, *Elodea canadensis* ve *Polygonum amphibium* iştirakçi türler olarak katılmaktadır (Şekil 8), (Çizelge 10).



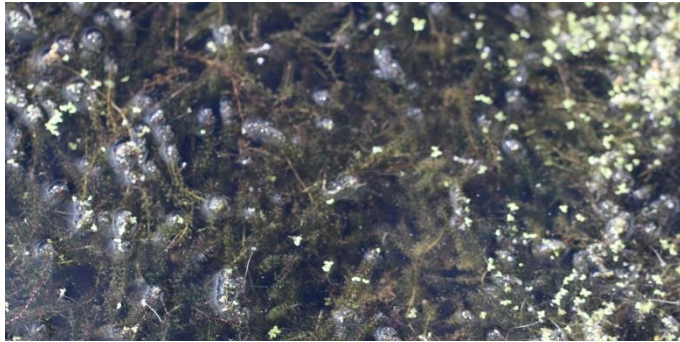
Şekil 8. *Lemno-Potametum* (*Lemna minor*-*Potamogeton natans* Toplumu)

Çizelge 10. *Lemno-Potametum (Lemna minor-Potamogeton natans Toplumu)*

Örnek Alan No	25	26	27	28	29			
Örnek Alan Genişliği (m ²)	4	4	4	4	4			
Yükseklik (m)	1350	1350	1350	1350	1350			
Bakı	-	-	-	-	-			
Eğim (%)	0	0	0	0	0			
Ot Katının Genel Görünüşü (%)	100	100	100	90	90	Bulunma	Bulunma (%)	Bulunma Sınıfı
Takson Sayısı	2	2	2	3	3			
Birliğin Muhtemel Karakter ve Ayırt Edici Türleri								
<i>Potamogeton natans</i>	2	5	5	4	4	5	100	V
<i>Lemna minor</i>	4	4	4	4	3	5	100	V
İştirakçiler								
<i>Elodea canadensis</i>	0	0	0	0	2	1	20	I
<i>Polygonum amphibium</i>	0	0	0	+	0	1	20	I

3.2.3.1.2 Elodeetum canadensis Eggler (1933) (Elodea canadensis toplumu)

Dört örnek alanla temsil edilen toplumda taksonların örnek alanlardaki örtüş derecesi % 95-100 arasında değişmektedir. Toplumda *Elodea canadensis* ve *Elodea nuttallii* baskın türlerdir. Bitki toplumuna *Lemna minor*, *Equisetum arvense*, *Alisma plantago-aquatica* ve *Polygonum amphibium* iştirakçi türler olarak katılmaktadır (Şekil 9), (Çizelge 11).

**Şekil 9.** *Elodeetum canadensis (Elodea canadensis Toplumu)***Çizelge 11.** *Elodeetum canadensis Eggler (1933) (Elodea canadensis Toplumu)*

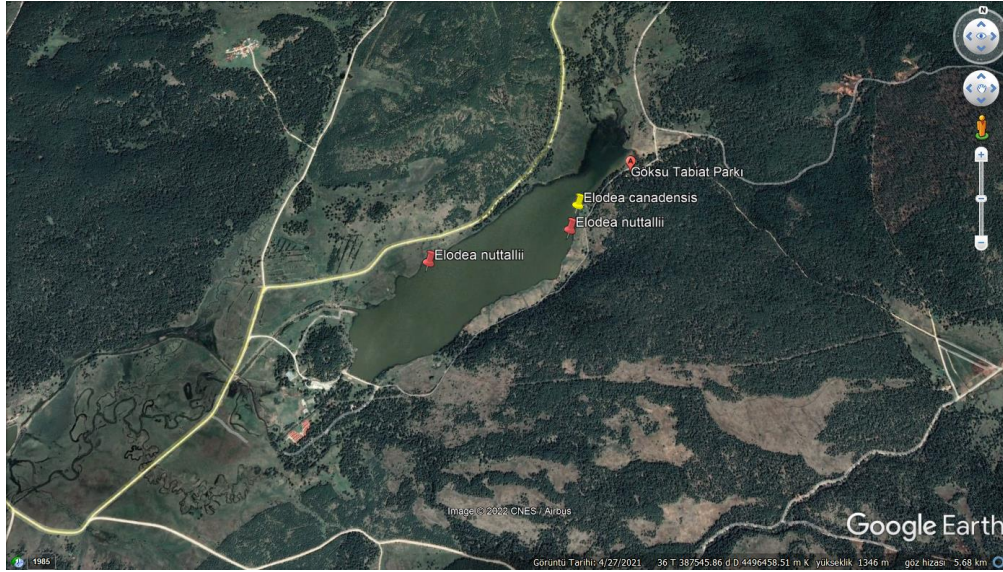
Örnek Alan No	30	31	32	33			
Örnek Alan Genişliği (m ²)	4	4	4	4			
Yükseklik (m)	1350	1350	1350	1350			
Bakı	-	-	-	-			
Eğim (%)	0	0	0	0			
Ot Katının Genel Görünüşü (%)	95	95	100	95	Bulunma	Bulunma (%)	Bulunma Sınıfı
Takson Sayısı	3	4	6	4			
<i>Elodea canadensis</i>	5	4	2	+	4	100	V
<i>Elodea nuttallii</i>	1	+	1	+	4	100	V
İştirakçiler							
<i>Polygonum amphibium</i>	1	1	1	0	3	75	IV
<i>Lemna minor</i>	0	3	1	1	3	75	IV
<i>Equisetum arvense</i>	0	0	4	4	2	50	III
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	0	0	+	0	1	25	II

Elodeetum canadensis (Elodea canadensis Toplumu), Göksu Tabiat parkı için yabancı bitki toplumdur. Özellikle kıyıya yakın alanlarda daha baskın duruma geçmiştir.

Bu bitki toplumu içerisinde Türkiye florası için yeni bir istilacı makrofit bitki türü olan *Elodea nuttallii* (Planch.) H.St.John tanımlanarak, kaydı gerçekleştirilmiştir (Güneş Özkan et al., 2022), (Şekil 10, 11 ve 12).

**Şekil 10.** *Elodea nuttallii* habitusu**Şekil 11.** *Elodea nuttallii* ve *Elodea canadensis*'in DUOF Herbariyumu Kayıtları**DUOF Herbariyumu Kaydı:**

TÜRKİYE: A3-Bolu: Göksu Tabiat Parkı, 1350 m yüksekliğinde, göl yüzeyinde, 09.06.2022, Leg.: N. Aksoy (8499), N. Güneş Özkan & N. Koçer, Det. N. Aksoy, N. Güneş Özkan & N. Koçer.



Şekil 12. *Elodea nuttallii* ve *Elodea canadensis* 'in yayılışları

3.2.3.2 Kıyı-çamur vejetasyonu

Bu vejetasyon tipi akarsu ve göl kenarları ile bataklıklardaki su derinliği fazla olmayan habitatlarda gelişir. Bitkiler sürekli veya periyodik olarak su altında kalan toprağa yani çamura tutunmaktadır (helofit). Bolu Göksu Tabiat Parkı'nda yayılış gösteren kıyı-çamur vejetasyonu sintaksonomik olarak, PHRAGMITO-MAGNOCARICETEA Klika in Klika & Novák 1941 sınıfına dahil edilmiştir (Korkmaz ve Mumcu, 2013).

3.2.3.2.1 *Carex pseudocyperi-Glycerietum notatai* (*Carex pseudocyperus-Glyceria notata* toplumu)

Beş örnek alanla temsil edilen toplumda taksonların örnek alanlardaki örtüş derecesi % 80-100 arasında değişmektedir. Toplumda *Carex pseudocyperus* ve *Glyceria notata* baskın türlerdir. Bitki toplumuna, *Carex pseudocyperus*, *Alisma plantago-aquatica*, *Lemna minor*, *Potamogeton natans*, *Polygonum amphibium*, *Carex acuta*, *Rorippa sylvestris*, *Carex spicata* ve *Galium palustre* iştirakçi türler olarak katılmaktadır (Şekil 13), (Çizelge 12).



Şekil 13. *Carex pseudocyperi-Glycerietum notatai* (*Carex pseudocyperus-Glyceria notata* Toplumu)

Çizelge 12. *Carex pseudocyperi-Glycerietum notatai* (*Carex pseudocyperus-Glyceria notata* Toplumu)

Örnek Alan No	81	82	84	85	86			
Örnek Alan Genişliği (m ²)	4	4	4	4	4			
Yükseklik (m)	1350	1350	1350	1350	1350			
Bakı	-	-	-	-	-			
Eğim (%)	0	0	0	0	0			
Ot Katının Genel Görünüşi (%)	100	100	80	80	90	Bulunma	Bulunma (%)	Bulunma Sınıfı
Takson Sayısı	3	5	6	6	5			
Birliğin Muhtemel Karakter ve Ayırt Edici Türleri								
<i>Carex pseudocyperus</i>	3	5	2	3	0	4	80	V
<i>Glyceria notata</i>	0	2	3	3	3	4	80	V
İştirakçiler								
<i>Carex pseudocyperus</i>	3	5	2	3	0	4	80	IV
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	0	+	2	0	3	3	60	III
<i>Lemna minor</i>	0	0	2	+	2	3	60	III
<i>Potamogeton natans</i>	0	0	2	1	0	2	40	II
<i>Polygonum amphibium</i>	0	0	0	0	2	1	20	I
<i>Carex acuta</i>	3	0	0	0	0	1	20	I
<i>Rorippa sylvestris</i>	0	+	0	0	0	1	20	I
<i>Carex spicata</i>	0	0	0	2	0	1	20	I
<i>Galium palustre</i>	0	0	0	0	+	1	20	I

3.2.3.2.2 *Equisetum arvensis* (*Equisetum arvensis* toplumu)

On örnek alanla temsil edilen toplumda taksonların örnek alanlardaki örtüş derecesi % 70-100 arasında değişmektedir. Toplumda *Equisetum arvense* ve *Potamogeton natans* baskın türlerdir. Bitki toplumuna *Lemna minor*, *Alisma plantago-aquatica* iştirakçi türler olarak katılmaktadır (Çizelge 13).

Çizelge 13. *Equisetum arvensi* (*Equisetum arvensis* Toplumu)

Örnek Alan No	72	73	74	75	76	77	78	79	80	83			
Örnek Alan Genişliği (m2)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			
Yükseklik (m)	1350	1350	1350	1350	1350	1350	1350	1350	1350	1350			
Bakı	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Eğim (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Ot Katının Genel Görünüşü (%)	100	80	70	100	100	100	100	100	100	100	Bulunma	Bulunma (%)	Bulunma Sınıfı
Takson Sayısı	3	2	2	1	1	1	1	1	2	1			
Birliğin Muhtemel Karakter ve Ayırt Edici Türleri													
<i>Equisetum arvense</i>	5	3	3	5	5	5	2	4	5	5	10	100	V
<i>Potamogeton natans</i>	3	5	5	0	0	0	0	0	0	0	3	30	II
İştirakçiler													
<i>Lemna minor</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	I
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	1	10	I

4. Tartışma ve Sonuç

Yedigöller Milli Parkı'nda yapılan vejetasyon çalışmalarında; mevsimsel olarak göl yüzeyi değişen Kurugöl (Nazlıgöl ile doğal su yolu ile bağlı) dışında diğer 6 gölde belirlenen bitki toplumlari; *Potamogeton natantis* Hild 1959 (*Potamogeton natans* Toplumu), *Lemno-Potamogeton* (*Lemna minor-Potamogeton natans* Toplumu), *Urtico-Petasitetum* (*Urtica dioica-Petasites hybridus* Toplumu), *Alno glutinosi-Fagetum orientalis* (*Alnus glutinosa-Fagus orientalis* Toplumu)'dir.

Özellikle Sazlıgöl ve İncegöl başta olmak üzere mevsimsel olarak ve su kalitesine göre örtüş - bolluk durumu değişen *Lemnetum minoris* Oberdorfer ex Müller & Görs 1960 (*Lemna minor* Toplumu), Yedigöllerde su kalitesinin yüksek olduğunun göstergesidir (Gürtekin ve Şekerdağ, 2008). Bu bitki toplumu ait habitatların mutlaka korunması gerekmektedir.

Sazlı göldeki çamur vejetasyonunda, *Urtico-Petasitetum* (*Urtica dioica-Petasites hybridus* Toplumu)'daki vejetasyonda süksesyona devam ettiği gözlenmiştir. Özellikle alana dere ile gelen rusubatta artış olması, söğüt (*Salix alba*) gibi öncü bitkilerin gelmesinin sebep olmakta ve vejetasyon dinamiğini değiştirmektedir. Rekreatiyonel aktivite artışı ve yoğunluğundan dolayı başta ısırgan (*Urtica dioica*) olmak üzere çok sayıda döküntü (ruderal) bitki alana gelip yerleşmiştir.

Büyükgöl, Deringöl ve Nazlıgöl'de, özellikle mevsimsel su değişimine göre *Potamogeton natantis* Hild 1959, (*Potamogeton natans* Toplumu) ve *Lemno-Potamogeton* Birliği (*Lemna minor - Potamogeton natans* Toplumu) baskın olarak görülmektedir. Özellikle yaz aylarında; saf ve baskın olarak; *Lemno-Potamogeton* Birliği (*Lemna minor - Potamogeton natans* Toplumu)'nda *Potamogeton natans*'ın göl yüzeyinde baskın duruma geçerek, su içerisinde asılı durumda (seston); partikül birikimine ve partikül artışına sebep olduğu gözlenmiştir. Bu durum mevsimsel olarak göl yüzeyinde su akışını azaltarak, çökel oluşumuna neden olmaktadır. Ancak, *Potamogeton* spp. türlerinin asılı haldeki partiküllerden oluşan konsantrasyonu azaltma rolleri bulunmaktadır (Ersoy, 2019). Bunun yanında *Potamogeton* spp. türlerinin tatlı su ekosistemlerinde ağır metal birikimlerini temizleme ve su kalitesini artırma yönünde etkisi de bulunmaktadır (Norouznia and Hamidian, 2014). Bu ekolojik işlevleri göz önünde bulundurulduğunda, *Potamogeton natans*'ın baskın duruma geçmesinin, hidrolojik su

döngüsünden ya da metal veya besin kirliliğinden kaynaklı olmasına ilişkin ikincil bir çalışmanın yapılması gerekmektedir.

Rekreatiyonel aktivitelerin artması, son 10-15 yılda konaklama amaçlı çok sayıda bungalovun yapılması, Milli Park girişine kadar asfalt yol ve göllerin bulunduğu çekirdek zonda ise taş kaplamalı yolların yapılması ile günlük ziyaretçi sayısının artması alanda antropojenik etkileri arttırmıştır. Hassas bir habitat olan sucül vejetasyon başta olmak üzere; çamur, riparian ve orman vejetasyonlarında ve habitatlarında büyük bozulmalar ve tahribatların oluştuğu görülmüştür.

Yedigöller Milli Parkı'nda bulunan sucül vejetasyonların hassas habitat ve ekosistemleri; vejetasyon dinamiği ve tür kompozisyonlarının yıllık izlenmesi, bu hassas ekosistemlerin optimum rekreatiyonel taşıma kapasitesinin belirlenerek, tahrip olmuş alanlarda acilen ekolojik restorasyona gidilmelidir.

Kargalı Gölcük Tabiat Parkı'nda, Kazdağı Göknaarı (*Abies nordmanniana* (Steven) Spach subsp. *equi-trojani* (Asch. & Sint. ex Boiss.) Coode & Cullen) orman vejetasyonu, sub-alpin kuşağın alt katında, orman içi mera (çayır) vejetasyonu ile bütünleşik ve görsel değeri yüksek bir ekosistemdir.

Sucül vejetasyonda baskın olarak *Potamogeton natantis* Hild 1959 (*Potamogeton natans* Toplumu) bulunmaktadır. Mevsimsel su durumuna göre baskın duruma geçmesinin nedeni riparian ve çayır vejetasyonundaki aşırı otlatma ile buradaki büyük ve küçükbaş hayvanların su ihtiyaçlarını karşılamasından kaynaklanan su seviyesinin azalmasıdır. Hassas olan bu sucül ekosistemin korunması ve yaz aylarında su kullanımının azaltılması için riparian ve çayır vejetasyonlardaki otlatmanın azaltılması ve planlanması gerekmektedir.

Göksu Tabiat Parkı'nda yapılan flora ve vejetasyon çalışmalarında; *Lemno-Potamogeton* (*Lemna minor-Potamogeton natans* Toplumu), *Elodetum canadensis* Egger 1933, (*Elodetum canadensis* Toplumu), *Equisetum arvensi* (*Equisetum arvensis* Toplumu) ve *Carexo pseudocyper-Glycerietum notatai* (*Carex pseudocyperus-Glyceria notata* Toplumu) tespit edilmiştir.

Alanda *Lemno-Potamogeton* (*Lemna minor-Potamogeton natans* Toplumu) baskın olarak görülmektedir. Bu toplumdaki özellikle yaz aylarında, *Potamogeton natans*'ın saf ve baskın olarak artması, Yedigöller'de bulunan Büyükgöl, Deringöl ve Nazlıgöl'de mevsimsel kaynaklı olarak göl yüzeyinde su akışını azaltarak, çökel oluşumuna ve partikül birikimine neden olmaktadır. Yaz aylarında, başta balıkçılık ve kampçılık olmak

üzere rekreasyonel aktivitelerin artması bu aylarda alanda ötrifikasyonu arttırmaktadır. Ötrifikasyondaki artış da gölün su kalitesinin bozulmasına ve floristik kompozisyonunun değişmesine neden olmaktadır. Göl hidrolojik sisteminde su döngüsü ile birlikte, rekreasyon aktivitelerinin taşıma kapasitesine göre yeniden planlanması gerekmektedir.

Equisetum arvensis (*Equisetum arvensis* Toplumu) ve *Carex pseudocyperus-Glycerietum notatai* (*Carex pseudocyperus-Glyceria notata* Toplumu) çamur ve kenar zonda su kuşlarının yavruları için gizlenme ve besin maddesi kaynağı oluşturmaktadır. Özellikle alanın sucul vejetasyonunun zengin bir kuş faunası barındırdığı gözlemlenmiştir (Şekil 14).



Şekil 14. Göksu Tabiat Parkı Sucul vejetasyonunda Bahri (*Podiceps cristatus*)'nin yuvaları

Göksu Tabiat Parkı Bahri (*Podiceps cristatus*)'nin göç yolu üzerindedir. Kuş özellikle çiftleşme ve yumurtlama dönemlerini Aladağ göletinde geçirmektedir. *Lemno-Potamogeton* (*Lemna minor-Potamogeton natans* Toplumu)'un baskın olarak görüldüğü yaz aylarında, bu bitki toplumu üzerinde yuvalandığı ve üreme dansını yaptığı gözlemlenmiştir. Bu sucul vejetasyon bu kuş türünün üremesinde ve konaklamasındaki rolünden dolayı korunmalıdır.

Alanda, yabancı bitki toplumu olarak; *Elodea canadensis* (*Elodea canadensis* Toplumu) tespit edilmiştir. Özellikle kıyıya yakın yerlerde yarı batık durumlu bu bitki toplumu, baskın olarak bulunmaktadır. Bu toplum Göksu Tabiat parkı için yabancı bir bitki toplumdur ve ülkemizdeki varlığı ilk kez bu çalışma ile tespit edilmiştir. Toplumu oluşturan *Elodea canadensis* ve *Elodea nuttallii* taksonlarının her ikisi de ülkemizde doğal olmayan türlerdir. İşgalci *Elodea nuttallii*'nin varlığı da ilk kez bu çalışma ile belirlenmiştir. Bunun sebebi cinse ait çalışmalarda, *Elodea canadensis*'in yanlış tanımlanması olabilir. Çünkü bu iki tür çoğu zaman birbirleriyle karıştırılmaktadır (Larson, 1993; Kočić et al., 2014). Ülkemizde daha önce yapılan bazı çalışmalarda (Altınayar ve Onursal, 1982; Uotila, 1984; Altınayar, 1988; Seçmen ve Leblebici, 1991; Akköz ve ark., 2000; Altınışaçlı ve Altınışaçlı, 2005; Kesici ve ark., 2009; Leblebici, 2018; Ersoy ve Turan, 2019; Karataş, 2019) *Elodea canadensis* olarak tanımlanan örneklerden bazıları *Elodea nuttallii* olabilir. Bu nedenle yerel flora çalışmaları yapılarak *Elodea* spp. cinsine ait flora kaydı bulunan sulak alanların yeniden değerlendirilmesi gerekebilir. Alanda bu bitki

toplumunun yoğunluğunun izlenmesi ve risk yönetim eylem planının hazırlanması gerekmektedir.

Teşekkür

Bu çalışmanın bulguları Bolu İli Doğa Koruma ve Milli Parklar Şube Müdürlüğü tarafından desteklenen Ar-Ge projeleri kapsamında elde edilmiştir.

Kaynaklar

- Akköz, C., Küçüköyük, M., Obalı, O., Öztürk, C., Doğan, H., 2000. Beşgöz Gölü (Sarayönü/Konya) alg florası II: Epilitik ve epifitik algler. Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi, 1(16), 5-11.
- Altınayar, G., Onursal, N. F., 1982. Investigations on the species and their distributions of aquatic weeds in the irrigation and drainage systems of Turkey. Plant Protection Bulletin, 22(3), 120-141.
- Altınayar, G., 1988. Su yabancıotları. TC Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı.
- Altınışaçlı, S., Altınışaçlı, S., 2005. Antik Eflatunpınar'ın (Beyşehir, Konya, Türkiye) Ostrakod (Crustacea, Ostracoda) faunası. Ekoloji, 14(54), 13-19.
- Baytop, A., 1998. İngilizce-Türkçe Botanik Kılavuzu. Eczacılık Fak., İstanbul, Yayın No: 70.
- Davis, P., 1965-1985. Flora of Turkey. Volume 1-9. Edinburgh University Press.
- Davis, P.H., Mill, R. R., Tan, K. (ed.), 1988. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Volume 10 (Supplement), Edinburgh University Press.
- Demir Yetiş, A.; Selek, Z.; Selek, B., 2019. Su Kalitesi Açısından Sulak Alanlar ve Su Kaynakları ile Etkileşimi, Selek, Z., Kararlan, Y. (Eds.), Ekosistem Esaslı Su Kalitesi Yönetimi. TC Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara, ss. 345-372.
- Ersoy, S., Turan, Y. A., 2019. First report on the occurrence of invasive macrophyte *Elodea canadensis* Michx. In Sapanca Lake. European Journal of Biology, 78(2), 105-109.
- Ersoy, S., 2019. Sapanca Gölü Sucul Makrofitleri ve Su Kalitesi ile Olan İlişkileri. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Deniz ve İçsu Kaynakları Yönetimi Anabilim Dalı, İçsu Kaynakları ve Yönetimi Programı.
- Fiori, A., 1993. Flora italiana illustrata.
- Google Earth, 2023. <https://earth.google.com/web> (10.02.2023).
- Güner, A., Aslan, S. (Eds.), 2012. Türkiye bitkileri listesi:(damarlı bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları.
- Güneş Özkan N., Koçer N., Aksoy N., 2022. First record of invasive macrophyte *Elodea nuttallii* (Planch.) H.St.John (Hydrocharitaceae) in Türkiye. 11. ESENIAS & DIAS Konferansı, 13-15 Kasım 2022, Demre-Antalya / Türkiye.
- Gürtekin, E., Şekerdağ, N., 2008. The Role of Duckweed (*Lemna minor* L.) In Secondary Clarifier Tanks, SAÜ. Fen Bilimleri Dergisi, 12(1), 28-31.
- Hrvnák, R., 2002. Aquatic plant communities in the catchment area of the Ipeľ river in Slovakia and Hungary Part II. Thaiszia- J. Bot. Kosice, 12,137-160.

- İkinci, N., Güner, A., 2007. Flora of the Gölcük Area (Bolu, Turkey). *Turk. J. Bot.* 31(2), 87-107.
- Karataş, A., 2019. *Elodea canadensis*. Türkiye Bitkileri - Plants of Turkey. <https://turkiyebitkileri.com/tr/foto%C4%9Fraf-galerisi/hydrocharitaceae-kurba%C4%9Fazehirigiller/elodea-elodea/elodea-canadensis/32879-afyon.html> (accessed 12.12.2022).
- Kesici, E., Güllü, İ., Turna, İ., 2009. Eğirdir Gölü'nde *Elodea canadensis* Michaux'in İlk Bildirimi ve İstilas Üzerine Bir Araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi, 4(2), 120-128.
- KP, 2022. [https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/bolu/gezilecekyer/golcuk-tabiat-parki_\(erişim_tarihi: 09.12.2022\)](https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/bolu/gezilecekyer/golcuk-tabiat-parki_(erişim_tarihi: 09.12.2022)).
- Kılınç, M., 2005. Bitki Sosyolojisi (Vejetasyon Bilimi). Palme yayınları, Ankara.
- Kočić, A., Horvatić, J., Jelaska, S.D., 2014. Distribution and morphological variations of invasive macrophytes *Elodea nuttallii* (Planch.) H. St. John and *Elodea canadensis* Michx in Croatia. *Acta Botanica Croatica*, 73(2), 437-446.
- Kolada, A., Pasztaleniec, A., Bielczyńska, A., & Kutyla, S. 2022. Taking over the dominance of the macrophyte community by *Elodea nuttallii* (Planch.) H. St. John is poorly reflected in ecological status assessment results. *Aquatic Invasions*, 17(4), 516-542.
- Korkmaz, H., Mumcu, Ü., 2013. Türkiye Sulak Alan Vejetasyonunun Genel Floristik, Ekolojik ve Fitososyolojik Özellikleri. Conference: III. Sulak Alanlar Kongresi At: Samsun / Turkey.
- Larson, G. E., 1993. Aquatic and wetland vascular plants of the northern Great Plains (Vol. 238). United States Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station.
- Latombe, G., Pyšek, P., Jeschke, J. M., Blackburn, T. M., Bacher, S., Capinha, C., ... & McGeoch, M. A. 2017. A vision for global monitoring of biological invasions. *Biological Conservation*, 213, 295-308.
- Leblebici, E., 2018. *Elodea Michx.*, Güner, A., Kandemir, A., Menemen, Y., Yıldırım, H., Aslan, S., Ekşi, G., Güner, I., Çimen, A.Ö., (Eds.), Resimli Türkiye Florası 2, ANG Vakfı Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları. İstanbul, pp 880-926.
- Milliparklar.gov.tr, 2020. <http://www.milliparklar.gov.tr/mp/yedigoller/index.htm> (erişim tarihi: 11.11.2022).
- Mucina, L., Bültmann, H., Dierßen, K., Theurillat, J. P., Raus, T., Čarni, A., Tichý, L. 2016. Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. *Applied vegetation science*, 19, 3-264.
- Norouznia, H., Hamidian, A. H., 2104. Phytoremediation efficiency of pondweed (*Potamogeton crispus*) in removing heavy metals (Cu, Cr, Pb, As and Cd) from water of Anzali wetland, , *Int. J. Aquat. Biol.* 2(4), 206-214.
- OEPP/EPPO, 2021. PM 9/19 (1) Invasive alien aquatic plants. *EPPO Bulletin*, 44(3), 457-471.
- Oğuz, T.C., Şiltu, E., Özdemir, O., Perçin, S., Çakmakçı, M. 2019. Su Kalitesi, Selek, Z., Kararlan, Y. (Eds.), Ekosistem Esaslı Su Kalitesi Yönetimi. TC Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara, ss. 39-96.
- Resmi Gazete, 2019. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/06/20190621-9.htm> (erişim tarihi: 07.03.2023).
- Rothmaler, W., 1991. *Exkursionflora*. Volk und Wissen Verlag GmbH, Berlin.
- Sala O.E., Chapin F.S., Armesto J.J., Berlow E., Bloomfield J., Dirzo R., Huber-Sanwald E., Huenneke L.F., Jackson R.B., Kinzig A., Leemans R., Lodge D.M., Mooney H.A., Oesterheld M., Poff N.L., Sykes M.T., Walker B.H., Walker M., Wall D.H. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287, 1770-1774.
- Sârbu, A., Smarandache, D., Janauer, G., Pascale, G., 2006. *Elodea nuttallii* (Planchon) St. John—a competitive hydrophyte in the Romanian Danube river corridors. In *Proceedings 36th International Conference of IAD/ Vienna*, pp. 107-111.
- Seçmen, Ö., Leblebici, E., 1991. Aquatic flora of Thrace (Turkey). *Willdenowia*, pp. 53-66.
- Seçmen, Ö., Leblebici, E., 1997. Türkiye sulak alan bitkileri ve bitki örtüsü. *Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları*, 158, 700.
- Tarımorman, 2022a. <https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Belgeler/Korunan%20Alanlar%20Listesi/TP-WEB.pdf> (erişim tarihi: 09.12.2022).
- Tarımorman, 2022b. Bolu - Yedigöller Milli Parkı (tarimorman.gov.tr) (erişim tarihi: 09.12.2022).
- Uluocak, N., 1984. Toprak Koruması ve Yem Niteliği Bakımından Türkiye'nin Önemli Doğal Otlak Bitkileri-II. *Baklagiller*, İstanbul.
- Uotila, P., 1984. *Elodea*, in: Davis PH, Mill RR, Kit Tan (Eds.), *Flora of Türkiye and East Aegean Islands*, Edinburgh, vol.8. pp.12-13.
- Van der Maarel, E., 2005. Vegetation ecology—an overview. *Vegetation ecology*, 3, 1-51.
- Yandex Maps, 2023. <https://yandex.com.tr/harita> (20.09.2023).
- Xie, D., Yu, D., Yu, L.F., Liu, C.H., 2010. Asexual propagations of introduced exotic macrophytes *Elodea nuttallii*, *Myriophyllum aquaticum*, and *M. propinquum* are improved by nutrient-rich sediments in China. *Hydrobiologia* 655(1), 37-47.



Düzce meralarında yetişen bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin verimlerinin belirlenmesinde bitkisel özelliklerinin kullanımı

Mehmet Özcan^{1*}, Ahmet AYTEĞİN², Özcan AKIN¹

¹ Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Havza Yönetimi Anabilim Dalı, 81620, Düzce

² Düzce Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, 81620, Düzce

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 19/10/2023

Kabul Tarihi: 11/11/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1362751>

* Sorumlu yazar:

mehmetozcan@duzce.edu.tr

ÖZ

Dünya üzerinde mera alanları sadece hayvanlara kaba yem temin eden alanlar olarak değil bitki tür çeşitliliği açısından da önemli bir yere sahiptir. Mera alanlarında yetişen birçok bitki baharat ve ilaç sanayiinde yaygın olarak kullanılabilir. Bu nedenle meralar bu özelliklere sahip bitkilerin toplanarak ekonomiye kazandırılması açısından da önemli bir doğal kaynaktır. Son yıllarda bu tür bitkilerden elde edilen hem nihai tüketim hem endüstriyel alanlarda değerlendirilen yaprak, çiçek, meyve gibi ürünlere talep artmaktadır. Bu nedenle meralarda yetişen bu bitkilerin yıllık verimlerinin bilinmesi ve buna bağlı olarak üretim planlarının hazırlanması önemli bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu tür bitkilerin verimlerinin belirlenmesinde doğrudan biçim veya dolaylı yöntemler kullanılmaktadır. Çalışmada Düzce ili mera alanlarında yetişen tıbbi ve aromatik bitki özelliğine sahip *Clicopodium vulgare* L. subsp. *vulgare*, *Thymus longicaulis* C.Presl subsp. *longicaulis* ve *Cistus creticus* L. bitkilerinin bitkisel özellikleri ile verimleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Çalışma sonucunda incelenen her üç bitki türünün de bitkisel özellikleri ile verimleri arasında istatistiksel olarak önemli ilişkiler bulunmuştur. Bu bağlamda her üç bitki türünün verimlerini belirlemede bitkisel özelliklere bağlı olarak geliştirilen denklemlerin kullanılması ile verimlerinin daha kolay tespit edilebileceği belirlenmiştir.

Araştırma Makalesi

Anahtar Kelimeler: Mera alanları, tıbbi ve aromatik bitkiler, bitkisel özellikler, bitki verimi, baharat ve ilaç sanayi

The use of plant characteristics in determining the yield of some medicinal and aromatic plants growing in the rangelands of Düzce

ABSTRACT

Rangeland areas in the world have an important place not only as areas that provide roughage for animals but also in terms of plant species diversity. Many plants growing in rangelands can be widely used in spice and pharmaceutical industries. For this reason, rangelands are also an important natural resource in terms of collecting plants with these properties and bringing them into the economy. In recent years, the demand for products such as leaves, flowers and fruits obtained from such plants, which are used both in final consumption and industrial areas, has been increasing. For this reason, it is important to know the annual yields of these plants growing in rangelands and to prepare production plans accordingly. Direct or indirect methods are used to determine the yields of such plants. In this study, the relationships between the herbal characteristics and yields of *Clicopodium vulgare* L. subsp. *vulgare*, *Thymus longicaulis* C.Presl subsp. *longicaulis* and *Cistus creticus* L., which are medicinal and aromatic plants growing in the rangeland areas of Düzce province, were investigated. As a result of the study, statistically significant relationships were found between plant characteristics and yields of all three plant species. In this context, it was determined that the yields of all three plant species can be determined more easily by using equations developed based on plant characteristics to determine their yields.

Key Words: Rangelands, medicinal and aromatic plants, plant characteristics, plant yield, spice and pharmaceutical industry

Bu makaleye atf:

Özcan, M., AYTEĞİN, A., AKIN, Ö., 2023. Düzce meralarında yetişen bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin verimlerinin belirlenmesinde bitkisel özelliklerinin kullanımı. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(2), 56-60.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

1. Giriş

Meralar dünya üzerinde hayvanlara kaba yem temin eden başlıca doğal kaynaklardır. Dünya çiftlik hayvanları yeminin %70'i bu kaynaklardan temin edilmektedir (Altın ve ark., 2011). Bununla birlikte mera alanları sadece hayvanlara kaba yem temin eden alanlar olarak değil bitki tür çeşitliliği açısından da önemli bir yere sahiptir. Bu özellikleri bakımından meralar gerek bitki gen kaynaklarının korunması gerekse arıcılık faaliyetleri içinde ayrıcalık taşıyan alanlardır (Altın ve ark., 2011). Bununla birlikte mera alanlarında ve orman içi açıklıklarda yetişen birçok bitki hem baharat (kekik, nane, adaçayı) hem de ilaç (kantaron, laden) sanayiinde yaygın olarak kullanılabilir. Bu nedenle meralar hayvanlara kaba yem sağlama özellikleri yanında bu özelliklere sahip bitkilerin toplanarak ekonomiye kazandırılması açısından da önemli bir doğal kaynaktır.

Mera alanları, orman içi açıklık ve orman üst sınırında yer alan alpin meralarda yetişen bu tür bitkiler orman tali ürünleri olarak adlandırılmaktadır (Korkmaz, 2013). Son yıllarda bu tür bitkilerden elde edilen hem nihai tüketim hem endüstriyel alanlarda (tıp, eczacılık, gıda, kimya, boya vb.) değerlendirilen yaprak, çiçek, meyve gibi ürünlere talep artmaktadır (Korkmaz, 2013; Mumcu Küçük, 2014). Bu ürünlerin bir kısmı mahalli halk tarafından kendi ihtiyaçlarını karşılamakta kullanılırken bir kısmı yurt içinde pazarlanmakta veya yurt dışına ihraç edilmektedir. Bu bağlamda meralarda ve orman alanlarında yetişen bu bitkilerin yıllık verimlerinin bilinmesi ve buna bağlı olarak üretim planlarının hazırlanması önemli bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Mera alanlarında yetişen bu bitkilerin verimlerinin belirlenmesinde ise iki yöntem kullanılmaktadır. Bunlardan ilki alanda bulunan söz konusu bitkinin tamamının toplanarak yaş veya fırın kurusu ağırlığının tartılması şeklinde yapılan doğrudan biçme yöntemidir. Diğeri ise ölçülebilir bitki özelliklerine (yaprak sayısı ve uzunluğu, bitki boyu, tepe tacı genişliği, dip örtü çapı) dayanılarak geliştirilen dolaylı yöntemlerdir (Özcan ve ark., 2007). Doğrudan biçme yöntemi çoğu zaman ekonomik koşulların yetersizliği zamanın sınırlı, çalışma alanının büyük ve iş gücünün yetersiz olması gibi nedenlerden dolayı genellikle mümkün olmamaktadır. Bu gibi durumlarda yukarıda söz edilen dolaylı yöntemler kullanılarak söz konu bitki türünün kolay ölçülebilen özellikleri kullanılarak verim hesaplaması yapılabilmektedir. Bu tür yöntemlerin kullanılması ile çalışmalar hem hızlı hem de daha kolay gerçekleştirilebilmektedir (Kinney and Clary, 1994). Bu amaçla söz konusu bitkinin yayılış gösterdiği alanlarda yeterli miktarda örnek alanlar alınarak (kuadrat) bitkinin hektardaki sıklığının belirlenmesi ve daha sonra bitki özellikleri ile bitki verimi arasındaki ilişkinin ortaya konulması gerekmektedir. Böylece örnek alanlardan elde edilen verilerden yola çıkılarak tüm alanda söz konusu bitkinin yıllık verimi hakkında bilgi edinilmesi söz konusu olabilmektedir.

Nitekim mera alanlarında yetişen bazı bitki türleri ile yapılan bir çalışmada bitki tepe çapı ile bitki verimleri arasında bu çalışmaya benzer şekilde önemli ilişkiler bulunmuştur (Özcan ve ark., 2007). Yine Güler (2013) tarafından defne bitkisinin yaprak verimini tahmin etmeye yönelik elde edilen denklemlerde tepe tacı çapı önemli bir parametre olarak belirlenmiştir. Defne bitkisinde verim belirlemeye yönelik bir

diğer çalışmada da tepe tacı ve bitki boyu kullanılarak tepe endeksi formülü geliştirilmiştir (Baş ve ark., 2005). Kırmızı alıç bitkisi ile yapılan bir çalışmada da meyve verimini tahmin etmede tepe çatısı genişliğinin kullanılabileceği belirlenmiştir (Baloğlu ve Bilir, 2020). Yine Du Toit (2001) Nama karoo çalılarının tepe çapı genişliğinin biomas verimi hesaplanmasında kullanılabileceğini ve böylece bu tür çalılardan hakim olduğu meralarda otlatma kapasitesinin daha kolay hesaplanabileceğini belirtmiştir. Bu tür çalışmalar bitki tepe çapı ile bitkisel verim arasında önemli bir ilişki olduğunu ve bitki verimini belirlemede bitki tepe çapının kullanılabileceğini göstermektedir.

Bu çalışmada Düzce ili mera ve orman alanlarında yetişen, tıbbi ve aromatik bitki özelliği taşıyan *Clicopodium vulgare* L. subsp. *vulgare*, *Thymus longicaulis* C.Presl subsp. *longicaulis* ve *Cistus creticus* L. bitkilerinin bitkisel özellikleri ile verimleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Materyal

Çalışma kapsamında Düzce ili meralarında yayılış gösteren ve tıbbi ve aromatik bitki özellikleri taşıyan *Clicopodium vulgare* L. subsp. *vulgare*, *Thymus longicaulis* C.Presl subsp. *longicaulis* ve *Cistus creticus* L. türleri kullanılmıştır. Örneklerin tanımlanmasında Türkiye ve Doğu Ege Adaları Florası adlı eserden yararlanılmıştır (Davis 1998a; 1998b; 1998c).

Clicopodium vulgare L. subsp. *vulgare* (Yabani Fesleğen); gövdesi dik olarak gelişen 20-70 cm kadar boylanabilen ve rizomlu kök yapısına sahip bir bitki türüdür. Yapraklar tüylü yumurtamsı veya yumurtamsı-dikdörtgensel, tabanda küt veya küt-kesik, hafifçe veya bariz testere dişlidir. Çiçeklenme zamanı, Haziran-Eylül arasındadır. Orman açıklıkları, meralar, kayalık yamaçlarda 0-2500 m. yükselti kademelerinde yayılış göstermektedir (Davis, 1998a, Güner ve ark. 2012). *Clicopodium vulgare* L. subsp. *vulgare* Lamiaceae (Ballıbabagiller) familyasına ait bir üye olup bu familya bitkileri içerdiği uçucu yağdan dolayı eczacılık ve kozmetik sanayiinde ve baharat olarak kullanıldıklarından dolayı tıbbi ve ekonomik öneme sahiptirler. (Seçmen ve ark, 1989; Watson and Dalwitz, 2002). *Clicopodium vulgare* L. subsp. *vulgare* kalp uyarıcı, balgam söktürücü, şişkinlik azaltıcı, terletici ve yara iyileştirici olarak kullanılır. Antibakteriyel özelliğe sahiptir. (Baytop, 1999).

Thymus longicaulis C.Presl subsp. *longicaulis* (Aş kekiği); Çiçekli gövdeler genellikle 10-15 cm'ye kadar uzayabilmektedir. Gövde yapraklarının tamamı hemen hemen aynı boyutlarda çoğunlukla genişliğinin 3-5 katı kadar uzunlukta, şeritsi-mızraksıdan tersmızraksıya kadar veya eliptik şekillerde olabilmektedir. Çiçeklenme zamanı, Nisan-Ağustos aylarındadır. Orman açıklıkları, meralar, kayalık yamaçlar, kuru otlaklarda 0-2200 m. yükseklik kademeleri arasında yayılış göstermektedir (Davis, 1998a; Güner ve ark. 2012). *Thymus longicaulis* C.Presl subsp. *longicaulis*, kekik çayı olarak kullanımı ilk sırada gelse de, kurutulmuş haliyle yemeklerde baharat olarak kullanılır. Kekik ile yapılan çay, boğaz ağrısı ve

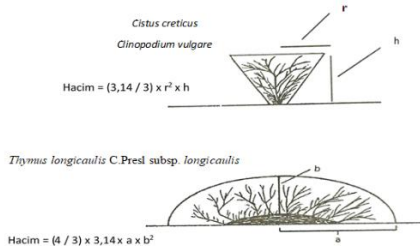
öksürüğe iyi gelir. Ayrıca bağışıklık sisteminin korunması, mideyi rahatlatması ve kolesterolü düşürmesi gibi özelliklerinden dolayı kullanımı tercih edilir. Kekikler antibakteriyel özelliğe sahiptir. (Baytop, 1999).

Cistus creticus L.; Çalı formunda, boyları genellikle 0,3–1 m uzunluğundadır. Yapraklar yumurtamsı, dikdörtgenimsi, ters yumurtamsı, hemen hemen dairesel şekildedir. Çiçekler tepede, gevşek 1–6-çiçekli ve çiçekler pembe renklidir. Çiçeklenme zamanı Mart–Haziran aylarında olup maki, garigler ve orman içi açıklıklarda 0–1000 m. yükselti kademelerinde yayılış göstermektedir (Davis, 1998; Güner ve ark. 2012). Cistaceae (Ladengiller) familyası çok yıllık çalılar ve çeşitli şifalı bitkiler içerir *Cistus* L. cinsi (laden), bunlardan birisidir (Hocking, 1997). Tüm *Cistus* türleri, antimikrobiyal (Demetzos et al., 1999, Russell, 1991), antitümör (Polunin, 1969), antiviral (Dimas et al., 2000) ve antienflamatuvar (Demetzos et al., 2001) özellikleri için birçok geleneksel ilaçta sıklıkla kullanılır. Ülkemizde laden, halk arasında; diyare, yüksek ateş, kısırlık tedavisinde, çeşitli deri rahatsızlıklarında, romatizmal hastalıklarda, idrar yolu enfeksiyonlarında, kan durdurucu, diyabet ve antienflamatuvar olarak kullanılmaktadır. (Yeşilada, 1997; Baytop, 1999; Sargin ve Selvi, 2016).

2.2 Yöntem

Çalışmada Düzce ili mera alanlarında yayılış gösteren her üç bitki türünün her birinden 30 adet olmak üzere arazide bitki boyu ve tepe tacı genişliği ölçümleri cm olarak gerçekleştirilmiştir. Bu ölçümlerin ardından bitkiler toprak seviyesinden biçilmiş ve kese kâğıtlarına konularak laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen bitki örneklerinin endüstride daha yoğun kullanıma sahip olan yaprakları dallarından ayrılmıştır. Ayrılan bu yapraklar bitkinin fırın kurusu yaprak verimini belirlemek amacıyla 50-55 °C'de 24 saat süresince kurutma fırında bekletilmiş ve daha sonra tartılarak fırın kurusu yaprak ağırlıkları belirlenmiştir.

Bu işlemlerin ardından bitki verimlerini dolaylı yoldan ve hızlı bir şekilde belirlemek amacıyla bitki tepe tacı genişliği ile bitki verimi arasındaki ilişki doğrusal regresyon yöntemi ile incelenmiştir. Ayrıca bitki boyu ve tepe tacı genişliğini esas alan boyut analizi yöntemi kullanılarak bitki hacimleri hesaplanmış ve bitki hacmi ile bitki verimi arasındaki ilişki doğrusal regresyon yöntemi ile incelenmiştir. Bitkilerin hacimlerini hesaplamak için bitkilerin geometrik şekilleri göz önünde bulundurulmuş ve bitki türüne göre aşağıdaki formüller kullanılmıştır. *Cistus creticus* ve *Clinopodium vulgare* için formül 1, *Thymus longicaulis* için ise formül 2 kullanılmıştır (Şekil 1) (Gökbulak, 2013).

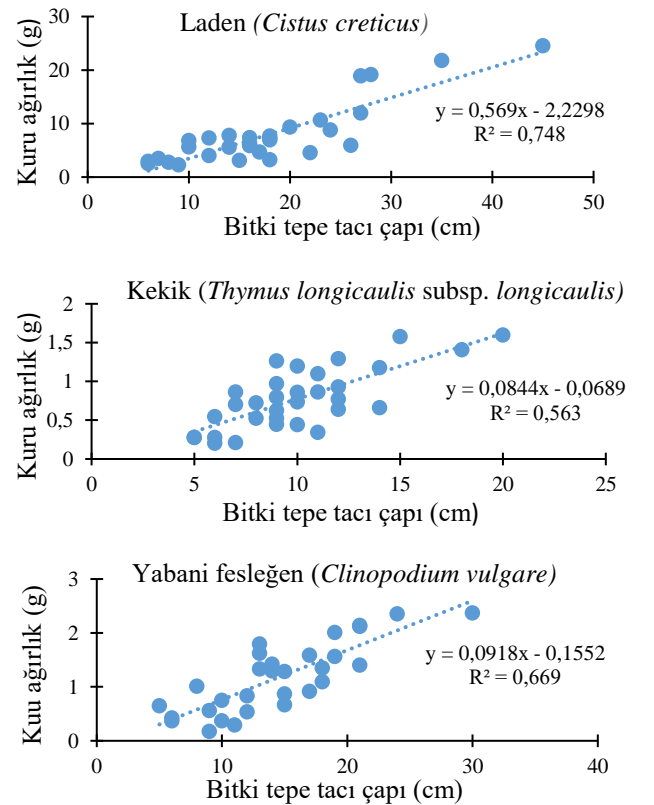


Şekil 1. Farklı büyüme formuna sahip bitkilerin hacim formülleri (Gökbulak,2013)

3. Bulgular ve Tartışma

3.1 Bitki tepe tacı genişliği ile verim arasındaki ilişkiler

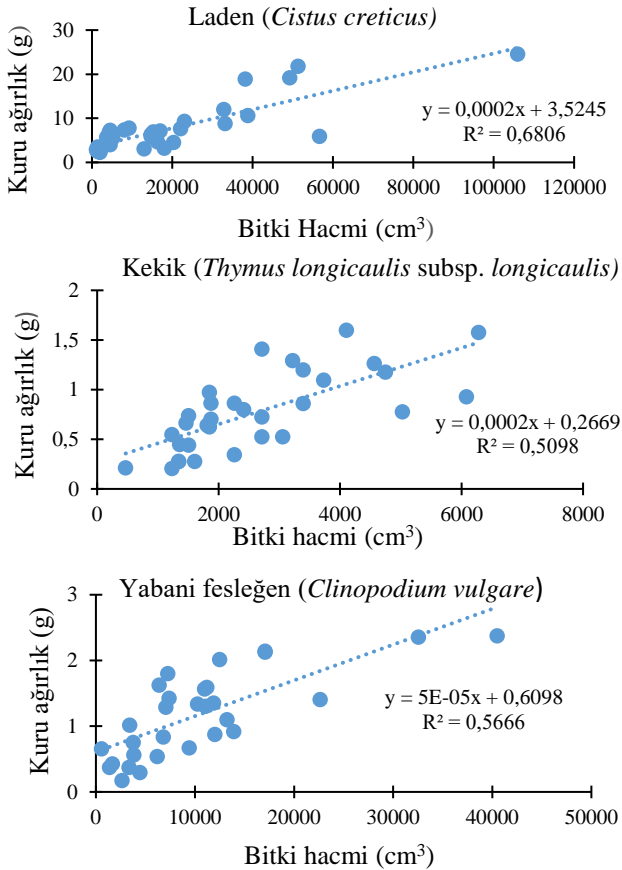
Çalışma kapsamında ele alınan bitki türlerinin tepe tacı çapları ile verimleri arasında ilişkiler regresyon analizi ile ortaya konulmuştur. Bu bağlamda bitki tepe tacı çapına bağlı olarak verimi belirlemeye yönelik elde edilen regresyon denklemleri her üç bitki türünde de istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($P < 0,05$). Çalışmada bitki tepe tacı çapı ile verim arasında en yüksek ilişki laden (*Cistus creticus* L.) bitkisinde ($r^2 = 0,75$) bulunurken en düşük ilişki kekik (*Thymus longicaulis* C. Presl subsp. *longicaulis*) bitkisinde ($r^2 = 0,56$) bulunmuştur. Suudi Arabistan kurak koşullarında yapılan bir çalışmada ise bizim çalışma sonuçlarına benzer sonuçlar bulunmuş ve 3 çeşit mera bitkisinin verimi ile tepe tacı çapı arasında önemli ilişkiler bulunmuştur (Assaeed, 1997). Yine Güler (2013) tarafından defne bitkisinin yaprak verimini tahmin etmeye yönelik elde edilen denklemlerde tepe tacı çapı önemli bir parametre olarak belirlenmiştir. Nitekim bizim çalışmamızda da tepe tacı çapı genişliğinin bitki verimi belirlemede kullanılabileceğini göstermiştir. Çalışmada bitki türlerinin tepe tacı çapı ile verimi arasında ilişki belirlenirken en yüksek r^2 değerine sahip regresyon denklemleri elde edilmeye çalışılmıştır. Bu bağlamda bitki türlerinin tepe tacı çapına bağlı olarak verimi veren ve en yüksek r^2 değerine sahip denklemler doğrusal regresyon modelinden elde edilmiştir. Bitki tepe tacı çapına bağlı olarak bitki verimini belirlemeye yönelik elde edilen grafikler ve denklemler ise Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Bitki tepe tacı çapı ile bitki verimi arasındaki doğrusal ilişkiler

3.2 Bitki hacmi ile verimi arasındaki ilişkiler

Çalışmada bitki boyu, tepe tacı genişliği ve bitki habitusu dikkate alınarak belirlenen hacim formülleri kullanılarak elde edilen bitki hacmi ile bitki verimi arasındaki ilişkiler de regresyon analizi ile incelenmiştir. Bu kapsamda incelenen her üç bitkinin hacmi ile verimi arasındaki ilişkiler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0,05$). Gökbulak (2013) tarafından *Artemisa triendata* bitkisinde yapılan bir çalışmada da bitki hacmi ile bitki verimi arasında yüksek ilişki bulunmuş olup bizim çalışmamızla benzerlik göstermektedir. Yine Çin’de yapılan bir çalışmada 4 farklı çalı türünün biomass verimi ile hacmi arasında önemli ilişkiler bulunmuştur (Zeng ve ark., 2010). Yine burada da bitki türlerinin hacmi ile verimi arasında en yüksek r^2 değerine sahip regresyon denklemleri elde edilmeye çalışılmıştır. Bu bağlamda bitki türlerinin hacmine bağlı olarak bitki verimini elde etmeye yarayan ve en yüksek r^2 değerine sahip denklemler yine doğrusal regresyon denklemleri olmuştur. Bitki hacmine bağlı olarak bitki verimini belirlemeye yönelik elde edilen grafikler ve denklemler ise Şekil 3’te verilmiştir.



Şekil 3. Bitki hacmi ile bitki verimi arasındaki doğrusal ilişkiler

4. Tartışma

Çalışma sonuçlarına göre gerek bitki tepe tacı genişliği gerekse bitki hacmi bitkisel verimin belirlenmesinde kullanılabilir parametreler olarak belirlenmiştir. Ancak her üç bitki türünde de bitki verimini belirlemede bitki tepe tacı genişliğinin kullanılması bitki hacmine göre daha önemli

bulunmuştur. Her iki bitki özelliğinin de kolay ölçülebilir olması nedeniyle geniş alanlarda bitki veriminin belirlenmesi gereken çalışmalarda kullanılması önerilebilir. Bu tür envanter belirleme çalışmalarında öncelikle bitkinin alanda yayılış durumuna göre belirli büyüklükte deneme alanları alınarak söz konusu bitkinin sıklığı (hektardaki bitki sayısı) belirlenmelidir. Ardından deneme alanlarındaki bitki türlerinin tepe çapları ölçülerek bir ortalama çap bulunup regresyon denkleminde yerine konularak tek bir bitkinin ortalama verimi hesaplanabilir. Daha sonra hektardaki bitki sayısı ile çarpılarak hektardaki bitki verimleri daha kolay bir şekilde tahmin edilebilecektir. Gerçekleştirilen bu çalışma bitki özelliklerinden faydalanarak bitki veriminin hesap edilebileceğini göstermiştir. Bu tür çalışmaların gerek farklı bölgelerde gerekse farklı bitkilerde yapılarak regresyon modellerinin oluşturulması odun dışı tali ürünlerin envanterinde kolaylıklar sağlayacaktır.

Teşekkür

Katkılarından dolayı YÖK 100/2000 burs programına teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Altın M., Gökkuş A., Koç A., 2011. Çayır Mera Yönetimi (I. Cilt). Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Assaeed A. M., 1997. Estimation of biomass and utilization of three perennial range grasses in Saudi Arabia, *Journal of Arid Environments*, 36, P. 103-111.
- Baloğlu T., Bliir N., 2020. Kırmızı alıçta (*Crataegus monogyna*) meyve verimi ile bazı büyüme özellikleri etkileşimi, *Bartın University International Journal of Natural and Applied Sciences*, 30 (2), 66-72, e-ISSN: 2667-5048.
- Baş N., Güler S., Erkan N., 2005. Defne (*Laurus nobilis* L.) alanlarında yaprak üretim miktarlarının Belirlenmesi (Manavgat Sirtköy Örneği). *Batı Akdeniz Ormançılık Araştırma Müdürlüğü Yayınları, Teknik Bülten Serisi, No: 24, Antalya.*
- Baytop T, 1999. Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi (Geçmişte ve Bugün). İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri, Ankara, 480.
- Davis, P.H., 1988a, Flora of Turkey and East Aegean Islands, University Press, 7, Edinburgh.
- Davis, P.H., 1988b, Flora of Turkey and East Aegean Islands, University Press, 10, Edinburgh.
- Davis, P.H., 1988c, Flora of Turkey and East Aegean Islands, University Press, 1, Edinburgh.
- Demetzos C., Dimas C., Hatziantoniou S., Anastasaki T., Angelopoulou D., 2001. Cytotoxic and anti-inflammatory activity of labdane and *cis*-clerodane type diterpenes, *Planta Medica*, 67, 614-618.
- Demetzos C., Stahl B., Anastasaki T., Gazouli M., Tzouveleki L.S., Rallis M., 1999. Chemical analysis and antimicrobial activity of the resins ladano, of its essential oil and of the isolated compounds, *Planta Medica*, 65, 76-78.
- Dimas K., Demetzos C., Angelopoulou D., Kolokouris A., Mavromoustakos T., 2000. Biological activity of myricetin and its derivatives against human leukemic cell lines in vitro, *Pharmacological Research*, 42, 475-478.

- Du Toit P.C.V., 2001. The relation between canopy spread cover and the above ground available phytomass of Nama Karoo subshrubs and grasses, African Journal of Range and Forage Science, 18, 143-146.
- Gökbulak, F., 2013. Meralarda Vejetasyon Analizi. İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Güler, S., 2013. Defne (*Laurus nobilis L.*) Yaprak verimi tahmininde R², C(P) ve AEK istatistikleri kullanılarak uygun regresyon modelinin belirlenmesi, Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, 15(2), ISSN: 1300-8579.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., Babaç, M.T. (edlr.), (2012). Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını. İstanbul.
- Hocking, G.M.D., 1997. A Dictionary of Natural Products, 2nd Ed., Plexus Publishing, Inc., Medford, N.J., 190-191.
- Kinney J. W., Clary W. P., 1994. A Photographic Utilization Guide for Key Riparian Graminoids. USDA Forest Service, Intermountain Research Station, General Technical Report INT-GTR-308.
- Korkmaz, M., 2013. Odun dışı bitkisel orman ürünlerinin planlanmasına yönelik değerlendirmeler, 2023'e doğru 2. Doğa ve Ormancılık Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 225-236, Antalya.
- Mumcu Küçükler, D., 2014. Odun dışı orman ürünlerinin ekosistem tabanlı çok amaçlı planlara yansıtılması: Kanlıca mantarı (*Lactarius* sp) Örneği, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 239, Trabzon.
- Özcan M., İster S.İ., Gökbulak F., 2007. Bazı Mera Bitkilerinde Yem Verimi ile Bitki Özellikleri Arasındaki İlişkiler, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 57 (2), 145-162.
- Polunin, O., 1969. Flowers of Europe a Field Guide, Oxford University Press, Oxford, 254.
- Russell A.D., 1991. Mechanism of bacterial resistance to non-antibiotics: food additives and food and pharmaceutical preservatives, Journal of Applied Bacteriology, 71, 191-201.
- Sargın, A.S., Selvi, S., 2016. Türkiye'de Yayılış Gösteren *Cistus L.* (Cistaceae) Cinsinin Karşılaştırmalı Yaprak Anatomisi, Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Dergisi, 6(2), 41-48.
- Seçmen, Ö., Gemici, Y., Leblebici, E., Görk, G., Bekat, L., 1989, Tohumlu Bitkiler Sistematigi, Ege Üniv. Fen Fak. Kitaplar Serisi, Ege Üniv. Basımevi, İzmir.
- Watson, L., Dallwitz, M.J., 2002, The Families of Flowering Plants, 1-5 p. (<http://biodiversity.uno.edu/delta/angio/www/labiatea.htm>).
- Yesilada E, Gurbuz I, Ergun E, 1997. Effects of *Cistus laurifolius L.* flowers on gastric and duodenal lesions. Journal of Ethnopharmacology, 55(3), 201-211.
- Zeng HQ., Liu QJ., Feng ZW., Ma ZQ., 2010. Biomass equations for four shrub species in subtropical China, Journal of Forest Research, 15, 83-90.



Çap dağılımlarının yapay sinir ağı ile modellenmesinde farklı ağ yapılarının tahmin başarılarının karşılaştırılması: Bolu-Mengen Anadolu karaçamı meşcereleri örneği

Abdurrahman Şahin

Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, 08000, Artvin, Türkiye

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 29/10/2023

Kabul Tarihi: 23/11/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1382888>

* Sorumlu yazar:

asahin@artvin.edu.tr

ÖZ

Araştırma Makalesi

Ormanlıkta çap dağılımları kullanılarak meşcerelerin ağaç sayısı, göğüs yüzeyi, hacmi, biyokütlesi ve karbon miktarı daha ayrıntılı şekilde tahmin edilebilmektedir. Bu çalışmada Mengen (Bolu) Orman İşletme Şefliğindeki karaçam meşcerelerinin çap dağılımları ilk önce 3 parametrelili Weibull olasılık yoğunluk fonksiyonu esas alınarak belirli yüzdeliklere dayanan eşitlikler vasıtasıyla modellenmiş, tahmin başarıları karşılaştırılmış ve daha sonra en başarılı olarak

belirlenen yüzdelik değerlerini giriş değişkeni kullanan Yapay Sinir Ağları kullanılarak da ağ eğitimleri gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada kullanılan 3 parametrelili Weibull olasılık yoğunluk fonksiyonu ile yapılan modellemede en başarılı bulunan %25-%50-%95'lik eşitliğin çap dağılımına ilişkin $R^2_{\text{düz}}$ 0,727, ortalama mutlak hata ve hata karelerinin ortalama karekökü değerleri ise sırasıyla 202,91 ve 102,95 olarak elde edilmiştir. Daha sonra aktivasyon fonksiyonu, ara katman sayısı ve nöron sayısı seçeneklerine dayanan çeşitli yapay sinir ağlarının (27 farklı modelin) çap dağılımlarını tahmin etmedeki başarı durumları karşılaştırılarak; hiperbolik tanjant (tanH) aktivasyon fonksiyonunu, 3 ara (gizli) katman ve 50 nöronu içeren Yapay Sinir Ağ yapısı ile ortalama hatası ve hata karelerinin ortalama karekökü değerleri sırasıyla 145,34 ve 78,1 ve $R^2_{\text{düz}}$ 'si de 0,843 olarak elde edilmiştir. Sonuç olarak, yapay sinir ağı modellemesiyle ortalama hatada %28,4'lük, hata karelerinin ortalama karekökünde de %24'lük bir azalma olurken, $R^2_{\text{düz}}$ 'de ise %16'luk bir iyileşme olmuştur. Ayrıca, %25-%50-%95'lik yöntemin, Mengen karaçam meşcerelerindeki çap dağılımını modelleme başarısını Kolmogorov-Smirnov (K-S) testiyle denetlenmiş ve 108 örnek alanın 107'sinde çap dağılımı modellemesi istatistiksel olarak uygun bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Weibull dağılımı, parametre tahmini, yüzdelik dilime dayalı çap dağılımı tahmini, yapay sinir ağları, karaçam

Modelling diameter distributions in Crimean pine stands in Mengen (Bolu) with Weibull Function and the effects of different Artificial Neural Networks models

ABSTRACT

The use of diameter distributions in forestry allows for more detailed estimates of the number of trees, basal area, volume, biomass, and carbon amounts in stands. In this study, the diameter distributions of Crimean pine stands in Mengen (Bolu) Forest Management Directorate were first modeled using equations based on certain percentiles based on the 3-parameter Weibull probability density function, the prediction successes were compared and then network training was carried out using Artificial Neural Networks using the most successful percentile values as input variables. In the modeling with the 3-parameter Weibull probability density function used in the first stage, the R^2_{adj} the diameter distribution of the 25%-50%-95% equation, which was found to be the most successful, was 0.727, and the mean absolute error and root mean square error values were 202.91 and 102.95, respectively. Then, by comparing the success of various artificial neural networks (27 different models) based on activation function, number of intermediate layers, and number of neurons in predicting diameter distributions, the mean error and root mean square of error squares values of 145.34 and 78.1, respectively, and R^2_{adj} of 0.843 were obtained with the Artificial Neural Network structure including hyperbolic tangent (tanH) activation function, 3 hidden layers, and 50 neurons. As a result, the artificial neural network modeling resulted in a 28.4% reduction in the mean error a 24% reduction in the root mean square of the error squares, and a 16% improvement in the R^2_{adj} . In addition, the success of the 25%-50%-95% method in modeling the diameter distribution in Mengen Crimean pine stands was tested with Kolmogorov-Smirnov (K-S) test, and the diameter distribution modelling was found to be statistically appropriate in 107 of 108 sample plots.

Key Words: Weibull distribution, parameter estimation, percentile-based diameter distribution prediction, artificial neural networks, Crimean pine

Bu makaleye atf:

Şahin, A., 2023. Çap dağılımlarının yapay sinir ağları ile modellenmesinde farklı ağ yapılarının tahmin başarılarının karşılaştırılması: Bolu-Mengen Anadolu karaçamı meşcereleri örneği. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(2), 61-69.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

1. Giriş

Ormanlık alanında kullanılan artım ve büyüme modelleri, çok çeşitli koşullarda gelişen meşcerelere ait artım ve büyüme miktarlarını tahmin ve tespit edebilen denklemler olup (Vanclay, 1994; Mısır, 2003; Bolat ve Ercanlı, 2017) orman yöneticilerinin etkili kararlar almalarında temel altlık olarak kullanılmaktadırlar (Cao, 2022). Artım ve büyüme modelleri, modelledikleri birimlere bağlı olarak tek ağaç, meşcere ve çap dağılım modelleri olarak üç gruba ayrılmaktadır. Tahmin düzeyi bakımından çap dağılım modelleri ise, meşcere modelleri ile tek ağaç modelleri arasında kalan bir modelleme yaklaşımıdır (Vanclay, 1994; Gadow ve Hui, 1999).

Ormanların meşcere yapıları hakkındaki ayrıntılı bilgi sahibi olabilmek için meşcerelerin aktüel ve gelecekteki yapılarını ortaya koymak gerekmektedir (Sönmez ve ark., 2010). Çap dağılım modelleri, olasılıklı yoğunluk fonksiyonları kullanılarak geliştirilmekte ve meşcere yapıları hakkında çok daha detaylı bilgi üretebilmektedirler (Zhang ve Lei, 2010; Diamantopoulou ve ark., 2015; Sakıcı ve Dal, 2021). Bu modeller, meşcerelerdeki ağaçların çap basamaklarına dağılımlarını belirleyip ilgili meşcerelerin boniteti, yaşı, sıklığı ve karışım oranı ile ilişkilerini ortaya koyabilme imkânı sağlamaktadırlar (Yavuz ve ark., 2002; Kahriman ve Yavuz, 2011). Ayrıca çap dağılımları, meşcere yapıları ve meşcerelerden elde edilebilecek odun ürünlerinin çeşitliliği (Waldy ve ark., 2022) ile orman meşcere dinamikleri, büyüme ve verim ile ilgili tahminler sağlamanın yanı sıra çeşitli silvikültür faaliyetlerinin (aralama-geçleştirme gibi) planlanmasına (Liu ve ark., 2014) ve meşcere tablolarının oluşturulmasına olanak sağlayabilmektedirler (Rennolls ve ark., 1985).

Çeşitli araştırmacılara göre, günümüzün modern orman planlama sistemlerinin bile çap dağılım modellerine dayandığı düşünülmekte olup çap dağılım modelleri, tamamlayıcı tahmin modelleri ile birleştirildiğinde orman yönetimi hedefleri için çap sınıfına göre biyokütle, karbon stoğu veya odun enerjisi hakkında veri elde etmek için basit bir yaklaşım sağlayabilmektedirler (Özçelik ve ark., 2016).

Çap dağılım modellemesi konusunda son yıllarda yapılan çalışmalarda genellikle; Johnson's SB (Johnson, 1949), Weibull (Weibull, 1951), Gamma (Nelson, 1964), Log-normal (Bliss ve Reineker, 1964) ve Beta (Clutter ve Bennet, 1965) gibi olasılık yoğunluk fonksiyonları kullanılmakta olup her bir fonksiyonunun kendine özgü avantaj ve dezavantajları vardır (Liu ve ark., 2014). Bailey ve Dell (1973) çalışmalarında; Weibull fonksiyonunun esnek bir yapıya sahip olduğunu ve sayısal entegrasyona ihtiyaç duymadan kolaylıkla olasılıklar üretebildiğini belirtmişlerdir. Siipilehto ve Mehtätalo (2013)'da Weibull fonksiyonunun basit, uyarlanabilir ve kullanışlı olduğunu, kullanılan parametre sayısında önemli bir esneklik sunduğunu ve böylece pratikte en sık uygulanan teorik dağılım haline geleceğini belirtmişlerdir. Ayrıca, son yapılan çalışmalarda da Weibull fonksiyonunun; konum, ölçek ve şekil parametrelerini içermesi sebebiyle meşcerelerdeki çap dağılımlarına ilişkin tahminlemede üstünlük sağladığı ortaya konulmuştur (Podlaski ve Zasada, 2008; Ercanlı ve Yavuz, 2010; Sakıcı ve Gülsunar, 2012; Sönmez ve ark. 2015).

Çap dağılımı modellemesi yapılırken, kullanılan olasılık yoğunluk fonksiyonlarına ait parametrelerinin tahmini

aşamasında da (i) parametre tahmini (maksimum olabilirlik), (ii) moment temeline dayanan parametre çözümlene, (iii) yüzdellik temeline dayanan parametre çözümlene ve (iv) karma (hibrid) olmak üzere dört farklı yöntem kullanılmaktadır (Hyink ve Moser, 1983; Gadow ve Hui, 1999; Siipilehto vd., 2007; Poudel ve Cao, 2013; Alkan ve ark., 2023). Ancak birçok araştırmada, parametre tahmini için yüzdellik temeline dayanan parametre çözümlene yönteminin biyolojik büyüme kanuniyetlerine göre daha başarılı sonuçlar verdiği belirtilmektedir (Borders ve ark., 1987; Knowe ve ark., 1997; Maltamo ve ark., 2000; Liu ve ark., 2004; Gorgoso-Varela, 2015).

Ülkemizde birçok alanda ve çeşitli ağaç türlerinde çap dağılımı modellemesi çalışmaları (Carus, 1996; Carus ve Çatal, 2008; Ercanlı, 2010; Ercanlı ve Yavuz, 2010; Sönmez ve ark., 2010; Kahriman ve Yavuz, 2011; Ercanlı ve ark., 2013; Sönmez ve ark., 2015; Çatal ve Güneş, 2016; Özdemir, 2016; Sakıcı ve Dal, 2021; Baş ve Özçelik, 2022; Seki, 2022; Alkan ve ark., 2023) yapılmış olup; Bolat, 2015; Ercanlı ve ark., 2016; Bolat ve Ercanlı, 2017; Ercanlı ve ark., 2018; Sivrikaya ve Karakaş, 2020 çalışmalarında yüzdellik temeline dayanan parametre çözümlene yöntemini kullanmışlardır.

Diğer taraftan günümüzde yapılan birçok araştırmada, insan beynini birebir taklit eden Yapay Sinir Ağları (YSA) modellerine başvurulmakta ve bu YSA modelleme yapısıyla yapılan çalışmalarda hata oranı çok daha azaltılabilirken bunun yanı sıra model tahmin başarıları kayda değer derecede artış gösterdiği gözlemlenmektedir. Dolayısıyla, tek ağaç ve meşcere modelleri oluşturulurken YSA modelleri, geleneksel istatistik metotların yerini almaya başlamıştır (Ercanlı ve Kaya, 2019). Bu yüzden, YSA modellemesi çoğu alanda olduğu gibi ormancılık araştırmalarında da yer bulmakta ve fayda sağlamaktadır.

Bu çalışmanın amacı Mengen Orman İşletme Şefliği (OİŞ)'nde saf ve doğal olarak gelişim göstermiş olan Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.)) meşcerelerinin çap dağılımlarını, YSA ile tahmin etmek, farklı aktivasyon fonksiyonu, ara katman sayısı ve nöron sayısı seçeneklerine dayanan ağ yapılarının başarı durumlarını karşılaştırarak en başarılı ağ yapısını belirlemek ve bu YSA ile yapılan tahmin başarılarını, ormancılıktaki klasik çap dağılım modellemesi olan 3 parametrelili Weibull (Weibull-3P) olasılık yoğunluk fonksiyonu ile karşılaştırmaktır.

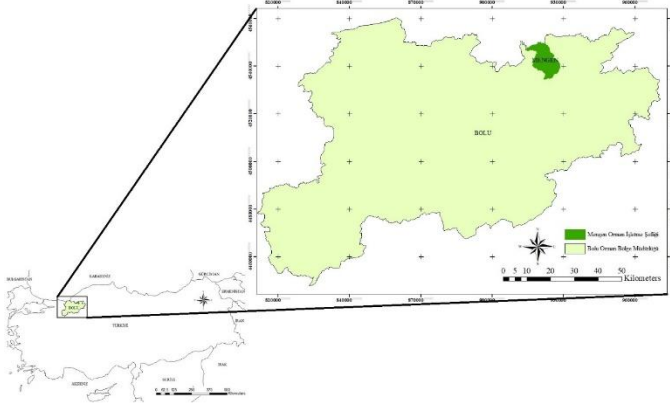
2. Materyal ve Yöntem

2.1 Materyal

Çalışma alanı, Bolu Orman Bölge Müdürlüğü Mengen Orman İşletme Müdürlüğü sınırlarında bulunan Mengen OİŞ'dir (Şekil 1). Mengen OİŞ'nin asli orman ağacı türleri karaçam, sarıçam, göknar, kayın, meşe ve gürgendir. Araştırmada veriler, Mengen OİŞ'deki saf karaçam meşcerelerinde ölçülmüş olan 108 adet örnek alana ait çap ölçüm değerlerini kapsamaktadır (OGM, 2010).

Ormanlar, Mengen'in arazi yapısının önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Mengen Havzası bölgesel olarak, Karadeniz ikliminin denizden uzak etkisiyle iç bölgelerin karasal iklimi arasında kalan bir geçiş özelliğine sahip olup kışı sert ve yazın Karadeniz kıyılarına göre daha az sıcak ve daha az nemlidir.

Alanın yıllık ortalama sıcaklığı 10,7 °C ve ortalama yıllık yağışı ise 652,4 mm dolayındadır (Doğan, 2011).



Şekil 1. Çalışma alanı (Bolu/Mengen OİŞ) haritası

2.2. Yöntem

Çalışma kapsamında kullanılan 108 adet örnek alandaki karaçamların çap basamaklarındaki miktarlarının dağılımı

Çizelge 1. Çap dağılımlarına ilişkin parametre tahmini yapılırken kullanılan çeşitli yüzdeler ve bunların eşitlikleri

Yöntem	Farklı yüzdeler	Eşitlikler
I	%31-%63	$\alpha=0,5*d_{min}$ $\beta=\frac{d_{%63}-\alpha}{(-\ln(1-0,63))^{\frac{1}{\gamma}}}$ $\gamma=\frac{\ln\left(\frac{\ln(1-0,63)}{\ln(1-0,31)}\right)}{\ln(d_{%63}-\alpha)-\ln(d_{%31}-\alpha)}$
II	%31-%50-%63	$\alpha=0,5*d_{min}$ $\beta=\frac{d_{%50}-\alpha}{(-\ln(1-0,50))^{\frac{1}{\gamma}}}$ $\gamma=\frac{\ln\left(\frac{\ln(1-0,63)}{\ln(1-0,31)}\right)}{\ln(d_{%63}-\alpha)-\ln(d_{%31}-\alpha)}$
III	%50-%95	$\alpha=0,5*d_{min}$ $\beta=\frac{d_{%50}-\alpha}{(-\ln(1-0,50))^{\frac{1}{\gamma}}}$ $\gamma=\frac{\ln\left(\frac{\ln(1-0,95)}{\ln(1-0,50)}\right)}{\ln(d_{%95}-\alpha)-\ln(d_{%50}-\alpha)}$
IV	%25-%50-%95	$\alpha=0,5*d_{min}$ $\beta=\frac{d_{%50}-\alpha}{(-\ln(1-0,50))^{\frac{1}{\gamma}}}$ $\gamma=\frac{\ln\left(\frac{\ln(1-0,95)}{\ln(1-0,25)}\right)}{\ln(d_{%95}-\alpha)-\ln(d_{%25}-\alpha)}$
V	d_{min}, d_g %25-%50-%95	$\alpha=\frac{n^{0,3333} * d_{min} - d_{%50}}{n^{0,3333} - 1}$ $\beta=\frac{\alpha * \Gamma_1}{\Gamma_2} + \sqrt{\left(\frac{\alpha}{\Gamma_2}\right) * (\Gamma_1^2 - \Gamma_1) + \left(\frac{d_g^2}{\Gamma_2}\right)}$ $\gamma=\frac{2,343088}{\ln(d_{%95}-\alpha)-\ln(d_{%25}-\alpha)}$

2.3. Yüzdeler esas alan yöntem

Yüzdeler esas alan yöntemler ile β ve γ parametrelerini tahmin etmek için çap dağılımının belirli yüzdelerine karşılık gelen çap değerlerini esas alan eşitliklere dayanmaktadır. Bu çalışmada, yüzdeler esas alan yöntemler olarak; I. yöntemde %31-%63, II. yöntemde %31-%50-%63, III. yöntemde %50-%95; IV. yöntemde %25-%50-%95 ve V. yöntemde ise minimum çap (d_{min}) ile göğüs yüzeyi orta ağacının çapının (d_g) yanı sıra %25-%50-%95'lik değerlerine karşılık gelen çap değerleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada kullanılan 5 farklı yüzdeler yöntemine ilişkin eşitlikler Çizelge 1'de verilmiştir.

tahmin edilirken, olasılık yoğunluk fonksiyonlarından kullanımı en yaygın olanların arasında bulunan ve esnekliğiyle ön plana çıkmış olan 3 parametrelili Weibull-3P fonksiyonu kullanılmıştır. Bu fonksiyonun matematiksel olarak gösterimi Formül 1'de verilmiştir.

$$f(x, \alpha, \beta, \gamma) = \frac{\gamma}{\beta} * \left(\frac{x-\alpha}{\beta}\right)^{\gamma-1} * \exp\left(-\left(\frac{x-\alpha}{\beta}\right)^{\gamma}\right) \quad (1)$$

Bu denklemde; x : çap değerini, α : konum parametresini (dağılım başlangıç noktasını), β : ölçek parametresini (dağılım basıklığını) ve γ : şekil parametresini (dağılım çarpıklığını) temsil etmektedir.

Bu aşamada, Weibull-3P fonksiyonuna ilişkin β ve γ parametreleri tahmin edilirken çap dağılımında farklı yüzdeleri kullanan eşitlikleri esas alan beş farklı yöntem kullanılmıştır (Çizelge 1). Bu yöntemlerde α parametresi, örnek alanlardaki minimum çapın yarısı olarak hesaplanmıştır (Frazier, 1981).

2.4. Farklı Yapay Sinir Ağı model yapılarıyla modelleme

YSA modelleri, giriş katmanı (input layer), gizli katman (hidden layer) ve çıktı katmanı (output layer) olmak üzere üç katmandan oluşan bir yapı içermektedir. Ayrıca oluşturulan bu YSA modellerinde farklı transfer fonksiyonları, farklı sayıda ara katman ve farklı sayıda nöron kullanılabilir. Ayrıca oluşturulan bu YSA modellerinde farklı transfer fonksiyonları, farklı sayıda ara katman ve farklı sayıda nöron kullanılabilir.

Yapılan bu çalışmanın YSA modellemesi aşamasında, farklı aktivasyon fonksiyonları (hyperbolic tanjant (tanH), Rectifier ve Maxout), farklı ara katman sayıları (1, 2 ve 3) ve farklı nöron sayıları (10, 50 ve 100) denenmiş ve bu modellemenin yapılması için de R dilinde kodlanmış olan H₂O paketi kullanılmıştır (H₂O.ai Team, 2018).

Bu aşamada en başarılı olarak bulunan IV. yöntemle elde edilen çap dağılımlarının tahmin değerleri, bağımlı değişken olarak alınıp %25-%50-%95 yüzdeler değerleriyle hesaplanan parametreler ise Weibull-3P dağılımının katsayıları olarak

alınmış ve farklı YSA modelleri ile yeniden tekrar çap dağılımı modellenmesi yapılmıştır.

2.5. Test edilen parametre tahmin yöntemlerinin karşılaştırılması

Parametre tahmin yöntemlerinden çalışmaya konu meşcerelerin çap dağılımların modellemeye en başarılı olanını belirlemek için Çizelge 2’de belirtilen sekiz farklı başarı ölçütü dikkate alınmış ve hesaplanan bu değerler için, Poudel ve Cao (2013) tarafından geliştirilen göreceli (rölatif) sıralama puanları kullanılmıştır. Bahsedilen bu sıralama aşağıda belirtilen Formül 2’ye göre yapılmıştır:

$$R_i = 1 + \frac{(k-1) \cdot (S_i - S_{min})}{S_{maks.} - S_{min.}} \quad (2)$$

Burada, R_i : i. denklemin rölatif sıralama değeri, ($i= 1, 2, 3, \dots k$), k : sıralama için kullanılan denklem sayısı, S_i : i. denkleme üretilen uyum istatistiği, $S_{min.}$: S_i 'nin minimum değeri, $S_{maks.}$: S_i 'nin maksimum değerini ifade etmektedir.

Bu sıralama (puanlama) yapılırken, en başarılı olan ve en başarısız olan denklemler sırasıyla 1’den k ’ya kadar puanlanmaktadır (Alkan ve Özçelik, 2020; Ercanlı, 2020a, b). Bu sıralama sonucunda, toplamda en düşük sıralama puanına sahip olan yüzdelik yöntem, Mengen OİŞ’deki karaçam meşcerelerinin çap dağılımlarını en başarılı olarak tahmin eden denklem olarak belirlenmiştir.

Çizelge 2. Weibull-3P dağılımında kullanılan yüzdeliklerin karşılaştırılmaları için kullanılan başarı ölçütleri

OMH (ortalama mutlak hata)	$OMH = \frac{\sum_{i=1}^n N_i - \hat{N}_i }{n}$
HKOK (hata kareler ortalamasının karekökü)	$HKOK = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (N_i - \hat{N}_i)^2}{n - p}}$
HKOK%	$HKOK\% = \left(\left[\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (N_i - \hat{N}_i)^2}{(n - p)}} \right] / \bar{N}_i \right) \cdot 100$
Bias (yanlılık)	$Bias = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{N}_i - N_i)}{n}$
Bias%	$Bias\% = \left(\left(\frac{\sum_{i=1}^n (\hat{N}_i - N_i)}{n} \right) / \bar{N}_i \right) \cdot 100$
$R^2_{düz.}$ (düzeltilmiş belirtme katsayısı)	$R^2_{düz.} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (N_i - \hat{N}_i)^2 (n - 1)}{\sum_{i=1}^n (N_i - \bar{N}_i)^2 (n - p)}$
AIC (Akaike bilgi ölçütü)	$AIC = -2 \log(L) + 2p$
BIC (Bayesian bilgi ölçütü)	$BIC = -2 \log(L) + p \cdot \log(n)$

Bu denklemlerde \bar{N}_i : ölçülen ağaç sayısını, N_i : tahmin edilen ağaç sayısını, ifade etmektedir.

3. Bulgular

Çalışma alanında alınan saf karaçam meşcerelerinin oluşturduğu örnek alanlardaki özet bilgilerin meşcerelere göre dağılışı Çizelge 3’te verilmiştir. Ayrıca, Weibull-3P olasılık yoğunluk fonksiyonu ile beş farklı yüzdelik yöntem kullanılarak yapılan analizler sonrasında, her bir yöntemin başarılı sonuç verdiği örnek alan sayıları ve başarı ölçütlerine ilişkin elde edilen bulgular Çizelge 4’te verilmiştir.

Bu aşamada en başarılı olarak belirlenen IV. yöntemle elde edilen çap dağılımlarının tahmin değerleri, bağımlı değişken olarak; %25-%50-%95 yüzdelik değerlerine göre hesaplanan

parametreler ise Weibull-3P dağılımının katsayıları olarak alınmış ve farklı aktivasyon fonksiyonları, ara katman sayıları ve nöron sayılarına dayanan çeşitli YSA modelleri kullanılarak tekrar çap dağılımı modellenmesi yapılmıştır.

Burada amaç; YSA’nın başarılı olan bir çap dağılımı modelindeki hata oranlarının azalıp azalmadığı test edilmiş; hem de farklı aktivasyon fonksiyonlarının, katman sayılarının ve nöron sayılarının, modelin hata değerleri ve başarısı üzerindeki etkisi ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Çizelge 3. Meşcere tiplerinin göğüs çaplarına ($d_{1,30}$) ait tanımlayıcı istatistiksel bilgiler

Meşcere tipi	N (adet)	Minimum (cm)	Maksimum (cm)	\bar{d} (cm)	S (cm)	Varyans (cm)	Çarpıklık (ÇK)	Basıklık (BK)	%Cv
Çkab3	5	8,0	17,0	11,2	2,7	7,2	0,4	-1,1	24,0
Çkb3	5	8,0	30,0	14,3	4,4	19,1	0,8	0,5	30,4
Çkbc3	11	8,0	34,0	16,7	5,6	31,7	0,6	-0,1	33,7
Çkc2	4	8,0	42,0	23,1	8,0	64,5	-0,2	-0,9	34,8
Çkc3	25	8,0	51,0	22,2	7,9	62,2	0,1	-0,4	35,5
Çkcd1	4	8,0	45,0	22,2	11,9	142,3	0,4	-1,2	53,7
Çkcd2	9	8,0	112,0	24,9	13,9	194,4	1,8	8,2	56,1
Çkcd3	32	8,0	80,0	26,2	11,9	142,0	0,4	-0,1	45,6
Çkd2	6	8,0	64,0	35,9	13,0	169,3	-0,3	-0,4	36,3
Çkd3	7	8,0	70,0	40,9	14,4	207,1	-0,6	0,0	35,2

N: Her bir meşcere tipinin toplam örnek alan sayısı, \bar{d} : Meşcere tipi düzeyinde aritmetik ortalama göğüs çapı ($d_{1,3}$) değeri, S: Standart sapma, %Cv= Varyasyon/değişim katsayısı. ÇK<0 (sola çarpık dağılım), ÇK>0 (sağa çarpık dağılım), ÇK=0 normal dağılım. BK<3 (yayvan tepeli dağılım), BK>3 (sivri tepeli dağılım), BK=0 (normal tepeli dağılım)

Çizelge 4. Parametrelerin tahminlerinde kullanılan yöntemlerin başarı ölçütleri ve genel sıralamaları

Yöntem	ÖA sayısı	OMH	HKOK	HKOK%	Bias	Bias%	R ² _{düz.}	AIC	BIC	Genel Sıra
I	85	205,78	142,74	180,68	27,31	34,58	0,476	526,91	636,26	3,1
II	107	213,20	107,64	136,25	31,33	39,66	0,702	497,27	606,62	2,4
III	107	218,80	112,97	143,00	10,95	13,86	0,672	502,35	611,70	1,9
IV	107	202,91	102,95	130,32	20,74	26,26	0,727	492,60	601,95	1,7
V	104	228,41	120,73	152,82	12,59	15,93	0,629	504,53	612,79	2,2

Not: En başarılı olan parametre tahmin yöntemi, tabloda **koyu** olarak belirtilmiştir.

İlk aşamada Mengen OİŞ'deki saf karaçam meşcerelerini modelleme başarısı en yüksek olarak tespit edilen %25-%50-%95'lik yüzdeler yönteminin, üç farklı aktivasyon fonksiyonu, üç farklı ara katman ve üç farklı nöron sayısı test edilerek yapılan 27 farklı YSA analizinde elde edilen bulgular aşağıdaki gibidir (Çizelge 5).

Çalışma kapsamında uygulanan yüzdeler yöntemlerinin başarıları, Kolmogorov-Smirnow (K-S) testi ile analiz edilmiştir. Buna göre; saf karaçam meşcerelerinden alınmış olan 108 adet örnek alanın I. yöntem 85'inde (%78,7'sinde); II., III. ve IV. yöntemler 107 tanesinde (%99,1'inde) ve V. yöntem ise 104 tanesinde (%96,3'ünde) başarılı olmuşlardır.

4. Tartışma ve Sonuç

Günümüz araştırmalarında olduğu gibi ormancılık alanında da birçok konuda YSA tekniklerinin yaygın olarak kullanılmaya başlandığı bilinmektedir. Buradan hareketle, çalışma kapsamında farklı model yapılarına sahip olan YSA tekniklerinin, saf karaçam meşcerelerini modelleme başarıları da kıyaslanabilmektedir.

Yapılan bu çalışmada da hem YSA'nın başarılı olan bir çap dağılımı modelindeki hata oranlarını azaltıp azaltmadığı test edilmiş hem de farklı aktivasyon fonksiyonlarının, katman sayılarının ve nöron sayılarının model hata değerleri ve başarısı üzerindeki etkisi ortaya konulmaya çalışılmıştır. YSA

analizlerinde nöron sayısı sabit (100 nöron) tutulmak şartıyla üç farklı aktivasyon fonksiyonu (tanH, Rectifier, Maxout) ve üç farklı ara katman test edilmiştir.

Buna göre Çizelge 5 detaylı incelendiğinde en belirgin başarı artışının, ara katman sayısının artırılmasıyla gerçekleştiği görülebilmektedir (1 katmana sahip YSA modellerinin karaçam meşcerelerindeki çap dağılımı değişkenliğini açıklama oranı en yüksek %74,6 iken, 2 katmanda en yüksek %83,2 ve 3 katmanda ise %84,3-84,5'lere kadar artmıştır).

Yine her bir aktivasyon fonksiyonunda ara katman sayısı arttıkça hata oranlarında azalma ve buna bağlı olarak başarı oranında bir artış görülmektedir. Aktivasyon fonksiyonları arasında ise yine farklı YSA modellerinin, karaçam çap dağılımını açıklamadaki başarıları arasında TanH ve Rectifier aktivasyon fonksiyonlarının kullanıldığı YSA modellerinin birbirlerine yakın başarılar gösterdiği ve bu fonksiyonların Maxout aktivasyon fonksiyondan yaklaşık %4-5 oranında daha fazla başarı gösterdiği görülmektedir (Çizelge 5).

Diğer taraftan, TanH ve Rectifier aktivasyon fonksiyonlarında benzer şekilde olmak üzere 10 nöron sayısının kullanıldığı YSA modelinden, 100 nöron sayısının kullanıldığı YSA modeline gittikçe modellerin başarılarının genellikle arttığı görülebilmektedir; ancak bu başarı artışı Maxout aktivasyon fonksiyonunda aynı şekilde gözlemlenmemektedir. Bu durumun her aktivasyon fonksiyonunun model yapısının farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 5. Farklı yapay sinir ağı modellerinin %25-%50-%95 değerlerle karaçam çap dağılımlarını modellemedeki başarı ölçütleri

Aktivasyon fonksiyonu	Ara katman sayısı	Nöron sayısı	OMH	HKOK	HKOK%	Bias	Bias%	R ² _{düz.}	AIC	BIC	Genel sıra
Hyperbolic tanjant (TanH)	1	10	224,28	116,44	147,76	21,11	26,79	0,651	505,52	614,87	16,5
		50	221,30	115,75	146,52	20,64	26,20	0,656	504,90	614,26	16,3
		100	232,32	119,07	150,72	11,25	14,27	0,636	507,87	617,22	16,2
	2	10	185,60	95,53	120,92	20,38	25,86	0,765	484,74	594,09	11,5
		50	160,59	83,66	105,90	6,10	7,74	0,820	470,81	580,16	6,7
		100	155,69	80,75	102,22	4,99	6,33	0,832	467,09	576,45	5,8
	3	10	176,99	89,90	113,80	4,66	5,92	0,792	478,37	587,72	8,5
		50	145,34	78,10	98,86	0,12	0,15	0,843	463,59	572,95	4,4
		100	145,86	79,84	101,06	20,54	26,07	0,836	465,90	575,25	6,9
Rectifier	1	10	249,42	130,57	165,28	21,78	27,63	0,562	517,55	626,90	19,5
		50	215,70	112,38	142,25	9,09	11,54	0,675	501,80	611,15	14,3
		100	201,74	104,96	132,87	6,85	8,70	0,717	494,63	603,98	12,4
	2	10	187,41	96,84	122,59	21,78	27,63	0,759	486,17	595,53	12,0
		50	180,73	91,93	116,37	12,39	15,72	0,783	480,71	590,07	9,8
		100	163,84	84,06	106,40	18,71	23,74	0,818	471,30	580,66	8,3
	3	10	184,26	91,96	116,41	4,76	6,04	0,783	480,74	590,10	9,1
		50	163,78	81,89	103,66	1,31	1,66	0,828	468,56	577,92	5,9
		100	151,92	77,59	98,22	0,64	0,81	0,845	462,90	572,26	4,5
Maxout	1	10	237,63	122,04	154,48	13,50	17,13	0,617	510,46	619,81	17,0
		50	196,22	102,80	130,13	32,75	41,56	0,728	492,45	601,80	14,5
		100	189,02	99,45	125,88	49,73	63,11	0,746	488,96	598,31	15,4
	2	10	187,77	96,70	122,40	24,54	31,14	0,760	486,02	595,37	12,2
		50	162,31	84,98	107,57	29,50	37,44	0,814	472,45	581,80	9,5
		100	177,59	90,87	115,03	59,37	75,34	0,788	479,49	588,85	14,4
	3	10	189,17	96,82	122,56	7,62	9,67	0,759	486,15	595,50	10,5
		50	161,73	83,88	106,18	20,00	25,38	0,819	471,08	580,44	8,3
		100	167,95	86,50	109,49	62,41	79,20	0,808	474,31	583,67	13,5

Not: En başarılı olan yapay sinir ağı modeli, tabloda **koyu** olarak belirtilmiştir.

Çalışma kapsamında ayrıca, %25-%50-%95 yöntemiyle ve hem de TanH fonksiyonu, 3 ara katman ve 50 nöronun kullanıldığı YSA yöntemiyle modellenmiş olan karaçam alanlarından farklı kapalılıklara (1, 2 ve 3) sahip olan bazı örnek alanlardaki tahmin edilen ağaç sayılarının çap sınıflarına göre dağılımı da kıyaslanmıştır (Şekil 2). İlgili şekil incelendiğinde de YSA yöntemiyle yapılan modelleme sonrasında, örnek alanlardaki çap sınıflarında tahmin edilen ağaç sayılarının daha yakın oranda tahmin edilebildiği görülmekte ve bu sonuç daha önce başarı ölçütleriyle hesaplanarak elde edilmiş olan sonucu da (Çizelge 5) desteklemektedir.

Çalışma kapsamında yapılan YSA analizleri sonucunda elde edilen değerlerinin, yine Poudel ve Cao (2013)'e göre kıyaslaması yapıldığında; hata oranının en düşük ve açıklama oranının en yüksek olduğu YSA modelinin, TanH Aktivasyon fonksiyonuyla, 3 ara katmanın ve 50 nöronun kullanıldığı YSA modeli olduğu görülmektedir.

Ayrıca Çizelge 4 ve 5 detaylı incelendiğinde YSA modellerinin kullanılmasyla birlikte model hatalarının daha azaltıldığı (ortalama mutlak hatanın 202,91'den 145,34'e (-

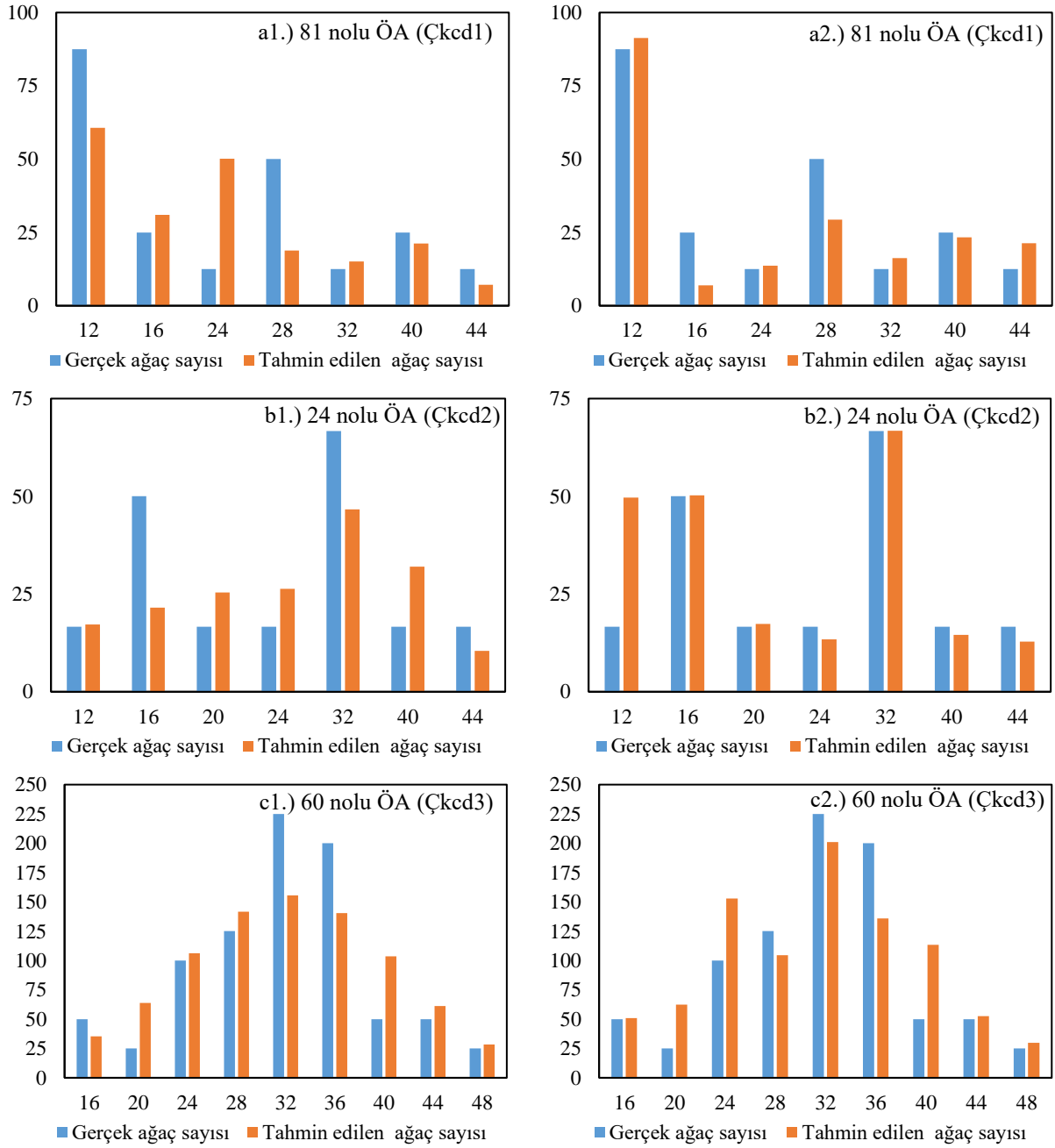
%28,4), hkok'nin 102,95'ten 78,1'e (-%24,), biasın 20,74'den 0,12'ye (-%99,4), AIC'nin 492,6'dan 463,59'a (-%0,06) ve BIC'nin 601,95'ten 572,95'e (-%0,05)) ve R²_{düz.}'in de 0,727'den 0,843'e (+%16) yükseldiği görülmektedir.

Yine Ercanlı ve ark. (2018), Doğu Ladini-Sarıçam Karışık meşcerelerindeki çap dağılımı modellemesi araştırmalarında Weibull-3P dağılımına göre yapay zekâ uygulaması olan derin öğrenme algoritmaları ile hata kareler toplamında (HKT) %79,01 azalma, HKOK'de %54,15 azalma, AIC'de %18,49 azalma ve Schwarz'ın Bayesian Bilgi Ölçütü (SBC) değerinde %18,37 azalma ve R²_{düz.}'de %30,63 artma elde etmişlerdir.

Bu çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar da benzerlik göstermekte olup YSA modellemesi ile model hatalarının azaltılıp tahmin başarısının artırıldığı gerçeğini desteklemektedir. Buradan hareketle, önem arz eden araştırmalarda YSA modellemesinin tercih edilmesi ve bu uygulamada da farklı transfer fonksiyonları, farklı ara katmanlar ve farklı nöron sayılarıyla çeşitli model yapılarının denenmesi önerilmektedir. Bu sayede daha etkili modelleme çalışmaları yapılabilecektir. Bu ve önceki çalışmalarda elde edilen başarı

düzei göz önüne alındığında YSA modellemesinin yapılacak olan diğer tek ağaç ve meşcere modellemesiyle ilgili olan diğer

artım ve büyüme modellemesi çalışmalarında da tercih edilmesi düşünülmelidir.



Şekil 2. a1., b1., c1. %25-%50-%95 yöntemiyle; a2., b2., c2. YSA yöntemiyle modellenen bazı örnek alanların çap sınıflarındaki ağaç sayıları

Farklı yörede, farklı müdahalelere maruz kalmış olan veya farklı türlerin oluşturduğu meşcerelerde çap dağılımları değişiklik gösterebileceğinden dolayı, bu çalışma kapsamında en başarılı olarak belirlenen %25-%50-%95'lik yöntemin, farklı çalışmalarda test edilerek kullanılması önerilmektedir. Ayrıca bu çalışmada farklı YSA modellerinin kıyaslanması sonucunda; ara katman ve nöron sayısı arttıkça model hatalarının azalış gösterebildiği ve modellerin güvenilirliğinin artabildiği tespit edilmiştir. Bu sonuca göre, yapay zekâ uygulamalarından olan YSA modellerinin geleneksel istatistik modellerine bir alternatif

olarak kullanılabilceği ve yapılacak araştırmaların taşıdığı önem de dikkate alınarak, YSA modellerinin farklı aktivasyon fonksiyonları, farklı ara katmanlar ve çeşitli nöron sayıları deneyerek kullanılmasının fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma verilerinin elde edilmesi için gerekli yardım ve desteği sağlayan, Orman Genel Müdürlüğü ve Bolu Orman Bölge Müdürlüğü personellerine teşekkürlerimi sunarım.

Kaynaklar

- Alkan, O., Özçelik, R., 2020. Stem taper equations for diameter and volume predictions of *Abies cilicica* Carr. in the Taurus Mountains, Turkey. *Journal of Mountain Science*, 17(12), 3054–3069.
- Alkan, O., Özçelik, R., Kalkanlı Genç, Ş., 2023. Almus yöresi doğal doğu kayını meşcerelerinin çap dağılımının Weibull dağılımı ile modellenmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 24(3), 197-207.
- Bailey RL, Dell TR, 1973. Quantifying diameter distributions with the Weibull function. *Forest Science*, 19(2), 97-104.
- Baş, B., Özçelik, R., 2022. Antalya yöresi doğal sedir meşcereleri için çap dağılım modelinin Johnson's SB Dağılımı ile geliştirilmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 23(1), 21-29.
- Bliss C.I., Reinker K.A., 1964. A lognormal approach to diameter distributions in even-aged stands. *Forest Science*, 10(3), 350-360.
- Bolat F., 2015. Bursa-Kestel Orman İşletme Şefliği içerisindeki meşcereler için çap dağılım modellerinin geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, ÇKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 77 s. Çankırı.
- Borders B.E., Souter R.A., Bailey R.L., Ware K.D. 1987. Percentile based distributions characterize forest tables. *Forest Science*, 33(2), 570-576.
- Bolat F, Ercanlı İ, 2017. Modeling diameter distribution by using Weibull function in forests located Kestel-Bursa. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 17(1), 107-115.
- Cao, Q.V., 2004. Predicting parameters of a Weibull function for modeling diameter distribution. *Forest Science*, 50(5), 682-685.
- Cao Q.V., 2022. Predicting future diameter distributions given current stand attributes. *Canadian Journal of Forest Research*, 52(4), 561-567.
- Carus, S., 1996. Variation of diameter distribution of even-aged Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky.) stands by site and age. *İstanbul University Journal of Forest Faculty A*, 46(2), 171-182.
- Carus, S., Çatal, Y., 2008. Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) meşcerelerinde 7-ağaç örnek nokta yöntemiyle meşcere ağaç sayısının çap basamaklarına dağılımının belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, A (2), 158-169.
- Çatal, Y., Güneş, S., 2016. Isparta Yöresi kızılçam meşcerelerinde çap dağılımının örnek alan ağaç sayısına göre modellenmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 17(2), 166-173.
- Clutter J.L., Bennet F.A. 1965. Diameter distributions in old-field slash pine plantation. Georgia Forest Research Council, Report No: 13, 9p. USA.
- Diamantopoulou MJ, Özçelik R, Crecente-Campo F, Eler Ü, 2015. Estimation of Weibull function parameters for modelling tree diameter distribution using least squares and artificial neural networks methods. *Biosyst Eng* 133, 33-45.
- Doğan, M., 2011. Mengen ve çevresinin ekoturizm potansiyelinin değerlendirilmesi. *Coğrafya Dergisi*, 1(22), 14-26.
- Ercanlı, İ., 2010. Trabzon ve Giresun orman bölge müdürlükleri sınırları içerisinde yer alan Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link)-Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Karışık meşcerelerine ilişkin büyüme modelleri, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Ercanlı İ, Yavuz H, 2010. The probability density functions to diameter distributions for Oriental Spruce and Scots Pine mixed stands. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 10(1), 68-83.
- Ercanlı İ., Bolat F., Kahrıman A. 2013. Comparing parameter recovery methods for diameter distribution models of Oriental spruce (*Picea orientalis* (L.) Link.) and Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) mixed stands located Trabzon and Giresun Forest Regional Directorate. *International Caucasian Forestry Symposium (24-26 October 2013)*, Artvin, Turkey, p.119-126.
- Ercanlı İ, Bolat F, Kahrıman A, 2016. Modelling stand diameter distribution by using 3-Parameters Weibull probability density function Sarıççek-Vezirköprü Forest Enterprise. *Anatolian Journal of Forest Research*, 2(1-2), 13-24.
- Ercanlı, İ., Bolat, F., Yavuz, H., 2018. Ormanların Çap Dağılımlarının Modellenmesinde Derin Öğrenme Algoritmalarının Kullanımı: Trabzon ve Giresun Ormanları Doğu Ladini-Sarıçam Karışık Meşcereleri Örneği, *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, Cilt 4, Sayı 2, 122-132.
- Ercanlı, İ., Kaya, O., 2019. Yapay Sınır Ağ Modelleri ile Ağaçların Hacim Tahminlerinde Transfer Fonksiyonunun ve Nöron Sayısının Etkisi: Başçatak (Akdağmadeni) Yöresi Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Örneği. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 28-37.
- Ercanlı, İ., 2020a. Innovative deep learning artificial intelligence applications for predicting relationships between individual tree height and diameter at breast height. *Forest Ecosystems*, 7, 12.
- Ercanlı, İ., 2020b. Artificial intelligence with deep learning algorithms to model relationships between total tree height and diameter at breast height. *Forest Systems*, 29 (2), e013.
- Frazier J.R. 1981. Compatible whole-stand and diameter distribution models for Loblolly pine plantations. PhD thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, 125 p., Blacksburg.
- Gadow K von, Hui G, 1999. Modelling forest development (Vol. 57). Springer Science & Business Media, The Netherlands, 213 pp.
- Gorgoso-Varela J.J., 2015. Comparison of estimation methods for fitting Weibull distribution to the natural stand of Oluwa forest reserve, Onda State, Nigeria. *Journal of Research in Forestry, Wildlife and Environment*, 7(2), 81-90.
- Hyink, D.M., Moser, J.W., 1983. A generalized framework for projecting forest yield and stand structure using diameter distributions. *Forest Science*, 29(1), 85-95.
- H2O.ai (2018). H2O R Package Documentation. <https://docs.h2o.ai/>. (Erişim 18.10.23).
- Johnson N.L. 1949. System of frequency curves generated by methods of translation. *Biometrika*, 36(1/2), 149-176.
- Kahrıman A, Yavuz H, 2011. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)-Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) Karışık Meşcerelerinde Çap Dağılımlarının Olasılık Yoğunluk Fonksiyonları ile Belirlenmesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 12(2), 109-125.

- Knowe S.A., Ahrens G.R., DeBell, D.S., 1997. Comparison of diameter-distribution prediction, stand-table projection and individual-tree growth modeling approaches for young red alder plantations. *Forest Ecology and Management*, 98, 49-60.
- Liu C., Zhang S.Y., Lei Y., Newton P.F., Zhang L. 2004. Evaluation of tree methods for predicting diameter distributions of black spruce (*Picea mariana*) plantations in central Canada. *Canadian Journal of Forest Research*, 34(12), 2424-2432.
- Liu A, Li F, Zhang L, Jin X, 2014. Modeling diameter distributions of mixed species forest stands. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 29(7), 653-663.
- Maltamo M., Kangas A., Uuttera J., Torniainen T., Saramäki J., 2000. Comparison of percentile based prediction methods and Weibull distribution in describing diameter distribution of heterogenous Scots pine stands. *Forest Ecology and Management* 133, 263–274.
- Mısır N., 2003. Karaçam ağaçlarına ilişkin büyüme modelleri. Doktora tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 209s. Trabzon.
- Nelson T.C., 1964. Diameter distribution and growth of Loblolly pine. *Forest Science*, 10(1), 105-114.
- OGM 2010. Orman envanter verileri.
- Özçelik R, Fonseca T.F., Parresol, B.R., Eler, Ü., 2016. Modeling the diameter distributions of Brutian pine stands Using Johnson's S_B distribution. *Forest Sci* 62(6), 587-593.
- Özdemir, G.A., 2016. Modeling the diameter distribution of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) stands. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 66(2), 548-558.
- Podlaski, R., Zasada, M., 2008. Comparison of selected statistical distributions for modelling the diameter distributions in near-natural *Abies-Fagus* forests in the Swietokrzyski National Park (Poland). *European Journal of Forest Research*, 127(6), 455–463.
- Poudel, K.P., Cao, Q.V., 2013. Evaluation of methods to predict Weibull parameters for characterizing diameter distributions. *Forest Science*, 59(2), 243-252.
- Rennolls, K., Geary, D.N., Rollinson, T.J.D., 1985. Characterizing diameter distributions by the use of the Weibull distribution. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 58(1), 57-66.
- Sakıcı, O.E., 2021. A comparison of diameter models for uneven-aged Kazdağı fir stands in Kastamonu region of Turkey. *Globcer'21*, Online conference, June 2-5. pp. 578-590.
- Sakıcı, O.E., Gülsunar, M., 2012. Diameter distribution of Bornmullerian fir in mixed stands. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, Special issue, 263-270.
- Sakıcı, O.E., Dal, E., 2021. Modelling diameter distributions and determination of their relationships with some stands characteristics for Scots Pine Stands in Kastamonu Region. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 23(3), 1026-1041.
- Seki, M., 2022. Determination of relationships between stand variables and parameters of Weibull function for *Fagus orientalis* Lipsky Stands. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 22(1), 68-77.
- Siipilehto, J., Sarkkola, S., Mehtätalo, L., 2007. Comparing regression estimation techniques when predicting diameter distribution of Scots pine on drained peatlands. *Silva Fennica*, 41(2), 333-349.
- Siipilehto, J., Mehtätalo, L., 2013. Parameter recovery vs. parameter prediction for the Weibull distribution validated for Scots pine stands in Finland. *Silva Fennica*, 47(4), 1-22.
- Sivrikaya, F., Karakaş, R., 2020. Modeling diameter distributions in Önsen natural Stone pine (*Pinus pinea* L.) stands. *Turkish Journal of Forestry*, 21(4), 364-372.
- Sönmez, T., Günlü, A., Karahalil, U., Ercanlı, İ., Şahin, A., 2010. Diameter distribution modelling for pure Oriental spruce. III National Black Sea Forestry Congress, Artvin (Türkiye), May 20-22, pp. 388-398.
- Sönmez, T., Karahalil, U., Günlü, A., Şahin, A., 2015. Evaluation of diameter distribution of even-aged and pure Oriental spruce (*Picea orientalis* (L.) Link.) stands by site index and age classes. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 15(1), 26-36.
- Vanclay, J.K., 1994. Modelling forest growth and yield: Applications to mixed tropical forests. *Cab International*, Wallingford, UK, 312 p. Denmark.
- Waldy, J., Kershaw, J.A., Weiskittel, A., Ducey, M.J., 2022. Diameter distribution model development of tropical hybrid Eucalyptus clonal plantations in Sumatera, Indonesia: A comparison of estimation methods. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 52(1), 1-14.
- Weibull, W., 1951. A statistical distribution function of wide applicability. *Journal of Applied Mechanics*, (18), 293–297.
- Yavuz, H., Gül, A.U., Mısır, N., Özçelik, R., Sakıcı, O.E., 2002. Meşcerelerde çap dağılımlarının düzenlenmesi ve bu dağılımlara ilişkin parametreler ile çeşitli meşcere öğeleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. *Orman Amenajman'ında Yeni Kavramsal Açılımlar ve Yeni Hedefler Sempozyumu*, İstanbul, pp. 203-212.
- Zhang, X., Lei, Y., 2010. A linkage among whole-stand model, individual-tree model and diameter-distribution model. *Journal of Forest Science*, 56(12), 600-608.



A study on distribution of heavy metal pollution on the urban parks soils in Çankırı, Türkiye

Seval Sünal Kavaklıgil ^{ID}*¹ Ülkü Yılmaz ^{ID}¹ Özgür Burhan Timur ^{ID}² Umut Pekin Timur ^{ID}² Sabit Erşahin ^{ID}³

¹Çankırı Karatekin University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Çankırı, Türkiye

²Çankırı Karatekin University, Faculty of Forestry, Department of Landscape Architecture, Çankırı, Türkiye

³Iğdır University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Iğdır

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 08/09/2023

Kabul Tarihi : 08/12/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1357158>

*Sorumlu Yazar:

sevalsunal@karatekin.edu.tr

Abstract

Soil is a crucial component of rural and urban environments. Urban soils in Çankırı have a high potential impact on soil quality. To date, little research on soil pollution has been conducted in Çankırı's urban parks has been conducted. To identify the concentrations and sources of heavy metals in soil, and to assess the soil environmental quality, samples were collected from 10 urban parks soils and different time located in the city of Çankırı (total 90 soil samples). The concentrations of B, Cd, Cr, Fe, Mn, Cu, Ni, Pb, and Zn were analyzed in the samples using an ICP (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry). The mean concentrations (mg/l) were Mn>Fe>Zn>Cu>Ni>Pb>B>Cd>Cr. Considering the heavy metal concentrations obtained in the study, all of these values were found below the acceptable. However, in some parks of the study area, some elements were also slightly raised, the transported soils in urban parks should be handled carefully and to avoid an environmental hazard of these heavy metals.

Research Article

Key Words: Heavy metals, Çankırı, urban soils, urban park

Çankırı'daki kent parkları topraklarında ağır metal kirliliğinin dağılımı

ÖZ

Toprak, kırsal ve kentsel çevrenin önemli bir bileşenidir. Çankırı'daki kentsel topraklar, toprak kalitesi üzerinde yüksek bir potansiyel etkiye sahiptir. Bugüne kadar, Çankırı'nın kentsel parklarında toprak kirliliği üzerine çok az araştırma yapılmıştır. Topraktaki ağır metallerin konsantrasyonlarını ve kaynaklarını belirlemek ve toprağın çevresel kalitesini değerlendirmek için, Çankırı kentinde bulunan 10 kent parkı toprağından ve farklı zamanlarda örnekler toplanmıştır (toplam 90 toprak örneği). Örneklerdeki B, Cd, Cr, Fe, Mn, Cu, Ni, Pb ve Zn konsantrasyonları analiz edilmiştir. Ağır metal konsantrasyonları ICP (İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi) kullanılarak analiz edilmiştir. Ortalama konsantrasyonlar (mg/l) Mn>Fe>Zn>Cu>Ni>Pb>B>Cd>Cr şeklindeydi. Çalışmada elde edilen ağır metal konsantrasyonları göz önüne alındığında, bu değerlerin tümü kabul edilebilir değerlerin altında bulunmuştur. Ancak, çalışma alanındaki bazı parklarda bazı elementler de hafifçe yükselmiştir, kent parklarındaki taşınan topraklar dikkatli bir şekilde ele alınmalı ve bu ağır metallerin çevresel bir tehlikesinden kaçınılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Ağır metaller, Çankırı, kent toprakları, kent parkları

Citing this article:

Kavaklıgil, S.S. et al., 2023., A study on distribution of heavy metal pollution on the urban parks soils in Çankırı, Türkiye Anatolian Journal of Forest Research, 9(2), 70-74.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence

1. Introduction

Urbanization studies are mostly focused on spatial planning, economic, and social problems. However, urbanization has negative effects on ecosystems. The major of problems of urbanization regarding the ecosystem is the increase of heavy metal accumulation in the urban soils. Heavy metals can be toxic even at low concentrations due to their high concentration. This is acutely evident in urban areas where various sources release large quantities of heavy metals. Heavy metals found in agricultural soils, urban soils, and especially soils in parks, gardens and residential areas can easily contaminate the human body (Mielke et al., 1999; Madrid et al., 2002). Furthermore, urban soils receive higher than normal loads of contaminants from traffic and, in heavily industrialized cities, industrial activity (Bullock and Gregory, 1991).

Since the origin and sources of heavy metals are different, many researchers have pointed out that urban soils need to be better known. For example, Ni and Cd have terrestrial origins while Pb, Fr, and Zn are of more anthropogenic origin (Bilos et al., 2001). Several researchers have indicated the need for a better understanding of urban soil pollution and a number of studies have been conducted on the distribution of heavy metals around the world (De Kimple and Morel, 2000; Manta et al., 2002, Chen et al., 2004, Wei and Yang, 2010, Erşahin et al., 2018).

Heavy metals in urban soils may come from various human activities, industrial and energy production, construction, and vehicle exhaust (Martin et al., 1998; Li et al., 2001). These activities send heavy metals air and the metals subsequently are deposited into urban soil, parks, and gardens as the metal-containing dust falls. Studies of urban soils in many cities have been carried out around the world (Beyer et al., 1996, Paterson et al., 1996, Sánchez Martín et al., 2000, (Cyrys et al., 2003, Erşahin et al., 2018). On the other hand, there are different sources of heavy metals in the environment. These sources can be both of natural or anthropogenic origin. Heavy metals occur naturally in rocks and soils (Khalilova and Mammadov, 2016). Accordingly Facchinelli et al. (2001), heavy metals occur in almost all soils naturally, but their concentrations and impact on the soil can be influenced by many factors (Erşahin et al., 2018). Aviles et al., (2012) reported that anthropogenic sources of heavy metals in industrial discharges, vehicle emissions, metal mining, atmospheric deposition of particles, and land application of fertilizers.

Little information is available on heavy metal concentrations in soils of urban parks. Akyıldız and Karataş (2018) reported some heavy metal (Ni, As, Cr, and Al) distribution in the Adana urban soils. Researchers found that heavy metals are generally caused by environmental factors and that the geological structure. They stated that geological structure in the region may contribute in the increase of Cr and Ni elements. Chen et al., (2005) reported that Ni and Zn levels were controlled by parent material in the park soils, Cu, Pb and, in part, Zn were accounted for mainly by anthropogenic activities in Beijing, China In addition they stated that no obvious pollution by Ni was observed in the soils of the parks in Beijing. Madrid et al., (2002) reported also that heavy metal pollution exists in some soils within the urban area of Seville, particularly for Cu, Pb and Zn.

This study has been conducted on the distribution of heavy metal contents of some urban parks in Çankırı. The concentrations and pollution levels of park soil B, Cd, Cr, Fe, Mn, Cu, Ni, Pb, and Zn in urban park soils were assessed to evaluate the environmental quality of the soils in urban parks and the potential ecological risks.

2. Material and Method

2.1. Study area

The study area is located in North Central Anatolia, Turkey (Fig.1). The city is 723 m above sea level. Climate in the study area is the dry sub-humid/semi-arid Central Anatolian climate according to Iyigun et al. Long-term mean annual precipitation ranges from 406.0 to 538.0 mm, mean annual temperature from 9.1 to 11.1 °C, and mean relative humidity from 61.0 to 66.0%. (Anonim, 2023).



Figure 1. Location map of study area

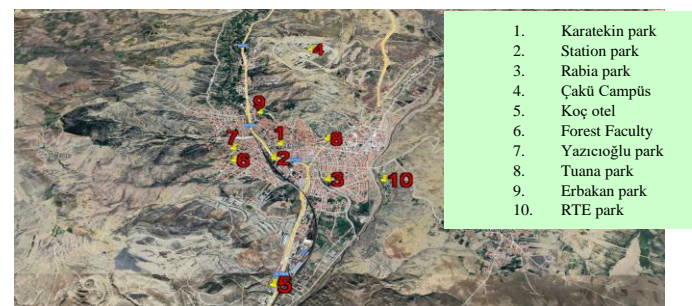


Figure 2. Soil samples point map of study area (RTE: Recep Tayyip Erdoğan)

2.2. Soil sampling and analysis

A total of 90 soil samples were collected from ten different parks and times (June, August, and October) in Çankırı city (Fig. 2). Depending on the area of the parks, 3 sub-samples of the topsoil (0–20 cm) were collected urban park soils in each park and mixed thoroughly to get a representative sample. In addition, their coordinates were recorded using global positioning system (GPS) tool. Samples were air-dried and sieved through a 2 mm sieve to be prepared for analyses. Soil physico-chemical properties, heavy metal concentration were determined based on literatures. Table 1 shows the selected analytical protocols.

The concentrations of heavy metals in soils mainly depend on the type and chemistry of the main materials in soils. The mean of some heavy metals found in soils their concentration is shown in Table 2.

Table 1. Soil variables and the methods used for their analysis

Soil property	Methods/device	Reference
Soil texture (Clay, Silt and Sand) (%)	Mechanical analysis	Gee and Boudet 1986
Field capacity (%)	Pressure chambers	Cassel and Nielsen 1986
Wilting point (%)	Pressure chambers	Cassel and Nielsen 1986
Available water capacity (%)	Difference between field capacity and wilting point	Cassel and Nielsen 1986
Electrical conductivity (dSm ⁻¹)	With an EC electrode in 1 / 2.5 soil-water suspension	Rhoades et al. 1999
Soil reaction (pH)	With a pH electrode in 1 / 2.5 soil-water suspension	Rhoades et al. 1999
Organic matter content (%)	Walkley-Black method	Nelson and Sommers 1982
CaCO ₃ content (%)	Scheibler calcimeter	Çağlar 1958
Aggregate stability index (%)	Wet sieving	Kemper and Rosenau 1986
Total heavy metal (B, Cd, Cr, Fe, Mn, Cu, Ni, Pb, and Zn) (mg/l)	ICP-OES detection	Kloke (1980)

Table 2. Pollution limits of the World Health Organization (Chiroma et al., 2014)

Elements	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
WHO and FAO (mg/l)	20	3	50	100	100	50000	2000	50	100	300

The mean concentration of cadmium in soils is six times the mean concentration in the stratum. In addition, concentrations of Pb, Hg, and Zn in soils are two times the average concentrations in the earth's crust (Türkoğlu, 2006). The calculation of the enrichment factors (EF) for the heavy metals was made using an equation suggested by Sposito (1989).

$$EF = (HM_{soil}) / (HM_{earth\ crust}) \quad (1)$$

where HM_{soil} is the total heavy metal concentration in the soil sample, and HM_{earth} is the mean heavy metal concentration in the earth's crust, which is 0.11 mg kg⁻¹ for Cd, 25 for Cu, 126 for Cr, 24 for Co, 56 for Ni, 14 for Pb, for Mn 716, and 65 mg kg⁻¹ for Zn (Sposito, 1989). EF values were also interpreted as suggested by Zhang and Liu (2002): if 0.5 ≤ EF < 1.5, it indicates that the metal could be mainly from natural weathering process, and if EF > 1.5, it indicates that the metal is from anthropogenic sources, or a greater percentage of the metal is from non-natural weathering process.

3. Results and Discussion

The descriptive statistical parameters such as mean, maximum, minimum, and coefficients of variation (CV) of some basic soil properties related to 90 soil samples taken from surface (0-20 cm) of the urban parks of the Çankırı province were given in Table 3. In order to determine variability of some soil properties, many researchers offer to investigate coefficient of variation (CV). According to Mallants et al., 1996, CV values were classified as low (<15%), medium (15-35%) and moderate (> 35%). In this case, variables of bulk density, aggregate stability, and pH have low CV. It has been reported in many studies that pH varies low (Erşahin, 1999; Mulla and Mc

Bratney, 2000; Dikmen et al., 2017, Kavaklıgil and Erşahin, 2022). According to this result, it can be interpreted that pH is more similar across the landscape. On the other hand, the variables of soil moisture, plant available water content and EC of soil properties had a high level of variability. As for the concentrations of heavy metals in soils given in Table 3, it was determined that the variations for heavy metals were generally high. Greatest variation occurred for Zn and lowest for Cd.

Table 3. Descriptive statistical analysis of physico-chemical properties and heavy metal of soil samples

Parameter	Min	Max.	Mean	SD	Skewness	Kurtosis	CV
BD (g/cm ³)	1.18	2.01	1.49	0.17	0.39	-0.12	11.40
Sand (%)	14.10	64.10	41.70	11.40	-0.36	-0.45	27.3
Clay (%)	17.00	63.40	38.32	9.67	0.60	0.03	25.31
Silt (%)	10.00	31.40	19.95	4.86	-0.17	-0.32	23.05
AS (%)	0.37	0.57	0.49	0.03	-0.78	1.82	6.12
CaCO ₃ (%)	5.20	20.78	10.77	3.56	0.91	0.23	33.05
SOM (%)	0.68	3.07	1.97	0.59	-0.21	-0.81	29.94
FC (%)	10.67	67.91	33.54	14.75	0.87	-0.23	43.97
WP (%)	5.39	36.57	15.84	5.61	0.61	1.14	35.41
AWT (%)	1.01	51.12	17.70	13.52	0.92	-0.30	76.38
pH (%)	7.22	8.13	7.79	0.13	-0.66	2.61	1.66
EC (µS/cm)	126.9	2080.0	532.13	432.7	1.99	3.62	81.31
Heavy Metals							
B (mg/l)	0.01	0.78	0.12	0.09	3.63	22.5	75.0
Cd (mg/l)	0.02	0.04	0.03	0.01	2.92	11.51	0.33
Cr (mg/l)	0.01	0.05	0.03	0.01	1.54	2.08	33.33
Cu (mg/l)	0.10	2.29	0.63	0.35	1.83	5.65	55.55
Fe (mg/l)	0.06	8.92	2.25	1.58	1.98	4.34	70.21
Mn (mg/l)	0.45	7.82	3.39	1.75	0.50	-0.18	51.62
Ni (mg/l)	0.02	1.61	0.48	0.33	1.25	1.50	68.75
Pb (mg/l)	0.01	1.24	0.28	0.27	1.59	2.15	96.42
Zn (mg/l)	0.01	5.20	0.86	1.09	2.68	7.23	126.74

SD: standard deviation, CV: coefficient variation, BD: bulk density, AS: aggregate stability, SOM: soil organic matter, FC: field capacity, WP: wilting point, AWT: available water content.

The soils are clay sand with a pH < 8.0 and have very low aggregate stability (Table 3). The general Fe rate is 5% on average according to WHO and FAO data (Table 2). Results with these standards compared, it shows that there is no iron-related pollution in the urban park soils. The mean value of Mn content was found to 3.39. The value of Mn in the soil is below 2000 mg/kg, (2 mg/l) which is the value indicated by WHO and FAO. As a result, Mn values are within the range (Table 3). According to the analysis of soil samples, the heavy metal content concentration did not exceed their permissible threshold level in all the soil samples.

In addition to obtain real heavy metals' values, all the elements were additionally grouped by Zhang and Liu (2002). Some EF values for the soils are given in Table 4. The EF values 0.5 ≤ EF < 1.5 for Cd, Cu, Cr, Ni, Pb, Mn and Zn pointed to the absence of the soil's enrichment with these elements. (Table 4).

Table 4 Some enrichment factors (EF) for the soils, mg kg⁻¹

Heavy Metals	Cd	Cu	Cr	Ni	Pb	Mn	Zn
	0.27	0.02	0.0002	0.008	0.02	0.004	0.013

4. Conclusion

This present study was conducted for the distribution of heavy metal contents and their enrichment factors in urban parks soils in Çankırı. For this purpose, 90 soil samples were collected from surface soil in parks. According to the results of the analysis, whether the elements in the park soils create pollution and the accumulation of elements and information was obtained. The results showed that mostly the concentration did not exceed their threshold levels. Besides, all heavy metal elements did not exceed the minimal enrichment level. However, in some regions of the study area, the Mn and Fe contents were also slightly raised, this result possibly stems from anthropogenic effects. Considerably vary site-specifically depending on the dominance of the anthropogenic effects the plants should be chosen site-specifically. Also, this is a study conducted by a specific research group. Future or other studies may have different conclusions from these authors, so it has the potential to form the basis for future studies.

Thanks to: This study was carried out within the scope of BAP project no. OF060416B31.

References

- Anonim, 2023. Çankırı Meteoroloji Bülteni, T.C. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü (<https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=CANKIRI>) Erişim Tarihi 07.08.2023.
- Akyıldız, M., Karataş, B., 2018. Investigation of heavy metal pollution in the soil at Adana City Center. Çukurova University Journal of the Faculty of Engineering and Architecture 33(2), 199-214 [in Turkish].
- Aviles, R. M., Puy-Alquiza, M. J., Arvizu, O.P., 2012. Anthropogenic metal content and natural background of overbank sediments from the Mining District of Guanajuato, Mexico. Soil Sediment contam. 21(5), 604.
- Beyer, L., Cordsen, E., Blume, H.-P., Schleuss, U., Vogt, B., Wu, Q., 1996. Soil organic matter composition in urban anthrosols in the city of Kiel, NW-Germany, as revealed by wet chemistry and CPMAS C-NMR spectroscopy of whole soil samples Soil Technol., 9, pp. 121-132.
- Bilos, C., Colombo, J.C., Skorupka, C.N., Rodrigues, P.M.J., 2001. Sources, distribution and variability of airborne trace metal in La Plata City area, Argentina. Environ. Pollut., 111, 149–158.
- Cassel, D. and Nielsen, D. 1986. Field capacity and available water capacity, In: Methods of Soil Analysis: Part 1-Physical and Mineralogical Methods. Klute, A. (Ed.), American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, pp. 901–926, Madison.
- Cyrys, J., Stolzel, M., Heinrich, J., Kreyling, W.G., Menzel, N., Wittmaack, K., Tuch, T., Wichmann, H.E., 2003. Elemental composition and sources of fine and ultrafine ambient particles in Erfurt, Germany. The Science of the Total Environment 305, 143–156.
- Chen, T.B., Zheng, Y.M., Chen, H., Zheng, G.D., 2004. Background concentrations of soil heavy metals in Beijing. Chinese Journal of Environmental Science 25, 117–122 (in Chinese).
- Chen, T. B., Zheng, Y. M., Lei, M., Huang, Z. C., Wu, H. T., Chen, H., Tian, Q. Z. 2005. Assessment of heavy metal pollution in surface soils of urban parks in Beijing, China. Chemosphere, 60(4), 542-551.
- Chiroma T. M., Ebebele R. O., Hymore F.K., 2014. Comparative Assessment of Heavy Metal Levels in Soil, Vegetables and Urban Grey Waste Water used for Irrigation in Yola and Kano. International Refereed Journal of Engineering and Science, 3(2), 01-09.
- Çağlar, K.Ö. 1958. Toprak İlimi, No:10. Ankara Üniversitesi publishing, pp. 142-265, Ankara.
- De Kimple, C.R., Morel, J.F., 2000. Urban soil management: a growing concern. Soil Science 165, 31–40.
- Dikmen, Ü, Sünal S. and Erşahin S., 2017. Spatial Variability in Total Soil Phosphorus in a Semi-Arid Pasture: Effect of Slope Aspect. Congress Book, 932.
- Erşahin, S 1999. Aluviyal bir tarlada bazı fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin uzaysal (Spatial) değişkenliğinin belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 13, 34-41.
- Erşahin, S., Karahan, G., Gül, E., Sünal, S., Dikmen, E., Bilgili, B.C., 2018. Spatial distribution of some toxic elements in some urban soils of Çankırı, Turkey. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi 4(2), 133-143.
- Facchinelli, A., Sacchi, E., Mallen, L., 2001. Multivariate statistical and GIS-based approach to identify heavy metal sources in soils. Environmental Pollution, 114, 313–324.
- Gee, G.W., Bauder, J.W. 1986. Particle-size analysis, In: Methods of Soil Analysis: Part 1. Physical and Mineralogical Methods. A.Klute (Eds). American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, pp. 383–411, Madison.
- Iyigun, C., Türkeş, M., Batmaz, I., Yozgatlıgil, C., Purutçuoğlu, V., Koç, E.K., Öztürk, M.Z., “Clustering current climate regions of Turkey by using a multivariate statistical method,” *Theor Appl Climatol.* 114, 95-106.
- Kavaklıgil, S. S., and Erşahin, S. 2022. Multivariate analysis of hydroopedologically significant soil variables on cultivated semi-arid hillslopes. *Soil Research.* 61(3), 295-310.
- Kemper, W.D. and Rosenau, R.C. 1986. Aggregate Stability and Size Distribution, In: Methods of Soil Analysis, Part 1: Physical and Mineralogical Methods. Klute A (ed). Agronomy, ASA, SSSA, pp. 425-442, Madison.
- Khalilova H and Mammadov, V., 2016. Assessing the Anthropogenic Impact on Heavy Metal Pollution of Soils and Sediments in Urban Areas of Azerbaijan’s Oil Industrial Region. Pol. J. Environ. Stud. Vol. 25, No. 1, 159-166.
- Kloke, A., 1980. Orientierungsdaten für tolerierbare Gesamtgehalte einiger Elemente in Kulturböden. Mitt.VDLUFA 1-3: 9–11.
- Li, X.D., Poon, C.S., Pui, S.L., 2001. Heavy metal contamination of urban soils and street dusts in Hong Kong. Applied Geochemistry 16, 1361–1368.

- Madrid, L., Diaz-Barrientos, E., Madrid, F., 2002. Distribution of heavy metal contents of urban soils in parks of Seville. *Chemosphere* 49, 1301–1308.
- Mallants, D., Mohanty B.P., Jacques D., Feyen J., 1996. Spatial variability of hydraulic properties in a multi-layered soil profile. *Soil Science* 161(3), 167-181.
- Manta, D.S., Angelone, M., Bellanca, A., Neri, R., Sprovieri, M., 2002. Heavy metals in urban soils: a case study from the city of Palermo (Sicily), Italy. *The Science of the Total Environment* 300, 229–243.
- Martin, A.C., Rivero, V.C., Marin, M.T.L., 1998. Contamination by heavy metals in soils in the neighborhood of a scrapyard of discarded vehicles. *The Science of the Total Environment* 212, 142–152.
- Mielke, H.W., Gonzales, C.R., Smith, M.K., Mielke, P.W., 1999. The urban environment and children's health: soils as an integrator of lead, zinc and cadmium in New Orleans, Louisiana, USA. *Environment Research* 81, 117–129.
- Mulla, D. J. and A. B. McBratney 2000. Soil Spatial Variability. Chapter #9. In: Sumner, M. E. (ed.), *Handbook of Soil Science*. CRC Press, pp. A321-A352.
- Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1982. *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties*, Page, A.L., Miller, R.H. Keeney, D.R. (Ed) 2nd Ed. SSS of Am. Inc. Pub., Madison, Wisconsin.
- Nelson, D.W. and Sommers, L.E. 1982. Total Carbon, Organic Carbon, And Organic Matter. In: Page, A.L. (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part 2, 2nd Ed. Agron. Monogr. 9. ASA.*, pp. 539-579, Madison.
- Paterson, E., Sanka, M., Clark, L., 1996. Urban soils as pollutant sinks—a case study from Aberdeen, Scotland *Appl. Geochem.*, 11 (1996), pp. 129-131.
- Rhoades, J.D., Chanduvi, F., Lesch, S. 1999. *Soil salinity assessment: methods and interpretation of electrical conductivity measurements*. FAO, Irrigation and Drainage Publishing, 47 pages, Rome.
- Sánchez Martín, M.J., Sánchez Camazano, M., Lorenzo, L.F., 2000. Cadmium and lead contents in suburban and urban soils from two medium-sized cities of Spain: influence of traffic intensity. *Bull. Environ. Contamin. Toxicol.*, 64, pp. 250-257.
- Sposito, G., 1989. *The Chemistry of Soils*. Oxford University Press, New York, USA. 272p.
- Türkoğlu, B., 2006. *Toprak Kirlenmesi ve Kirlenmiş Toprakların Islahı, Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı*.
- Wei, B. and Yang, L., 2010. A review of heavy metal contaminations in urban soils, urban road dusts and agricultural soils from China. *Microchemical Journal*, 94, 99–107.
- Zhang J, Liu CL 2002 Riverine composition and estuarine geochemistry of particulate metals in china—weathering features, anthropogenic impact and chemical fluxes. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 54, 1051–1070.



Çapraz lamine ahşap panellerin (CLT) ara katmanına uygulanan perforasyon işleminin levhaların ses yutma katsayısı değerlerine etkisinin incelenmesi

Zeliha Çavuş¹ , Musa Kaya² , Ramazan Bülbül*² 

¹ Şiteks Şişmanlar Tekstil San. Tic. A.Ş., Ar-Ge Yöneticisi, Tekirdağ, Türkiye

² Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Ağaççşleri Endüstri Mühendisliğı Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye


MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 06/11/2023

Kabul Tarihi : 26/12/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1385796>

*Sorumlu Yazar:

 ramazanbulbul@gazi.edu.tr

ÖZ

Araştırma Makalesi

Bu çalışmada katman kalınlıkları 17 mm ve katman sayıları ise 3 ve 5 adet olan 51 mm ve 85 mm kalınlığındaki göknar (*Abies* sp. L) ve meşe (*Quercus* L.) odunlarından elde edilen çapraz lamine ahşap panellerin (CLT) orta katmanlarına uygulanan; %10 ve %20 oranlarındaki perforasyon işlemi, katman sayısı, odun türü ve frekans seviyelerinin ses yutma katsayılarına etkileri araştırılmıştır. Yapılan deneylerde elde edilen verilere

göre göknar odunundan üretilen çapraz lamine ahşap panellerin ses yutma katsayılarının meşe odunundan üretilen çapraz lamine ahşap panellerin ses yutma katsayılarına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Perforasyon oranları, frekans seviyesi ve kullanılan odun türünün ses yutma katsayılarının etkilerinin ise anlamlı olduğu, panellerin katman sayısının ses yutma katsayılarına olan etkilerinin ise anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Çalışma sonucuna göre ahşap yapısal uygulamalarda kullanılan çapraz lamine ahşap panellerin (CLT) ses yutma katsayılarının geliştirilmesi için daha düşük yoğunluklu odun türlerinin kullanılması ile birlikte uygulanan perforasyon oranlarının ise en az %20 uygulanması gerektiği söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Çapraz lamine ahşap paneller, perforasyon, ses yalıtımı

Examining the effect of the perforation process applied to the interlayer of cross-laminated wood panels (CLT) on the sound absorption coefficient values of the panels

ABSTRACT

In this study, it was applied to the middle layers of cross-laminated wood panels (CLT) obtained from fir (*Abies* sp. L.) and oak (*Quercus* L.) woods of 51 mm and 85 mm thickness, with layer thickness of 17 mm and layer numbers of 3 and 5; The effects of 10% and 20% perforation process, number of layers, wood type and frequency levels on sound absorption coefficients were investigated. According to the data obtained in the experiments, it was determined that the sound absorption coefficients of cross-laminated timber panels produced from fir wood were higher than the sound absorption coefficients of cross-laminated timber panels produced from oak wood. It was determined that the effects of perforation rates, frequency level and sound absorption coefficients of the type of wood used were significant, while the effects of the number of layers of the panels on the sound absorption coefficients were not significant. According to the results of the study, it can be said that in order to improve the sound absorption coefficients of cross-laminated timber panels (CLT) used in wooden structural applications, the perforation rates applied should be at least 20%, along with the use of lower density wood types.

Key Words: Cross-laminated wooden panels, perforation, sound insulation

Bu makaleye atıf:

Çavuş, Z., Kaya, M., Bülbül, R., 2023. Çapraz lamine ahşap panellerin (CLT) ara katmanına uygulanan perforasyon işleminin levhaların ses yutma katsayısı değerlerine etkisinin incelenmesi. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(2), 75-81.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

1. Giriş

Günümüz dünyasında sanayi ve teknoloji alanında meydana gelen gelişmelerle birlikte gelişen üretim yöntem ve tekniklerin varlığına bağlı olarak; ağaç malzemelerin farklı imalat süreçlerine dâhil edilmesi ile birçok ahşap esaslı kompozit malzeme üretimi gerçekleştirilmektedir. Bunlar genel olarak mobilya imalatı için lif levhalar, yonga levhalar ve kontrplak gibi malzemeler iken, ahşap yapı uygulamaları için ise Glulam, lamine keresteler, çapraz lamine ahşap levhalar (CLT) gibi malzemelerdir.

Ahşap esaslı kompozit panellerin üretilmesi ile genellikle hızlı yetiştirme potansiyeline sahip, düşük yoğunluklu, küçük çaplı, ekonomik değerleri düşük ve aynı zamanda düşük mekanik dirençlere sahip ağaçların orman ürünleri endüstrisine mühendislik ürünü ağaç malzemeler olarak kazandırılması sağlanmıştır (Mengeloğlu ve Kurt, 2004). Bununla birlikte yöresel veya bölgeye özgü ağaç türlerinin kullanılması da yaygındır. Buna örnek olarak Almanya’da ladin odunu kullanılırken Kanada’da ladin, çam, göknar; Avustralya ve Yeni Zelanda gibi ülkelerde ise çam odununun kullanımı daha yaygındır (Gavric, 2013). CLT panellerin geliştirilmesinin esas amacı ağaç malzemenin anizotropik yapısı kaynaklı teğet, radyal ve boyuna yönde meydana gelen davranış farklılıklarının paneller üzerine olan etkisinin azaltılması ve ahşap malzemede direnç azalmalarına neden olan budakların malzemeden uzaklaştırılarak panellerin mekanik özellikleri üzerine olan olumsuz etkisinin azaltılmasıdır (Mestek vd. 2008).

Çapraz lamine ahşap paneller, belli ölçülerdeki masif malzemelerin yan yana eklenmesi ile oluşturulan masif ahşap tabakaların elyaf yönleri genellikle birbirine dik gelecek şekilde farklı tutkallarla ve belirli bir basınç altında yapılandırılmasıyla üretilmiş, dayanıklılığı yüksek ve boyutsal kararlılığı olan yeni tip ahşap yapı elemanlarıdır (Birinci, vd. 2021)

Ahşap yapı endüstrisinde kullanılan CLT panellerin düzlem içi ve düzlem dışı mukavemetinin yüksekliği, sahip olduğu sağlamlık ve stabilitesi sayesinde 6 kattan daha yüksek çok katlı ahşap yapıların üretilmesine imkân sağladığı görülmüştür (Brandner vd. 2016; Brandner vd. 2013; Harte, 2017). Yapılarda çapraz lamine ahşap panellerin kullanımı; çevre dostu olmaları, hafif olmaları, hızlı ve kolay bir şekilde montaj edilebilme özelliğine sahip olmalarının yanında istenilen ölçülerde üretilebilmelerinden ötürü son yıllarda hızlı bir şekilde artmıştır (Di Bella, et al. 2020). Özellikle çapraz lamine ahşap panellerin Avrupa ve Amerika’da daha fazla kullanılması sayılan bu özelliklerine bağlı olarak gerçekleşmektedir (Schwarzmann vd., 2018). Kullanım alanlarına bakıldığında ise tek katlı binalardan çok katlı binalara, endüstriyel ve ticari binalardan köprü yapılarına kadar çok çeşitli kullanım alanlarının olduğu görülmektedir (Wieruszewski ve Mazela, 2017). CLT panellerin üretimi küresel çapta 2010’dan 2015’e kadar %250 oranında artış göstermiştir. Bu büyüme oranı çoğunlukla Avrupa dışındaki ülkelerde meydana gelmiştir (Espinoza vd. 2016). Söz konusu bu büyümenin 2025 yılına kadar aynı oranda artacağı tahmin edilmektedir (Brandner vd. 2016).

Türkiye’de ahşap yapıların inşa edilmesi özellikle betonarme yapıların gelişmesiyle ABD, Kanada ve Avustralya gibi ülkelerin aksine azalma meydana gelmiştir (Doğangün vd. 2005). ABD’de 2010 yılına ait verilere göre konutların

nerede %85’i ahşap strüktür ile yapılırken Türkiye’de bu oran %0,05 kadardır (Şişman, 2019).

Çapraz lamine ahşap panellerin depreme karşı dayanıklılığı bazı ülkeler tarafından gerçekleştirilen simülasyonlar vasıtası ile kanıtlanmıştır (Ceccotti vd., 2010). Bundan dolayı özellikle dinamik fay hatları üzerinde bulunan Japonya, ABD gibi ülkelerde ahşap yapılara olan ilginin, depremler sonucunda oluşabilecek can ve mal kayıplarını en aza indirmek için daha da artmasına neden olduğu söylenilebilir. Ahşap yapıların özellikle gelişmiş ülkelerdeki varlıkları günden güne artarken; bu tür yapılar ile ilgili gerek mekanik özellikler, gerekse bu mekânlardaki yaşam konforunu etkileyen temel faktörlerden olan ısı ve ses yalıtımı ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmaktadır (Toftemo, vd. 2023).

İnsanların işitme sağlığını olumsuz yönde etkileyen, fizyolojik ve psikolojik dengesini bozan ve aynı zamanda iş verimini ve yaşam konforunu düşüren gürültü özellikle konut yaşam alanlarında ve çalışma mekânlarında en çok rahatsızlık duyulan konuların başında gelmektedir (Kaya ve Dalgar, 2017). Dolayısıyla konut yaşam alanlarında gürültü kontrolü ve denetimi önem arz etmektedir.

Yapılarda sesin daha iyi ıstılmasını sağlamak, sesin yayılışını, oluşumunu ve özelliklerini inceleyen bilim dalına akustik bilimi denilir (Demirkale, 2007). Yapı akustiğinde gürültü azaltma katsayısı (NRC) ses geçiş kaybı (TL) ve ses yutma katsayısı (α) terimleri ses yalıtım amaçlı kullanılan malzemelerin akustik performanslarını belirtmek için kullanılır (Crocker, 2007).

Ağaç malzeme estetik ve akustik özelliklerinin yanında kolaylıkla şekil verilebilir olması, söz konusu bu malzemenin mekânlarda kullanılabilirliğini artırmaktadır. Çünkü ağaç malzeme; sesin yutulması, sesin yansıtılması ve sesin saçılması işlevlerini yerine getirdiğinden dolayı akustik düzenlemeler için aranan malzeme niteliklerine sahiptir (Altınok ve Ayan, 2012). Aynı zamanda ağaç malzemenin ses yutma kabiliyeti anatomik yapısı, yoğunluğu, içerdiği rutubeti, sahip olduğu sıcaklık değeri, kalınlığı ve frekans seviyelerine bağlı olarak değişmektedir. Genel olarak ağaç malzeme sahip olduğu yapısal özelliklerine (Gözeneklilik, lif yapısı, rutubet vb.) bağlı olarak ses enerjisinin %10’luk kısmını absorbe edebilmektedir (Örs ve Keskin, 2008). Günümüzde ağaç malzemelerdeki ses emme kapasitelerinin artırılması için perforasyon uygulamaları, doğal ve sentetik liflerle desteklenmeleri gibi çeşitli uygulamalar gerçekleştirilmektedir.

Ses yutma katsayısı; ses kaynağına yöneltilen cisim tarafından emilen ses enerjisi, cismin üzerine gelen ses kaynağındaki genel ses enerjisi miktarına olan oranı olarak ifade edilir (Örs ve Keskin, 2008; Kaya ve Dalgar, 2017). Bu oran 0 ile bir arasında değişmektedir. Ses emme katsayısının (α) 0 olması sesin bütünüyle yansıtıldığı, 1 olması ise sesin bütünüyle malzeme tarafından yutulması anlamına gelmektedir.

Yapılan bu çalışmada; ahşap yapılarda duvar ve döşeme elemanları olarak uygulanan, göknar ve meşe odunları kullanılarak üretilen çapraz lamine ahşap panellerin (CLT) orta katmanlarına %10 ve %20 oranlarında perforasyon uygulaması yapılarak ses emme kapasitelerinin artırılması hedeflenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Materyal

Yapılan bu çalışmadaki çapraz lamine ahşap panellerin elde edilmesinde kullanılan ağaç malzemeler; meşe (*Quercus L.*) ve göknar (*Abies sp. L.*) odunlarından elde edilmiştir. Çalışma kapsamında kullanılan bu ağaç malzemelerin seçilmesinde; düzgün lifli, budaksız, çatlaksız, reaksiyon odunu, çürüme, böcek ve mantar tahribatının olmaması gibi kriterler göz önüne alınarak birinci sınıf özelliklere sahip olacak şekilde rastgele yöntemle temin edilmiştir. Çapraz lamine ahşap levhaların oluşturulmasında kullanılan malzemelere ait bazı özellikler Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Çapraz lamine ahşap panellerin üretiminde kullanılan malzemelere ait bazı özellikler

No	Malzeme Adı	Ebatları	Yoğunluk (g/cm ³)	Rutubet (%)
1	Göknar	17 x 80 x 310	0,44	%11,3
2	Meşe ağacı	17 x 80 x 310	0,75	%12,4
3	PVAc	110-120 gr/m ²		

2.2 Metot

2.2.1 Çapraz lamine ahşap panellerin üretilmesi

Çapraz lamine ahşap panelleri oluşturan masifler, kaba ölçüleri; 20 mm x100 mm x1000 mm ölçülerinde kesildikten sonra yüz ve cumba temizleme işlemi yapılarak net ölçüsü olan 17 mm x 80 mm x 310 mm ölçülerine getirilmiştir. Net ölçüsüne getirilen masif ahşap parçalar 20 °C sıcaklık ve % 65 bağıl nem şartlarında iklimlendirme kabini içinde değişmez ağırlığa ulaşincaya kadar kondisyonlanmıştır. Kondisyonlanan masif parçalarının cumbalarına m²'ye 100 - 120 gr PVAc tutkallı sürülerek; Şekilde 1.a’de görülen pres makinesi vasıtasıyla yan yana yapıştırılması sonucu çapraz lamine ahşap panellerin katman tabakaları elde edilmiştir. Elde edilen katman tabakalarından sadece çapraz lamine ahşap panellerin orta katmanında kullanılacak olan tabakanın yüzey alanına; Şekil 1.b’de görüldüğü gibi, Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Ağaççileri Endüstri Mühendisliği Bölümü makine atelyesinde bulunan; SCM tech Z1 markalı CNC Ahşap işleme makinesi ile %10 ve %20 oranlarında perforasyon işlemi uygulanmıştır.



Şekil 1. (a) Lamine ahşap levhaların oluşturulması, (b) Ara katmanlarda kullanılacak perforasyonlu lamine ahşap levha

Çapraz lamine ahşap panellerin orta katmanlarında kullanılacak olan tabakalara uygulanan perforasyon işlemlerinin ardından, paneli meydana getiren dış katmanlardaki tabakaların

birer yüzeyine, iç katmanlardaki tabakaların ise her iki yüzeyine m²'ye 100 – 120 g PVAc tutkallı sürülerek 3 ve 5 katmanlı olacak şekilde Şekil 2’de görülen hidrolik pres makinesi ile cm²'ye 80 kg’lık basınç ile 12 saat boyunca sıkılarak çapraz lamine ahşap paneller elde edilmiştir. Preslenen çapraz lamine panellerin kodlanarak isimlendirilmesi Çizelge 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Çapraz lamine panellerin pres makinesi ile sıkılması

Çizelge 2. Çapraz lamine ahşap panellerin kodlanarak isimlendirilmesi

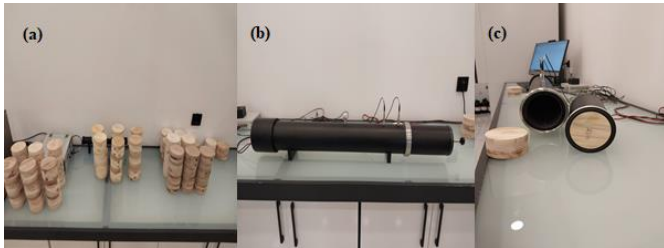
Panel Kodu	Çapraz Lamine Ahşap Panel (CLT) İsmi
3G0	3 Katmanlı Göknar Kontrol Grubu CLT panel
3G10	3 Katmanlı %10 perforasyonlu göknar CLT Panel
3G20	3 Katmanlı %20 perforasyonlu göknar CLT panel
3M0	3 Katmanlı Meşe Kontrol Grubu CLT panel
3M10	3 Katmanlı %10 perforasyonlu Meşe CLT panel
3M20	3 Katmanlı %20 perforasyonlu Meşe CLT panel
5G0	5 Katmanlı Göknar Kontrol Grubu CLT panel
5G10	5 Katmanlı %10 perforasyonlu göknar CLT panel
5G20	5 Katmanlı %20 perforasyonlu göknar CLT panel
5M0	5 Katmanlı Meşe Kontrol Grubu CLT panel
5M10	5 Katmanlı %10 perforasyonlu Meşe CLT panel
5M20	5 Katmanlı %20 perforasyonlu Meşe CLT panel

2.2.2 Çapraz lamine ahşap panellere ait hava kurusu yoğunlukları

Çapraz lamine ahşap panellerin hava kurusu yoğunluk değerlerinin tespiti TS EN 408+A1 (2014)’e göre yapılmıştır. Hazırlanan deney numuneleri 20 ±2 °C sıcaklık ve %65 bağıl nem şartlarında %12 rutubet oranına ulaşincaya kadar kondisyonlanmıştır. Kondisyonlanma 6 saat aralıklarla yapılan ölçümlerde iki tartım arasında kütütlece 0,001’den fazla olmadığı zaman numunelerin sabit ağırlığa geldiği kabul edilmektedir.

2.2.3 Çapraz lamine ahşap panellere ait ses yutma deneylerinin yapılması

Çapraz lamine ahşap panellerin ses yutma katsayılarının tespiti ŞİTEKS firması tarafından, empedans tüp yöntemi kullanılarak ASTM E 1050 – 08 standardı esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Bu standarda göre 100 mm çapında hazırlanan deney numunelerinin 100 Hz'den 1250 Hz frekans bantlarına kadar ses yutma katsayıları tespit edilmiştir. Deney işlemine tabi tutulan numuneler 20°C sıcaklıkta ve 50% bağıl nem şartlarında kondisyonlandıktan sonra empedans tüpüne takılıp; ses yutma katsayıları belirlenmiştir. Ses yutma katsayısının tespitinde kullanılan deney numuneleri ve empedans tüpü Şekil 3.a, 3.b ve 3.c'de görülmektedir.



Şekil 3. (a) Deney numuneleri, (b) Empedans tüpü, (c) Numune takılmış empedans tüpü

2.2.4 Verilerin analiz edilmesi

DeneySEL metotlarla elde edilen verilerin analizinde SPSS 26 ve MSTAT-C programları tercih edilmiştir. Bu programlar ile tek yönlü (ANOVA) ve çoklu karşılaştırmalar 95% güven endeksi esas alınarak gerçekleştirilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1 Çapraz lamine ahşap panellere ait hava kuruşu yoğunlukları

Çapraz lamine ahşap panellerin, TS 5497 EN 408'e göre belirlenen hava kuruşu yoğunluk değerlerine ait istatistiksel veriler Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Çapraz lamine ahşap panellere ait hava kuruşu yoğunluk değerleri

CLT Kodu	N	X _{min}	X _{max}	\bar{X}	Std. Sp.
3G0	3	0,445	0,461	0,453	0,008
3G10	3	0,431	0,453	0,442	0,011
3G20	3	0,387	0,409	0,398	0,011
3M0	3	0,735	0,761	0,748	0,013
3M10	3	0,701	0,735	0,718	0,017
3M20	3	0,686	0,712	0,699	0,013
5G0	3	0,446	0,458	0,452	0,006
5G10	3	0,429	0,439	0,434	0,005
5G20	3	0,382	0,402	0,392	0,010
5M0	3	0,709	0,727	0,718	0,009
5M10	3	0,694	0,710	0,702	0,008
5M20	3	0,689	0,697	0,693	0,004

Çizelge 3'e göre çapraz lamine ahşap panellerin hava kuruşu yoğunluk değerlerinin birbirlerinden farklı oldukları tespit edilmiştir. Ayrıca panellere yapılan perforasyon uygulaması oranı ile panel yoğunlukları arasında ters bir orantının olduğu görülmüştür. Bununla birlikte çapraz lamine ahşap paneller yoğunluklarının panellerin ses yutma katsayılarına olan etkilerini belirlemek için yapılan regresyon analizi sonucu Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Panel yoğunluklarının ses yutma katsayılarına etkisinin tespitine yönelik regresyon analizi

Bağımsız Değişken	Bağımlı Değişken	B	Std. Hata	R	R ²
Panel yoğunlukları	Ses yutma katsayıları	-11,74	10,90	0,54	0,30

Çapraz lamine ahşap panellerin yoğunlukları ve ses yutma katsayıları arasındaki ilişkinin yordanması (Bağımsız değişkenin bağımlı değişkeni etkileme seviyesi) için yapılan regresyon analizinde panel yoğunlukları ile ses yutma katsayıları arasında negatif (-11,74) bir yönün mevcut olduğu görülmüştür. Yani panel yoğunlukları yapılan perforasyon işlemine bağlı olarak düştükçe; ses yutma katsayılarında artış meydana gelmiştir. Yine yapılan regresyon analiz sonucuna göre panellerin ses yutma katsayılarının sadece %30 kısmının panel yoğunlukları tarafından açıklandığı gösterilmektedir.

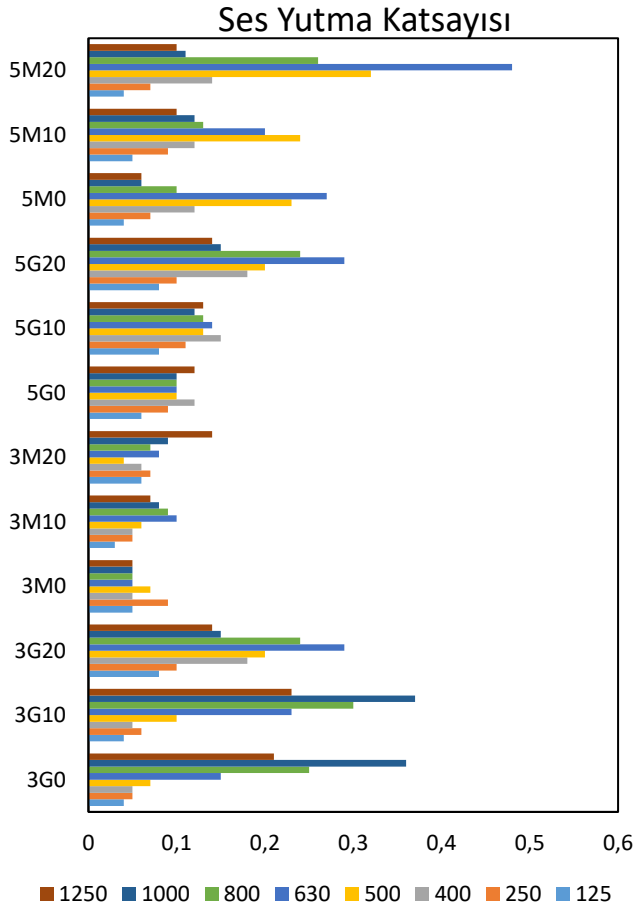
3.1 Çapraz lamine ahşap panellerin ses yutma katsayıları

ASTM E 1050 – 08'e göre empedans tüp yöntemiyle ses yutma katsayıları tespit edilen çapraz lamine ahşap panellere ait istatistiksel veriler Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. Çapraz lamine ahşap levhaların ses yutma katsayılarına ilişkin ortalama veriler

Kod	Frekans (Hz)							
	125	250	400	500	630	800	1000	1250
3G0	0,04	0,05	0,05	0,07	0,15	0,25	0,36	0,21
3G10	0,04	0,06	0,05	0,10	0,23	0,30	0,37	0,23
3G20	0,08	0,10	0,18	0,20	0,29	0,24	0,15	0,14
3M0	0,05	0,09	0,05	0,07	0,05	0,05	0,05	0,05
3M10	0,03	0,05	0,05	0,06	0,10	0,09	0,08	0,07
3M20	0,06	0,07	0,06	0,04	0,08	0,07	0,09	0,14
5G0	0,06	0,09	0,12	0,10	0,10	0,10	0,10	0,12
5G10	0,08	0,11	0,15	0,13	0,14	0,13	0,12	0,13
5G20	0,08	0,10	0,18	0,20	0,29	0,24	0,15	0,14
5M0	0,04	0,07	0,12	0,23	0,27	0,10	0,06	0,06
5M10	0,05	0,09	0,12	0,24	0,2	0,13	0,12	0,10
5M20	0,04	0,07	0,14	0,32	0,48	0,26	0,11	0,10

Çizelge 5'e göre çapraz lamine ahşap panellerin 125 Hz ile 1250 Hz arasındaki frekans seviyelerinde ses yutma katsayılarının birbirlerinden farklı değerlerde olduğu; meydana gelen bu farklılığın anlamlı olup olmadığını belirlemek için tek yönlü varyans (ANOVA) analizi yapılmıştır. Çapraz lamine ahşap panellerin ses yutma katsayılarına ilişkin sütun grafiği ise Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Çapraz lamine ahşap panellerin ses yutma katsayılarına ilişkin sütun grafiği

Şekil 4'teki grafiğe göre %10 ve %20'lik perforasyon oranlarına sahip panellerin kontrol grubu (%) panellerine göre farklı oldukları görülmektedir. Gruplar arası farklılığın; kullanılan ağaç malzeme türüne, katman sayısına, perforasyon oranlarına ve frekans seviyelerine bağlı olarak anlamlılık seviyelerini belirlemek için yapılan ANOVA testi analiz sonuçları aşağıda verilmektedir.

Çizelge 6. CLT panellerde kullanılan odun türünün ses yutma katsayısına etkisi

	Kareler Toplamı	S D	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık (p<0,05)
Gruplar Arası	0,058	1	0,058	6,400	0,013
Grup İçi	0,845	94	0,009		
Toplam	0,902	95			

Çizelge 6'ya göre panellerin üretilmesinde kullanılan ağaç malzemenin türüne bağlı tespit edilen ses yutma katsayılarının birbirlerinden farklı olduğu ve bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı (F: 6,400; p<0,05) olduğu tespit edilmiştir. Kullanılan odun türü düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. Odun türüne göre ses yutma katsayılarına ilişkin homojenlik grupları

Ağaç Malzeme Türü	N	\bar{X} (α)	HG
Gök nar	48	0.16	A
Meşe	48	0.11	B

Çizelge 7'ye göre göknar ağaç malzemenin ses yutma katsayısı ile meşe ağaç malzemenin ses yutma katsayılarının birbirlerinden anlamlı düzeyde farklı oldukları, göknar ağaç malzemenin ses yutma katsayısının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Meydana gelen bu farklılığın nedeni ağacın anatomik yapısı ve yoğunluğuna bağlı olarak gerçekleştiği söylenebilir.

Sarıçam odunundan elde edilen masif panelin ses yutma katsayısı; düşük yoğunluğundan dolayı iroko odunundan elde edilen masif panelin ses yutma katsayısından daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca ahşap ve ahşap esaslı malzemelerde ses yutma katsayısı bu tür malzemelerdeki boşluk hacmine bağlı olarak değiştiğini de belirtmişlerdir (Altınok ve Ayan, 2012; Smardzewski vd. 2015; Kaya, 2023). Yapılan bu çalışmada elde edilen ses yutma katsayılarının, daha önce yapılmış benzer çalışmalardaki ses yutma katsayılarına benzer oranlarda olduğu tespit edilmiştir. Çapraz lamine ahşap panellerin katman sayılarına bağlı olarak gerçekleşen ses yutma katsayılarına ilişkin ANOVA testi sonucu Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. CLT panellerdeki katman sayısının ses yutma katsayısına etkisi

	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık (p<0,05)
Gruplar Arası	0,006	1	0,006	0,648	0,423
Grup İçi	0,896	94	0,010		
Toplam	0,902	95			

Çizelge 8'e göre çapraz lamine ahşap panellerdeki katman sayısının ses yutma katsayısı üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Çapraz lamine ahşap panellerin perforasyon oranlarına göre gerçekleşen ses yutma katsayılarına ilişkin ANOVA testi sonucu Çizelge 9'da verilmiştir.

Çizelge 9. CLT panellerdeki perforasyon oranının ses yutma katsayısına etkisi

	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık (p<0,05)
Gruplar Arası	0,058	2	0,029	30199	0,045
Grup İçi	0,844	93	0,009		
Toplam	0,902	95			

Çapraz lamine ahşap panellerde uygulanan perforasyon uygulamasının ses yutma katsayısına etkilerinin istatistiksel (p<0.05) olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Çapraz lamine panellerdeki perforasyon uygulamaları düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 10'da verilmiştir.

Çizelge 10. Perforasyon oranlarına göre ses yutma katsayılarına ilişkin homojenlik grupları

Perforasyon oranı	N	\bar{X} (α)	HG
%0	32	0,11	B
%10	32	0,12	BA
%20	32	0,16	A

Çizelge 10'daki perforasyon oranlarının ses yutma katsayılarına olan etkilerine göre kontrol grubuna göre %20'lik perforasyon oranının anlamlı düzeyde farklı olduğu tespit edilmiştir. %10 perforasyon panelinin ses yutma katsayısı ortalama değerinin de kontrol grubuna göre farklı olduğu ancak istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir.

Ağaç malzemelerdeki iç boşlukların ses yutma katsayıları üzerinde etkilerinin olduğu (Bertolini ve diğerleri, 2019), çekirdek katmanları altıgen petekli ahşap esaslı paneller ve yine çekirdek katmanı farklı geometrik oluk tarzında oluşturulmuş olan kompozit panellerin ses yutma katsayılarında artışların meydana geldiğini belirtmişlerdir (Gündüz, 2022; Kaya, 2023). Dolayısıyla ses yutma seviyeleri yüksek olan malzemeler yüksek gözeneklilik olma eğilimine sahiptirler (Cox and D'Antonio, 2009). Böylece panellerin orta katmanlarında yapılan perforasyon oranının artmasıyla panellerdeki boşluklu hacmin ses yutma katsayılarını artırdığını; elde edilen bu sonuçların literatürdeki çalışmalarla uyumlu olduğu söylenilebilir. Çapraz lamine ahşap panellerin frekans seviyelerine bağlı olarak gerçekleşen ses yutma katsayılarına ilişkin ANOVA testi sonucu Çizelge 11'de verilmiştir.

Çizelge 11. CLT panellerdeki frekans seviyelerinin ses yutma katsayısına etkisi

	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık ($p<0,05$)
Gruplar Arası	0,245	7	0,035	4,684	0,000
Grup İçi	0,657	88	0,007		
Toplam	0,902	95			

Çizelge 11'e göre çapraz lamine ahşap panellerin frekans seviyelerinin ses yutma katsayısına etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,05$) olduğu tespit edilmiştir. Frekans seviyeleri arasındaki farklılıkları belirlemek için Duncan testi yapılarak sonuçları Çizelge 12'de gösterilmiştir.

Çizelge 12. Frekans seviyelerine bağlı ses yutma katsayılarına ilişkin homojenlik grupları

Frekans Seviyesi	N	\bar{X} (α)	HG
125	12	0,0508	D
250	12	0,0767	DC
400	12	0,0992	DCB
1250	12	0,1233	DCB
500	12	0,1517	CBA
1000	12	0,1583	BA
800	12	0,1758	BA
630	12	0,2133	A

Çizelge 12'ye göre frekans seviyelerine bağlı en yüksek ses emme katsayılarının 630 Hz ile 800 Hz frekans seviyelerinde olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada 100 Hz ile 1600 Hz arasındaki frekans seviyelerinde ses emme katsayıları incelenmiş ancak 1250 Hz frekans seviyesinden sonraki ses

emme katsayıları ile 100 Hz ve 125 Hz frekans seviyeleri ile çok yakın değerlerde olduğundan değerlendirilmeye alınmamıştır.

Ses yutuculuğu frekansa göre değişkenlik göstermektedir (Demirkale, 2007). Özellikle perforasyonlu panellerde ses yutma katsayısı 500 Hz ve 1000 Hz seviyelerinde gerçekleşmiştir (Negro et al. 2010). Yapılan diğer bir çalışmada ise düz yüzeyli panellerde en iyi ses yutma katsayısının 160 Hz ile 200 Hz frekans seviyelerinde, delikli yüzeylere sahip panellerde ise en yüksek ses yutma katsayısı ise 400 Hz ile 600 Hz frekans seviyelerinde meydana gelmiştir (Altınok ve Ayan, 2012). Frekans seviyelerine bağlı olarak ses yutma katsayılarının malzemelerin özelliklerine, yüzey şekillerine, gözenekli yapısına ve montaj şekline göre farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir (Godshall, and Davis, 1969). Yapılan bu çalışmada frekans seviyelerine bağlı olarak elde edilen ses yutma katsayılarının literatürde gerçekleştirilen çalışmalardan elde edilen ses yutma katsayılarıyla uyumluluk gösterdiği tespit edilmiştir.

4. Sonuç ve Öneriler

Yapılan çalışmada çapraz lamine ahşap panellerin ses yutma katsayıları 125 Hz ile 1250 Hz frekansları arasındaki değerleri tespit edilerek; özellikle bu tür panellerin düşük frekanslardaki kalın (Pest) seslere karşı ses yutum performansları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre 600 ve 800 Hz frekans seviyelerinde ses yutma katsayılarının daha yüksek olduğu görülmüştür. Bununla birlikte panellere uygulanan perforasyon işlemlerinin de panellerin ses yutma katsayılarında artış sağladığı tespit edilmiştir. Ses yutma katsayılarındaki bir diğer önemli faktör ise kullanılan malzemenin yoğunluk değeri olup; özellikle göknar odununu daha düşük yoğunluğa sahip olmasına bağlı olarak ses yutma katsayısının meşe odununa kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmanın sonucunda elde edilen verilerden yola çıkarak bundan sonra üretilecek olan çapraz lamine panellerin ses yutma katsayılarının artırılması için daha düşük yoğunluklu malzemelerin tercih edilmesi ile birlikte yüzeylerine uygulanacak perforasyon işlemlerinin de %20'den fazla olması önerilmektedir.

Teşekkür

Bu çalışmanın bir kısmı Bingöl 1. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi'nde sunulmuştur. Kongre kitabında özet olarak yayımlanmıştır. 2023, Bingöl.

Yazar Katkıları

Zeliha Çavuş: Deneylerin gerçekleştirilmesi. Musa Kaya: Verilerin elde edilmesi, verilerin analiz edilmesi ve yorumlanması, makalenin yazılması. Ramazan Bülbül: Çalışma konusunun belirlenmesi, Deney tasarımının yapılması, verilerin analiz edilmesi.

Kaynaklar

Altınok, M., Ayan, S., 2012. Lamine panellerde ses yutma katsayısı değerlerinin belirlenmesi. Politeknik Dergisi, 15 (3), 117-125.

- ASTM E-1050-08, 2008. Standard test method for impedance and absorption of acoustical materials using a tube, two microphones and a digital frequency analysis system, ASTM International, West Conshohocken, PA, USA.
- Bertolini, M. S., Morais, C. A. G., Christoforo, A. L., Bertoli, S. R., Santos, W. N. and Rocco Lahr, F. A., 2019. Porosity of insulating panels. *BioResources*, 14(2), 3746-3757.
- Birinci, A. U., Öztürk, H., Demir, A., 2021. Yerli ağaç türlerinden üretilen CLT duvarların yanal yük altındaki performansı. *Turkish Journal of Forestry*, 22(3), 318-322.
- Brandner, R., Bogensperger, T., Schickhofer, G., 2013. In Plane Shear Strength of Cross Laminated Timber (CLT): Test Configuration, Quantification and Influencing Parameters. In *Proceedings of the CIB-W18-Meeting 46*, Vancouver, BC, Canada, pp. 227-242.
- Brandner, R., Flatscher, G., Ringhofer, A., Schickhofer, G., Thiel, A., 2016. Cross laminated timber (CLT): overview and development. *Eur. J. Wood Prod.* 74, 331-351.
- Ceccotti, A., Sandhaas, C., Yasumura, M., 2010. Seismic Behaviour of Multistory Cross-laminated Timber Buildings, *International Convention of Society of Wood Science and Technology*, Geneva, Switzerland.
- Cox J. T., D'Antonio P., 2009. *Acoustic Absorbers and Diffusers*, Second Edition, Taylor and Francis Group, London and New York, USA.
- Crocker, M. J., 2007. *Handbook of noise and vibration control*. New Jersey, John Wiley.
- Demirkale, S. Y., 2007. *Çevre ve Yapı Akustiği – Mimarlar ve Mühendisler İçin El Kitabı*, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Demirkale, Y., 2007. *Çevre ve Yapı Akustiği*, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Di Bella, A., Mitrovic, M., 2020. Acoustic characteristics of Cross-Laminated Timber systems, *Sustainability*, 12(14), 5612.
- Doğangün, A., Livaoglu, R., Tuluk, Ö.İ., Acar, R., 2005. Geleneksel ahşap yapıların deprem performansları, *Deprem Sempozyumu*, Kocaeli, Bildiriler kitabı, 797-799.
- Espinoza, O., Trujillo, V. R., Mallo, M. F. L., Buehlmann, U., 2016. Cross-laminated timber: Status and research needs in Europe. *BioResources*, 11(1), 281-295.
- Gavric, I., 2013. *Seismic Behavior of Cross-Laminated Timber Buildings*, Ph.D. Thesis, University of Trieste, Italy.
- Godshall, W. D., Davis, J. H., 1969. *Acoustical Absorption Properties of Wood-Base Panel Materials*, U.S.D.A. Forest Service, Forest Products Laboratory.
- Gündüz, M., 2022. *Yeni nesil yapısal ahşap sandviç panellerin mekanik, termal ve akustik özellikleri*. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul. 109-140.
- Harte, A. M., 2017. Mass timber-the emergence of a modern construction material. *Journal of Structural Integrity and Maintenance*. 2, 121-132.
- Kaya, A. İ. ve Dalgıç, T., 2017. Ses yalıtımı açısından doğal liflerin akustik özellikleri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Special Issue 1, 25-37.
- Kaya, M., 2023. *Farklı katman ve malzemeler ile üretilen ahşap esaslı kompozitlerin mekanik ve teknolojik özellikleri*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, 225.
- Mengeloğlu, F. ve Kurt, R., 2004. Mühendislik ürünü ağaç malzemeler tabakalanmış kaplama kereste (TAK) ve tabakalanmış ağaç malzeme (TAM), *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 7(1), 39-44.
- Mestek, P., Kreuzinger, H., and Winter, S., 2008. Design of Cross Laminated Timber (CLT) [Paper presentation]. *World Conference on Timber Engineering* (p. 8), Miyazaki, Japan, 156-163.
- Negro, F., Cremonini, C., Properzi, M., Zanuttini, R., 2010. Sound Absorption Coefficient of Perforated Plywood: An Experimental Case Study, *World Congress On Timber Engineering*, Italy.
- Örs, Y., ve Keskin, H., 2008. *Ağaç malzeme teknolojisi*. Ankara, Gazi Yayınevi.
- Schwarzmann, G., Hansen, E., Berger, G., 2018. Cross-laminated timber in North America: What can we learn?. *Bio Products Business*, 81-91.
- Smardzewski, J., Kamiński, T., Dziurka, D., Mirski, R., Majewski, A., Flach, A. and Pilch, A., 2015. Sound Absorption Of Wood-Based Materials, *Holzforschung*, vol. 69 no. 4, pp. 431- 439.
- Şişman, M.E., 2019. *ABD'de Ahşap Evin 200 Yıllık Öyküsü*, 05 Mayıs 2019 tarihinde Bilim ve Sanat vakfı. SAM yuvarlak masa toplantısı. [https://www.bisav.org.tr/SAM/YuvarlakMasa/Detay/59/\[T OPLANTI%20%C4%B0Z%C4%B0LER%C4%B0\]/121/ev_ve_mimari/1770/abd_de_ahsap_evin_200_yillik_oykusu](https://www.bisav.org.tr/SAM/YuvarlakMasa/Detay/59/[T OPLANTI%20%C4%B0Z%C4%B0LER%C4%B0]/121/ev_ve_mimari/1770/abd_de_ahsap_evin_200_yillik_oykusu) (Erişim: 10.10.2023).
- Toftemo, E., ve Løvstad, A., 2023. Sound insulation in cross laminated timber buildings and the effect of junctions and fasteners. *World conference on timber engineering*, Oslo.
- TS EN 408+A1, 2014. *Ahşap yapılar - Yapı kerestesi ve yapıştırılmış lamine kereste – Bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin tayini*. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Wieruszewski, M., Mazela, B., 2017. Cross laminated timber (CLT) as an alternative form of construction wood, *Drvna Industrija*, 68(4), 359-367.



Anadolu Karaçam (*Pinus nigra ssp. pallasiana*) meşcerelerinde kontrollü yakma uygulamalarının bazı ölü örtü, kül ve toprak özellikleri üzerine etkileri

Ayşegül Gözde Tiryaki Güngör*¹ , Mehmet Küçük² , Ertuğrul Bilgili³ , Ömer Küçük⁴ 

¹Kastamonu Üniversitesi, Araç Rafet Vergili Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, 37800, Kastamonu

²Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, 08000, Artvin

³Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, 61000, Trabzon

⁴Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, 37000, Kastamonu


MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 02/10/2023

Kabul Tarihi: 20/12/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1383034>

* Sorumlu yazar:

 atiryaki@kastamonu.edu.tr

ÖZ

Orman yangınlarının birçok çalışmada olumsuz etki gösterdiği ifade edilse de kontrollü yakma uygulamalarının hem yangınlarla mücadelede hem de ekolojik bir araç olarak kullanıldığını ifade eden birçok çalışma mevcuttur. Özellikle ayrışmanın yavaş olduğu ekosistemlerde, örtü yangını uygulamaları yapılarak bu konunun olumlu tarafları olduğu gösterilmektedir. Bu çalışma kapsamında karaçam meşcerelerinde kontrollü yakma uygulamalarının bazı toprak özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu çalışma kapsamında karaçam alanlarından 10x10 m büyüklüğünde 9 örnekleme noktasından ibre, humus ve toprak örnekleme yapılmıştır. Kontrollü yakma uygulaması yapıldıktan sonra aynı alanlardan yangın şiddetine göre düşük, orta ve yüksek şiddetli olan yerlerden kül ve toprak örnekleme yapılmıştır. Toprak reaksiyonu (pH), Elektriksel iletkenlik (EC), karbon (C), azot (N) ve karbon/azot oranı (C/N) analizleri ibre, humus, kül ve toprak örneklerinde yapılırken, tekstür, kireç ve agregat stabilitesi analizleri ise sadece toprak örneklerinde yapılmıştır. Çalışma sonucunda, ölü örtü, humus ve kül örnekleri üzerinde yapılan analizler bakımından kontrollü yakma uygulamasının farklılığın önemli düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Genel itibari ile kül örneklerinde pH, EC değerlerinde artma, karbon ve azot değerlerinde ise bir azalma söz konusudur. Toprak örneklerinde ise kum, pH ve azot değerlerinde artma diğer özelliklerde ise anlamlı bir azalma görülmüştür. Çalışma sonucu verilerine göre hem ölü örtünün ortamdaki uzaklaşması hem de ölü örtünün yakma sonucunda kül olarak toprağa besin maddesi kazandırması gibi özellikler düşünüldüğünde kontrollü yakma uygulamalarının bir yönetim aracı olarak önemli bir potansiyele sahip olduğu söylenebilir.

Araştırma Makalesi

Anahtar Kelimeler: Yangın, yangın şiddeti, karbon, azot

Determination of the effects of prescribed burning applications on some soil properties in Anatolian Black pine (*Pinus nigra ssp. pallasiana*) stand

ABSTRACT

Although many studies show that forest fires have negative effects, there are also many studies that show that prescribed burning is used both for fire management and as an ecological tool. Especially in ecosystems where decomposition is slow, the use of prescribed burns has been shown to have positive aspects. In this study, the effects of prescribed burning practices on some soil properties were investigated in Anatolian black pine stands. Within the scope of this study, needle, humus and soil samples were taken from black pine stands at 9 sampling points, each 10x10 m, before the fire. After prescribed burning, ash and soil samples were taken from the same areas at low, medium and high burn severity. While soil reaction (pH), electrical conductivity (EC), carbon (C), nitrogen (N) and carbon/nitrogen ratio (C/N) were analyzed on needle, humus, ash and soil samples, texture, lime and aggregate stability were analyzed on soil samples. Only soil samples were analyzed. As a result of the study, it was found that the difference in the application of prescribed burning was significant in terms of the analyses carried out on the litter, humus and ash samples. In general, there was an increase in pH and EC and a decrease in carbon and nitrogen in the ash samples. In the soil samples, an increase in sand, pH and nitrogen values and a significant decrease in other properties were observed. According to the result of the study, it can be said that prescribed burning practices have an important potential as a management tool, considering the features such as the removal of litter from the environment and the provision of nutrients to the soil as ash as a result of burning.

Key Words: Fire, fire severity, carbon, nitrogen

Bu makaleye atf:

Tiryaki Güngör, A.G., Küçük, M., Bilgili, E., Küçük, Ö., 2023. Anadolu Karaçam (*Pinus nigra ssp. pallasiana*) meşcerelerinde kontrollü yakma uygulamalarının bazı ölü örtü, kül ve toprak özellikleri üzerine etkileri. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(2), 82-89.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

1. Giriş

Yangınlar ekosistemler içinde meydana gelen doğal bir süreçtir (Pereira ve ark., 2014). Orman yangınları birçok orman ekosisteminde önemli ekolojik etkilere sahiptir (Neary ve ark., 2005; Buhk ve ark., 2007; Alcañiz ve ark., 2016). Araştırmacılar Cerdà ve Mataix-Solera (2009), sıcaklığın ve kuraklığın artması, nemin azalması gibi yangınların oluşması ve yayılması için ideal koşulları sağlaması nedeniyle orman yangınlarının Akdeniz iklimine sahip bölgeler için özellikle ciddi bir sorun olduğunu ifade etmişlerdir. Yangınların ekosistem üzerindeki etkileri bitki örtüsü türüne, topografyaya, toprak tipine ve nem içeriğine, yangının yoğunluğuna, şiddetine ve yangın sonrası meteorolojik koşullara bağlıdır (Certini, 2005).

Kontrollü yakma, belirlenmiş hedeflere ulaşmak için yangının planlı kullanımı olarak tanımlanmış olup, doğal yangınlara göre daha uygun ve daha az riskli bir yaklaşımı temsil etmektedir (Outeiro ve ark., 2008). Başlangıçta bu uygulama çiftlik arazilerini ve avlanma alanlarını yenilemek için kullanılmıştır (Cerdà ve Mataix-Solera, 2009). Günümüzde yangın riskini azaltmak, yaban hayatı habitatının bakımını sağlamak, yanıcı madde miktarını yöneterek yangın rejimlerini kontrol etmek ve gençleştirme, rehabilitasyon gibi arazi yönetimi uygulamaları sırasında üretilen biyokütleyi ortadan kaldırmak için kontrollü yakma kullanılmaktadır (Alcañiz ve ark., 2016). Bitkilerin yenilenmesi, habitatların iyileştirilmesi, eğlence amaçlı kullanımların teşvik edilmesi ve hayvan otlatmanın artırılması, kontrollü yangınların olumlu etkilerinden bazılarıdır (Afif and Oliveira, 2006; Fonseca ve ark., 2011; Fontúrbel ve ark., 2016; Francos ve ark., 2016). Ancak yangın toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin çoğunu etkileyebilir (Certini, 2005; Mataix-Solera ve ark., 2012). Yangının oluşum şiddeti genellikle yangın sonrası süreçte ortaya çıkan önemli bir faktördür (González-Pérez ve ark., 2004; Mataix-Solera ve ark., 2009). Bu nedenle kontrollü yakma uygun sıcaklık, toprak ile yanıcı madde nemi koşulları altında gerçekleştirilir ve topografyanın uygun olduğu durumlarda (Molina, 2009), toprakta düşük etki sağlar (Vega ve ark., 2005). Bu bağlamda Vélez (2000) 30-30-30 temel kuralını önermiştir; bu kural %30 altındaki bağıl nem, 30 kmh⁻¹'den yüksek rüzgâr hızı ve 30°C'nin üzerindeki sıcaklıkların yangının artmasını kolaylaştırdığı anlamına gelir.

Kontrollü yakmaların toprak üzerindeki etkileri, bölgelere göre (Guinto ve ark., 2001; Aroncena ve Opio, 2003; Bennett ve ark., 2014) değişmektedir. Normalde, pH değerlerini değiştirmeyen yangın olayları, periyodik olarak (2 yılda bir veya daha fazla) uygulanan düşük yoğunluk ve şiddette kontrol yangınları olduğu belirtilmektedir (Alcañiz vd., 2018). Yine kontrollü yakma sonrası hem EC (elektriksel iletkenlik) hem de besin alınabilirliği artış göstermektedir (Granged ve ark., 2011; Scharenbroch ve ark., 2012). Ayrıca kısa ve uzun vadede külün

toprağa karışması ile toprak bitki besin maddesi dinamiklerinde değişimler gerçekleşir (Übeda ve ark., 2005; Brye, 2006; Outeiro ve ark., 2008; Scharenbroch ve ark., 2012). Kontrollü yakmaların toprak üzerindeki olası etkileri, yangından önce bitki örtüsü altındaki toprakların daha yüksek düzeyde toprak organik karbonuna (TOK) daha fazla agregat stabilitesine ve bazı durumlarda daha büyük agregatlara sahip olduğunu göstermiştir (O'Dea, 2007; Are ve ark., 2009). Topraktaki organik karbon miktarında, yanıcı maddenin düşük düzeyde yanması nedeniyle, düşük şiddetteki bir yangının ardından artan bir artış olduğu rapor edilmiştir (Knicker, 2007; Mataix-Solera ve ark., 2012). Ancak diğerleri, önceden belirlenmiş bir yangının ardından toprak organik karbonunda azalma olduğunu göstermiştir (Armas-Herrera ve ark., 2016).

Şiddetli kontrol edilemeyen yangınları önlemek ve kontrolsüz yangın sıklığını azaltmak için kontrollü yakmalar kullanılabilirliğinden, farklı ortamlarda kontrollü yakmaların kullanımı ve etkilerinin anlaşılmasını artırmak için daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir (Hubbert ve ark., 2006). Kontrollü yakmaların toprak özellikleri üzerindeki uzun dönem etkilerinin belirlenmesi konusunda az çalışma yapılmıştır (Alcañiz ve ark., 2016).

Bu çalışma, Kastamonu bölgesinde karaçamın yoğun olarak var olduğu, yangın çıkma riskinin sık olduğu yerdeki deneme alanında yürütülmüştür. Kontrollü yakma uygulaması yangın mevsimi dışında düşük şiddetli örtü yangını olarak yapılmıştır. Bu çalışmada orman alanındaki ölü örtü, kül ve toprak özellikleri üzerinde yangın etkisi araştırılmıştır. Bu araştırma ilk aşamada yangından hemen sonrası için yapılmıştır. Sonuçlar, karaçam özelinde orman yangınları sonucunda ortaya çıkan kısa dönem etkilerindeki riskleri ve olası yangın sonrası yapılabilecek müdahaleleri ortaya koymak karaçam ormanlarında ormancılık uygulamalarının iyileştirilmesinde önemli katkılar sunacaktır. Çalışma hipotezi olarak 2 ana başlık verilmiştir.

- Orman yangınlarının, toprak üstü kısmın yanması ile birlikte toprak özelliklerinde önemli değişiklikler sağlar.
- Toprak üstü ölü örtü kısmı ortamdaki uzaklaştırılarak tohumun toprakla buluşması sağlanır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Araştırma alanının tanıtımı

Bu çalışma Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü Araç Orman İşletme Müdürlüğü Şerifebacı Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde 59 no'lu bölmede (Çkcd3) Anadolu karaçam (*Pinus nigra ssp. pallasiana*) meşceresinde kontrollü yakma uygulaması (örtü yangını) şeklinde yapılmıştır. Çalışma alanı doğu bakıda, 1214 m yükseltide, %20 eğime sahiptir ve 33°25'32.12" doğu boylamları ve 41°19'26.56" kuzey enlemleri arasında yer almaktadır.



Şekil 1. Kontrollü yakma uygulamasının öncesi-yakma anı-sonrası

2.2 Yakma uygulamasının gerçekleştirilmesi

Çalışmada kontrollü yakma uygulamasının yapılacağı alan önceden belirlenmiştir ve örtü yangını olarak gerçekleştirilmiştir. Bu alanın üzerinde yakma uygulaması yapılmadan önce ve kontrollü yakma uygulaması yapıldıktan bir gün sonra olmak üzere iki ayrı örnekleme yapılmıştır. Örneklemede özellikle alanlar seçilirken toprak üzerindeki yanan ölü örtünün yanma durumu dikkate alınmıştır. Yangın şiddetini temsil eden kül rengine göre düşük (kömürleşmiş siyah), orta (yanmış siyah) ve yüksek şiddetli (yanmış beyaz) olmak üzere yanan alanlardan örnekleme yapılmıştır (Ryan, 2002). 1 hektarlık yakma çalışması yapılan örnekleme alanını tamamını temsil etmesi açısından 9 adet örnekleme alanı (yangın şiddetlerine göre) dağıtılmıştır. Örnek alanların her biri 10m x 10m boyutlarında alınmıştır.

2.3 Örneklerin alınması ve yapılan analizler

Bu alanların her birinde kontrollü yakma uygulamasından önce toprak üzerinde var olan ölü örtü tabakası ibre ve humus şeklinde 30cm x 30cm'lik kısımlardan çelik silindir ile 0-10 cm derinlik kademesinden toprak örneği alınmıştır. Aynı uygulama örnekleme yapılan kontrol alanlarından bu sefer yakma uygulaması sonrasında toprak üzerindeki üst tabakada yanmış haldeki kül tabakası toplanarak uygulanmıştır. Kül tabakası yanan alanlarda az şiddetli, orta şiddetli ve şiddetli olan yerlerden 9'ar adet örnekleme yapılarak alınmıştır. Yine aynı yerden, aynı şekilde çelik silindir ile toprak örnekleme de yapılmıştır. Kontrollü yakma uygulamasından önce 9 adet ibre, 9 adet humus ve 9 adet toprak örneği alınmıştır. Kontrollü yakma uygulamasından sonra ise 27 adet kül ve 27 adet toprak örneği alınmıştır. İbre, humus ve kül örneklerinden her birinden 9'ar adet olmak üzere toplamda 45 örnekleme yapılmıştır. Toprak örneği olarak kontrollü yakmadan önce 9 adet kontrollü yakmadan ise 27 adet olmak üzere toplam 36 adet toprak örneğinde çalışılmıştır.

Toprak örnekleri hava kuru hale getirilip, porselen havanda öğütülmüştür. Öğütülen topraklar 2 mm'lik elekten geçirilip analize hazır hale getirilmiştir. Hava kuru hale geldikten sonra içindeki taş ve toprak parçaları temizlenip, ibre ve humus örnekleri bitki öğütme değirmeninde öğütüldükten

sonra 0,5 mm'lik elekten elenerek analize hazır hale getirilmiştir.

İbre, humus ve kül örneklerinde pH, EC, organik karbon, azot ve C/N (Karbon/Azot) analizleri yapılmıştır. pH ve EC analizleri ibre ve humus örneklerinde 1/10 örnek/su karışımında kül örneklerinde ise 1/5 örnek su karışımında ile yapılmıştır. Organik karbon Walkley-Black ıslak yakma yöntemine göre, azot ise Kjeldhal yaş yakma yöntemine göre yapılmıştır. Alınan toprak örnekleri üzerinde tekstür, toprak türü, agregat stabilitesi gibi fiziksel özelliklerin yanında pH, EC, organik madde (organik karbon), azot, C/N oranı ve toplam kireç analizleri yapılmıştır. Tekstür tayini 2 mm'lik elekten geçirilmiş toprak örneklerinde Bouyoucos'un hidrometre yöntemi kullanılarak kum, toz ve kil yüzdeleri bulunmuştur (Gülçur, 1974; Çepel, 1988). Toprak türü ise Uluslararası tekstür üçgenine göre belirlenmiştir. Agregat stabilitesi Yoder ıslak eleme yöntemine göre yapılmıştır. pH ve EC analizi 1/2,5 toprak saf su karışımına göre 10 gram toprak örneğinde yapılmıştır. Organik karbon tayini, Walkley-Black ıslak yakma yöntemine göre yapılmıştır. Organik karbondan gidilerek organik madde miktarı hesaplanmıştır (Gülçur, 1974; Kalra and Maynard, 1991). Toprakların azot içerikleri Kjeldhal yaş yakma metoduna göre belirlenmiştir (Kacar, 2009). C/N oranı organik karbon azota bölünmesi sonrası hesaplanmıştır. Kireç ölçümü ise kalsimetre yöntemine göre yapılmıştır. Azot, karbon ve kireç ölçümleri 0,5 mm'lik elekten geçirilmiş topraklarda yapılmıştır.

2.3 İstatistik değerlendirme

Analizi yapılan ibre, humus, kül ve toprak örneklerinde örnekler arasındaki farklılığı belirlemek için hem örnekler arasındaki farklılığın hem de yangın şiddetinin etkisini belirlemek için tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Bu farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için Tukey testi yapılmıştır. Analize başlamadan önce verilerin normal dağılım testleri (Kolmogorow-Smirnov) yapılmıştır. Veriler normal dağılım göstermiş olup düzeltme yapılmamıştır. Bütün analizler SPSS 24 programında yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1 İbre ve kül örnekleri

Çalışma alanından yangın öncesi alınan ibre ve humus örnekleri ile yangın sonrası alınan kül örneklerine ilişkin ortalama veriler Çizelge 1’de verilmiştir. Buna göre pH, EC, organik karbon, azot ve C/N oranı gibi değerler bakımından örnek alanlar arasındaki farklılık istatistik düzeyde önemli çıkmıştır ($P<0,05$).

Örneklere ait pH değerleri, en düşük ibre örneklerinde (3,98), en yüksek ise şiddetli yangın sahasından alınan kül örneklerinde (9,92) çıkmıştır (Çizelge 1). Örnek alanları arasında farklılık bakımından şiddetli yanan kül ile diğer alanlar arasında önemli farklılık çıkmıştır. Yine yangın alanları ile ibre örnekleri arasında farklılık anlamlı düzeyde çıkmıştır. Ölü örtünün ayrışması, diğer taraftan yanması sonucu katyonlar açığa çıkmakta ve pH değerlerinde bir artış söz konusu olmaktadır. Bu artış yanma şiddeti ve yanma sıklığına göre değişmektedir (Knicker, 2007). Diğer taraftan da pH değeri kül miktarına göre (Schafer ve Mack, 2010), içerdiği besin maddesi miktarına, yanıcı madde tipine ve miktarına göre değişmektedir (Neary ve ark., 2005; Alcañiz ve ark., 2018).

EC değerleri, en düşük humus örneklerinde (1141 μ S/cm) en yüksek ise yine şiddetli yangın alanından alınan kül örneklerinde (2915 μ S/cm) bulunmuştur (Çizelge 1). Genel olarak farklılık şiddetli yanan alandaki kül örneklerinde diğer örneklere göre belirgin olarak farklılık çıkmıştır. Ölü örtü ve

humusun yanması ile açığa çıkan katyonlar pH da olduğu gibi EC değerlerini de artırmıştır (Terefe ve ark., 2008).

Organik karbon değerleri bakımından ise en düşük değer şiddetli yanan kül örneklerinde (%12,60), en yüksek değer ise az şiddetli kül örneklerinde belirlenmiştir (%30,03). Farklılıklar yine belirgin olarak şiddetli yangındaki kül örneklerinde çıkarken diğer alanlardaki değerler birbirine benzer çıkmıştır (Çizelge 1). Yüksek şiddetli yangın ile birlikte karbonun bir kısmı yanarak ortamdan uzaklaşmakta bir kısmı ise kül içinde kalmaktadır. Bu yüzden, şiddet arttıkça karbon değerlerinde azalma görülmüştür (Moya vd., 2019) Yapılan çalışmalarda düşük yangın şiddeti olan alanlarda organik karbonun yüksek çıktığı (Afif and Oliveira, 2006; Brye, 2006; Shakesby ve ark., 2015), yüksek şiddetli yangın sahaslarında ise organik karbonun düşük çıktığı tespit edilmiştir (Muqaddas ve ark., 2015).

Toplam azot değerleri bakımından değerlendirildiğinde ise en düşük değer ibre örneklerinde (%1,15), en yüksek değer ise, humus örneklerinde (%1,67) tespit edilmiştir. Yangınla beraber azot değerlerinde bir azalma söz konusu olmuştur (Çizelge 1). Yine yanan alanlarda ise azotun düşük şiddette yanıp ortamdan uzaklaşması pek mümkün olmadığı için kül içinde kalmakta, sadece çok şiddetli yangınlarda yanarak gaz halinde ortamdan uzaklaşmaktadır (Alcañiz vd., 2018; Ferrer vd., 2021). Yapılan çalışmalarda düşük şiddetli yangınlarda azotun arttığı, yüksek şiddetli yangınlarda ise azotun azaldığı ifade edilmektedir (Neary ve ark., 1999; Knicker, 2007; Rein ve ark. 2008; Badia ve ark., 2017; Alcañiz ve ark., 2018; Ferrer ve ark., 2021; Wan ve ark., 2021).

Çizelge 1. İbre, humus ve kül örneklerindeki bazı kimyasal özelliklere ait ortalama veriler

Özellikler	Örnek Sayısı	Örnek Alan Türü					F	P
		İbre	Humus	Kül Az Şiddetli	Kül Orta Şiddetli	Kül Şiddetli		
pH	45	3,98a	5,54b	5,54b	6,36b	9,92c	105,3	0,000
EC (μ S/cm)	45	443a	114a	513a	617a	2915b	36,3	0,000
Organik Karbon (%)	45	29,41b	25,13b	30,03b	26,43b	12,60a	19,0	0,000
Azot (%)	45	1,15a	1,67c	1,43b	1,43b	1,21a	32,1	0,000
C/N oranı	45	25,81c	15,06ab	21,17bc	18,50b	10,47a	21,6	0,000

C/N değerleri bakımından değerlendirme yapıldığında, en düşük değer şiddetli yangın alanındaki kül örneklerinde (10,47), en yüksek değer ise ibre örneklerinde (25,81) söz konusu olmuştur (Çizelge1). Örnekler arasındaki farklılık belirgin olarak şiddetli kül örnekleri, ibre örnekleri ve diğer örnekler şeklinde sıralanmıştır. Karbon ve azot değerlerindeki değişimler C/N oranında belirgin farklılıklar göstermiştir. Genel itibarı ile yangınla beraber karbonun azalması diğer taraftan azotun açığa çıkıp külde depolanması C/N oranını düşürmektedir.

3.2 Toprak örnekleri

Toprak tekstürü bakımından çalışma alanları yangınla beraber kilden, kumlu balçık toprak türü şeklinde değişim göstermektedir (Çizelge 2). Kum değerleri yangınla birlikte artış göstermekte, aynı zamanda yangın şiddeti arttıkça kum değerlerindeki artış da belirgin şekilde gözlemlenmiştir. Yangın partikül boyutunu etkilemez ancak yangın sonrası organik maddenin yanmasına bağlı olarak örnekleme yapılan derinlik ve toprak özelliği farklı olmaktadır. En düşük değer kontrol alanında (%53,1), en yüksek değer ise şiddetli alanda (%70,9)

çıkmıştır (Çizelge 2). Yine kil miktarı ise kontrol alanına nazaran yangın alanlarında azalmakta, yangın şiddeti ile birlikte bu azalış belirgin şekilde ortaya çıkmaktadır. Kil miktarı en düşük şiddetli alanda (%11,4), en yüksek ise kontrol alanında (%23,7) çıkmıştır (Çizelge 2). Örnek alanlardaki kum ve kil oranlarındaki değişim istatistik bakımdan anlamlı düzeyde farklılık göstermiştir ($P<0,05$). Yangın şiddeti arttıkça kil minerallerinde bozulma ve azalma söz konusu olmuştur. Yapılan çalışmalarda da yangın sıcaklığı arttıkça kil minerallerinde bozulma gerçekleştiği ifade edilmektedir. Genelde 400 °C üstündeki sıcaklıkta olan yangınlarda tekstürde bozulmalar gerçekleşmiştir. Düşük sıcaklıklı yangınlarda ise toprak tekstüründe önemli değişikliklerin olmadığı ifade edilmektedir (Neary ve ark. 2005; Inbar ve ark., 2014; Alcañiz ve ark. 2016; Heydari ve ark. 2017; Alcañiz ve ark. 2018; Moya ve ark. 2019). Toprakta ki toz değerleri en düşük yine şiddetli alanda (%17,7), en yüksek ise kontrol alanında tespit edilmiştir (%23,2) (Çizelge 2).

Agregat stabilitesi değerleri yangınla beraber azalmaktadır. Bu azalma kontrol noktası ile çok şiddetli yangın alanı arasında belirgin çıkmıştır (Çizelge 2). Agregat stabilitesi değerleri

istatistik bakımdan alanlar arasında anlamlı farklılık olduğu çıkmıştır ($P<0,05$). Bu farklılık şiddetli yangın alanı ile kontrol alanı arasında belirgin düzeyde olmuştur. Yangın şiddeti arttıkça açığa çıkan sıcaklıkla birlikte organik maddenin yanması ve kil bozulması ile birlikte toprak strüktüründe değişim görülmektedir. Buda agregatlaşmayı düşürmektedir (Badia ve ark. 2014; Alcañiz ve ark. 2018). Yapılan çalışmalarda düşük şiddetli yangınlarda organik madde artışı ile kısmen de olsa topraktaki agregat stabilitesinin arttığı ya da önemli değişikliklerin olmadığı tespit edilmiştir (Jordán ve ark. 2011; Scharenbroch ve ark., 2012).

Topraktaki pH değerleri yangınla beraber ölü örtüdeki katyonların toprağa geçmesi ile artış göstermiştir. Özellikle bu artış şiddetli yangın alanında yüksek çıkmıştır. Kontrol alanına nazaran şiddetli alanda 0,8 birimlik artış olmasına rağmen değişim istatistik açıdan anlamlı seviyede çıkmamıştır ($P>0,05$) (Çizelge 2). Toprak pH değerleri orta derecede asitten nötre doğru değişmiştir. Bazı araştırmacılar yangından sonra toprak pH değerinin önemli derecede arttığını ifade ederken (Übeda ve ark., 2005; Neill ve ark., 2007; Granged ve ark., 2011a; Scharenbroch ve ark., 2012; Switzer ve ark., 2012). Muqaddas ve ark. (2015), bazı araştırmacılar ise yangınla beraber önemli bir değişimin gerçekleşmediğini belirtmişlerdir Lavoie ve ark., 2010; Switzer ve ark., 2012; Meira-Castro ve ark., 2014; Alcañiz ve ark., 2016; Valkó ve ark., 2016). Bunun sebeplerini yanıcı madde türüne ve yangın şiddetinin göstermiş olduğu farklılığa bağlamışlardır.

Topraktaki EC değerleri ise yangınla beraber ilk başta azalmakta ama şiddetli yangın alanında oldukça yüksek çıkmaktadır (Çizelge 2). Çalışma alanları arasındaki farklılık istatistik olarak anlamlı seviyede çıkmamıştır ($P>0,05$). Çalışma alanı toprakları tuzluluk bakımından tuzsuz topraklar sınıfında yer almaktadır. Yangınla beraber organik maddenin yanması ile açığa çıkan katyonlar toprağa karışmaktadır. Buda topraktaki EC değerlerini artırmaktadır (Alcañiz ve ark., 2016; Francos ve ark., 2019). Yangın şiddetinin artması ile birlikte bu değişim belirgin hale gelmiştir. Bazı durumlarda ise yangınla beraber EC değerlerinde bir azalma söz konusu olabilmektedir (Brye, 2006). Bu duruma sebep olarak ise yanan materyalin çeşidinin yanma sıcaklığının ve yanan alanın türünün farklılığı gösterilebilir. Yapılan çalışmaların çoğunda ise özellikle düşük şiddetli yangınlarda EC değerlerinde önemli değişimin olmadığı ifade edilmiştir (Heydari ve ark., 2017; Akburak ve ark., 2018; Fernández-García ve ark., 2019).

Toprakların organik karbon değerleri incelendiğinde ise, yangınla beraber genel olarak bir azalma söz konusu olmuştur. Fakat bu değişim önemsiz seviyede çıkmıştır ($P>0,05$) (Çizelge 2). Yangının toprak üzerindeki etkileri oldukça değişkendir ve düşük yoğunluklu yangınların toprak organik karbonunda çok az veya daha fazla değişiklikle sonuçlandığını, yüksek yoğunluklu yangınların ise toprak organik karbonunda azalmaya neden olduğunu göstermektedir (Caon ve ark., 2014). Yapılan birçok çalışmada yangınla beraber toprak organik maddesinin

azaldığı (Moya ve ark., 2019), değişmediği (Goberna ve ark., 2012; Meria-Castro ve ark., 2015) veya arttığı (Santín ve ark., 2018; Hu ve ark., 2020) tespit edilmiştir.

Toprak azot içeriği bakımından kıyaslandığında yangınla beraber topraktaki azot içeriklerinde önemli derecede azot artışının olduğu görülmüştür. En düşük azot içeriği kontrol alanında (%0,43), en yüksek azot içeriği ise şiddetli yangın alanında (%0,76) belirlenmiştir. Azot içeriği bakımından alanlar arasındaki farklılık önemli düzeyde çıkmıştır ($P<0,05$). Bu farklılık kontrol alanları ile yangın alanları arasında çıkmıştır (Çizelge 2). Yangın şiddetindeki değişimin ise azot değerleri üzerindeki etkisi önemsiz düzeyde çıkmıştır. Akburak ve ark. (2018), Türkiye'deki bir *Quercus frainetto* ormanında, Fernández-García ve ark. (2019a,b) İspanya'daki bir *Pinus pinaster* ormanı için ve Moya ve ark., (2019) yine İspanya'daki bir *Pinus halepensis* ormanı için bir yangından sonra toplam azot içeriğinde hiçbir farklılık göstermezken, Goberna ve ark., (2012) İspanya'daki *Rosmarinus officinalis* L. bitki örtüsü için, Alcañiz ve ark., (2016) İspanya'daki *Pinus halepensis* ormanında, Hosseini ve ark al., (2017) Portekiz'deki bir *Pinus pinaster* ormanında ve Liu ve ark., (2018) Çin'deki otlak bitki örtüsü için, yangın sonrası A horizonunda toplam azotun arttığını bildirdi. Toplam azottaki artış, özellikle düşük yoğunluklu yangınlardan sonra azot açısından zengin küllerin eklenmesinden ve daha yüksek miktarda azot salan organik materyalin daha yüksek oranda mineralleşmesinden kaynaklanmaktadır (Alcañiz ve ark., 2018; Ferrer ve ark., 2021; Wan ve ark., 2021).

C/N oranı değerleri incelendiğinde en düşük değer yüksek şiddetli yangın alanında (7,9), en yüksek değer ise kontrol alanında (14,6) tespit edilmiştir (Çizelge 2). Yangın ile beraber C/N oranı değerlerinde bir azalma söz konusu olmuştur. Bu azalma kontrol alanı ile yangın alanlarında belirgin düzeyde çıkmıştır. İstatistik olarak C/N oranı bakımından farklılık anlamlı düzeyde çıkmıştır ($P<0,05$). Bu farklılık kontrol alanı ile yangın alanları arasında çıkmıştır. Fakat yangın şiddetinin C/N oranı üzerindeki etkisi anlamlı düzeyde çıkmamıştır (Çizelge 2). Yangından sonra karbonda azalma azotta artma söz konusu olmaktadır. Genel itibari ile yangın sonrası karbonun azalması (Moya, 2019) azotun artması (Hosseini ve ark., 2017) ile birlikte C/N oranında bir azalma olması beklenen bir sonuçtur.

Kireç değerleri bakımından orta şiddetli yangın alanı hariç az da olsa bir azalma söz konusu olmuştur. Fakat bu azalma anlamlı çıkmamıştır. En düşük kireç değeri az şiddetli yangın alanında (%1,59), en yüksek değer ise orta şiddetli yangın alanında (%2,62) çıkmıştır (Çizelge 2). Kalsiyumun buharlaşması için gerekli sıcaklık 1240 °C civarında olması gerekmektedir (Pereira ve ark., 2011). Bu büyüklükteki en yüksek toprak yüzey sıcaklığının oluşması, yangınlar sırasında oldukça nadiren görülmektedir (Gimeno-García ve ark., 2004) ayrıca meydana gelseler bile, sıcaklık uzun süre devam etmez (Yusiharni and Gilkes, 2012).

Çizelge 2. Alanlara ait toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine ilişkin sayısal veriler

	Toprak Özelliği	Örnek Sayısı	Örnek Alan Türü			F	P	
			Kontrol	Az Şiddetli	Orta Şiddetli			Şiddetli
Fiziksel	Kum (%)	36	53,1a	61,3ab	64,2ab	70,9b	6,78	0,005
	Kil (%)	36	23,7b	16,2ab	13,4a	11,4 a	8,37	0,002
	Toz (%)	36	23,2a	22,5a	22,4a	17,7a	2,73	0,083
	Toprak Türü	36	Kil	Kil. Balçık	Ku.Ki. Balçık	Ku. Balçık		
	Agregat Stabilitesi (%)	36	88,6b	85,3ab	83,8ab	81,4a	5,32	0,012
Kimyasal	pH	36	5,56a	5,35a	5,68a	6,35a	1,74	0,205
	EC (µS/cm)	36	157a	98a	152a	542a	2,37	0,114
	Organik Karbon (%)	36	6,27a	6,54a	6,28a	5,88a	1,52	0,254
	Azot (%)	36	0,43a	0,67b	0,68b	0,74b	82,24	0,000
	C/N	36	14,6b	9,7a	9,4a	7,9a	42,20	0,000
	Kireç %	36	2,42a	1,59a	2,62a	2,23a	1,48	0,263

Kil. Balçık: Killi Balçık, Ku.Ki. Balçık: Kumlu Killi Balçık, Ku. Balçık: Kumlu Balçık

4. Sonuç ve Öneriler

Orman yangını ile birlikte toprakta özelliklerinde (pH, EC, organik madde, azot vb.) beklenen değişimlerin meydana gelmesi uzun zaman almaktadır. Bu değişimin ortaya konması da karmaşık ve zordur. Kontrollü yakmalarla birlikte arazi üzerindeki örtü ortadan kaldırılabilir ve aynı zamanda toprağa daha fazla besin maddesi takviyesi sağlanabilir. Yine tohumun toprağa ulaşması sağlanarak gençleştirme çalışmalarında etkin rol oynayabilir.

Bu çalışmada, 2021 yılında kontrollü olarak yapılan düşük-orta şiddetli orman yangınlarının bazı toprak özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Sonuç olarak, yangından sonra yapılan ölçümler sonucunda yangının, topraktaki kum, pH, EC ve azotu artırdığı, kil, toz, agregat stabilitesi ve C/N oranında azalmaya sebep olduğu bulunmuştur. Kireç üzerinde ise belirgin bir değişime sebep olmadığı da tespit edilmiştir. Diğer taraftan ibre, humus ve kül ölçümlerinde yangınla beraber küle dönüşümde pH ve EC değerleri artmakta, C, N ve C/N oranı değerleri ise azalmaktadır. Bu çalışma ile birlikte, orman yangınlarının sadece hava kirliliğine neden olmadığını veya bitki örtüsünü tahrip etmediğini, aynı zamanda toprak özelliklerinde de önemli değişimlere neden olduğu ortaya konulmuştur.

Teşekkür

Bu araştırma TÜBİTAK 1001 1220425 numaralı Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Projelerini Destekleme Programı tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Afif, E., Oliveira, P., 2006. Efectos del fuego prescrito sobre el matorral en las propiedades del suelo. *Investig. Agrar. Sist. Recur. For.* 15(3), 262–270.
- Akburak, S., Son, Y., Makineci, E., Çakir, M., 2018. Impacts of low intensity prescribed fire on microbial and chemical soil properties in a *Quercus frainetto* forest. *J for Res*, 29(3), 687–696.
- Alcañiz, M., Outeiro, L., Francos, M., Farguell, J., Úbeda, X., 2016. Long-term dynamics of soil chemical properties after

- a prescribed fire in a Mediterranean forest (Montgrí Massif, Catalonia, Spain). *Sci. Total Environ.*, 572, 1329–1335.
- Alcañiz, M., Outeiro, L., Francos, M., Úbeda, X., 2018. Effects of prescribed fires on soil properties: a review. *Sci. Total Environ.*, 613–614, 944–957.
- Are, K.S., Oluwatosin, G.A., Adeyolanu, O.D., Oke, A.O., 2009. Slash and burn effects on soil quality of an Alfisol: soil physical properties. *Soil Tillage Res.*, 103, 4–10.
- Armas-Herrera, C.M., Martí, C., Badía, D., Ortiz-Perpiñá, O., Girona-García, A., Porta, J., 2016. Immediate effects of prescribed burning in the Central Pyrenees on the amount and stability of topsoil organic matter. *Catena*, 147, 238–244.
- Aroncena, J.M., Opio, C., 2003. Prescribed fire-induced changes in properties of sub-boreal forest soils. *Geoderma*, 113, 1–16.
- Badía, D., Martí C., Aguirre, A.J., Aznar, J.M., González-Pérez, J.A., De la Rosa, J.M., León J, Ibarra P., Echeverría, T., 2014. Wildfire effects on nutrients and organic carbon of a Rendzic Phaeozem in NE Spain: changes at cm-scale topsoil. *Catena*, 113, 267–275.
- Badía, D., López-García, S., Martí, C., Ortiz-Perpiñá, O., Girona-García, A., Casanova-Gascón, J., 2017. Burn effects on soil properties associated to heat transfer under contrasting moisture content. *Sci. Total Environ.*, 601–602, 1119–1128.
- Bennett, L., Aponte, C., Baker, T., Tolhurst, K., 2014. Evaluating effects of prescribed fire regimes on carbon stocks in a temperate eucalypt forest. *For. Ecol. Manag.*, 328, 219–228.
- Brye, K.R., 2006. Soil physicochemical changes following 12 years of annual burning in a humid subtropical tallgrass prairie: a hypothesis. *Acta Oecol.*, 30, 407–413.
- Buhk, C., Meyn, A., Jentsch, A., 2007. The challenge of plant regeneration after a fire in the Mediterranean Basin: scientific gaps in our knowledge on plant strategies and evolution of traits. *Plant Ecol.*, 192, 1–19.
- Caon, L., Vallejo, V.R., Ritsema, C.J., Geissen, V., 2014. Effects of wildfire on soil nutrients in Mediterranean ecosystems. *Earth Sci. Rev.*, 139, 47–58.
- Çepel N., 1988. Orman Ekolojisi. İ.Ü. Orman Fakülteleri Yayınları No:287, İstanbul.

- Cerdà, A., Mataix-Solera, J., 2009. Efecto de los incendios forestales sobre los suelos en España: El estado de la cuestión visto por los científicos españoles. Cátedra de Divulgación de la Ciencia-Fuegored, Valencia, p. 529.
- Certini, G., 2005. Effects of fire on properties of forest soils: a review. *Oecologia*, 43, 1–10.
- Fernández-García, V., Marcos, E., Fernández-Guisuraga, J.M., Taboada, A., Suárez-Seoane, S., Calvo, L., 2019a. Impact of burn severity on soil properties in a *Pinus pinaster* ecosystem immediately after fire. *Int J Wildland Fire*, 28(5), 354–364.
- Fernández-García, V., Miesel, J., Baeza, M.J., Marcos, E., Calvo, L., 2019b. Wildfire effects on soil properties in fire-prone pine ecosystems: Indicators of burn severity legacy over the medium term after fire. *Appl. Soil Ecol.*, 135, 147–156.
- Ferrer, I., Thurman, E.M., Zweigenbaum, J.A., Murphy, S.F., Webster, J.P., Rosario-Ortiz, F.L., 2021. Wildfires: Identification of a new suite of aromatic polycarboxylic acids in ash and surface water. *Sci Total Environ*, 770:144661.
- Fonseca, F., Leite, M., Figueiredo, T., 2011. Soil properties in burned and unburned Mediterranean shrublands of Montesinho Natural Park, Northeast Portugal. In: Gonçalves, A.B., Vieira, A. (Eds.), *Fire Effects on Soil Properties*. University of Minho, Guimarães, Portugal.
- Fontúrbel, M.T., Fernández, C., Vega, J.A., 2016. Prescribed burning versus mechanical treatments as shrubland management options in NW Spain: mid-term soil microbial response. *Appl. Soil Ecol.*, 107, 334–346.
- Franco, M., Pereira, P., Alcañiz, M., Mataix-Solera, J., Úbeda, X., 2016. Impact of an intense rainfall event on soil properties following a wildfire in a Mediterranean environment (North-East Spain). *Sci. Total Environ.*, 572, 1353–1362.
- Franco, M., Úbeda, X., Pereira, P., Alcañiz, M., 2018. Long-term impact of wildfire on soils exposed to different fire severities. A case study in Cadiretes massif (NE Iberian Peninsula). *Sci. Total Environ.*, 615, 664–671.
- Gimeno-García, E., Andreu, V., Rubio, J.L., 2004. Spatial patterns of soil temperatures during experimental fires. *Geoderma*, 118, 17–38.
- Goberna, M., García, C., Insam, H., Hernández, M.T., Verdú, M., 2012. Burning fire-prone Mediterranean shrublands: immediate changes in soil microbial community structure and ecosystem functions. *Microb. Ecol.*, 64(1), 242–255.
- Granged, A.J.P., Jordán, A., Zavala, L.M., Muñoz-Rojas, M., Mataix-Solera, J., 2011a. Short-term effects of experimental fire for a soil under eucalyptus forest (SE Australia). *Geoderma*, 167–168, 125–134.
- Granged, A., Zavala, L., Jordán, A., Barcenos-Moreno, G., 2011b. Post-fire evolution of soil properties and vegetation cover in a Mediterranean heathland after experimental burning: a 3-year study. *Catena*, 164, 85–94.
- Guinto, D.F., Xu, Z.H., APN, H., Saffigna, P., 2001. Soil chemical properties and forest floor nutrients under repeated prescribed-burning in eucalypt forests of south-east Queensland, Australia. *N. Z. J. For. Sci.*, 31(2), 170–187.
- Gülçur, F., 1974. Toprağın fiziksel ve kimyasal analiz metodları. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No:201, İstanbul.
- Heydari, M., Rostamy, A., Najafi, F., Dey, D.C., 2017. Effect of fire severity on physical and biochemical soil properties in Zagros oak (*Quercus brantii* lindl.) forests in Iran. *J. For. Res.*, 28, 95–104.
- Hosseini, M., Geissen, V., González-Pelayo, O., Serpa, D., Machado, A.I., Ritsema, C., Keizer, J.J., 2017. Effects of fire occurrence and recurrence on nitrogen and phosphorus losses by overland flow in maritime pine plantations in north-central Portugal. *Geoderma*, 289, 97–106.
- Hu, M., Song, J., Li, S., Li, Z., Hao, Y., Di, M., Wan, S., 2020. Understanding the effects of fire and nitrogen addition on soil respiration of a field study by combining observations with a meta-analysis. *Agric. for Meteorol.*, 292, 108106.
- Hubbert, K.R., Preisler, H.K., Wohlgemuth, P.M., Graham, R.C., Narog, M.G., 2006. Prescribed burning on soil physical properties and soil water repellency in a steep chaparral watershed, southern California, USA. *Geoderma*, 130, 284–298.
- Inbar, A., Lado, M., Sternberg, M., Tenau, H., Ben-Hur, M., 2014. Forest fire effects on soil chemical and physicochemical properties, infiltration, runoff, and erosion in a semiarid Mediterranean region. *Geoderma*, 221, 131–138.
- Kacar, B., 2009. Toprak analizleri. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Kalra, Y.P., Maynard, D.G., 1991. *Methods manual for forest soil and plant analysis*. Forestry Canada Northern Forestry Publication. Alberta, Canada.
- Knicker, H., 2007. How does fire affect the nature and stability of soil organic nitrogen and carbon? A review. *Biogeochemistry*, 85(1), 91–118.
- Lavoie, M., Starr, G., Mack, M.C., Martin, T.A., Gholz, H.L., 2010. Effects of a prescribed fire on understory vegetation, carbon pools, and soil nutrients in a longleaf pine-slash pine forest in Florida. *Nat. Areas J.*, 30(1), 82–94.
- Liu, J., Qiu, L., Wang, X., Wei, X., Gao, H., Zhang, Y., Cheng, J., 2018. Effects of wildfire and topography on soil nutrients in a semiarid restored grassland. *Plant Soil*, 428(1), 123–136.
- Mataix-Solera, J., Guerrero, C., Arcenegui, V., Barcenos, G., Zornoza, R., Perez-Bejarano, A., Bodí, M.B., Mataix-Beneyto, J., Gómez, I., Garcia-Orenes, F., Navarro-Pedreño, M.M., Cerdà, A., Doerr, S.H., Úbeda, X., Outeiro, L., Pereira, P., Jordán, A., Z, L.M., 2009. Los incendios forestales y el suelo: un resumen de la investigación realizada por el Grupo de Edafología Ambiental de la UHM en colaboración con otros grupos. In: Cerdà, A., Mataix-Solera, J. (Eds.), *Efectos de los incendios forestales sobre los suelos en España. Estado de la cuestión visto por los científicos españoles. Cátedra de Divulgación de la Ciencia*. Universitat de València, pp. 185–217.
- Meira-Castro, A., Shakesby, R.A., Espinha Marques, J., Doerr, S., Meixedo, J.P., Teixeira, J., Chaminé, H.I., 2014. Effects of prescribed fire on surface soil in a *Pinus pinaster* plantation, northern Portugal. *Environ. Earth Sci.*, 73(6), 3011–3018.
- Meira-Castro, A., Shakesby, R.A., Marques, J.E., Doerr, S.H., Meixedo, J.P., Teixeira, J., Chaminé, H.I., 2015. Effects of prescribed fire on surface soil in a *Pinus pinaster* plantation, northern Portugal. *Environ. Earth Sci.*, 73(6), 3011–3018.
- Molina, D., 2009. Fuego prescrito y planes de quema. (Coord.). In: Vélez, R. (Ed.), *La defensa contra incendios forestales: fundamentos y experiencias*, 2nd ed. McGrawHill, Madrid.

- Moya, D., González-De Vega, S., Lozano, E., García-Orenes, F., Mataix-Solera, J., Lucas-Borja, M.E., de Las, H.J., 2019. The burn severity and plant recovery relationship affect the biological and chemical soil properties of *Pinus halepensis* Mill. stands in the short and mid-terms after wildfire. *J Environ Manage.*, 235, 250–256.
- Muqaddas, B., Zhou, X., Lewis, T., Wild, C., Chen, C., 2015. Long-term frequent prescribed fire decreases surface soil carbon and nitrogen pools in a wet sclerophyll forest of Southeast Queensland, Australia. *Sci. Total Environ.*, 536, 39–47.
- Neary, D.G., Ryan, K.C., DeBano, L.F., 2005. Wildland fire in ecosystems: Effects of fire on soils and water (No. RMRS-GTR-42-V4), U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Ft. Collins.
- Neill, C., Patterson, W.A., Crary, D.W., 2007. Responses of soil carbon, nitrogen and cations to the frequency and seasonality of prescribed burning in a Cape Cod oak-pine forest. *For. Ecol. Manag.*, 250, 234–243.
- O'Dea, M.E., 2007. Fungal mitigation of soil erosion following burning in a semi-arid Arizona savanna. *Geoderma*, 138, 79–85.
- Outeiro, L., Asperó, F., Úbeda, X., 2008. Geostatistical methods to study spatial variability of soil cations after a prescribed fire and rainfall. *Catena*, 74, 310–320.
- Pereira, P., Úbeda, X., Martín, D., Mataix-Solera, J., Guerrero, C., 2011. Effects of a low severity prescribed fire on water-soluble elements in ash from a cork oak (*Quercus suber*) forest located in the northeast of the Iberian Peninsula. *Environ. Res.*, 111, 237–247.
- Rein, G., Cleaver, N., Ashton, C., Pironi, P., Torero, J.L., 2008. The severity of smouldering peat fires and damage to the forest soil. *Catena*, 74, 304–309.
- Ryan, K.C. (2002). Dynamic interactions between forest structure and fire behavior in boreal ecosystems. *Silva Fennica* 36: 13–39.
- Santín, C., Otero, X.L., Doerr, S.H., Chafer, C.J., 2018. Impact of a moderate/ high-severity prescribed eucalypt forest fire on soil phosphorus stocks and partitioning. *Sci. Total Environ.*, 621, 1103–1114.
- Scharenbroch, B.C., Nix, B., Jacobs, K.A., Bowles, M.L., 2012. Two decades of low-severity prescribed fire increases soil nutrient availability in a Midwestern, USA oak (*Quercus*) forest. *Geoderma*, 183, 80–91.
- Shakesby, R.A., Bento, C.P.M., Ferreira, C.S.S., Ferreira, A.J.D., Stoof, C.R., Urbanek, E., Walsh, R.P.D., 2015. Impacts of prescribed fire on soil loss and soil quality: an assessment based on an experimentally-burned catchment in central Portugal. *Catena*, 128, 278–293.
- Switzer, J.M., Hope, G.D., Grayston, S.J., Prescott, C.E., 2012. Changes in soil chemical and biological properties after thinning and prescribed fire for ecosystem restoration in a Rocky Mountain Douglas fire forest. *For. Ecol. Manag.*, 275, 1–13.
- Terefe, T., Mariscal-Sancho, I., Peregrina, F., Espejo, R., 2008. Influence of heating on various properties of six Mediterranean soils. A laboratory study. *Geoderma*, 143, 273–280.
- Úbeda, X., Lorca, M., Outeiro, L., Bernia, S., Castellnou, M., 2005. Effects of prescribed fire on soil quality in Mediterranean grassland (Prades Mountains, north-east Spain). *Int. J. Wildland Fire*, 14, 379–384.
- Valkó, O., Deák, B., Magura, T., Török, P., Kelemen, A., Tóth, K., Horváth, R., Nagy, D.D., Debnár, Z., Zsigrai, G., Kapocsi, I., Tóthmérész, B., 2016. Supporting biodiversity by prescribed burning in grasslands—a multi-taxa approach. *Sci. Total Environ.*, 572, 1377–1384.
- Vega, J.A., Fernández, C., Fontúrbel, T., 2005. Throughfall, runoff and soil erosion after prescribed burning in gorse shrubland in Galicia (NW Spain). *Land Degrad. Dev.*, 16 (1), 37–51.
- Vélez, R., 2000. In: Vélez, R. (Ed.), Los incendios forestales en la cuenca mediterránea. Introducción. La defensa contra incendios forestales. Fundamentos y experiencias. McGraw-Hill, Spain, pp. 31–315.
- Wan, X., Li, C., Parikh, S.J., 2021. Chemical composition of soil-associated ash from the southern California Thomas fire and its potential inhalation risks to farmworkers. *J. Environ. Manage.*, 278, 111570.
- Yusiharni, E., Gilkes, R.J., 2012. Changes in the mineralogy and chemistry of a lateritic soil due to a bushfire at wundowie, Darling range, Western Australia. *Geoderma*, 191, 140–150.



6831 sayılı Orman Kanunu'nun 2/B maddesi uygulamaları ve sonuçları (Amasya ili örneği)

Betül Uysal¹, Üstüner Birben^{2*}

¹ Çevre, Şehircilik ve İklim Bakanlığı, Amasya, Türkiye

² Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Çankırı, Türkiye

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 24/10/2023

Kabul Tarihi: 08/12/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1379469>

* Sorumlu yazar:

birben@karatekin.edu.tr

ÖZ

Araştırma Makalesi

Bu çalışma, Amasya ilindeki orman arazilerinin 2/B madde uygulamalarına tabi tutulan kısmının belirlenmesi, bu uygulamaların gerçekleştirildiği alanlarda orman ve 2/B uygulamalarına dair algı ve uygulama sonuçlarının incelenmesi ve karşılaşılan sorunlara çözüm önerileri sunma amacı taşımaktadır. 400 katılımcıyla gerçekleştirilen anketlerden elde edilen veriler tablolastırılmış, grafikler oluşturulmuş ve seçilen

değişkenler üzerinde Ki-Kare analizi yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, Amasya ilindeki 2/B uygulamalarının tamamlandığı köylerde vatandaşların, bu uygulamalar hakkında yeterli bilgiye sahip olmadığı ancak 2/B arazilerini tarımsal faaliyetlerde kullanmayı, yatırım aracı olarak görmeyi, ata topraklarına sahip çıkmayı ve gelecek nesillere miras bırakmayı düşündükleri tespit edilmiştir. Bu algı ve beklentilerin değiştirilmesi adına, 2/B uygulamalarını temel alan tarih değişikliklerine son verilmesi, yönetim ve halkla ilişkilerdeki eksikliklerin kitle iletişim araçlarıyla giderilmesi, toplumun orman algısının geliştirilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Orman kaynakları, 2/B uygulamaları, toplumsal algı, Amasya, Türkiye

Applications of the article 2/B of the Forest Law No. 6831 and its results (The case of Amasya province)

ABSTRACT

This study aims to determine the extent of forest lands subjected to 2/B applications within the borders of Amasya province, examining the perceptions and outcomes of forest and 2/B applications in the areas where these practices are implemented, and providing solutions to encountered problems. The research was conducted using a survey method with 400 participants. Data obtained from the surveys were tabulated, graphs were prepared, and Chi-square analysis was performed on selected variables. According to the research findings, in villages where 2/B applications have been completed in Amasya province, it was found that residents lack sufficient information about these applications. However, they tend to use 2/B lands for agricultural activities, consider them as investment assets, preserve them as ancestral lands, and express the intention to pass them on to future generations. To alter these perceptions and expectations, it is recommended to discontinue historical changes underlying 2/B applications, address governance and public relations deficiencies through mass media, and enhance the community's perception of forests.

Key Words: Forest resources, 2/B applications, perception of society, Amasya, Türkiye

Bu makaleye atıf:

Uysal, B., Birben, Ü. 2023. 6831 sayılı Orman Kanunu'nun 2/B maddesi uygulamaları ve sonuçları (Amasya ili örneği). Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(2), 90-100.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

1. Giriş

İnsanoğlunun varolmasıyla başlayan, canlı ve cansız varlıklar arasındaki karşılıklı ilişkiler (Turan, 1988) insan ihtiyaçlarının sınırsız, doğal kaynakların sınırlı olması, canlı ve cansız varlıklara olan gereksinimini arttırırken bu gereksinimler doğrutusunda insanların bilinçsiz davranışları, karşılıklı ilişkilerde en büyük paya sahip olan ormanlarımızın ve bünyesinde barındırdığı birçok canlı ve cansız varlığın yok olmasına veya yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalmasına neden olmaktadır (Aydın, 1999). Ormanlar, insanoğlunun yaşamı için gerekli olan; gıda, temiz hava, su, ilaç, yakıt, barınak, dinlenme, istihdam, gelir kaynağı gibi birçok ihtiyacı karşılayan tabiatın önemli bir doğal kaynağıdır (Şafak ve Gül, 2012). Ormanlardan elde edilen ürünlerin yanı sıra ormanın bizatihi; arazilerinden de yararlanılma ağırlık kazanmaktadır (Aydın, 1999). Özellikle Osmanlı İmparatorluğu döneminde çıkan Celal-i İsyancıları ile yaşadıkları yerleri terk eden halkın; hayatlarını güven içinde sürecekleri ormanlık alanlara göç ederek, hayvanların otlatılmaya başlanması, barınma ve tarımsal ihtiyaçlar orman içlerinde açmaların başlamasına sebep olmuştur (Tolunay ve Alkan, 2008). Ormanların; tüketimi, kullanımı ve yararlanma süreci, insanların ihtiyaçları doğrutusunda değişerek gelişmektedir. Bu gelişim sürecinde ara değişkenlerden olan sosyal ve ekonomik niteliklerde oldukça etkilidir (Şen ve Toksoy, 2006). Her ne kadar ormanlardan faydalanma belirli kurallar dâhilinde olmasına karşın bu kullanma ve yararlanmalar ormanların vasıflarını kaybetmelerine veya kaybetme tehlikesiyle karşı karşıya kalmalarına neden olmaktadır (Turan, 1988). Dolayısıyla bu kaynaklara ilişkin tüm geliştirme yöntemleri, korunması ve kaynaklardan en iyi şekilde yararlanılması dünyada olduğu gibi ülkemizde de en önemli gündem konularını oluşturmaktadır (Erdönmez, 2013).

Türkiye özelinde de Cumhuriyetin ilanına kadar geçen sürede, zamanın koşulları ve şartlarına göre ormanlar ile ilgili birçok kanunnameler, fermanlar, fetvalar ve talimatnameler çıkarılmış olsa da ihtiyaçlara göre hareket edildiğinden ormancılık faaliyetlerin de zorunlu olan devamlılık ilkesi zarar görmüştür (Mermer, 1991). Yapılan yanlış uygulamalar sonucu oluşan ormansızlaşmanın en büyük sebepleri arasında ülkenin içinde bulunduğu kargaşa, ormanları korumaya yönelik herhangi bir çaba sarf edilmemesi, orman içi ve yakınındaki halkın tabiatı tahrip etmesi gibi sonuçlar, ormanların tespitini gerekli kılmıştır (Ayaz ve Gümüş, 2016).

1937 tarihinde yapılan düzenlemelerle yürürlüğe giren 3116 sayılı Orman Kanunu ile orman kadastrounda ilk adımlar atılmaya başlanmıştır (İnal, 1967). 3116 sayılı Kanun ile orman sınırlarının tespitinin 5 yıl içinde (Okyay, 1988) orman kadastrounu oluşturacak orman haritalarının da 10 yıl içinde (Gençay, 2012) bitirilmesi hedeflenmiş, fakat istenilen zamanda bitirilemeyince bu alanların yerleşim yeri, tarım ve hayvancılık alanı olarak kullanılmasının önüne geçilememiştir (Aslan, 2015). Yıllar içinde kadastro ile ilgili birçok yasal düzenlemelerde değişiklikler yapılmış, ancak tespiti gerçekleştirilen sorunlara çözüm bulunurken, bu durum akabinde yeni sorunların da ortaya çıkmasına neden olmuştur (Gençay, 2012).

1963 yılında Beş Yıllık Kalkınma Planları ile düzenli döneme geçilerek tür ve kompozisyon bakımından önemli,

ekolojik bakımdan zengin orman varlığımız, hazırlanan çeşitli eylem planları, rehabilitasyon, bakım ve ağaçlandırma çalışmaları ile her sene düzenli olarak artmaktadır. 1973 yılında 20 milyon 200 bin ha olan ülkemizin orman varlığı, 1999'da 20 milyon 800 bin ha, 2004 yılında 21 milyon 200 bin ha, 2012'de 21 milyon 678 bin ha, 2015'te 22 milyon 342 bin ha, 2018'de 22 milyon 622 bin ha, 2020 yılında 22 milyon 933 bin ha, 2022 yılında 23 milyon 245 bin ha ulaşarak ülke yüzölçümünün % 29,8'ünü oluştururken bu alanın 13 milyon 708 bin ha normal kapalı orman alanı ile toplam orman alanının % 58,98'ini, 9 milyon 537 bin ha ise boşluklu kapalı orman alanını ile toplam ormanlık alanın % 41,02'sini oluşturmaktadır (OGM 2023).

6831 sayılı Orman Kanununun amacı ormanları cezalarla korumak yerine köylü halk ile el ele verilerek ormanların korunmasını sağlamaktır. 6831 sayılı Orman Kanun'un birinci maddesinde tekrar orman tanımı yapılırken, ikinci maddesinin (a), (b) bendi ile de orman sınırları dışına çıkarma işleminin nasıl yapılacağı belirtilmiştir (Uygun Ayva, 2011).

Orman sınırlarının küçültülerek orman alanlarının azalmasına sebep olan 6831 sayılı Orman Kanunu 2. madde uygulamaları 1973 tarihinde 1961 Anayasasında yapılan değişiklik ile Orman Kanunu'na yansıtılmış (Velioğlu, 2008), 1982 Anayasası, 2/B olarak nitelendirilen alanların kullanıcılarına tahsisini talep etmesine rağmen mevcut bulunan davaları bitirmek ve yaşanan mülkiyet sorunlarının son bulması amacı ile 19.04.2012 tarihinde "*Orman Köylülerinin Kalkınmalarının Desteklenmesi ve Hazine Adına Orman Sınırları Dışına Çıkarılan Yerlerin Değerlendirilmesi ile Hazineye Ait Tarım Arazilerinin Satışı Hakkında Kanun*" adı altında 6292 sayılı Kanun çıkarılarak 2/B alanlarının satışının önü açılmıştır.

2/B taşınmazlarının değerlendirilmesi işlemleri 6292 sayılı Orman Köylülerinin Kalkınmalarının Desteklenmesi ve Hazine Adına Orman Sınırları Dışına Çıkarılan Yerlerin Değerlendirilmesi ile Hazineye Ait Tarım Arazilerinin Satışı Hakkında Kanun uyarınca gerçekleştirilmekte olup bu kanun 31.08.1956 tarihli ve 6831 sayılı Orman Kanunu'nun ikinci maddesi gereğince, yeni orman alanlarının oluşturulması, Hazine adına orman sınırları dışına çıkarılan yerlerin değerlendirilmesi, orman köylülerinin kalkındırılmasının desteklenmesi ve nakline karar verilen Devlet ormanları içinde veya bitişğinde bulunan köyler halkının yerleştirilmesi ile Hazineye ait tarım arazilerinin satışına ilişkin usul ve esasları içermektedir.

Orman sınırları dışına çıkarma işleminin yeni bir halkası olan 2018'in Nisan ayında torba kanun (Torba Kanun birbiri ile konu yönünden ilgisi olmayan ve çok fazla sayıda başka kanunda ek ve değişiklikler yapan kanun şeklinde nitelendirilebilir.) ile çıkartılan Orman Yasası'na eklenen Ek 16'ncı madde ile Cumhurbaşkanına istediği orman alanını orman rejimi dışına çıkartma yetkisi verilerek orman sınırları dışına çıkarılma işlemi yeni bir boyut kazanarak 2018 yılına kadar üzerinde yerleşim alanı oluşmuş orman alanlarının orman sınırları dışına çıkarılması olanaklı hale getirilmiştir. 19 Nisan 2018 tarihinde çıkarılan bu ek maddede; "*...bilim ve fen bakımından orman olarak muhafazasında hiçbir yarar görülmeyen ve tarım alanına dönüştürülmesi de mümkün olmayan yerler ile bu maddenin yürürlüğe girdiği tarihte üzerinde yerleşim yeri bulunan ya da yerleşim yeri oluşturulması uygun olan taşlık, kayalık, verimsiz ve fiilen*

orman vasfı taşımayan alanlar...” içinde Cumhurbaşkanınca belirlenecek alanların orman dışına çıkarılacağı ve orman sınırları dışına çıkartılan alanın iki katından az olmamak üzere yeni orman tesis edileceği belirtilmektedir (Atmış, 2021). Burada dikkati çeken nokta, bir ormanlık alan yok edildiğinde, yalnız ormanın değil, bir ekosistemin de yok olmasıdır. Çünkü yeni yapılacak ağaçlandırma ile oluşacak olan ormanlık alanın onlarca yıl geçmesi gerekir ki yeni bir orman ekosistemi oluştursun. Ayrıca, 19.04.2018 tarihli ve 7139 sayılı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğünün Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun ile Bazı Kanunlarda ve Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararnamede Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun’un 17. maddesiyle 6831 sayılı Kanun’a eklenen ek 16. madde ile mikro ve makro faunanın birlikte oluşturduğu biyolojik çeşitlilik açısından önemli olan çalı ve otsu bitkilerin birlikte evrimleştiği açık, taşlık ve kayalık alanlarla ile makiliklerin de yapılaşmaya

konu edilerek bu alanlar da orman sınırları dışına çıkarılır duruma getirilmiştir. Ek 16. maddenin çıkartıldığı tarihten bu yana birçok orman alanı orman sınırları dışına çıkarılmıştır. Ayrıca 2022 tarihinde yapılan yasal düzenleme ile 2/B alanları gibi bu alanların da işgalcilerine satışı olanaklı hale getirilmiştir (TOD, 2022).

Milli Emlak Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Çizelge 1’de gösterilen faaliyet raporları incelendiğinde 2012 yılından 2019 yılına kadar olan 2/B verileri iller bazında ayrıntılı olarak verilirken 2020, 2021, 2022 yıllarına ait 2/B verilerin Türkiye geneli toplam veri olarak paylaşımının yapıldığı görülmektedir. Toplam verilere göre: 2020 yılsonu itibarı ile toplam 1.045.466 satın alma başvurusu yapılmış bu başvurulardan; 815.126 hak sahibine 581.203 adet taşınmazın satış işlemi gerçekleştirilmiştir. 2020 yılında toplam 23.200 adet 2/B taşınmazının 22.217 hak sahibine satışı yapılmıştır.

Çizelge 1. Türkiye ve Amasya geneli yıllara göre 2/B verileri (ÇŞİDB, 2023)

Yıllar	Türkiye Geneli 2/B Taşınmaz sayısı	Türkiye Geneli 2/B Başvuru Sayısı	Türkiye Geneli 2/B Satışı	Türkiye Geneli 2/B Satışı	Amasya İli 2/B Taşınmaz Sayısı	Amasya İli 2/B Başvuru Sayısı	Amasya İli 2/B Satışı	Amasya İli 2/B Satışı
			Yapılan Taşınmaz Sayısı	Yapılan Hak Sahibi Sayısı (kişi)			Yapılan	Yapılan Hak Sahibi Sayısı (kişi)
2012	442.567	101.193	-	-	439	298	-	-
2013	599.418	620.338	-	-	2313	1509	-	-
2014 (Kümülatif)	629.462	714.831	384.833	508.828	2327	1544	851	879
2015 (Kümülatif)	660.432	769.551	423.43	568.437	2399	1611	851	879
2016 (Kümülatif)	692.049	824.897	457.967	622.418	2427	1678	886	918
2017	39.363	80.862	45.059	78.233	245	368	286	383
2018	42.735	75.563	40.882	68.423	132	268	158	243
2019	42.735	75.563	40.882	68.423	29	144	80	123

2021 yılsonu itibarı ile toplam 1.092.216 satın alma başvurusu yapılmış bu başvurulardan; 843.019 hak sahibine 599.062 adet taşınmazın satış işlemi gerçekleştirilmiştir. 2021 yılında toplam 16.564 adet 2/B taşınmazının 25.429 hak sahibine satışı yapılmıştır.

2022 yılsonu itibarıyla toplam 1.153.000 satın alma başvurusu yapılmış bu başvurulardan; 911.000 hak sahibine 641.000 adet taşınmazın satış işlemi 2022 yılsonu itibarıyla gerçekleştirilmiştir. 2022 yılında toplam 42.000 adet 2/B taşınmazının 69.000 hak sahibine satışı yapılmıştır.

2022 yılsonu itibarıyla 6292 sayılı Kanun’un yedinci maddesi kapsamında tapuları 2/B gerekçesi ile iptal edilenlerin taşınmazları bedelsiz olarak geri iadeleri yapılırken, Kanunun sekizinci maddesi kapsamında ise proje alanı olarak belirlenen yerlerin proje sahiplerine devir işlemleri tamamlanmaya çalışılmaktadır (ÇŞİDB, 2023).

Bu çalışma, Amasya ili sınırları dâhilinde bulunan orman arazilerinin ne kadarlık kısmının 2/B madde uygulamalarına konu edildiği, Vatandaşın 2/B uygulamaları hakkında yeterli bilgiye sahip olup olmadığı, bu uygulamaların yapıldığı alanlarda ormana ve 2/B uygulamalarına ilişkin algı ve uygulama sonuçlarının ne olduğuna yönelik tespitler ile

karşılaşılan sorunlara çözüm önerileri sunmak amacıyla gerçekleştirilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmanın bu bölümünde önce materyale ilişkin bilgiler verilecek ve sonrasında kullanılan yöntem açıklanacaktır.

2.1 Materyal

Çalışmanın ana materyalini orman vasfını yitirmiş arazilere yönelik Amasya ili Merkez ilçede bulunan ve Milli Emlak Müdürlüğünden alınan verilerden yararlanarak 2/B uygulamaları tamamlanan ve 2/B arazisi bulunan 27 köyde gerçekleştirilen anketler oluşturmaktadır. 2/B arazilerine ilişkin uygulamalar ve sonuçlarına yönelik hazırlanan anket: 2020-2021 yılı yaz ve sonbahar mevsimlerinde Aksalur, Akyazı, Alakadı, Ardıçlar, Aydınca, Bayat, Beldağı, Çiğdemlik, Dadıkavakçayırı, Damudere, Duruca, Elittekke, Karsan, Karataş, Kale, Kızseki, Mahmatlar, Musa, Ormanözü, Sarımeşe, Şeyhsadi, Ümük, Yassıçal, Yeniköy, Yeşilyenice, Yuva, Ziyere köylerinde gerçekleştirilmiştir. Anket soruları hazırlanırken

daha önce literatürde Yılmaz (2004), Geray vd. (2007), Pak ve Berber (2011) gibi benzer çalışmalar dikkate alınmıştır. Ankete katılanlara yöneltilen sorular anlaşılabilir ve amaca uygun olarak hazırlanmıştır. Anket; demografik özellikler, ormandan faydalanma şekilleri, orman idaresi ve idarenin faaliyetleri, orman kavramı, idareden beklentiler, ormanın faydaları, 2/B uygulamaları ve bu uygulamalara ilişkin algılara yönelik açık ve kapalı uçlu olarak toplam 29 sorudan oluşmaktadır. Sözel analiz metodunun esas alındığı bu çalışmada ilişki kalıpları ve bu ilişki kalıplarının nedenleri anlaşılmaya çalışılmıştır.

Bununla birlikte anket çalışması yapılarak, elde edilen veriler üzerinden konuya ilişkin analizler yapılmıştır. Bu çalışmada istatistiksel olarak ana kütleli Amasya İlinde yaşayan nüfus oluşturulmaktadır. Araştırmada %95 güven düzeyi ve %5 hata kabul oranı ile eşitlik (1)'den yararlanılarak hesaplanmıştır (Orhunbilge 2000, Daşdemir 2016).

$$n = \frac{N \cdot p \cdot q \cdot Z^2}{(N-1) \cdot d^2 + p \cdot q \cdot Z^2} \quad (1)$$

Formülde; n= Örnek büyüklüğünü; Z= Güven katsayısı (%95 için Z=1,96); N= Ana kütle; p= Ölçülmek istenilen özelliğin ana kütlede bulunma olasılığını (0,5); q= Ölçülmek istenilen özelliğin ana kütlede bulunmama olasılığını (0,5); d= Kabul edilen örneklem hatasını (0,05) ifade etmektedir.

Konuyla ilgili herhangi bir fikir araştırma öncesi ileri sürülemediği için P ve Q %50-%50 alınmış ve en yüksek örnek büyüklüğü elde edilmiştir (Yavuz 2000). Amasya ili TÜİK (2020) verilerine göre; anakütle (N)= 337.800 kişi olarak tespit edilmiştir. Böylece örneklem büyüklüğü 383 kişi olarak belirlenmiştir. Anket çalışması sırasında hatalı veya eksik doldurulma olasılığı da dikkate alınarak, toplamda 400 kişiye anket uygulanmıştır. Anketler rasgele örneklem yöntemi ile yüz yüze yapılmıştır.

Çalışmanın ana materyalini oluşturan anketlerin değerlendirilmesi, anket sorularına verilen cevapların sayısallaştırılması ve yüzdelik oranlara dönüştürülmesi yoluyla yapılmıştır. Ayrıca, Ki-kare (χ^2) analizi ile de konu açısından önemli görülen değişkenler arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

2.2. Yöntem

Çalışmada; özgün bir konuya veya duruma ilişkin sorunların anlaşılmasına ve çözümlenmesine derinlik kazandırabilmek amacıyla detaylı bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışma için 2/B uygulama ve çalışmaları tamamlanmış Amasya ili, Merkez ilçesine bağlı Aksalur, Akyazı, Alakadı, Ardıçlar, Aydınca, Bayat, Beldağı, Çiğdemlik, Dadıkavakçayırı, Damudere, Duruca, Elittekke, Karsan, Karataş, Kale, Kızseki, Mahmatlar, Musa, Ormanözü, Sarımeşe, Şeyhsadi, Ümük, Yassıçal, Yeniköy, Yeşilyenice, Yuva, Ziyere köyleri seçilerek; bu köylerdeki 2/B arazileri hakkında vatandaşların düşüncelerine ve algılarına ilişkin bulgular elde edilmiştir. Amasya Milli Emlak Müdürlüğünden alınan veriler doğrultusunda köylere gidilmiş ve bu köylerin sosyo-ekonomik ve eğitim durumu gözlemlenerek anket çalışması gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada katılımcılarla görüşmeler yüz yüze gerçekleştirilmiştir. Örneklerin seçiminde rastgele örneklem

yöntemi kullanılmıştır. İlin 2/B uygulaması tamamlanmış farklı köylerinde her kesim ile anket yapılmasına özen gösterilmiştir. Köylere gidilerek, köylülere anketin amacı, nasıl doldurulacağı vb. bilgiler anlatıldıktan sonra, her kesimden köylüden anketlerin doldurması istenmiş, doldurulan anketlerin doğru doldurulduğundan emin olunduktan sonra kontrol edilerek toplanmıştır.

Anket formları SPSS (Statistical Package for Social Science) paket programı kullanılarak bilgisayar ortamına aktarılmış ve istatistiksel çözümler için veri tabanı oluşturulmuştur. Anket bulguları gerek grafik ve tablolar şeklinde gerekse Ki-Kare bağımsızlık testi ile yaş, cinsiyet, eğitim durumu, meslek, gelir durumu, ormandan faydalanma, ormanların korunması, 2/B uygulamalarının vatandaştaki algısı ve yargısal süreçler açısından analiz edilmiş ve bu sonuçlar yorumlanmıştır.

3. Bulgular

Yerleşim tarihi M.Ö. 3500 yılına kadar uzanan, birçok uygarlığa ev sahipliği yapan, Kurtuluş Mücadelesinin verilmesinde önemli rol oynayan Amasya ili Orta Karadeniz'in iç kesiminde bulunur. Çorum, Tokat, Yozgat, illeri ile komşu olan, coğrafi konumu nedeni ile Kara iklimi ile Karadeniz iklimi arasında geçiş ikliminin yaşandığı ve Akdağ bölgesinde yayılış gösteren Amasya ili, Merkez ilçesindeki ormanlar, yüksek kesimlerde kayın, sarıçam, karaçam, alçak kesimlerde meşe, ardıç, gürgen, kızılçam, titrek kavak ve bu ağaçlarla birlikte yabani erik, ahlat gibi ağaççıkların yanı sıra sürünücü ardıç, kuşburnu çalıları da görülmektedir. Taşova ilçesi Amasya ilinin en yüksek ormanlık alan yüzdesine sahiptir. Amasya ilinin 2020 yılı Orman Genel Müdürlüğü verilerine göre 220 681 ha orman alanı bulunmaktadır (OGM 2021).

Çalışmanın ana materyalini orman vasfını yitirmiş arazilere yönelik Amasya ili Merkez ilçesinde 2/B arazisi bulunan, 2/B çalışmaları tamamlanmış 27 adet köyde 400 katılımcı ile yapılan anket çalışması oluşturmaktadır. Katılımcıların özelliklerine ilişkin frekans ve yüzde dağılım sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Yapılan anket çalışmasında demografik yapı incelendiğinde ankete katılan katılımcıların yaş ortalamasının orta yaş ve yaşlı grubu olduğu, genç kesimin ikamet için genellikle köyleri değil, şehri tercih ettikleri, yapılan çalışmanın pandemi dönemine denk gelmesi nedeniyle kadın katılımcıların anket sorularını cevaplamaktan çekindikleri, genç kadın nüfusunun çok olmadığı, yaşlı kadınların ise okur-yazar oranının çok düşük olduğu dolayısıyla da anketi doldurmak istemedikleri gözlemlenmiştir. Ankete katılan katılımcıların yaş aralıkları dikkate alınarak eğitim durumu değerlendirildiğinde orta yaş ve yaşlı grubunda bulunan katılımcıların eğitim durumu ile geçimlerini tarım, hayvancılık, tarım ve hayvancılıktan sağlayanların gelir düzeylerinin düşük olduğu tespit edilmiştir.

Anket çalışmaları yapılırken köylerin nüfusları göz önünde bulundurularak nüfusu fazla olan köylerde daha fazla katılımcıya ulaşılmaya çalışılmıştır. Çizelge 3'de elde edilen verilere göre köylerin nüfus verileri ile köylerde ankete katılan kadın erkek sayıları paylaşılmıştır.

Çizelge 2. Katılımcıların demografik özellikleri

	Demografik Özellikler	Frekans	Yüzde(%)
Cinsiyet	Erkek	81	20,2
	Kadın	319	79,8
Yaş	16-25	16	4
	26-35	43	10,8
	36-45	94	23,5
	46-55	102	25,5
	56 ve üstü	145	36,3
Eğitim Durumu	Okur-yazar değil	25	6,3
	Sadece okur- yazar	57	14,2
	İlkokul	175	43,8
	Ortaokul	55	13,8
	Lise	51	12,8
	Önlisans	20	5
	Lisans	16	4
	Lisansüstü	1	0,3
Gelir	1.000 TL'den az	58	14,5
	1.001-2.000 TL	81	20,3
	2.001-3.000 TL	112	28
	3.001-4.000 TL	79	19,8
	4.001 TL ve üstü	70	17,5
Gelir Kaynağı	Tarım	106	26,5
	Hayvancılık	20	5
	Ormancılık	2	0,5
	Tarım-ormancılık	8	2
	Tarım-hayvancılık	131	32,8
	Hayvancılık-ormancılık	4	1
	Tarım-hayvancılık-ormancılık	11	2,8
	Ticaret	8	2
	Emekli maaşı	47	11,8
	Ücretli	13	3,3
Diğer	50	12,5	

Çizelge 3. Ankete konu köylerdeki demografik yapı

Ankete Katılan Köyler	Ankete Katılan Toplam Kişi Sayısı	Ankete Katılan Erkek Sayısı	Ankete Katılan Kadın Sayısı	Köyün Toplam Nüfusu	Köydeki Erkek Nüfus	Köydeki Kadın Nüfus
Aksalur	24	23	1	520	257	263
Akyazı	15	13	2	88	44	40
Alakadı	9	9	-	104	54	50
Ardıçlar	3	3	-	211	108	109
Aydınca	15	13	2	446	238	208
Bayat	11	8	3	45	22	23
Beldağı	15	13	2	255	127	128
Çigdemlik	18	10	8	389	193	196
Dadıkavakçayırı	25	24	1	264	129	135
Damudere	24	22	2	275	190	185
Duruca	23	19	4	262	133	129
Elittekke	4	4	-	56	31	25
Karsan	1	-	1	122	62	60
Karataş	9	8	1	89	43	46
Kale	3	3	-	403	198	205
Kızseki	7	6	1	569	270	299
Mahmatlar	8	6	2	219	110	109
Musa	48	33	15	353	194	159
Ormanözü	22	12	10	295	145	150
Sarımese	22	18	4	505	244	261
Şeyhsadi	15	15	-	303	146	157
Ümük	3	3	-	128	68	60
Yassıçal	16	13	3	610	319	291
Yeniköy	3	2	1	387	197	190
Yeşil Yenice	18	15	3	797	408	389
Yuva	25	14	11	164	84	80
Ziyere	14	10	4	4033	2012	2021
TOPLAM	400	319	81	11.892	6.026	5.866

Anket çalışmasındaki köyler arasında elde edilen nüfus verilerine göre en çok nüfusu bulunan köy Ziyere, en az nüfusu bulunan köy ise Bayat köyüdür. Ankete katılan köyler arasında en fazla katılımı sağlayan köy; erkek 33 kişi, kadın 15 kişi olmak

üzere toplam 48 kişi ile Musa köyü, en az katılımın sağlandığı köy ise 1 kadın katılımcı ile Karsan köyüdür (URL-1).

Ankete konu köylerin yüzölçümü değerleri ilgili orman işletme müdürlüğü, kadastro müdürlüğü ve milli emlak müdürlüğünden elde edilen veriler Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Ankete konu köylerin yüzölçümü değerleri

Çalışma Alanı Köyleri	Kadaastro Verilerine Göre Köyün Genel Yüzölçümü (ha)	Orman Verilerine Göre Orman Yüzölçümü (ha)	Orman Verilerine Göre 2/B Alanı Yüzölçümü (ha)	Milli Emlak Verilerine Göre 2/B Alanı Yüzölçümü (ha)
Aksalur	2.370,2	1.883,17	406,93	154,5
Akyazı	1.175,65	538,93	4,19	13,6
Alakadı	897,81	70,16	4,02	4,01
Ardıçlar	2.586,24	2.056,88	96,7	6,99
Aydınca	288,07	520,83	0,44	0,37
Bayat	569,13	432,72	12,41	16,54
Beldağı	2.103,38	1.400,49	60,89	58,38
Çiğdemlik	1.916,28	1.715,94	14,91	9,62
Dadıkavakçayırı	486,17	148,16	7,52	1,6
Damudere	2.315,57	-	-	86,49
Duruca	629,92	287,66	10,61	12,29
Elittekke	186,44	35,4	13,15	0,21
Karsan	595,85	470,97	0,21	0,19
Karataş	920,04	488,16	3,95	3,65
Kale	1070	1.695,44	40,98	31,26
Kızseki	1.932,99	1.384,6	15,49	4,79
Mahmatlar	1.256,85	965,6	21,83	2,89
Musa	2.240,33	937,16	23,02	21,06
Ormanözü	4.127,72	3.993,69	25,04	25
Sarımeşe	2.931,07	2.209,43	35,93	3,69
Şeyhsadi	1.866,99	989,71	5,83	0,65
Ümük	1.221,05	893,21	23,23	21,97
Yassıçal	4.218,41	2402,9	156,34	140,55
Yeniköy	1.410,4	1.155,72	10,89	7,85
Yeşil Yenice	1.947,07	1.599,06	27,98	15,38
Yuva	1.017,61	761,14	13,02	12,95
Ziyere	4.200,96	19,35	39,04	4,33

Çizelge 4'te Orman İşletme Müdürlüğü ile Milli Emlak Müdürlüğünün toplam 2/B alanlarının yüzölçümleri karşılaştırıldığında farklılıklar göze çarpmaktadır. Bu farklılıklar Orman İşletme Müdürlüğünün 2/B alanlarını belirledikten sonra elde edilen verileri, Kadastro Müdürlüğüne göndermesine müteakip Kadastro Müdürlüğü tarafından bu alanların, parsellerinin ve hak sahipliklerinin belirlenmesinden sonra yol, dere, mera gibi alanlara kalan yerlerin yüzölçümünden çıkarılması sonucunda oluştuğundan yüzölçümleri farklılıklar arz etmektedir. Ankete katılan köyler arasında en büyük yüzölçümüne sahip köy; Yassıçal, en büyük orman alanına sahip köy; Ormanözü, en büyük 2/B alanına sahip köy; Yassıçal'dır.

Ankete katılan köylerin toplam sayısı 27, toplam 2/B parsel sayısı 1.442, 2/B taşınmazlarının toplam yüzölçümü 660,81 ha, aktif parsellerin toplam sayısı 1.040, toplam yüzölçümü 531,98 ha, pasif parsellerin toplam sayısı 402, toplam yüzölçümü 129,11 ha'dır. Bu bilgiler Çizelge 5'te paylaşılmıştır.

Amasya Tapu Müdürlüğünden 25.12.2022 tarihinde alınan verilere göre, 19.04.2012 tarihli ve 6292 sayılı Orman Köylülerinin Kalkınmalarının Desteklenmesi Ve Hazine Adına Orman Sınırları Dışına Çıkarılan Yerlerin Değerlendirilmesi İle Hazineye Ait Tarım Arazilerinin Satışı Hakkında Kanun uyarınca 2/B arazilerinin satışı kapsamında Amasya'da; Kanunun çıkmış olduğu 2012 yılında Amasya Tapu

Müdürlüğünde herhangi bir satış işlemi gerçekleşmemiş olup, 2013 yılında 1419 adet, 2014 yılında 5 adet, 2015 yılında 4 adet, 2016 yılında 6 adet, 2017 yılında 284 adet, 2018 yılında 9 adet, 2019-2022 yılında 1413 adet 6292 sayılı yasa kapsamında (2/B arazi satışı ve 12. madde kapsamında satış işlemleri Tapu Müdürlüklerinde aynı satış işlemi kategorisinden gerçekleştirilmektedir) satış işlemi gerçekleşmiştir.

Amasya ili, Merkez ilçe köylerinde yapılan satışları Amasya Tapu Müdürlüğü ve Amasya Milli Emlak Müdürlüğünden alınan verilerle karşılaştırdığımızda satışların sayısal değerlerinde eşitsizlik olduğu görülmektedir. Bunun en büyük sebebi Milli Emlak Müdürlüğündeki verilerde hisseli ve kanuni ipotekli işlemler yani aktif parseller (Taşınmazların beyanlar hanesinde hak sahipliği bulunduğu halde satış için başvuru yapılmayan, taşınmazların beyanlar hanesinde hak sahipliği bulunmayan parsellerde satış yapılamayanlar, taksitli olarak taşınmazın tamamını satın alanlar ile taksitli ve peşin, hisseli taşınmaz alanların Milli Emlak Müdürlüğünce dosyaları kapatılmadığından bu parseller aktif parsel olarak nitelendirilir) kapatılmadığından (parseller pasife (Milli Emlak Müdürlüğüne başvurusu yapılarak peşin satılan ve o parselde hiç Maliye Hazinesine ait hisse bulunmayan Tapu Müdürlüğünde işlemleri tamamlanmış parseller pasif olarak nitelendirilmektedir.) düşmediğinden) yapılan satış işlem sayısı belirlenmemektedir. Tapu Müdürlüğünde ise Milli Emlak

Müdürlüğü tarafından satışları gerçekleştirilen 6292 sayılı Kanun kapsamındaki 12. madde satışı ile 2/B satışı işlemlerinin Tapu Müdürlüğü mevzuatı gereği tek bir işlem butondan gerçekleştirilmesidir. Dolayısıyla hak sahiplerinden gelen talep

doğrultusunda Tapu Müdürlüğünde yapılan satışların fazlalığı dikkat çekmektedir.

Yapılan anket çalışmasında 2/B uygulamalarına yönelik katılımcıların algılarına ilişkin veriler izelge 6'da gösterilmiştir.

Çizelge 5. Ankete konu köylerin 2/B alan verileri

Amasya İli Merkez İlçesi 2/B' si Tamamlanmış Ankete Katılan Köyler	2/B Taşınmaz Toplam Sayısı	2/B Taşınmazların Toplam Yüzölçümü (ha)	2/B Satışı Yapılmayan Taşınmaz Sayısı (Aktif)	2/B Satışı Yapılmayan Taşınmaz Yüzölçümü (Aktif) (ha)	2/B Satışı Yapılan Taşınmaz Sayısı (Pasif)	2/B Satışı Yapılan Taşınmaz Yüzölçümü (Pasif) (ha)
Aksalur	78	154,5	78	154,5	-	-
Akyazı	37	13,6	22	9,4	15	4,2
Alakadı	14	4,01	10	3,09	4	0,91
Ardıçlar	75	6,99	58	5,31	17	1,68
Aydınca	2	0,37	-	-	2	0,37
Bayat	72	16,54	60	12,12	12	4,42
Beldağı	65	58,38	65	58,38	-	-
iğdemlik	22	9,62	6	1,52	16	8,1
Dadıkavak	7	1,6	6	1,47	1	0,33
Damudere	187	86,49	140	66,95	47	19,54
Duruca	42	12,29	27	5,84	15	6,45
Elittekke	4	0,21	3	0,15	1	0,06
Karsan	1	0,19	1	0,19	-	-
Karataş	15	3,65	7	1,06	8	2,59
Kale	64	31,26	30	11,83	34	19,43
Kızseki	22	4,79	7	0,91	15	3,88
Mahmatlar	11	2,89	8	2,09	3	0,8
Musa	25	21,06	19	16,11	6	4,95
Ormanözü	56	25	56	25	-	-
Sarimeşe	17	3,69	14	3,41	3	0,28
şeyhsadi	3	0,65	2	0,48	1	0,17
Ümük	62	21,97	59	21,55	3	0,43
Yassıçal	395	140,55	280	109,56	115	30,99
Yeniköy	20	7,85	8	4,07	12	3,78
Yeşilyenice	69	15,38	24	7,27	45	8,11
Yuva	44	12,95	20	5,95	24	7,08
Ziyere	33	4,33	30	3,77	3	0,56
TOPLAM	1.442	660,81	1040	531,98	402	129,11

Çizelge 6. Toplumun 2/B uygulamalarına yönelik algısına ilişkin veriler

		Frekans	Yüzde (%)
2/B hakkında yasal hak dağılımı	Hepsini biliyorum	18	4,5
	çoğunu biliyorum	66	16,5
	Kısmen	157	39,3
	çok azını biliyorum	95	23,8
	Hiç bilmiyorum	64	16
2/B alanına talip olma isteği dağılımı	Kesinlikle evet	87	21,8
	Evet	118	29,5
	Olabilir	107	26,8
	Hayır	55	13,8
	Kesinlikle hayır	33	8,3
2/B alanına talip olma nedeni	Arazi yatırımı yapma	81	20,3
	Tarımsal faaliyetler için	189	47,3
	Hayvancılık faaliyetleri	28	7,0
	Ata toprağına sahip ıkma	67	16,8
	Gelecek nesillere miras	35	8,8
2/B alanına değerinden fazla bedel ödeme dağılımı	Kesinlikle evet	70	17,5
	Evet	92	23
	Olabilir	122	30,5
	Hayır	77	19,3
	Kesinlikle hayır	39	9,8
2/B uygulamalarına ilişkin süre uzatım dağılımı	Kesinlikle evet	63	15,8
	Evet	130	32,5
	Olabilir	137	34,3
	Hayır	56	14
	Kesinlikle hayır	14	3,5

Ankete katılan katılımcıların 2/B uygulamaları ve 2/B ile ilgili birçok konu hakkında bilgi sahipleri olmalarına rağmen 2/B ile ilgili yasal haklar hakkında yeterince bilgi sahibi olmadıkları tespit edilmiştir. Bunun en büyük sebeplerinden birisi “bir gün 2/B taşınmazlarına nasıl olsa sahip oluruz” düşüncesi olduğu gözlemlenmiştir. Vatandaşta, 2/B ile ilgili yasal hakları bilmekten çok, bu arazileri nasıl alabiliriz düşüncesi hâkimdir. Yasal haklarla ilgili bilgiye sahip olma en çok 2/B arazileri hakkında sorun yaşayan köylerde gözlemlenmiştir.

2/B alanına talip olma isteğine verilen cevaplarda katılımcıların toprağa verdikleri değer vurgulanarak, 2/B arazilerinin satışlarının yapılacağı zaman maddiyatlarının elvermesi durumunda taliplisi çıkmayan 2/B arazilerine de talip olmayı isteyeceklerini belirtmişlerdir. Bu sorunun cevabına

müteakip sorulan “2/B alanına değerinden fazla bedel öder misiniz?” sorusuna katılımcıların verdiği cevaplar göz önüne alındığında katılımcıların toprağa verdikleri değerin yanı sıra maddiyatında önemli olduğu gözlemlenmiştir.

“2/B uygulamalarına ilişkin süre uzatımı yapılır mı?” sorusuna çoğunluğunun “evet yapılır” düşüncesini ifade etmesi ve anket sürecinde herhangi bir süre uzatımı olmamasına karşın, alınan bir kararla 31.12.2022 tarihine kadar süre uzatımı yapılması, bu soruya verilen cevapların ne kadar doğru ve tutarlı olduğunun güzel bir örneğidir.

2/B uygulamalarının vatandaştaki algısı ve yargısal süreçler açısından Ki-Kare bağımsızlık testi ile analiz edilmiş elde edilen ve aralarında %95 güven düzeyinde anlamlı ilişki tespit edilen değişkenlere ait sonuçlar Çizelge 7’de verilmiştir.

Çizelge 7. Ki-kare analiz sonuçlarına göre aralarında anlamlı ilişki bulunan değişkenler ve değerleri

İlişki aranan değişken	Ki-Kare	Anlamlılık Değer (p)
Yaş ile 2/B konusundaki yasal hakları bilme	χ^2 hesap = 40,456	0,013
Yaş ile 2/B’ ye ilişkin süre uzatımı beklentisi	χ^2 hesap = 37,479	0,002
Eğitim durum ile 2/B konusundaki yasal hakları bilme	χ^2 hesap = 45,698	0,019
Eğitim durum ile 2/B alanlarına talip olma isteği	χ^2 hesap = 46,112	0,017
Eğitim durum ile 2/B’ye ilişkin süre uzatımı beklentisi	χ^2 hesap = 63,024	0,000
Meslek ile 2/B konusundaki yasal hakları bilme	χ^2 hesap = 55,625	0,000
Meslek ile 2/B alanlarına talip olma isteği	χ^2 hesap = 45,268	0,005
Meslek ile 2/B alanlarına talip olma nedeni	χ^2 hesap = 66,556	0,000
Meslek ile 2/B alanı için değerinden fazla ödeme yapma isteği	χ^2 hesap = 43,640	0,008
Meslek ile 2/B’ ye ilişkin süre uzatımı beklentisi	χ^2 hesap = 46,196	0,004
Gelir düzeyi ile 2/B alanı için değerinden fazla ödeme yapma isteği	χ^2 hesap = 38,088	0,001
Gelir düzeyi ile 2/B’ ye ilişkin süre uzatımı beklentisi	χ^2 hesap = 27,987	0,032

Yaş, eğitim, meslek, gelir düzeyi ile 2/B’ ye ilişkin süre uzatımı beklentisi değişkeni istatistiksel olarak değerlendirildiğinde aralarında anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Yaş, eğitim, meslek değişkenleri ile 2/B konusundaki yasal hakları bilme değişkeni istatistiksel olarak değerlendirildiğinde aralarında anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilirken, cinsiyet, gelir düzeyi ile anlamlı bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir. Eğitim, meslek ile 2/B alanlarına talip olma isteği değişkeni istatistiksel olarak değerlendirildiğinde arasında anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilirken, cinsiyet, yaş, gelir düzeyi ile anlamlı bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir. Meslek ile 2/B konusundaki yasal hakları bilme değişkeni istatistiksel olarak değerlendirildiğinde aralarında anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilirken, cinsiyet, yaş, eğitim, gelir düzeyi arasında anlamlı bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir. Gelir düzeyi, meslek değişkenleri ile 2/B alanı için değerinden fazla ödeme yapma isteği değişkeni istatistiksel olarak değerlendirildiğinde aralarında anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilirken, eğitim, cinsiyet, yaş arasında anlamlı bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir. Cinsiyet, yaş, eğitim, meslek, gelir düzeyi değişkenleri ile yargısal süreçler hakkında bilgi sahibi olma değişkeni arasında anlamlı bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir.

4. Tartışma ve Sonuç

Öncesi orman olan alanların çeşitli nedenler ile orman sınırları dışına çıkarılması ve 2/B uygulamalarına konu olması, Türkiye özelinde sosyal, politik ve ekonomik geçmişi ve yönleri olan önemli bir konu başlığıdır. Orman ile insanoğlu arasındaki ilişkiler tüm dünyada olduğu gibi ölkemizde de geçmişten günümüze süre gelmektedir. Uzun yıllar çeşitli amaçlar için gelişigüzel ve serbest yararlanmalarla düzensiz ve aşırı kullanılan ormanlara göçler yoğun olarak 1550’li yıllar ile 1600’lü yıllar arasında Anadolu da çıkan isyanlarda zarar gören halkın buldukları alanları terk ederek orman alanları içerisine göç etmeleri ile başlamıştır. Bu durum Avrupa ölkelerinde de aynı dönemlere denk gelen ormanlarda “brandwirtschaft metodu”, ölkemizde ise “açmacılık metodu” olarak bilinen ormanlardan yararlanmaya olanak sağlamıştır. Halk “ağaç kesimi evresi” ile ormanlarda barınmak için yapacak odun temin ederken, geçmiş dönemlerde de yaşanan “barınma ve beslenme evresinin” gereği gündelik hayatının devamını sağlamak için tarımsal alan oluşturmada orman alanlarından açmacılık yaparak bugün ki 2/B alanlarının oluşumlarına zemin hazırlamıştır (Tolunay 1998). Halen Orman köylerindeki halkın yanlış arazi kullanımları ormanların azalarak bozulmasına ve yok olmasına neden olmaktadır. Bu kapsamda halkın

bilinçlendirilmesi en önemli unsurdur. Özellikle orman içindeki yerleşim sorunları çözülerek, halk; gıda ve gelir sağlayan etkenlere yönlendirilmelidir. Zarar görmeyen orman alanlarının korunması için gereken tedbirler alınmalıdır (Tolunay ve Alkan, 2008). Ormanlar ve 2/B uygulamalarına ilişkin algı hakkında doğru ve tutarlı bilgilere sahip olunması gerek toplumsal beklentilerin ve gerekse bu toplumsal beklentileri gerçekleştirecek olan politik unsurlar için de oldukça önemlidir. Bu çalışmada bu amaçlara yönelik olarak toplumun algısı üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bunu yaparken de literatürde 2/B uygulamaları ilişkin sıklıkla vurgulanan soyut çıkarımların, somut ve sayısal bulgulara dayalı olarak ortaya konulması hedeflenmiştir. Bu amaç ve hedefler ışığında çalışma Amasya ili örneği üzerinden anket çalışmasına dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Anketler yolu ile 2/B çalışmaları ve uygulamaları tamamlanan köy halkının orman ve 2/B algısı, demografik değişkenler cinsiyet, eğitim durumu, yaş, meslek, aylık gelir ve gelir kaynağı değişkenleri ile test edilmiştir. Anket sonuçlarına göre katılımcıların %20,2'si (81) Kadın, %79,8'i (379) Erkeklerden oluşmaktadır. Erkek katılımcıların sayısının fazla olmasının en büyük etkeni; pandemi dönemine denk gelmesinden dolayı kadın katılımcıların geri planda kalması ve okur-yazarlık oranının erkeklerde fazla olması, erkek katılımcı sayısının fazla olmasında etkili olmuştur. Katılımcıların kategori değerlendirmelerinde, köyde ikamet eden genç nüfusun fazla bulunmamasından dolayı %36,3'lük kısmının 56 ve üstü yaş grubunu, yine 56 ve üstü yaş grubunun yüksek olması nedeni ile eğitimin %43'ünün ilkökul grubunu, aylık gelirin %28 ile 2.001-3.000 TL grubunu, gelir dağılımının %32,8 ile tarım-hayvancılık grubunu oluşturduğu görülmektedir.

Katılımcılarla yapılan yüz yüze görüşmeler ve değerlendirmelerden çıkan sonuçlar irdelendiğinde, özellikle 2/B çalışmalarının vatandaşlara sağlamış olduğu yararlar kadar 2/B hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıkları tespit edilmiştir. Buna karşın köylünün 2/B arazilerini tarımsal faaliyetlerinde kullanırken, "yatırım aracı olarak düşündükleri", "ata topraklarına sahip çıktıkları" ve "gelecek nesillere bırakmak istedikleri" ve gerektiğinde bu topraklara "değerinden fazla ödeme yapabilecekleri" anlaşılmaktadır. Katılımcılara sorulan önemli sorulardan biri olan "2/B ile ilgili olarak herhangi bir idari veya şahsi uyuşmazlık yaşadınız mı?" sorusuna verilen cevaplardan anlaşıldığı üzere 400 katılımcıdan 363 kişi "Hayır" cevabını verirken 37 kişinin "Evet" cevabı vermektedir. Hayır, cevabını veren 363 kişinin sorun yaşamamasındaki en büyük etkenin arazileri için belirlenen bedellerin makul olması, ata yadigarı ekip-biçtikleri toprakları vermek istememeleri (verdikleri takdirde başkaları tarafından satın alınabileceği korkusu), evet cevabını veren 37 kişinin ise çoğunlukla aynı köylerden olduğu dikkat çekmektedir. Yaşanan idari ve şahsi uyuşmazlıkların başında; fiyat konusunda anlaşamamak, arazilerin satış bedelleri belirlenirken engebeli ile düz arazilerin eş değer tutulması, 2/B arazilerinin satışında fazla para ödenmesi, 2/B arazisinin başkası adına yazılması, aynı mevkilerdeki arazilerin bir kısmı 2/B arazisi olarak geçirilirken, diğer arazilerin tarım arazisi olarak geçirilmesinden dolayı Milli Emlak Müdürlüğü ve Orman Kadastrosu ile idari uyuşmazlık yaşadığı görülürken, sınırlarının ihlal edilmesinden dolayı da vatandaşlar arasında şahsi uyuşmazlıkların yaşandığı tespit edilmiştir.

Amasya ili özelinde gerçekleştirilen bu çalışma göstermiştir ki toplumun ormanlara ve faydalarına olan algı düzeyi düşüktür. Algının düşük olması sadece toplumla alakalı olmayıp ormanların sürdürülebilirliği açısından orman kaynaklarının yararları, kullanımı ve işlevlerinin değerlendirilmesinde toplumu etkileyecek ve yönlendirecek olan tüm kamu kurum ve kuruluşları ile özel ve tüzel kişileri de ilgilendirmektedir. Çünkü Köylünün ekonomik değer taşıyan, yakacak hammaddesini bünyesinde barındıran ormanlar; yangın ve benzeri yöntemlerle açma yapılarak geçim kaynağı, hayvancılık, tarım veya yerleşim yeri arazilerine çevirmek için tahrip edilmektedir. Bu durum ise ormanların vasıflarını kaybetmelerine neden olmaktadır. Ormanların güvence altına alınmasının en belirgin yolu sınırlarının belirgin olmasıdır. Fakat Türkiye'de orman alanlarının daraltılmasının sebeplerinin başında yasal düzenlemeler gelmektedir. Gerek kanunlarda ve gerekse yönetmeliklerde sıklıkla değişiklikler yapılması, sorunları henüz çözebilmiş değildir. Hali hazır durumda orman sınırı dışına çıkartılan taşınmazlar yukarıda belirtilen şekillerde kullanıcılarının tespiti ile 2/B arazilerine belirlenen bedel karşılığında Maliye Hazinesi tarafından taşınmazların kullanıcılarına satışını öngörmektedir. 2/B satışları tüm Türkiye genelinde dikkate alındığında Hazineye gelir anlamında katkıda bulunmaktadır ancak bu durum iddia edildiği üzere milyarlarca dolar düzeyinde değildir. Bununla birlikte somut bir gerçek vardır ki Anayasal güvenceye sahip ormanlar bu uygulamalar yolu ile alansal anlamda azalmaya devam etmektedir.

Çağlar (2004)'ın da belirttiği gibi 2/B sorunu; politik, ekonomik, toplumsal, kentsel, siyasal, hukuksal, teknik ve bilimsel özellikli bir sorun olsa da en çok taşınmazların satılıp satılmamasını ilgilendirmektedir. Türkiye genelinde olduğu gibi Amasya özelinde de 2/B alanlarının değerlendirilmesinde "satışın" ön planda olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, Türkiye genelinde 09/04/2012 tarihli ve 6292 sayılı Orman Köylülerinin Kalkınmalarının Desteklenmesi ve Hazine Adına Orman Sınırları Dışına Çıkarılan Yerlerin Değerlendirilmesi ile Hazineye Ait Tarım Arazilerinin Satışı Hakkında Kanun kapsamında 2/B taşınmazlarının değerlendirilmesi ve satış işlemlerinin 2021-2022 yılının pandemi dönemine denk gelmesinden dolayı başvuru ve ödeme sürelerini geçiren vatandaşların mağduriyetlerinin giderilebilmesi için 31 Aralık 2022 yılında yapılan düzenleme ile başvuru ve ödeme süresi tekrar uzatılmıştır. 2/B taşınmazlarının değerlendirilmesi ve satışlar için süre uzatımı yapılmış olsa da 2023 yılı itibarıyla hem süre sona ermiş hem de istenilen hedefe ulaşılamamıştır. Milli Emlak Genel Müdürlüğü'nün 2022 yılı faaliyet raporları incelendiğinde 2/B satışlarının değerlendirme işlemlerinin halen devam ettiği, 2022 yılında son başvuru itibarıyla toplam 1.153.000 satın alma başvurusunun yapıldığı, bu başvurulardan yılsonu itibarıyla %79'unun (911.000) hak sahiplerine satış işleminin gerçekleştiği, 2022 yılı içinde ise toplam 641.000 adet taşınmazdan %6,5'i (42.000) toplam 911.000 hak sahibinin %7,5'ne (69.000) satış işleminin yapıldığı görülmektedir (ÇŞİDB 2023). Amasya ili, Merkez ilçe özelinde ise Milli Emlak Genel Müdürlüğü faaliyet raporlarından elde edilen 2012-2019 yıllarının toplam verileri dikkate alındığında 2019 yılsonuna kadar 2.833 taşınmazın %49,8'inin (1410), 2.458 başvurunun %67,8'inin (1667) hak sabine satış işlemi gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya konu 27 köy için Amasya Milli Emlak Müdürlüğünden elde edilen verilere göre ise 2012-2022

yılı sonuna kadar toplam 1.442 adet olan 2/B parselinin %27.9'u (402) satışı yapılmak suretiyle pasife düşmüştür. Halen bu köylerde %72.1 (1040) satışı yapılmayan aktif parsellerin bulunduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla, 2/B sorununun bir çözümü olarak görülen satış işlemlerinin istenilen sonucu ve beklenen faydayı sağlayamadığı anlaşılmaktadır.

Ormanları korumak, yerinde ve özenli kullanmak sürdürülebilirlik açısından önemli bir olgu ve vatandaşlık görevidir. Ormanlara zarar vermeden, insan ile orman arasındaki dengeyi kurmak, ormanların kullanılması ve korunması için önem arz ederken, yenilenebilir doğal kaynaklardan olan ormanlar ile insanlar arasındaki ilişkinin yönünü pozitif çevirecek bir algı düzeyine ihtiyaç vardır. Ormanları sadece bir birey olarak korumak yerine kurum, kuruluşlar, sivil toplum örgütleriyle birlikte tüm işlevlerini değerlendirerek yerinde ve zamanında gerekli önlemleri alarak kolektif bir korumanın ve kullanmanın tüm gereklerini yerine getirmek gerekmektedir. Aksi takdirde yapılan bilinçlendirme ve tanıtım faaliyetleri istenilen ölçüde topluma ulaşmayacaktır. Köylü için orman; tarım arazisi, yerleşim yeri, odun hammadde kaynağı, odun dışı orman ürünleri gibi faydaları ifade ederken kentliler için temiz ve kaliteli hava, oksijen üretim kaynağı, piknik, dinlenme alanı gibi faydaları ifade etmektedir. Oysaki köy ve kent halkı olarak ayırım yapılmadan ormanın kolektif tüm faydalarının bir bütün olarak bakabilmek gerekmektedir. Böyle bir dönüşüm gelecek nesillerin de ormanlardan faydalanmasını güvence altına alabilecektir. Toplumda orman kavramı ve olgusu anlatılırken ormandan tarım arazisi ve yerleşim yeri için yapılan açmaların, yangınların ormanlardan aslında toplumdaki neler götürdüğünü, ormanların sağladığı sayısız faydaların topluma etkili bir şekilde anlatılması gerekmektedir. Bu anlatımların idarenin tüm bileşenleriyle: Valilikler, Kaymakamlıklar, Belediyeler, kamu kurum ve kuruluşları, muhtarlar, sivil toplum örgütleri tarafından tüm imkânlar kullanılarak koordineli ve etkili bir şekilde yapılmalıdır. Toplumsal amaçlar ışığında, ormana yönelik pozitif algıların kazandırılması için geleceğimiz olan çocukların küçük yaşta bu amaçlara yönelik eğitilmesi gerekmektedir. Çocuklar aldıkları eğitimleri ebeveynlerine en güzel şekilde iletirlerdir. Çünkü onlar bugünün çocukları, yarınların geleceğidir.

Teşekkür

Bu çalışma Yüksek Lisans tezinde sunulan sonuçları içermektedir. Betül Uysal'ın Doç. Dr. Üstüner Birben danışmanlığındaki tezi 2023 yılında Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde tamamlanmıştır. Çalışmamız boyunca katkılarını ve emeklerini esirgemeyen köy muhtarlarına ve anketi cevaplandıran köy halkına teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Aslan, B. S., 2015. 6831 sayılı orman kanununun 2'nci maddesinin (b) bendi gereği orman sınırları dışına çıkarılan taşınmazların durumu. Ombudsman Akademik Dergisi, 3: 173-188.
- Atmış, E., 2021. Türkiye'de ormansızlaşmanın gerçek boyutları. 3. uluslararası tarım ve gıda etiği kongresi. Kongre kitabı. Tarım ve Gıda Etiği Derneği. 5-6 Kasım 2021.

- Ayaz, H., Gümüş, C., 2016. Türkiye'de orman mülkiyeti, yaşanan sorunlar ve çözüm önerileri. Karadeniz Araştırmaları Enstitüsü Dergisi, 2, 212-216.
- Aydın C.A., 1999. Türkiye'de ormanlardan yararlanmanın yasal esasları. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 49(1), 83-110. <https://doi.org/10.17099/jffiu.21646>.
- Çağlar, Y., 2004. '2/B' olgusunun tarihsel ve nesnel boyutları. Orman Kadastro ve 2/B Sorunu Sempozyumu Bildiriler Kitabı.
- ÇŞİDB, 2023. Milli emlak genel müdürlüğü faaliyet raporları, <https://milliemlak.csb.gov.tr/faaliyet-raporlari-i-93111> Erişim Tarihi:08.09.2023.
- Daşdemir, İ., 2016. Bilimsel araştırma yöntemleri. Nobel Akademik Yayıncılık ve Danışmanlık Tic. Ltd. Şti., 210.
- Erdönmez, C., 2013. 2/B alanlarının satışının Türkiye ulusal ormancılık programı açısından irdelenmesi. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 13: 307-324.
- Gençay, G., 2012. Orman kadastrounun güncel sorunları üzerinde hukuksal incelemeler. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 62(2), 173-195.
- Geray, U., Şafak, İ., Yılmaz, E., Kiracıoğlu, Ö., Başar, H., 2007. İzmir ilinde orman kaynaklarına ilişkin işlev önceliklerinin belirlenmesi. Ege Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, 46-35, 137.
- İnal, S., 1967. Türkiye'de ormanların tahdit ve kadastro problemi. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, 104 sayfa, İstanbul.
- Mermer, S., 1991. Orman kadastro. Lisans Bitirme Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, 3-8, 15-23 sayfa, İstanbul.
- OGM, 2021. Türkiye orman varlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, 58 sayfa, Ankara.
- OGM, 2023. Orman Genel Müdürlüğü 2023 Yılı Performans Programı, <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphanesi/PerformansProgrami/OGM%202023%20YILI%20PERFORMANS%20PROGRAMI.pdf> Erişim Tarihi:15/02/2023.
- Okyay, İ., 1988. Orman kadastrounun gelişimi. Türkiye'de Orman İşletmeciliğinin Gelişimi Sempozyumu, Orman Mühendisleri Odası, 56-70 sayfa, Ankara.
- Orhunbilge, A.N., 2000. Örnekleme yöntemleri ve hipotez testleri (gözden geçirilmiş ve genişletilmiş ikinci baskı). Avcıol Basım ve Yayın, 420 sayfa, İstanbul.
- Pak, M., Berber, H., 2011. Orman kaynaklarının işlevlerine ilişkin toplumsal bilinç düzeyinin incelenmesi: Eskişehir ili örneği. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 12(2), 161-171.
- Şafak, İ., Gül, A.U., 2012. Orman mühendislerinin orman işlevlerine ve ormancılık faaliyetlerine verdikleri önem düzeylerinin değerlendirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 13, 123-133.
- Şen, G., Toksoy, D., 2006. Türkiye'de nüfus orman ilişkisi. Ormancılıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi Bildiriler Kitabı, 108-117, Ilgaz-Çankırı.
- TOD, 2022. Türkiye'de ormansızlaşma ve orman bozulması. Türkiye Ormancılar Derneği Yayını, 200 sayfa, Ankara.
- Tolunay, A., 1998. Sosyal ormancılık ve Türkiye açısından önemi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman

- Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul.
- Tolunay, A., Alkan, H., 2008. Intervention to the misuse of land by the forest villages: a case study from Turkey, *Ekoloji* 17(68), 1-10.
- Turan, R., 1988. Orman köy ilişkilerinin düzenlenmesi faaliyet alanındaki gelişim. Türkiye’de Orman İşletmeciliğinin Gelişimi Sempozyumu Bildiriler Kitabı, TMMOB Orman Mühendisleri Odası Yayını, 175-187, Ankara.
- TÜİK, 2020. Amasya İli Nüfus <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayali-Nufus-Kayit-Sistemi-Sonuculari-2020-37210> Erişim Tarihi:18.05.2021.
- Url-1.<https://www.nufusune.com/merkez-ilce-nufusu-amasya#:~:text=AMASYA%20ili%20MERKEZ%20il%C3%A7esinin%20il%C3%A7e,K%C3%B6y%20Toplam%20n%C3%BCfusu%2031789't%C3%BCr>. Erişim Tarihi:18.05.2023.
- Uygur Ayva, Y.B., 2011. Orman sınırları dışına çıkartılması tartışılan alanlar ve yasal sürecin irdelenmesi ve İstanbul örneği. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, 124 sayfa, İstanbul.
- Velioğlu, N., 2008, Orman sınırları dışına çıkarma işlemini tanımı ve tarihsel gelişimi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 58, 53-79.
- Yavuz, H., 2000. Parametrik olmayan istatistiksel yöntemler. 464 sayfa, Trabzon.
- Yılmaz, Z., 2004. Yeni Türk Ceza Kanunu, gerekçe ve tutanaklarla. Seçkin Yayıncılık, 975-347-868-2, Ankara.



Çankırı kent ormanında toprak özelliklerine bağlı olarak çölleşme eğiliminin değerlendirilmesi

Nursima Tetik Akbaş ¹, Ebru Gül *², Melda Dölarıslan ³

¹ Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 18200, Çankırı

² Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 18200, Çankırı

³ Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, 18200, Ankara

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 14/11/2023

Kabul Tarihi: 26/12/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1390758>

* Sorumlu yazar:

ebru@karatekin.edu.tr

ÖZ

Dünya da ve ülkemizde ciddi sorun haline gelen kuraklık, bitki örtüsünün zayıflaması, arazi bozulumu ve iklim değişikliği gibi çevresel problemler çölleşmenin süreçlerinin tespit edilmesi ve çölleşme ile mücadelenin önemini arttırmıştır. Bu çalışmada Çankırı kent merkezine yaklaşık 8 km mesafede bulunan Çankırı Kent Ormanı'nda insan kaynaklı faaliyetlerle birlikte (piknik, yürüyüş vb. rekreasyonel faaliyetlerin) toprak ve vejetasyon özelliklerine bağlı olarak çölleşme riskinin

belirlenmesi amaçlanmıştır. Yaklaşık 22 ha büyüklüğüne sahip olan çalışma alanında rastgele 30 noktadan toprak örneği alınmış ve aynı örnekleme noktasında DIS4ME (Desertification Indicator System for Mediterranean Europe- Akdeniz Avrupası için Çölleşme İndikatör Sistemi) sistemindeki ilgili arazi kullanımına uygun çölleşme etüt formları doldurulmuştur. Yapılan risk hesaplamalar sonucunda, alanda çölleşme riski en düşük 2,26 (düşük risk) en yüksek 5,14 (orta risk) arasında değişen değerler almıştır. Özellikle insan faaliyetlerinin arttığı piknik alanlarında bitki örtüsünün zarar görmesi bununla birlikte toprak özelliklerinde meydana gelen bozulmalar alanın çölleşme hassasiyetini artırmıştır. Bu durum özellikle yarı kurak iklim tipinin etkilerinin fazlaca hissedildiği araştırma alanında çölleşmeye karşı gerekli tedbirlerin alınması gerektiğinin önemini göstermektedir.

Araştırma Makalesi

Anahtar Kelimeler: Çankırı, kent ormanı, çölleşme eğilimi, insan etkisi

Evaluation of desertification tendency based on soil characteristics in Çankırı urban forest

ABSTRACT

Environmental problems such as drought, weakening of vegetation, land degradation and climate change, which have become serious problems in the world and in our country, have increased the importance of detecting the processes of desertification and combating desertification. In this study, it was aimed to calculate the desertification risk in Çankırı Urban Forest, which is approximately 8 km away from Çankırı city center, depending on soil and vegetation characteristics along with human-induced activities (recreational activities such as picnics, walking, etc.). Soil samples were taken from 30 random points in the study area, which is approximately 22 ha size, and desertification survey forms suitable for the relevant land use in the DIS4ME (Desertification Indicator System for Mediterranean Europe) system were filled in at the same sampling point. As a result of the calculations, the desertification risk in the area has taken values ranging from the lowest to 2.26 (low risk) and the highest to 5.14 (medium risk). Damage to vegetation, especially in picnic areas where human activities have increased, as well as deterioration in soil properties, have increased the sensitivity of the area to desertification. This situation shows the importance of taking necessary precautions against desertification, especially in the research area where the effects of the semi-arid climate type are felt greatly.

Key Words: Çankırı, urban forest, desertification tendency, human impact

Bu makaleye atf:

Tetik Akbaş, N., Gül, E., Dölarıslan, M., 2023. Çankırı kent ormanında toprak özelliklerine bağlı olarak çölleşme eğiliminin değerlendirilmesi. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(2), 101-106.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

1. Giriş

Toprak alanındaki gelişmeler 150 yıl öncesine dayanmaktadır. Bununla birlikte son 50 yıl içerisinde canlı hayatı ve yaşam kalitesinde olumlu gelişmeler gözlemlenmiştir. Toprak kaynaklarının idaresi ve insanların beslenme-barınma ihtiyaçlarının karşılanması önemli olan olumlu gelişmelerdendir (Bayramın 2003). İnsanoğlu beslenme-barınma ihtiyaçlarını karşılayabilmek ve toplumsal refah oranını arttırmak için doğal kaynakları tüketmektedirler. Hızla ilerleyen nüfusun artışı ve sanayileşme neticesinde doğal kaynaklara olan talep artmış bununla birlikte doğal alanlarda arazi bozulumu ve bitki örtüsünde de tahribatın arttığı gözlemlenmiştir (Gül 2015).

Sanayileşme, hızlı nüfus artışı ve yaşanan teknolojik gelişmeler kent merkezinde yaşayan insanların kent merkezi veya yakın çevresindeki alanlarda konumlandırılan Kent Ormanı gibi açık ve yeşil alanlara kullanım talebini artırmıştır. Bu durum özellikle talebin çok daha fazla olduğu büyük kentlerde kentsel yaşam kalitesinin yükseltilmesinde önemli bir etken olarak görülen, ekolojik dengenin korunması ve rekreasyonel gereksinimlerin karşılanması açısından büyük önem taşıyan mesire yerleri ile kent ormanları gibi açık ve yeşil alanlara olan ihtiyaç gündeme gelmiştir. Bununla birlikte insan kaynaklı yanlış kullanımlar bu tip alanlarda yaşam kalitesini olumsuz etkilemiş ve doğal, kültürel, tarihi peyzaj değerlerinin bulunduğu yaşam çevrelerinin sağlıklı mekânlara dönüşmesine neden olmuştur (Kuter ve Gül, 2017).

Tabii orman vejetasyon düzenine uygun kentlerin içinde veya civarında arazi üzerine yerleşmiş ya da ağaçlandırma yapılarak baştan oluşturulmuş kentte yaşayanların her türlü faydalanabileceği mesafede olup var olan ekosistemin varlığını devam ettirebileceği büyüklükte ve yapıdaki alanlar Kent ormanı olarak bilinmektedir (Öner vd. 2007). Kent ormanları bulunduğu yere görsel zenginliğin yanı sıra ekolojik ve ekonomik olarak da fayda sağlamaktadır. Kent ormanlarının sağladığı bu faydalar çölleşmenin dünya çapında değerlendirilmesinde rol alan çölleşme indikatörlerini de kapsamaktadır (Görcelioğlu 1999).

Kurak, yarı kurak bölgelerde arazinin yağış durumu ve toprağın su tutma kapasitesinde görülen azalma bunun yanında doğada bulunan doğal bitki örtüsünün bozulması sonucunda toprakta meydana gelen bozulmaları çölleşmeyi tanımlayabilmekteyiz. Özellikle son yıllarda etkilerinin fazlaca hissedildiği iklim değişikliği bunun beraberinde çölleşme ve kuraklık günümüzde ciddiye alınması gereken önemli evrensel ve çevresel sorunlardan biridir (Türkeş 2012). Küresel ısınma sonucu aşırı sıcaklık artışı nedeniyle dünyada çölleşme yaygınlaşacaktır (Akın 2006).

Çölleşme ile mücadele programlarının toprak bozulmalarının önlenmesi, bozuluma uğramış arazilerin iyileştirilmesi gibi temel amaçları bulunmaktadır. Bu mücadeleye bağlı çözüm önceliği kalıcı, düzeltilemeyen ve düzeltilebilir sorunlar olarak ayrılmaktadır. Toprak betonlaşması, sanayi alanında aşırı kullanım sonucu ekosisteme zarar verme boyutundaki bozulmalar düzeltilemeyen sorunlara örnek olarak verilebilir. Düzeltilebilir sorunlara örnek olarak ise; yanlış arazi kullanımı, erozyon ve ormansızlaşma verilebilir. Çölleşme ile mücadele programlarının toprak bozulmalarının önlenmesi, bozuluma uğramış arazilerin iyileştirilmesi gibi temel amaçları bulunmaktadır (Cangir ve

Boyras 2008). Çölleşme olgusu yeni bir kavram olmayıp, Dünyada ve Ülkemizde doğal kaynakları tehdit eden insanlık tarihi kadar eski ve önemli bir problemidir. Dünya arazi varlığımızın yaklaşık olarak %28'i kuraklıktan etkileniyor bunun yanı sıra insan faaliyetinin neden olduğu kuraklığın yayılım alanı 2 milyar ha civarına ulaşmıştır (Cangir ve Boyraz 2008).

Son yıllarda toprak, su, bitki örtüsü, vb. doğal kaynaklar üzerindeki artan baskılar ve artan küresel iklim değişikliği çölleşmeyi etkin mücadele edilmesi gereken bir süreç haline getirmiştir. Çölleşme riskinin fazla olduğu kurak ve yarı-kurak alanlarda izleme ve değerlendirme çalışmaları yapılmalı ve çölleşmenin önüne geçilmesi için gerekli tedbirler alınmalıdır. İklim değişikliğine sebep olan faktörler de her gün artan kuraklık olayları gibi arazinin çölleşmesine neden olmaktadır. Evrendeki karaların %47'sini çöller ve çölleşmeye elverişli, çok kurak, kurak, yarı-kurak ve kuru/yarı-nemli alanlar kaplamaktadır. Ülkemizde ise çölleşmeye meyil gösteren alanlar topraklarımızın %35'ini kaplıyor bu oranlar iklim değişikliğine bağlı olarak yaklaşık %60 'a kadar artış gösterebilmektedir (Turan 2018). İklim değişkenliğine doğal iç süreçler ve dış etmenler, atmosfer veya insan kaynaklı arazi kullanımları sebep olabilmektedir (Türkeş 2012).

Ülkemiz özellikle kurak ve yarı kurak iklim tipine sahip bölgeleri başta olmak üzere küresel iklim değişikliğinden en çok etkilenecek ülkeler arasındadır. Üç tarafı denizlerle çevrili olması ve parçalanmış kara parçalarına sahip olması Ülkemizin farklı bölgelerinin bu iklim değişikliklerinden farklı boyutlarda etkileneceğini göstermektedir. Özellikle iklim parametrelerinden sıcaklıkta ve yağış miktarındaki anomaliler çölleşmeye meyilli kurak ve yarı kurak alanların (Güney doğu, İç Anadolu, Ege ve Akdeniz bölgeleri) daha çok etkileneceği bilinmektedir (Öztürk 2002).

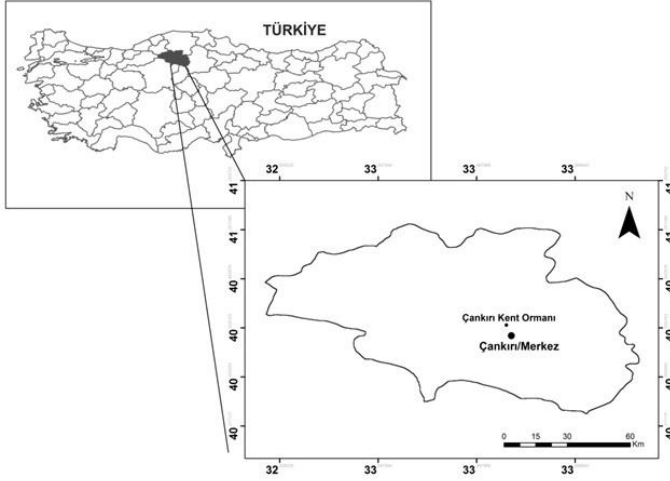
Bu çalışmanın amacını yarı kurak iklim özelliğine sahip Çankırı ili Kenbağ Mevkiinde bulunan Çankırı Kent Ormanında toprak özelliklerine bağlı olarak çölleşme eğiliminin belirlenmesi oluşturmaktadır. Çankırı Kent ormanı rekreasyon faaliyetlerinin aktif olarak yürütüldüğü ve antropojenik (insan kaynaklı) riskin yüksek olduğu bir alan olup, çölleşme sürecinde de en etkili parametre insan kaynaklı bozulmalardır. Nemli iklim etkisinde kalan alanlar çölleşmenin daha az tesirinde kalmakta olup, kurak ve yarı kurak iklim etkisinde kalan bölgeler çölleşme riskini daha çok hissetmektedir. Çalışma alanı olarak belirlenen İç Anadolu Bölgesinde bulunan Çankırı Kent Ormanı iklim olarak çölleşme eğiliminin değerlendirilmesinde rol alan yarı kurak alana sahiptir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Araştırma alanının tanıtımı

Çalışma Çankırı il Merkezine yaklaşık 8 km uzaklıktaki Kenbağ mevkiinde bulunan Çankırı Kent Ormanı'nda yürütülmüştür (Şekil 2.1). İç Anadolu Bölgesinde yer alan Çankırı İli'nde bulunan Kenbağ Mevkii ormanlarının bir bölümünü 4 Kasım 2006 tarihinde Çankırı Kent Ormanı olarak planlanmış ve kullanıma açılmıştır (Kuter ve Gül, 2017). Yaklaşık 22 ha büyüklüğünde bir alana sahip olan Kent Ormanı konum itibarıyla 33° 30' doğu boylamı 40° 34' kuzey enlemlerinde bulunmaktadır. Alanda ortalama yükseklik 750 m.

olup, Thornthwaite (1948)'a göre D B'1 d b'3 simgeleri ile gösterilen "Kurak-Yarı-kurak, Mezotermal, Su fazlası yok veya pek az, Okyanus iklim etkisine yakın" iklim tipi ile karakterize edilmektedir. Çankırı ili meteoroloji verilerine göre (Anonim, 2022) çalışma alanında ortalama sıcaklık 11,2 °C olup, sıcaklıklar en düşük -4 °C ve en yüksek sıcaklık ise 31,2 °C arasında değişen değerler almaktadır. Ortalama yağış miktarı ise 405,6 mm dir. En az yağış 16,3 mm ile Eylül ayında en fazla yağış ise 53,6 mm ile Mayıs ayındadır.



Şekil 1. Çankırı kent ormanı (Kuter ve Gül, 2017)

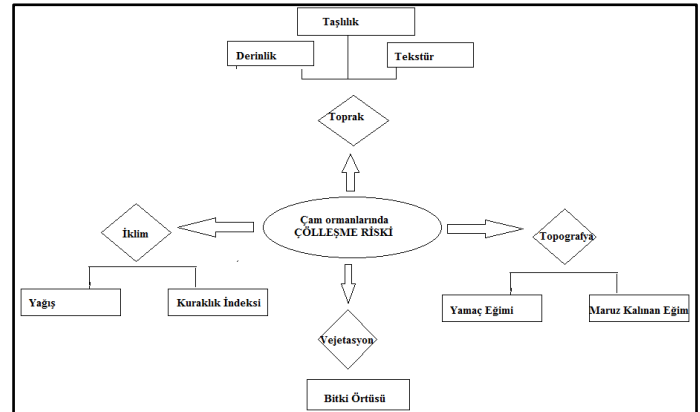
2.2 Toprak örnekleme

Toprak örnekleme 2021 yılı eylül ayında üst toprak katmanından 0-30 cm derinlikten yapılmış olup, toplamda 30 farklı noktada örnekleme gerçekleştirilmiştir. Örnekleme rekreasyonel faaliyetler dikkate alınarak tabakalı rastgele örnekleme yapılmış ve örneklemin yapıldığı noktalara ait koordinat, bakı ve yükseklik gibi çevresel değişkenler kaydedilmiştir. Bozulmuş toprak örnekleri Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı laboratuvarına taşınmış ve laboratuvarında kasalara serilerek hava kuru hale getirildikten sonra dövülüp 2 mm'lik elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir. Alınan toprak örneklerinde; toprakların kil, kum, silt (toz) yüzdeleri Hidrometre yöntemiyle (Gee ve Bauder 1986); toprak reaksiyonu (pH) ve elektriksel iletkenlik (EC) 1/5 oranında hazırlanmış toprak ve su karışımında Mc Lean (1982, ve Pansu and Gautheyrou (2006)' a göre; toprak organik madde içeriği modifiye edilmiş Wakley-Black yöntemi (Nelson and Sommers 1982) ile ve hacim ağırlığı ise Blake and Hartage (1986)' a göre 100 cm³ çelik silindir kullanılarak tespit edilmiştir.

2.3 Çölleşmenin modellenmesi (DIS4ME- Akdeniz Avrupası için Çölleşme İndikatör Sistemi)

Toprak örnekleme ile eş zamanlı olarak Desertification Indicator System for Mediterranean Europe (DIS4ME) sisteminde öngörülen çölleşme etüt formu doldurulmuştur. DIS4ME sisteminde arazi kullanımına bağlı olarak 6 farklı çölleşme etüt formu kullanılmaktadır (Desertlinks, 2023). Bu çalışma kapsamında alanda baskın tür olan ve alanın vejetasyon örtüsünü oluşturan tür Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) olduğundan çam alanları için olan çölleşme etüt formu kullanılmıştır. Ayrıca, *Astragalus* sp. (Geven), *Rosa canina* (Kuşburnu), *Paliurus spina-cristi* Miller (Karaçalı) türleri de alt vejetasyonda yer yer bulunmaktadır.

DIS4ME modeli desertlinks projesi kapsamında 2004 yılında Jane Brandt editörlüğünde özellikle Akdeniz bölgesinde yer alan Avrupa Ülkeleri için çölleşme kriter ve göstergelerinin tespit edilmesi ve çölleşme eğilimin değerlendirilmesi amacıyla oluşturulmuş olup günümüzde halen çölleşme ile ilgili yapılan çalışmalara ışık tutmaktadır. DIS4ME sisteminin temelini çölleşme sürecinin hangi aşamada olduğu ve çölleşmeyi en iyi şekilde tanımlamak için hangi yersel/yöresel göstergelerin kullanması gerektiği oluşturmaktadır. Bu kapsamda DIS4ME sistemi çölleşme riskini bağımlı değişken olarak kabul ediyorken diğer bütün çevresel özellikleri (vejetasyon, iklim, toprak ve yönetimsel özellikler) bağımsız değişken olarak kabul etmektedir (Brandth and Thornes 1996, Brandth et al. 2006). DIS4ME modelinde vejetasyon, iklim, toprak ve yönetimsel özelliklere ilişkin 150 kadar çölleşme göstergesi kullanılmakta ve bu göstergeler arazi kullanımına göre farklılık göstermektedir. Çalışma alanında kullanılacak olan çam ormanları için öngörülmesi olan çölleşme göstergeleri Şekil 2 ve Çizelge 1'de yer almaktadır.



Şekil 2. Çam ormanlarında çölleşme riskinin modellenmesine ilişkin kriter ve göstergeler (Desertlinks 2023)

Çizelge 1. Çam ormanları için örnek çölleşme etüt formu (Desertlinks 2023)

Alan Numarası:	Tarih:	Boylam:
Araştırmacı	Yer:	Çölleşme riski:
Yükseklik (m):	Enlem:	
Erozyon Derecesi:	ÇDA (ESA)' ya göre tipi:	
Mülkiyet ve Arazi durumu	Mülkiyet Tipi	Özel/Kiralık/Diğer
	Alan büyüklüğü (ha)	<1 /1-5 /5-10 /10-30 /30-50 /50-100 />100
Şimdiki arazi kullanımı	Arazi kullanım tipi	Tarım/ Mera/Çam Ormanı/Meşe Ormanı/Diğer
	Bitki Örtüsü (%)	<10 /10-40 />40
	Mevcut Arazi kullanım Tipinin Oluşum Süreci	<1 /1-5 /5-10 /10-20 /30-50 />50
Önceki arazi kullanım tipi	Arazi kullanım tipi	Tarım/ Mera/ Çayır/ Orman/Maden/ Diğer
Toprak özellikleri	Toprak Derinliği (cm)	<15 /15-30 /30-60 />60
	Eğim (%)	<6 /6-18 /18-35 />35
	Drenaj	İyi/ Zayıf/ Çok Zayıf
	Tekstür	Çok Kaba/ Kaba/ Orta/ İyi/ Çok İyi
	Ana Materyal	Kireç Taşı/ Kum Taşı/ Marn/ Kil/ Konglomera/ Alüvyal/ Kolüvyal/ Diğer
İklim özellikleri	Taşlılık (%)	<15 /15-40 />40
	Yağış (mm)	<280 /280-650 />650
	Kuraklık İndeksi	<50 /50-75 /75-100 /10-125 /125-150 />150
	Bakı	KD, KB/ GD, GB/ Düzlük (Ova)

ÇDA: Çevresel Duyarlı Alan, KB: Kuzeybatı, KD: Kuzeydoğu, GB: Güneybatı, GD: Güneydoğu

DIS4ME sistemi çam ormanları için çölleşme riskinin hesaplanmasında çoklu regresyon modeli olan Eşitlik 1'i kullanır. Çam ormanları için çölleşme etüt formu doldurulduktan ve gerekli hesaplamalar yapıldıktan sonra DIS4ME sistemi kullanılarak çölleşme riski hesaplanmış ve sınıflandırılmıştır. Çalışma alanı için çölleşme risk değerleri tespit edildikten sonra Çizelge 2 kullanılarak alanın sahip olduğu çölleşme risk sınıfları belirlenmiştir.

$$\text{ÇR} = (7,94) - (0,56 \times \text{bitki örtüsü}) - (0,62 \times \text{derinlik}) + (0,38 \times \text{eğim derecesi}) - (0,32 \times \text{Tekstür}) - (0,53 \times \text{Taşlılık}) - (2,26 \times \text{yağış}) + (1,13 \times \text{Kuraklık indeksi}) + (0,65 \times \text{maruz kalman eğim}) \quad (1)$$

Çizelge 2. Çölleşme risk (ÇR) sınıfları

Risk Sınıfı	Sınıf Değer Aralığı
Risk Yok	ÇR<1,49
Düşük Risk	1,50<ÇR<2,49
Orta Risk	2,50<ÇR<5,49
Yüksek Risk	ÇR>5,50

Her bir örnekleme noktası için çölleşme riski hesaplandıktan sonra iklim ve arazi kullanımına göre çölleşmeye hassas alanların belirlenmesi amacıyla yine DIS4ME modeli kullanılarak Çevresel duyarlı alan (ÇDA, (Environmental Sensitive Area)) tipi hesaplanmış ver Çizelge 3'te yer alan sınıflama kullanılarak çölleşme hassasiyeti tespit edilmiştir.

Çizelge 3.1 İndeks aralığına göre ÇDA tipi

Tip	Alt Tip	ÇDA Aralığı
Kritik	C3	>1,53
	C2	1,42-1,53
	C1	1,38-1,41
Kırılgan	F3	1,33-1,37
	F2	1,27-1,32
	F1	1,23-1,26
Potansiyel	N	1,17-1,22
Tehdit Olmayan	P	<1,17

ÇDA: Çevresel Duyarlı Alan, N: Araziler bozulmadan etkilenmemiş, P: Potansiyel olarak etkilenmiş, F: Kırılgan çevresel hassaslık, C: Kritik çevresel hassaslık

3. Bulgular ve Tartışma**3.1 Çalışma alanı genel toprak özellikleri**

Çankırı kent ormanından alınan toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler Çizelge 4 de yer almaktadır. Toprak özelliklerine ilişkin tanımsal istatistikler değerlendirilirken özellikle varyasyon katsayısındaki değişim dikkate alınmıştır. Çünkü varyasyon katsayısı (VK) toprak özelliklerinin değişkenliğinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır ve Mallants et al. (1996), varyasyon katsayısını düşük (<%15), orta (%15-35) ve orta (>%35) olarak sınıflandırmıştır. Çankırı Kent Ormanı genel toprak özellikleri incelendiğinde alan toprakları kil ve kumlu killi balçık sınıfına ait olup kil oranı yüksek topraklardır. Topraklar VK'daki değişim dikkate alınarak incelendiğinde en düşük değişkenlik toprak reaksiyonunda (VK= 0,45) en yüksek değişkenlik (VK=%54,89) ise toprakların organik madde (TOM) içeriğindedir. TOM içeriğindeki değişkenliğin yüksek oluşu, Kent ormanında rekreasyonel faaliyetlerin kent ormanı içinde farklılık göstermesi ve insan kaynaklı kullanım

alanlarında ölü örtü miktarının değişiminden kaynaklanmaktadır. Alanda en düşük TOM içeriği %2,14 ile piknik alanlarına yakın noktalarda, en yüksek %3,98 ile Kent ormanında daha az kullanıldığı noktalarda tespit edilmiştir. Topraklar hacim ağırlığı (HA) bakımından değerlendirildiğinde ise düşük değişkenlik (VK=10,37) gösteren HA, alan içerisinde en düşük 0,85 g/cm³ ve en yüksek 2,35 g/cm³ arasında değişen değerler almıştır. Toprakların HA değeri, TOM içeriği ile ilgili olmasının yanı sıra TOM içeriğinin arttığı noktalarda HA değeri azalmaktadır (Sever ve Makineci 2009).

Çizelge 4. Parametre indeksleri

Parametreler	Min.	Mak.	AO	SS	VK (%)
TOM (%)	2,14	3,98	2,35	1,29	54,89
HA (g/cm ³)	0,85	2,35	1,35	0,14	10,37
Kum (%)	25,82	26,69	26,48	3,19	12,05
Kil (%)	41,21	44,15	42,76	1,23	2,88
Toz (%)	27,15	29,12	28,26	4,23	14,97
pH (1/5 toprak/su)	6,70	6,75	6,72	0,03	0,45
EC (dS/m)	1,13	1,26	1,23	0,05	4,07

HA: Hacim Ağırlığı, EC: Elektriksel İletkenlik, TOM: Toprak Organik Maddesi, Min.: Minimum; Mak.: Maksimum; AO: Aritmetik Ortalama, SS: Standart Sapma, VK: Varyasyon Katsayısı

Çalışma alanı toprakları tuzsuz özellikte olup, toprak reaksiyonu (pH) açısından değerlendirildiğinde ise, en 6,70-6,75 ile hafif asidik karakterli topraklardır ve düşük değişkenlik (VK=%0,45) göstermiştir. Toprakların pH değerleri alandaki ölü örtünün ayrışması ile alakalıdır. Yapılan bir araştırmada (Brady and Weil 1999, Kantarcı 2000, Sarıyıldız ve Küçük 2004) sarıçam, ladin, karaçam gibi iğne yapraklı ağaç türlerinin ölü örtünün ayrışması sırasında ortaya asidin çıkması sonucu toprağı asitleştirdiğini vurgulamıştır.

3.2 Çölleşme Modeline İlişkin Bulgular

DIS4ME modeli kullanılarak yapılan hesaplamalar sonrasında Kent Ormanında çölleşme riski en düşük 2.26 ve en yüksek 5,14 arasında değişen değerler almış ve orta risk olarak sınıflandırılmıştır. Alanda çölleşme riskini etkileyen faktörler (i) çok yüksek yangın riski ve düşük bitki örtüsü ile karakterize edilen bitki örtüsü türü, (ii) kuraklığa dayanıklılığın düşük olduğu bitki örtüsü ve (iii) sığ toprak oluşumu olarak tespit edilmiştir.

Belirlenen bu risk faktörleri, çevreye duyarlı indeks türlerinin ve alt türlerinin tek tek veya birlikte değişkenlik göstermesine neden olduğu ve aynı zamanda bu çalışmada en yaygın çölleşme itici güçleri olduğu düşünülmektedir. Çalışma alanı genelinde çölleşme riski 3,60 ile orta risk sınıfındadır, ancak Kent ormanında meydana gelebilecek çevresel bozulmalarda alanın çölleşmeye karşı hassasiyeti artacaktır. Özellikle rekreasyon faaliyetlerinin gerçekleştirildiği piknik alanlarında çölleşme riski ve buna bağlı olarak çevresel hassasiyet değerleri yüksek çıkmıştır. Bu durum çölleşme sürecinde insan faaliyetlerinin çölleşme riskini ve çevresel bozulmaları arttırdığını doğrular niteliktedir (Xu et al. 2011; Li et al. 2016; Wang et al. 2022). Kent ormanında çölleşme riski ile birlikte alanın çölleşmeye karşı hassasiyetinin belirlenmesi için Çevresel Duyarlı Alan (ÇDA) tipi de tespit edilmiştir.

Alanda en düşük 1,30 ile orta (kırılgan) ve en yüksek 1,44 ile yüksek (kritik) çevresel hassasiyet tespit edilmiştir. Çevresel hassaslık çölleşme sürecinin etkilerinin daha fazla anlaşılır olmasına olanak sağlamaktadır. Çölleşme sürecinde kırılgan bir hassasiyete sahip çalışma alanında meydana gelebilecek bir bozulma alanda hassasiyetin artmasına kırılgan bir süreçten kritik seviyeye gelmesine neden olacaktır. Kosmas et al. (2000) doğal veya insan etkisi sonucunda hassas dengede meydana gelen bozulmaların bu tip alanlarda erozyon şiddetini ve dolayısıyla arazi bozulmasının bir üst seviyeye hassasiyetin kritik aşamaya ulaşacağını belirtmiştir.

4. Sonuç ve öneriler

Günümüzün en büyük çevresel sorunlarından olan çölleşmenin önemi gün geçtikçe artmaktadır ve bu durum bilim insanlarının özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde çölleşme olgusunun tanımlanması ve mücadele yöntemlerinin oluşturulmasına yönelik çalışmalar yapmaya itmiştir. Bu kapsamda son on yılda Ülkemizde çölleşme ile ilgili yapılan çalışmaların sayısı artmıştır. Çankırı şehir merkezine yaklaşık olarak 8 km mesafe bulunan Kent Ormanında yapılan inceleme ve hesaplamalar sonrasında alanın çölleşme riski orta ve alanın çölleşmeye karşı hassasiyeti kritik ve kırılgan hassas olarak sınıflandırılmıştır. Kent ormanı özellikle kent merkezinde yaşayan insanların rekreasyon amacıyla kullanmış oldukları bir alan olup, ziyaretçi potansiyeli büyük olan bir açık-yeşil alandır. Bu durum insan kaynaklı kullanımın fazlaca olduğu bu alanı doğal kaynak tahribatına açık bir alan haline getirmektedir. Nitekim kullanımın arttığı piknik alanlarında toprak ve vejetasyon özelliklerinde meydana gelen bozulmalar alanda çölleşme riskini beraberinde ise alanın çevresel hassasiyetinin artmasına neden olmuştur. Kent ormanı gibi korunan alan statüsünde bulunan alanlar çölleşme sürecinin tanımlanabilmesinde en uygun alanlardır. Bu nedenle bu tip alanlarda çalışmaların artması çölleşme sürecinin daha net anlaşılmasına olanak sağlayacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma Yüksek Lisans tezinde sunulan sonuçları içermektedir. Nursima Tetik Akbaşı'nın Dr. Öğr. Üyesi Ebru Gül danışmanlığındaki tezi 2022 yılında Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde tamamlanmıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar, herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Kaynaklar

- Akın, G. 2006. Küresel ısınma, nedenleri ve sonuçları. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 46(2), 29-43.
- Anonim. 2022. Çankırı meteoroloji bülteni, T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü Kayıtları, Ankara.

- Bayramın, İ. 2003. Beypazarı topraklarının MEDALUS metoduna göre toprak kalite indekslerinin belirlenmesi. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 7(3-4), 29-35.
- Blake, G.R. and Hartge, K.H., 1986. Bulk density. In: Klute, A. (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 1. Am. Soc. Agron., Monograph 9, pp. 363-375.
- Brady, N. C. and R. R. Weil. 1999. The Nature and Properties of Soils. 9th Edition. Macmillan Publishing Company New York. 750 p.
- Brandt J, Geeson N, Zucca C. 2006. Desertification indicator system for Mediterranean Europe (DIS4ME). In Proceedings of the AID-CCD International Workshop: Local & Regional Desertification Indicators in a Global Perspective. Beijing, China, Enne G. and Yeroyanni M. (eds). NRD. Italy. Pp. 43-58.
- Brandt, C.J. and Thornes, J. B. 1996. Mediterranean desertification and land use. Wiley & Sons, Chichester, 554 pp.
- Cangir ve Boyraz, 2008. İklim değişikliği ve çölleşme veya toprak/ arazi bozulmasının Türkiye'deki boyutları ve çölleşme ile mücadele. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. 5(2), 1-18.
- Desertlinks, 2023. Desertification Indicator System for Mediterranean Europe, Erişim Tarihi: 13.11.2023. <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/projects/dis4me>.
- Gee, G. W. and Bauder, J. W. 1986. Particle-size Analysis. P. 383 - 411. In A.L. Page (ed.). Methods of soil analysis, Part1, Physical and mineralogical methods. Second Edition, Agronomy Monograph 9, American Society of Agronomy, Madison, WI.
- Gül, E. 2015. Yarı-Kurak alanlarda çölleşme risk haritasının oluşturulması: Çankırı- Sarıkaya Örneği. Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. Çankırı.
- Görcelioğlu, E. 1999. Kent ormanları ve iklim değişmesi. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 49(1-2-3-4), 1-18.
- Kantarci, M.D., 2000. Toprak ilmi. Orman Fakültesi Fakülte Yayın No:462, İstanbul Üniversitesi Yayın No:4261, ISBN: 975-404-588-7, İstanbul.
- Kosmas C., Ferrara A., Briasouli H. and Imeson A. 2000. Methodology for mapping environmentally sensitive areas (ESAs) to desertification. In The Medalus project Mediterranean desertification and land use. Manual on key indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification. Edited by: C. Kosmas, M.Kirkby, N.Geeson. European Union 18882. pp:31-47 ISBN 92-828-6349-2.
- Kuter, N., Gül, E. 2017. Kent ormanlarında rekreasyonel faaliyetlerin toprak özelliklerine etkileri. Uluslararası Batı Asya Turizm Araştırmaları Kongresi, 28 Eylül - 1 Ekim 2017, Van.
- Mallants, D., Mohanty B.P., Jacques D., Feyen J., 1996. Spatial variability of hydraulic properties in a multi-layered soil profile. Soil Science 161(3), 167-181.
- McLean, E.O., 1982. Soil pH and lime requirement. 224, 1159 p, Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties, 2nd Edition. Agronomy No: 9. 199-Madison, Wisconsin USA.
- Nelson, D. and L.E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties, 1982(methodsofsoilan2): p. 539-579.
- Öner, N., Ayan, S., Sivaciolu, A., İmal, B. 2007. Kent ormancılığı ve kent ormanlarının çevresel etkileri. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 7(2), 190-203.
- Öztürk, K. 2002. Küresel iklim değişikliği ve Türkiye'ye olası etkileri. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi. 22(1),47-65.
- Pansu, M. and Gautheyrou, J. 2006. Handbook of soil analysis. Mineralogical, organic and inorganic methods, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Sarıyıldız, T., Küçük, M. 2004. Toprak asitliliği üzerinde ağaç türleri, tepe yapıları ve mevsimlerin etkisi, Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi. 3-4, 220-231.
- Sever, H., & Makineci, E. 2009. Soil organic carbon and nitrogen accumulation on coal mine spoils reclaimed with maritime pine (*Pinus pinaster* Aiton) in Agacli-Istanbul. Environmental monitoring and assessment, 155, 273-280.
- Thornthwaite, C.W.J.G.r. 1948. An approach toward a rational classification of climate. 38(1), 55-94.
- Turan,E,S. 2018. Türkiye'nin iklim değişikliğine bağlı kuraklık durumu. Artvin Çoruh Üniversitesi Doğal Afetler ve Çevre Dergisi. 4(1) ,4-7.
- Türkeş, M. 2012. Türkiye'de gözlenen ve öngörülen iklim değişikliği, kuraklık ve çölleşme. Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi. 4(2), 1-32.
- Wang, X., Song, J., Xiao, Z., Wang, J., & Hu, F. 2022. Desertification in the Mu Us Sandy Land in China: Response to climate change and human activity from 2000 to 2020. Geography and Sustainability, 3(2), 177-189.
- Xu, D., Li, C., Zhuang, D., & Pan, J. 2011. Assessment of the relative role of climate change and human activities in desertification: A review. Journal of Geographical Sciences, 21, 926-936.



Bazı çam türleri için akma reçine üretimi ve ekonomisi

Özge Can Alpöz^{1*}, Neşat Erkan²

¹ Orman Bölge Müdürlüğü, 10010, Karesi, Balıkesir

² Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, 16310, Yıldırım, Bursa

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 19/10/2023

Kabul Tarihi: 19/12/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1378294>

* Sorumlu yazar:

nesat.erkana@btu.edu.tr

ÖZ

Çam ağaçlarından elde edilen reçine ve türevlerine duyulan ihtiyaç gittikçe artmaktadır. Bu çalışmayla ülkemizde yetişen ve reçine üretimine konu olan üç çam türü; Karaçam, Kızılcım ve Fıstıkçamında reçine veriminin ve ekonomisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışma Balıkesir Orman Bölge Müdürlüğü, Edremit Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içinde yapılmıştır. Her bir ağaç türünden, göğüs çapı 26 cm'den daha büyük olan 52 ağacı kapsayan toplam üç deneme alanında çalışılmıştır. Asit pasta yöntemi kullanılarak, ağaçlarda 5 cm yüksekliğinde ve 30 cm genişliğinde açılan pencerelerden akan reçine bir torbada toplanarak ayrı ayrı tartılmıştır. Elde edilen bulgulara göre ağaç başına, Karaçamda toplam 968-1,452 g aralığında (ortalama 1,285 g), Kızılcımda 859-1,296 g aralığında (ortalama 1,040 g) ve Fıstıkçamında da 998-1,331 g aralığında (ortalama 1,168 g) akma reçine üretilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda ağaç türlerine göre ağaç başına üretilen akma reçine miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın ortaya çıktığı gözlenmiş, çoklu karşılaştırmalar sonucunda da türlerin reçine verimi bakımından Karaçam>Fıstıkçamı>Kızılcım şeklinde sıralandığı görülmüştür. Ayrıca ağaçlardan elde edilen reçine miktarı ile göğüs çapı arasında Karaçam ve Kızılcımda zayıf, Fıstıkçamında ise orta kuvvette ve pozitif yönde bir ilişkinin olduğu saptanmıştır. Yapılan gelir-maliyet analizleri sonucunda ise, 2021 yılı fiyatlarına göre Karaçam, Fıstıkçamı ve Kızılcım için ağaç başına üretilen ürün değeri sırası ile 29,58, 26,86 ve 23,92 ₺ bulunmuşken ağaç başına üretim maliyeti her üç ağaç türü için aynı ve 32,22 ₺ olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre reçine üretiminin, araştırmanın yapıldığı koşullarda ekonomik olmadığı anlaşılmıştır. Ancak reçine üretim miktarı, reçine piyasa fiyatları ve üretim maliyetlerinin değişmesi durumunda bu sonuç da değişebilecektir.

Araştırma Makalesi

Anahtar Kelimeler: Reçine verimi, fıstıkçamı (*Pinus pinea*), kızılçam (*Pinus brutia* Ten.), karaçam (*Pinus nigra* Arnold.), reçine üretim ekonomisi

Flow resin production and its economy by some pine species

ABSTRACT

The need for resin and its derivatives obtained from pine trees is increasing. With this study, it was aimed to evaluate the resin yield and its economy for three pine species, which are grown in Türkiye and subject to resin production, namely Black Pine, Red Pine and Pistachio Pine. The study was carried out within the boundaries of Balıkesir Regional Directorate of Forestry, Edremit Forest Management Directorate. Study was conducted in three sites, one from each tree species and containing 52 trees with a breast height diameter greater than 26 cm. Using the Acid-Paste Method, the flow resin from the 5 cm high and 30 cm wide windows on the trees was collected in a bag and weighed separately. According to the findings, flow resin was produced in the range of 968 – 1.452 g (average 1.285 g) in Black Pine, 859-1.296 g (average 1.040 g) in Red Pine, and in the range of 998-1.331 g (average 1.168 g) in Stone Pine per tree. As a result of the analysis of variance, it was found that there was a statistically significant difference between the amount of flow resin produced per tree according to tree species, and as a result of multiple comparisons, it was seen that the species were ranked as Black Pine > Stone Pine > Red Pine in terms of resin yield. In addition, it was determined that there was a weak and positive relationship between the amount of resin obtained from the trees and the breast height diameter in Black Pine and Red Pine, and a moderate and positive relationship in Stone Pine. As a result of the income-cost analysis, the product value produced per tree for Black Pine, Stone Pine and Red Pine was found to be 29.58, 26.86 and 23.92 ₺, respectively, according to the prices of 2021, while the production cost per tree was calculated the same for all three tree species as 32.22 ₺. According to these results, it was implied that resin production was not economical under the conditions of the research. However, this result may change if the amount of resin production, resin market prices and production costs change.

Key Words: Resin yield, stone pine (*Pinus pinea*), brutia pine (*Pinus brutia* Ten.), black pine (*Pinus nigra* Arnold.), resin production economy

Bu makaleye atf:

Alpöz, Ö.C., Erkan, N., 2023. Bazı çam türleri için akma reçine üretimi ve ekonomisi. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(2), 107-115.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

1. Giriş

Çam reçinesi, çam (*Pinus L.*) ağaçlarından elde edilen, yoğun aromalı balzam kıvamında, yapışkan ve biyolojik kökenli önemli bir odun dışı orman ürünüdür. Çam reçinesi, elde edilmiş yöntemlerine göre; i) ağaç gövdesinden elde edilen akma reçine, ii) sülfat yöntemiyle reçineli ağaçlardan selüloz üretiminde yan ürün olarak elde edilen sülfat reçinesi ve iii) çam ağaç kökünden elde edilen ekstraksiyon reçinesi olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Akma reçine, yaşayan çam ağacı gövdelerine tekniğine uygun bir şekilde pencereler açılmasıyla devreye giren savunma mekanizması etkisi sonucu hücrelerin reçine salgılamasıyla oluşmaktadır (Şekil 1). Yaralanmanın miktarına, süresine ve diğer bazı dış faktörlere göre salgı miktarı da değişmektedir (Önal, 1995). Akma reçine üretim metodları ağaçtaki yaralanmanın şekline göre temelde; i) Oyma Delik Metodu olarak ta bilinen, Kapalı Yara Metodu ve ii) Açık Yara Metodları olmak üzere ikiye ayrılır (Bozkurt ve Göker, 1981; Hodges, 1995; Göker ve Gök, 1999; Aydın, 2017). Ülkemizde akma reçine üretiminde halen yaygın olarak, "Açık Yara Metodlarından" birisi olan ve "Asit Pasta Metodu" olarak bilinen ve "ağacın kabuk ve kambiyum tabakası soyularak açığa çıkan diri odun yüzeyine, derecesi %10 olan sülfürik asitli (H_2SO_4) pasta muamele etme" şeklinde uygulanan metot kullanılmaktadır (Batur ve ark., 2008; OGM, 2016). Metodun kullanımı ile ilgili olarak, "Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ve Sahil çamı (*Pinus pinaster* Ait.)'ndan akma reçine üretiminde asit pastadaki asit miktarının reçine verimi üzerine etkisi" konulu bir çalışmada, asit pastadaki ilave verim artırıcı ve akış düzenleyici kimyasalların oranı sabit tutulmak üzere, ortalama en yüksek reçine verimi için, sülfürik asit (%98) miktarının (v/v) Sahil çamında %20, Kızılçamda %40 oranlarının yeterli olduğu, daha fazla asit miktarının işçi sağlığı, ağacın biyokütle artımı ve ham reçinenin işlenmesinde olumsuz etkisi olduğu bildirilmiştir (Deniz ve Aydın, 2023).

Çam reçinesinin doğal olması, değişik amaçlarla tüketim malzemesi olarak kullanılması ve ayrıca birçok ürünün üretim sürecinde hammadde olarak kullanılması bu ürünün önemini daha da artırmaktadır. Çam reçinesi, temelde terebentin yağı ve kolofandan oluşur. Terebentin yağı normal sıcaklıkta akıcı özelliktedir ve uzun süre hava ile temas etmesi durumunda uçar ve geriye camsı, sert ve gevrek, kolayca kırılabilen katı kısmı olan, suda çözünmeyen, ancak organik çözücülerde çözünen, şeffaf veya beyaz ile kahverengi arası renkteki kolofan kalır (Bozkurt ve Göker, 1981; Deniz, İ., vd., 2019).

Terebentin ve kolofanın değişik kullanım alanları vardır. Keskin kokulu, acı ve berrak bir sıvı yağ olan terebentin, çözücü (solvent) özelliğinden dolayı vernik, yağlı boya, mum, reçine, yağ vb. lekeleri için temizleyici olarak ve ilaç sanayiinde kullanılır. Ayrıca ayakkabı boya ve cilaları, böcek öldürücüleri, dezenfektanlar, parke cilaları, güzellik bakım maddeleri ve kauçuk, baskı mürekkepleri ve yapışkan yapımında da kullanılır. Reçinenin katı kısmı olan kolofan, kimya, tıp ve kozmetik endüstrisi gibi geniş bir alanda kullanım yeri bulur. Örneğin, kağıt endüstrisinde tutkal maddesi olarak, vernik endüstrisinde, sabun yapımında, kabloların izole edilmesinde, ayakkabıcılıkta, mühür mumu, linolyum, matbaa boya ve verniği, aroma ve lezzet bileşikleri, gıda katkı maddeleri, böcek öldürücüleri, mumlu bez makine ve araba yağı ve bira fiçilerinin yapımında kullanılmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1981;

Upadhyay, 2007; Bhatia et al., 2008; Sonibare et al., 2008; Lapczynski et al., 2008; Nerio et al., 2010; Cesar ve ark., 2013; Langenheim et al., 2003; Swift, 2004; Bohlmann et al., 2008; Deniz, 2022). Bu geniş kullanım alanı ve dünya çapında da büyük ticaret hacmi olan reçine ülke ekonomisi için de önemli bir yere sahiptir.

Ülkemizde planlı çam reçinesi üretimi 1959 yılından itibaren başlatılmış olmasına ve gerçekte ülkemiz ormanlarının reçine üretim potansiyeli yüksek olmasına rağmen, yaşanan çeşitli sorunlar nedeniyle endüstrinin reçine talebinin iç üretimle karşılanmasında sıkıntılar yaşanmaktadır (Acar ve ark., 1996). Bununla birlikte reçine üretimi dünyadaki gelişmelere paralel olarak ülkemizde de artmaktadır. Reçine ekonomisi her geçen gün büyümeye devam etmiş, dünya genelinde yaklaşık 5 milyar dolarlık, Türkiye özelinde ise yaklaşık 20 milyon dolarlık bir hacme ulaşmış durumdadır. Miktar bazında ise 2022 yılı itibarı ile Türkiye'de reçine üretimi 600 ton civarına ulaşmıştır (TÜİK, 2023). Ülkemizde, özellikle 2015 sonrasında reçine alanında hızlı bir gelişim sürecine girilmiş durumdadır. Öyle ki, 2015 yılında Türkiye'de reçine üretim miktarı yalnızca 3 ton iken Orman Genel Müdürlüğü (OGM) tarafından yapılan Reçine Eylem Planları ve gerçekleştirilen yatırımlar ile üretim miktarı 600 ton civarına yükselmiştir. Diğer yandan, doğal reçine üretimi destek te görmektedir. KOSGEB, KOBİ Teknoyatırım Destek Programı Teknoloji Alanları Tablosu, 387. sırada reçine ve türevleri Orta-Yüksek Teknoloji sınıfında gösterilmiştir (URL-2). Bunun nedeni; her yıl artan miktarlarda ham ve işlenmiş halde kolofan ve terebentin ürünlerinin ülkemizde faaliyet gösteren farklı sektörlerince ithal edilmesidir.

TÜİK verilerine göre; 2021 yılı terebentin türevleri ithalatı 24.200.586 kg, değeri 85.460.246 USD, 2021 yılı kolofan türevleri ithalatı ise, 26.881.768 kg ve değeri 51.767.694 USD'dir. Kolofan ve terebentin ithalatı toplamı 2021 yılı için 51.082.354 kg ve değeri 137.227.940 USD olarak gerçekleşmiştir (Deniz, İ., 2022; Deniz ve Aydın, 2023)

Ülkemiz ormanlarının %48'inin ibrelili ormanlardan oluştuğu (OGM, 2021) düşünüldüğünde, reçine üretimi ve ulusal ekonomiye katkısı konusunda önemli bir potansiyelin varlığı ortadadır. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.), Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. Subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) ve Fıstıkçamı (*Pinus pinea*) ülkemizde reçine üretimine konu olan çam türleri arasındadır. Kızılçam ülkemizde 5,3 milyon hektarı aşan yayılış alanı ile ibrelili türler arasında ilk sırada yer alan türümüzdür. Akdeniz, Ege ve Marmara Bölgeleri'nde deniz seviyesinden başlayıp 1200 m yükseltiye kadar yayılış gösteren ve reçine üretimi açısından potansiyeli olan türümüzdür. Anadolu Karaçamı da ülkemizde ibrelili türler arasında Kızılçam'dan sonra 4,2 milyon ha ile en geniş yayılışını yapan ve reçine üretimine konu edilen, Trakya ve Doğu Karadeniz dışında ülkemizin hemen her bölgesinde, 400-1700 m rakımlar aralığında, parçalar şeklinde, saf veya karışık meşcereler halinde yayılan türümüzdür. Akdeniz, Ege, Marmara Bölgeleri ve Karadeniz Bölgesi'nin bazı yerel yerleşim yerlerinde toplam 172.732 ha alanda yayılış gösteren Fıstıkçamı ise dar yayılış alanına rağmen bu alanların iklim özelliklerinin uygunluğu nedeniyle reçine üretimine konu edilen türlerimizden birisidir (Gökmen, 1970; OGM, 2021).

Ekonomik bakımdan karlı bir reçine işletmeciliği için önemli yollardan birisi ağaç başına üretilecek reçine miktarının yeterli düzeye çıkartılmasıdır. Nitekim OGM halen Kızılçam da ağaç

başına ortalama 1,164 kg olan reçine verimini 2,0-2,5 kg/ağaç düzeyine çıkartmayı planlamaktadır (OGM 2017). Ağaç başına reçine verimliliği ise birçok faktöre bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Bozkurt ve Göker, 1981; Önal, 1995; Acar ve ark., 1996; Odabaş ve ark., 2017; Aydın, 2017; Balekoğlu, 2021). Ancak, verimliliğin artırılabilmesi için öncelikle bu faktörlerin etkilerinin ortaya konması gerekmektedir. Bu faktörlerden birisi de reçine üretimine konu edilecek ağaç türünün isabetli seçimidir. Bu konuda yapılan münferit çalışmalar değişik ağaç türleri için farklı üretim miktarlarına ulaşıldığını göstermiştir (Deniz ve ark., 2014; Deniz ve ark., 2017; OGM, 2017). Ancak eşzamanlı olarak ve benzer koşullarda değişik çam türlerinin ağaç başına reçine üretim miktarlarını karşılaştırılmalı olarak ortaya koyan bir çalışma bulunmamaktadır. Yine reçine üretim maliyetleri ile ilgili bazı değerlendirmeler olmakla birlikte (Acar ve ark., 1996) çam reçinesi üretiminde detaylı bir gelir-gider analizlerinin yapıldığı bir çalışma da bulunmamaktadır.

Bu çalışma ile farklı çam türleri için akma reçine üretim verimliliklerinin belirlenmesi, verimlilik bakımından ağaç türlerinin karşılaştırılması ve gelir-masraf analizleri ile ekonomik boyutunun değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Karaçam, Kızılcıçam ve Fıstıkçamı'nda Asit Pasta Yöntemi kullanılarak ağaç başına akma reçine verimleri belirlenerek karşılaştırılmış, maliyet analizleri yapılarak piyasa fiyatları üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır. Ayrıca her bir tür için reçine veriminin çapa göre değişimi de analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara dayalı olarak gerek reçine verimliliğinin artırılması ve gerekse daha ekonomik işletmeciliğin yapılabilmesi için öneriler geliştirilmiştir.



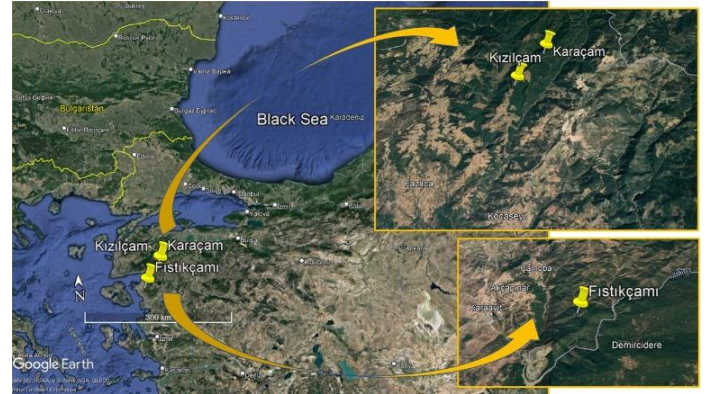
Şekil 1. Akma reçine üretiminde çam ağacı gövdesindeki reçine (Foto: Ö. Alpöz)

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Çalışma alanı ve kullanılan materyal

Bu çalışma Balıkesir Orman Bölge Müdürlüğü, Edremit Orman İşletme Müdürlüğü (OİM) sınırları içinde gerçekleştirilmiştir. Karaçam deneme alanı: Çınarlıhan Orman İşletme Şefliği, 63 nolu bölmeden, Kızılcıçam deneme alanı: Çınarlıhan Orman İşletme Şefliği, 61 nolu bölmeden ve Fıstıkçamı deneme alanı ise: Ayvalık Orman İşletme Şefliği, 200 nolu bölmeden alınmıştır. Ağaç türleri için sonuçların kıyaslanabilmesi için çalışma alanının Edremit OİM ile sınırlı tutulması kararlaştırılmış ve reçine üretimine konu diğer önemli bir tür olan Sahil çamı Edremit OİM sınırları içinde bulunmadığı için araştırmaya dahil edilememiştir.

Deneme alanlarına ilişkin bazı özellikler Çizelge 1' de lokasyonları da Şekil 2' de gösterilmiştir.



Şekil 2. Deneme alanlarının konumları

Deneme alanlarının seçiminde, çalışmanın aksamaya uğramaması için yerleşim yerlerine ve otlama alanlarına uzak olmasına ve diğer sosyal baskıların olmamasına dikkat edilmiştir. Ayrıca, sahaların Güney Bakıda yer almasına ve %30 eğimden fazla eğimli olmamasına da özen gösterilmiştir.

Her bir deneme alanında göğüs çapı 26 cm'den daha büyük olan ağaçlardan 52 adet ağaç seçilmiştir. Deneme alanının, deneme ağaçlarını kapsayacak büyüklükte ve bakı ve kapalılık değişmeyecek şekilde homojen olmasına dikkat edilmiştir. Seçilen ağaçların düzgün gövdeli olmasına, meşceredeki diğer ağaçlara kıyasla normal tepe yapısına sahip olmasına ve çap:boy oranı olarak ifade edilen stabilitenin uygun olmasına dikkat edilmiştir.

Çalışma alanlarına en yakın meteoroloji istasyonlarından alınan bilgilere göre yıllık ortalama yağış ve yıllık ortalama sıcaklık miktarları, Edremit ve Ayvalık için sırası ile 651,1 mm ve 16,8 °C (meteorolojik değerler 1970-2010 dönemi ortalamasıdır) dir (MGM, 2023).

Çizelge 1. Deneme alanlarına ilişkin bazı özellikler

Deneme alanı	Koordinatlar	Denizden yüksekliği (m)	Bakısı	Eğim (%)	Meşcere tipi	Ort.göğüs çapı (cm)	Ağaç sayısı
Karaçam	X:5176768 Y:4391389	500	Güney	30	Çkcd3*	35,54	52
Kızılcıçam	X:515819 Y:4389711	500	Güney	30	Çzc3	48,46	52
Fıstıkçamı	X:490554 Y:4347053	200	Güney	20	Çfc2	38,31	52

*: Buradaki "Çk" ağaç türünü (Çk: Karaçam, Çz: Kızılcıçam, Çf: Fıstıkçamı), "c ve d" meşcere gelişim çağlarını ve göğüs çaplarını (c: 20,0-35,9 cm çap aralığı; d: 36,0-51,9 cm çap aralığı) ve "2 ve 3" rakamları ise ağaçların tepe çatısının yeri örtme oranı olarak tanımlanan kapalılığı (2: % 40-70 arası; 3: %70 ve üzeri) ifade etmektedir.

Reçine üretiminde sırası ile aşağıdaki malzemeler kullanılmıştır:

- 1) Kızıllatma rendesi: reçine üretimine karar verilen ağaçta reçine üretim penceresinin yer alacağı bölgede kabuğun 3-5 cm ye kadar inceltmesinde kullanılan rendedir.
- 2) Pencere açma rendesi: ağaç gövdesinde kızıllatma yapılan bölgede reçine üretim penceresi açılmasında kullanılan ve ağzı keskin rendedir.

- 3) Poietilen poşet: reçine üretim penceresinin hemen altına zımba ile bağlanan ve içinde reçinenin birikmesine yarayan ve değişik hava koşullarına dayanıklı poşettir.
- 4) Ahşap zımba teli ve makinası: polietilen poşetin reçine üretim penceresinin hemen altına sıkıca sabitlenmesini sağlayan zımba teli ve makinasıdır.
- 5) Asit pasta: açılan pencerenin üst kısmına, kabukla birleştiği alana sürülen ve ağacın reçine kanallarını tahrik ederek daha fazla reçine üretmesini sağlayan ve %35 sülfürik asit (H_2SO_4) içerikli karışım pastadır.

2.2 Yöntem

2.2.1 Reçine veriminin belirlenmesi

Çalışmada ağaç başına üretilen akma reçine miktarlarının belirlenmesinde, sonuçların kullanımının artırılması bakımından, halen kullanımı genel kabul gören ve uygulanmakta olan Asit Pasta Yöntemi kullanılmıştır. Bunun için öncelikle her bir deneme alanında, her bir ağaç türünde 26 cm çaptan daha kalın ve düzgün tepeli ağaçlar arasından tesadüfen 52 ağaç seçilmiştir. Hava sıcaklığına bağlı olarak reçine üretiminin ilk aşaması olan kızılaltma aşamasına 3 Mayıs 2021 tarihinde başlanmıştır. OGM tarafından uygulamada olan 302 nolu tebliğde önerildiği şekilde, ağaç gövdelerinin yerden 30-40 cm yükseklikten başlanarak 25 cm genişliğinde ve 50 cm yüksekliğinde, kabuk kısmı 3-5 cm ye kadar inceltilerek kızılaltma işlemi yapılmış ve 40 gün boyunca ağaçların güneş alması sağlanmıştır (Şekil 3). 12 Haziran tarihinde ağaçlarda, yerden 40 cm yüksekliğinden, pencere açma rendesi ile gövdeye 3 cm yüksekliğinde ve 25 cm genişliğinde pencere açılmış ve açılmış alana, hazırlanan %35'lik sülfürik asit (H_2SO_4) içerikli karışım pasta (asit pasta) sürülmüştür (Bozkurt ve Göker, 1981). Açılan pencerenin alt kısmına polietilen poşetler zımba ile sabitlenerek akan reçinenin bu poşetlere toplanması sağlanmıştır. Üretim sezonu boyunca 15' er gün arayla 9 kez sahada çalışma yapılmıştır. Sahaya her gidişte pencere yukarı doğru yenilenmiş (8 defa) ve açılan yeni pencereye Asit pasta sürme işlemi yinelenmiştir. Çalışma süresi boyunca bozulan torbaların yerine yenisi takılmış ve mevcut reçine tartılmak üzere büroya taşınmışlardır. Ağaçlara 12 Haziran tarihinde takılan polietilen poşetler üretim dönemi sonunda 12 Ekim tarihinde sahadan toplanarak her bir ağaçtan elde edilen reçine miktarları gram (g) cinsinden tartılmıştır



Şekil 3. Akma reçine üretimi uygulaması (Foto: Ö. Alpöz)

2.2.2 Toplanan verilerin analiz edilmesi

Öncelikle ağaç türlerine göre toplanan reçine üretim verilerinin tanımlayıcı istatistikleri hesaplanmıştır. Verilerin analiz edilmesinden önce analiz yönteminin (parametrik veya non-parametrik) belirlenmesi için normallik testine tabi tutulmuştur. Bunun için verilere ait frekans dağılımının şekli, basıklık ve çarpıklık katsayıları, Shapiro-Wilk ve Kolmogorov-Smirnov test sonuçları gibi kriterlerden faydalanılmıştır. Daha sonra reçine verimlerinin ağaç türlerine göre farklılaşp farklılaşmadığının testi için tek yönlü varyans analizinden (One-Way Anova) faydalanılmıştır. Ayrıca her bir tür için reçine veriminin ağaç göğüs çapı ile ilişkisini ortaya koymak amacıyla korelasyon analizinden faydalanılmıştır. Verilerin istatistik analizinde SPSS v. 22.0® (2015) yazılımından faydalanılmıştır.

2.2.3 Ekonomik Analizler

Araştırmada ekonomik analizlerde fayda-maliyet analizi yöntemi kullanılmıştır. Bu amaçla ağaç başına üretilen akma reçine miktarının piyasa fiyatları üzerinden hesaplanan değeri ile yine ağaç başına reçine üretim maliyeti karşılaştırılmıştır. Analizlerde gelir ve maliyet hesaplamaları araştırmanın yapıldığı 2021 yılı birim fiyatları üzerinden yapılmıştır. Ağaç başına üretim maliyetlerinin belirlenmesinde üretim süresi boyunca kullanılan malzemeler, işçilik ücretleri ve diğer giderler dikkate alınmış ve bu giderler ile hesaplanma yöntemleri aşağıda başlıklar halinde verilmiştir. Hesaplanmasında, araştırmalarda fiilen yapılan işler ile birlikte reçine üretimi yapan bir işletme için söz konusu olacak maliyet kalemleri dikkate alınmıştır. Örneğin, ağaç başına kızılaltma rendesi maliyeti hesaplanırken renderenin araştırmadaki kullanımına ilaveten toplam üç yıllık bir kullanım ömrünün olduğu ve bu sırada renderenin 3 yıl×5.000 ağaç= 15.000 ağaç için kullanılabilceği hesabı yapılmıştır. Yine yakıt maliyetinin hesaplanmasında, sahaya ulaşım sadece araştırmada çalışılan 156 ağaç için değil, günlük çalışılabilecek olan 200 ağaç için sağlanacağı dikkate alınmıştır.

Asit pasta: Araştırmada, üretim süresi boyunca sahada kullanılan toplam asit pasta miktarı ağaç sayısına bölünerek ağaç başına kullanılan miktar bulunmuştur. Kullanılan asit pasta miktarı, kilogram (kg) birim fiyatı ile çarpılarak ağaç başına pasta gideri hesaplanmıştır.

Polietilen poşet: Üretim süresi boyunca her bir ağaç için bir poşet ve %10 da yedek (deforme olan veya çalınanların yerine kullanılmak üzere) olmak üzere 1,1 adet polietilen poşete ihtiyaç duyulmuştur. 2021 yılı polietilen poşete ait birim fiyattan hareketle ağaç başına 1,1 adet poşet fiyatı hesaplanarak maliyetlere esas kullanılmıştır.

Ahşap zımba makinesi: Ahşap zımba makinesinin ortalama beş yıllık bir ömrü olduğu ve bu ömrü boyunca da yılda ortalama 1.000 adet ağacın zımbalanmasında kullanılabileceği kabul edilerek araştırmadaki ağaç başına zımba makinası maliyeti hesaplanmıştır.

Zımba teli: Reçine üretiminde torbaların ağaca tutturulmasında kullanılan zımba maliyeti için; bir adet zımba teli kutusu ile 500 adet ağacın zımbalanabileceği kabulü ile ağaç başına tüketilen zımba teli miktarı kutu cinsinden hesaplanmıştır. Daha sonra zımba teli kutusu birim fiyatı

üzerinden bir ağaç için tüketilen zımba teli maliyeti hesaplanmıştır.

Kızılaltma rendesi: Kızılaltma rendesinin ortalama üç yıllık bir ömrü olduğu ve bu ömrü boyunca da yılda ortalama 5.000 adet ağaçta kullanılabildiği kabul edilmiştir. Buna bağlı olarak ağaç başına 1/15.000 rende hesabı yapılarak ve rende birim fiyatından hareketle ağaç başına rende maliyeti hesaplanmıştır.

Pencere açma rendesi: Rendenin ortalama beş yıllık bir ömrü olduğu kabul edilmiş ve bu süre içinde yılda ortalama 5.000 adet ağaçta kullanılabildiği varsayılmıştır. Bu yolla ağaç başına 1/25.000 rende hesabıyla ve rende birim fiyatı kullanılarak ağaç başına rende maliyeti hesaplanmıştır.

Ulaşım: 2021 yılı için ortalama bir arazi aracının yeni ve hurda fiyatı, ömrü boyunca ortalama 500.000 km yol yapabileceği kabul edilerek km başına ulaşım maliyeti hesaplanmıştır. Daha sonra araştırma sahalarının işletme merkezinden olan mesafesine göre araştırma çalışmasında fiilen katedilen toplam ulaşım masrafı toplam ağaç sayısına bölünmüş ve ağaç başına ulaşım masrafı hesaplanmıştır. Yine ulaşım masraflarına ilave olarak; çalışmada yapılan toplam kilometre (km) yolun günlük çalışılacak toplam ağaç sayısına bölünmesi ile ağaç başına yapılan yol uzunluğu ile birim fiyatları kullanılarak hesaplanan km başına yakıt masrafı (100 km de 6 Lt mazot harcanacağı kabul edilerek) üzerinden ağaç başına yakıt maliyeti hesaplanmıştır.

İşçilik: Üretim süresi boyunca şoför ile birlikte toplamda faydalanılan işçi sayısından, sahada çalışma gün sayısından, işçi başına çalışılan ağaç sayısı üzerinden ve günlük yevmiye dikkate alınarak ağaç başına işçilik gideri hesaplanmıştır. Ormancılık işlerinde ücret sistemi yevmiye (zamana bağlı) usulü, vahidi (birim) fiyat ve götürü ücret (eksiltme ve pazarlık) olmak üzere üç şekilde uygulanmaktadır. Yevmiye usulü veya gündelikle yapılan genel olarak asgari ücret esas alınır (Acar ve Eroğlu, 2016). Çalışmamızda 2021 yılı asgari ücret üzerinden ve aylık 20 gün çalışma süresi dikkate alınarak günlük işçilik yevmiyesi hesaplanmıştır.

İdari masraflar: İdari masraflar reçine üretim süreci boyunca yapılan toplam masrafların %15'i olarak alınmıştır.

Çalışmada ekonomik değerlendirmeler ağaç başına gelir ile maliyetler karşılaştırılarak yapılmıştır.

3. Bulgular

3.1 Reçine verimine ilişkin bulgular

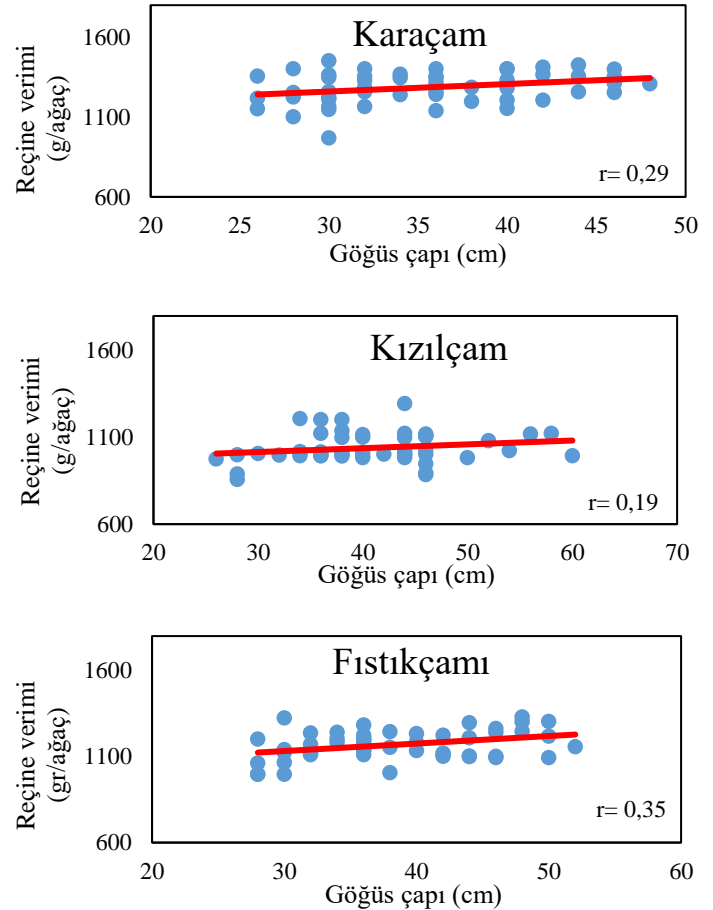
Ağaç türleri itibarıyla ağaç başına elde edilen akma reçine üretim miktarlarının farklılaşmasının testi için tek yönlü varyans analizi (One Way Anova) yapılmıştır. Analiz sonuçları göre ağaç başına reçine verimi bakımından her bir ağaç türü diğerlerinden istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde ($P<0,000$) farklı bulunmuştur. Yapılan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre, Çizelge 2'den de görüleceği gibi türler reçine verimleri bakımından Karaçam>Fıstıkçamı>Kızılçam şeklinde sıralanmıştır. Ayrıca ağaç türleri itibarıyla reçine verimliliği ile ağaç göğüs çapları arasındaki korelasyona da bakılmış ve yapılan korelasyon analiz sonuçları Şekil 4'te verilmiştir.

Çizelge 2. Ağaç türleri itibarıyla ağaç başına akma reçine üretim miktarları, bazı istatistikleri ve üretimin ağaç türlerine göre farklılaşmasının varyans analiz sonuçları

Ağaç Türü	N	Ort.* (g)	Min	Mak	Standart sapma	F	P
Karaçam	52	1286 a	968	1452	98,17	97,79	0,000
Kızılçam	52	1040 c	859	1296	86,03		
Fıstıkçam	52	1168 b	998	1331	84,23		

*: sütundaki farklı harfler ortalamalar arasındaki farklılaşmayı, n: örnek büyüklüğünü göstermektedir, Ort: ortalama, Min: minimum, Mak: maksimum.

Göğüs çapı-reçine verimi ilişkisi Karaçamda için %95 güven düzeyinde anlamlı ($P=0,035$) ve pozitif, ancak zayıf ($r=0,29$) olarak hesaplanmıştır. Kızılçam için ise bu ilişki istatistiki bakımdan %95 güven düzeyinde anlamlı bulunmamış ($P=0,169$), pozitif, ancak oldukça zayıf ($r=0,19$) hesaplanmıştır. Fıstıkçamında da bu ilişki kuvvetli olmamakla birlikte diğer türlere göre daha güçlü ($r=0,35$) ve istatistiki bakımdan %99 güven düzeyinde anlamlı ($P=0,01$) bulunmuştur (Şekil 4).



Şekil 4. Ağaç türleri için göğüs çapı-reçine verimi ilişkisi

3.2 Ekonomik Analizlere İlişkin Bulgular

Ağaç türlerinin reçine üretimi için ekonomik değerlendirmeler, ağaç başına toplam reçine üretimi ve piyasa fiyatları üzerinden gelir-maliyet analizi şeklinde yapılmıştır.

Reçine üretim maliyet analizi sonuçları topluca Çizelge 3'te verilmiş, ayrıca, yöntem bölümünde açıklandığı şekliyle, hesaplanan rakamlara 2021 yılı birim fiyatları kullanılarak nasıl ulaşıldığı başlıklar halinde aşağıda verilmiştir.

- ✓ **Asit pasta:** Üretim süresi boyunca 8 kez asit pasta kullanılmıştır. 10 kg asit pasta 156 ağaca bölündüğünde her bir ağaç için 0,06 kg asit pasta kullanılmış, asit pasta kilogram fiyatı 70 Türk lirası (TL) olup her bir ağaçta kullanılan asit pasta maliyeti 4,20 TL olarak hesaplanmıştır.
- ✓ **Polietilen poşet:** Üretim süresi boyunca her bir ağaç için 1,1 adet polietilen poşet kullanılmış, polietilen poşete ait birim fiyat adet başına 0,80 TL olup her bir ağaç için 0,88 TL maliyet hesaplanmıştır.
- ✓ **Ahşap zımbası:** Ahşap zımba makinasının ortalama 5 yıllık bir ömrünün olduğu ve yılda ortalama 1.000 adet ağacın zımbalanacağı kabul edilerek ağaç başına 0,0002 adet zımba makinesinin (amortisman) tüketildiği belirlenmiş, 1 adet zımba makinesinin 75 TL lik birim fiyatı ile ağaç başına zımba makinesi maliyeti 0,015 TL olarak hesaplanmıştır.
- ✓ **Zımba teli:** Reçine üretimi süresince 1 adet zımba teli kutusu ile 500 adet ağacın zımbalanması mümkündür. Ağaç başına 1/500 hesabı yapılarak 0,002 adet zımba teli kutusunun tüketildiği hesaplanmıştır. 1 adet zımba teli kutusunun fiyatı 75 TL olup her bir ağaç için 0,15 TL zımba teli maliyeti hesaplanmıştır.
- ✓ **Kızılaltma rendesi:** Kızılaltma rendesinin ortalama üç yıllık bir ömrü olduğu ve yılda ortalama 5.000 adet ağacın rendelenmesinde kullanılabilirdiği kabul edilmiştir. Buna göre ağaç başına 1/15.000 hesabı yapılarak 0,000067 adet kızılaltma rendesinin tüketildiği hesaplanmıştır. 1 adet kızılaltma rendesinin fiyatı 150 TL olup her bir ağaç için 0,01 TL kızılaltma rendesi maliyeti hesaplanmıştır.
- ✓ **Pencere açma rendesi:** Pencere açma rendesinin ortalama beş yıllık bir ömrü olduğu ve yılda ortalama 5.000 adet ağaç için kullanılabilirdiği hesabıyla ağaç başına 1/25.000 = 0,00004 adet pencere açma rendesinin tüketildiği hesaplanmıştır. Bir adet rendenin fiyatı 150 TL olup her bir ağaç için 0,006 TL pencere açma rendesi maliyeti hesaplanmıştır.
- ✓ **Ulaşım:** 2021 yılı için ortalama bir arazi aracı fiyatının piyasa fiyatlarının 300.000 TL, hurda bedelinin de 40.000 TL olduğu belirlenmiştir. Bir arazi aracının toplam 500.000 km kullanım ömrünün olduğu kabulü ile kilometre başına ulaşım maliyeti maliyet $260.000/500.000 = 0,52$ TL/km olarak hesaplanmıştır. Sahalara gidiş gelişte 80 km yol yapıldığı hesabı ile 1 seferde $80 \times 0,52 = 41,6$ TL/sefer maliyet oluşmuştur. Mevcut koşullarda, her bir seferde, yani günlük 200 ağaç üzerinde çalışacağı kabulü ile ağaç başına bir seferde $41,6/200 = 0,21$ TL/ağaç/sefer maliyet oluşmuştur.
- ✓ **Yakıt:** 2021 yılı için ortalama mazot fiyatı 8,15 TL/litre olup 100 kilometrede arazi araçları ortalama 6 litre yakıt tüketmektedir. Saha yerine işletme merkezi olan Edremit merkezden gidiş-geliş mesafesi 80 km olup her bir gidiş geliş 4,8 litre yakıt tüketimi olmuştur. Bu da ortalama fiyat üzerinden 39,12 TL/sefer olarak hesaplanmıştır. Her bir seferde (günlük) 200 ağaca işlem yapılabilirdiği hesabı ile ağaç başına 0,20 TL/ağaç/sefer maliyet hesaplanmıştır.

- ✓ **İşçilik bedeli:** Üretim süresi boyunca şoför ile birlikte toplamda 3 işçiden yararlanılmıştır. Asgari ücret brüt 3.577,50 TL olup, net 2.825,90 TL'dir (URL-1). Çalışma süresi haftada 5 gün, ayda 20 gün olarak düşünüldüğünde işçi ücreti $2.825,90/20 = 141,295$ TL/gün olmaktadır. Bu hesaba göre sefer başına işçilik ücreti $141,295 \times 3$ işçi = 423,89 TL/sefer ve her gidişte 200 ağaç üzerinde çalışılacağı hesabı ile $423,89/200 = 2,12$ TL/ağaç olarak hesaplanmıştır.
- ✓ **İdari masraflar:** İdari masraflar, yine ağaç başına toplam masraflar olan 28,88 TL'nin %15'i şeklinde alınarak 4,33 TL olarak hesaplanmıştır.

Üretim süresi boyunca tüm gider kalemleri göz önüne alındığında tek bir ağaç için süreç içerisindeki toplam maliyet 32,22 TL/ağaç olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Maliyet kalemleri itibarıyla ve 2021 yılı birim fiyatları ile ağaç başına yıllık akma reçine üretim maliyetleri

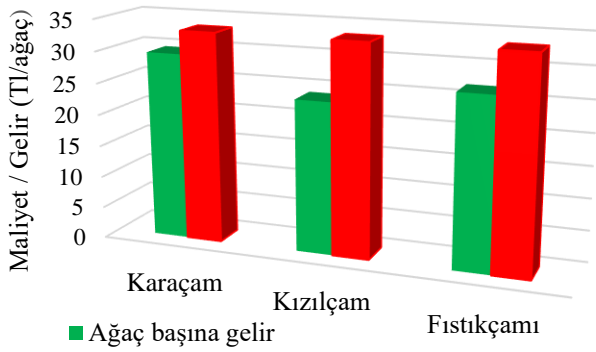
Harcama Kalemi	Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Gider (TL)
Asit pasta	kg	0,06	70	4,20
Polietilen poşet	Adet	1,1	0,80	0,88
Ahşap zımbası	Adet	0,0002	75	0,015
Zımba teli	Adet	0,002	75	0,15
Kızılaltma rendesi	Adet	0,000067	150	0,01
Pencere açma rendesi	Adet	0,00004	150	0,006
Ulaşım	Kez	9	0,21	1,89
Yakıt	Kez	9	0,20	1,80
İşçilik bedeli	Kez	9	2,12	19,07
İdari masraflar				4,20
Toplam maliyet				32,22

Ağaç başına reçine ürün gelirleri ise piyasa fiyatları ve araştırma sonucunda ağaç türleri için elde edilen reçine üretim miktarlarına dayalı olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Ağaç türleri itibarıyla ağaç başına yıllık reçine üretim ve gelir miktarları

Ağaç türü	Ağaç başına üretim miktarı (kg)	Birim fiyatı (TL/kg)	Elde edilen gelir (TL)
Karaçam	1,286	23	29,58
Kızılçam	1,040	23	23,92
Fıstıkçamı	1,168	23	26,86

Ağaç başına reçine üretim maliyetleri (Çizelge 3) ve gelirlerinin (Çizelge 4) incelenmesinden de anlaşılacağı gibi araştırmanın yapıldığı koşullar (meşcere yapısı, arazi özellikleri, reçine üretim tekniği, çalışan işçi nitelikleri, deneme alanı uzaklığı vb.) çerçevesinde her üç ağaç türü için de maliyetler gelirlerden fazla hesaplanmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Ağaç türleri itibariyle ve 2021 yılı birim fiyatlarına göre ağaç başına gelir-maliyet durumu

4. Tartışma ve Sonuç

Çam ağaçlarından reçine üretimi ülkemizde uzun yıllardan beri ilgilenilen ormancılık faaliyetlerinden birisidir. Reçine üretiminde farklı ağaç türlerinden yararlanılması bu alandaki çalışmaların artmasında önemli rol oynamaktadır. Reçine üretiminde kullanılan ağaç türünün farklı özelliklere sahip olması, elde edilen ürünün de miktar olarak farklılaşmasına sebep olmaktadır. Bu düşünceden hareketle, çalışma kapsamında ele alınan Karaçam, Kızılcıam ve Fıstıkçamında reçine üretim verimlilikleri ve ekonomisi değerlendirilmiştir.

Çalışmada çap ve Asit Pasta Yöntemine göre üretilen akma reçine miktarı arasında zayıf da olsa her üç tür için (Karaçam ve Fıstıkçamı için istatistiki bakımdan anlamlı ancak Kızılcıam için anlamlı olmayan) pozitif ilişki bulunmuştur (Şekil 4). Acar vd. (1996) tarafından Kızılcıamda yapılan bir çalışmada da asit pasta yöntemi ile reçine üretiminde göğüs çapı ile reçine verimi arasında anlamlı ancak zayıf ilişki ($r= 0,13$) bulunmuş, artan çapa bağlı olarak reçine veriminin de arttığı sonucuna varmışlardır. Konuya ilişkin benzer çalışmalardan birisi olan ve Aydın (2017) tarafından Kocaeli, Yalova, Muğla ve Mersin bölgelerinde Kızılcıamda yapılan çalışmada ağaçların çapları ile reçine verimlilikleri arasında ilişki olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Yine Odabaş vd. (2017) Kahramanmaraş bölgesinde yaptıkları bir başka çalışmada Kızılcıam ağaçlarında çap ile reçine verimliliğinin ilişkisini ortaya koymuşlardır. Önal (1995) da Muğla-Köyceğiz’de Kızılcıamda yaptığı bir araştırma sonucunda değişik reçine üretim yöntemleri denemiş ve elde ettiği tüm yöntemler için reçine verimi ile göğüs çap arasında doğrusal ve kuvvetli ilişki bulmuştur.

Bu çalışmada türler arasında ağaç başına reçine üretim miktarları istatistiki bakımdan anlamlı farklılık göstermiş ve verimlilik bakımından Karaçam>Fıstıkçamı>Kızılcıam şeklinde bir sıralama oluşmuştur. Ancak hemen belirtmek gerekir ki elde edilen sonuçlar deneme alanlarının alındığı koşullar için geçerlidir. Bir başka yerde ve farklı zamanlarda yapılacak çalışmalarda farklı sonuçlara ulaşılabilir. Nitekim reçine verimi başta iklim olmak üzere değişik faktörlerden etkilenmektedir (Bozkurt ve Göker, 1981; Önal, 1995; Acar ve ark., 1996; Odabaş ve ark., 2017; Aydın, 2017; Balekoğlu, 2021; Deniz ve Aydın, 2023). Ayrıca piyaza fiyatları da zaman içinde değişebilecektir.

Ham akma reçine piyasa fiyatlarının üretildiği ağaç türüne göre farklılaşmadığı düşünüldüğünde (çalışmanın yürütüldüğü dönemde yapılan piyasa araştırmalarında böyle bir farklılaşma

gözlenmemiştir) deneme alanı koşulları için en fazla reçine verimi ve ekonomik bakımdan da nisbi olumlu sonuç Karaçam ormanları için elde edilmiştir. Bununla birlikte reçine üretiminde tür tercihinde, türlerin akma reçine verimlilikleri yanı sıra;

- ağaç türlerinin yayılış alanı büyüklükleri,
- reçine veriminin iklim koşullarından etkilendiği düşünüldüğünde ağaç yayılış alanlarının yükseltileceği ve coğrafik konumları (bu konuda Kızılcıam için özel bir durumunu dikkate almak gerekir),
- reçine üretiminin nihai tomruk değerini belli ölçüde de olsa etkileme olasılığı (ağaç gövdesinde yaralanmaya ve çırılanmaya neden olması dolayısıyla) nedeniyle pazar fiyatını ne kadar etkilediği,
- artan çap ile birlikte reçine verimliliğinin de artıyor olması nedeniyle işletme amaçları (işletme amaçlarına bağlı olarak ince çaplı veya kalın çaplı -teknik idare süresi- odun üretimi hedefleniyor olabilir) gibi faktörler de etkili olacaktır.

Nitekim, Deniz (2022) tarafından, ülkemizde Sahil çamının ortalama 2,5 kg/ağaç reçine verimi ile en yüksek verime sahip olduğundan tercih edildiği, Kızılcıamın, ağaç başına yıllık reçine verimi düşük olmakla birlikte, yayılış alanları bakımından, sıcaklık ve rakım olarak reçine üretimine en uygun tür olduğu, Fıstıkçamında ise reçine üretimi kozalaklarındaki tohum miktarında azalmaya neden olduğundan bu türün reçine üretimi yerine çam fıstığı üretiminde değerlendirilmesinin daha uygun olduğu ve Karaçam da, yayılış alanı özellikleri bakımından denizin aksi yönündeki yamaçlarda, rakımı yüksek ve hava sıcaklığı düşük bölgelerde yayılış göstermesi nedeniyle reçine üretimine uygun olmadığı rapor edilmektedir.

Bu çalışmada her üç ağaç türünün ortalaması olarak ağaç başına üretilen 1,164 kg reçine verimi, OGM tarafından 2015 ve 2016 yıllarında yapılan reçine üretiminde ağaç başına elde edilen sırası ile 1,315 ve 1,183 kg üretim miktarları ile yakındır. Ancak OGM daha doğru üretim teknikleri kullanmak suretiyle bu miktarı 2,0-2,5 kg/ağaç düzeyine çıkartılabileceğini öngörmektedir (OGM 2017). Diğer yandan Deniz vd. (2014)’in bildirdiğine göre Adana OBM’de Kızılcıam ormanlarında, bir özel firma tarafından farklı iki yerde asit pasta yöntemi ile yapılan üretimde ağaç başı sırası ile 300 ve 308 gr reçine elde edilmiştir. Miktarı düşük bulunan söz konusu uygulamada üretim yetersizliğinin sebepleri tartışılmıştır. Olası nedenler olarak; meşcere kapalılığı, arazi eğimi ve diri örtü, ağaç gövdesi özellikleri ve işçi eğitimi gibi konular üzerinde durulmuştur.

Diğer bazı ülkelerde ise, ağaç başına yıllık üretim miktarı daha yüksek olabilmektedir. Örneğin ABD ve Portekiz’de bu rakam 4,0 kg’a kadar çıkmaktadır (OGM, 2017). Yine ABD de Sahil çamında yapılan bir ıslah çalışması sonucuna göre ağaç başına verim 7,2 kg’a kadar çıkabileceği ortaya konmuştur. Bu sonuçlar göz önüne alınarak, ülkemizde de genetik ıslah çalışmaları ile ağaç başına reçine verimi artırılabilir, reçine işletme sınıfı ormanları kurulabilir ve daha başarılı bir reçine işletmeciliği yapılabilir (Deniz 2022).

Acar (1984), Karaçam, Kızılcıam ve Fıstıkçamı reçinelerinde yaptığı terebentin ve kolofan analizleri sonucunda her üç türün de boya endüstrisinde çözücü olarak kullanılabileceği sonucuna ulaşmıştır. Ancak, bu üç türden Karaçamın terebentinini kimya endüstrisinde de değerli olmasına rağmen, kolofanı düşük kalitede olması nedeniyle diğer iki türe göre daha az tercih edilmesi gerektiğini önermektedir. Söz konusu tespit ve öneri

karaçamdan üretilen reçinenin piyasa fiyatının daha düşük olabileceği ima edilmektedir. Ancak, bu çalışma sırasında yapılan piyasa gözleminde Karaçam için söz konusu dezavantajın reçine pazar fiyatına yansımadağı ve akma reçine piyasasında fiyatların ağaç türüne göre farklılaşmadığı anlaşılmıştır.

Çalışmadan elde edilen bir başka önemli sonuç ise, akma reçine üretim maliyetlerinin yüksek olması ve üretim maliyetlerinin pazar fiyatlarını geçebileceğidir. Nitekim ağaç başına üretilen reçine 2021 yılı piyasa fiyatlarına göre Karaçam, Fıstıkçamı ve Kızılcım için sırası ile 29,58; 26,86 ve 23,92 TL olmasına rağmen ağaç başına maliyet, bu araştırmanın yapıldığı koşullar (üretim alanının işletmeye uzaklığı, işçi ücretleri, akaryakıt fiyatları gibi maliyet unsurları) için 32,22 TL olarak hesaplanmıştır. Söz konusu maliyet hesaplamaları coğrafik bölge, üretim yerinin ulaşım olanakları ve arazi koşulları gibi faktörlere bağlı olarak, başka bölgeler için kısmen de olsa değişebilecek olmasına rağmen en azından bu çalışma koşulları için reçine üretiminin ekonomik açıdan fizibil olmadığı söylenebilir. Üretim maliyetlerinin yüksekliğinin, üretimin doğal ortamda ve zaman alıcı bir çalışma olması ile işçilik ve ulaşım maliyetlerinin yüksekliğinden kaynaklandığı söylenebilir. Nitekim çalışmada elde edilen sonuçlardan da görüldüğü üzere maliyet kalemleri arasında işçilik masrafları önemli paya sahiptir. Bu anlamda işçilik maliyetlerinin düşürülmesi toplam maliyetlerde önemli bir etkiye sahip olacaktır. Bunun için, götürü iş yaptırma, aile işletmeciliği yapma, yoğun bir iş disiplini sağlama ve eğitimli işçi çalıştırma gibi yöntemler uygulanabilir. Bu yolla ağaç başına verimlilik artırılabilir, maliyetler de düşürülebilir. Maliyetlerin düşürülmesinde, özellikle ulaşım ve işçilik maliyetlerinin düşürülmesinde, reçine üretiminin orman kooperatifleri ve orman köylüsü eliyle yaptırılması yolu izlenebilir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar reçine üreten diğer ülkelerde de benzer olduğunu söylenebilir. Nitekim, Acar vd. (1996) reçine üretim maliyetlerinin diğer ülkelerde de yüksek olduğunu ifade etmekte ve alternatif olarak kâğıt endüstrisinde yan ürün olarak reçine ürünleri üretim tekniğinin (Sülfat reçinesi) geliştirilmesi önerilmektedirler. Sonuç olarak, maliyet azaltıcı veya ağaç başına verim artırıcı yöntemler, ekonomik bakımdan karlı üretim için çözüm olarak düşünülebilir. Ülke ekonomisi açısından düşünüldüğünde, karlı üretimin yanında her yıl artan miktarlarda reçine türevlerinin ithal edilmesini önlemek için ormanlarımızdan koruma-kullanma dengesi içerisinde sürdürülebilir reçine üretimi için, sadece ham reçine üretimi değil, destilasyon, esterleştirme ve türev endüstrisinin geliştirilmesi gerekmektedir (Deniz, 2022). Reçine üretiminin ekonomik değerlendirilmesinde diğer bir husus da uygulamanın odun ürün değerine olan etkisidir. Batur vd. (2008) tarafından Kızılcım'da yapılan çalışmada reçine üretiminin, uygulamanın yapıldığı yaşlı meşcerelerde büyümeyi anlamlı bir şekilde etkilemediği ancak ürün çeşitlerinin dağılımında etkili olduğu ortaya konmuştur. Yine Berkel (1954) ile Berkel ve Huş (1956), reçine üretiminin ağacın teknik ve ekonomik özelliklerini etkileyebileceği düşüncesinden hareketle, Mazek-Fialla yöntemiyle Kızılcım'dan reçine üretilmiş ağaç odunlarının bazı fiziksel-mekanik özelliklerinde kontrol ağaçları odunlarına göre azalma tespit etmiş ve Kızılcım'da ağacın teknik özelliklerini koruyan üretim metotları önermişlerdir. Reçine üretiminde, üretilen reçinenin

değeri ve üretim maliyetlerinin dışında, ekonomik sonuçları olası olan ve yukarıda bahsi edilen (odun ürün miktarı ve kalitesi üzerine etkisi vb.) konular bu çalışma kapsamında değerlendirilmemiş olup ayrı bir araştırma kapsamında ele alınmasına ihtiyaç vardır.

Teşekkür

Araştırma yüksek lisans tez çalışması kapsamında yapılmış olup yürütülmesinde Orman Genel Müdürlüğü'nün olanaklarından faydalanılmıştır. Araştırma sonuçlarının bir kısmı bildiri özeti olarak "Ağaç Türlerine Göre Akma Reçine Verimliliğinin Belirlenmesi" başlığı ile "6. Uluslararası İnsan, Toplum ve Sürdürülebilir Kalkınma Araştırmaları Sempozyumu" özetler kitabında yayınlanmıştır.

Kaynaklar

- Acar, M.İ., 1984. Kızılcım (*P. brutia*), Karaçam (*P. nigra*) Fıstık çamı (*P. pinea*) reçinelerinin terebentin ve kolofan analizleri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Sayı 34 (1), 198-205.
- Acar, İ., Gül, G.S., Örtel, E., 1996. Türkiye'de kızılcım ormanlarından akma reçine üretiminde asit pasta tahrik tekniğinin uygulanması esasları üzerine araştırmalar. Ege Orman Araştırmaları Endüstri Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 5.
- Acar, H.H., Eroğlu, H., 2016. Ormancılık İş Bilgisi ve İş Güvenliği. KTÜ Orman Fakültesi, Yayın no: 239/41, Trabzon.
- Aydın, İ., 2017. Türkiye'de Kızılcım (*Pinus brutia* Ten) ve Sahil Çamı (*Pinus Pinaster* Ait)'ndan Asit – Pasta ve Oyma Delik Yöntemleriyle reçine üretimi ve terebentin analizi. Yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Balekoğlu, S., 2021. Türkiye'deki doğal Fıstıkçamı popülasyonlarının kuraklığa karşı ekofizyolojik reaksiyonları. Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Batur, M., Kiracıoğlu, Ö., Akkaya, M., 2008. Asit pasta metodu ile reçine üretiminin hacim artımı ve ürün çeşitleri dağılımına etkisi. Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayını, Teknik Bülten No: 37, İzmir.
- Berkel, A., 1954. Meşcereyi ve ağacın teknik vasıflarını koruyan yeni ve modern metotlarla ormanlarımızdan reçine istihali imkanları. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 2(1), 9–27.
- Berkel A., Huş, S., 1956. Kızılcım (*Pinus brutia* Ten) dan meşcereyi ve ağacın teknik vasıflarını koruyan modern metotlarla reçine istihali araştırmaları, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Cilt 6, Sayı 2.
- Bhatia, S.P., Letizia, C.S., Api, A.M., 2008. Fragrance material review on borneol. Food and Chemical Toxicology, 46(11), 77–S80.
- Bohlmann, J., Keeling, C.I., 2008. Terpenoid biomaterials The Plant Journal, 54(4), 656-669.
- Bozkurt, Y., Göker, Y., 1981. Orman Ürünlerinden Faydalanma Ders Kitabı. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No:297, İstanbul.

- Cesar, J., Lima, D., Felt, A.G., 2013. Pine oleoresin tapping, Green Chemical, Bio-Fuel, Food Production from Multipurpose Trees.
- Deniz, İ., Serin, Z.O., Öz, M., Okan, O.T., Yılmaz, B., Peker, M.İ., 2014. Ülkemizde asit-pasta yöntemi ile reçine (oleoresin) üretim çalışmaları. III. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu Bildiriler Kitapçığı, s.507-522, Kahramanmaraş.
- Deniz, İ., Aydın, İ., Altıntaş, K., 2017. Resin production by acid-paste and bore hole method from red pine (*Pinus brutia* Ten.) and Maritima Pine (*Pinus pinaster* Ait.) and chemical analysis of turpentine, I. International Congress on Medicinal and Aromatic Plants: Natural and Healty Life”, Konya, Türkiye, 10-12 Mayıs 2017, no.978-605-4988-14-3, pp.195-195.
- Deniz, İ., Kılıç Pekgözlü, A., Dönmez, İ., E., Karaoğul, E., Yılmaz, B., Ceylan, E., ve Aydın, İ., 2019. Ülkemizde üretilen kolofanların kimyasal özellikleri, Kolofan ve Türevleri Çalıştayı, 02.05.2019, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Orman Fakültesi. Sonuç Bildirgesi, sayfa 16. https://cdn.iuc.edu.tr/FileHandler2.ashx?f=kolofan_turevleri_calistay-sonuc_bildirge_637745720731163919.pdf.
- Deniz İ., 2022. Odun Dışı Orman Ürünleri Endüstrisi, Ders Notları, Orman Ürünleri Kimyası ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Orman Endüstri Mühendisliği, Orman Fakültesi, K.T.Ü, Trabzon.
- Deniz, İ., Aydın, İ., 2023. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ve Maritima Çamı (*Pinus pinaster* Ait.)’ndan akma reçine üretiminde asit pastadaki asit miktarının reçine verimi üzerine etkisi, Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, Bartın Üniversitesi, Sempozyum Kitabı sayfa 52, 27-28 Eylül 2023.
- Göker, Y., Gök, R., 1999. Kızılçam’da Oyma Delik ve Boru Yöntemi ile reçine üretimi. Orman Mühendisliği Dergisi, 4-7.
- Gökmen, H., 1970. Açık tohumlular (Gymnospermae), Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Yayını, Sıra no: 523, Seri No: 49, Ankara.
- Hodges, A.W., 1995. Commercialization of borehole gum resin production from Salsh Pine Part I, Naval Stores Review, July/August.
- Langenheim, J.H., 2003. Plant Resins: Chemistry, Evolution, Ecology, and Ethnobotany. Timber Press, Portland, OR.
- Lapczynski, A., Bhatia, S.P., Letizia, C.S. Api, A.M., 2008. Fragrance material review on geranyl linalool. Food and chemical toxicology, 46(11), S176-S178.
- MGM, 2023. <https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=BALIKESİR>, (erişim tarihi 08.01.2023).
- Nerio, L.S., Olivero-Verbel, J., Stashenko, E., 2010. Repellent activity of essential oils: a review. Bioresource Technology, 101(1), 372-378.
- Odabaş, S.Z., Ünal, E., Çiçekler, M., 2017. Türkiye’de Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)’ın olöreçine verimi: Ağaç çapı, uyarıcı kimyasal türü ve oranın etkisi. Young Scholars Union, IMCOFE, Roma.
- OGM, 2016. Odun dışı orman ürünlerinin envanter ve planlaması ile üretim ve satış esasları, Tebliğ No: 302 <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/mevzuat/teblipler>. (erişim tarihi 15.03.2023).
- OGM, 2017. Reçine Eylem Planı (2017-2021), Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- OGM, 2021. Ormanlık İstatistikleri, <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikleri>. (erişim tarihi 26.04.2023).
- Önal, S., 1995. Bazı uyarıcı maddelerle kızılçam ve karaçamlarda reçine üretimi. İç Anadolu Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları. Teknik Bülten No:249, ISBN: 975-7829-33-1, 44-45.
- Sonbare, O.O., Olakunle, K., 2008. Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil of *Pinus Caribaea* from nigeria. Afr J Biotechnol, 7(14), 2462-2464.
- SPSS Inc., 2015. SPSS 22.0 Guide to data analysis, Published by Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA.
- Swift, K.A.D., 2004. Catalytic transformations of the major terpene feedstocks. Top Catal, 27(1-4), 143-155.
- TÜİK, 2023. <http://www.tuik.gov.tr>. (erişim tarihi 15.04.2023).
- Upadhyay, M., 2007. Sustainable resin tapping alternatives of livelihood. Kalpabrikchha, Kathmandu, Nepal. Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- URL-1. Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, Asgari ücretin net hesabı ve işverene maliyeti. <https://www.aile.gov.tr/asgari-ucret/asgari-ucret-2021/>. (erişim tarih 3.05.2023).
- URL-2. <https://webdosya.kosgeb.gov.tr/Content/Upload/Dosya/AR-GE%20UR-GE/2022-1/TAB.02.02.03-Ar-Ge.%C3%9Cr-Ge.ve.%C4%B0novasyonDestekProgram%C4%B1TeknolojiAlanlar%C4%B1Tablosu.pdf>



Akdeniz bölgesi'ndeki orman yangınlarının uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak değerlendirilmesi: Mersin ili Silifke ilçesi örneği

Mehmet Özgür Çelik¹, Doğa Fidan², Ali Ulvi², Murat Yakar¹

¹ Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 33343, Mersin

² Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve CBS Anabilim Dalı, 33343, Mersin

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 25/05/2023

Kabul Tarihi: 28/12/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1302553>

* Sorumlu yazar:

mozgurcelik@mersin.edu.tr

ÖZ

Orman yangınları çevreyi ve canlıları olumsuz etkileyen olaylardır. Bu yangınların önlenmesi ile yangın sonrası ağaçlandırma ve koruma stratejilerinin geliştirilmesi için, hasarın boyutunun belirlenmesi ve yanma şiddetinin hızlı bir şekilde araştırılması gereklidir. Uzaktan algılama (UA) yangından etkilenen bölgelerin ve yanma şiddetinin haritalanmasında Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile birlikte sıklıkla kullanılmaktadır. Bu çalışmada, 2021 yılında Mersin ili Silifke ilçesinde meydana gelen orman yangını incelenmiştir. Sahanın yangın öncesi ve sonrasına ait Sentinel-2A ve Landsat 8 OLI uydu görüntüleri yardımıyla NDVI (Normalize Fark Vejetasyon İndeksi) ve NBR (Normalize Yanma Şiddeti) indeksleri hesaplanmıştır. Elde edilen indeks haritalarından fark haritaları oluşturulmuş, yangın sonrasındaki arazi örtüsündeki değişim ve yanma şiddeti belirlenmiştir. Buna göre toplam yanan alanlar 2324,71 hektardır. Yangına "yüksek" derecede maruz kalan alanlar çalışma alanının %27,72'sini (644,44 ha), "orta" derecede yanan alanlar %66,72'sini (1538,16 ha) ve "düşük" seviyede yanan alanlar ise %6,11'ini (142,11 ha) oluşturmaktadır. Ayrıca, EFFIS veri tabanından elde edilen çalışma alanına ait yangın verisiyle de yapılan analizin doğrulaması gerçekleştirilmiştir. Bu işlem için alıcı işletim karakteristik (receiver operating characteristic - ROC) eğrisi kullanılmış ve eğri altındaki alan (area under the curve - AUC) değeri 0,973 olarak hesaplanmıştır. Çıkan sonuçlar, Orman Genel Müdürlüğü (OGM) yetkililerine ve diğer karar vericilere sürdürülebilir arazi yönetimi uygulamaları konusunda yardımcı olmayı amaçlamaktadır.

Araştırma Makalesi

Anahtar Kelimeler: Orman yangını, Landsat 8 OLI, Sentinel-2A, Sürdürülebilir orman yönetimi

Evaluation of forest fires using remote sensing and geographic information systems: a case study of Mersin province, Silifke district

ABSTRACT

Forest fires are events that negatively affect the environment and living creatures. In order to prevent these fires, and to develop post-fire regeneration techniques, it is vital to promptly evaluate the damage amount and to investigate the fire's severity. Remote sensing (RS) is frequently used with Geographic Information Systems (GIS) to map fire-affected areas and fire intensity. In this study, the forest fire in Silifke district in Mersin took place in 2021 was examined. Before and following the fire, NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) and NBR (Normalized Burn Ratio) indexes were derived using Sentinel-2A and Landsat 8 OLI satellite images. The index maps were used to generate difference maps, and the change in land cover after the fire, as well as the intensity of the fire, was determined. Accordingly, the total area burned is 2324.71 hectares. The study area is made up of 27.72% (644.44 ha) of "high" fire areas, 66.72% (1538.16 ha) of "moderate" fire areas, and 6.11 (142.11 ha) of "low" fire areas. Furthermore, the analysis was validated using fire data from the EFFIS database for the research area. The receiver operating characteristic (ROC) curve was employed for this operation, and area under the curve (AUC) value was calculated at 0.973. The conclusions are intended to assist the General Directorate of Forestry (GDF) and other decision-makers to practice sustainable land management.

Key Words: Forest fire, Landsat 8 OLI, Sentinel-2A, Sustainable forest management

Bu makaleye atf:

Çelik, M.Ö., Fidan, D., Ulvi, A., Yakar, M., 2023. Akdeniz bölgesi'ndeki orman yangınlarının uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak değerlendirilmesi: Mersin ili Silifke ilçesi örneği. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(2), 116-125.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

1. Giriş

Orman alanları, normal kapalı ya da boşluklu kapalı doğal veya yapay meşcerelerden oluşan bölgeler olarak tanımlanmaktadır (The Global Economy, 2022, Our World in Data, 2022). Ormanlar biyoçeşitlilik açısından son derece önem arz etmekte, sadece bitkiler için değil, hayvanlar, mantarlar ve mikroorganizmalar için de yaşam alanı oluşturmaktadır (FAO, 2022a). Ormanlar karasal bitki ve hayvanların yaklaşık %80'ini bünyesinde barındırmaktadır (Pourtaghi et al., 2015).

1990 yılında dünya yüzeyinin yaklaşık %31,6'sı (4,24 milyar ha) orman iken bu oran 2022 yılının sonu itibarıyla yaklaşık % 29,6'ya (4,06 milyar ha) düşmüştür (WB, 2023). 32 yıllık zaman dilimi içerisinde orman alanlarının üçte birini kaybeden Paraguay bu süreçte en çok orman kaybeden ülke konumdadır (Our World in Data, 2022).

Dünyadaki orman varlığının %53,93'ü sadece 5 ülkede (Rusya, Brezilya, Kanada, ABD ve Çin) bulunmaktadır (FAO, 2022a). Türkiye ise tüm dünyadaki ormanların %0,55'ini bünyesinde barındırmaktadır (Çizelge 1). Türkiye'nin sahip olduğu orman alanlarının kendi yüzölçümü içerisindeki oranı ise %28,87'dir (Worldometer, 2022).

OGM verilerine (OGM, 2022) ve FAO (FAO, 2022a; FAO, 2022b) kayıtlarına göre Türkiye orman varlığını artıran az sayıdaki ülkelerden biridir.

Çizelge 1. En fazla orman alanına sahip on ülke ve Türkiye (Our World in Data, 2022; FAO, 2022a)

Ülke	Orman alanı (milyon ha)	Dünyadaki orman varlığı içindeki oranı (%)
Rusya	815,31	20,09
Brezilya	496,62	12,24
Kanada	346,93	8,55
ABD	309,80	7,63
Çin	219,98	5,42
Avustralya	134,01	3,30
Kongo	126,16	3,11
Demokratik C.	92,13	2,27
Endonezya	72,33	1,78
Peru	72,16	1,78
Hindistan	72,16	1,78
Türkiye	23,24	0,55

Ormansızlaşmanın temel nedenleri beşerî faaliyetler (özellikle tarımsal uygulamalar) ve yangınlardır. 1990 yılından bu yana ormansızlaşma oranı azalma eğilimindeyken, 2015-2020 yılları arasında her yıl 10 milyon ha orman alanı yok olmuş ve son 30 yıllık süreç içerisinde yaklaşık 420 milyon ha orman tahrip edilmiştir (FAO, 2022b). Ayrıca son 30 yılda toplam orman alanlarının %10,34'ü kaybolmuştur (Down to Earth, 2022). Bu alanların yaklaşık %40'ı büyük çaplı ticari tarım faaliyetleri sonucunda, %33'ü yerel tarım uygulamaları sonucunda ve %27'si de orman yangınları sonucunda ormansızlaşmıştır (Lapola ve ark., 2023). Yeterli düzeyde önlem alınmadığı takdirde, sadece tropik bölgelerde 2050 yılına kadar

289 milyon ha alanın ormansızlaşacağı ve bu durumun 169 milyar ton karbondioksitin (Gt CO₂) atmosfere salınmasına yol açacağı tahmin edilmektedir (FAO, 2022b).

Orman yangınlarının doğal yaşamı tehdit etmesinin yanı sıra, yerleşim yerlerine sıçraması sonucunda can ve mal kayıpları meydana gelebilmektedir (Sivrikaya ve Küçük, 2022). Orman yangınları, bitki örtüsünün tahrip olması, topraktaki organik maddelerin zarar görmesi ve toprağın nemini kaybetmesinden dolayı kuraklık ve heyelan gibi diğer doğal afetlerin oluşmasını da tetikleyebilmektedir (Lavanya and Padmaja, 2014; Garbolino et al., 2017; Çakır, 2017). Ayrıca, ormanların tutmuş olduğu karbon, yangınlar sonucunda atmosfere hızla salınmakta ve sera etkisini arttırmaktadır (Moayedı ve ark., 2020).

Orman yangınları ormansızlaşmaya sebep olduğu için küresel iklim değişikliğini de arttırmaktadır (Ercan ve ark., 2023; Sargıncı ve Beyazyüz, 2022; Gürsoy et al., 2023; Shin et al., 2019; Amjad et al., 2019). Bu bakımdan mevcut ormansızlaşma sorununa çözüm bulunması, küresel ısınmanın eşik değeri olarak kabul edilen 1,5 °C sınırının aşılması adına son derece önem arz etmektedir (Öztürk ve Gürsoy, 2022). Dünya, hâlihazırda 1,1 °C ısınmıştır bu yüzden ormansızlaşmanın azaltılması ve hatta sonlandırılması, dünyanın korunması ve yaşamın devamlılığı için elzemdir (Bekçi ve Kuşak, 2022). Bunun için; (a) sürdürülebilir arazi yönetimi altında ormanların korunması ve optimum şekilde yönetilmesi, (b) orman alanlarındaki tarımsal faaliyet baskısının azaltılması ve orman yangınlarının önlenmesi ve (c) bozulmuş orman alanlarının restorasyonun yapılması gerekmektedir (FAO, 2022a; FAO, 2022b; Rege and Ochieng, 2022; Libiete et al., 2023; Li et al., 2023; Kimengsi et al., 2022).

Orman yangınlarının önlenmesi, yangınlar meydana geldikten sonra hızlı müdahalenin edilmesi, tahribatın tespit edilmesi ve olumsuz etkilerin giderilmesi için yangınların, bütünleşik şekilde sürdürülebilir arazi yönetimi perspektifinde değerlendirilmesi gerekmektedir (Coruhlu et al., 2020).

Dünyada günümüze kadar birçok orman yangını meydana gelmiş ve milyonlarca ha orman alanı tahrip ya da yok olmuştur. EFFIS (European Forest Fire Information System-Avrupa Orman Yangını Bilgi Sistemi) verilerine göre, dünyada 2006 yılından bu yana 2037 orman yangınında 620055,73 ha alan yok olmuştur (EFFIS, 2023a).

Yüksek yangın tehdidi altında olan Akdeniz Havzası'nda yer alan Türkiye'de de çok sayıda orman yangını meydana gelmiştir (Chuvieco, 2009; Giannakopoulos et al., 2009). 2023 yılı şubat ayı itibarıyla, 1990 yılından bu yana Türkiye'deki orman yangını sayısı 69420'dir. Bu yangınlarda toplam 747239 ha alan zarar görmüştür (OGM, 2022). Bu yangınların yaklaşık %90'ına beşerî faaliyetler, %10'luk kısmına ise doğal etkenler sebebiyet vermiştir (Çolak and Sunar, 2020). Ayrıca, yangınların büyük çoğunluğu (yaklaşık %75) verimli ormanlarda meydana gelmiştir. Türkiye'de meydana gelen orman yangınlarına ilişkin bilgiler Çizelge 2' de sunulmuştur.

Çizelge 2. Türkiye’de 1990-2023 yılları arasında meydana gelmiş orman yangını sayısal değerleri (OGM, 2022; EFFIS, 2023a)

Yıl	Yangın sayısı	Yanan alan (ha)	Yıl	Yangın sayısı	Yanan alan (ha)
1990	1750	13742	2007	2829	11664
1991	1481	8081	2008	2135	29749
1992	2117	12232	2009	1793	4679
1993	2545	15393	2010	1861	3317
1994	3239	30828	2011	1954	3612
1995	1770	7676	2012	2450	10454
1996	1645	14922	2013	3755	11456
1997	1339	6317	2014	2149	3117
1998	1932	6764	2015	2150	3219
1999	2075	5804	2016	3188	9156
2000	2353	26353	2017	2411	11993
2001	2631	7394	2018	2167	5644
2002	1471	8514	2019	2688	11332
2003	2177	6644	2020	3399	20971
2004	1762	4876	2021	2793	139503
2005	1530	2821	2022	2160	12799
2006	2227	7762	2023	172	32065

Literatürde orman yangınlarının etkilerini irdeleyen çok sayıda çalışma bulunmakla birlikte, bu çalışmalarda yaygın olarak UA ve CBS araçlarını da içinde barındıran farklı yöntem ve parametreler kullanılmaktadır (Isaev et al., 2002; Navarro et al., 2017; Çolak and Sunar, 2020). UA ve CBS yöntemi

içerisinde bulunan farklı yöntem ve veriler tercih edilmektedir (Saglam et al., 2008; Satir et al., 2016; Orhan et al., 2020; Silva et al., 2020; Oğuz et al., 2021; Fidanboy ve ark., 2022). Orman yangınları ile ilgili çalışmalarda kullanılan yöntem ve parametreler Çizelge 3’te sunulmuştur.

Çizelge 3. Orman yangınlarına yönelik hasar tespit çalışmalarında kullanılan yöntem ve parametreler

Referans	Yöntem	Parametre									
		NDVI	NBR	LST	LuLc	GNDVI	dNDVI	dNBR	FWI	FMI	
Isaev et al., (2002)	UA	●									
Çolak and Sunar (2020)	UA, CBS	●		●	●						
Navarro ve ark., (2017)	UA	●	●			●	●	●			
Shin et al., (2019)	İHA tabanlı UA	●									
Jin and Lee (2022)	UA, CBS		●				●				
Bentekhici et al., (2020)	UA, CBS			●			●				
Sari, (2021)	AHP, VIKOR, TOPSİS			●	●						
Satir et al., (2016)	YSA									●	●
Silva et al., (2020)	YSA									●	●
Yakubu et al., (2015)	Lojistik Regresyon Modeli	●								●	●

*NDVI=Normalized Difference Vegetation Index(Normalize Fark Vegetasyon İndeksi); NBR=Normalized Burn Ratio(Normalize Yanma Şiddeti); LST= Land Surface Temperature (Arazi Yüzey Sıcaklığı);LuLc = Land use/Land cover arazi kullanımı/arazi örtüsü;GNDVI=Green Normalized Difference Vegetation Index (Normalize Fark Yeşil Vegetasyon İndeksi); dNDVI= Delta Normalized Vegetation Index (Delta Normalize Fark Vegetasyon İndeksi); dNBR= Delta Normalized Burn Ratio (Delta Normalize Yanma Şiddeti); FWI=Fire Weather Index (Yangın Hava İndeksi); FMI=Fuel Moisture index (Yanma Nem İndeksi), YSA=Yapay Sinir Ağları.

Bu çalışmada, Akdeniz Bölgesi’nde yer alan ve Türkiye’nin yangın potansiyeli en yüksek alanlarından olan Mersin ilinde uygulama gerçekleştirilmiştir. 2021 yılında Mersin ilinde meydana gelmiş 89 adet orman yangını sonucunda 9661,20 ha alanın zarar görmesi bu alandaki orman yangını tehlikesi boyutunu gözler önüne sermektedir (OGM, 2022). Çalışmada, 2021 yılında Mersin ili Silifke ilçesinin muhtelif yerlerinde meydana gelmiş yangınlardan bir tanesi incelenmiştir. Yangın sonucunda meydana gelen tahribat UA ve CBS yardımıyla tespit edilmiş, arazi örtüsündeki değişimler belirlenmiştir. Bunun için, Sentinel-2A ve Landsat 8 OLI yangın öncesi ve sonrası uydu görüntüleri kullanılarak NDVI ve NBR indeksleri hesaplanmıştır. Yapılan değişim analizinin doğrulaması EFFIS veri tabanından elde edilen çalışma alanına ait yangın verisiyle gerçekleştirilmiştir (EFFIS, 2023b). Çalışmanın temel amacı,

yüksek yangın riski altındaki Akdeniz Bölgesi’nde yer alan çalışma alanında meydana gelmiş yangınların ve etkilerinin incelenmesi olup, elde edilen sonuçların Orman Genel Müdürlüğü (OGM) yetkililerine ve diğer karar vericilere sürdürülebilir orman ve arazi yönetimi açısından yardımcı olacağı düşünülmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Çalışma alanı

Mersin ili, Akdeniz havzasında bulunmasından dolayı kuraklık ve küresel iklim değişikliği ile yangın tehdidi altındadır (Duran, 2014; Çelik and Gülersoy, 2018; MGM, 2022a). Türkiye’nin güneyinde 36–37° kuzey enlemleri ile 33–35° doğu

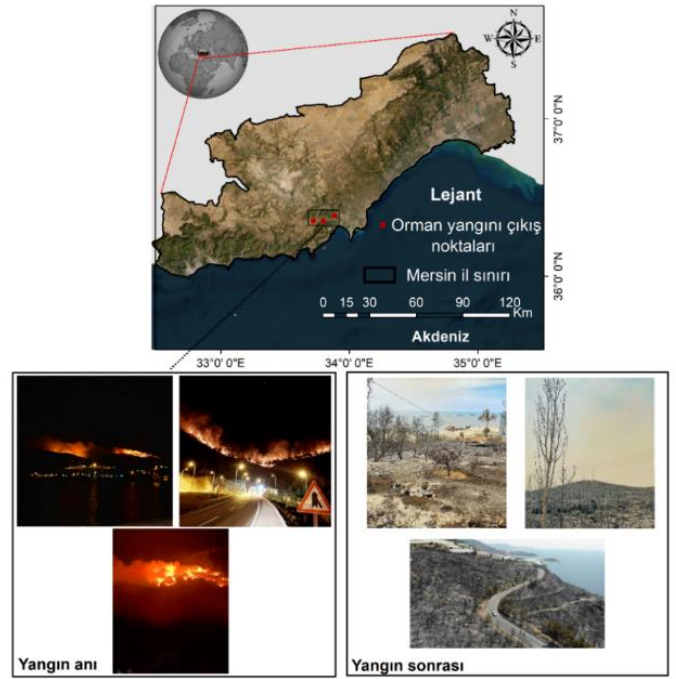
boylamları arasında yer alan Mersin, 2 milyona yakın nüfusa ve 15853km^2 'lik alana sahiptir (Mersin Valiliği, 2022). Mersin ilinin şehir merkezi ve nüfus yoğunluğu kentin sahil kesiminde bulunmaktadır (Bekçi ve Kuşak, 2022; Bekçi ve ark., 2022).

Yüksek kesimlerde yapılaşma az olmakla birlikte orman alanları fazlalık göstermektedir. İl genelindeki bu durum, uygulama bölgesi Silifke ilçesinde de geçerlidir. Orman alanları ağırlıklı olarak dağlık, engebeli ve rakımın fazla olduğu kesimlerde bulunmaktadır. Mersin ilinin %52,71'i (835534 ha) orman alanları ile kaplıdır. Nüfus bakımından Türkiye'nin en büyük 11. ili olan ve büyükşehir statüsünde yer alan Mersin'in yüzölçümünün yarısından fazlası orman alanlarından oluşmaktadır. Silifke'nin ise yüzölçümünün %59,37'si (153398,4 ha) orman alanıdır (OBM, 2022).

Çalışma alanı haziran, temmuz, ağustos ve eylül aylarında en yüksek ortalama sıcaklık değerine ($30,2^\circ\text{C}$) sahiptir (MGM, 2022b). 28 Temmuz 2021 akşam saatlerinde birbirine yakın üç farklı ormanlık alanda başlayan, yaklaşık bir hafta süren orman yangını kontrol altına alınmış ve söndürülmüştür (Şekil 1). Yangın gününde ortalama sıcaklık $32,1^\circ\text{C}$ iken, gün içerisinde en yüksek sıcaklık 39°C 'ye ulaşmış ve hissedilen sıcaklık $40,1^\circ\text{C}$ olarak ölçülmüştür (Weather Spark, 2021). Gün içerisinde ve sonraki günlerde hakim rüzgâr yönü kuzey ve kuzeydoğu olduğu için burada çıkan orman yangını 5 mahalleyi içine alan yerleşim yerlerini tehdit etmiştir. Yangının çıktığı zaman dilimi, bölge ve yayılım yönü dikkate alındığında, birçok ev, otel, pansiyon ve işletme boşaltılmıştır.

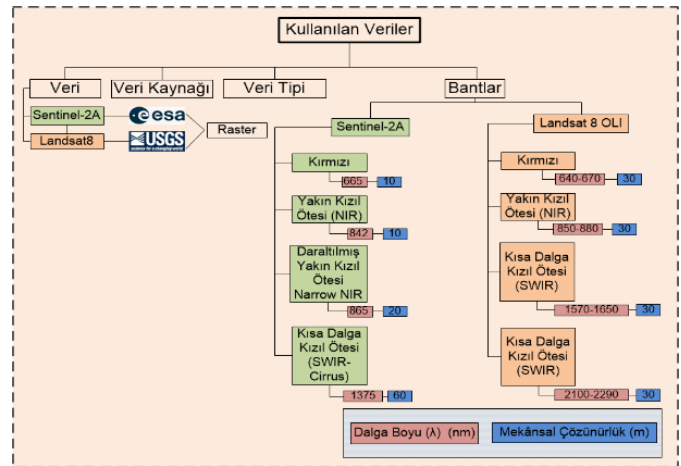
2.2 Kullanılan veriler

Bu çalışmada orman yangını öncesine (24 Temmuz 2021) ve sonrasına (10 Ekim 2021) ait Sentinel-2A (<https://www.esa.int/>) ve Landsat 8 OLI (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) uydü görüntüleri Avrupa Birliği Uzay Ajansı (ESA, 2021) ve Amerika Birleşik Devletleri Jeolojik Araştırmaları Kurumu'ndan (USGS, 2021) temin edilmiştir. Sentinel-2A uydü görüntüsü L1-C, Landsat 8 OLI uydü görüntüsü ise L1 seviyesindedir. Sentinel-2A, rektifikasyonlu ve radyometrik olarak düzeltilmiş atmosfer üstü yansımaya değerlerine dönüştürülmüş veriler sunmaktadır. Benzer şekilde, Landsat 8 OLI de verileri sağlamaktadır (Öztürk, 2022).



Şekil 1. Çalışma alanı

Ormanların ve orman yangınlarının izlenmesine imkân tanıyan bu uydular farklı özelliklere sahiptir. Sentinel-2A, 10, 20 ve 60 m mekânsal çözünürlükte görüntü sunan ve de 13 spektral bant içeren bir uydudur (ESA, 2023). 60 m çözünürlükteki bantlar atmosferik düzeltmeler için kullanılmaktadır (Warren ve ark., 2019). Landsat 8 OLI ise 15 ile 100 m mekânsal çözünürlüğe sahip, görünür, yakın kızılötesi ve termal bantlar başta olmak üzere 11 spektral banda sahip bir uydudur (USGS, 2023). 15 m çözünürlükteki pankromatik bant görüntü zenginleştirmede kullanılmaktadır (Mwaniki ve ark., 2017). Termal bantlar 100 m mekânsal çözünürlüğe sahiptir ancak L1 ve L2 seviye görüntülerde, yeniden örneklendirilerek 30 m çözünürlükte olmaktadır ve çeşitli analizler için kullanılmaktadırlar (Seleem et al., 2022; Arunachalam et al., 2023). Kullanılan veriler ve özellikleri Şekil 2' de gösterilmiştir.



Şekil 2. Çalışmada kullanılan veriler ve özellikleri

2.3 Yöntem

Mersin ili Silifke ilçesinde meydana gelen orman yangınlarının nicelik ve nitelik olarak değerlendirilmesi için UA verileri olan uydu görüntüleri kullanılarak CBS tabanlı analiz etmek amacıyla için Sentinel-2A ve Landsat 8 OLI yangın öncesi ve sonrası uydu görüntülerinden NDVI ve NBR indeksleri hesaplanmıştır (Eşitlik 1 ve Eşitlik 2). Yangın öncesi ve sonrası indeks değerlerinin farkları oluşturulmuş (Eşitlik 3 ve Eşitlik 4) ve çalışma alanında meydana gelen değişimler haritalanmıştır.

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (1)$$

$$NBR = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR} \quad (2)$$

$$dNDVI = NDVI_{önce} - NDVI_{sonra} \quad (3)$$

$$dNBR = NBR_{önce} - NBR_{sonra} \quad (4)$$

Yangınlar bitkilerde yer alan klorofil pigmentinin zarar görmesine ve hatta yok olmasına yol açtığından dolayı, uzaktan algılamadaki algılayıcı sistemler ile bitkilerin elektromanyetik spektrumun farklı bölgelerindeki yansıma değerlerindeki değişkenlik hesaplanabilmektedir. Sağlıklı bitkiler SWIR (kısa dalga kızılötesi) bölgesinde az yansıma yaparken, NIR (yakın kızılötesi) bölgesinde fazla yansıma yapmaktadır (Liu et al., 2020). Sağlıklı ve yanmış bitkilerin bu farklılıkları NDVI ve NBR indeksleriyle rahatlıkla hesaplanabilmektedir (Escuin et al., 2008). NDVI (-1 ile +1) arasındaki değerler ile ifade edilmektedir. Sağlıklı olan bitkiler için NDVI indeks değeri daha yüksek (+1'e yakın) olurken, bitki örtüsünün zarar görmesi ya da seyrek olması durumunda NDVI değeri -1'e

yaklaşmaktadır. NBR indeksi ise (-2,00 ile +2,00) arasında değer almaktadır. Yanan alanlar için değerler (+0,10 ile +1,35) arasında olurken, sağlıklı bitkilerin olduğu yanmamış alanlarda (-0,10 ile +0,10) arasında olmaktadır (Sabuncu ve Özener, 2019). Ayrıca, NBR ile yanma şiddeti hakkında güvenilir bilgi edinilebilmektedir (Çizelge 4).

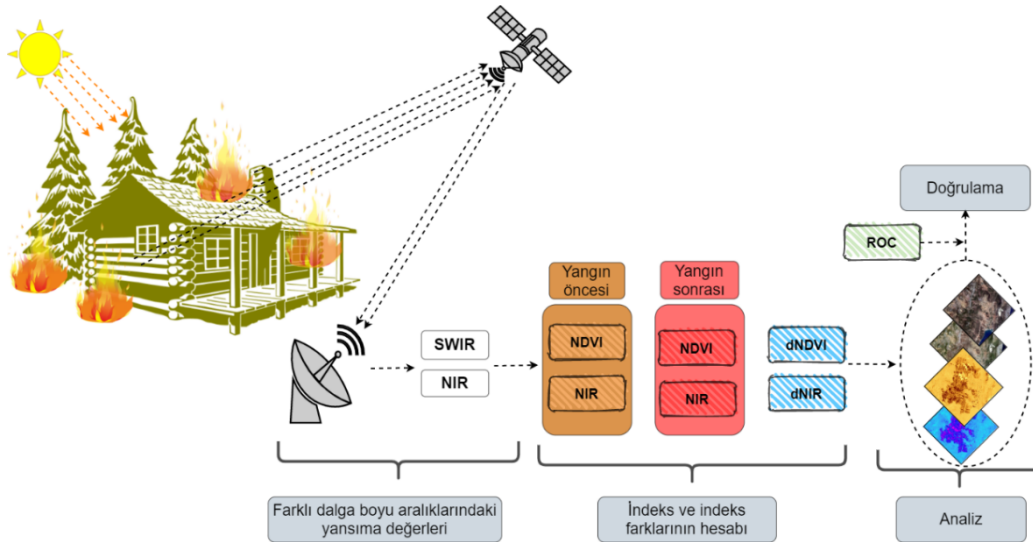
Çizelge 4. Yanma şiddeti değerleri (USGS FIREMON, 2023)

Yanma şiddeti	Yanma şiddeti değerleri
Düşük	0,1 / 0,27
Orta	0,27 / 0,66
Yüksek	>0,66

Yangın öncesi ve sonrası NDVI ve NBR indeks farkları alınarak yangın nedeniyle meydana gelen değişim ve yangının şiddeti belirlenebilmektedir.

Meydana gelen değişimin analiz edilmesi sonucunda çalışmanın birincil hedefi gerçekleştirilmiş olmaktadır. Ancak, bilimsel araştırmaların tutarlılığı ve güvenilirliği için doğrulama yapılması son derece önemlidir (Kalantar et al., 2020; Orhan, 2021; Naghibi et al., 2016). Bu işlemde farklı yöntemler kullanılmakla birlikte sıklıkla alıcı işletim karakteristik (receiver operating characteristic – ROC) eğrisi tercih edilmektedir (Da et al., 2023; Nguyen et al., 2023; Si et al., 2022; Pourtaghi et al., 2016). Eğri altındaki alan (area under the curve - AUC) değeri tahminin doğruluğunu ifade etmektedir (Golkarian et al., 2018). AUC değeri 0 ile 1 arasında değişmektedir. 1'e yakın olan değerler, model performansının daha iyi olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada da yapılan değişim analizinin doğrulamasında ROC eğrisi kullanılmıştır.

Çalışmanın metoduna ait akış şeması Şekil 3'te sunulmuştur.



Şekil 3. Çalışmadaki iş akış şeması

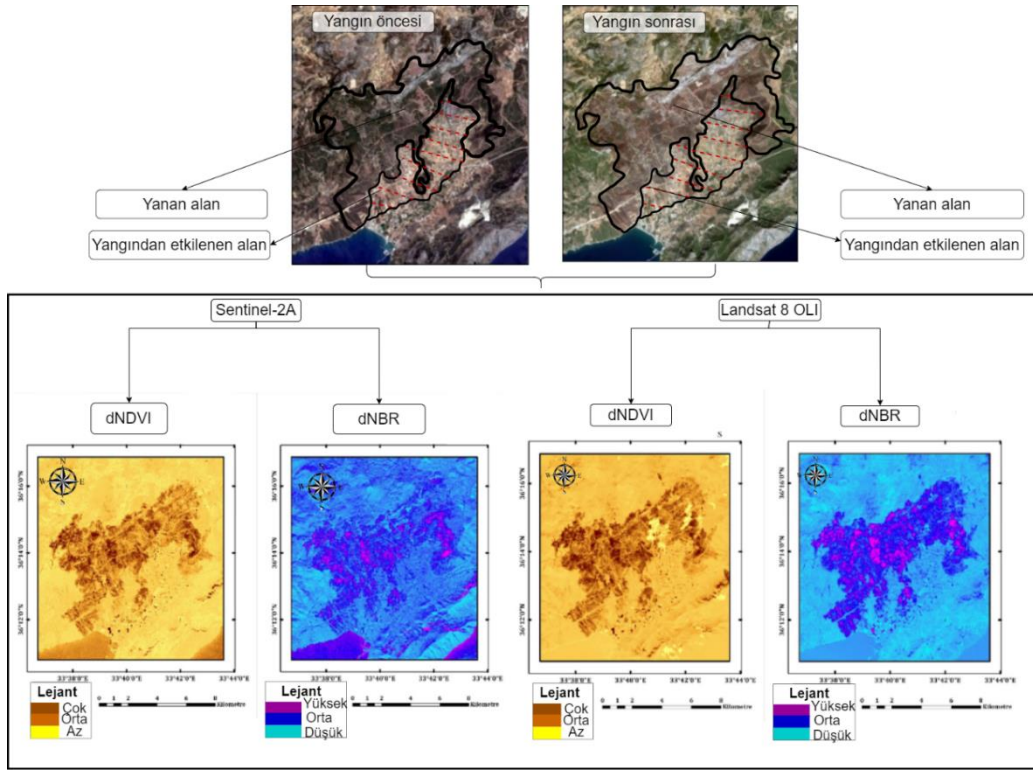
3. Bulgular

Yangın sonrasında yangın öncesine göre meydana gelen değişiklikler, oluşturulan haritalar ile görselleştirilmiştir (Şekil 3). Sırasıyla 60 ve 30 m mekânsal çözünürlüğe sahip Sentinel-2A ve Landsat 8 OLI uydu verilerinden elde edilen indeks fark

haritaları irdelendiğinde, arazi örtüsündeki değişikliklere ve yanma şiddetine bağlı olarak hangi alanların yangından daha çok etkilendiğine ulaşılabilmektedir (Çizelge 5). Çalışma alanında meydana gelen yangın sonucunda toplam yanan alanlar 2324,71 hektardır.

Yanmayan ancak yangın sınırında yer alan ve olumsuz duruma maruz kalan alanlar ise 1200,21 hektardır. İki uydudan elde edilen bulguların ortalamasına göre yangına “yüksek” derecede maruz kalan alanlar çalışma alanının %27,72’sini

(644,44 ha), “orta” derecede yanmış alanlar %66,72’sini (1538,16 ha) ve “düşük” seviyede yanmış alanlar ise %6,11’ini (142,11 ha) oluşturmaktadır.

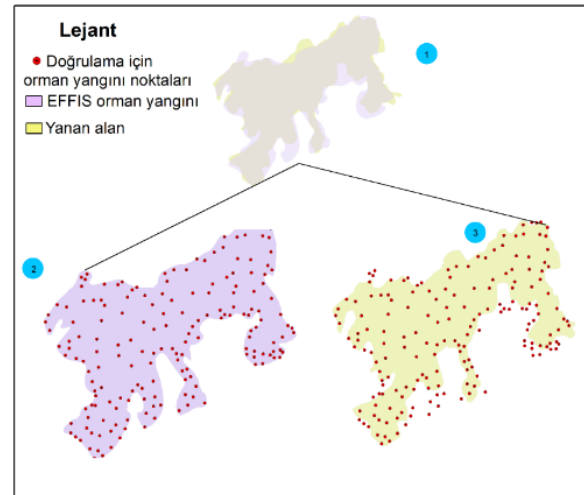


Şekil 4. dNDVI ve dNBR haritaları

Çizelge 5. Yangın sonrasındaki arazi örtüsündeki değişim ve yanma şiddeti

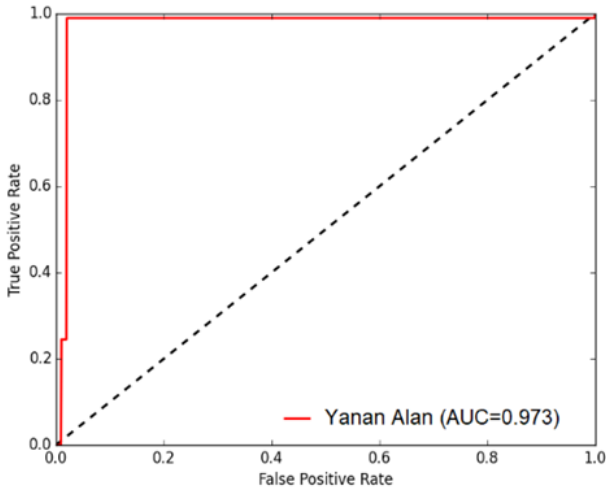
UA Verileri	Arazi Örtüsündeki Değişim (ha)	Yanma Şiddeti
Sentinel-2A	672,55	Yüksek
	1503,86	Orta
	148,30	Düşük
Landsat 8 OLI	616,34	Yüksek
	1572,46	Orta
	135,91	Düşük

Arazi örtüsünde meydana gelen değişim tespit edildikten sonra yapılan bu işlemin doğrulaması gerçekleştirilmiştir. Bunun için ROC eğrisi kullanılmıştır. EFFIS veri tabanından çalışma alanına ait poligon formatta yangın verisi temin edilmiştir. Bu veride rastgele 186 adet nokta test verisi olarak kullanılmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. EFFIS orman yangını ve analizle elde edilen yanmış alan haritaları

Yapılan doğrulama işleminde AUC değeri 0.973 olarak hesaplanmıştır (Şekil 6). Ayrıca, alan bazlı olarak da doğrulama verisiyle analizle elde edilen yanmış alan verisi kıyaslanmıştır (Çizelge 6).



Şekil 5. Yanan alanın doğrulaması için ROC

Çizelge 6. EFFIS orman yangını ile ve yanan alan verisi kıyaslaması

Veri	Yanan alan (ha)	Fark (ha)
EFFIS	2557,80	33,09
Analiz	2324,71	

Çizelge 2' de sunulan orman yangınlarına envanterine bakıldığında, 2019 yılından itibaren hem sayı hem de alan bazında yükselme trendine girdiği, 2021 yılında ise zirve yaptığı görülmektedir. Bu sonuçların çıkmasında küresel iklim değişikliğinin önemli rolü bulunduğu aşikârdır. Mersin ilinde de son beş yıldaki orman yangın sayısındaki artış, bu sonucu destekler niteliktedir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Mersin ilindeki orman yangını değerleri (OGM, 2022)

Yıl	Yangın sayısı	Yanan alan (ha)
2017	54	927,72
2018	71	69,98
2019	90	360,78
2020	87	509,15
2021	89	9661,20
2022	99	2118,13

4. Tartışma

Çalışma alanının küresel ısınma ve kuraklık tehdidi altında olmasından dolayı orman yangınlarına karşı savunmasız durumda olduğu bilinmektedir. Bu kapsamda, potansiyel orman yangınlarından korunmak, zararlarının en aza indirilmesi, ormansızlaşmanın önüne geçilmesi ve mevcut orman alanlarının en iyi şekilde yönetilmesi gerektiği aşikârdır. Bunun için bütüncül bir anlayışla sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda ormanların çevreye uyumlu şekilde yönetilmesi gerekmektedir.

Çoruhlu and Çelik (2022) ve Çoruhlu et al. (2021)'in çalışmalarında vurguladığı üzere sürdürülebilir arazi yönetimi bu hedefi gerçekleştirebilecek özelliklere sahiptir. İban and Sekertekin (2022)'in ifade ettiği üzere sürdürülebilir arazi yönetimi kamu yönetiminin, kamu ekonomisinin, hukukun ve bilimsel araştırmaların gereksinimlere cevap veren bir yapıda

olmasından dolayı orman alanlarının ve yangınlarının yönetilmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu kapsamda, Çolak and Sunar (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, yüksek yangın baskısı altında olan Türkiye'de hâlihazırda çeşitli uygulamalar ve sistemler (Sürdürülebilir Orman Yönetimi-SOY) olmasına rağmen kapsamlı bir orman yangını bilgi sistemine ihtiyaç bulunduğu ifade edilmiştir. Orman yangınlarının boyutu, meydana gelen yerin doğal yapısı, çıkış sebebinin içeren bir bilgi sisteminin kurulması son derece önem arz etmektedir. OGM her yıl ormancılık istatistiklerini (yanan alan, yangın sayısı, çıkış sebebi) şeffaf şekilde yayınlamasına rağmen konumsal bilgilerin olmaması nedeniyle arazi bilgi sistemi olarak değerlendirilmesi pek de mümkün değildir. İfade edilen şekilde bir bilgi sisteminin kurulması, karar vericilerin daha doğru kararlar vermesine katkı sağlayacaktır. Diğer bilim insanlarının yaptığı çalışmalar da bunu desteklemektedir (Ghorbanzadeh et al., 2019; Bustillo Sánchez et al., 2021; İban and Şahin, 2022).

Çalışmada, orman yangınları sonucunda arazi yüzeyindeki tahribatın boyutunu ve arazi örtüsündeki değişimin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Elde edilen ürünler karar vericiler için güvenilir ve pratik bir altlıktır (Karabulut ve ark., 2013; Dilekçi ve ark., 2021). Yanan ve yangından etkilenen alanların miktarı, tehdit altındaki insan sayısı, yanan alanların yangından etkilenme türü (yüksek, orta ve düşük) gibi veriler, kamuoyunun şeffaf ve doğru şekilde bilgilendirilmesini sağlamaktadır. Ayrıca, yangından sonraki yapılacak iş ve uygulamalar (hasar tespit, yenileme vb.) için kararların hızlı ve güvenilir şekilde alınması konusunda bilimsel literatüre değerli bir katkı sağlamaktadır (Arca et al., 2020).

NDVI ve NBR indeksleri kullanılarak çalışma alanındaki yangın sonrası değişim analiz edilmiş ve Sabuncu ve Özener (2019), Yılmaz ve ark. (2022)'in çalışmalarında vurguladığı üzere bir doğrulama yapılmıştır.

Bununla birlikte, bu çalışmanın sınırlı olduğu durumlar vardır. Orman yangınının hasar tespit çalışmalarında kullanılan parametre ve verilerin mekânsal çözünürlüğünün daha fazla olması daha detaylı analizlerin yapılmasına imkân tanıyacaktır. Yüksek çözünürlüklü (5, 10 m) veriler ile yanan alanların tespitindeki doğruluk ve hassasiyet artacaktır. Bu çalışmada ise 60 ve 30 m mekânsal çözünürlüğe sahip Sentinel-2A ve Landsat 8 OLI uydularıyla analiz gerçekleştirilmiştir. Parametrelerin artırılması ve çeşitlendirilmesi sonuçları doğrudan etkilemektedir. Bu bulguyu destekleyen birçok çalışma yapılmıştır (Pouyan et al., 2021; Arca et al., 2020; Doğan and Yakar, 2018; Oğuz et al., 2021). İban and Sekertekin (2022)'in vurguladığı üzere parametre seçiminde kesin bir ortak görüş yoktur. Daha çok, çalışma alanının özelliğine göre eldeki mevcut veri ve literatürde yer alan parametrelerin bazıları tercih edilmektedir.

5. Sonuçlar

Son yıllarda dünya genelinde orman yangınları artış göstermekte ve bu durum ormansızlaşmaya neden olmaktadır. Akdeniz havzasında yer alan Türkiye küresel iklim değişikliğinin artırdığı orman yangınlarına karşı yüksek tehdit altında bulunmaktadır. Bu yüzden, meydana gelen orman yangınlarının tespit edilmesi ve hasarlarının belirlenmesi, sürdürülebilir orman yönetimi için gerekli unsurlardan biridir.

Tüm bu sebeplerden dolayı, Türkiye'nin güneyindeki Akdeniz Bölgesi'nde yer alan Mersin ilinde çalışma gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada 2021 yılında meydana gelen, etkileme alanı ve şiddeti fazla olan Silifke'deki orman yangınları ele alınmıştır. Yangın öncesi ve sonrasında uydu görüntüleri analize tabi tutulmuştur. Tonbul et al. (2016), Arisanty et al. (2019)'ün de çalışmalarında tercih ettiği üzere NDVI ve NBR indeksleri kullanılmıştır. Benzer sonuçları veren bu indekslerle analizler gerçekleştirilmiştir. İndeks farkları alınarak yanan alanlar ve yanma şiddeti kantitatif olarak belirlenmiştir (Şekil 3). Bununla birlikte, farklı yöntemlerle yapılan analizinin tutarlılığı için doğrulama işlemi gerçekleştirilmemiştir. Elde edilen çıktı ürünler, harita mühendisliği, coğrafya bilimi ve araştırmanın alanı dikkate alınıp değerlendirilmelidir. Yangına maruz bölgelerin ve yanma şiddetlerinin değerlendirilmesi yangın sonrası izleme çalışmalarında, araştırmacılar, ormancılar ve yöneticiler için kritik bir araçtır.

Ayrıca, kapsamlı veriler ve yeterli bilgisayar donanım sistemleri ile çalışmanın sınırları bölgesel ulusal, kıtasal veya küresel olarak genişletilebilir. Yapılan bu işlemlerin temel amacı, sürdürülebilir arazi yönetimi altında orman ve orman yangınlarının yönetilmesidir. Nihayetinde, sürdürülebilir orman yönetimi sisteminin oluşturulmasıdır. Böylece, ormanların korunması, en iyi şekilde yönetilmesi, gelecek nesillere aktarılması, orman yangınlarının azaltılması ve önlenmesi gerçekleştirilebilir. Bu çalışmanın Mersin ilinde ve Türkiye'de sürdürülebilir orman yönetimi sistemine hizmet etmesi öngörülmektedir.

Kaynaklar

- Amjad, D., Kausar, S., Waqar, R., Sarwar, F., 2019. Land cover change analysis and impacts of deforestation on the climate of district Mansehra, Pakistan. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences* 14(6), 103-113.
- Arca, D., Hacısalihoğlu, M., Kutoğlu, Ş. H., 2020. Producing forest fire susceptibility map via multi-criteria decision analysis and frequency ratio methods. *Natural Hazards* 104, 73-89.
- Arisanty, D., Adyatma, S., Muhaimin, M., Nursaputra, A., 2019. Landsat 8 OLI TIRS Imagery Ability for Monitoring Post Forest Fire Changes. *Pertanika Journal of Science & Technology*, 27(3), 1105-1120.
- Arunachalam, M., Joshua, R. M., Kochuparampil, A. J., Saravanavel, J., 2023. ArcOLITIRS: A toolbox for radiometric calibration and surface temperature estimation from Landsat 8 products in ArcGIS environment. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 51(3), 453-468.
- Bekçi, R. N., Kuşak, L., 2022. Mekânsal çözünürlüğün güneşlenme potansiyeline etkisi. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi* 4(1), 46-51.
- Bekçi, R. N., Zorlu, Ö., Menekşe, E., 2022. Regression analysis and use of artificial neural networks in housing valuation forecasting: case example of Güvenevler neighbourhood in Mersin. *Estate Development with Risk Analysis, Advanced GIS* 2(1), 24-32.
- Bentekhici, N., Bellal, SA., Zegrar, A., 2020. Contribution of remote sensing and GIS to mapping the fire risk of Mediterranean forest case of the forest massif of Tlemcen (North-West Algeria). *Natural Hazards* 104(1), 811-831.
- Bustillo Sánchez, M., Tonini, M., Mapelli, A., Fiorucci, P., 2021. Spatial assessment of wildfires susceptibility in SantaCruz (Bolivia) using random forest. *Geosciences* 11(5), 224.
- Chuvieco, E., 2009. *Earth Observation of Wildland Fires in Mediterranean Ecosystems* (p. 257). Springer, Berlin / Heidelberg.
- Coruhlu, Y. E., Baser, V., Yıldız, O., 2021. Object-based geographical data model for determination of the cemetery sites using SWOT and AHP integration. *Survey Review* 53(377), 108-121.
- Coruhlu, Y. E., Uzun, B., Yıldız, O., 2020. Zoning plan-based legal confiscation without expropriation in Turkey in light of ECHR decisions. *Land use Policy* 95, 104598.
- Çakır, M., 2017. Toprak faunasının kurak ekosistemlerdeki görevleri. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 67-78.
- Çelik, M. A., Gülersoy, A. E., 2018. Climate classification and drought analysis of Mersin. *Manisa Celal Bayar University Journal of Social Sciences* 16(1), 1-26.
- Çolak, E., Sunar, F., 2020. Evaluation of forest fire risk in the Mediterranean Turkish forests: A case study of Menderes region, Izmir. *International journal of disaster risk reduction*, 45, 101479.
- Çoruhlu, Y. E., Çelik, M. Ö., 2022. Protected area geographical management model from design to implementation for specially protected environment area. *Land Use Policy* 122, 106357.
- Das, J., Mahato, S., Joshi, P. K., Liou, Y. A., 2023. Forest fire susceptibility zonation in Eastern India using statistical and weighted modelling approaches. *Remote Sensing*, 15(5), 1340.
- Dilekçi, S., Marangoz, A. M., Ateşoğlu, A., 2021). Zonguldak ve Ereğli Orman İşletme Müdürlükleri orman yangını risk alanlarının belirlenmesi. *Geomatik*, 6(1), 44-53.
- Doğan, Y., Yakar, M., 2018. GIS and three-dimensional modeling for cultural heritages. *International Journal of Engineering and Geosciences* 3(2), 50-55.
- Down to Earth, 2022. Down to Earth state of the world's forests <https://www.downtoearth.org.in/news/forests/state-of-the-world-s-forests-2022-10-of-total-forest-area-on-earth-lost-in-30-years-82658>.
- Duran, C., 2014. Mersin ilindeki orman yangınlarının başlangıç noktalarına göre mekânsal analizi (2001-2013). *Ormancılık Araştırma Dergisi* 1(1 A), 38-49.
- EFFIS, 2023a. European Forest Fire Information System. effis.jrc.ec.europa.eu/apps/effis.statistics/estimates (Erişildi 03.01.2023).
- EFFIS, 2023b. European Forest Fire Information System. <https://effis.jrc.ec.europa.eu/applications/data-and-services> (Erişildi 16.11.2023).
- Ercan, B., Özdilim, S., Avcı, M. G., 2023. Orman yangınlarına ilk müdahale ekiplerinin yerleşim planlaması: Aliğa-İzmir örneği. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 9(1), 96-103.
- ESA, 2023. Sentinel. sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-2 (Erişildi 03.01.2023).
- ESA. 2021. ESA. <http://www.esa.int/> (Erişildi 15.10.2021).
- Escuin, S., Navarro, R., Fernández, P., 2008. Fire severity assessment by using NBR (Normalized Burn Ratio) and NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) derived

- from LANDSAT TM/ETM images. *International Journal of Remote Sensing* 29(4), 1053-1073.
- FAO. 2022a. EFFIS statistic estimates <https://effis.jrc.ec.europa.eu/apps/effis.statistics/estimates> (Erişildi 29.12.2022).
- FAO, 2022b. The State of the World's Forests (SOFO) <https://www.fao.org/publications/sofo/2022/en/> (Erişildi 30.12.2022).
- Fidanboy, M., Adar, N., Okyay, S., 2022. Derin öğrenmeye dayalı orman yangını tahmin modeli geliştirilmesi ve Türkiye yangın risk haritasının oluşturulması. *Ormanlık Araştırma Dergisi* 9(2), 206-218.
- Garbolino, E., Sanseverino-Godfrin, V., Hinojos-Mendoza, G., 2017. Describing and predicting of the vegetation development of Corsicadue to expected climate change and its impact on forest fire risk evolution. *Safety Science* 88, 180-186.
- Ghorbanzadeh, O., Valizadeh Kamran, K., Blaschke, T., Aryal, J., Naboureh, A., Einali, J., Bian, J., 2019. Spatial prediction of wildfire susceptibility using field surveygpsdata and machine learning approaches. *Fire* 2(3).
- Giannakopoulos, C., Le Sager, P., Bindi, M., Moriondo, M., Kostopoulou, E., Goodess, C. M., 2009. Climatic changes and associated impacts in the Mediterranean resulting from a 2 C global warming. *Global and Planetary Change* 68(3), 209-224.
- Golkarian, A., S. A. Naghibi, B. Kalantar, Pradhan, B., 2018. Groundwater Potential Mapping Using C5.0, Random Forest, and Multivariate Adaptive Regression Spline Models in GIS. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190,149.
- Gürsoy, M. İ., Orhan, O., Tekin, S., 2023. Creation of wildfire susceptibility maps in the Mediterranean Region (Turkey) using convolutional neural networks and multilayer perceptron techniques. *Forest Ecology and Management*, 538, 121006.
- Iban, M. C., Sekertekin, A., 2022. Machine learning based wildfire susceptibility mapping using remotely sensed fire data and GIS: A case study of Adana and Mersin provinces, Turkey. *Ecological Informatics* 69, 101647.
- Isaev, A. S., Korovin, G. N., Bartalev, S. A., Ershov, D. V., Janetos, A., Kasischke, E. S., Shugart, H. H., French B. E. O. Murphy, T. L., 2002. Using remote sensing to assess Russian forest fire carbon emissions. *Climatic Change*, 55, 235-249.
- İban, M. C., Şahin, E., 2022. Monitoring burn severity and air pollutants in wildfire events using remotesensing data: the case of Mersin wildfires in summer 2021. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 12(2), 487-497.
- Jin, R., Lee, K. S., 2022. Investigation of forest fire characteristics in north korea using remote sensing data and GIS. *Remote Sensing* 14(22), 5836.
- Kalantar, B., Ueda, N., Idrees, M. O., Janizadeh, S., Ahmadi, K., Shabani, F., 2020. Forest fire susceptibility prediction based on machine learning models with resampling algorithms on remote sensing data. *Remote Sensing*, 12(22), 3682.
- Karabulut, M., Karakoç, A., Gürbüz, M., Kızılelma, Y., 2013. Coğrafi bilgi sistemleri kullanarak başkonuş dağında (Kahramanmaraş) orman yangını risk alanlarının belirlenmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6(24), 171-179.
- Kimengsi, J. N., Owusu, R., Djenontin, I. N., Pretzsch, J., Giessen, L., Buchenrieder, G., Pouliot, M., Acosta, A. N., 2022. What do we (not) know on forest management institutions in sub-Saharan Africa A regional comparative review. *Land Use Policy* 114, 105931.
- Lapola, D. M., Pinho, P., Barlow, J., Aragão, L. E., Berenguer, E., Carmenta, R., Liddy, H. M., Walker, W. S., 2023. The drivers and impacts of Amazon Forest degradation. *Science*, 379(6630), eabp8622.
- Lavanya, B., Padmaja, B., 2014. A Novel approach for identification of forest fires using land surface temperature images. *IOSR Journal of Computer Engineering* 16(5), 78-83.
- Li, W., Guo, W. Y., Pasgaard, M., Niu, Z., Wang, L., Chen, F., Qin Y., Svenning, J. C., 2023. Human fingerprint on structural density of forests globally. *Nature Sustainability* 1-12.
- Lîbiete, Z., Jansons, Ā., Ruņis, D., Donis, J., 2023. Forest resources and sustainable management. In *Forest Microbiology* (pp. 3-31). Academic Press.
- Liu, S., Zheng, Y., Dalponte, M., Tong, X., 2020. A novel fire index-based burned area change detection approach using Landsat-8 OLI data. *European journal of remotesensing* 53(1), 104-112.
- Mersin Valiliği, 2022. Nüfus ve dağılım. <http://www.mersin.gov.tr/nufus-ve-dagilim>(Erişildi 15.11.2022)
- MGM, 2022a. Kuraklık analizi, <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/kuraklik-analizi.aspx?d=yillik#sfB> (Erişildi 27.12.2022).
- MGM, 2022b. İl ve ilçe veri değerlendirme. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A> (Erişildi 27.12.2022).
- Moayed, H., Mehrabi, M., Bui, D. T., Pradhan, B., Foong, L. K., 2020. Fuzzy-metaheuristicensembles for spatial assessment of forest fire susceptibility. *Journal of Environmental Management* 260, 109867.
- Mwaniki, M. W., Kuria, D. N., Boitt, M. K., Ngigi, T. G., 2017. Image enhancements of Landsat 8 (OLI) and SAR data for preliminary landslide identification and mapping applied to the central region of Kenya. *Geomorphology*, 282, 162-175.
- Naghibi, S. A., H. R. Pourghasemi, Dixon, B., 2016. GIS-based Groundwater Potential Mapping Using Boosted Regression Tree, Classification and Regression Tree, and Random Forest Machine Learning Models in Iran. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188,44.
- Navarro, G., Caballero, I., Silva, G., Parra, P., Vázquez, Á., Caldeira, R., 2017. Evaluation of forest fire on Madeira Island using Sentinel-2A MSI imagery. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 58, 97-106.
- Nguyen, Q. H., Nguyen, H. D., Le, D. T., Bui, Q. T., 2023. Fine-tuning LightGBM using an artificial ecosystem-based optimizer for forest fire analysis. *Forest Science*, 69(1), 73-82.
- OBM, 2022. Silifke Orman bilgileri <https://mersinobm.ogm.gov.tr/SilifkeOIM/Sayfalar/default.aspx> (Erişildi 08.12.2022).

- OGM, 2022. Orman Genel Müdürlüğü. Ormancılık ve Yangın İstatistikleri. <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler> (Erişildi 17.08.2023).
- Oğuz, E., Oğuz, K., Öztürk, K., 2021. Determination of flood susceptibility areas of Düzce region. *Journal of Geomatics* 7(3), 220-234.
- Orhan, O., 2021. Land suitability determination for citrus cultivation using a GIS-based multi-criteria analysis in Mersin, Turkey. *Computers and Electronics in Agriculture*, 190, 106433.
- Orhan, O., Yakar, M., Ekercin, S., 2020. An application on sinkhole susceptibility mapping by integrating remote sensing and geographic information systems. *Arabian Journal of Geosciences* 13, 886.
- Our World in Data, 2022. Our World in Data forest area. <https://ourworldindata.org/forest-area> (Erişildi 29.12.2022).
- Öztürk, D., 2022. Sentinel-2A MSI ve Landsat-9 OLI-2 görüntüleri kullanılarak farklı geçirimsiz yüzey indekslerinin karşılaştırmalı değerlendirilmesi: Samsun Örneği. *Ege Coğrafya Dergisi*, 31(2), 401-423.
- Öztürk, T., Gürsoy, F., 2022. Küresel iklim değişikliğinin Arktik Okyanusu'na jeopolitik etkisi. *Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 22(1), 117-31.
- Pourtaghi, Z. S., Pourghasemi, H. R., Aretano, R., Semeraro, T., 2016. Investigation of general indicators influencing on forest fire and its susceptibility modeling using different data mining techniques. *Ecological indicators*, 64, 72-84.
- Pourtaghi, Z. S., Pourghasemi, H. R., Rossi, M., 2015. Forest fire susceptibility mapping in the Minudasht forests, Golestan province, Iran. *Environmental Earth Sciences* 73(4), 1515-1533.
- Pouyan, S., Pourghasemi, H. R., Bordbar, M., Rahmanian, S., Clague, J. J., 2021. A multi-hazard map-based flooding, gully erosion, forest fires, and earthquakes in Iran. *Scientific Reports*, 11(1), 1-19.
- Rege, J.E.O., Ochieng, J.W., 2022. The state of capacities, enabling environment, applications and impacts of biotechnology in the forestry sector. *Agricultural Biotechnology in Sub-Saharan Africa*, 123-143.
- Sabuncu, A., Özener, H., 2019. Uzaktan algılama teknikleri ile yanmış alanların tespiti: İzmir Seferihisar orman yangını örneği. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 5(2), 317-326.
- Saglam, B., Bilgili, E., Dincdurmaz, B. D., Kadiogulları, A. İ., Küçük, Ö., 2008. Spatio-temporal analysis of forest fire risk and danger using LANDSAT imagery. *Sensors* 8(6), 3970-3987.
- Sari, F., 2021. Forest fire susceptibility mapping via multi-criteria decision analysis techniques for Muğla, Turkey: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *Forest Ecology and Management* 480, 118644.
- Sargıncı, M., Beyazyüz, F., 2022. İklim değişikliğinin ormanlar üzerindeki etkisi: İklim akılcı ormancılık bakış açısı. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 8(2), 142-149.
- Satir, O., Berberoglu, S., Donmez, C., 2016. Mapping regional forest fire probability using artificial neural network model in a Mediterranean forest ecosystem. *Geomatics, Natural Hazards and Risk* 7(5), 1645-1658.
- Seleem, T., Bafi, D., Karantzia, M., Parcharidis, I., 2022. Water quality monitoring using Landsat 8 and Sentinel-2 satellite data (2014–2020) in Timsah Lake, Ismailia, Suez Canal Region (Egypt). *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 50(12), 2411-2428.
- Shin, J. I., Seo, W. W., Kim, T., Park, J., Woo, C. S., 2019. Using UAV multispectral images for classification of forest burn severity—A case study of the 2019 Gangneung forest fire. *Forests* 10(11), 1025.
- Si, L., Shu, L., Wang, M., Zhao, F., Chen, F., Li, W., Li, W., 2022. Study on forest fire danger prediction in plateau mountainous forest area. *Natural Hazards Research*, 2(1), 25-32.
- Silva, I. D. B., Valle, M. E., Barros, L. C., Meyer, J. F. C., 2020. A wildfire warning system applied to the state of Acre in the Brazilian Amazon. *Applied Soft Computing* 89, 106075.
- Sivrikaya, F., Küçük, Ö., 2022. Modeling forest fire risk based on GIS-based analytical hierarchy process and statistical analysis in Mediterranean region. *Ecological Informatics* 68, 101537.
- The Global Economy, 2022. The Global Economy rankings forest area. https://www.theglobaleconomy.com/rankings/forest_area/ (Erişildi 29.12.2022).
- Tonbul, H., Kavzoglu, T., Kaya, S., 2016. Assessment of fire severity and post-fire regeneration based on topographical features using multitemporal Landsat imagery: A case study in Mersin, Turkey. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 41, 763-769.
- USGS FIREMON, 2023. United States Geological Survey, Fire Effects Monitoring and Inventory Protocol. <https://www.frames.gov/firemon/home> Erişildi 17.08.2023.
- USGS, 2021. United States Geological Survey. 20201. <https://earthexplorer.usgs.gov/> (Erişildi 15.10.2021).
- USGS, 2023. United States Geological Survey <https://www.usgs.gov/landsat-missions> (Erişildi 1.03.2023).
- WB, 2023. The World Bank. <https://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.FRST.ZS?end=2020&start=1990&view=chart> (Erişildi 27.02.2023).
- Warren, M. A., Simis, S. G., Martinez-Vicente, V., Poser, K., Bresciani, M., Alikas, K., Spyarakos, E., Giardino, C., & Ansper, A., 2019. Assessment of atmospheric correction algorithms for the Sentinel-2A multispectral imager over coastal and inland waters. *Remote sensing of environment*, 225, 267-289.
- Weather Spark, 2021. Weather Spark hava tahmini <https://tr.weatherspark.com/h/d/98267/2021/7/28/28-Temmuz-2021-%C3%87ar%C5%9Famba-tarihinde-inMersin-T%C3%BCrkiye-Ortalama-Hava-Durumu#metar-04-50> (Erişildi 12.12.2022).
- Worldometer, 2022. Worldometers Turkey food agriculture <https://www.worldometers.info/food-agriculture/turkey-food-agriculture/> (Erişildi 01.12.2022).
- Yakubu, I., Mireku-Gyimah, D., & Duker, A. A. (2015). Review of methods for modelling forest fire risk and hazard. *African Journal of Environmental Science and Technology* 9(3), 155-165.
- Yılmaz, B., Demirel, M., & Balçık, F. (2022). Yanmış alanların Sentinel-2 msi ve Landsat-8 olı ile tespiti ve analizi: Çanakkale/Gelibolu orman yangını. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 8(1), 76-86.



ÇAKÜ Araştırma Ormanı Karaçam meşcereleri için tek ve çift girişli toprak üstü ağaç biyokütle denklemlerinin geliştirilmesi

İlker Ercanlı ¹, Muammer Şenyurt ¹, Alkan Günlü ¹, Meriç Çakır ¹, Ferhat Bolat ¹, Sinan Bulut ¹

¹ Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, 18200, Çankırı

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 16/10/2023

Kabul Tarihi: 29/12/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1376635>

* Sorumlu yazar:

ilkerercanlı@karatekin.edu.tr

ÖZ

Araştırma Makalesi

Bu çalışmada, Çankırı Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde yer alan Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanı içerisinde bulunan saf ve aynı yaşı Anadolu Karaçamı meşcerelerinden seçilen 50 adet örnek ağaç kullanılarak tek ve çift girişli gövde, kabuk, ibre, dal ve toplam toprak üstü biyokütle denklemleri geliştirilmiştir. Geliştirilen bu denklemlerden, tek girişli gövde biyokütle denkleminin belirleme katsayısı (R^2), toplam hata yüzdesi (THY), ortalama mutlak hata yüzdesi (OMHY) değerleri sırasıyla 0,911, -4,7763 ve 16,9823 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler çift girişli gövde biyokütle denklemi için sırasıyla 0,951, 0,0000 ve 12,2506 olarak bulunmuştur. Tek ve çift girişli kabuk biyokütle denklemlerinin R^2 , THY ve OMHY değerleri (devam eden cümlelerde köşeli parantez içerisinde verilen değerler çift girişli denklemlere ait, []) sırasıyla 0,885 [0,926], -4,2410 [0,0000] ve 20,3853 [17,6638]'tir. Tek ve çift girişli ibre biyokütle denklemi için benzer şekilde R^2 , THY ve OMHY değerleri sırasıyla 0,547 [0,637], ve 31,4892 [0,0000] ve 55,3247 [57,1074] olarak elde edilmiştir. Tek ve çift girişli dal biyokütle denklemlerinin R^2 , THY ve OMHY değerleri sırasıyla 0,781 [0,793], 0,5932 [6,2919] ve 33,5256 [34,7849] olarak hesaplanmıştır. Tek ve çift girişli toplam toprak üstü biyokütle denklemlerinin R^2 , THY ve OMHY değerleri ise sırasıyla 0,913 [0,954], 2,3304 [7,5169] ve 17,5011 [14,5473] olarak elde edilmiştir. Tüm bu denklemlere ilişkin bütün parametreler, istatistiksel olarak $p < 0,001$ önem düzeyi ile anlamlı bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Biyokütle bileşenleri, regresyon, tahmin, Karaçam

Developing single- and double-entry above-ground tree biomass equations for Crimean Pine stands located in ÇAKÜ Research Forest

ABSTRACT

In this study, single and double entry stem, bark, leaf, branch, and total biomass equations were developed using a total of 50 trees measured in pure and even-aged Anatolian Crimean Pine stands located in Çankırı Karatekin University, Faculty of Forestry Research and Application Forests, Çankırı State Forest Planning Unit. Among the biomass equations developed, the coefficient of determination (R^2), the percent of total error (TE%), and the percent of mean absolute error (MAE%) were calculated as 0.911, -4.7763, and 16.9823 for single-entry stem biomass, respectively. Those for double-entry stem biomass were found as 0.951, 0.0000, and 12.2506 in the same order. R^2 , TE%, and MAE% (the values into square brackets in the following sentences are belong to double-entry equations, []) for single- and double-entry bark biomass equations were 0.885 [0.926], -4.2410 [0.0000] and 20.3853 [17.6638]. In the same way, R^2 , TE%, and MAE% for single- and double-entry leaf biomass equations were obtained as 0.547 [0.637], and 31.4892 [0.0000] and 55.3247 [57.1074]. R^2 , TE%, and MAE% for single- and double-entry branch biomass equations were calculated as 0.781 [0.793], 0.5932 [6.2919] and 33.5256 [34.7849]. R^2 , TE%, and MAE% for single- and double-entry total biomass equations were obtained as 0.913 [0.954], 2.3304 [7.5169] and 17.5011 [14.5473]. The estimated parameters in all the equations were found to be statistically significant at 0.001 significance level.

Key Words: Biomass, regression, prediction, Crimean Pine

Bu makaleye atf:

Ercanlı, İ., Şenyurt, M., Günlü, A., Çakır, M., Bolat, F., Bulut, S., 2023. ÇAKÜ Araştırma Ormanı Karaçam meşcereleri tek ve çift girişli toprak üstü ağaç biyokütle denklemlerinin geliştirilmesi. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(2), 126-134.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

1. Giriş

Günümüzde yenilenebilir doğal kaynaklardan en önemlisi orman biyokütlesidir (Alemdağ, 1981). Biyokütle; bir ağaçtan elde edilebilecek gövde, dal, yaprak, kabuk ve köklerden oluşan ve bu ağaçların oluşturduğu meşcerenin toplam kütle (ağırlık) miktarı olarak ifade edilmektedir (Sun ve ark., 1980). Biyokütle, ekosistemlerdeki madde birikimi ve değişimini, ormanların karbon stokları ile yıllık karbon depolama güçlerini ve ormanların biyoenerji kapasitelerini oluşturur (Saraçoğlu, 1988). Son yıllarda, Dünya petrol ve doğal gaz gibi fosil kaynaklı doğal kaynakların gün geçtikçe tükenmesi, petrol fiyatlarının artışı ve bu fosil kaynaklı yakıtların tüketilmesi ile atmosferde karbondioksit konsantrasyonunun artması, orman biyokütlesi gibi yenilenebilir kaynaklara olan ilgiyi artırmaktadır (Saraçoğlu, 1988). Bu bakımdan, başta Avrupa Birliği içindeki ülkeler olmak üzere dünyada birçok ülke politikalarında biyokütleden elde edilen enerji kullanımının artırılmasına yönelik bir eğilim göze çarpmaktadır (Saraçoğlu, 1988).

Biyokütle kavramı, 19. Yüzyılın başlarında Alman ormancı Hartig tarafından dendrometrik ölçümlerin kuru ağırlık olarak açıklanması gerektiği şeklinde dolaylı olarak ifade edilmiştir. 1930'lu yıllarda, 1932 yılında Boysen-Jensen ve Senda; 1950'li yıllarda ise, 1953 yılında Bürger ve 1957 yılında Ovington tarafından biyokütle konusundaki ilk çalışmalara gerçekleştirilmiştir. Daha sonraki yıllarda, 1964 yılında Borowski ve 1967 yılında Young, göğüs çapı, çap artımı ve boya dayalı şekilde ağaç kütle artımı tablolarını düzenlemişlerdir (Saraçoğlu, 1988). Orman ekosistemi içerisindeki ağaçların kütle olarak miktarı belirlenebilecek olan kısımları; gövde, dal odunu, kabuk, kökler, yapraklar ve meyve ya da kozalak şeklinde sınıflandırılabilir (Saraçoğlu, 1988).

Yakın gelecekte dünyamızda petrol ve doğalgaz konusunda kıtlık yaşanacağı, bilim insanlarının ortak görüşü olarak ortaya çıkmaktadır. Bu türden yenilenemeyen fosil yakıtların tükeniyor olması, yeni enerji kaynağı alternatifleri bulunmasını zorunlu kılmaktadır (Saraçoğlu, 1998). Bir kaynak alternatifi olarak, orman ekosistemini oluşturan ağaçların kütlelerini kapsayan "orman biyokütlesi" de değerlendirilmeye başlamıştır. Biyokütle, güneş enerjisinin bitkisel maddeler biçimine değişimi ile ortaya çıkmaktadır. Günümüzde orman biyokütlesi olarak, doğal ve yapay meşcereler, yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak araştırılmaya başlanmıştır. Son yıllarda, enerji kıtlığının giderilmesine katkı sağlayabilmek amacıyla orman işletmeciliği ve orman biyokütle kaynaklarının çeşitli şekillerde kullanılmasına yönelik alternatif yöntemler geliştirilmektedir (Alemdağ, 1981; Saraçoğlu, 1998).

Odun, bugüne kadar özellikle hammadde olarak kullanılmış ve mekanik yöntemle değerlendirilmiş; bunun dışında kalan kısımların ise çok küçük bir bölümü kimyasal olarak kâğıt, besin (yem) maddesi, ilaç, kozmetik maddeler ve ikincil organik maddelerin elde edilmesinde kullanılmıştır. Hammadde kaynaklarından daha fazla yararlanmak için, alışımlı kullanım alanları ile yetinilmeyip, özellikle artıkların işlenmesine ve teknolojik kullanımına başlanmıştır. Günümüzde orman hasılatından değerlendirilebilen hammaddelerin elde edilmesi, artırılması ve çok yönlü kullanılmasına ilişkin olanaklar büyük ilgi görmektedir (Saraçoğlu, 1998). Bu suretle ormanların sunduğu ürün ve hizmetleri tamamıyla saptamak ve bu şekilde

değerlendirmek ekonomik planlama açısından daha faydalı olacaktır.

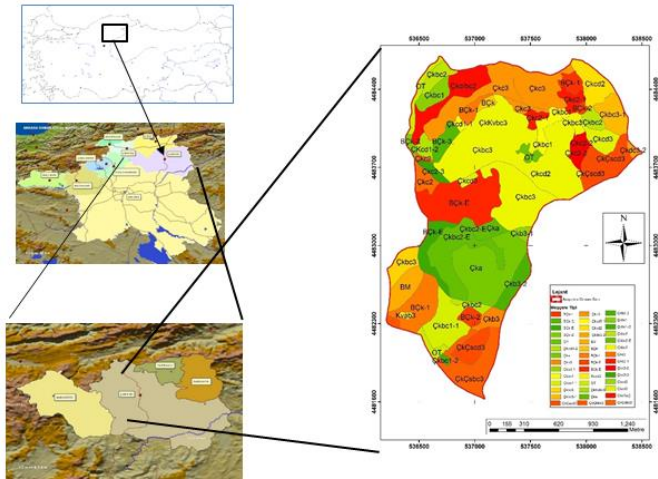
Saraçoğlu, (1988)'e göre; değişik orman alanlarının, farklı ağaç türlerinin ve farklı bonitetlerin (yetiştirme ortamı verim gücünün) karşılaştırılmasında, sadece odun verileri üzerinden kıyaslama yetersiz kalmaktadır. Çünkü karşılaştırmada; odun haricindeki ağaç bileşenleri de (dallar, yapraklar / iğne yapraklar, gövde kabuğu) dikkate alınmalıdır. Zira sadece odun miktarı, tüm biyokütleyi ya da yetiştirme ortamının tüm verimini temsil edememektedir. Ayrıca yakın geçmişe kadar odun verimi bile, genellikle kabuksuz olarak kullanılmıştır. Oysa evrensel bir sorun olan hammadde kıtlığı, ormanların tüm bileşenlerinin kapsamlı şekilde belirlenmesini zorunlu kılmakta ve dolayısıyla da ormanların kapasiteli toplam biyokütle kaynağına olan ilgiyi giderek artırmaktadır.

Ülkemizde de birçok araştırmacı tarafından, çeşitli ağaç türlerinin biyokütle miktarlarını tahmin etmek amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmış ve biyokütle tabloları düzenlenmiştir. Sun ve ark. (1976), stepe geçiş alanlarındaki Sarıçam meşcerelerinde gövde, dal, ibre ve tüm ağacın yaş ve fırın kurusu ağırlıklarını göğüs yüzeyi orta ağacının çapı ve boyuna bağlı olarak hesaplayan doğrusal ilişkiler geliştirmiş ve söz konusu bileşenlerin hektardaki yaş ve fırın kurusu ağırlıklarını belirlemişlerdir. Sun ve ark. (1980), Antalya Bük Araştırma Ormanı'nda Kızıldağda yaptıkları araştırmada orta ağaç yöntemi ile tek ağaç ve hektardaki bileşenlerin yaş ve fırın kurusu ağırlıklarını belirlemek için eşitlikler geliştirmişlerdir. Saraçoğlu (1988), Kızıldağ biyokütle tablolarını gövde odunu, gövde kabuğu, yaşayan dallar, dalcık ve yapraklar ile tüm ağaç için, regresyon modelleri yöntemiyle, ülkemizde ilk örnek çalışma olarak düzenlenmiştir. Saraçoğlu (1998), Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki Doğu Kayını; Durkaya (1998), Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü'ndeki Meşe; İkinci (2000), Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü'ndeki Kestane; Ünsal (2007), Adana Orman Bölge Müdürlüğü Karaisalı Orman İşletme Müdürlüğü'ndeki Kızıldağ; Atmaca (2008), Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü'ndeki Sarıçam; Çakıl (2008), Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü'ndeki Karaçam; Ülküdür (2010), Antalya Orman Bölge Müdürlüğü'ndeki Sedir, Karabürk (2011), Bartın ilindeki Göknar ve Yılmaz (2015)'da, Antalya Orman Bölge Müdürlüğü'ndeki Kızıldağ meşcerelerinin tek ağaç ve hektardaki biyokütle miktarlarının tahmin edilmesi konusunda çalışma yapmışlardır. Ayrıca, Ülker (2010), Amasya Orman Bölge Müdürlüğü içerisindeki Sarıçam meşcerelerinin; Mısır ve ark. (2010) Maçka Orman İşletme Müdürlüğü Eğitim ve Araştırma İşletme Şefliği Doğu Ladini meşcerelerinin; Aydın (2010), Artvin Orman Bölge Müdürlüğü Borçka Orman İşletme Müdürlüğü'ndeki Sarıçam meşcerelerinin tek ağaç biyokütle miktarlarının tahmin edilebilmesi amacıyla çalışma yapmışlardır. Ayrıca, Sönmez ve ark. (2010)'da, Artvin yöresindeki aynı yaşlı ve saf Doğu Ladini meşcereleri için ve Yavuz ve ark. (2010)'da Karadeniz Bölgesi saf ve karışık sarıçam meşcereleri için biyokütleyi ve karbon depolama kapasitesi belirlemişlerdir. Sağlam (2016), Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde yer alan Taşköprü yöresi karaçam meşcereleri için biyokütle denklemlerinin geliştirmiştir. Sakıcı ve ark. (2016), Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde yer alan Anadolu Karaçamı ağaçlarının toprak üstü biyokütle ve karbon depolama denklemleri geliştirmiştir.

Ekosistem Tabanlı Orman Amenajman Planlamasının daha da önem kazandığı günümüzde, ormanları sadece odun hammaddesi olarak değerlendirmek yeterli olmamaktadır. Buna ek olarak ağaç türlerini toprak üstü biyokütle olarak; hatta bünyelerinde depoladıkları karbon ve ürettikleri oksijen miktarını da işin içine katarak değerlendirmek daha yerinde olacaktır. Dolayısıyla ağacı ve ormanı ele alırken, ne çeşit odun hammaddesi sunduğunu bilmenin yanı sıra toprak üstünde ne kadar bir biyokütleyle sahip olduğunu; doğa ile nasıl bir karbon-oksijen alışverişi içinde olduğunu bilmek de ormanların sahip olduğu önemi ve ekonomik değeri arttırmaktadır. Açıklamalardan da anlaşılacağı üzere; ormanlardan faydalanırken faydalanmanın düzenlenmesi ve bunun içinde ormanın sunduğu ürün ve hizmetlerin net olarak bilinmesi gereklidir. Bu kapsamda, bu çalışmada; Ankara Orman Bölge Müdürlüğü, Çankırı Orman İşletme Müdürlüğü, Çankırı Orman İşletme Şefliği, Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanı içerisinde bulunan saf ve doğal Anadolu Karaçam ağaçları için toprak üstü canlı ağaç biyokütlesini göğüs çapı (tek girişli) ve göğüs çapı ile birlikte boya göre (Çift girişli) tahmin eden regresyon denklemlerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, araştırma materyali olarak, Ankara Orman Bölge Müdürlüğü, Çankırı Orman İşletme Müdürlüğü, Çankırı Orman İşletme Şefliği, Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanı içerisinde bulunan saf ve doğal Anadolu Karaçam'ının (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) meşcerelerinden Ercanlı ve ark. (2020) tarafından elde edilmiş 50 adet örnek ağaca ilişkin veriler kullanılmıştır (Şekil 1).



Şekil 2. Çalışma alanı

Çalışma alanından elde edilen örnek ağaçların, çalışma alanında gözlemlenen biyokütle gelişimindeki değişkenliği en iyi şekilde temsil edecek şekilde farklı çap ve boylarda bireyler olmasına dikkat edilmiştir. Özellikle, örnek ağaçların; bozuk tepeli, kusurlu (tepe kırıklığı, çatalılık, kurumuş) olmamasına, böcek tahribatına uğramamış, mantar zararı ve özellikle çeşitli nedenlerle yaralanıp dip çürüklüğü olmayan bir özellik taşımalarına özen gösterilmiştir. Çalışma kapsamında elde

edilen örnek ağaçlara ilişkin tanımlayıcı istatistikler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Örnek ağaçlara ilişkin istatistiksel bilgiler

	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)
Ortalama	24,3	10,91
Standart Sapma	9,4	2,86
Minimum	8,5	4,90
Maksimum	44,3	17,30

Çalışma kapsamında, özellikle farklı çaplarda ve boylarda seçilen 50 adet örnek ağaçlar, dip kütük yüksekliğinden (0,3 m) kestirilerek, mümkün olduğunca düzenli bir şekilde (0,3 m, 1,3 m, 2,3 m gibi, 1'er metre ara ile) gövde çapları ölçülmüştür (Ercanlı ve ark., 2020). Gövde şekli olarak daireden farklı bozuk gövde şekillerine sahip ağaçlarda birbirine dik iki eksenle çap ölçülerek ortalaması alınmıştır. Örnek Ağaçların gövdesi boyunca çaplarının ölçümü, çap ölçer yardımıyla milimetre hassasiyetinde gerçekleştirilmiştir. Ayrıca örnek ağaçlarda, ağaçların boyları da santimetre hassasiyetinde şerit metre ile ölçülmüştür.

Her örnek ağacın dip kütük seviyesinde kesilmesinin ardından dip, orta ve uç kısımların bir adet kesit alınmış, polietilen poşetler içine konulmuş ve örnek numarası verilmiştir. Kesilen ağaçların tüm dallarının dip çapları ile uzunlukları ölçülmüş, dalları temsilen 3 adet dal örneği alınmış, polietilen poşetler içine konulmuş ve örnek numarası verilmiştir. Örnek olarak alınan dal örneklerinin ibreleri dikkatlice polietilen poşetler içine konulmuş ve örnek numarası verilmiştir. Çalışma alanından örnek ağaçlardan gövde odunu, dal, ibre ve kabuk örnekleri alındıktan sonra, bu örnekler Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi Laboratuvarlarına getirilmiş ve aynı gün laboratuvardaki hassas elektronik teraziler ile gövde odunu, dal, ibre ve kabuk örneklerin yaş ağırlıkları 1 gramın binde biri hassasiyette ayrı ayrı tartılmıştır. Şekil 2'te, bu ölçümlere ilişkin çeşitli görünüm verileri verilmiştir. Bu çalışmada, örnek ağaçlardan alınan alt örneklerin fırın kurusu ağırlıklarının belirlenmesinde, Çankırı orman Fakültesi bünyesindeki toprak laboratuvarında bulunan Nüve Fn 120 marka kurutma fırını kullanılmıştır. Kurutulacak örneklerde kütle kaybı olmaması için kurutma derecesi 65-70 °C ile sınırlı tutulmuştur. Kurutma süresi olarak örnek ağırlıklarının sabitleninceye kadar sürdürülmesi esas alınmıştır. Örnek ağaçlardan alınan alt örnekler kurutma işleminin hızlanması amacıyla aralarında bir miktar boşluk kalacak şekilde fırın içerisine yerleştirilmiş, kırılma, çatlama veya dağılma riski olan kabuklar ile iğne yapraklara ait alt örneklerin karışık kaybolmaması için bu örnekler etiketlenerek metal kaplar içerisinde kurutulmuştur. Kurutma işlemi sona erdikten sonra çıkartılan alt örnekler hassas terazi ile tartılmıştır. Şekil 3'te, bu kurutma sürecine ilişkin görünüm verileri verilmiştir.



Şekil 2. Yaş biyokütle ölçümlerine ilişkin görünüm

Fırın kurusu haline gelen örnek kesitlerin kabuklu ağırlıkları tartılıp kesit ölçülerinden de hacimleri bulunmuş, sonra kabuk soyularak aynı işlem tekrarlanmıştır. Bu aşamada, örnek gövde kesitinin ağacı en iyi şekilde temsil etmesi için alınan üç kesitin (dip, orta, uç) kuru ağırlıkları kullanılarak, arazide ölçülen çap ve boy değerleri ile örnek ağaca ait hesaplanmış gövdenin toplam hacmi ile kesitlerin hacminin oranı esas alınarak, bu oran ile örnek gövde kesitinin ortalama fırın kurusu ağırlığı ile çarpılarak örnek ağacın fırın kurusu gövde ağırlığı kg olarak hesaplanmıştır. Fırın kurusu hale getirildikten sonra gövde kesitlerinden soyulan kabuklar tartılarak kabuğa ilişkin kuru ağırlıklar belirlenmiştir. Örnek ağacın kabuklu ve kabuksuz gövde hacmi hesaplanmış ve aralarındaki fark belirlenerek örnek ağacın kabuk hacmi bulunmuştur. Aynı işlem örnek kabuklu gövde kesiti ve kabuksuz gövde kesiti için tekrarlanmış, örnek gövde kesitine ait kabuk hacmi bulunmuştur. Örnek ağaca ait toplam kabuk hacmi ile örnek kesit kabuk hacmi ilişkilendirilmiştir. Hesaplanan bu oran ile örnek kesite ait fırın kurusu kabuk ağırlığı çarpılarak, örnek ağacın kabuk kuru ağırlığı hesaplanmıştır.

Kuru dal ağırlığının hesaplanmasında, tüm dalları temsil eden 3 adet dalın kuru ağırlığı tartıldıktan sonra; bu örnek dalların hesaplanan hacimleri ile arazide örnek ağaçlar üzerinde ölçülen tüm dalların dip çapları ve uzunlukları kullanılarak örnek ağaçların hesaplanan tüm dal hacimleri oranlanmış, hesaplanan bu oran ile örnek dallara ilişkin fırın kurusu ağırlığı çarpılarak, örnek ağacın dal kuru ağırlığı elde edilmiştir. Kuru ibre ağırlıklarının hesaplanmasında, ibre örneklerinin alındığı 3 adet dalın toplam hacminin örnek ağacın toplam dal hacmine oranı kullanılarak, bu oran ile örnek dallara ilişkin ibre fırın kurusu ağırlığı çarpılarak, örnek ağacın ibre kuru ağırlığı elde

edilmiştir. Örnek ağaçlarda belirlenen gövde odunu, dal, ibre ve kabuğun fırın kurusu ağırlıklarının toplanmasıyla, toprak üstü toplam biyokütle değerleri elde edilmiştir.



Şekil 3. Kurutma ve kuru örneklerin tartılmasına ilişkin görünüm

Biyokütle denklemlerinin geliştirilmesinde, literatürden elde edilen birçok farklı denklem yapısı denenmiş ve kullanılmıştır. Bu çalışmada çeşitli kaynaklardan (Saraçoğlu, 1998; Yavuz ve ark., 2010; Sakıcı ve ark., 2016) sağlanan biyokütle modellerinden tek girişli için 9, çift girişli için ise 8 farklı biyokütle denkleminin katsayıları Regresyon Analizi ile tahmin edilmiştir. Söz konusu biyokütle denklemlerinde, ağaçlara ilişkin biyokütle bileşenlerinin kuru değerleri bağımlı değişken iken; çap (tek girişli tahmin) ve çap ile birlikte boy değerleri (çift girişli tahminler) ise bağımsız değişken olarak alınmıştır.

Tek girişli modeller

$$w = b_0 + b_1 \cdot d$$

$$w = b_0 + b_1 \cdot d + b_2 \cdot d^2$$

$$w = b_0 + b_1 \cdot \ln d$$

$$w = b_0 \cdot b_1^d$$

$$w = e^{(b_0 + \frac{b_1}{d})}$$

$$w = b_0 \cdot d^{b_1}$$

$$w = b_0 + \left(\frac{b_1}{d}\right)$$

$$w = b_0 \cdot e^{b_1 \cdot d}$$

$$w = e^{(b_0 + b_1 \cdot d)}$$

$$w = e^{(b_0 + b_1 \cdot d)}$$

Çift girişli modeller

$$W = b_0 + b_1 d^2 h$$

$$W = b_0 + b_1 d^2 + b_2 h + b_3 d^2 h$$

$$W = b_0 + b_1 d + b_2 d^2 + b_3 h$$

$$W = b_0 + b_1 d + b_2 h + b_3 d^2 h$$

$$W = b_0 + b_1 h + b_2 d^2$$

$$W = b_0 + b_1 d^2 + b_2 d h$$

$$W = b_0 + b_1 \frac{d}{h}$$

$$W = b_0 + b_1 d^2 + b_2 d^2 h$$

No.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

$$R_{düz.}^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (w_i - \hat{w}_i) / (n-k)}{\sum_{i=1}^n (w_i - \bar{w}_i) / (n-1)}$$

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^n (w_i - \hat{w}_i) / (n-k)}$$

$$RMSE\% = \left(\left[\sqrt{\sum_{i=1}^n (w_i - \hat{w}_i)^2 / (n-k)} \right] / \bar{w}_i \right) \cdot 100$$

$$AIC = n \ln(RMSE) + 2k$$

$$BIC = n \ln(RMSE) + n \ln(k)$$

$$THY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n \hat{w}_i - \sum_{i=1}^n w_i}{\sum_{i=1}^n v_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$OMHY = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{w}_i - w_i|}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

Burada, w_i : arazide ölçülen gözlem değerini, \hat{w} : biyokütle denklemi ile tahmin edilen değeri, \bar{w} : ortalama biyokütle değerini, n : veri sayısını (50) ve k : modellerdeki değişken sayısını göstermektedir.

3. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada, arazide kesilen örnek ağaçlarda alınan çeşitli biyokütle bileşenleri olan gövde odunu, kabuk, ibre ve dal ile toplam biyokütle değerlerine ilişkin çeşitli istatistiksel bilgiler Çizelge 2'de verilmiştir.

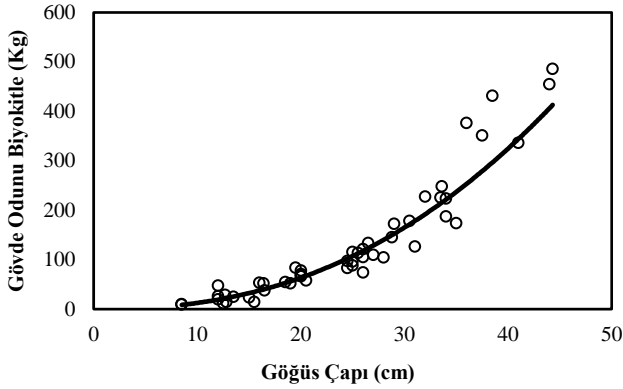
Bu çalışmada denenen farklı tek girişli biyokütle denklemlerinden, tüm parametre değerleri $p < 0,05$ önem düzeyi ile anlamlı olan ve çeşitli başarı ölçütlerine göre en başarılı olarak belirlenen tek girişli gövde odunu biyokütle denklemi aşağıda verilmiştir.

$$w_{gövde} = 0,0547984 \cdot d^{2,3549391}$$

Bu denklemin belirtme katsayısı (R^2); 0,911, RMSE; 36,3015 kg, RMSE%: 28,0157, AIC; 181,5930, BIC; 179,5930, THY: -4,7763, OMHY: 16,9823'tür. Şekil 4'te, arazide ölçülen gövde çapına göre gövde odunu biyokütle değişimi ile geliştirilen tek girişli biyokütle denklemi ile tahmin edilen değerlerin ilişkisi gösterilmiştir.

Çizelge 2. Biyokütle bileşenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler

	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Gövde Hacim (m ³)	Gövde Biyokütle (Kg)	Kabuk Biyokütle (Kg)	İbre Biyokütle (Kg)	Dal Biyokütle (Kg)	Toplam Biyokütle (Kg)
Minimum	8,5	4,9	0,024	9,197	1,095	0,049	0,479	12,024
Maksimum	44,3	17,3	1,257	485,406	99,873	101,034	113,899	850,895
Aritmetik Ortalama	24,3	10,91	0,347	129,576	23,157	22,803	27,121	197,442
Standart Sapma	9,4	2,86	0,303	121,492	20,934	36,920	29,554	194,152



Şekil 4. Göğüs çapına göre ölçülen gövde biyokütlesi arasındaki ilişki ve geliştirilen tek girişli biyokütle denklemi ile elde edilen tahmin değerlerinin değişimi

En başarılı olarak belirlenen ve tüm parametre değerleri $p < 0,05$ önem düzeyi ile anlamlı olan çift girişli gövde odunu biyokütle denklemi aşağıda verilmiştir.

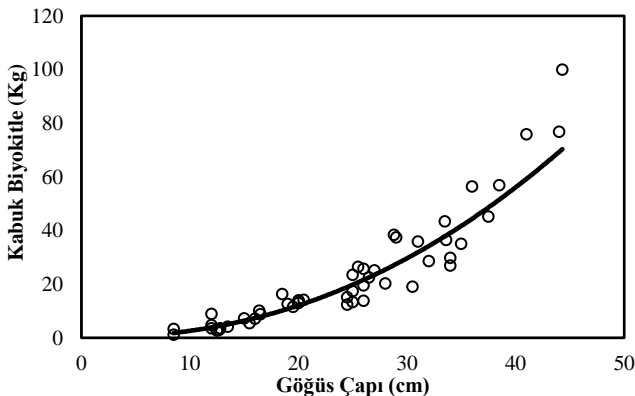
$$w_{\text{gövde}} = 57,191855 + 0,0285109 \cdot (d^2 \cdot h) - 0,0319288 \cdot (d \cdot h^2) - 23,4657269 \cdot \left(\frac{d}{h}\right)$$

Bu denklemin belirtme katsayısı (R^2); 0,951, RMSE; 27,1718 kg, RMSE%: 20,9698, AIC; 169,1090, BIC; 199,7664, THY: 0,0000, OMHY: 12,2506'dür.

Bu çalışmada denenen farklı tek girişli biyokütle denklemlerinden, tüm parametre değerleri $p < 0,05$ önem düzeyi ile anlamlı olan ve çeşitli başarı ölçütlerine göre en başarılı olarak belirlenen tek girişli kabuk biyokütle denklemi aşağıda verilmiştir.

$$w_{\text{kabuk}} = 0,015910 \cdot d^{2,214176}$$

Bu denklemin belirtme katsayısı (R^2); 0,885, RMSE; 7,1029 kg, RMSE%: 30,6723, AIC; 100,0253, BIC; 98,0253, THY: -4,2410, OMHY: 20,3853'tür. Şekil 5'te, arazide ölçülen gövde çapına göre kabuk biyokütle değişimi ile geliştirilen tek girişli biyokütle denklemi ile tahmin edilen değerlerin ilişkisi gösterilmiştir.



Şekil 5. Göğüs çapına göre ölçülen kabuk biyokütlesi arasındaki ilişki ve geliştirilen tek girişli biyokütle denklemi ile elde edilen tahmin değerlerinin değişimi

En başarılı olarak belirlenen ve tüm parametre değerleri $p < 0,05$ önem düzeyi ile anlamlı olan çift girişli kabuk biyokütle denklemi aşağıda verilmiştir.

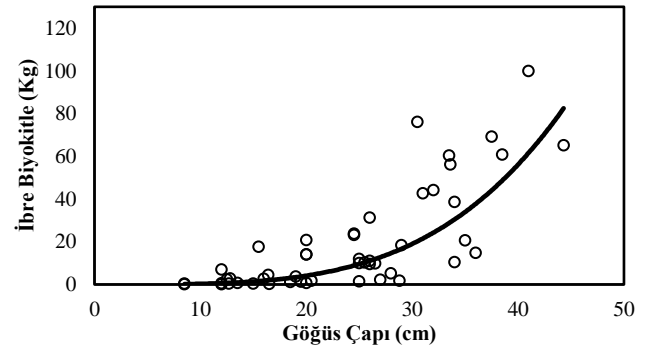
$$w_{\text{kabuk}} = 0,807878 + 0,004491 \cdot (d^2 \cdot h) - 0,0003302 \cdot (d \cdot h^3)$$

Bu denklemin belirtme katsayısı (R^2); 0,926, RMSE; 5,7739 kg, RMSE%: 24,9331, AIC; 91,6671, BIC; 122,3245, THY: 0,0000, OMHY: 17,6638'dir.

Bu çalışmada denenen farklı tek girişli biyokütle denklemlerinden, tüm parametre değerleri $p < 0,05$ önem düzeyi ile anlamlı olan ve çeşitli başarı ölçütlerine göre en başarılı olarak belirlenen tek girişli ibre biyokütle denklemi aşağıda verilmiştir.

$$w_{\text{ibre}} = 0,0000517 \cdot d^{3,767077}$$

Bu denklemin belirtme katsayısı (R^2); 0,547, RMSE; 24,8625 kg, RMSE%: 109,0323, AIC; 162,6681, BIC; 160,6681, THY: -31,4892, OMHY: 55,3247'dür. Şekil 6'da, arazide ölçülen gövde çapına göre ibre biyokütle değişimi ile geliştirilen tek girişli biyokütle denklemi ile tahmin edilen değerlerin ilişkisi gösterilmiştir.



Şekil 6. Göğüs çapına göre ölçülen ibre biyokütlesi arasındaki ilişki ve geliştirilen tek girişli biyokütle denklemi ile elde edilen tahmin değerlerinin değişimi

En başarılı olarak belirlenen ve tüm parametre değerleri $p < 0,05$ önem düzeyi ile anlamlı olan çift girişli ibre biyokütle denklemi aşağıda verilmiştir.

$$w_{\text{ibre}} = 19,1082887 + 0,009807 \cdot (d^2 \cdot h) - 0,273299 \cdot (d \cdot h)$$

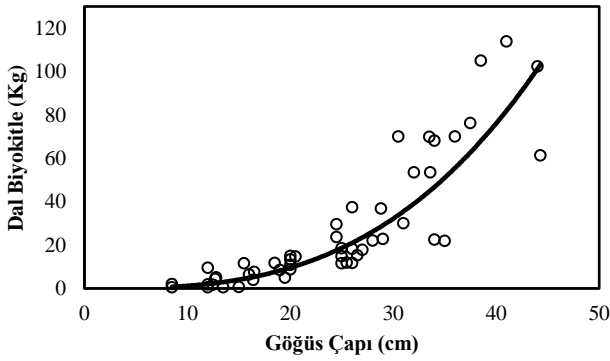
Bu denklemin belirtme katsayısı (R^2); 0,637, RMSE; 22,4658 kg, RMSE%: 98,5218, AIC; 159,5998, BIC; 190,2571, THY: 0,0000, OMHY: 57,1074'tür.

Bu çalışmada denenen farklı tek girişli biyokütle denklemlerinden, tüm parametre değerleri $p < 0,05$ önem düzeyi ile anlamlı olan ve çeşitli başarı ölçütlerine göre en başarılı olarak belirlenen tek girişli dal biyokütle denklemi aşağıda verilmiştir.

$$w_{\text{dal}} = 0,000906389 \cdot d^{3,075817}$$

Bu denklemin belirtme katsayısı (R^2); 0,781, RMSE; 13,5126 kg, RMSE%: 52,3108, AIC; 124,3701, BIC; 122,3701, THY: 0,5932, OMHY: 33,5256'dür. Şekil 7'de, arazide ölçülen gövde çapına göre dal biyokütle değişimi ile geliştirilen tek

girişli biyokütle denklemi ile tahmin edilen değerlerin ilişkisi gösterilmiştir.



Şekil 7. Göğüs çapına göre ölçülen dal biyokütlesi arasındaki ilişki ve geliştirilen tek girişli biyokütle denklemi ile elde edilen tahmin değerlerinin değişimi

En başarılı olarak belirlenen ve tüm parametre değerleri $p < 0,05$ önem düzeyi ile anlamlı olan çift girişli dal biyokütle denklemi aşağıda verilmiştir.

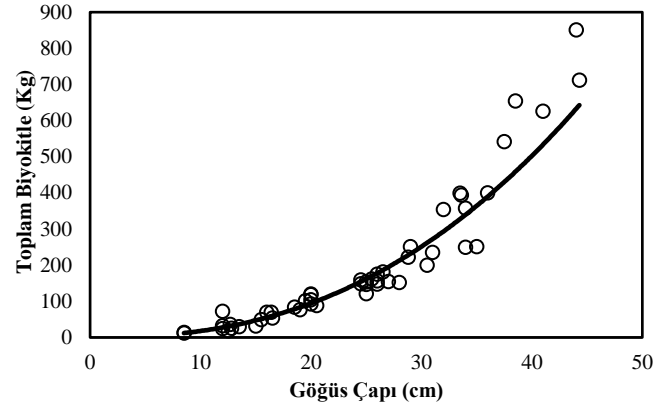
$$w_{dal} = -2,2129854 + 0,006160568 \cdot (d^2 \cdot h) - 0,00051189 \cdot (d \cdot h^3)$$

Bu denklemin belirtme katsayısı (R^2); 0,793, RMSE; 13,3068 kg, RMSE%: 51,5141, AIC; 125,6489, BIC; 154,2268, THY: 6,2919, OMHY: 34,7849'dür.

Bu çalışmada denenen farklı tek girişli biyokütle denklemlerinden, tüm parametre değerleri $p < 0,05$ önem düzeyi ile anlamlı olan ve çeşitli başarı ölçütlerine göre en başarılı olarak belirlenen tek girişli toprak üstü toplam biyokütle denklemi aşağıda verilmiştir.

$$w_{toplam} = 0,06738533 \cdot d^{2,4200338}$$

Bu denklemin belirtme katsayısı (R^2); 0,913, RMSE; 57,8707 kg, RMSE%: 29,3725, AIC; 192,7359, BIC; 190,7359, THY: 2,3304, OMHY: 17,5011'dür. Şekil 8'de, arazide ölçülen gövde çapına göre toplam biyokütle değişimi ile geliştirilen tek girişli biyokütle denklemi ile tahmin edilen değerlerin ilişkisi gösterilmiştir.



Şekil 8. Göğüs çapına göre ölçülen toplam biyokütlesi arasındaki ilişki ve geliştirilen tek girişli biyokütle denklemi ile elde edilen tahmin değerlerinin değişimi

En başarılı olarak belirlenen ve tüm parametre değerleri $p < 0,05$ önem düzeyi ile anlamlı olan çift girişli toprak üstü toplam biyokütle denklemi aşağıda verilmiştir.

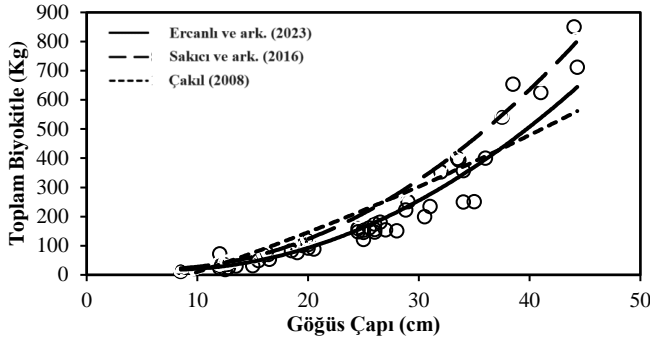
$$w_{toplam} = 92,536322 + 0,0523528 \cdot (d^2 \cdot h) - 0,003205899 \cdot (d \cdot h^3) - 7,53304602 \cdot d$$

Bu denklemin belirtme katsayısı (R^2); 0,954, RMSE; 42,4875 kg, RMSE%: 21,5647, AIC; 180,2129, BIC; 208,7908, THY: 7,5169, OMHY: 14,5473'tür.

Bu çalışmada seçilen ağaçlardan elde edilen toprak üstü toplam biyokütle hesapları ile daha önce karaçam ağaç türü için Çakıl (2008) ve Sakıcı ve ark. (2016) tarafından geliştirilmiş denklemler ile tahmin edilen biyokütle değerleri arasında farkları test etmek için yapılan Eşlendirilmiş t Testi sonuçları ise Çizelge 3'te verilmiştir. Bu test sonuçları incelendiğinde, Çakıl (2008) ve Sakıcı ve ark. (2016) tarafından geliştirilmiş tek ve çift girişli biyokütle denklemleri ile arazide seçilen örnek ağaçların biyokütle değerleri arasında önemli farklar belirlenmiştir ($p < 0,05$). Ayrıca bu çalışmada geliştirilen tek girişli toprak üstü toplam biyokütle denklemi ile Çakıl (2008) ve Sakıcı ve ark. (2016) tarafından geliştirilmiş denklemler ile elde edilen tahminlerin grafik olarak karşılaştırılması, Şekil 9'da verilmiştir. Bu grafik incelendiğinde, daha önce karaçam için geliştirilmiş Çakıl (2008) ve Sakıcı ve ark. (2016) denklemleri ile elde edilen tahminlerin, çalışma alanındaki gözlemlenen biyokütle değerleri ile önemli farklar gösterdiği görülmektedir. Bu sonuçların elde edilmesi, söz konusu çalışmalardan Çakıl (2008)'in Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğünden ve Sakıcı ve ark. (2016)'ın da Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğünden elde edilen verilerle biyokütle denklemlerinin geliştirildiği ve bu bakımdan yöresel farklılıkların biyokütle gelişiminde etkili olması ile açıklanabilir.

Çizelge 3. Eşlendirilmiş t Testi sonuçları

Denklem	Farkların Ortalaması	Farkların Standart Sapması	Farkların Standart hatası	t	p
Gözlem-Çakıl (2008) tek girişli	-44,67	52,45	7,42	-6,02	0,001
Gözlem-Çakıl (2008) çift girişli	32,08	74,67	10,56	3,04	0,004
Gözlem-Sakıcı ve ark. (2016) tek girişli	-21,54	81,04	11,46	-1,88	0,007
Gözlem-Sakıcı ve ark. (2016) çift girişli	-41,85	103,80	14,68	-2,85	0,006



Şekil 9. Bu çalışmada geliştirilen tek girişli toprak üstü toplam biyokütle denklemi ile Çakıl (2008) ve Sakıcı ve ark. (2016) tarafından geliştirilmiş denklemler ile elde edilen tahminlerin grafik olarak karşılaştırılması

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, Ankara Orman Bölge Müdürlüğü, Çankırı Orman İşletme Müdürlüğü, Çankırı Orman İşletme Şefliği, Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanı içerisinde bulunan saf Anadolu Karaçam'ı meşcerelerinden Ercanlı ve ark. (2020) tarafından elde edilen 50 adet örnek ağaç verisi ile biyokütle örnekleri kullanılarak tek ve çift girişli gövde, kabuk, ibre, dal ve toplam toprak üstü biyokütle denklemleri geliştirilmiştir.

Geliştirilen bu denklemlerden, tek girişli gövde biyokütlesi denkleminin belirtme katsayısı (R^2); 0,911, RMSE; 36,3015 kg, RMSE%: 28,0157, AIC; 181,5930, BIC; 179,5930, THY: -4,7763, OMHY: 16,9823; çift girişli denkleminin belirtme katsayısı (R^2); 0,951, RMSE; 27,1718 kg, RMSE%: 20,9698, AIC; 169,1090, BIC; 199,7664, THY: 0,0000, OMHY: 12,2506 olarak elde edilmiştir. Tek girişli kabuk biyokütle denkleminin belirtme katsayısı (R^2); 0,885, RMSE; 7,1029 kg, RMSE%: 30,6723, AIC; 100,0253, BIC; 98,0253, THY: -4,2410, OMHY: 20,3853; çift girişli denkleminin belirtme katsayısı (R^2); 0,926, RMSE; 5,7739 kg, RMSE%: 24,9331, AIC; 91,6671, BIC; 122,3245, THY: 0,0000, OMHY: 17,6638 olarak elde edilmiştir. Tek girişli İbre biyokütle denkleminin belirtme katsayısı (R^2); 0,547, RMSE; 24,8625 kg, RMSE%: 109,0323, AIC; 162,6681, BIC; 160,6681, THY: -31,4892, OMHY: 55,3247; çift girişli denkleminin belirtme katsayısı (R^2); 0,637, RMSE; 22,4658 kg, RMSE%: 98,5218, AIC; 159,5998, BIC; 190,2571, THY: 0,0000, OMHY: 57,1074'tür. Tek girişli dal denkleminin belirtme katsayısı (R^2); 0,781, RMSE; 13,5126 kg, RMSE%: 52,3108, AIC; 124,3701, BIC; 122,3701, THY: 0,5932, OMHY: 33,5256; çift girişli denkleminin belirtme katsayısı (R^2); 0,793, RMSE; 13,3068 kg, RMSE%: 51,5141, AIC; 125,6489, BIC; 154,2268, THY: 6,2919, OMHY: 34,7849 olarak elde edilmiştir. Tek girişli toprak üstü toplam biyokütle denkleminin belirtme katsayısı (R^2); 0,913, RMSE; 57,8707 kg,

RMSE%: 29,3725, AIC; 192,7359, BIC; 190,7359, THY: 2,3304, OMHY: 17,5011; çift girişli biyokütle denkleminin belirtme katsayısı (R^2); 0,954, RMSE; 42,4875 kg, RMSE%: 21,5647, AIC; 180,2129, BIC; 208,7908, THY: 7,5169, OMHY: 14,5473'tür. Tüm bu denklemlere ilişkin bütün parametreler, istatistiksel olarak $p < 0,001$ önem düzeyi ile anlamlı bulunmuştur.

Çalışma kapsamında geliştirilen biyokütle denklemlerinden, tek girişli gövde biyokütlesi denkleminin THY: -4,7763, OMHY: 16,9823; çift girişli denkleminin THY: 0,0000, OMHY: 12,2506; tek girişli kabuk biyokütle denkleminin THY: -4,2410, OMHY: 20,3853; çift girişli denkleminin THY: 0,0000, OMHY: 17,6638; Tek girişli İbre biyokütle denkleminin çift girişli denkleminin THY: 0,0000, OMHY: 57,1074; Tek girişli dal denkleminin THY: 0,5932, OMHY: 33,5256; çift girişli denkleminin THY: 6,2919, OMHY: 34,7849; Tek girişli toprak üstü toplam biyokütle denkleminin çift girişli biyokütle denkleminin THY: 7,5169, OMHY: 14,5473 olarak elde edilmiştir. Tek ve çift girişli biyokütle denklemlerine ilişkin tüm bu başarı ölçütleri değerlendirildiğinde, sadece ağaç çapını içeren tek girişli denklemlere göre çap ile boyu bağımsız değişken olarak daha başarılı çift girişli biyokütle denklemlerinin genel olarak daha başarılı olduğu görülmektedir. Bu durum, ağaç çapı ile birlikte ağaç boyunun da ölçülmesinin, biyokütle denklemlerinin ağaçların biyokütle değişkenliğini daha iyi düzeyde tahmin etmesi ile açıklanabilir. Bu çalışmada olduğu gibi çift girişli tahminlerin tek girişli tahminlere göre daha başarılı sonuçlar vermesi beklenen bir durumdur. Çünkü göğüs çapları eşit olan ağaçlarda, boy ve gövde şekli farklılıkları biyokütle üzerinde önemli değişimlere neden olmaktadır. Çift girişli biyokütle denklemleri ile tek girişli denklemlere oranla daha başarılı sonuçların elde edilmesi, özellikle ağaçların biyokütle gelişimini açıklamada ve modellemekte ağaçların çapları yanında boylarının önemli derecede etkili olması ile açıklanabilmektedir. Böylece ağaç biyokütle denklemlerinde, ağaçların çapları yanında boylarının da bir bağımsız değişken olarak içermesi; regresyon modellerinin biyokütle tahminlerini açıklamada belirtme katsayısı ile hesaplanan tahmin güçlerinin daha da artmasına neden olmaktadır. Çift girişli ağaç biyokütle denklemleri ile daha başarılı biyokütle tahminleri ise, ortalama mutlak hata yüzdesinin daha düşük elde edilmesini sağlamaktadır. Tek ve çift girişli ağaç biyokütle fonksiyonlarına ilişkin toplam hata yüzdesinin sıfır olması, iki fonksiyonun hatasız olduğu anlamına gelmeyip; bu denklemin çok sayıda ağaca uygulanması durumunda ağaçların hesaplanan ve tahmin edilen biyokütle değerleri arasında bir farklılık bulunmadığı anlamını göstermektedir. Bu biyokütle fonksiyonunun toplam hata bakımından bir farklılık göstermemesi nedeniyle, pek çok ağaca ilişkin toplam biyokütle değerlerinin tahmin edilmesinde, özellikle de ağaç boyu ölçümü uygulamalarının mümkün olmadığı ormancılık uygulamalarında, tek girişli biyokütle fonksiyonlarının daha pratik olmalarıyla çift girişli biyokütle

denklemlerine göre tercih edilebilirler (Yavuz ve Saraçoğlu, 1999).

Tek ağaç biyokütle denklemleri, ağaçların biyokütle değerlerini tahmin etmede de oldukça başarılı sonuçlar elde edilebilmektedir. Başta orman amenajman planları olmak üzere birçok ormancılık uygulamasında, ağaçlara ilişkin biyokütle tahminlerinin elde edilmesine imkan sağlayabileceklerdir. Ülkemiz ormancılığında, iklim değişikliğinin ve küresel ısınmanın önem kazanması ile biyokütle tahminlerine olan gereksinim artmakta; bu bakımdan da biyokütle denklemlerinin kullanımı daha da önem kazanmaktadır. Başta asli ağaç türlerimiz olmak üzere faklı ağaç türlerimizin değişik yetiştirme ortamları ve meşcere kuruluşları için biyokütle denklemlerinin geliştirilmesi büyük bir öncelik arz etmektedir. Bu bakımdan, ülkemiz ormancılarının temel görevlerinde birisi de, bu biyokütle tahmin sistemlerinin geliştirilmesine ilişkin çalışmalar ağırlıklı verilmelidir.

Teşekkür.

Çalışmanın yürütülmesine maddi destek sağlayan Çankırı Karatekin Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri (ÇAKÜ, BAP Projeleri, OF200217B30 nolu BAP projesi) birimine ayrıca teşekkür ederim.

Kaynaklar

- Alemdağ, İ.Ş., 1981. Aboveground-mass equations for six hardwood species from natural stands of the research forest at Petawawa, Canadian Forestry Service, Information Report, PI-X-6, p. 9, Canada.
- Atmaca, S., 2008. Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü Sarıçam Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 111s.
- Aydın, C., 2010. Artvin Orman Bölge Müdürlüğü Borçka Orman İşletme Müdürlüğü Sarıçam Biyokütle Tabloları, (Yüksek Lisans Tezi), K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çakıl, E. (2008). Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Karaçam Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Zonguldak.
- Durkaya, B., 1998. Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Meşe Meşcerelerinin Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 110s, Zonguldak.
- Ercanlı, İ., Şenyurt, M., Günlü, A., Çakır, M. 2020. ÇAKÜ Araştırma Ormanı Karaçam Meşcereleri Tek ve Çift Girişli Toprak Üstü Ağaç Biyokütle Denklemlerinin Geliştirilmesi, Çankırı Karatekin Üniversitesi OF200217B30 nolu Bilimsel Araştırma Projesi, Yürütülen Kuruluş: Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği, 33 s.
- İkinci, O., 2000. Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Kestane Meşcerelerinin Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 86s, Zonguldak.
- Karabürk, T., 2011. Bartın İli Göknaar Meşcerelerinin Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi. Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 173s, Bartın.
- Mısır, M., Köse, S., Yavuz, H., Mısır, N., Altun, L., Sakıcı, O.E. ve Karahalil, U., 2010. K.T.Ü Orman Fakültesi, Eğitim Araştırma Ormanının Karbon Depolama Kapasitesinin Belirlenmesi ve Orman Amenajman Planına Aktarılması, K.T.Ü Bilimsel Araştırma Projesi, No: 2007.113.001.13 Sonuç Raporu.
- Sağlam, F. 2016. Taşköprü Orman İşletme Müdürlüğü karaçam (*Pinus nigra* J.F. Arnold) meşcereleri için topraküstü biyokütle tablolarının düzenlenmesi ve uyumlu biyokütle-hacim denklemlerinin geliştirilmesi, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans, 126 s.
- Sakıcı, O. E., Akyıldız, M. H., Sağlam, F., Seki, M., Kırkçesmeli, Ç. 2016. Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü Saf Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) Meşcereleri İçin Topraküstü Biyokütle ve Karbon Depolama Miktarlarının Belirlenmesi, Uyumlu Hacim ve Biyokütle Denklemlerinin Geliştirilmesi ve Hacim Yoğunluk Değeri-Biyokütle İlişkilerinin, Tubitak 214O217 nolu Proje, 180 s.
- Saraçoğlu, N., 1988. Kızılağaç (*Alnus glutinosa* Gaertn. ssp. barbata (CA Mey.) Yalt.) Gövde Hacim ve Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 105s, Trabzon.
- Saraçoğlu, N., 1998. Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky.) Biyokütle Tabloları. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 22, 93-100.
- SPSS (2014) Institute Inc. *SPSS Base 20.0 User's Guide*.
- Sönmez, T., Yılmaz, M., Günlü, A., Karahalil, U., Aktürk, G. M., 2010. Aynıyaşlı ve Saf Doğu Ladini Meşcereleri İçin Büyüme Modeli Geliştirilmesi, (TÜBİTAK-TOVAG, proje no: 106O603), Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi, Artvin.
- Sun, O., Uğurlu, S ve Araslı, B., 1976. Stepe Geçiş Yörelerindeki Sarıçam Meşcerelerinde Biyolojik Kütle Miktarlarının Saptanması. OEA Yayınları, Teknik Bülten Serisi, No.80, Ankara, 48s.
- Sun, O., Uğurlu, S., Özer, E., 1980. Kızılağaç Türüne Ait Biyolojik Kütle Miktarlarının Saptanması, OAE Teknik Bülten, No:104, Ankara.
- Ülker, C., 2010. Amasya Orman Bölgemüdürlüğü Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Meşcerelerinin Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi (Kunduz Örneği). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 52s, Trabzon.
- Ülküdür, M., 2010. Antalya Orman Bölge Müdürlüğü Sedir Meşcerelerinin Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi. Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 147s, Bartın.
- Yavuz, H., Saraçoğlu, N. 1999. "Kızılağaç için uyumlu ve uyumsuz gövde çapı modelleri", Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23, Ek Sayı 5, 1275-1282.
- Yavuz, H., Mısır, N., Mısır, M., Tüfekçioğlu, A., Karahalil, U., Küçük, M., 2010. Karadeniz Bölgesi Saf ve Karışık Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Meşcereleri için Mekanistik Büyüme Modellerinin Geliştirilmesi, Biyokütle ve Karbon Depolama Miktarlarının Belirlenmesi. TÜBİTAK TOVAG, Proje No: 106O274.
- Yılmaz, S., 2015. Antalya Yöresi Aynı Yaşlı Saf Kızılağaç Meşcerelerinde Toprak Üstü Biyokütlenin Belirlenmesi. Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 71s, Artvin.



Yarı kurak tuzlu/jipsli sahalarda toprak koruma ve ağaçlandırma çalışmalarının başarı durumunun değerlendirilmesi

Zeynep Gürel¹, Ceyhun Göl^{2*}

¹ Ankara Orman Bölge Müdürlüğü, Ilgaz İşletme Müdürlüğü, 18400, Çankırı

² Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Havza Yönetimi Anabilim Dalı, 18100, Çankırı

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 14/04/2023

Kabul Tarihi: 02/11/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1283360>

* Sorumlu yazar:

drceyhungol@gmail.com

ÖZ

Bu çalışmada, toprak ve su koruma amaçlı uygulanan farklı toprak hazırlığı ve tür seçiminin fidan yaşama yüzdesi ve gelişimi üzerine olan etkileri incelenmiştir. Araştırma kapsamında teras toprak işleme sahalardan 300m uzunlukta ve çukur dikim sahasından 400m² örnekleme alanları belirlenmiştir. Belirlenen örnek alanlarda toplam dikim çukuru, mevcut canlı ve kuru fidan sayıları ile fidan morfolojik özellikleri incelenmiştir.

Araştırma alanında toplam 224 adet fidan değerlendirmeye alınmış, bunun 17 adedinin kuru olduğu görülmüştür. Elde edilen bulgulara göre toprak işleme şekline göre yaşama olasılığı en yüksek fidan sayısı BUROR terasta Anadolu karaçam dikim sahasında tespit edilmiştir. Ekskavatörle çukur dikim sahasında ise dikilen tüm fidanların canlı ve sağlıklı olduğu görülmüştür. Tuzlu/jipsli sahalarda olumsuz ekolojik koşullarına Anadolu Karaçamı ve kızılçam fidanlarının daha dayanıklı, sedir türüne ait fidanların ise dayanıksız olduğu belirlenmiştir. Geniş yapraklı türlere ait fidanların dikimden sonra daha hızlı çap/boy gelişimi göstermiştir. Sonuçlar toprak hazırlığının ve tür seçiminin marjinal sahalarda ağaçlandırma çalışmalarının başarı durumunu doğrudan etkilediğini ortaya koymuştur.

Araştırma Makalesi

Anahtar Kelimeler: Ağaçlandırma, arazi hazırlığı, fidan, kuraklık, tuz/jips

Evaluation of the success status of soil conservation and afforestation in semi-arid salty/gypsum areas

ABSTRACT

In this study, the effects of different soil preparation and species selection applied for soil and water conservation on the survival rate and development of saplings were examined. Within the scope of the research, sampling areas of 300 m length from the terrace soil cultivation areas and 400 m² from the pit planting area were determined. In the determined sample areas, the total planting pits, the number of existing live and dry saplings, and the morphological characteristics of the saplings were examined. A total of 224 saplings were evaluated in the research area, and 17 of them were found to be dry. According to the findings, the highest number of saplings with the highest probability of survival according to the soil cultivation method was determined in the Anatolian black pine planting area on the BUROR terrace. It was observed that all saplings planted in the pit planting area with the excavator were alive and healthy. It was determined that Anatolian black pine and red pine saplings were more resistant to the negative ecological conditions of saline/gypsum areas, while cedar saplings were less resistant. Saplings of broad-leaved tree species showed faster diameter/height growth after planting. The results revealed that soil preparation and species selection directly affect the success of afforestation efforts in marginal areas.

Key Words: Afforestation, land preparation, seedling, drought, salt/gypsum

Bu makaleye atf:

Gürel, Z., Göl, C., 2023. Yarı kurak tuzlu/jipsli sahalarda toprak koruma ve ağaçlandırma çalışmalarının başarı durumunun değerlendirilmesi. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(2), 135-143.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

1. Giriş

Kuraklık; normalin altında yağış ve ekosistemlerin olumsuz etkilendiği, hidrolojik dengesizliklerin ortaya çıktığı bir doğa olayıdır (Türkeş, 2012). Türkiye'nin yarından fazlası kurak ve yarı kurak özelliktedir. Bu bölge topraklarında tuz, kireç ve jips bitki gelişimini olumsuz etkilemektedir. Bu sahalar özellikle ağaçlandırma faaliyetleri için en sorunlu bölgelerdir. Kurak bölge ağaçlandırmalarında, yetiştirme ortamı özellikleri iyi analiz edilmeli ve dikim ve bakım çalışmalarına önem verilmelidir. Ayrıca toprak hazırlığı ve tür seçimi başarıyı artırıcı etkenlerdir (Boydak ve Çalışkan, 2014).

Türkiye'de 1,5 milyon hektardan fazla alanda tuzlu topraklar bulunmaktadır (Taş ve Öztürk, 2011). Orman arazileri içerisinde 10-12 bin hektar tuzlu topraklar mevcuttur (Sönmez ve Beyzagül, 2008). Tuzlu topraklar, bitki gelişimine engel olacak düzeyde çözünabilir tuz içermektedir (Güneş ve ark., 2010) Tuz, bitkinin suyu toprak alamamasına ve zehirlenmesine neden olmaktadır (Yang ve ark., 1990). Türkiye'nin kurak bölge toprakları kireçli, hafif alkali, sıg ve iskeletli özelliklerdedir. Tuzlu, alkali veya jipsli topraklarda pH değerleri orta veya yüksek düzeyde olabilmektedir (Ürgenç, 1998).

"Jips toprak" ve "jipsli toprak" ifadeleri kavram karmaşasına yol açmaktadır. Jipsli ana kayadan oluşan ve jipsin baskın özellikte olduğu alanlara "jips toprak" denmektedir. Jipsin etkisi toprak ve bitki üzerine kısmi ise buna da "jipsli toprak" ifadesi kullanılır (Karahana ve Erşahin, 2016). Toprağın jips içeriği %2'den yüksek ise "jips toprak" olarak adlandırılır (Akpulat ve Çelik, 2005). Dünya genelinde jipsli topraklar (Jipsisoller) genellikle kurak ve ana kayanın jips olduğu bölgelerde yayılış gösterirler (FAO 1990). Türkiye'de jipsli topraklı alan miktarı 64,2 km² dir (Özcan ve Aytas, 2019). Türkiye'de jipsli topraklar daha çok İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde görülmektedir (Özdeniz ve ark. 2016). Çankırı-Sivas arasında tuzlu/jipsli ve boz renkli topraklar yaygındır (ÇEM, 2013; Özcan ve Aytas, 2019). Bu özelliklere sahip sahalarda ağaçlandırma çalışmaları oldukça zordur. Jipsli toprakların yüzeyinde oluşan kabuk tabakası fidanın çıkışını veya kök gelişimini olumsuz etkilemektedir (Meyer, 1986; Escudero ve ark., 1999). Jips, toprak gözenekliliğini, su tutma kapasitesini, bitki besin maddesi içeriğini olumsuz etkilemektedir (Guerrero ve ark., 1999). Ayrıca jipsli topraklar orman alanının oluşumunu kısıtlayan bir faktör olduğu için yeterli kapalılık oluşmadığında alanın erozyon riski artmaktadır (Ediş ve ark., 2021).

Ağaçlandırma, boş orman arazilerinin yeniden ormanlaştırılmasının temel unsurudur. Böylece, havzanın doğal kaynakları ve özellikle toprak, su ve bitki örtüsünün geliştirilmesi ile ekosistemin gelişimi sağlanmaktadır (Gülcü ve Çelik, 2016) (Ediş ve ark., 2023, Göl ve ark., 2018). Su kıtlığı yaşanan sahalarda yürütülecek havza ıslah çalışmalarında detaylı yetiştirme ortamı analizi yapılmalıdır (Uluocak, 1977; Çepel, 1985; Ürgenç, 1998). Bu sahalarda ayrıca tuz/jips sorunu olması durumunda ağaçlandırma yapmak çok daha zor olabilmektedir. Yoğun tuzlu ve jipsli sahalarda ağaçlandırma öncesi yapılan toprak hazırlıkları bu tip sorunları tamamen çözmez de ağaçlandırma çalışmalarının başarısını olumlu yönde etkilemektedir. Bu tür sahalarda özel ve yöreye en uygun yöntemlere ağaçlandırma teknikleri uygulanmalıdır (Ürgenç, 1998).

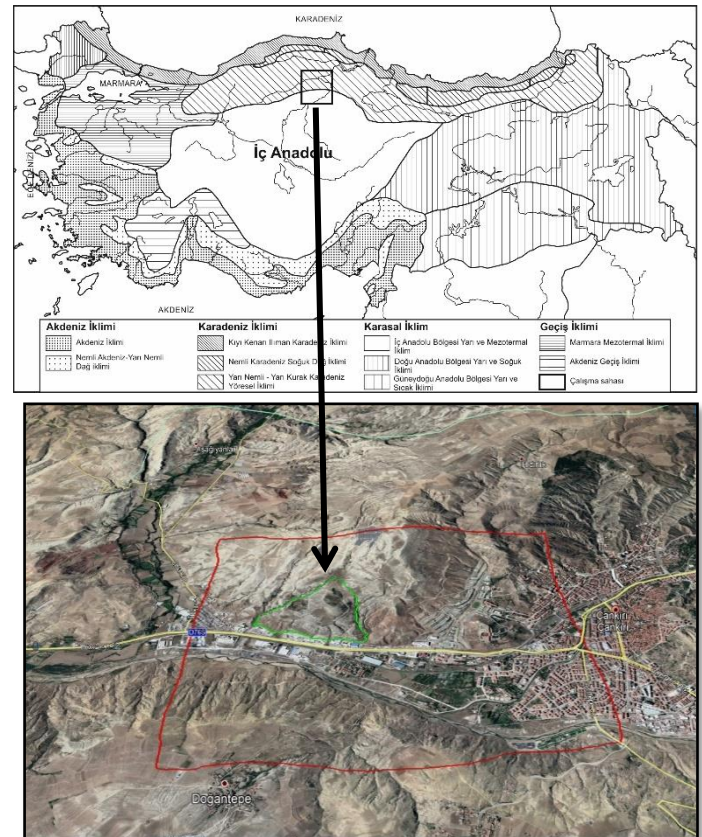
Araştırmanın yürütüldüğü bölge de kurak iklimde tuzlu/jipsli toprak yapısındadır. Bu özellikleri ile ağaçlandırma çalışmalarının yürütüleceği en zorlu sahalardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada, yukarı bölümlerde açıklandığı gibi olumsuz ekolojik koşullara (kurak, tuzlu ve jipsli, sıg topraklı vb.) sahip bir alanda yürütülen ağaçlandırma çalışmalarının başarı durumu değerlendirilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Araştırma alanının tanıtımı

Araştırma, Çankırı oto sanayi ile 28. Mekanize Piyade Tugay Komutanlığı arazisi arasındadır (Şekil 1). Çankırı, İç Anadolu'da Kızılırmak ve Batı Karadeniz ana havzaları arasındadır (OGM, 2011-2030). İl toprakları 40°30'41" kuzey enlemleri ile 32°30'34" doğu boylamları arasındadır. İlin ortalama yüksekliği 723 m'dir.

Araştırma alanı 2013 yılında Ankara Orman Bölge Müdürlüğü, Çankırı Orman İşletme Müdürlüğü, Çankırı İşletme Şefliği (404 No.lu Bölme) "28. Mekanize Piyade Tugay Komutan Yardımcılığı Erozyon Kontrolü Uygulama Projesi" adı altında 203,77 hektar alanda yürütülen proje içerisinde belirlenmiştir. Bu saha Tüney-Çankırı tuzlu/jipsli bölgesi içerisinde kalmaktadır.



Şekil 1. Çankırı İli, Merkez İlçe ve araştırma alanı

İç Anadolu bölgesi iklimi yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlıdır. Çankırı'da yıllık ortalama sıcaklık 10,8°C, yıllık ortalama toplam yağış 413,8mm dir (MGM, 2019). Thornthwaite iklim sınıflandırma modeline göre Çankırı D B'1

d b'3 rumuzu ile gösterilen “Kurak- yarıkurak, mezotermal, su fazlası yok veya pek az, denizel iklim etkisine yakın” iklim sınıfındadır (Göl, 2002; Göl ve ark., 2017a, Göl ve ark., 2017b).

Çankırı'nın toprakları Karadeniz ve Orta Anadolu Bölgesi olarak iki bölgeye ayrılmaktadır (Gökmen, 2007, Göl ve Ediş 2010). Çankırı ilinin kuzeyi III. Zamanda oluşmuş Oligosenmiyosen yaştaki jips serileri ile kaplıdır. Bu oluşumda taban konglomerası üzerinde jips, kil ve marn içermektedir. Eosenden sonra den çekilmiş ve bölge çöl iklimi yaşamıştır (Blumentahal, 1948; Birgili ve ark., 1975; Akyürek ve ark., 1988). Bölgede killi ağır topraklar yayılış göstermektedir (Çepel, 1985; Ürgenç, 1998)

Araştırma alanı, İran-Turan flora bölgesi içerisinde. Nemli ve yüksek bölgelerde kuru ormanlar ve kurak bölgelerde ise bozkır bitki örtüsü hakimdir. Ayrıca araştırma alanının da içinde bulunduğu bölgede ana kayanın tuz/jips olması bitki örtüsünü ot ve çalılardan oluşmaktadır. İl genelinde kuru tarım yaygındır. Akarsuya yakın veya su kaynağı bulunan bölgelerde sulu tarım ve meyvecilik yapılmaktadır. Araştırma alanında içinde bulunduğu ormandan bozkıra geçiş kuşağında yer alan türler; Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe), Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), katran ardıcı (*Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus* L.), iğde (*Elaeagnus angustifolia* L.), kuşburnu (*Rosa canina* L.), ahlat (*Pyrus elaeagnifolia* Pallas), alıç (*Crataegus monogyna* L.), karaçalı (*Paliurus spinachristi* Mill.), baklagiller (*Leguminosae spp.*) ve geven türleri (*Astragalus spp.*) dir (Göl, 2002; OGM ,2011-2030; Ediş ve ark., 2022). Araştırma alanı Türkiye'nin 144 Önemli Bitki Alanı (ÖBA)'nından birisi olan “Çankırı'nın Jipsli Tepeleri” alanı içerisinde. ÖBA florası zengin bitki tür çeşitliliği gösteren ve bozkır ile mezotrofik mera habitatlarının bir mozağını oluşturur (Ataol, 2006; Tuttu ve Akkemik, 2017).

2.2 Araştırma alanında 2013 yılında yürütülen toprak koruma ve ağaçlandırma çalışmaları

Araştırma alanı 2013 yılında “28. Mekanize Piyade Tugay Komutan Yardımcılığı Erozyon Kontrolü Uygulama Projesi” adı altında toprak koruma ve ağaçlandırma çalışmaları uygulanmıştır (OGM, 2013). Sahanın %0-20 eğimli (26,30 ha) bölümünde 160-230 HP paletli traktör + ikili riperle 60-80 cm derinlikte alt toprak ve ağır diskaro ile üst toprak işleme yapılmıştır. Proje sahasının % 20-40 ve % 41-60 eğimli (115,85 ha) bölümünde mini ekskavator ile BUROR teras (173,7 km) inşa edilmiştir (Şekil 2-3-4). Ayrıca, uygun görülen bölgelerde mini ekskavatorle açılan çukur dikim sahaları hazırlanmıştır.



Şekil 2. Araştırma alanı 4. Örnek alan 2013 yılı (sol) (OGM, 2013), 2019 yılı (sağ)



Şekil 3. Araştırma alanı 3. Örnek alan 2013 yılı (sol) (OGM, 2013), 2019 yılı (sağ)



Şekil 4. Araştırma alanı 5. Örnek alan 2013 yılı (sol) (OGM, 2013), 2019 yılı (sağ)

Uygulanan erozyon kontrol projesi kapsamında ağaçlandırma çalışmalarında kullanılan fidan tür ve özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir. Proje kapsamında tüm alana Anadolu karaçamı, Toros sediri, kızılçam, yalancı akasya, mahlep, alıç ve ahlat türlerinden oluşan toplam 151 bin fidan dikilmiştir. Fidanlar Çerkeş, Çankırı Kenbağ ve Çankırı Eldivan fidanlıklarından temin edilmiştir.

Çizelge 1. Proje sahasına 2013 yılı itibarı ile dikilen fidan bilgileri (OGM, 2013)

Türü	Orijini	Dikim Şekli ve Yaşı	Alan (Ha)	Miktar (Adet)
Karaçam	İsmetpaşa	Tüplü 2+0	82,93	82 930
Sedir	Ermenek	Tüplü 2+0	16,10	12 075
Kızılçam	Anamur/Mersin	Tüplü 2+0	16,82	12 615
Yalancı Akasya	Tokat	Çıplak Köklü 1+0	26,30	28 930
Mahlep	Çankırı	Çıplak Köklü 1+0	25,48	10 192
Ahlat	Çankırı	Çıplak Köklü 1+0	6,07	2 428
Alıç	Çankırı	Çıplak Köklü 1+0	4,58	1 832
TOPLAM			178,28	151 000

2.3 Yöntem

Araştırmada, 2013 yılında yürütülen erozyon kontrol proje alanı içerisinde benzer yetiştirme ortamı özelliklerine (yüksekti, eğim, bakı vb.) sahip, farklı toprak işleme ve farklı ağaç türleri ile dikim yapılmış beş örnekleme alanı belirlenmiştir. Araştırma alanına ait iklim, jeoloji, toprak, topoğrafya ve meşçere haritaları değerlendirilmiştir.

Araştırma alanı içerisinde BUROR teras, tam alanda alt ve üst toprak işleme ile çukur dikim sahalarında belirlenen örnekleme alanlarında çalışma yürütülmüştür. Teras sahalarında dört adet, çukur dikim sahalarında ise bir adet örnekleme alanı belirlenmiştir. Teras örnekleme alanlarında ölçümlerinde 300m teras uzunluğu esas alınmış, şerit metre yardımı ile altı metre

aralıkla örnek fidan ölçümleri yapılmıştır. Buna göre her bir örnek alanda elli adet fidan ölçüm noktası belirlenmiştir. Çukur dikim sahalarında ise 20x20m =400m² lik bir adet örnekleme alanı belirlenmiştir. Bu örnek alan içerisine giren fidanlar araştırmaya konu edilmiştir. Örnek alanlarda toplam fidan dikim nokta sayısı, dikilen toplam fidan sayısı ile canlı, kuru ve boş fidan yeri durumları belirlenmiştir. Örnek alan içerisinde fidan dikim yerleri hazırlanmış olmasına rağmen, bazı noktalarda fidan olmadığı, kuru veya çökmüş oldukları belirlenmiştir. Buna göre hazırlanan fidan dikim yeri, dikilen toplam fidan ve ölçülebilen fidan sayıları toplamları farklı çıkmıştır. Örnek alan içerisinde araştırmanın yürütüldüğü tarihte mevcut canlı ve ölçülebilen fidan sayılarına göre veriler üretilmiştir.

Örnekleme noktalarında ağaç türü, canlı, boş, kuru ve çökmüş fidan sayıları ile canlı fidanlarda bazı morfolojik özellikler (tepe kuruması, çarpıklık, sararma, dal kırılması) özellikleri belirlenmiştir. Fidan boyları işaretli latalar, çapları ise milimetrik çap ölçer ile ölçülmüştür (Şekil 5). Fidan sayımları vejetasyon dönemi sonu eylül-kasım aylarında yapılmıştır. Örnekleme alanlarına ait fotoğraflar C.GÖL tarafından çekilmiştir.



Şekil 5. Araştırma alanında fidanların boy (sol) ve çap (sağ) ölçümü

Araştırma alanı içerisinde toprak çukurları açılarak morfolojik özellikleri belirlenmiş ve genetik horizon esasına göre doğal yapısı bozulmuş toprak örnekleme yapılmıştır. Toprak örneklerinde tekstür (Bouyoucos, 1951), elektriksel iletkenlik (EC), tuz ve toprak reaksiyonu (Rhoades, 1996), organik madde (Nelson and Sommer, 1996), karbonat (kireç) (Richard and Donald, 1996) analizleri yapılmıştır.

Değerlendirme çalışmalarında, elde edilen veriler farklı toprak hazırlığı ve fidan türüne göre değerlendirilmiştir. Ayrıca ön araştırma çalışmalarından elde edilen haritalardan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yardımıyla yeni haritalar elde edilmiştir.

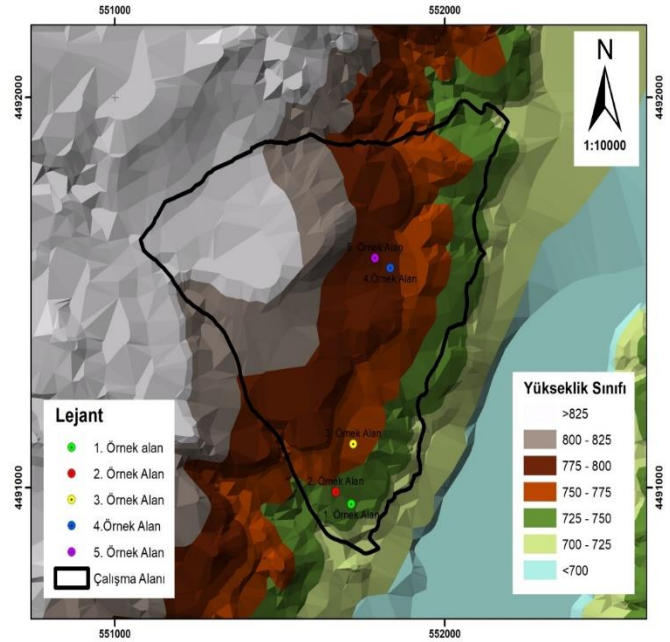
3. Bulgular

3.1 Araştırma alanı yetişme ortamı ve genel toprak özellikleri

Araştırma alanının yükselti aralığı 700-825m dir. Örnekleme noktaları ise 775-800m yükselti aralığındadır (Çizelge 2), (Şekil 6).

Araştırma alanı örnekleme noktalarının eğim sınıfları düz (%10), orta eğimli (%5-12), yüksek eğimli (%12-20) ve çok yüksek eğimli (%20-40) alanlardan oluşmaktadır. Araştırma alanının %66'sı doğu, kuzey-güney doğu ve %17'si ise güney

bakıdadır. Örnekleme noktalarının tümü doğu bakıdadır (Çizelge 2).



Şekil 6. Araştırma alanı yükselti ve örnekleme noktaları haritası

3.2. Ağaç türleri bakımından fidan gelişim durumu

Araştırma alanı içerisinde belirlenen beş örnekleme noktasında toplam 470 adet fidan sayımı yapılmıştır. Teraslar üzerinde altı metre aralıklı toplam 150 adet ve çukur dikim sahalarında ise toplam 74 adet fidan ölçümü yapılabilmektedir. Araştırma kapsamında toplam 224 adet fidan üzerinde morfolojik özellikler ve çap/boy incelenmiştir (Çizelge 4).

Araştırma alanında ölçülen toplam Anadolu karaçam fidanı 117 adettir (Çizelge 4). Bunların 110 adedi canlı, kalanı kuru veya çökmüş durumdadır (Çizelge 6). Bu fidanlar içerisinde yaşama olasılığı düşük (kötü ve zayıf) olarak nitelendirilebilecek fidan sayısı 15 (%10) adet, orta ve iyi nitelikte fidan 85 (%83) adet kuru fidan sayısı 7 (%7) olarak tespit edilmiştir. Tüm araştırma alanında ölçülen fidan sayısına göre (224 adet) Anadolu karaçam türüne ait yaşama olasılığı orta ve iyi nitelikli fidan sayısı 95 (%42,6) olarak tespit edilmiştir (Çizelge 6).

Araştırma alanında ölçülen toplam canlı kızılçam fidan sayısı 67 dir (Çizelge 4). Bu fidanlar içerisinde kuru fidan 4 (%5,9) adettir. Yaşama olasılığı düşük (kötü ve zayıf) olarak nitelendirilebilecek fidan sayısı 2 (%2,9) adettir. Dikim yapılan toplam kızılçam fidanlarından 61 (%91,2) adedi yaşama olasılığı orta ve iyi olarak belirlenmiştir. Ölçüme konu toplam fidan içerisinde orta ve iyi nitelikte kızılçam fidan sayısı 61 (%27,0) adettir (Çizelge 6).

Araştırma alanında ölçülen toplam sedir fidanı sayısı 20 dir (Çizelge 4). Bu fidanlar içerisinde yaşama olasılığı düşük (kötü ve zayıf) olarak nitelendirilebilecek fidan sayısı 7 (%35,0), orta ve iyi nitelikte fidan sayısı 8 (%40,0) dir. Toplam 5 (%25,0) adet sedir fidanı ise kurudur. Ölçüme alınan toplam fidan içerisinde iyi ve orta nitelikte sedir fidanı 8 (%3,3) adettir (Çizelge 6).

Çizelge 2. Araştırma alanı yetişme ortamı özellikleri

Örnek Alan No	Koordinat (UTM) X Y		Yükseklik (m)	Baki	Eğim (%)	Arazi Yüzey Şekli	Jeolojik Temel ve Ana kaya	Fizyografik ve Genel Toprak Özellikleri				Toprak Suyu	Drenaj	Ölü Örtü	Diri Örtü
								Toprak Derinliği							
								Mutlak Derinlik (M) Fizyolojik Derinlik (F)							
								0-30 cm	31-60 cm	61-120 cm	120 cm <				
1	551 738	4 491143	731	Doğu	36	Alt yamaç	Jips		F	M		Yamaç sızıntı suyu	İyi	Yok	Otsu
2	551 689	4 491 170	735	Doğu	17	Orta yamaç	Jips			F-M		Yamaç sızıntı suyu	İyi	Yok	Otsu
3	551 800	4 491 709	783	Doğu	20	Orta yamaç	Jips		F	M		Yamaç sızıntı suyu	İyi	Yok	Otsu
4	551 903	4 491706	778	Doğu	10	Orta yamaç	Jips			F	M	Yamaç sızıntı suyu	İyi	Yok	Otsu
5	551 776	4 491 311	758	Doğu	11	Orta yamaç	Jips	M	F			Yamaç sızıntı suyu	İyi	Yok	Otsu

Çizelge 3. Araştırma alanı bazı toprak özellikleri

Örnek Alan No	Toprak İşleme Şekli/Ağaç Türü	Horizon	Derinlik (cm)	Toprak Tane Dağılımı			Sınıf	Kireç (%)	EC (dS/cm)	Tuz (%)	pH (1/5 Saf Su)	Organik Madde (%)
				Kil (%)	Toz (%)	Kum (%)						
1	BUROR teras, (Kızılçam + Yalancı akasya) (<i>Pinus brutia</i> Ten. + <i>Robinia pseudoacacia</i> L.)	A	0-13	58	17	25	K	28	1,033	0,65	7,2	1,16
		BC	13-30	51	21	26	K	32	2,135	0,96	7,6	1,02
		Cv	30+	43	26	31	KB	30	2,089	1,11	7,5	0,73
2	Ekskavatörle çukur dikim (Kızılçam)	A	0-25	31	25	44	KuB	23	2,006	0,98	7,3	1,32
		BC	25-48	25	40	35	KuB	28	1,965	1,26	7,6	0,98
		Cv	48+	15	30	55	KuB	30	2,658	1,53	7,6	0,66
3	2'li Riper + Çift soklu pulluk teras (Anadolu karaçamı - Toros sediri) (<i>Pinus nigra</i> Arnold. <i>subsp. pallasiana</i> (Lamb) Halmboe <i>Cedrus libani</i> A. Rich)	A	0-23	27	23	50	KuKB	19	1,658	1,16	6,8	1,91
		BC	23-61	17	32	51	KuB	26	1,963	1,54	7,4	0,19
		Cv	61+	27	21	52	KuKB	30	1,898	1,62	7,6	0,09
4	Üst toprak işleme + İşçi gücü ile çukur dikim, (Anadolu karaçamı)	A	0-28	25	40	35	KuB	21	1,654	0,86	7,7	1,29
		BC	28-58	15	30	55	KuB	28	2,006	0,97	7,8	0,75
		Cv	58+	27	23	50	KuKB	29	2,019	1,36	7,8	0,54
5	BUROR teras (Anadolu karaçamı)	A	0-10	23	33	44	B	30	2,156	0,99	6,9	1,03
		BC	10-25	35	25	40	KB	31	2,652	1,02	7,3	0,89
		Cv	25+	28	30	42	KB	33	2,456	1,82	7,5	0,62

Not: K- Kil, KB- Kili balçık, KuB- Kumlu balçık, KuKB- Kumlu killi balçık, B- Balçık

Çizelge 4. Toprak hazırlığı şekline göre fidan sayıları

Toprak İşleme Şekli	Örnek alanlarında bulunan toplam fidan türü ve fidan sayısı (Adet)				Ölçümü yapılan canlı-kuru fidan sayısı (Adet)			
	Kızılçam	Anadolu karaçamı	Sedir	Geniş Yapraklı	Kızılçam	Anadolu karaçamı	Sedir	Geniş Yapraklı
BUROR teras	121	-	-	60	33	-	-	20
Ekskavatörle çukur dikim	37	-	-	-	34	-	-	-
2'li Riper + Çift soklu pulluk	-	36	21	-	-	30	20	-
Üst toprak işleme + İşçi gücü ile çukur dikim	-	37	-	-	-	37	-	-
BUROR teras	-	158	-	-	-	50	-	-
Toplam	158	231	21	60	67	117	20	20

Araştırma alanında dikimi yapılam geniş yapraklı türlere ait toplam 20 adet fidan tespit edilmiştir (Çizelge 4). Geniş yapraklı fidanlardan 8 (%40) adedi kötü ve zayıf, 11 (%55) adedi orta ve iyi nitelikte olduğu belirlenmiştir. Geniş yapraklı fidanlardan 1 (%5) adedi ise kurudur. Geniş yapraklı türlere ait fidanların genel alan içerisinde 11 (%6,8) adedinin yaşama olasılığı yüksek (orta ve iyi nitelikte), 8 (%3,6) adedinin kötü ve zayıf nitelikte olduğu belirlenmiştir.

Toplam dikilen fidan sayısı (224 adet) dikkate alındığında bu fidanların 175 (%77,7) adedi orta ve iyi, 32 (%14,3) adedi

kötü ve zayıf nitelik göstermiştir. Toplam fidan içinde kuruyanların sayısı 17 (%8,0) adettir (Çizelge 6).

Yapılan arazi çalışmaları sonucunda örnek alanlarda canlı ve kuru toplam 224 adet fidan bulunmuştur. Bunun 207 adedi canlı, 17 adedi ise kurudur. Toplam dikilen fidan içinde canlı fidan oranı %92 dir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Toplam ölçülen fidan sayıları ve gelişim durumu

Gelişim Durumu					
Canlı Fidan		Kuru Fidan		Ölçüme Alınan Toplam	
Fidan (Adet)	Oran (%)	Fidan (Adet)	Oran (%)	Fidan (Adet)	Oran (%)
207	92	17	8	224	100

Çizelge 6. Türler göre ölçülen fidan sayıları ve gelişim durumu

Ağaç Türü	Birim	Fidan Gelişim Durumu					
		Kuru	Kötü	Zayıf	Orta	İyi	
Karaçam	Fidan Sayısı	Adet	7	9	6	21	74
	Tür İçi	(%)	7,0	9,0	1,0	16,0	67,0
	Toplam Fidan Sayısına Göre	(%)	3,1	4,0	2,6	9,3	33,3
Kızılcım	Fidan Sayısı	Adet	4	0	2	11	50
	Tür İçi	(%)	5,9	0,0	2,9	16,2	75,0
	Toplam Fidan Sayısına Göre	(%)	1,7	0,0	0,9	4,7	22,3
Sedir	Fidan Sayısı	Adet	5	5	2	2	6
	Tür İçi	(%)	25,0	25,0	10,0	10,0	30,0
	Toplam Fidan Sayısına Göre	(%)	2,2	2,3	0,9	0,9	2,4
Diğer	Fidan Sayısı	Adet	1	4	4	3	8
	Tür İçi	(%)	5,0	20,0	20,0	15,0	40,0
	Toplam Fidan Sayısına Göre	(%)	1,0	1,7	1,9	1,3	3,5
Toplam	Fidan Sayısı	Adet	17	18	14	37	138
	Toplam Fidan Sayısına Göre	(%)	8,0	8,0	6,3	16,2	61,5

3.3 Farklı toprak hazırlığının fidan gelişimi üzerine etkileri

Araştırma alanı içerisinde toprak hazırlığı ve fidan dikim şekline göre fidanların tutma, yaşama ve gelişim durumları Çizelge 7'de verilmiştir.

BUROR terasta kızılçam (Çz) alanında ölçülen toplam fidan sayısı 56 adet dir. Bu fidanlar içerisinde yaşama olasılığı düşük (kötü ve zayıf) fidan sayısı 9 (%16,0) adet, yaşama yeteneği yüksek (iyi ve orta) nitelikteki fidan sayısı 40 (%71,4), kuru fidan sayısı 7 (%12,5) adettir. Toplam dikilen fidanların %25'i (56 adet) kızılçam BUROR terasta bulunmaktadır. Toplam dikilen fidan sayısına göre kızılçamların kötü ve zayıf nitelikte olanların sayısı %3,8, orta ve iyi nitelikte olanlar ise % 17,8 dir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Farklı toprak hazırlığı ve fidan dikim şekline göre fidan gelişim durumu

Toprak İşleme Türü Örnek alan No	Birim	Fidan Gelişim Durumu					Toplam
		Kuru	Kötü	Zayıf	Orta	İyi	
BUROR Teras (Çz) (1. Örnek Alan)	Fidan sayısı	Adet	7	3	6	11	29
	Toprak işleme türü içi	(%)	12,5	5,3	10,7	19,6	51,8
	Toplam fidan sayısına göre	(%)	3,1	1,3	2,5	4,9	12,9
Ekskavatörle Çukur Dikim (2. Örnek Alan)	Fidan sayısı	Adet	0	0	0	4	33
	Toprak işleme türü içi	(%)	0	0	0	10,8	89,2
	Toplam fidan sayısına göre	(%)	0	0	0	1,7	14,7
İkili Ripper + Çift Soklu Pulluk (3. Örnek Alan)	Fidan sayısı	Adet	6	12	2	4	18
	Toprak işleme türü içi	(%)	14,3	28,6	4,8	9,5	42,9
	Toplam fidan sayısına göre	(%)	2,6	5,3	0,9	1,7	8,0
Ağır Diskaro ile Üst Toprak İşleme + Ekskavatörle Çukur Dikim (4. Örnek Alan)	Fidan sayısı	Adet	7	1	0	6	15
	Toprak işleme türü içi	(%)	24,2	3,4	0	20,7	51,7
	Toplam fidan sayısına göre	(%)	3,1	0,4	0	2,6	6,6
BUROR Teras (Çk) (5. Örnek Alan)	Fidan sayısı	Adet	1	2	1	12	44
	Toprak işleme türü içi	(%)	1,6	3,4	1,6	20,0	73,4
	Toplam fidan sayısına göre	(%)	0,4	0,8	0,4	5,3	19,6
Toplam	Fidan sayısı	Adet	21	18	9	37	139
	Toprak işleme türü içi	(%)	9,1	8,1	4,1	16,5	62,2
	Toplam fidan sayısına göre	(%)	9,1	8,2	4,1	16,3	62,2

Ekskavatörle çukur dikim alanında ölçülen toplam fidan sayısı 37 adet dir. Bu fidanlar içerisinde yaşama olasılığı düşük (kuru, kötü ve zayıf) olarak nitelendirilebilecek fidan sayısı 0 (%0) dir. Ekskavatörle kazılan çukurlarda dikilen tüm fidanlar (%100) orta ve iyi özellik göstermiştir. Toplam dikilen fidan içerisinde ekskavatörle çukur dikim miktarı sadece %16,5 dur (Çizelge 7).

İkili ripper alt toprak işleme + çift soklu pulluk ile toprak hazırlığı yapılan sahada ölçülen toplam fidan sayısı 42 adettir. Bu fidanlar içerisinde yaşama olasılığı düşük (kötü ve zayıf) olarak nitelendirilebilecek fidan sayısı 14 (% 33,4) olarak tespit edilmiştir. Bu sahada ölçülen toplam fidanlar içerisinde yaşama yeteneği yüksek olan iyi ve orta nitelikteki fidan sayısı 22 (% 52,4) adet olarak tespit edilmiştir. Araştırma alanı içerisindeki toplam dikilen fidan sayısı içerisinde bu alana dikilen fidanların miktarı %18,7 dir. Toplam fidan içerisinde kötü ve zayıf fidan miktarı %6,9 dır (Çizelge 7).

Ağır diskaro ile üst toprak işleme + ekskavatörle çukur dikim ile toprak hazırlığı yapılan sahada ölçülen toplam fidan sayısı 29 adettir. Bu fidanlar içerisinde yaşama olasılığı düşük (kötü ve zayıf) fidan sayısı 1 (% 3,4), kuru fidan sayısı 7 (%24,2), yaşama yeteneği yüksek iyi ve orta nitelikteki fidan sayısı 21 (%72,4) adettir. Bu alana dikilen fidanların toplam dikilen fidan içerisindeki oranı %12,9 dur (Çizelge 7).

BUROR teras karaçam (Çk) sahasında ölçülen toplam fidan sayısı 60 adettir. Bu fidanlar içerisinde yaşama olasılığı düşük (kötü ve zayıf) olarak nitelendirilebilecek fidan sayısı 3 (% 5,0) adet, orta ve iyi nitelikte fidan sayısı 56 (%93,4) olarak tespit edilmiştir. Kuru fidan sayısı 1 (%1,6) adettir. Toplam dikilen fidanlar içerisinde bu alanda dikilen fidan miktarı %26,8 dir (Çizelge 7).

Araştırma alanı içerisindeki teraslarda ölçülen toplam fidan sayısına (224 adet) göre iyi ve orta düzey olarak belirlenen ve yaşama olasılığı yüksek fidan sayısı 176 (%78,7) olarak belirlenmiştir. Toplam fidan sayısı bakımından kuru fidan sayısı 21 (%9,1), kötü ve zayıf fidan sayısı 27 (%12,2) adettir. Toplam dikilen fidanlardan %90,9'unun canlı ve yaşama ihtimalinin olduğu görülmüştür. Toplam fidan sayısına göre kuruyan fidanların miktarları BUROR teras (Çz) ve ağır diskaro ve üst toprak işleme + ekskavatörle çukur dikim sahaslarında %3,1, BUROR teras (Çk) sahasında ise %0,4 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 7).

4. Tartışma ve Sonuç

Jipsli topraklar, bitki besin maddesi yetersiz (FAO, 1990), toprak reaksiyonu nötrdür (Parsons, 1976). Jipsisollerde bitki örtüsü zayıf, xerofitik çalı ve ağaçlar ile otsu türlerden oluşmaktadır. Jipsisollerde A-B(t)-C horizon dizilimi görülmektedir (Acar ve ark., 2012). Araştırma alanı topraklarında da organik madde içeriği düşük, toprak reaksiyonları alkali özelliktedir. Toprakta yüksek düzeyde tuz ve jips bulunması bitkide zehirlenme, kök gelişimi ve tohum çimlenmesine engel olmaktadır (Smith ve ark., 2009). Ayrıca besin yetersizliği, taşlılık ve yüksek kil yüzdesi ileri aşamada fidan ölümlerine neden olmaktadır. Araştırma alanında da %9,1 oranında fidan kuruması tespit edilmiştir. Ölçülen toplam fidan içerisinde yaşama olasılığı düşük olan fidan miktarı %12,3 tür. Buna göre toplam %21,4 oranında fidanın kuru, kötü ve zayıf nitelikte olduğu görülmektedir. B durumu, ağaçlandırma alanlarında bakım ve tamamlama dikimlerinin önemini işaret etmiştir.

Jipsli sahalar verimsiz toprağa sahip, otsu türlerin yayılış gösterdiği, yerleşime uygun olmayan, kentsel atıkların atıldığı çöplük yerleri veya kuru tarım ve mera arazileri olarak değerlendirilmektedir. Tuzlu/jipsli toprakların olduğu bölgelerde endemik tür içeren eşsiz bitki topluluklarını bulunmaktadır (Yılmaz, 2012; Casby-Horton ve ark., 2015; Çaycı ve ark., 2018). Yüksek jips içerikli topraklar jipsofil bitkilerin uyum sağladığı habitatlardır (Çaycı ve ark., 2018). Bu nedenle bu gibi endemik tür içeriği yüksek sahalarda ağaçlandırma çalışmaları öncesi bu konunun değerlendirmesi gerekmektedir.

Araştırma alanı içerisinde dikilen toplam fidan sayısına göre yaşama olasılığı yüksek fidan sayısı en çok Anadolu karaçam türüne, en düşük ise sedir türünde belirlenmiştir. Türler bireysel olarak değerlendirildiğinde ise kızılçam türü dikilen fidan sayısına göre en yüksek yaşama oranına sahiptir. Buna göre türler içerisinde yaşama olasılığı en yüksek tür kızılçam iken en düşük sedir dir. Tuzlu ve jipsli toprakların bulunduğu bölgelerde vejetasyon çoğunlukla çalı ve otsu türlerden oluşmaktadır (Çaycı ve ark., 2018). Bu durum tuzlu ve jipsli bölgelerde ağaçlandırma çalışmalarında ağaç türlerine ait fidanların yaşama yüzdesinin daha düşük olacağını işaret etmektedir. Araştırma sonucu elde edilen bulgular, kurak ve tuzlu/jipsli alanlarda ağaçlandırma çalışmalarında tür seçiminin önemini vurgulamaktadır.

Farklı toprak hazırlıklarına göre ölçümü yapılan bütün sahalarda kendi içerisindeki en yüksek yaşama olasılığı bulunan saha ekskavatörle çukur teras olarak belirlenmiştir. Bu sahada toplam 37 fidan tespit edilmiş ve bunların tümü (%100) yaşama olasılığı yüksek olarak belirlenmiştir. Nitekim ciddi besin eksikliği olmayan alanlara göre bu bölgede fidan dikim aşamasından önce arazi hazırlığı yaşama olasılığını arttırmaktadır (Eşen ve ark., 2012)

Tüm dikim sahalardaki dikilen toplam fidan sayısı dikkate alındığında ise en yüksek yaşama oranı BUROR (Çk) teras alanında anadolu karaçam türünde olduğu belirlenmiştir. Boydak ve Zoralioğlu (1992)'de kurak sahalarda derin toprak işleminin fidan gelişimini olumlu etkilediğini belirtmiştir. Gülcü ve Çelik (2016)'da toprak işleme şeklinin fidanlarda çap gelişimini etkilediğini ortaya koymuşlardır. Benzer araştırma

sonuçları kurak sahalarda toprak işleme, tür seçimi ve bakım çalışmalarının önemini ortaya koymaktadır.

Tuz/Jips, toprakta yüzeyde çimlenen tohumların ve fidanların çıkışı ve tohum gelişimini engelleyen sert bir kabuk oluşturabilir (Maestre ve ark., 2013). Kabuk oluşumunun engellenmesi ve iyi bir kök gelişimi için tuzlu/jipsli sahalarda toprak işleme yönteminin lokal özelliklerine bağlı olarak, toprak tavadan iken yapılmalıdır. Yine kurak ve yarı kurak alanlarda sonbahar dikimleri tercih edilmelidir. Böylece fidanların tutma başarısı ve gelişmeleri artacaktır.

Jipsofil bitkiler yağışlı dönemlerde daha büyük ve üretken yapraklara sahiptir. Bu özel yaprak yapısı mevsimsel dimorfizm olarak isimlendirilir (Palacio ve ark., 2006; Çaycı ve ark., 2018). Tür seçiminde öncelikle tuzlu/jipsli topraklara adaptasyon yeteneği yüksek olan türler tercih edilmelidir. Bunun yanı sıra ağaçlandırma çalışmalarında yörede doğal olarak yetişen türler kullanılmalıdır. Ayrıca yakın yörelerde başarıyla tamamlanmış ağaçlandırma alanları incelenerek, başarı durumuna göre tür tercihleri yapılmalıdır (Öz ve Göl, 2021).

Türkiye, küresel ısınmanın muhtemel etkileri açısından, risk grubu ülkeler arasında yer aldığı, gelecekte özellikle Akdeniz ve İç Anadolu bölgelerimizin iklim değişikliğinden daha çok etkileneceği tahmin edilmektedir. Bu durum ilerleyen dönemde bu bölgelerde yürütülecek havza ıslah projelerinde toprak hazırlığı ve ağaçlandırmalarda tür seçiminin önemini birkez ortaya koymaktadır.

Teşekkür

Bu araştırma TÜBİTAK 2209-A 1919B011802600 No.lu Üniversite Öğrencileri Yurt İçi Araştırma Projesi tarafından desteklenmiştir. Bu araştırmanın yürütülmesine proje desteği sağlayan TÜBİTAK'a, veri temini ve arazi çalışmalarında yardımcı olan Çankırı Orman İşletme Müdürlüğü'ne, Şef Burak ÖZKAN'a ve Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Said Özçelik'e teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Acar, H., Serteser, A., Kargıoğlu, M., 2012. Afyonkarahisar'daki jipsli topraklar ile bitki örtüsü ilişkisi. AKÜ FEBİD 12, 1-22.
- Akputat, H.A., Çelik, N., 2005. Flora of gypsum areas in Sivas in the eastern part of Cappadocia in Central Anatolia, Turkey. J Arid Environ, 61, 27-46.
- Ataol, M., 2006. Çankırı'nın jipsli tepeleri, türkiye'nin önemli doğal alanları, Doğa Derneği, Cilt 1, S: 96, Ankara.
- Birgili, Ş., Ünal, G., Yoldaş, R., 1975. Çankırı-Çorum havzası'nın jeolojisi ve petrol olanakları, MTA Genel Müdürlüğü Raporu, Rap., No: 5621, Ankara.
- Blumenthal, M., 1948. Bolu Civarı ile Aşağı Kızılırmak Mecrası Arasındaki Kuzey Anadolu Silsilesi'nin Jeolojisi, MTA Genel Müdürlüğü Raporu, Rap No. 2026, Ankara.
- Bouyoucos, G.J.A., 1951. Recalibration of the hydrometer for making mechanical analysis of soil. Journal of American Society of Agronom. 43, 434-438.
- Boydak, M., Çalışkan, S., 2014. Ağaçlandırma. Ormancılığı Geliştirme ve Orman Yangınları ile Mücadele Hizmetlerini Destekleme Vakfı (OGEM-VAK) Yayını, İstanbul.

- Boydak, M., Zoralioğlu, T. 1992. Eskişehir-Karasakal yöresi yarı kurak alanların ağaçlandırılmasında makineli arazi hazırlığı yöntemleri üzerine araştırmalar. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, A(42), 2.
- Casby-Horton, S., Herrero, J., Rolong, N.A., 2015. Gypsum Soils-Their Morphology, Classification, Function, and Landscapes. In Sparks, D.L. (Eds.), *Advances in Agronomy*, pp. 231-290.
- Çaycı, A., Yalçın, E., Akçin, A., 2018. Jipsli topraklarda yaşayan bitkilerde adaptasyon mekanizmaları ve komünite dağılımına etkileri. *Black Sea Journal of Engineering and Science* 1(3), 114-124.
- ÇEM., 2013 Kurak ve Yarı Kurak Alanlarda Ağaçlandırma Rehberi, T.C. Orman ve Su İşleri Başkanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara. 190 s.
- Çepel, N., 1985. Ağaçlandırma çalışmalarında uygulanan arazi hazırlığına ilişkin mekanizasyonun ekolojik sonuçları. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, B(3-5), 1.
- Ediş, S., Aytas, İ., Özcan, A.U., 2021. ICONA modeli kullanarak toprak erozyon riskinin değerlendirilmesi: Meşeli (Çubuk/Ankara) Havzası Örneği. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 7(1), 15-22.
- Ediş, S., Timur, Ö. B., Tuttu, G., Aytas, İ., Göl, C., Özcan, A. U., 2023. Assessing the Impact of Engineering Measures and Vegetation Restoration on Soil Erosion: A Case Study in Osmancık, Türkiye. *Sustainability*, 15(15), 12001.
- Ediş, S., Tuttu, G., Aytas, İ., Tuttu, U., Özcan, A. U., 2022. Acıçay (Çankırı) Riparian Zonunda zamansal ve mekânsal değişimin analizi.
- Erşahin, S., Öztaş, T., Namlı, A., Karahan, G. (Ed.), *Topraklarının Oluşumu ve Kullanımı*. Gazi Kitap Evi, ISBN: 978-605-344-278-3, Ankara, s: 19-94.
- Escudero, A., Iriondo, J.M., Olano, J.M., Rubio, A., Somolinos, R.C., 2000. Factors affecting establishment of a Gypsophyte: The case of *Lepidium subulatum* (Brassicaceae). *Am. J. Bot.*, 87, 861-871.
- Esen, D., Yildiz, O., Esen, U., Edis, S., Cetintas, C., 2012. Effects of cultural treatments, seedling type and morphological characteristics on survival and growth of wild cherry seedlings in Turkey. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 5(6), 283.
- FAO., 1990 Management of Gypsiferous Soils. Food and Agriculture Organization (FAO) Soils Bulletin, Rome, Italy. 62p.
- Gökmen, B., 2007. Çankırı ili coğrafyası. Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.
- Göl, C., 2002. Çankırı-Eldivan yöresinde arazi kullanım türleri ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiler. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. Ankara.
- Göl, C., Bulut, S., Bolat, F., 2017a. Comparison of different interpolation methods for spatial distribution of soil organic carbon and some soil properties in the Black Sea backward region of Turkey. *Journal of African Earth Sciences*, 134, 85-91.
- Göl, C., Ediş, S. 2010., Ilgaz Dağı Güney Yamacındaki Farklı Orman Kuruluşlarındaki Toprak Özelliklerinin Değişimi. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 6(2), 30-39.
- Göl, C., Ediş, S., Yılmaz, H., 2017b. Legal and administrative problems in watershed management in Turkey: case of Tatlıçay watershed. *Environmental Engineering & Management Journal (EEMJ)*, 16(12).
- Göl, C., Günlü, A., Ediş, S., Küçükdöngül, A., 2018. Çorum-Osmancık-Emine Deresi ve yan dere havzaları 1990-2014 yılları havza ıslah çalışmalarının arazi kullanım türü/arazi örtüsüne etkileri. *Turkish Journal of Forestry*, 19(2), 149-155.
- Guerrero, C.J., Alberto, F., Maestro Martinez, M., Hodgson, J., Montserrat, M.G., 1999. Plant Community Patterns in A Gypsum Area of Ne Spain. II. Effects of Ion Washing on Topographic Distribution Of Vegetation. *J. Arid. Environ.* 41, 411-419.
- Gülcü, S., Çelik, İ., 2016. Kurak ve yarı kurak alan ağaçlandırmalarında değişik makineli arazi hazırlığı yöntemlerinin dikim başarısı üzerine etkileri. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 17(1), 12-19.
- Güneş, A., Alpaslan, M., İnal, A., 2010. Bitki Besleme ve Gübreleme. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1581, Ders kitabı: 533. ISBN:978-975-482-878-8, Ankara.
- Karahan, G., Erşahin, S., 2016. Jips: özellikleri, çevresel davranışları ve toprak ıslah maddesi olarak kullanımı. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 2, 45-53.
- Maestre, F.T., Escobar, C., Ladrón de Guevara, M., Quero, J.L., Lázaro, R., Delgado-Baquerizo, M., Ochoa, V., Berdugo, M., Gozalo, B., Gallardo, A., 2013. Changes in biocrust cover drive carbon cycle responses to climate change in drylands. *Glob Change Biol*, 19, 3835-3847.
- Meyer, S.E., 1986. The Ecology of Gypsophile Endemism In The Eastern Mojave Desert. *Ecology*, 67, 1303-1313.
- MGM, 2019, Çankırı Meteoroloji İstasyonu İklim Verileri. Tarım ve Orman Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Nelson, D.W., Sommer, L.E., 1996. *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods*. Soil Science of America and American Society of Agronomy. SSSA Book Series No.5. Madison-USA, pp: 961-1011.
- OGM, 2011-2030. Çankırı Orman İşletme Şefliği Fonksiyonel Amenajman Planı. Orman Genel Müdürlüğü (OGM), Ankara Orman Bölge Müdürlüğü, Çankırı Orman İşletme Müdürlüğü, Çankırı.
- OGM, 2013. "28. Mekanize Piyade Komutan Yardımcılığı Erozyon Kontrol Uygulama Projesi". Orman Genel Müdürlüğü (OGM), Ankara Orman Bölge Müdürlüğü, Çankırı Orman İşletme Müdürlüğü, Çankırı Ağaçlandırma ve Toprak Muhafaza Şefliği, Çankırı.
- Öz, Y., Göl, C., 2021. Yarı kurak ve tuzlu/jipsli alanlarda farklı arazi hazırlığı yöntemlerinin fidan gelişimine etkileri. *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 8(2), 146-156 .
- Özcan, A.U., Aytas, İ., 2019. Biyoçeşitlilik sıcak noktası ve jeolojik miras alanı olan karstik peyzajların zamansal değişimi: Çankırı jipsli tepeleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tarım Bilimleri Dergisi* 29, 4.
- Özdeniz, E., Bölükbaş, Kurt, L., Özbey, B.G., 2016. Ecology of gypsophile plants. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 4(2), 57-62.
- Palacio, S., Millard, P., Montserrat-Martí, G. 2006. Aboveground biomass allocation patterns within Mediterranean subshrubs: a quantitative analysis of seasonal dimorphism. *Flora*, 201, 612-622.

- Parsons, R.F., 1976. Gypsophily in plants. A review, American Midland. Naturalist. 96(1), 1-20.
- Rhoades, J.D., 1996. Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods. Soil Science of America and American Society of Agronomy. SSSA Book Series No.5. Ma-dison-USA, pp: 417-437.
- Richard, H.L., Donald, L.S., 1996. Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods. Soil Science of America and American Society of Agronomy. SSSA Book Series No. 5. Madison-USA, pp: 437-475.
- Smith, D.B., Cannon, W.F., Woodruff, L.G., Solano, F., Kilburn, J.E., Fey, D.L., 2013. Geochemical and mineralogical data for soils of the conterminous United States. U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey. Data Series 801, Reston, VA.
- Sönmez, B. ve Beyazgül, M., 2008. Türkiye’de tuzlu ve sodyumlu toprakların ıslahı ve yönetimi. Sulama ve Tuzlanma Konferansı 12-13 Haziran, Sanliurfa.
- Taş, İ., Öztürk, A., 2011. Karaman - Ayrançı tuzlu alkali topraklarının ıslahında jips kullanımı. KSÜ. Doğa Bil. Derg., 14(1).
- Tuttu, G., Akkemik, Ü., 2017. Çankırı-Korubaşı tepe ve civarındaki jipsli alanların florası. Ot Sistematik Botanik Dergisi, 24(1), 45-88.
- Türkeş, M., 2012. Kuraklık, çölleşme ve birleşmiş milletler çölleşme ile savaşım sözleşmesi’nin ayrıntılı bir çözümlemesi. Marmara Avrupa Araştırmaları Dergisi, 20(1), 7-55.
- Uluocak, N., 1977. Kuraklık ve kurak bölgelerin özellikleri, kurak mntıklar ormancılık problemleri ders notları, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İstanbul.
- Ürgen, S., 1986. Ağaçlandırma Tekniği. İ.Ü., Orman Fakültesi Yayınları, Yayın no: 3314-375, İstanbul.
- Ürgenç, S., 1998. Ağaçlandırma Tekniği. İ. Ü., Orman Fakültesi Yayınları, Yayın no: 3994-441, İstanbul.
- Yang, Y.W., Newton, R.J., Millerf, R., 1990. Salinity tolerance in Sorghum. I hole Plant Response to Sodium Chloride in S. Bicolor and S. halepense. Crop Science, 30, 755-781.
- Yılmaz, I., 2012. On the value of dolines in gypsum terrains as a “Geological Heritage”: an example from Sivas basin, Turkey. Environ Earth Sci, Springer, 65, 805-812.



Hava sıcaklığı ile farklı derinlikte toprak sıcaklığı arasındaki ilişkiler: Bartın ili örneği, Türkiye

İlyas Bolat ^{1*}

¹ Bartın Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Toprak İlimi ve Ekolojisi Anabilim Dalı, 74100, Bartın

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 12/07/2023

Kabul Tarihi: 02/11/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1326564>

* Sorumlu yazar:

ilyasbolat@bartin.edu.tr

ÖZ

Toprak sıcaklığı bir yandan toprakta gelişen fiziksel ve kimyasal olayları, öte yandan canlıların yaşayışını etkilediği için çok önemlidir. Örneğin toprak sıcaklığı bitki köklerinin sağlığını, topraktaki karbon ve azot dönüşümlerini/transformatasyonunu, evapotranspirasyon oranını, bitkisel hastalıkları ve toprak hidrolojisini etkiler. Bu araştırmanın amacı, hava sıcaklığının toprağın farklı derinlikteki toprak sıcaklığına olan etkilerini incelemektir.

Çalışmada 1980–2021 yılları arasında hava sıcaklığı ve farklı derinliklerdeki (5 cm, 10 cm, 20 cm, 50 cm ve 100 cm) toprak sıcaklığları dönemsel verileri kullanılmıştır. İlgili sıcaklık verilerinin değerlendirilmesinde basit doğrusal regresyon modeli ve tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) kullanılmıştır. 42 yıllık dönem içerisinde aylık ortalama 5 cm toprak sıcaklığı (AO5cmTS) en düşük ocak ayında (4,4°C) ve en yüksek temmuz ayında (26,4°C) tespit edilmiştir. Öte yandan farklı derinlikteki yıllık ortalama toprak sıcaklığı (YOTS) sonuçlarının en düşük 13,4°C ile 1985 ve 1992 yıllarında 20 cm toprak derinliğinde ve en yüksek 17,1°C ile 2014 yılında 20 cm toprak derinliğinde olduğu belirlenmiştir. Bartın’da 1980–2021 yılları arası aylık ortalama hava sıcaklığı ile toprak sıcaklığı arasında pozitif ve doğrusal ($r = 0,9994$) olan en kuvvetli ilişki 10 cm toprak derinliğindeki sıcaklık (AO10cmTS) arasında bulunmuştur. Bu kuvvetli ilişkinin regresyon modeli $y=1,2009x - 0,3205$ ’dir. Öte yandan hava sıcaklığı ile toprak sıcaklığı arasında diğerlerine göre daha zayıf olan ilişki 100 cm toprak derinliğinde bulunmuştur. Sonuç olarak 1980–2021 yılları arasında toprak derinlik kademelerindeki toprak sıcaklığı değişimlerinin hava sıcaklığındaki değişime benzerlik gösterdiği, yıllık ortalama hava sıcaklığı değerlerinin devamlı üstünde ve bu farkın yaklaşık 2°C olduğu ortaya çıkmıştır.

Araştırma Makalesi

Anahtar Kelimeler: Atmosfer, Bartın, güneş enerjisi, ısı iletimi, regresyon modeli, toprak

Relationships between air temperature and soil temperature at different depths: The case of Bartın province, Türkiye

ABSTRACT

Soil temperature is very important because it affects the physical and chemical events developing in the soil, on the one hand, and the life of living things, on the other hand. For example, soil temperature affects the health of plant roots, soil carbon and nitrogen transformation, evapotranspiration rate, vegetative diseases, and soil hydrology. The purpose of this research is to examine the effects of air temperature on soil temperature at different depths of the soil. In the study, periodic data on air temperature and soil temperatures at different depths (5 cm, 10 cm, 20 cm, 50 cm, and 100 cm) between 1980 and 2021 were used. Simple linear regression model and one-way analysis of variance (One-way ANOVA) were used to evaluate the relevant temperature data. During the 42-year period, the monthly average soil temperature of 5 cm (AO5cmTS) was lowest in January (4.4°C) and highest in July (26.4°C). On the other hand, the annual average soil temperature (AAST) results at different depths were determined to be the lowest at 13.4°C in 1985 and 1992 at 20 cm soil depth and the highest at 17.1°C in 2014 at 20 cm soil depth. The strongest positive and linear ($r = 0.9994$) relationship between monthly average air temperature and soil temperature in Bartın between 1980 and 2021 was found between the temperature at 10 cm soil depth (AO10cmTS). The regression model of this strong relationship is $y = 1.2009x - 0.3205$. On the other hand, a weaker relationship between air temperature and soil temperature was found at 100 cm soil depth. As a result, it was revealed that the soil temperature changes in the soil depth levels between 1980 and 2021 were similar to the change in air temperature, constantly above the annual average air temperature values, and this difference was approximately 2°C.

Key Words: Atmosphere, Bartın, solar energy, heat conduction, regression model, soil

Bu makaleye atıf:

Bolat, İ., 2023. Hava sıcaklığı ile farklı derinlikte toprak sıcaklığı arasındaki ilişkiler: Bartın ili örneği, Türkiye. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(2), 144-149.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

1. Giriş

Dünya yüzeyinin bir dizi meteorolojik parametreden etkileneneği tahmin edilmektedir. Sıcaklık, basınç, nem, rüzgâr, yağış, güneş radyasyonu gibi meteorolojik parametreler atmosferde birbirilerini etkileyen ve ilişkili olan değişkenlerdir. Belirtilen bu meteorolojik parametreler toprağı ve toprak sıcaklığını doğrudan etkilemektedir (Islam et al., 2015). Ancak bunların arasında coğrafi koşulları ve yaşam etkinliklerini çok yakından kontrol eden iklim öğesi atmosferin sıcaklığıdır. Yeryüzünün tek enerji kaynağı olan güneş atmosfer sıcaklığının da kaynağıdır. Güneşten gelen enerjinin önemli bir bölümü atmosferi geçerek yeryüzüne ulaşır ve oradaki katı ve sıvı cisimleri ısıtarak ısı enerjisi haline döner. İşte atmosferi de ısıtan, doğrudan doğruya güneşten gelen görünür veya görünmez ışınlardan çok, yeryüzünden atmosfere geçen bu ısı enerjisidir. Onun için atmosferin alt katları daha sıcaktır. Hâlbuki mantıken atmosferin doğrudan doğruya güneş ışınlarına karşı olan üst katlarının daha sıcak olması gerektiği düşünülebilir. Ancak durum öyle değildir. Çünkü atmosferin yerden aldığı enerji (%39), güneşten aldığı enerjiye (%15) oranla daha fazla olmaktadır. İşte atmosferin alt katlarının daha sıcak olmasının nedenlerinden birisi de bu alttan ısınmasıdır (Erol, 2004).

Toprak sıcaklığı, toprağın ısı kazancı ile ısı kaybı arasındaki dengedir. Genel olarak toprak sıcaklığını, bölgesel ve lokal iklim koşulları etkiler. Bununla birlikte toprak sıcaklığının kaynağı güneş ışınlarıdır. Yani toprak sıcaklığını, zemine ulaşan radyasyon miktarı ve zeminin albedosu tayin eder. Gündüzün toprağın ısınması ile sıcaklık, yukarıya doğru nakledilerek havaya doğru bir hareket meydana gelir. Geceleyin ise durum tamamen aksine döner, soğuk hava yerçekiminin tesiri ile yüzeyi kaplar, bu arada soğuk havanın etkisi ile meydana gelen kondüksiyonla gerek toprak gerekse toprak yüzeyindeki hava soğur. Toprak yüzeyinin sıcaklığı, bir kaide olarak alt toprak sıcaklığını etkiler; bu etki sıcak havalarda daha fazla olur. Bulutlu hava şartlarında ve ıslak topraklarda, sıcaklığın yüzeyden derinlere doğru ilerlemesi daha yavaş olur. Yüzeydeki sıcaklığın toprak katındaki günlük ilerlemesi 25–75 cm arasında değişir (Çepel, 1996; Atalay, 2006). Kantarcı (2000)'ya göre toprak sıcaklığının üç kaynağı vardır. Bu kaynaklardan en etkili güneş enerjisidir. İkinci kaynak toprak içindeki kimyasal ve mikrobiyolojik olaylar sonucunda ortaya çıkan ısı enerjisidir. Üçüncü kaynak ise yerin derinliklerinden gelen ısı enerjisidir. Fakat bu üçüncü kaynak göz önüne alınmayacak kadar az etkilidir. Toprak güneş enerjisi ile gündüz ısınır, gece ise bu ısının bir kısmını geri verir.

Daha önce ifade edildiği üzere toprak sıcaklığı, yeryüzüne ulaşabilen güneş enerjisi ile bazı fiziksel toprak özelliklerine bağlıdır. Yeryüzüne ulaşabilen güneş enerjisi miktarı üzerinde atmosfer tabakalarının kalınlığı, içindeki katı, sıvı ve gaz halindeki maddelerin cinsi ve miktarı, mevsimler, günün çeşitli saatleri, bitki örtüsü, arazi yüzü şekli, enlem dereceleri, vb. faktörler etkilidir. Atmosfere ait faktörlerin etkisinden dolayı ve yeryüzünden meydana gelen yansıma gibi nedenlerle güneş enerjisinin ancak %50'sine yakın kısmı toprağa ulaşabilir. Toprağın mineral ve organik madde bileşimi, nem içeriği, hava oranı ve rengi gibi fiziksel özellikler doğrudan doğruya veya dolaylı olarak toprak sıcaklığını etkilemektedir. Öte yanda toprak sıcaklığı, anakaya ve minerallerin ayrışması, toprak

canlılarının enerji sağlaması, tohumların çimlenip fide köklerinin gelişmesi üzerinde önemli etkileri olan bir faktördür. Özellikle bitki köklerinin fizyolojik faaliyeti ve gelişimi üzerinde dolaylı ve dolaysız etkilere sahiptir. Kök hücrelerinin faaliyete geçebilmesi için gerekli enerjiyi sağlar. Toprak suyunun kolayca alınabilmesi hususunda da önemli etkileri vardır (Çepel, 1996). Toprakta meydana gelen tüm fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçler toprak sıcaklığından etkilenir. Besinlerin ve suyun kökler tarafından alınması, organik maddenin toprak canlıları tarafından ayrışması/ayrıştırılması ve tohumların çimlenmesi gibi biyolojik süreçler, toprak sıcaklığından büyük ölçüde etkilenir. Bu işlemlerden bazılarının hızları, sıcaklıktaki her 10°C artış için iki kattan fazladır (Campbell, 1985).

Toprak sıcaklığı, kar derinliği, bitki örtüsü, toprağın tekstürü ve toprak nemli, organik madde birikimi, topraktaki donma ve erime olayları ile hidrolojik süreçler gibi çeşitli çevresel faktörlere bağlıdır. Toprak sıcaklığı ile hava sıcaklığı arasındaki ilişki, farklı iklimsel parametrelerin etkisi nedeniyle çok karmaşık olsa da (Chudinova et al., 2006), birçok çalışma hava sıcaklığı ile toprak sıcaklığının birbirini takip ettiği sonucuna varmıştır (Araghi et al., 2017; Shati et al., 2018; Khoshhal Jahromi et al., 2021). Dolayısıyla toprak sıcaklığı, zemin yüzeyindeki enerji dengesine bağlı olarak hava sıcaklığı ile iyi bir korelasyon içinde olmalıdır (Zheng et., 1993). Belki de bu yüzden toprak sıcaklığı için hazırlanan en basit modelde, sıcaklığın sabit olduğunu veya günlük, haftalık veya aylık ortalama hava sıcaklığına eşit olduğunu varsaymak olacaktır.

Buradan hareketle bu çalışmanın temel amacı, çeşitli toprak derinlik kademelerindeki (5 cm, 10 cm, 20 cm, 50 cm ve 100 cm) toprak sıcaklıkları ve hava sıcaklığı arasındaki ilişkiyi araştırmak ve meteoroloji istasyonlarından kolayca elde edilebilen fiziksel bir değer olan hava sıcaklığı ile bağlantılı olarak aylık ortalama toprak sıcaklığını hesaplamak için basit denklemler önermektir. Ayrıca hava sıcaklığı ve farklı derinlikte toprak sıcaklığı değerleri arasında istatistiki olarak fark ($P < 0,05$) olup olmadığını araştırmaktır. Bu bağlamda yürütölen araştırmada, Bartın Meteoroloji İstasyon Müdürlüğü'nden temin edilen 1980–2021 yılları arasındaki (42 yıllık süre) hava sıcaklığı ve farklı derinliklerdeki (5 cm, 10 cm, 20 cm, 50 cm ve 100 cm) toprak sıcaklıklarının aylık ve yıllık ortalama değerlerine ilişkin dönemsel verileri kullanılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Araştırma alanının tanıtımı

Çalışma Batı Karadeniz Bölgesi'nin, 41° 53' kuzey enlemi ile 32° 45' doğu boylamı arasında yer alan Bartın ilinde yürütölmüştür. Bartın'ın kuzeyini 59 km uzunluğa sahip sahil şeridiyle Karadeniz çevrelerken, Bartın doğuda Kastamonu, doğu ve güneyde Karabük, batıda ise Zonguldak illeriyle komşudur. İl merkezinin rakımı 25 m'dir (URL–1, 2023). Verilerin temin edildiği Bartın Meteoroloji İstasyon Müdürlüğü 4608297 kuzey, 446417 doğu (36 UTM) ve 36 m yükseltide bulunmaktadır (URL–2, 2023).

2.2 Veriler

Bu alışmada, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne bağlı Bartın Meteoroloji İstasyon Müdürlüğüne ait 1980–2021 yılları dönemsel iklim verileri kullanılmıştır. Bu dönemde sinoptik veya otomatik gözlem yapılan merkez istasyonun Aylık Ortalama Hava Sıcaklığı (AOHS), Yıllık Ortalama Hava Sıcaklığı (YOHS), Aylık Ortalama 5 cm Toprak Sıcaklığı (AO5_{cm}TS), Aylık Ortalama 10 cm Toprak Sıcaklığı (AO10_{cm}TS), Aylık Ortalama 20 cm Toprak Sıcaklığı (AO20_{cm}TS), Aylık Ortalama 50 cm Toprak Sıcaklığı (AO50_{cm}TS) ve Aylık Ortalama 100 cm Toprak Sıcaklığı (AO100_{cm}TS) verileri değerlendirilmiştir. Yıllık ortalamalar, takvim yılında on iki ayın aritmetik ortalaması olarak düzenlenmiştir. Kırk iki (42) yıllık ortalamalar, aylık toplamların 42'ye bölünmesiyle elde edilmiştir.

2.3 Verilerin değerlendirilmesi ve istatistiksel analiz

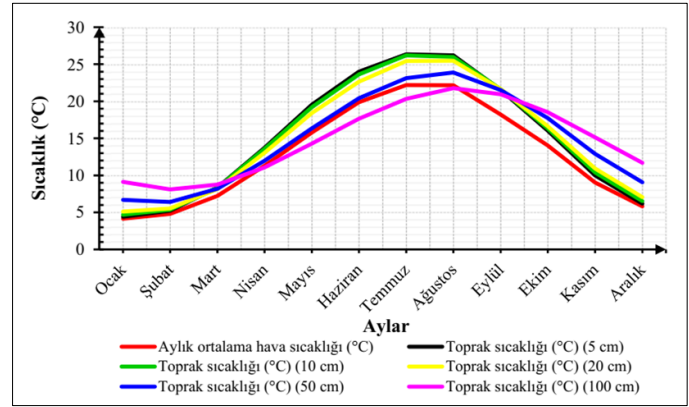
Çalışmada kullanılan sıcaklık verilerinin değerlendirilmesinde Basit Doğrusal Regresyon Modeli (BDRM) kullanılmıştır. Bununla birlikte hava sıcaklığı ve farklı derinlikte toprak sıcaklığı değerleri arasında istatistiksel olarak fark ($P < 0,05$) olup olmadığı tek yönlü varyans analizi (One-way ANOVA) ile ortaya konulmuştur. Varyans analizi sonucunda F test istatistiksel olarak önemli ise hangi grup ortalamalarının diğerlerinden farklı olduğunu, farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını ortaya koymak gerekir. Bunun için çoklu karşılaştırma testlerinden birisi olan Tukey HSD testi kullanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1 Aylık ortalama sıcaklıklar

Yapılan bu çalışmada 1980–2021 yılları arasını kapsayan dönemde (42 yıllık süre) AOHS en düşük ocak ayında (4,2°C) ve en yüksek temmuz ayında (22,3°C) tespit edilmiştir. Bu dönem içerisinde AO5_{cm}TS en düşük ocak ayında (4,4°C) ve en yüksek temmuz ayında (26,4°C) tespit edilmiştir (şekil 1). şekil 1 incelendiğinde AO100_{cm}TS'nin, nisan ayından eylül ayına kadar hem aylık ortalama hava sıcaklığından hem de diğer toprak derinliği sıcaklıklarından daha düşük değerlere sahip olduğu görülmektedir. Bu aydan (eylül ayı) itibaren AO100_{cm}TS, AOHS ve diğer toprak derinliği sıcaklıklarından daha yüksektir. Toprak sıcaklığının değişimi, hava sıcaklığına bağlı olarak cereyan etmektedir. Günlük hava sıcaklığı değişimleri toprağın st kısımlarını (30–40 cm derinliğe kadar) etkilemektedir. Derinlerde, rneğin 60 cm toprak derinliğinde gece ile gündüz arasında ancak 1–2°C'lik bir değişim meydana gelmektedir. Fakat uzun süreli mevsimlik etkiler, daha derinlere inebilmektedir (epel, 1996). Öte yandan sıcaklığa bağlı olarak bitkilerin gelişmesi üzerinde rol oynayan en önemli faktör, normal gelişimi sağlayan sıcaklığın bulunduğu devrenin sresidir. Bu dereye "vegetasyon devresi" veya "vegetasyon periyodu" denmektedir (epel, 1995). Vegetasyon devresi, bitkilerde büyümeyi başlatan sıcaklıkla, büyümenin durduğu sıcaklıklar arasında geçen süredir. Bu süre, her bitkiye ve her bölgeye göre az çok fark etmekle beraber, bitkilerin yetişme şartlarıyla ilgili çalışmalarda, genelde +5°C alt sınır, +10°C st

sınır olarak kullanılmaktadır. Rubner'e göre vegetasyon devresi, aylık ortalama sıcaklığın 10°C'nin başlangıç ve bitimi arasında geçen süredir. Toprak sıcaklığının nemi Campbell (1985) tarafından şu şekilde açıklanmaktadır: bazen bitkinin yer üstü kısımlarının/parçalarının büyümesi, hava sıcaklığından çok toprak sıcaklığıyla daha yakından ilişkilidir. Orman ağaçları için vegetasyon devresini, aylık ortalama sıcaklıklarını +10 °C ve daha yüksek olan aylar oluşturmaktadır. Orman ağaçları bütün yaşam aktivitelerini bu devrede gösterirler. Bu devre ne kadar uzun olursa organik madde de o kadar çok olacak demektir (epel, 1995; Aydınz, 2010). Bu açıklamalara göre şekil 1 incelendiğinde farklı toprak derinlik kademelerinde (5 cm, 10 cm, 20 cm, 50 cm ve 100 cm) toprak sıcaklığının nisan ayında +10°C'nin üstüne çıktığı ve kasım ayında +10°C'nin altına indiği görüldüğünden, Bartın'da vegetasyon periyodunun nisan ayında başladığı ve kasım ayında son bulduğu söylenebilir.



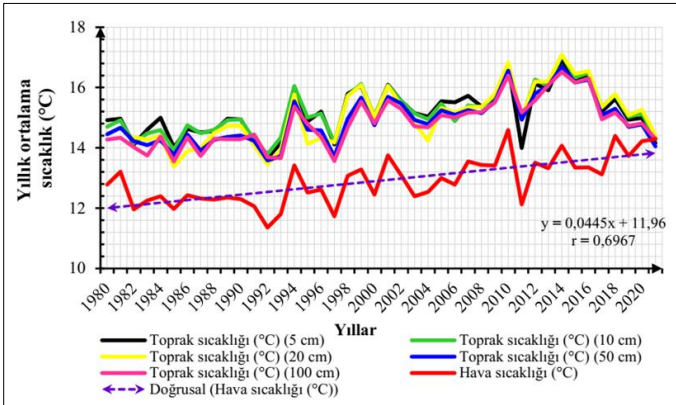
şekil 1. Aylık ortalama hava sıcaklığı ile farklı derinlik kademelerinde toprak sıcaklığının 1980–2021 dönemi arasında aylara göre değişimi

Ayrıca ilkbahar ve yaz mevsimlerinde toprak sıcaklığının st derinlik kademelerinde (5 cm ve 10 cm gibi) daha yüksek, sonbahar ve kiş mevsimlerinde ise alt derinlik kademelerinde (50 cm ve 100 cm gibi) daha yüksek olduğu görülmektedir (şekil 1). Bunun nedeni sonbahar ve kiş mevsimlerinde (sırasıyla 285,75 mm ve 380,81 mm) ilkbahar ve yaz mevsimlerine (sırasıyla 218,17 mm ve 202,29 mm) göre daha fazla yağan yağmurlardan (Bolat, 2011; Bolat et al., 2015; Bolat and şensoy, 2023a) dolaylı toprağın nem içeriğinin yüksek olması olabilir. Nitekim Kantarcı (2000)'ya göre toprakta suyun miktarı, toprağın ısınma kapasitesi (zgl ısı) ile ısı iletkenliğini ve sıcaklığını önemle etkilemektedir. Isı iletkenliği su miktarı arttıkça artmaktadır. Toprağın sıcaklık iletkenliği ise su miktarına bağlı olarak önce artmakta fakat daha sonra azalmaktadır (Kantarcı, 2000). Diğer taraftan sonbahar ve kiş mevsimlerinde st derinlik kademelerinde (5 cm ve 10 cm gibi) toprakta llen bu sıcaklık düşüklüğünün nedeni soğuk yağış sularının toprağın st kesimine sızmalarından ileri gelebilir. Öte yandan Atalay (2006)'da genellikle ılıman iklim bölgelerinde sonbahar ve kiş mevsimlerinde, toprak sıcaklığının hava sıcaklığından daha yüksek olduğunu bildirmektedir. Yrtlen bu araştırmada da benzer yönde sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuç üzerinde toprak neminin etkisinin olabileceği düşünülmektedir. Nitekim nemli toprağın yer sıcaklığı üzerindeki etkisi oldukça farklıdır. Çünkü toprağı ısılatmış olan suyun özgül ısı yüksektir ve çok enerji aldığı halde az ısınır.

Yine aynı nedenle nemli toprak geç soğur. Bu özelliği ile nemli toprak kuru yerle su yüzeyleri arasında bir ortam oluşturmaktadır (Erol, 2004). Ayrıca daha önce yapılan bazı çalışmalarda (Beltrami et al., 2005; Zhang et al., 2021) güneş radyasyonu, yağışlar, bitki örtüsü ve yüzey hava sıcaklığındaki değişiklikler gibi birçok farklı faktörün toprak sıcaklığını değiştirmede etkili olan başlıca faktörler olduğu bildirilmektedir. Bütün bunların yanında Bartın için yapılan bu çalışmada, toprak sıcaklığının yıl içindeki farklarının üst derinlik kademelerinde fazla olduğu halde, alt derinlik kademelerinde nispeten daha az olduğu görülmektedir (Şekil 1).

3.2 Yıllık ortalama sıcaklıklar

Bartın'da 42 yıllık zaman içerisinde YOHS en düşük 11,36°C ile 1992 yılında, en yüksek 14,59°C ile 2010 yılında ölçülmüştür (Şekil 2). Ayrıca BDRM'ye göre son 42 yıl içerisinde YOHS'nin artış eğiliminde olduğu ($r=0,6967$) belirlenmiştir (Şekil 2). Öte yandan farklı derinlikte (5 cm, 10 cm, 20 cm, 50 cm ve 100 cm) yıllık ortalama toprak sıcaklığı sonuçlarının en düşük 13,4°C ile 1985 ve 1992 yıllarında 20 cm toprak derinliğinde ve en yüksek 17,1°C ile 2014 yılında 20 cm toprak derinliğinde olduğu belirlenmiştir. Toprak derinliğindeki sıcaklık değişiminin yıllar itibariyle hava sıcaklığındaki değişim ile benzerlik gösterdiği, toprak sıcaklığı değerlerinin 2021 yılı hariç olmak üzere diğer yıllarda YOHS değerlerinin devamlı üstünde olduğu ve bu farkın yaklaşık 2°C olduğu söylenebilir (Şekil 2).



Şekil 2. Yıllık ortalama hava sıcaklığı ile farklı derinlik kademelerinde toprak sıcaklığının 1980–2021 dönemi arasında yıllara göre değişimi

Türkiye'de son 25 yıllık dönemde, hem sıcaklık rejimi belirgin olarak daha ılıman ve sıcak koşullara doğru evrilmiş, hem de sıcak hava dalgalarının sıklığında ve şiddetinde önemli değişimler gerçekleşmiştir (Türkeş, 2019). Nitekim 2010–2020 yılları arasında Türkiye ortalama sıcaklığı 14,1°C'dir. Uzun dönem verilerine göre, 1970–2020 yılları arasında ise Türkiye ortalama sıcaklığının 13,2°C olduğu bildirilmektedir. Üstelik aynı çalışmada 1970–2020 yılları arasında Türkiye'de yıllık ortalama sıcaklığın artış eğiliminde olduğu raporlanmaktadır (URL–3, 2023). Yapılan bir çalışmada (Bolat ve Şensoy, 2023a) basit doğrusal regresyon modeli sonuçlarına göre 2012–2021 yılları arasında Bartın, Zonguldak ve Düzce'de ortalama minimum ve maksimum sıcaklık ile yıllık ortalama sıcaklığın (Bartın; $r = 0,568$, Zonguldak; $r = 0,653$, Düzce; $r = 0,584$) artış

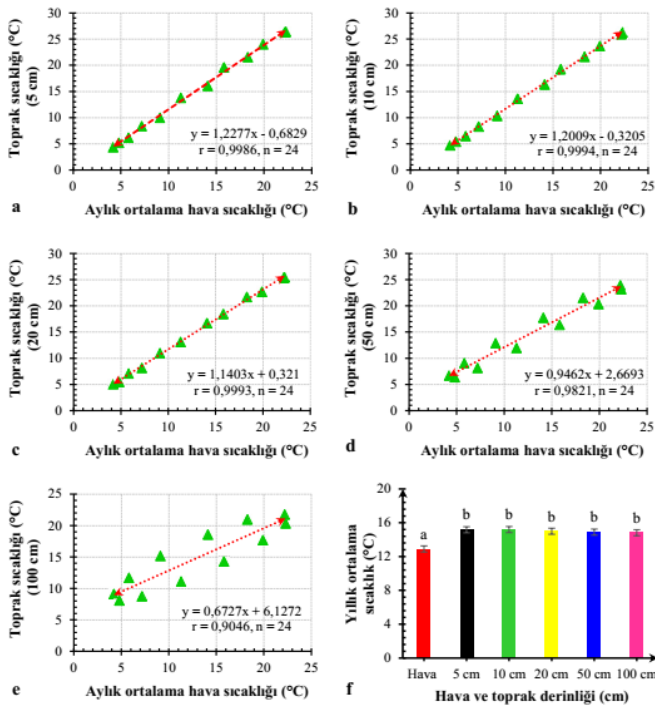
eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) 9 Ağustos 2021'de yayımlanan son raporuna (6. Değerlendirme Raporu–AR6) göre küresel anlamda sıcaklık tahmin edilenden çok daha hızlı bir şekilde artış göstermektedir. Üstelik son 40 yılın her biri, 1850'den bu yana kendisinden önceki 10 yıldan daha sıcak olmuştur. 21. yüzyılın ilk 20 yılında (2001–2020) küresel yüzey sıcaklığı, 1850–1900'dan 0,99°C [0,84–1,10°C] daha yüksektir. Ayrıca raporda 2010–2019 yılları arasındaki sıcaklık artışının 1850–1900 dönemine kıyasla 1°C'den (1,07°C) fazla arttığı bildirilmektedir. Ülkemizin Batı Karadeniz bölgesinde yapılan bir çalışmada (Öztürk et al., 2016) son on bir yılın (2002–2012) yıllık ortalama sıcaklığı, ilk yirmi yılın (1982–2001) ortalama sıcaklığından yaklaşık 0,7°C daha yüksek olarak bulunmuş ve aradaki bu sıcaklık farkı sessiz iklim ısınmasının bir işareti olarak değerlendirilmiştir. Benzer olarak Sinop ve Kastamonu İllerini kapsayan bir çalışmada, küresel ısınmanın işareti olarak bölgesel ölçekte sıcaklıkların artış eğiliminde olduğunu, yağış rejimi ve dağılımında da değişimlerin gerçekleştiğini ortaya koyan bulguların varlığından söz edilmektedir (Bolat ve Şensoy, 2023b).

3.3 Aylık ortalama hava sıcaklığı ile farklı derinlikteki toprak sıcaklığı arasındaki ilişkiler

Bartın'da 1980–2021 yılları arası aylık ortalama hava sıcaklığı ile toprak sıcaklığı arasında pozitif ve doğrusal ($r = 0,9994$) olan en kuvvetli ilişki 10 cm toprak derinliğinde belirlenmiştir (Şekil 3b). Bu kuvvetli ilişkinin regresyon modeli $y = 1,2009x - 0,3205$ 'dir. Buna karşılık aylık ortalama hava sıcaklığı ile toprak sıcaklığı arasında pozitif ve doğrusal ($r = 0,9046$) olan, ancak diğerlerine göre daha zayıf ilişki 100 cm toprak derinliğinde bulunmuştur (Şekil 3e). Bu ilişkinin regresyon denklemi ise $y = 6727x + 6,1272$ 'dir. Aylık ortalama hava sıcaklığı ile diğer toprak derinliğine ait sıcaklıklar arasındaki regresyon modelleri ve korelasyonlar, Şekil 3a, c ve d'de verilmiştir. Bu araştırmada, hava sıcaklığı ile farklı derinlik kademelerindeki toprak sıcaklığları arasında ortaya çıkan korelasyonlar pozitif yönde, doğrusal ve kuvvetli bir ilişkinin olduğunu belirtmektedir. Nitekim daha önce yapılan bazı çalışmalarda (Hu and Feng, 2005; Nuruddin and Tokiman, 2005; Chudinova et al., 2006; İslam et al., 2015; Zhang et al., 2021) da toprak sıcaklığının normalde hava sıcaklığı ile yakından ilişkili olduğu ve zamansal değişimlerinin genellikle benzer özellikler gösterdiği vurgulanmaktadır. Ayrıca bu çalışmada elde edilen diğer bir sonuç, hava sıcaklığının tüm derinliklerde toprak sıcaklığını etkilediği, üzerinde önemli etkilere sahip olduğu, ancak bu etkinin derinlikle düştüğünün belirlenmiş olmasıdır. Bazı araştırmacılar (İslam et al., 2015; Zhang et al., 2021) yapmış oldukları çalışmalarda toprak derinliğinin artmasıyla birlikte hava sıcaklığı ile toprak sıcaklığı arasındaki ilişkinin zayıfladığını belirtmişlerdir.

Öte yandan 1980–2021 yılları arasında toprak derinlik kademelerindeki ortalama sıcaklıklar ve hava sıcaklığı arasında istatistiksel açıdan önemli ($P < 0,05$) fark olduğu belirlenmiştir. Gruplar arası çoklu karşılaştırma testi (Tukey HSD) sonucuna göre ise ortalama hava sıcaklığı bir grupta yer alırken, farklı derinlikteki ortalama sıcaklık değeri sonuçları farklılık göstermeyerek istatistiksel olarak aynı grup içerisinde yer almıştır (Şekil 3e). Bartın'da 1980–2021 yılları arasındaki

ortalama hava sıcaklığının 12,91°C olduğu ortaya çıkmıştır. Bu periyod (42 yıl) içerisinde toprak derinlik kademelerine göre ortalama toprak sıcaklık sonuçları 15,17°C (5 cm), 15,20°C (10 cm), 15,00°C (20 cm), 14,90°C (50 cm) ve 14,83°C (100 cm) olarak tespit edilmiştir. Her ne kadar aralarında istatistiksel olarak fark çıkmasa da bu sonuçlara göre toprak sıcaklığının 20 cm derinlik kademesinden sonra nispeten azalışa geçtiği görülmüştür. Atalay (2006)'a göre dünya ölçüsünde toprak sıcaklığı değişmesinde bölgelere göre çok önemli farklar bulunur. Örneğin nemli tropikal bölgelerde yıllık ortalama sıcaklık 25–30°C, tropikal çöllerde 35°C, orta kuşakta 18°C ve arktik bölgelerde temmuz ayında 10°C civarındadır. Türkiye, 36°–42° kuzey paralelleri ile 26°–45° doğu meridyenleri arasında yer aldığından kuzey yarım kürede, orta–ılıman kuşaktadır. Bu durumda çalışma sonucunda elde edilen yıllık ortalama toprak sıcaklıklarının orta kuşak için ifade edilen yıllık ortalama 18°C değerinin nispeten altında olduğu söylenebilir (Şekil 3f).



Şekil 3. 1980–2021 yılları arası aylık ortalama hava sıcaklığı ile toprak sıcaklığı (5 cm) (a), (10 cm) (b), (20 cm) (c), (50 cm) (d) ve (100 cm) (e) arasındaki ilişki ile sıcaklıkların istatistiksel farkı (f); sütunlar ortalama ± standart hatayı ifade etmektedir. Farklı harfler P<0,05 önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

4. Sonuç ve Öneriler

Çalışmada elde edilen sonuçlar, toprak sıcaklığındaki değişimin yüzeye yakın derinliklerde (5 cm ve 10 cm gibi) daha yüksek olduğunu, alt derinlik kademelerinde ise azalış göstererek meydana geldiğini işaret etmektedir. Bununla birlikte toprak sıcaklığının mevsimsel farklılık gösterdiği ve yıl içindeki farklarının üst derinlik kademelerinde fazla olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca 1980–2021 yılları arasında farklı derinlik kademelerinde toprak sıcaklığı değişimlerinin hava sıcaklığındaki değişime benzerlik gösterdiği ve artış yönünde

oldukları, ancak toprak sıcaklığı değerlerinin 2021 yılı hariç diğer yıllarda YOHS değerlerinin devamlı üstünde ve bu farkın yaklaşık 2°C olduğu ortaya çıkmıştır. Basit doğrusal regresyon analizi, incelenen tüm derinliklerde zemin sıcaklığının hava sıcaklığı ile yakından ilişkili olduğunu ve aralarındaki korelasyonun, özellikle aylık değerler için çok yüksek olduğunu göstermiştir. Örneğin hava sıcaklığı ile toprak sıcaklıkları arasındaki korelasyon analizlerinde toprağın 5 cm, 10 cm ve 20 cm derinlik kademelerinde güçlü korelasyonlar (sırasıyla $r = 0,9986$, $r = 0,9994$ ve $r = 0,9993$) elde edilmiştir. Sonraki derinlik kademelerinde (50 cm ve 100 cm) hava sıcaklığı ile toprak sıcaklıkları arasındaki korelasyon azalmaya başlamıştır. Buna rağmen bu çalışmada elde edilen regresyon denklemleri sayesinde herhangi bir nedenden dolayı toprak sıcaklığının ölçülemediği durumlarda hava sıcaklığının ölçülmesi ile toprak sıcaklığı çok düşük bir hata payı ile belirlenebilecektir. Bununla birlikte hava sıcaklığı ve toprak sıcaklığı arasındaki ilişkileri ortaya koyan daha doğru modeller, toprak sıcaklığını belirlemek için toprak içindeki ısı akışının ve toprak yüzeyindeki ısı değişiminin analizini gerektirir.

Teşekkür

Çalışmada kullanılan meteorolojik verilerin (1980–2021 yılları arası) temin edilmesinde yardımcı olan T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Bartın Meteoroloji İstasyon Müdürlüğü'ne teşekkür ederim. Ayrıca şu zamana kadar maddi ve manevi yardımlarını, özverilerini, desteklerini ve teşviklerini hiçbir zaman benden esirgemeyen ve her zaman yanımda olan en küçüğünden en büyüğüne tüm aile üyelerime sonsuz şükranlarımı sunarım. Bununla birlikte zaman ayırıp makaleyi değerlendirerek katkılar sağlayan çok kıymetli hakemlere ve dergi editörüne teşekkürü bir borç bilirim.

Kaynaklar

- Araghi, A., Mousavi-Baygi, M., Adamowski, J., 2017. Detecting soil temperature trends in Northeast Iran from 1993 to 2016. *Soil and Tillage Research*, 174, 177–192.
- Atalay, İ., 2006. Toprak Oluşumu, Sınıflandırılması ve Coğrafyası. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü Yayını, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, 584 s.
- Aydınözü, D., 2010. Trakya'da vejetasyon devresi ve bu devredeki yağışlar. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 18(1), 227–232.
- Beltrami, H., Ferguson, G., Harris, R. N., 2005. Long-term tracking of climate change by underground temperatures. *Geophysical Research Letters*, 32, L19707.
- Bolat, İ. 2011. Kayın, göknar ve göknar-kayın meşcerelerinde üst toprak ve ölü örtüdeki mikrobiyal biyokütle karbon (Cmic), azot (Nmic), fosfor (Pmic) ve mikrobiyal solunumun mevsimsel değişimi. Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi (Yayımlanmamış), Bartın, 423 s.
- Bolat, İ., Kara, Ö., Tunay, M. 2015. Effects of seasonal changes on microbial biomass and respiration of forest floor and topsoil under Bornmullerian fir stand. *Eurasian Journal of Forest Science*, 3(1), 1–13.

- Bolat, İ., Şensoy, H., 2023a. Analysis of some meteorological data and their variation trends in three provinces of the western black sea region between 2012 and 2021. *Forestist*, 73(3), 220–230.
- Bolat, İ., Şensoy, H., 2023b. 2012–2021 yılları arasındaki bazı meteorolojik verilerin analizi ve değişim eğiliminin irdelenmesi: Sinop ve Kastamonu illeri örneği. *Anatolian Journal of Forest Research*, 9(2), 1–9.
- Campbell, G. S., 1985. *Soil Physics with BASIC: Transport Models for Soil-Plant Systems*. Volume 14, ISBN: 0-444-42557-8, Amsterdam: Elsevier, 148 pp.
- Chudinova, S. M., Frauenfeld, O. W., Barry, R. G., Zhang, T., Sorokovikov, V. A., 2006. Relationship between air and soil temperature trends and periodicities in the permafrost regions of Russia. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, Vol. 111, F02008.
- Çepel, N., 1995. Orman Ekolojisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, No 3886/433, ISBN: 975-404-398-1, İstanbul, 536 s.
- Çepel, N., 1996. Toprak İlimi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, No 3945/43, 2. Baskı, ISBN: 975-404-421-X, İstanbul, 288 s.
- Erol, O., 2004. Genel Klimatoloji. 6. Baskı, ISBN 975-7206-31-8, Çantay Kitabevi, 445 s.
- Hu, Q., Feng, S., 2005. How have soil temperatures been affected by the surface temperature and precipitation in the Eurasian continent?. *Geophysical Research Letters*, 32, L14711.
- IPCC., 2021. “Summary for Policymakers”, *Climate Change 2021: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Valerie Masson-Delmotte vd., Cambridge University Press, 2021, s. 21.
- Islam, K. I., Khan, A., Islam, T., 2015. Correlation between atmospheric temperature and soil temperature: a case study for Dhaka, Bangladesh. *Atmospheric and Climate Sciences*, 5(03), 200.
- Kantarci, M. D., 2000. Toprak İlimi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, No 4261/462, 2. Baskı, ISBN: ISBN: 975-404-588-7, İstanbul, 420 s.
- Khoshhah Jahromi, F., Sabziparvar, A. A., Mahmoudvand, R., 2021. Spectral analysis of soil temperature and their coincidence with air temperature in Iran. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(2), 72.
- Nuruddin, A. A., Tokiman, L., 2005. Air and soil temperature characteristics of two sizes forest gap in tropical forest. *Asian Journal of Plant Sciences*, 4, 144–148.
- Öztürk, M., Bolat, İ., Gökyer, E., Kara, Ö. 2016. Growth gradients of multi-aged pure oriental beech stands along the altitudinal gradients within a mesoscale watershed landscape. *Applied Ecology and Environmental Research*, 14(4), 101–119.
- Shati, F., Prakash, S., Norouzi, H., Blake, R., 2018. Assessment of differences between near-surface air and soil temperatures for reliable detection of high-latitude freeze and thaw states. *Cold Regions Science and Technology*, 145, 86–92.
- Türkeş, M., 2019. Scientific basis of climate change and impacts on Turkey. Climate change training module series 1, the project co-funded by the European Union and the Republic of Turkey. <http://www.iklimin.org/moduller/bilimmodulu.pdf> [access: 24.05.2023].
- URL–1. (2023). <http://www.bartintso.org.tr>, Bartın Ticaret ve Sanayi Odası web sayfası, (Erişim tarihi: 01.06.2023).
- URL–2. (2023). <https://www.mgm.gov.tr/tahmin/il-ve-ilceler.aspx?il>, Meteoroloji Genel Müdürlüğü web sayfası, (Erişim tarihi: 01.06.2023).
- URL–3. (2023). <https://www.mgm.gov.tr/FILES/resmi-istatistikler/parametreAnalizi/Turkiye-Ortalama-Sicaklik-2020.pdf>, Meteoroloji Genel Müdürlüğü web sayfası, (Erişim tarihi: 01.05.2023).
- Zhang, H., Yuan, N., Ma, Z., Huang, Y., 2021. Understanding the soil temperature variability at different depths: Effects of surface air temperature, snow cover, and the soil memory. *Advances in Atmospheric Sciences*, 38, 493–503.
- Zheng, D., Hunt, E.R., Running, S.W., 1993. A daily soil temperature model based on air temperature and precipitation for continental applications. *Climate Research*, 2, 183–191.



Uydu görüntüsü ve uzaktan algılama teknikleri ile arazi kullanım sınıflarının belirlenmesi

Sinan Bulut^{1*}

¹ Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Amenajmanı Anabilim Dalı, 18100, Çankırı

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 14/04/2023

Kabul Tarihi: 02/11/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1367416>

* Sorumlu yazar:

sbulut@karatekin.edu.tr

ÖZ

Araştırma Makalesi

Uydu sistemlerinin ve uzaktan algılama teknolojilerinin kullanım alanları oldukça genişlemektedir. Özellikle arazi kullanım sınıfları ile arazi örtü değişimlerinin belirlenmesinde sıklıkla kullanılmakta ve üretilen tematik haritalar veri kaynağı olarak sunulabilmektedir. Bu çalışmada, Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) uydu görüntüsü kullanılarak en çok benzerlik (EÇB), destek vektör makineleri (DVM)

doğrusal fonksiyon, DVM radyal fonksiyon, DVM polinom fonksiyon, DVM sigmoid fonksiyon ve yapay sinir ağları (YSA) gibi kontrollü sınıflandırma teknikleri ile arazi kullanım sınıfları belirlenmiş ve haritalanmıştır. Bunun için Eleman Orman İşletme Şefliği seçilmiş ve referans veri olması için bu şefliğe ait meşcere haritası kullanılmıştır. Altı farklı kontrollü sınıflandırma tekniğinin performansını karşılaştırmak için hem sınıflandırma başarıları hem de McNemar testi kullanılmıştır. Bulgulara göre bütün sınıflandırma tekniklerine ait kappa ve genel doğruluk değerleri 0.80 ve %80 üzerinde bulunmuştur. En yüksek kappa (0,8488) ve genel doğruluk (%89,14) değeri ise DVM polinom fonksiyon için elde edilmiştir. McNemar test sonuçlarına göre en başarılı DVM polinom fonksiyon ve YSA metodu arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır ($\chi^2 < 3,8414$). Kullanılan kontrollü sınıflandırma teknikleri arasında en etkili sınıflandırma yöntemlerinin DVM polinom fonksiyon ve YSA metodu olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kontrollü sınıflandırma, Landsat 8 OLI, McNemar testi, destek vektör makineleri, yapay sinir ağları

Determining land cover types with satellite image and remote sensing techniques

ABSTRACT

The usage areas of satellite systems and remote sensing technologies are considerably expanding. It is frequently used, especially in determining land use classes and land cover changes, and the thematic maps produced can be presented as a data source. In this study, land use classes were determined and mapped using supervised classification techniques such as maximum likelihood (ML), support vector machines (SVM) linear function, SVM radial function, SVM polynomial function, SVM sigmoid function and artificial neural networks (ANN) using Landsat 8 Operational Land Imager satellite images. For this purpose, Eleman Forest Planning Unit was selected, and the stand map of this area was used as reference data. Both classification success and the McNemar test were used to compare the performance of six different supervised classification techniques. According to the results, kappa and overall accuracy values of all classification techniques were found to be 0.80 and above 80%, respectively. The highest kappa (0.8488) and overall accuracy (89.14%) values were obtained for the SVM polynomial function. According to the McNemar test results, there was no statistical difference between the most successful SVM polynomial function and ANN method ($\chi^2 < 3.8414$). The SVM polynomial function and ANN approach were found to be the most effective classification methods among the employed supervised classification techniques.

Key Words: Supervised classification, Landsat 8 OLI, support vector machine, artificial neural network

Bu makaleye atf:

Bulut, S., 2023. Uydu görüntüsü ve uzaktan algılama teknikleri ile arazi kullanım sınıflarının belirlenmesi. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(2), 150-156.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

1. Giriş

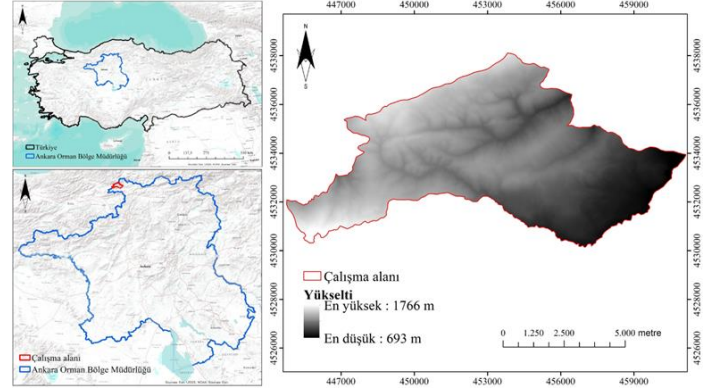
Uzaktan algılama çalışmaları gelişen teknoloji, yeni teknikler ve uydu sistemleri ile zaman içinde çeşitlenmektedir. Gelişen teknoloji ile yüksek çözünürlükte uydu verilerinin temini bu çalışmaların sayısının ve çeşitliliğinin artmasında büyük rol oynamaktadır. Elde edilebilen bu detaylı uydu verileri yapılan çalışmalara konumsal ve spektral açıdan kapsamlı bilgiler sağlamaktadır. Ücretsiz bir şekilde elde edilebilen aktif algılama, pasif algılama ve uydu tabanlı lazer tarama sistemleri yapılan bilimsel çalışmaların daha çeşitli ve kapsamlı yapılabilmesine olanak sağlamaktadır. Özellikle ormancılık alanında meşcere parametrelerinin uzaktan algılama verileri ile modellenmesi ve uydu görüntülerinin sınıflandırılması sıklıkla çalışılan konulardandır. Bu tür çalışmalarda kullanılabilcek pek çok farklı uzaktan algılama verisi ve bu veriler için kullanılabilcek farklı teknikler bulunmaktadır (Otukey and Blaschke, 2010; Jog and Dixit, 2016; Özkan and Yeşil, 2016; Saralioğlu and Vatandaşlar, 2022).

Uydu görüntülerinin sınıflandırılmasında kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma olmak üzere farklı uydu görüntüleri ve algoritmalar sıklıkla kullanılmaktadır. Yapılan alışmalarda Landsat 7 ETM+ (Aksoy and Kaptan, 2021; Göl ve ark., 2018), Landsat 8 OLI (Shaharum et al., 2018, Aksoy and Kaptan, 2022), Landsat 9 OLI (Saralioğlu and Vatandaşlar, 2022), SPOT 4 (Anlar ve ark., 2015), Sentinel-2 (Bulut and Günlü, 2019; Ediş ve ark., 2022), IKONOS (Özkan and Yeşil, 2016), Quickbird (Lu et al., 2010) gibi uydu görüntüleri yoğun olarak kullanılmaktadır. Uydu görüntülerinin sınıflandırılmasında ise EB (Sisodia et al., 2014), minimum mesafe (Jog and Dixit, 2016), mahalnobis mesafesi (Khan et al., 2015), rastgele orman (Kulkarni and Lowe, 2016), DVM (Kavzoğlu and ölkesen, 2009; şatır and Berberoğlu, 2012), YSA (Kavzoğlu and Reis, 2008; Bulut et al. 2019) ve karar ağaçları (Otukey and Blaschke, 2010) gibi kontrollü sınıflandırma teknikleri kullanılabilir. Bu çalışmanın başlıca amaçları arazi kullanım sınıflarının EB metodu, DVM metoduna ilişkin 4 farklı kernel fonksiyon (doğrusal, radyal, polinom ve sigmoid) ve YSA metodu kullanılarak Landsat 8 OLI uydu görüntüsü ile haritalanması ve en başarılı kontrollü sınıflandırma tekniğinin belirlenmesidir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Çalışma alanı

Çalışma alanı Ankara Orman Bölge Müdürlüğü içerisindeki Eleman Orman İşletme şefliğidir. Planlama birimi 432499-484352 doğu boylamları ve 4523130-4544445 kuzey enlemleri (WGS 1984, UTM zon 36N) arasında yer almaktadır (şekil 1). Toplam alan 6427,58 ha olup içerisinde yayılış gösteren ibreli ormanlar 3790,23 ha, yapraklı ormanlar 372,20 ha ve bozuk orman alanları 369,91 ha'dır. Yükselti 693 ile 1766 m arasında değişmektedir ve ortalama yükseltisi 1300 m'dir. Çalışma alanı İç Anadolu ve Karadeniz ikliminin geçiş alanı içerisinde olup ılıman ve yağışlı bir iklime sahiptir. Çalışma alanında Karaçam (*Pinus nigra*), Sarıçam (*Pinus silvestris*), Göknar (*Abies bormülleriana*), Kayın (*Fagus*) ve Tüylü Meşe (*Quercus pubescens*) türleri yayılış göstermektedir (Anonim, 2018).



şekil 1. Çalışma alanı

2.2 Meşcere haritası ve Landsat 8 OLI uydu görüntüsü

Bu çalışmada kullanılan materyaller meşcere haritası ve Landsat 8 OLI uydu görüntüsüdür. Meşcere haritası 2018 yılı orman amenajman planından ve Landsat 8 OLI uydu görüntüsü 13 Eylül 2017 tarihi için "USGS Earth Explorer (<http://earthexplorer.usgs.gov/>)" veri portalından elde edilmiştir (Path/Row: 178/032). Landsat 8 OLI uydusunun konumsal çözünürlükleri 15, 30 ve 100 m olan toplamda 11 adet spektral bantı bulunmaktadır. Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde konumsal çözünürlükleri 30 m olan 4 adet bant kullanılmıştır. Bu spektral bantlar mavi (bant 2), yeşil (bant 3), kırmızı (bant 4) ve yakın kızılötesi (bant 5) bantlardır.

2.3 Kontrollü sınıflandırma teknikleri

2.3.1 En çok benzerlik

EB parametrik bir sınıflandırıcıdır ve bütün sınıflar için Gauss olasılık yoğunluk fonksiyonu modelinin ikinci derece istatistiklerine dayanmaktadır. Genellikle sınıflandırma tekniklerinin karşılaştırılmasında bir referans olarak kullanılmaktadır (Paola and Schowengerdt, 1995). EB sınıflandırıcısı bazı özellikleri gereği sıklıkla kullanılmaktadır ve bu özelliklerden bazıları şu şekildedir. Algoritma kararı en olası sonucu vermektedir. Geliştirilmiş bir teorik temeli vardır ve matematiksel olarak izlenebilmektedir. Uzaktan algılanmış verilerde yaygın olarak görülen çoklu bağlantı verilerini kolayca uyum sağlayabilmektedir. Son olarak EB sınıflandırıcısı farklı şartlarda ve uydu sistemlerinde başarısını kanıtlamış bir tekniktir (Bolstad and Lillesand, 1991).

2.3.2 Destek vektör makineleri

DVM sınıflandırıcısı parametrik olmayan bir istatistiksel öğrenme yöntemidir ve yapısal risk minimizasyonu prensibine dayanmaktadır. Tasarımı ilk olarak iki sınıflı parametrik verilerin sınıflandırılması için yapılmıştır. Sonrasında ise parametrik olmayan ve çok sınıflı verilerin birbirinden ayırımı yapabilmek için geliştirilmiştir. DVM sınıflandırıcısı görünmeyen örnekler üzerinde çalışmakta ve genelleme yapmaktadır (Roy and Chakraborty, 2023). DVM sınıflandırma tekniğinde amaç mevcut örneklerden türetilen bir fonksiyonla en uygun hiper düzlemi oluşturarak iki sınıfı birbirinden

ayırmaktır (Vapnik, 1963; Vapnik, 1999). DVM sınıflandırıcısı için kullanılabilir farklı kernel fonksiyonları bulunmaktadır. Bu çalışmada DVM sınıflama tekniğinin uygulanmasında doğrusal, radyal, polinom ve sigmoid fonksiyonları kullanılmıştır (Hsu et al., 2003). DVM sınıflandırıcısı için kullanılan fonksiyonlar ve en yüksek başarıyı veren parametrelere ilişkin veriler Çizelge 1’de sunulmuştur.

Çizelge 1. DVM sınıflandırıcısı için kullanılan kernel fonksiyonlarına ilişkin parametre değerleri

Sınıflandırıcı	Parametre			
	d	g	h	d
DVM doğrusal fonksiyon	250			
DVM radyal fonksiyon	200	0,150		
DVM polinom fonksiyon	150	0,125	1	5
DVM sigmoid fonksiyon	200	0,125	1	

d: düzenleme parametresi (>0,01), g: gama (>0,01), h: hata (1), d: polinom derecesi (1-6)

2.3.3 Yapay sinir ağları

Yapay sinir ağları teorik olarak beyin ve zihin aktivitelerinin matematiksel bir modelidir. Yapay sinir ağları farklı işleme eleman katmanlarına sahiptir (Haykin, 1998). Yapay sinir ağlarında beyin sinapsları, nöronları ve aksonları gibi sinir ağı özelliklerine karşılık olarak girdi ağırlıkları, işleme elemanları ve çıktı yolları bulunmaktadır (Erbek et al., 2004). YSA metodu uygulamasında aktivasyon fonksiyonu olarak lojistik fonksiyon seçilmiştir. Bunun yanında eşik değer, oran, momentum ve iterasyon gibi parametreler de kullanılmaktadır. Eşik değer iç ağırlıklardaki değişiklikler, oran ağırlık ayarının boyutu, momentum ağırlık değişimlerine yön vermek ve iterasyon eğitim tekrar sayısını belirlemek için kullanılmaktadır (Knapp and Wang, 1992; Geetha et al., 2020). YSA metodu için kullanılan bu parametre değerlerine ilişkin bilgiler Çizelge 2’de sunulmuştur.

Çizelge 2. YSA metodu için uygulanan sınıflandırma işleminde kullanılan parametre değerleri

Sınıflandırıcı	Parametre			
	e	o	m	i
YSA metodu	0,2	0,2	0,9	300

e: eşik değer (0-1), o: oran (0-1), m: momentum (0-1), i: iterasyon (>0)

2.4 Görüntü sınıflandırma

Bu çalışmada yapılan kontrollü sınıflandırma işleminde eğitim ve test verisi olarak Landsat 8 OLI uydu görüntüsü ve meşcere haritası kullanılmıştır. Sınıflandırmanın ilk aşamasında Landsat 8 OLI uydu görüntüsü için sınıflandırmada kullanılan mavi (bant 2), yeşil (bant 3), kırmızı (bant 4) ve yakın kızılötesi (bant 5) bantlar ArcMap programında “Composite Bands” fonksiyonu kullanılarak birleştirilmiştir. Daha sonra uydu görüntüsü çalışma alanı sınırına göre ArcMap programında “Clip” fonksiyonu ile kırılmıştır. Çalışma alanı sınırına uygun bir şekilde oluşturulan uydu görüntüsü kontrollü sınıflandırma için hazır hale getirilmiştir. Sonraki aşamada test verisi olarak kullanılacak meşcere haritasında sınıflandırmanın yapılacağı arazi kullanım sınıfları belirlenmiştir. Bunun için ibrelî orman, yapraklı orman, bozuk orman ve diğer alanlar olmak üzere 4 farklı arazi kullanım sınıfı belirlenmiştir. İbrelî orman sınıfı iğne

yapraklı ağaçların saf ve ağırlıkta olduğu meşcerelerden, yapraklı orman sınıfı geniş yapraklı ağaçların saf ve ağırlıkta olduğu meşcerelerden, bozuk orman sınıfı kapalılığın %10 ve altında olduğu boşluklu kapalı meşcerelerden ve diğer alanlar sınıfı ise bu meşcerelerin dışında kalan yerleşim, ziraat, orman toprağı vb. alanlardan oluşmaktadır. Bu arazi kullanım sınıfları için haritalama yapılmış ve eğitim alanlarının nereden alınacağı belirlenmiştir. Eğitim ve test verisi hazır hale getirildikten sonra kontrollü sınıflandırma işlemleri ENVI 5.2 yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Bu işlemde EÇB, DVM doğrusal fonksiyon, DVM radyal fonksiyon, DVM polinom fonksiyon, DVM sigmoid fonksiyon ve YSA metotları sınıflandırıcı olarak kullanılmıştır. Her bir arazi kullanım sınıfı için Landsat 8 OLI uydu görüntüsü üzerinden 15 adet eğitim alanı alınmıştır. Eğitim alanlarının çalışma alanı üzerinde homojen olarak dağıtılmasına özen gösterilmiştir. Kullanılan metotlarının sınıflandırma başarılarının karşılaştırılmasında denklik probleminin olmaması için bütün tekniklerin uygulanmasında aynı eğitim alanları kullanılmıştır.

2.5 McNemar testi

Kontrollü sınıflandırma işleminde kullanılan metotların başarı düzeyleri arasında istatistiksel olarak bir fark olup olmadığı McNemar testi kullanılarak analiz edilmiştir. McNemar testi ki-kare dağılımını esas almaktadır (McNemar, 1947). Testin uygulanmasında 2x2 boyutlu bir hata matrisi için kritik değer (χ^2) hesaplanmaktadır. Daha sonra χ^2 değeri ki-kare tablosundan elde edilen %95 güven düzeyinde 3,8414 olan kritik değer ile karşılaştırılmaktadır. Hesaplanan χ^2 değerinin 3,8414’ten büyük olduğu durum karşılaştırılan iki metodun başarıları arasında istatistiksel olarak bir fark olduğunu, tersi durum ise arada bir olmadığını göstermektedir.

$$\chi^2 = \frac{(|a-b|-1)^2}{a+b} \quad (1)$$

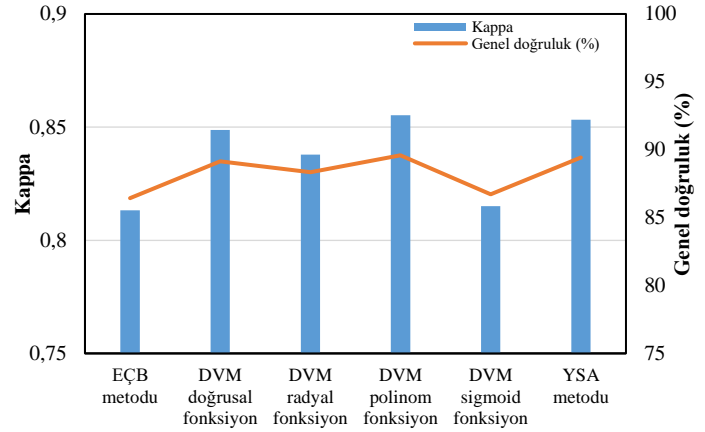
Denklemden a sadece 1. metod tarafından yanlış sınıflandırılan piksel sayısını ve b sadece 2. metod tarafından yanlış sınıflanan piksel sayısını ifade etmektedir (Dietterich, 1998).

3. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada ibrelî orman, yapraklı orman, bozuk orman ve diğer alanlar (İs, Z, OT vb.) olmak üzere 4 farklı arazi kullanım sınıfı için kontrollü sınıflandırma yapılmıştır. Bu amaçla EÇB, DVM doğrusal fonksiyon, DVM radyal fonksiyon, DVM polinom fonksiyon, DVM sigmoid fonksiyon ve YSA metotları kullanılmıştır. En yüksek sınıflandırma başarısını 0,8552 kapa ve %89,5901 genel doğruluk oranı ile DVM polinom fonksiyon sağlamıştır (Şekil 2, Çizelge 3). Uygulanan sınıflandırıcılar parametrik ve parametrik olmayan olarak ayrıldığında en düşük başarıyı parametrik olan EÇB metodu göstermiştir (kappa: 0,8132 - genel doğruluk: %86,4346). DVM sınıflandırıcısı içeriğinde kullanılan 4 farklı kernel fonksiyonu içerisinde ise en düşük başarıyı sigmoid fonksiyon göstermiştir (kappa: 0,8151 - genel doğruluk: %86,7261). YSA metodu için 0,8533 kapa ve %89,4186 genel doğruluk başarısı elde edilmiştir. DVM polinom fonksiyondan sonra en yüksek doğruluk YSA metodu için elde edilmiştir.

Kontrollü sınıflandırma tekniklerinin karşılaştırılmasında EÇB metodu çoğunlukla referans olarak kullanılmaktadır. Uygulanan diğer metotların başarı ölçütleri EÇB metoduna göre kıyaslanmaktadır. Kavzoğlu ve Çölkesen (2010) Landsat ETM+ uydu görüntüsü ile arazi kullanım sınıflaması yapmıştır. EÇB metodu için elde ettikleri kapa değeri 0,89'dur. En yüksek başarıyı ise DVM Pearson VII fonksiyonu ile elde etmişlerdir (kappa: 0,94). Jog and Dixit (2016) çalışmalarında çeşitli Landsat uydu görüntüleri kullanarak arazi kullanımı için kontrollü sınıflandırma yapmışlardır. EÇB metodu için 0,85 kappa değeri elde etmişlerdir. Kullanılan DVM doğrusal ve polinom fonksiyonları için kappa değerleri sırası ile 0,8958 ve 0,9046'dır. Dash et al. (2023) yaptıkları çalışmada Landsat 8 OLI uydu görüntüsü ile arazi kullanım sınıflaması yapmışlardır. Kullandıkları EÇB ve DVM metotları için sırası ile 0,674 ve 0,789 kappa değerleri elde etmişlerdir.

Yapılan çalışmalarda çoğunlukla parametrik olmayan DVM ve YSA metotları, parametrik bir teknik olan EÇB metoduna göre daha yüksek sınıflandırma başarısı gösterebilmektedir. Fakat bazı çalışmalarda EÇB metodu için daha yüksek sınıflama başarıları elde edilmiştir. Bulut ve Günlü (2016) yaptıkları çalışmada arazi kullanım sınıfları için Landsat 8 OLI uydu görüntüsünü EÇB ve DVM metodunun 4 kernel fonksiyonu kullanarak sınıflandırmışlardır. En yüksek sınıflandırma başarısını EÇB (kappa: 0,81) ve DVM polinom fonksiyonu (kappa: 0,79) ile elde etmişlerdir. Aliabad et al. (2023) YSA teknikleri (fuzzy ARTMAP, Kohonen and Perceptron) ve EÇB metodu gibi kontrollü sınıflandırma teknikleri kullanarak arazi kullanım sınıflandırması yapmışlardır. Elde edilen sınıflandırma başarı ölçütlerine göre EÇB metodu için 0,9115 kappa değeri elde edilirken fuzzy ARTMAP, Kohonen ve Perceptron gibi YSA teknikleri için elde edilen kappa değerleri sırası ile 0,7322, 0,2119 ve 0,8049 bulunmuştur. Kumar et al. (2023) çalışmalarında 2000 ve 2017 yılları için Landsat 5 TM ve Landsat 8 OLI uydu görüntüleri ile arazi kullanım sınıflaması yapmışlardır. Kullandıkları EÇB, SVM ve YSA metotlarında 2000 yılı için sırası ile 0,89, 0,89 ve 0,86, 2017 yılı için ise 0,92, 0,93 ve 0,92 kappa değerleri bulmuşlardır. Berberoğlu and Şatır (2008) çalışmalarında Envisat MERIS ve Landsat ETM uydu görüntüleri ile doğrusal karışık etkili model ve YSA teknikleri kullanarak arazi kullanım sınıflaması yapmışlardır. Bu çalışmada çok zamanlı spektral veri ve yeterli eğitim verisi kullanmanın sınıflandırma doğruluğunu artırabileceği raporlanmıştır. Ersoy Mirici et al. (2020) yaptıkları çalışmada arazi kullanımı ve arazi örtü değişimi topoğrafya, bitki yoğunluğu ve spektral verilerin entegre edildiği hibrit bir yaklaşım ile belirlenmiştir. 2003 ve 2014 yılları için yapılan sınıflamada kappa değerleri sırası ile 0,81 ve 0,83 elde edilmiştir. Bu yaklaşımın heterojen yapıdaki baskın ağaç örtüsünü sınıflamada iyi bir performans sergilediği bulunmuştur. EÇB metodu kontrollü sınıflandırma çalışmalarında kullanılan ve başarısını kanıtlamış bir metottur. Farklı arazi yapılarına sahip ve spektral olarak birbirinden ayırt edilebilen alanlarda EÇB metodu DVM ve YSA tekniklerine göre sınıflandırma başarısı açısından daha etkili olabilmektedir (Aliabad et al., 2023; Kumar et al., 2023). Genel olarak pikseller içerisindeki karışım derecesinin düşük olduğu ve arazi deseninin karmaşık olmadığı durumlarda EÇB gibi parametrik tekniklerin kullanılabilirliği (Şatır and Berberoğlu 2012).



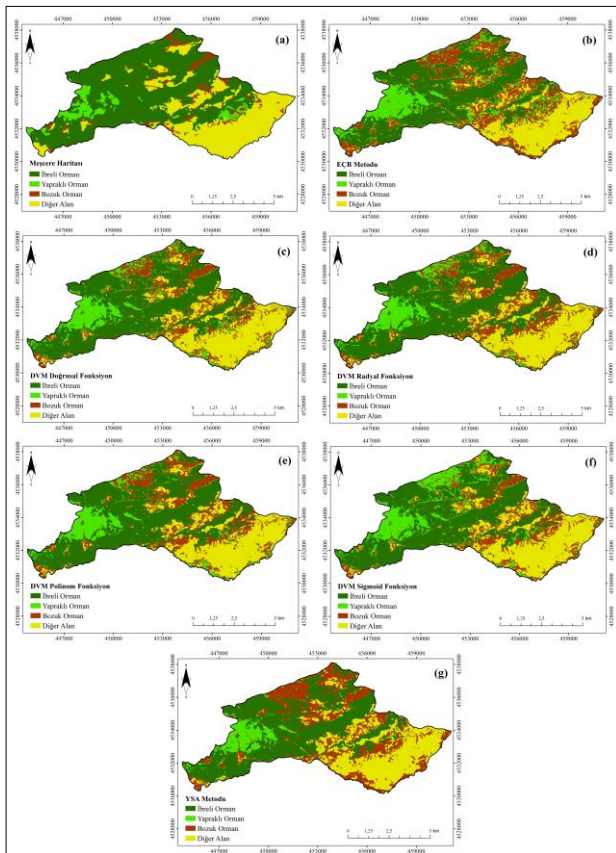
Şekil 2. Uygulanan sınıflandırma tekniklerinin kappa ve genel doğruluk (%) başarıları

Kullanılan referans meşçere haritası ve kontrollü sınıflandırma teknikleri ile oluşturulan tematik haritalar Şekil 3'de verilmiştir. Üretilen arazi kullanım sınıfları haritalarının büyük ölçüde referans harita ve birbirleri ile uyumludur. Bu uyumluluk yapılan sınıflama hataları için de geçerlidir. Özellikle çalışma alanının kuzeyinde yer alan ve çoğunluğu genç sarıçam meşcerelerinden oluşan bölge bütün sınıflandırıcılar tarafından hatalı bir şekilde sınıflanmıştır (Şekil 4). Referans alınan meşçere haritasında ibrelili ormanlardan oluşan arazi sınıfının genç meşcerelerden oluşması, o bölgenin yansıma özelliklerini de etkilemektedir. Mevcut durumda ibrelili orman olarak etiketlenmiş alanlar çoğunlukla yapraklı veya bozuk orman olarak sınıflanmıştır. Bu sonucun elde edilmesindeki temel faktör söz konusu bölgenin spektral özelliklerinin olması istenen arazi sınıfından farklı olmasıdır. Sınıflandırma, benzer spektral özelliklerdeki alanların gruplandırılmasıdır (Demirci, 2008). Bu bölgedeki yansıma özellikleri ise meşçere haritasındaki arazi kullanım sınıfını yansıtmadığından dolayı uygulanan teknikler tarafından hatalı bir şekilde sınıflanmıştır.

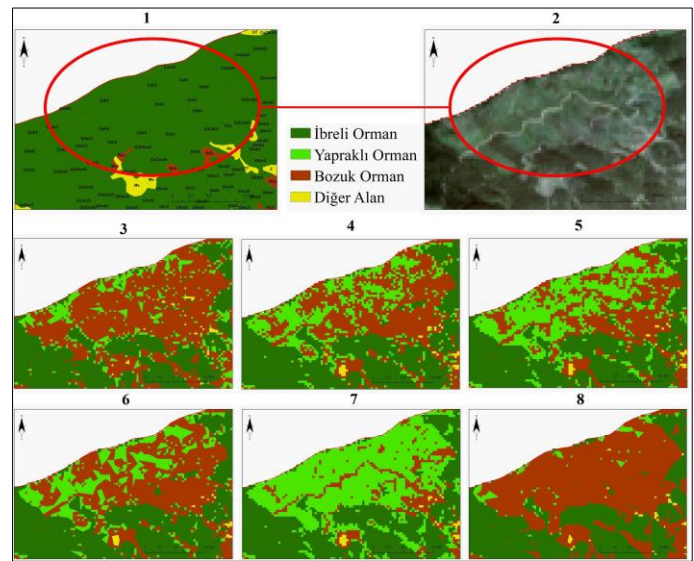
Bu çalışma kapsamında oluşturulan arazi kullanım sınıflarına ait alan bilgileri meşçere haritasından alınmış ve sınıflandırıcılar ile üretilen tematik haritalardan elde edilen alan bilgileri ile kıyaslanmıştır (Şekil 5). İbrelili orman ve diğer alan sınıfları olduğundan daha düşük tahmin edilmiştir. Yapraklı ve bozuk orman sınıfları ise referans alınan meşçere haritası verilerine göre daha yüksek tahmin edilmiştir. Tahminlerin sistematik olarak belirli sınıflar için yüksek ve düşük tahmin edilmesinin nedenlerinin en önemlisi Şekil 4'te gösterilen ve hataya neden olan bölgedeki ibrelili ormanların, yapraklı orman ve bozuk orman olarak sınıflandırılmasıdır.

Çizelge 3. Kontrollü sınıflandırma tekniklerine ilişkin hata matrisleri

EÇB metodu					DVM doğrusal fonksiyon						
Sınıf	İbrelî orman	Yapraklı orman	Bozuk orman	Diğer alan	Toplam	Sınıf	İbrelî orman	Yapraklı orman	Bozuk orman	Diğer alan	Toplam
İbrelî orman	2016	14	17	0	2047	İbrelî orman	2058	25	17	3	2103
Yapraklı orman	32	900	205	9	1146	Yapraklı orman	6	888	91	9	994
Bozuk orman	21	136	578	267	1002	Bozuk orman	5	126	581	139	851
Diğer alan	0	18	72	1546	1636	Diğer alan	0	29	183	1671	1883
Toplam	2069	1068	872	1822	5831	Toplam	2069	1068	872	1822	5831
Kappa: 0,8132 – Genel doğruluk: %86,4346					Kappa: 0,8488 – Genel doğruluk: %89,1442						
DVM radyal fonksiyon hata matrisi					DVM polinom fonksiyon						
Sınıf	İbrelî orman	Yapraklı orman	Bozuk orman	Diğer alan	Toplam	Sınıf	İbrelî orman	Yapraklı orman	Bozuk orman	Diğer alan	Toplam
İbrelî orman	2057	25	18	3	2103	İbrelî orman	2057	22	18	3	2100
Yapraklı orman	6	826	73	6	911	Yapraklı orman	7	876	54	11	948
Bozuk orman	6	189	607	152	954	Bozuk orman	5	143	628	145	921
Diğer alan	0	28	174	1661	1863	Diğer alan	0	27	172	1663	1862
Toplam	2069	1068	872	1822	5831	Toplam	2069	1068	872	1822	5831
Kappa: 0,8378 – Genel doğruluk: %88,3382					Kappa: 0,8552 – Genel doğruluk: %89,5901						
DVM sigmoid fonksiyon					YSA metodu						
Sınıf	İbrelî orman	Yapraklı orman	Bozuk orman	Diğer alan	Toplam	Sınıf	İbrelî orman	Yapraklı orman	Bozuk orman	Diğer alan	Toplam
İbrelî orman	2053	34	17	3	2107	İbrelî orman	2051	24	18	2	2095
Yapraklı orman	10	827	149	7	993	Yapraklı orman	4	793	4	0	801
Bozuk orman	6	172	514	149	841	Bozuk orman	12	231	709	159	1111
Diğer alan	0	35	192	1663	1890	Diğer alan	2	20	141	1661	1824
Toplam	2069	1068	872	1822	5831	Toplam	2069	1068	872	1822	5831
Kappa: 0,8151 – Genel doğruluk: %86,7261					Kappa: 0,8533 – Genel doğruluk: %89,4186						



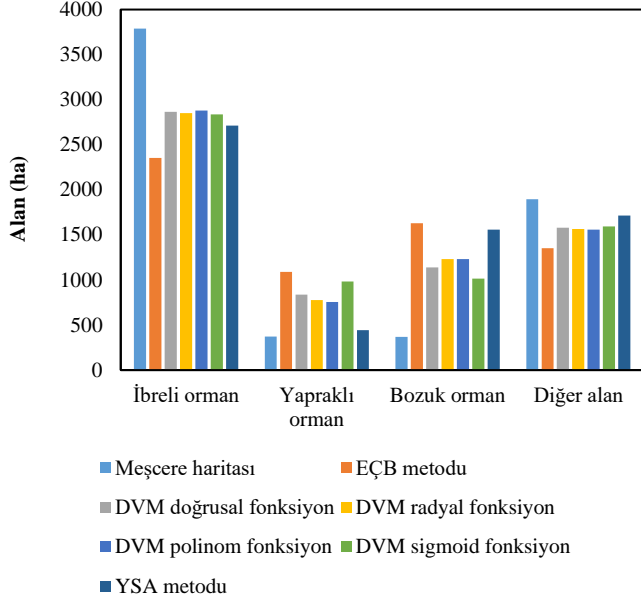
Şekil 3. Meşçere haritası ve sınıflandırma tekniklerinden üretilen arazi kullanım sınıfları haritaları (a) meşçere haritası, (b) EÇB metodu, (c) DVM doğrusal fonksiyon, (d) DVM radyal fonksiyon, (e) DVM polinom fonksiyon, (f) DVM sigmoid fonksiyon ve (g) YSA metodu



Şekil 4. Sınıflandırma işleminde en yüksek hatanın oluştuğu bölge (1) meşçere haritası, (2) Landsat 8 uydu görüntüsü, (3) EÇB metodu, (4) DVM doğrusal fonksiyon, (5) DVM radyal fonksiyon, (6) DVM polinom fonksiyon, (7) DVM sigmoid fonksiyon ve (8) YSA metodu

Bu çalışma kapsamında oluşturulan arazi kullanım sınıflarına ait alan bilgileri meşçere haritasından alınmış ve sınıflandırıcılar ile üretilen tematik haritalardan elde edilen alan bilgileri ile kıyaslanmıştır (Şekil 5). İbrelî orman ve diğer alan sınıfları olduğundan daha düşük tahmin edilmiştir. Yapraklı ve bozuk orman sınıfları ise referans alınan meşçere haritası

verilerine göre daha yüksek tahmin edilmiştir. Tahminlerin sistematik olarak belirli sınıflar için yüksek ve düşük tahmin edilmesinin nedenlerinin en önemlisi Şekil 4'te gösterilen ve hataya neden olan bölgedeki ibrelı ormanların, yapraklı orman ve bozuk orman olarak sınıflandırılmasıdır.



Şekil 5. Meşcere haritasından elde edilmiş arazi kullanım sınıflarına ilişkin alan değerlerinin uygulanan sınıflandırma tekniklerine göre karşılaştırılması

Uygulanan kontrollü sınıflandırma tekniklerinin sınıflandırma başarıları arasında bir fark olup olmadığı McNemar testi ile analiz edilmiştir (Çizelge 4). Elde edilen χ^2 değerleri incelendiğinde en yüksek başarıyı gösteren DVM polinom fonksiyon ve YSA metodu arasında %95 güven düzeyinde bir fark bulunmamıştır ($\chi^2 < 3,8414$). DVM doğrusal ve radyal fonksiyon ile EÇB metodu ve DVM sigmoid fonksiyon metotları arasında ise bir fark gözlemlenmemiştir ($\chi^2 < 3,8414$). McNemar test sonuçlarına göre bu çalışmadaki en düşük sınıflandırma başarısını EÇB metodu ve DVM sigmoid fonksiyon, en yüksek sınıflandırma başarısını ise DVM polinom fonksiyon ve YSA metodu göstermiştir.

Çizelge 4. McNemar testi için hesaplanan χ^2 değerleri

χ^2	1	2	3	4	5	6
1	0	17,5309	8,3759	24,2175	0,1847	21,5028
2		0	1,6824	5,5452	14,1301	4,2048
3			0	4,1406	6,0770	3,0601
4				0	20,1948	0,0817
5					0	17,7203
6						0

1: EÇB metodu, 2: DVM doğrusal fonksiyon, 3: DVM radyal fonksiyon, 4: DVM polinom fonksiyon, 5: DVM sigmoid fonksiyon, 6: YSA metodu

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada arazi kullanım sınıfları Landsat 8 OLI uydu görüntüsü ve 6 farklı kontrollü sınıflandırma tekniği kullanılarak haritalanmıştır. Kullanılan sınıflandırma

tekniklerinin sınıflandırma performansları arasında bir fark olup olmadığını belirlemek için McNemar testi kullanılmıştır. Genel başarı ölçütleri ve McNemar testi sonuçları doğrultusunda uygulanan teknikler içerisinde en yüksek başarıyı DVM polinom fonksiyon ve YSA metodu göstermiştir. Bu tür çalışmalarda kullanılan optik veriler ve uygulanan teknikler elde edilen ürünlerin kalitesi ve sınıflandırmanın başarısı üzerinde büyük rol oynamaktadır. Yapılacak çalışmanın amacı doğrultusunda çözünürlük özelliklerine göre kullanılacak uydu görüntüsünün ve arazi desenine göre uygulanacak tekniklerin seçilmesi önerilmektedir.

Teşekkür

Bu çalışmada kullanılan meşcere haritasının temini için Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Daire Başkanlığına teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Aksoy, H., Kaptan, S. 2021. Monitoring of land use/land cover changes using GIS and CA-Markov modeling techniques: A study in Northern Turkey. Environmental monitoring and assessment, 193(8), 507.
- Aksoy, H., Kaptan, S. 2022. Simulation of future forest and land use/cover changes (2019–2039) using the cellular automata-Markov model. Geocarto International, 37(4), 1183-1202.
- Aliabad, F. A., Zare, M., Solgi, R., Shojaei, S. 2023. Comparison of neural network methods (fuzzy ARTMAP, Kohonen and Perceptron) and maximum likelihood efficiency in preparation of land use map. GeoJournal, 88(2), 2199-2214.
- Anlar, H. C., Günlü, A., Keleş, S., Bulut, S. 2015. SPOT-4 uydu görüntüsü yardımıyla bazı meşcere parametreleri (gelişim çağı ve kapalılık) ve arazi kullanım sınıflarının belirlenmesi; Devrez Planlama Birimi Örneği. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 1(1-2), 33-40.
- Anonim 2018. Ankara Orman Bölge Müdürlüğü, Eskipazar Orman İşletme Müdürlüğü, Eleman Orman İşletme Şefliği, Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planı. T. C. Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Berberoğlu, S., Şatır, O. 2008. Fuzzy classification of Mediterranean type forest using ENVISAT MERRIS data. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXVII. Part B8, pp. 1109-1114. Beijing, China.
- Bolstad, P., Lillesand, T. M. 1991. Rapid maximum likelihood classification. Photogrammetric engineering and remote sensing, 57(1), 67-74.
- Bulut, S., Günlü, A. 2016. Arazi kullanım sınıfları için farklı kontrollü sınıflandırma algoritmalarının karşılaştırılması. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 16(2), 528-535.
- Bulut, S., Günlü, A. 2019. Determination of total carbon storage using Sentinel-2 and Geographic Information Systems in mixed forests. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 5(2), 127-135.
- Bulut, S., Günlü, A., Keleş, S. 2019. Estimation of forest development stage and crown closure using different

- classification methods and satellite images: A case study from Turkey. *Journal of Forest Science*, 65(1), 18-26.
- Dash, P., Sanders, S. L., Parajuli, P., Ouyang, Y. 2023. Improving the Accuracy of Land Use and Land Cover Classification of Landsat Data in an Agricultural Watershed. *Remote Sensing*, 15(16), 4020.
- Demirci, F. 2008. Filyos havzasındaki sediment birikim alanlarının uydu görüntü verileri ve sayısal arazi modeli ile analizi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 73 s.
- Dietterich, T. G. 1998. Approximate statistical tests for comparing supervised classification learning algorithms. *Neural computation*, 10(7), 1895-1923.
- Ediş, S., Tuttu, G., Aytas, İ., Tuttu, U., Özcan, A. U. 2022. Acıçay (Çankırı) Riparian Zonunda zamansal ve mekânsal değişimin analizi. *AÇÜ Orman. Fak. Derg.* 23(1), 1-10.
- Erbek, F. S., Özkan, C., Taberner, M. 2004. Comparison of maximum likelihood classification method with supervised artificial neural network algorithms for land use activities. *International journal of remote sensing*, 25(9), 1733-1748.
- Ersoy Mirici, M., Şatır, O., Berberoğlu, S. 2020. Monitoring the Mediterranean type forests and land-use/cover changes using appropriate landscape metrics and hybrid classification approach in Eastern Mediterranean of Turkey. *Environmental Earth Sciences*, 79(21), 492.
- Geetha, V., Aprameya, K. S., Hinduja, D. M. 2020. Dental caries diagnosis in digital radiographs using back-propagation neural network. *Health Information Science and Systems*, 8, 1-14.
- Göl, C., Günlü, A., Ediş, S., Küçükdöngül, A. 2018. Çorum-Osmancık-Emine Deresi ve yan dere havzaları 1990-2014 yılları havza ıslah çalışmalarının arazi kullanım türü/arazi örtüsüne etkileri. *Turkish Journal of Forestry*, 19(2), 149-155.
- Haykin, S. 1998. *Neural networks: a comprehensive foundation*. Prentice Hall PTR.
- Hsu, C. W., Chang, C. C., Lin, C. J. 2003. *A practical guide to support vector classification*. Taipei, National Taiwan University, 16.
- Jog, S., Dixit, M. 2016. Supervised classification of satellite images. In *2016 Conference on Advances in Signal Processing (CASP)* (pp. 93-98). IEEE.
- Kavzoğlu, T., Reis, S., 2008, Performance Analysis of Maximum Likelihood and Artificial Neural Network Classifiers for Training Sets with Mixed Pixels, *GIScience and Remote Sensing*, 45(3), 330-342.
- Kavzoğlu T., Çölkesen I. 2009. A kernel functions analysis for support vector machines for land cover classification. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 11, 352-359.
- Kavzoğlu, T., Çölkesen, İ. 2010. Destek vektör makineleri ile uydu görüntülerinin sınıflandırılmasında kernel fonksiyonlarının etkilerinin incelenmesi. *Harita Dergisi*, 144(7), 73-82.
- Khan, U., Minallah, N., Junaid, A., Gul, K., Ahmad, N. 2015. Parallelepiped and Mahalanobis Distance based Classification for forestry identification in Pakistan. In *2015 International Conference on Emerging Technologies (ICET)* (pp. 1-6). IEEE.
- Knapp, G. M., Wang, H. P. 1992. Machine fault classification: a neural network approach. *International Journal of Production Research*, 30(4), 811-823.
- Kulkarni, A. D., Lowe, B. 2016. Random forest algorithm for land cover classification. *Computer Science Faculty Publications and Presentations*. Paper 1. <http://hdl.handle.net/10950/341>.
- Kumar, A., Garg, R. D., Singh, P., Shankar, A., Nayak, S. R., Diwakar, M. 2023. Monitoring the Land Use, Land Cover Changes of Roorkee Region (Uttarakhand, India) Using Machine Learning Techniques. *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development (IJSESD)*, 14(1), 1-16.
- Lu, D., Hetrick, S., Moran, E. 2010. Land cover classification in a complex urban-rural landscape with QuickBird imagery. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 76(10), 1159-1168.
- McNemar, Q. 1947. Note on the sampling error of the difference between correlated proportions or percentages. *Psychometrika*, 12(2), 153-157.
- Şatır, O., Berberoğlu, S. 2012. Land use/cover classification techniques using optical remotely sensed data in landscape planning. *Landscape Planning*. Rijeka: InTech, 21-54.
- Otukei, J. R., Blaschke, T. 2010. Land cover change assessment using decision trees, support vector machines and maximum likelihood classification algorithms. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 12, S27-S31.
- Özkan, U., Yeşil, A. 2016. Forest stand delineation using Ikonos image and object based image analysis. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 66(2), 600-612.
- Paola, J. D., Schowengerdt, R. A. 1995. A detailed comparison of backpropagation neural network and maximum-likelihood classifiers for urban land use classification. *IEEE Transactions on Geoscience and remote sensing*, 33(4), 981-996.
- Roy, A., Chakraborty, S. 2023. Support vector machine in structural reliability analysis: A review. *Reliability Engineering & System Safety*, 109126.
- Saralioglu, E., Vatandaslar, C. 2022. Land use/land cover classification with Landsat-8 and Landsat-9 satellite images: A comparative analysis between forest-and agriculture-dominated landscapes using different machine learning methods. *Acta Geodaetica et Geophysica*, 57(4), 695-716.
- Shaharum, N. S. N., Shafri, H. Z. M., Gambo, J., Abidin, F. A. Z. 2018. Mapping of Krau Wildlife Reserve (KWR) protected area using Landsat 8 and supervised classification algorithms. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 10, 24-35.
- Sisodia, P. S., Tiwari, V., Kumar, A. 2014. Analysis of supervised maximum likelihood classification for remote sensing image. In *International conference on recent advances and innovations in engineering (ICRAIE-2014)* (pp. 1-4). IEEE.
- Vapnik, V. N. 1963. Pattern recognition using generalized portrait method. *Automation and remote control*, 24(6), 774-780.
- Vapnik, V. N. 1999. *The nature of statistical learning theory*. Springer science & business media.



Kocaeli yöresi ormanlarında bazı makro mantar türlerinin ağır metal içerikleri

Serdar Akburak^{1*}, Ender Makineci¹, Ayhan Karakaya²

¹ İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Toprak İlmi ve Ekoloji ABD, 34473 Bahçeköy/Sarıyer/İstanbul

² Orman Genel Müdürlüğü, Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, 41140 Başiskele / Kocaeli

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 20/12/2023

Kabul Tarihi: 30/12/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1407249>

* Sorumlu yazar:

sakburak@iuc.edu.tr

ÖZ

Çalışmanın amacı Kocaeli yöresi ormanlarında yaygın olarak bulunan bazı makro mantar türlerinde ve topraklarında ağır metal birikiminin belirlenmesidir. Farklı noktalarda 2015–2016 yılları arasında toplam 552 adet makro mantar örneği toplanmıştır. Mantar örneklerinin alındığı noktalardan üst toprak örnekleri de alınmıştır. Yenen, yenmeyen, zehirli, saprofit ve parazit olarak sınıflandırılan makro mantarlarda ve toprak örneklerinde ağır metallere kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), çinko (Zn), bakır (Cu), demir (Fe) ve mangan (Mn) miktarları belirlenmiştir. Ayrıca toprak

örneklerinde toprak asitliği (pH), elektrik iletkenliği (EC), kireç, kum, kil ve toz oranları (toprak türleri), toplam karbon (C) ve azot (N) analizleri yapılmıştır. Ascomycota'dan 9 ve Basidiomycota'dan 128 olmak üzere, toplam 137 tür tespit edilmiştir. Mantar türlerinin ortalama Pb, Cd, Zn, Cu, Mn ve Fe içerikleri sırasıyla 0,795 mg/kg, 0,263 mg/kg, 10,90 mg/kg, 1,469 mg/kg, 31,38 mg/kg ve 138,5 mg/kg olarak bulunmuştur. Mantar türleri içerikleri ağır metal içeriği bakımından kümeleme analizi sonucunda dört gruba ayrılmıştır. Birinci grup tüm elementler bakımından benzerlik gösterirken, İkinci grup Pb ve Cu içeriği, üçüncü grup Cd, Mn ve Fe içeriği ve dördüncü grup Zn içeriği bakımından ayrılmıştır. Toprak özellikleri bakımından mantar türleri altı grupta toplanmıştır. Mantar türlerinin biyokonsantrasyon birikim katsayısına (BCF) göre Pb, Cd, Zn, Cu, Mn ve Fe içerikleri sırasıyla ortalama 0,209, 0,197, 2,625, 0,719, 0,43 ve 0,204 olarak tespit edilmiştir. Mantarlardaki ağır metal içerikleri ile topraktaki ağır metal içerikleri arasında doğrusal ilişkiler belirlenmiştir. Sonuç olarak, mantarlardaki ağır metallere bulunmuş miktarları çok geniş bir aralıkta yer almaktadır. Ayrıca ortalama biyobirikim katsayısı bakımından Cd değerinin mantar türlerinde yüksek olduğu ve bu bakımdan bölgedeki ormanların kirlilik seviyelerinin izlenmesi önem kazanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Karbon, azot, biyokonsantrasyon birikim katsayısı (BCF), kirletici elementler

Heavy metal contents of some macro fungus species in on Kocaeli region

ABSTRACT

The aim of the study is to determine the accumulation of heavy metals in macro fungi species and soils commonly found in the of Kocaeli province. A total of 552 macro fungi samples were collected at different points and on different dates between 2015 and 2016. taken where the fungi samples were taken. In addition, the amounts of heavy metals lead (Pb), cadmium (Cd), zinc (Zn), copper (Cu), iron (Fe) and manganese (Mn) were determined in edible, inedible, poisonous, saprophytic and parasitic macrofungi and soil samples. Soil acidity (pH), electrical conductivity (EC), carbonate, sand, clay and silt ratios (soil texture types), total carbon and nitrogen were analyzed in soil samples. A total of 137 species were identified, 9 from Ascomycota and 128 from Basidiomycota. The average Pb, Cd, Zn, Cu, Mn and Fe contents of fungi species have been found as 0.610 mg/kg, 0.277 mg/kg, 10.11 mg/kg, 1.434 mg/kg, 29.23 mg/kg and 148.1 mg/kg, respectively. Fungi species were divided into four groups as a result of cluster analysis in terms of their heavy metal content. While the first group is similar in terms of all elements, the second group is separated in terms of Pb and Cu content, the third group is separated in terms of Cd, Mn and Fe content, and the fourth group is separated in terms of Zn content. Fungi species are grouped into six groups in terms of soil characteristics. According to the bioconcentration accumulation coefficient (BCF) of the fungal species, the average Pb, Cd, Zn, Cu, Mn and Fe contents were determined as 0.209, 0.197, 2.625, 0.719, 0.43 and 0.204, respectively. Linear relationships between the heavy metal contents in fungi and the heavy metal contents in the soil were determined. As a result, the amounts of heavy metals in fungi lie in a very wide range. In addition, the Cd value in terms of average bioaccumulation coefficient is high in macrofungi species, and in this regard, it becomes important to monitor the pollution levels of the forests in the region.

Key Words: Carbon, nitrogen, bioaccumulation coefficient (BCF), contaminant elements

Bu makaleye atf:

Akburak, S., Makineci, E., Karakaya, A., 2023. Kocaeli yöresi ormanlarında bazı makro mantar türlerinin ağır metal içerikleri. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(2), 157-169.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

1. Giriş

Hızla artan dünya nüfusu için makromantarlar önemli bir farmakolojik madde ve besin kaynağı olabilmektedir. Fakat makromantarlardaki ağır metal konsantrasyonlarının meyveler, sebzeler ve diğeri tarımsal bitkilerden daha yüksek olabileceği ifade edilmektedir (Manzi et. al., 2001). Buna bağılı olarak teknolojinin gelişmesiyle birlikte artan çevre kirliliği ve dolayısıyla eser elementlerin her yönüyle daha fazla araştırılması zorunluluk haline gelmiştir (Kartal 2004). Ağır metaller fauna ve florada mevcut olup çeşitli ekosistemlere nüfuz etmektedir; su ve kara biyotopları kirlenerek zamanla eser elementler besin zincirlerine geçmektedir (Huang et. al., 2017). Ağır metallerin oluşturduğu tehdit doğrudan trofik zincirdeki göçlerinden kaynaklanmaktadır: toprak - bitki - hayvan - insan ve bunların besin zincirinde son halka olan insan vücudunda birikme olasılığıdır (Zhang et. al., 2014).

Ormanlık alanlardaki ağır metal yükünün değerlendirmesi biyolojik yöntemlerin uygulanması ve biyoakümülyasyon özelliklerini gösteren biyoindikatör canlıların kullanımıyla mümkün olmaktadır. Orman alanlarında kirliliği iz element formunda biriktiren organizmalar, çeşitli parametrelerin değerlendirilmesinde kullanılan çok sayıda biyoindikatör grubundan biridir. Doğada yetişen mantarlar farklı türlerde farklı tat ve aromaları sebebiyle Doğu ve Orta Avrupa ülkeleri ile Türkiye’de oldukça fazla tüketilmektedir. Binlerce türü bulunan mantar tüm dünyada besin değeri yüksek bir besindir, gurme tatların yemekleri için olduğu kadar Çin, Japonya, Nijerya, Tibet gibi ülkelerde ise geleneksel ilaç yapımında da kullanılmaktadır (Altıntığ ve ark. 2017). Mantarların yüksek tansiyon, hiperkolesterolemi ve kanser gibi hastalıkların önlenmesi açısından da faydalı olduğu rapor edilmiştir. İçinde A, B, D, P ve K vitaminlerini de içerirler. Kalsiyum, potasyum, fosfor ve bakır minerallerini içermekle beraber, mantarlar gelmiş geçmiş en iyi bitkisel protein kaynağı olarak bilinmektedir. Mantarın %88-94’ü sudur, geriye kalan %6-12’nin bölümünü ise %15-42’si protein, %2-6’sı ham yağ, %42-71 karbonhidrat ve %6-13 kül oluşturur (Altıntığ ve ark. 2017).

Mantar türlerinde eser elementlerin konsantrasyonları ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır (Çayır ve ark. 2010). Bu çalışmalarda mantarlar biyoindikatör olarak ta kullanılmıştır. Kadmiyum, kurşun, civa, arsenik ve radyonüklidler gibi toksik element seviyeleri araştırılmaktadır (Çayır ve ark. 2010). Mantarlar besinleri ve mineralleri doğrudan emebilir ve tutabilir (Çayır ve ark. 2010). Mantarların yüksek konsantrasyonlarda ağır metaller, toksik metalik elementler ve metaloidler biriktirebileceği bilinmektedir (Kalač 2001; Vetter 2004; Campos and Tejera, 2011). Birçok mantar türünün metalik elementlerin içeriği (Kalač, 2010) meyve ve sebzelere göre (Türkdoğan ve ark., 2003) oldukça yüksektir. Ancak adsorpsiyonun mekanizması hala bilinmemektedir (Campos and Tereja, 2011; Širić et. al., 2016).

Yapılan birçok çalışmada mantarların içerdikleri bazı metabolitlerin ve hatta toksik maddelerin antagonistik ve uyarıcı etkileri de belirlenmiştir (Ying et. al., 1987; Conchran, 1978; Baytop, 1984; Hassen and Schadler, 1982; Broadbent, 1966; Espanshade and Griffith, 1966). Doğal makromantarlardaki eser element içeriklerini kapsayan çalışmaların 1970’li yıllardan beri yapıldığı bildirilmiştir (Kalac and Svoboda, 2000). Makromantarların bileşikleri ve çevreden gelen besinleri

biriktirebildiği (Alonso et. al., 2004) epitelinde metalleri biriktirdiği, hatta bazı bölgelerinde metal veriminin çok yüksek olduğu ve bazı durumlarda makromantarların yetişme ortamında daha yüksek konsantrasyonlara ulaştığı gözlemlenmiştir (Campos et. al., 2009). Makromantarların, metalleri yüksek düzeyde akümüle edebilme yeteneği sayesinde çevresel kirliliğin belirlenmesinde biyoindikatör olarak kullanıldığı, ancak hiçbir makromantar türünün tam olarak ağır metallerle kirlenmiş bölgelerin biyoindikatörü olamayacağı da belirtilmiştir (Kalac and Svoboda, 2000).

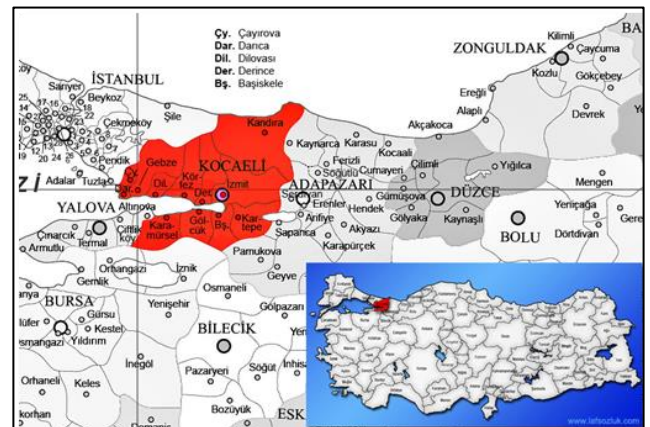
Mantarlar (Fungi) yaklaşık 14.000 makro mantar türünü içerir (Kirk et. al., 2008); ve en az 2000 türü yenilebilirdir (Chang 1999). Şu anda 150.000’den fazla mantar türünün bulunduğu ve bunların %10’undan azının tanımlandığı tahmin edilmektedir (Świsłowski and Rajfur 2018). Mantarlar diğeri canlı organizmalarla karşılaştırıldığında çevresel değişimlerin göstergeleri olarak çok az bilinir ve nadiren kullanılmaktadır. Oysa mantarlar birçok alanda yaygın olduğu kadar önemli yapısal ve işlevsel unsurları oluşturmaktadır. Ekosistemlerde özellikle orman ekosistemlerinde, toprak organik madde üretimine (humus üretiminde %90’a kadar paya sahiptir) ve mineralizasyona katılan en önemli halkadır (Marzuki and Ying 2017). Bu özellikleri dikkate alınarak çevresel değişimlere tepki veren iyi bir biyolojik indikatör olarak ayırt edilebilirler (Koroleva et. al., 2015).

Mantarlar alansal izlemede hava ve toprak kirliliğinin göstergesi olarak özellikle ormanlık alanlar ve diğeri ekosistemlerde, ağır metallerle çevre kirliliğinin biyoindikatörleri olarak kullanılırlar (Altıntığ ve ark. 2017; Niemiec et. al., 2017). Dolayısıyla bu çalışma ile Kocaeli yöresi orman alanlarında makro mantarların ağır metal içeriklerinin belirlenmesi ve toprak özellikleri ile olan etkileşimlerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1 Çalışma alanı

Çalışmanın gerçekleştirildiği Kocaeli ili, Marmara Bölgesi’nin 29°22’-30°21’ doğu boylamları ile 40° 31’- 41°13’ kuzey enlemleri arasında bulunmaktadır. Doğu ve güneydoğuda Sakarya, güneyde Bursa illeri, batıda Yalova ili, İzmit Körfezi, Marmara Denizi ve İstanbul ili, kuzeyde de Karadeniz’le çevrilidir (Şekil 1).



Şekil 1: Kocaeli’nin Türkiye’deki konumu (Lafsözlük, 2009).

Yöre iklimi, Marmara ve Batı Karadeniz iklim tiplerinin etkisinde olmakla beraber, mikro iklim olarak çeşitli varyasyonları göstermektedir. Kocaeli gözlem evinde ölçülmüş olan 89 yıllık (1928-2017) iklim verilerine göre, en yüksek hava sıcaklığı 44,1 °C (13 Temmuz 2000), en düşük hava sıcaklığı -18,0 °C (09 Şubat 1929), yıllık ortalama sıcaklık ise 14,9°C'dir. Aylık toplam yağış miktarı ortalaması 813 mm'dir (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2019).

2.2 Mantar örneklerinin alınması

Kocaeli yöresi ve ormanlarında yaygın olarak farklı noktalarda ve farklı tarihlerde sporoforların bütün yıl içindeki durumunu belirlemek için 2015-2016 yılları arasında değişik zamanlarda toplam 552 adet makro mantar örneği toplanmıştır. Dikili canlı, devrik veya ölü ağaç gövdeleri, tomruk, kütük, ölü dal, sürgün, ölü örtü, odun parçaları dikkatle incelenmiş ve mevcut bulunan üreme organları ya toplanmış veya yerinde teşhis edilmişse kaydedilmiştir. Bulunan örnekler önce makroskopik olarak incelenmiş, özelliklerinin tespiti yapılmıştır. Her örneğin bulunduğu mevkiinin adı, yükseltisi, meşcere tipi, tespit tarihi ve substratum tipi kaydedilmiştir (detaylı bilgi Karakaya ve ark. (2019)).

Yoğun olarak karşılaşılan mantar türlerinin hepsi toplanmamış, kayıtları yapılmış, türün bir örneği alınmıştır. Elde edilen örnekler streçli naylon poşetlere veya kâğıtlarla sarılmış, ezilmemesine dikkat edilerek uygun karton kutulara yerleştirilmiş ve vakit geçirilmeden günü içerisinde laboratuvara götürülmüştür.

2.3 Mantarların teşhisi

Laboratuvarda ilk olarak örnekler sıcak hava üfleyen bir klima cihazı ile kurutulmuş (Gilbertson 1974), daha sonra küflenmeye neden olacak organizmaları öldürmek amacıyla 60 °C deki kurutma dolabında yaklaşık 2-3 saat tutulmuştur. Sporların renginin belirlenmesi için üreme organları beyaz bir kâğıt üzerinde en az bir saat bırakılmıştır. Sporların mikroskopik incelenmesinde saf su ve %5'lik KOH çözeltisi (Dennis 1968; Pegler and Young, 1971) ile hazırlanan numunelerde ışık mikroskobu kullanılmıştır.

Teşhisler sırasında ülkemizde yapılan çalışmaların yanında Avrupa'da yapılan çalışmalardan da yararlanılmıştır (Marchand, 1971; 1973; 1974; 1976; 1977; 1980; 1982), (Cetto, 1983), (Breitenbach and Kränzlin, 1984; 1986; 1991; 1995; 2000; 2005), (Jordan, 1995), (Laessøe, un del Conte, 2003), ve (Gerhardt, 2006). Bununla birlikte, tespit edilen türlerin sıralanışı için www.mycobank.org internet sitesinden faydalanılmıştır.

2.4 Toprak örneklerinin alınması ve analizler

Toprak örnekleri mantar örneklerinin alındığı noktaların hemen altından 100 cm³'lük silindirler ile alınmıştır. Araziden getirilen toprak örnekleri tel raflara serilerek hava kurusu hale gelene kadar kurutulmuştur ve 2 mm'lik elekten elenmiştir. Toprak asitliğini (pH) belirlemek için 10 g hava kurusu toprak örneği 1 / 2,5 oranında saf su ile muamele edildikten sonra 24 saat bekletilerek cam elektrotlu pH metre yardımıyla, elektriksel iletkenlik (EC) ölçümü ise 10 g hava kurusu toprak örneği 1 / 5

oranında saf su ile muamele edildikten sonra 24 saat bekletilerek EC metre yardımıyla gerçekleştirilmiştir (Karaöz, 1989). Kireç miktarı 1 g toprağı %10'luk HCl ile muamele edilerek, toprakta bulunan CaCO₃'ün HCl ile tepkimeye girmesi sonucu açığa çıkan CO₂ gazı hacminin Scheibler kalsimetresi yardımıyla ölçülmesi ile belirlenmiştir. Toprak örneklerinin kum, kil ve toz oranları (toprak türleri) Bouyocous hidrometre metodu ve uluslararası toprak üçgeni kullanılarak hesaplanmıştır (Karaöz, 1989). Karbon ve azot analizleri, 0,5 mm'lik elekten geçirilerek elde edilen topraklarda kuru yakma metodu ile CN analiz cihazında (Leco Truspec CN 2000) belirlenmiştir.

Ayrıca araziden toplanan yenen, yenmeyen, zehirli, saprofit ve parazit makro mantarlarda ve toprak örneklerinde ağır metallerin (kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), çinko (Zn), bakır (Cu), demir (Fe) ve mangan (Mn)) miktarları belirlenmiştir. Bunun için yaş yakma yöntemi kullanılmıştır. Kurutulup öğütülmüş 5 g örnek HNO₃ (Nitrik asit), H₂SO₄ (Sülfürik asit) ve HClO₄ (Per klorik asit) karışımı ile muamele edilmiş ve saf su ile 100 ml tamamlanarak atomik absorpsiyon cihazında ağır metal içerikleri belirlenmiştir (Kaçar 1972).

2.5 İstatistik değerlendirme

Mantarların ağır metal içerikleri ve toprak özellikleri ile olan ilişkisi korelasyon analizi ile test edilmiştir. Mantarların ağır metal içeriklerine ve toprak özelliklerine göre dağılımı test etmek için kümeleme (cluster) analizi kullanılmıştır. Toprakta canlı gövdelerine metal birikiminin bir indeksi olarak biyokonsantrasyon-birikim faktörü (BCF) ya da fitobirikim faktörü (PF), mantar ortalama element konsantrasyonu (mg/kg) topraktaki ortalama element konsantrasyonu (mg/kg) oranı olarak hesaplanmıştır (Borovitčka and Řanda 2007; Borovitčka et. al., 2007). Tüm istatistik değerlendirmeler R studio programında gerçekleştirilmiş olup, metan, FactoMiner ve ggplot2 paketleri kullanılmıştır.

3. Bulgular

Araziden alınan toplam 552 makro mantar örneği laboratuvar çalışmaları ile değerlendirilmiş ve sonuçta; Ascomycota'dan 9 ve Basidiomycota'dan 128 olmak üzere, toplam 137 tür tespit edilmiştir. Bu türler 49 tür yenilebildiği, 70 türün yenmediği, 15 türün zehirli ve 3 türün durumunun tespit edilememiştir.

Mantar türlerinin ağır metal içeriklerine ait tanımlayıcı istatistikleri tablo 1'de verilmiştir. Buna göre ortalama Pb, Cd, Zn, Cu, Mn ve Fe içerikleri sırasıyla 0,795 mg/kg, 0,263 mg/kg, 10,90 mg/kg, 1,469 mg/kg, 31,38 mg/kg ve 138,5 mg/kg'dır (Çizelge 1). Pb değeri en düşük *Hygrocybe unguinosa* (0,0 mg/kg) türünde, en yüksek *Fomes fomentarius* (34,5 mg/kg) türünde tespit edilmiştir. Cd değeri en düşük *Cantharellus cibarius*, *Fistulina hepatica*, *Russula delica*, *Cantharellus cibarius*, *Sowerbyella unicolor*, *Russula pseudointegra*, *Russula turci*, *Armillaria mellea*, *Macrolepiota procera* (0,0 mg/kg) türlerinde, en yüksek *Galerina cinctula* (1,96 mg/kg) türünde, Zn içeriği en düşük *Stereum hirsutum* (0,04mg/kg) türünde en yüksek *Armillaria mellea* (183,6 mg/kg) türünde, Cu içeriği en düşük *Russula rosea*, *Hypholoma lateritium* (0,01 mg/kg) türlerinde en yüksek *Clavulina coralloides* ve *Macrolepiota procera* (52,9 mg/kg) türünde, Mn içeriği en düşük *Russula*

vinosa, *Armillaria tabescens* (0,0 mg/kg) türünde en yüksek *Sarcoscypha austriaca* (900,6 mg/kg) türünde, Fe içeriği bakımından en düşük *Fomes fomentarius* (0,04 mg/kg) türünde en yüksek içerik ise *Psathyrella ammophila* ve *Coprinellus micaceus* (1369,8 mg/kg) türünde tespit edilmiştir. Bununla birlikte yenilebilir mantar türlerinde kurşun içeriği bakımından en yüksek 9,07 mg/kg ile *Macrolepiota procera*, Cd içeriği en yüksek 1,34 mg/kg ile *Russula delica*, Zn içeriği en yüksek 183,59 mg/kg ile *Armillaria mellea*, Cu içeriği en yüksek 52,90 mg/kg ile *Macrolepiota procera*, Mn içeriği en yüksek 900,56 mg/kg ile *Sarcoscypha austriaca*, Fe içeriği en yüksek 1037,86 mg/kg ile *Lycoperdon pyriforme* türünde belirlenmiştir (Detaylı bilgi Karakaya ve ark. (2019)).

Çizelge 1. Mantarların ağır metal içeriklerine ait tanımlayıcı istatistikleri

	Pb	Cd	Zn	Cu	Mn	Fe
N	137	137	137	137	137	137
Min	0,000	0,000	0,040	0,010	0,000	0,040
Max	34,48	1,96	183,59	52,90	900,56	1369,82
Ort	0,795	0,263	10,899	1,469	31,38	138,52
SE	0,080	0,029	1,726	0,194	4,912	14,343
SS	0,933	0,333	20,052	2,250	57,072	166,653

Min: minimum, max: maksimum, ort: ortalama, SE: ortalama standart hata, SS: standart sapma, Pb: kurşun, Cd: kadmium, Zn: çinko, Cu: bakır, Mn: mangan, Fe: demir. Değerler mg/kg'dır.

Mantar türleri içerdikleri ağır metal içeriği bakımından kümeleme analizi sonucunda dört gruba ayrılmıştır (Şekil 2). Birinci grup 90, ikinci grup 13, üçüncü grup 27 ve dördüncü grupta 7 adet tür bulunmaktadır (Şekil 2). Birinci grup tüm elementler bakımından benzerlik gösterirken, İkinci grup Pb ve Cu içeriği, üçüncü grup Cd, Mn ve Fe içeriği ve dördüncü grup

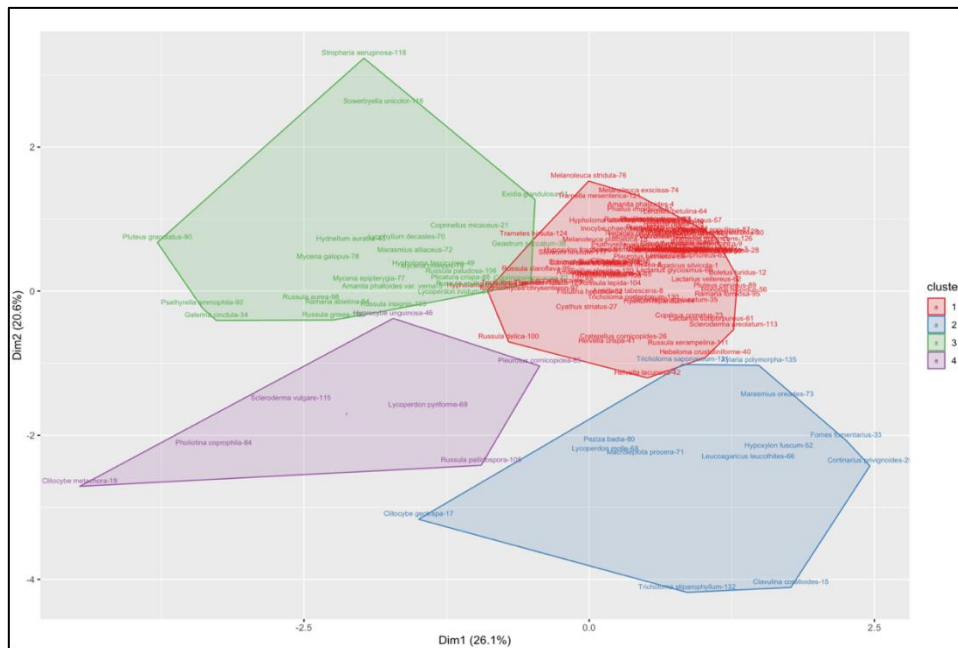
Zn içeriği bakımından diğer gruplardan ayrılmıştır (Şekil 2, Ek 1).

Tespit edilen mantar türlerinin bir bölümü dal, kütük, gövde gibi yapılar üzerinde tespit edildiğinden dolayı 82 adet mantar türü toprak özellikleri bakımından değerlendirilmiştir. Mantar türlerinin alındığı topraklara ait özellikler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Toprak özelliklerine ait tanımlayıcı istatistik

	N	Min	Max	Ort	SE	SS
TPb (mg/kg)	82	1,19	17,62	4,63	0,31	2,77
TCd (mg/kg)	82	0,02	8,64	2,05	0,18	1,66
TZn (mg/kg)	82	0,07	248,48	65,63	5,99	53,92
TCu (mg/kg)	82	0,3	126,6	21,69	2,61	23,47
TMn (mg/kg)	82	0,59	421,57	108,04	8,17	73,5
TFe (mg/kg)	82	366,53	6800,21	850,59	76,69	690,18
TN (%)	82	0,12	0,45	0,25	0,01	0,07
TC (%)	82	0,12	34,35	10,52	0,91	8,18
pH	82	3,99	7,53	5,7	0,09	0,83
EC	82	15,8	2190	155,52	26,86	241,76
Kum (%)	82	12,8	86,1	59,83	1,34	12,06
Toz (%)	82	8,7	40,7	22,24	0,76	6,85
Kil (%)	82	5,2	60,4	17,93	0,96	8,67
CaCO ₃ (%)	82	0,1	9,5	0,83	0,23	2,1

Min: minimum, max: maksimum, ort: ortalama, SE: ortalama standart hata, SS: standart sapma, TPb: toprak kurşun içeriği, TCd: toprak kadmium içeriği, TZn: toprak çinko içeriği, TCu: toprak bakır içeriği, TMn: toprak mangan içeriği, TFe: toprak demir içeriği, TN: toprak azot içeriği, TC: toprak karbon içeriği, pH: toprak asitliği, EC: elektriksel iletkenlik CaCO₃: toprak kireç içeriği.



Şekil 2. Mantar türlerinin ağır metal içerikleri bakımından kümeleme analizine göre dağılımı

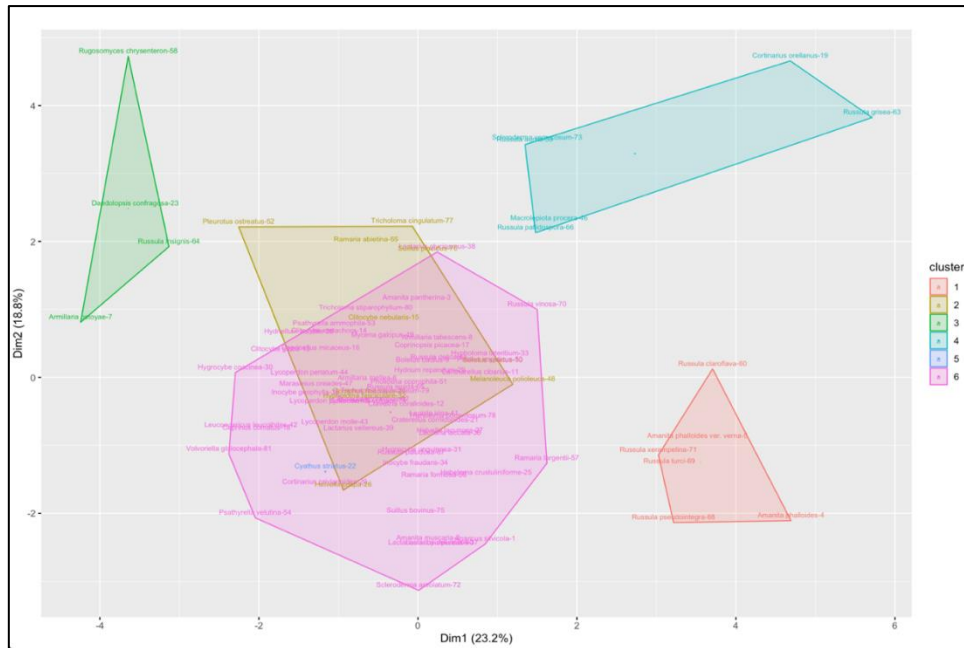
Mantar türlerinin biyokonsantrasyon birikim katsayısına (BCF) ait tanımlayıcı istatistikleri Çizelge 3'te verilmiştir. Buna göre Pb, Cd, Zn, Cu, Mn ve Fe içerikleri sırasıyla ortalama 0,209, 0,197, 2,625, 0,719, 0,43 ve 0,204'tür (Çizelge 3). Pb değeri en düşük (0,00) *Hygrocybe unguinosa*, *Amanita phalloides* var. *Verna*, *Russula aurea*, *Hypholoma lateritium*, *Russula grisea*, *Scleroderma vulgare*, *Suillus palicidus*, *Lycoperdon perlatum*, *Ramaria abietina*, *Amanita phalloides* türlerinde, en yüksek *Cortinarius privignoides* (3,44) türünde, Cd değeri en düşük (0,00) *Russula turci*, *Russula pseudointegra*, *Cortinarius orellanus*, *Rugosomyces chrysenteron*, *Russula grisea*, *Scleroderma verrucosum*, *Russula pallidospora* türlerinde en yüksek ise *Tricholoma stiparophyllum* (1,36) türünde, Zn içeriği bakımından en düşük (0,00) *Cyathus striatus* ve *Hypholoma lateritium* türlerinde en yüksek *Inocybe fraudans* (104,14) türünde, Cu içeriği en düşük (0,00) *Hypholoma lateritium*, *Tricholoma cingulatum*, *Hygrocybe coccinea*, *Gomphus floccosus*, *Inocybe geophylla*, *Russula vinosa*, *Melanoleuca polioleuca* türlerinde en yüksek *Hebeloma crustuliniforme* (19,47) türünde belirlenmiştir. Mn bakımından en düşük (0,00) *Russula vinosa*, *Lactarius glyciosmus*, *Russula pallidospora*, *Cortinarius orellanus*, *Rugosomyces chrysenteron*, *Amanita pantherina*, *Tricholoma portentosum*, *Hypholoma lateritium*, *Suillus palicidus* ve *Russula xerampelina* türlerinde en yüksek *Suillus bovinus* (10,92) türünde, Fe bakımından ise en düşük *Tricholoma cingulatum* (0,00) türünde en yüksek *Psathyrella ammophila* (1,63) türünde belirlenmiştir (Ek 2).

Çizelge 3. Mantar türlerine ait Biyokonsantrasyon birikim katsayısına (BCF) ait tanımlayıcı istatistik

	Pb	Cd	Zn	Cu	Mn	Fe
N	82	82	82	82	82	82
Min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Max	3,44	1,36	104,14	19,47	10,92	1,63
Ort	0,209	0,197	2,625	0,719	0,43	0,204
SE	0,048	0,028	1,343	0,290	0,145	0,028
SS	0,433	0,253	12,090	2,606	1,300	0,248

Min: minimum, max: maksimum, ort: ortalama, SE: ortalama standart hata, SS: standart sapma, Pb: kurşun, Cd: kadmiyum, Zn: çinko, Cu: bakır, Mn: mangan, Fe: demir.

Kümeleme analizine göre toprak özellikleri bakımından mantar türleri altı grupta toplanmıştır (Şekil 3). Birinci grup 6, ikinci grup 10, üçüncü grup 4 ve dördüncü grup 6, beşinci grup 1 ve altıncı grupta 55 adet tür bulunmaktadır (Şekil 3). Birinci grup toprağın karbon (C), azot (N), elektriki iletkenlik (EC), kum içeriği bakımından, ikinci grup toprağın Cu içeriği ve toprak asitliği (pH) bakımından, üçüncü grup toz ve kil içeriği, dördüncü grup toprağın Pb, Cd, Zn ve Mn içeriği bakımından, beşinci grup toprağın Fe içeriği bakımından ayrılmıştır (Şekil 3, Ek 3).



Şekil 3. Mantar türlerinin toprak özelliklerine bakımından kümeleme analizine göre dağılımı

Mantar türleri bakımından yapılan korelasyon analizi sonucu, mantarların Pb içeriği toprak pH'sı ve EC ile pozitif ilişki iken mantarların Fe içeriği ile negatif ilişkilidir. Mantarların Cd içeriği TPb, mantar Mn ve Zn içeriği ile pozitif ilişki, TN içeriği ile negatif ilişki göstermektedir. Mantarların Zn içeriği TCd, TPb içeriği ve mantarların Fe, Cu içeriği ile

pozitif ilişkilidir. Mantar Cu içeriği EC, TFe, TCd içeriği ile pozitif ilişki gösterirken TCu içeriği ile negatif ilişki göstermiştir. Mantar Mn içeriği sadece mantar Fe içeriği ile pozitif ilişkilidir. Mantarların Fe içeriği TFe, TPb, TCd, TCu ve TZn içeriği ile pozitif ilişki göstermiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Toprak özellikleri ile mantarın ağır metal içerikleri arasındaki korelasyon sonuçları.

	Pb	Cd	Zn	Cu	Mn	Fe	TPb	TCd	TZn	TCu	TMn	TFe	TN	TC	pH	EC	Kum	Toz	Kil
Cd	-0,09																		
Zn	0,04	0,33 **																	
Cu	0,11	0,20	0,30 *																
Mn	-0,11	0,26 *	0,16	0,02															
Fe	-0,26 *	0,20	0,44 ***	0,17	0,35 **														
TPb	-0,15	0,33 **	0,31 **	0,12	0,10	0,42 ***													
TCd	-0,13	0,20	0,30 **	0,27 *	0,12	0,24 *	0,40 ***												
TZn	-0,11	-0,11	0,09	-0,12	-0,09	0,38 ***	0,44 ***	-0,02											
TCu	-0,14	0,08	0,09	-0,25 *	0,05	0,27 *	0,40 ***	0,05	0,60 ***										
TMn	0,04	-0,17	0,15	-0,02	0,08	0,13	0,23 *	0,20	0,45 ***	0,26 *									
TFe	-0,10	-0,04	0,10	0,27 *	0,00	0,38 ***	-0,03	0,41 ***	0,10	0,05									
TN	-0,09	-0,26 *	-0,01	0,06	0,12	-0,11	0,00	0,24 *	0,04	-0,23 *	0,34 **	-0,04							
TC	-0,02	-0,15	-0,02	-0,12	0,15	-0,13	0,10	0,02	0,21	0,09	0,49 ***	-0,18	0,71 ***						
pH	0,28 *	-0,16	0,03	0,01	-0,16	-0,14	-0,26 *	-0,35 **	0,02	0,03	-0,24 *	0,18	-0,29 **	-0,22					
EC	0,40 **	-0,12	0,10	0,22 *	0,04	-0,18	-0,06	-0,06	-0,13	-0,23 *	0,20	-0,12	0,17	0,28 *	0,19				
Kum	-0,17	-0,04	-0,06	-0,04	-0,09	-0,12	-0,21	-0,02	-0,21	-0,30 **	0,05	-0,18	0,33 **	0,28 *	-0,30 **	0,06			
Toz	0,20	0,09	0,04	0,03	0,06	0,01	0,27 *	0,01	0,25 *	0,28 *	0,14	0,03	-0,13	-0,08	0,10	0,08	-0,76 ***		
Kil	0,11	0,01	0,11	0,06	0,08	0,20	0,06	0,01	0,10	0,16	-0,18	0,26 *	-0,42 **	-0,36 **	0,35 **	-0,12	-0,74 ***	0,21	
Kirec	0,08	-0,17	-0,03	-0,05	0,01	-0,03	-0,18	-0,24 *	0,20	0,20	-0,09	0,17	-0,05	-0,01	0,44 ***	0,12	-0,11	0,09	0,13

(Pb: kurşun, Cd: kadmilyum, Zn: çinko, Cu: bakır, Mn: mangan, Fe: demir, TPb: toprak kurşun içeriği, TCd: toprak kadmilyum içeriği, TZn: toprak çinko içeriği, TCu: toprak bakır içeriği, TMn: toprak mangan içeriği, TFe: toprak demir içeriği, TN: toprak azot içeriği, TC: toprak karbon içeriği, pH: toprak asitliği, EC: elektriksel iletkenlik.). Anlamlı değerler koyu ve eğik yazılmıştır. *: p<0,05, **: p<0,01, ***: p<0,001 göstermektedir.

Toprak özellikleri bakımından değerlendirildiğinde, TPb içeriği toz, TMn, TCu, TZn ve TCd içeriği ile pozitif ilişki, pH ile negatif ilişki belirlenmiştir. TCd içeriği TN ile pozitif ilişki gösterirken kireç içeriği ve pH ile negatif ilişki göstermiştir. TZn içeriği toz, TFe, TMn ve TCu içeriği ile pozitif ilişki, TCu içeriği toz ve TMn içeriği ile pozitif ilişki gösterirken kum, EC ve TN ile negatif ilişki göstermiştir. TMn içeriği bakımından TC ve TN ile pozitif ilişkili iken pH ile negatif ilişkilidir. TFe içeriği TZn ve kil ile pozitif ilişki göstermiştir (Tablo 4).

4. Tartışma

Günümüzde artan nüfus, endüstriyel faaliyetler ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte çevre kirliliğinde görülen artış ağır metallerin her yönüyle daha fazla araştırılmasını zorunluluk haline gelmiştir. Yapılan bu çalışma ile makro mantarlardaki Fe, Zn, Cu, Mn ve Pb içerikleri ve toprak özellikleri arasındaki ilişkiler değerlendirilmiştir. Demir, çinko, bakır ve mangan gibi iz elementler biyolojik sistemlerde önemli rol oynadıkları için temel elementler olarak kabul edilmektedirler. Ancak kurşun temel element değildir ve hatta eser miktarlarda dahi toksik etki gösterir. Ayrıca gerekli metaller alımı aşırı derecede yüksek olduğunda da toksik olabilir. Mantarların çevreden ağır metal birikimine karşı çok etkili bir mekanizması vardır. Bu nedenle mantarlar çevre kirliliği düzeyini tanımlamak için kullanılabilir. Diğer taraftan ağır metal içeren mantarların tüketilmesinin insan sağlığı üzerine etkisini değerlendirmek için birçok çalışma

(Kalac et al. 2004; Campos et al. 2009) yapıldığı ifade edilmektedir (Altıntuğ ve ark. 2017). Çalışmanın gerçekleştirildiği bölgede mantarlarda ağır metal içeriklerinin belirlendiği çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin, Hişir (2016) tarafından Sakarya bölgesinde yapılan çalışmada mantarlarda Pb (7,41-34,3 mg/kg), Cd (0,37-11,63 mg/kg), Zn (22,86-126,84 mg/kg) Cu (17,38-132,75 mg/kg), Fe (26,3-225,4 mg/kg) ve Mn (0,0-22,3 mg/kg) içeriklerini belirlemiştir. Çalışmamızla kıyaslandığında ortalama değerler bakımından Pb (0,795 mg/kg), Cd (0,263 mg/kg), Zn (10,90 mg/kg), Cu (1,469 mg/kg), değerlerinin daha düşük seviyede olduğu Fe (138,5 mg/kg) içeriğinin belirtilen değerler arasında ve Mn içeriğinin (31,38 mg/kg) ise daha yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. Türkiye’de bazı benzer çalışmalarda da mantarlarda ağır metal birikimi belirlenmiştir (Çayır ve ark. 2010; Demirbas, 2001a; 2001b; Isıldak ve ark. 2004a; 2004b; 2007; Mendil ve ark. 2005; Sesli ve Tüzen 1999; Soylak ve ark. 2005; Turkekul ve ark. 2004; Tüzen 2003; Tüzen ve ark. 1998; Yamaç ve ark. 2007; Yağız ve ark. 2008; Yeşil ve ark. 2004). Bu çalışmalar farklı türlerde farklı ağır metal birikimlerine dikkati çekmektedir. Nitekim çalışmamızda elde edilen bulgular dikkate alındığında farklı mantar türleri arasında ağır metal konsantrasyonlarının çok geniş bir aralıkta değiştiği görülmektedir. Çalışmamızdaki sonuçların değişkenliğini destekleyen bir çalışmada, yoğun nüfuslu bir bölgede (Atina-Yunanistan civarı) toplanan altı yabancı yenilebilir mantar türünde (*Agaricus bisporus*, *A. bitorquis*, *A. gennadii*, *Coprinus comatus*, *Psathyrella*

candolleana ve *Volvopluteus gloiocephalus*) Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn konsantrasyonları değerlendirilmiş ve mantarlarda nispeten yuğsek Pb ve Ni içerikleri lulrken, Cu, Zn, Fe ve Mn konsantrasyonlarının çok değişken olduğu belirlenmiştir (Kokkoris et. al., 2019).

Çalışmamızda yenilebilir mantar türlerinde Pb, Cd, Zn, Cu, Mn ve Fe içeriği bakımından en yuğsek değerler sırasıyla *Macrolepiota procera* (9,07 mg/kg), *Russula delica* (1,34 mg/kg), *Armillaria mellea* (183,59 mg/kg), *Macrolepiota procera* (52,90 mg/kg), *Sarcoscypha austriaca* (900,56 mg/kg), *Lycoperdon pyriforme* (1037,86 mg/kg) türünde belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada, ayır ve ark. (2010), Çanakale'de ağır metallerin (Cd, Cr, Cu, Pb ve Zn) konsantrasyonlarını yenilebilir uç mantar türünde (*Lactarius deliciosus*, *Russula delica* ve *Rhizopogon roseolus*) en yuğsek Cd konsantrasyonunun yenilerek tüketim açısından kısıtlayıcı bir faktör olduğunu belirtmektedir. Diğer elementlerin konsantrasyonlarının optimum düzeyde tüketildiğinde sağlık riski olmadığı da belirtilmiştir. Çalışmamızda benzer olarak Cd değerinin tüketim açısından kısıtlayıcı faktör olmasına rağmen diğer elementlerin de kısıtlayıcı faktör olduğunu söylemek mümkündür. Çünkü elde ettiğimiz sonuçların IPCS (International Programme on Chemical Safety: Uluslararası Kimyasal Guvenlik Programı, Cd: 0,05 mg/kg, Mn: 9,81 mg/kg, Fe: 100 mg/kg) (Anonim, 2004; Durkan, 2006) kriterleri göz önüne alındığında kadmiyum ve demir konsantrasyonlarının, FAO (Food and Agriculture Organization: Gıda ve Tarım rgt) ve WHO (World Health Organization: Dünya Sağlık rgt) (Cd: 0,05 mg/kg, Cu: 0,1-5,0 mg/kg, Fe: 1,5-15 mg/kg, Pb: 0,1-2,0 mg/kg, Zn: 5,0 mg/kg) (Algan 2002) kriterleri göz önüne alındığında kadmiyum, demir ve inkonun, Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği (2011) göz önüne (Cd:0,2 mg/kg, Pb: 0,30 mg/kg) alındığında ise kurşun konsantrasyonlarının sınır değerlerinin üzerinde olduğu görülmektedir.

Çalışmamız sonucunda ağır metal içerikleri bakımından mantar türlerinin dört farklı grupta toplandığı tespit edilmiştir. şiri et. al., (2016), Hırvatistan'da Medvednica Tabiat Parkı'ndaki yenilebilir 10 mantarın Fe, Zn ve Cu konsantrasyonunu belirlemiştir. Çalışılan türler arasındaki benzerlik, kümeleme analizi ile belirlenmiş ve en yuğsek Fe konsantrasyonu (153,96 mg kg⁻¹) *Tricholoma portentosum*'da, en yuğsek Zn konsantrasyonu (90,60 mg kg⁻¹) *Tricholoma terreum*'da ve en yuğsek Cu (78,18 mg kg⁻¹) *Macrolepiota procera*'da belirlenmiştir. Tüm mantar türlerinde mantar şapkasındaki elementlerin konsantrasyonu sapa göre daha yuğsek bulunmuştur. Benzer olarak, çalışmamızda elde ettiğimiz kümeleme analizi sonucu Fe, Cu ve Zn içeriklerinin türlerin ayrılmasında etkili olduğu görülmektedir. Nitekim mantarlardaki ağır metal konsantrasyonlarını mantar türleri, farklı yetişme ortamı faktörleri ve toprak özellikleri (pH, organik madde, redoks potansiyeli, materyal türü, materyal jeokimyası, kirlilik kaynağından uzaklık vb.) etkileyebilir (Kalaç, 2010; şiri et. al., 2016). Hişir (2006) mantarların toprak yapısı, ekolojik faktörler (bitki örtüsü, habitat vb.) ile antropojenik etkilere bağlı olarak bünyesinde toksik etki yaratacak nitelikte ağır metallere barındırdığını ifade etmiştir. Çalışmamızda kümeleme analizine göre toprak özellikleri bakımından mantar türleri altı grupta toplanmıştır. Birinci grup 6, ikinci grup 10, unc grup 4 ve dördüncü grup 6, beşinci grup 1 ve altıncı grupta 55 adet tür bulunmaktadır. Bu durum

yetişme ortamındaki farklılıkların mantar türlerinin dağılımını etkilediğini ve buna bağlı olarak türlerdeki ağır metal konsantrasyonlarının geniş aralıktaki bulunmasında etkili olduğu söylenebilir. Yukarıda da ifade edildiği gibi birçok faktör etkili olmasına rağmen, ağır metallerin ortamdaki bolluğu ve alınması arasındaki ilişki çok karmaşıktır ve hala bilinmemektedir (Kalaç, 2010; şiri et. al., 2016). Çalışmamızda mantar türleri ve toprak özellikleri bakımından yapılan değerlendirmede mantarların özellikle Pb içeriğinin toprak pH'sı ve EC'si ile pozitif ilişkili olduğu, Cd içeriğinin TPb, Zn içeriğinin TCd ve TPb içeri ile keza Cu içeriği EC, TFe, TCd içeriği ile pozitif ilişki gösterirken mantarların Fe içeriği TFe, TPb, TCd, TCu ve TZn içeriği ile pozitif ilişki göstermiştir. Bu durum ortamdaki ağır metal içerikleri ile mantarın ağır metal içeriği arasında değişkenliğin olduğunu göstermektedir.

Mantarların vre kirliliğinin biyoidikatrleri olarak kullanımının uygunluğunu belirlemek mümkündür (Falandysz et. al., 2007; şiri et. al., 2016). Nitekim araştırmalar orman altında mantarlarda ağır metal birikimine dikkat çekmiştir. Örneğin Nharingo et. al., (2015) benzer olarak Zimbabve'de farklı kirlilik derecelerine sahip uç farklı orman alanında *Amanita losii* ve *Cantharellus floridulus* yenilebilir mantarın Al, Pb ve Zn içeriği belirlenmiştir. Alanlar arasında önemli farklılıkların olduğunu ve alanların vrelerindeki kirlilik kaynağına bağlı olarak mantarlarda ağır metal birikiminin yuğsek olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada şwişowski and Rajfur (2018) Polonya 'da iki farklı orman alanında *Boletus edulis*, *Macrolepiota procera* ve *Suillus luteus* yenilebilir mantarlarda ağır metal konsantrasyonları belirlemiştir. Elde edilen verilere dayanarak, orman alanlarının ağır metallere önemli lde kirlendiği de tespit edilmiştir. Bu, ağır metal akümülatörleri olan orman alanlarının pasif biyolojik izlemesinde mantarların biyomonitör olarak kullanılma olasılığı ile doğrulandığını belirtmişlerdir. Bu değerlendirmeleri yaparken özellikle PF (phytoaccumulating factor) faktörünün kullanılarak değerlendirilmesini önerdikleri çalışmada $PF \leq 0,01$ – birikim yok, $PF \leq 0,10$ – az birikim, $PF \leq 1,00$ – orta derecede birikim, $PF > 1,00$ – yuğsek derecede birikim şeklinde sınıflandırmışlardır. Yazarlar mantar gövdelerinin iyi bir akümülatör olduğunu tekrarlayarak özellikle PF katsayılarının da kullanımıyla Cd, Cu ve Zn bakımından yoğun bir birikimin olduğunu belirtmişlerdir. Bu sınıflandırma bakımından çalışmamızda elde edilen mantar türlerinin biyokonsantrasyon birikim katsayılarına (BCF) göre Pb, Cd, Zn, Cu, Mn ve Fe içerikleri sırasıyla ortalama 0,209, 0,197, 2,625, 0,719, 0,43 ve 0,204'tür. Cd değerleri bakımından yuğsek derecede birikim, diğer elementlerin ise orta derecede birikimde olduğu görülmektedir. Bu durum orman alanlarındaki kirlilik seviyelerinin izlenmesi gerektiğini göstermektedir.

Sonuç olarak, ağır metallerin neden olduğu vre kirliliği, su, hava ve doğrudan toprak kirliliğine neden olan madencilik çalışmaları, gübre ve pestisitler, sanayi atıkları ve hidrokarbon yanma ürünleri ile toprağa ulaşabilmektedir. vreyi kirleten bütün unsurlar bitkilerde strese neden olur ve bu durum bitkilerin fizyolojisini etkiler, onların genetik potansiyelini değiştirir, verimini kısıtlayarak ölümlerine yol açar ve büyük oranlarda ürün kayıpları meydana gelir. Bunun yanısıra yuğsek konsantrasyonlardaki ağır metallere, tüm canlı sistemlerini etkilediği gibi insan sağlığını da olumsuz olarak etkilemektedir. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular göstermektedir ki

mantar türleri arasında ağır metal konsantrasyonları çok geniş bir aralıkta değişim göstermekte olup, özellikle topraktaki ağır metallerin bulunuş miktarlarının bu değişimde etkili bir faktör olduğu söylenebilir. Ayrıca ortalama biyobirikim katsayısı bakımından Cd değerinin mantar türlerinde yüksek olduğu ve bölgedeki ormanların kirlilik seviyelerinin diğer gösterge faktörler ile izlenmesi gerektiğini göstermektedir. Özellikle yoğun nüfus ve sanayi faaliyetlerinin ormanlar üzerindeki kirlilik etkisini değerlendirmek adına mantarlar ile ilgili çalışmaların arttırılması günümüz koşullarında elzem bir durum olmakla birlikte bu bölgelerde insan sağlığı açısından kritik eşik çalışmaları önem kazanmaktadır. Ek olarak insan sağlığı için bünyesinde ağır metalleri biriktirebilen, akut zehirlenme ve hatta ölümlü sonuçlanabilecek doğal makro mantarların tüketimi konusunda halkımızı bilinçlendirmek son derece önemlidir.

Teşekkür

Bu çalışma Orman Genel Müdürlüğü, Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından İZT-390 (3827)/ 2014-2017-2019 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Algan, G., 2002. Konya Yöresi Sütlerinde Bazı Ağır Metallerin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Alonso, J., Garcia, M., A., Perez-Lopez, M., Melgar, M., J., 2004. Macrofungi as Potential Bioremediation Agent in Compost Material Contaminated with Heavy Metals, *Revista de Toxicologia* 21, 11-15.
- Altıntığ, E., Hişir, M. E., Altundağ, H. 2017. Determination of Cr, Cu, Fe, Ni, Pb and Zn by ICP-OES in mushroom samples from Sakarya, Turkey. *Sakarya University Journal of Science*, 21(3), 496-504.
- Anonim, 2004 "IPCS, Chemical Safety and The Commission of The European Comities, CEC.
- Baytop, T., 1984. Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi, İstanbul Üniversitesi Yayınları No: 3255, İstanbul.
- Borovička, J., Řanda, Z. 2007. Distribution of iron, cobalt, zinc and selenium in macrofungi. *Mycological Progress* 6 (4), 249-259.
- Borovička, J., Řanda, Z., Jelínek, E., Kotrba, P., Dunn, C.E., 2007. Hyperaccumulation of silver by *Amanita strobiliformis* and related species of the section *Lepidella*. *Mycological Research* 111, 1339-1344.
- Breitenbach, J. and Kränzlin, F., 1991. "Fungi of Switzerland" Volume 3, (First part), Boletes and Agarics, *Strobilomycetaceae* and *Boletaceae*, *Paxillaceae*, *Gomphidiaceae*, *Hygrophoraceae*, *Tricholomataceae*, *Polyporaceae*, ISBN 3-85604-230-X, Mycological Society of Lucerne, Verlag Mykologia, 361 pages, Luzern, Switzerland.
- Breitenbach, J. and Kränzlin, F., 1986. "Fungi of Switzerland" Volume 2, Non Gilled Fungi, *Heterobasidiomycetes*, *Aphylopholares*, *Gastromycetes*, ISBN 3-85604-220-2, Mycological Society of Lucerne, Verlag Mykologia, 412 pages, Luzern, Switzerland.
- Breitenbach, J. and Kränzlin, F., 1995. "Fungi of Switzerland" Volume 4, (Second part), Agarics, *Entolomataceae*, *Pluteaceae*, *Amanitaceae*, *Agaricaceae*, *Coprinaceae*, *Bolbitiaceae*, *Strophariaceae*, ISBN 3-85604-240-7, Mycological Society of Lucerne, Verlag Mykologia, 369 pages, Luzern, Switzerland.
- Breitenbach, J. and Kränzlin, F., 2000. "Fungi of Switzerland" Volume 5, (3rd part), Agarics, *Cortinariaceae*, ISBN 3-85604-250-4, Mycological Society of Lucerne, Verlag Mykologia, 369 pages, Luzern, Switzerland.
- Breitenbach, J., and Kränzlin, F., 1984. "Fungi of Switzerland" Volume 1, *Ascomycetes*, ISBN 3-85604-210-5, Mycological Society of Lucerne, Verlag Mykologia, 390 pages, Luzern, Switzerland.
- Broadbent, D., 1966. Antibiotics Produced by Fungi, *The Botanical Review*, 32(3), 219-242.
- Campos, J. A., Tejera, N. A., Sanchez, C. J., 2009. Substrate Role in the Accumulation of Heavy Metals in Sporocorps of Wild Fungi. *Biometals*, 22, 835-841.
- Campos, J.A., Tereja, N.A., 2011. Elements bioaccumulation in Sporocarps of fungi collected from quartzite acidic soils. *Biological Trace Element Research*, 143, 540-554.
- Çayır, A., Coşkun, M., Coşkun, M., 2010. The heavy metal content of wild edible mushroom samples collected in Canakkale Province, Turkey. *Biological Trace Element Research*, 134, 212-219.
- Cetto, B., 1983. "I Funghi Dal Vero" Vol:1, Saturnia, ISBN 88-85013-01-5, 690 pag. Trento.
- Chang, S.T., 1999. Global impact of edible and medicinal mushrooms on human welfare in the 21 century, non-green revolution. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 1, 1-7.
- Conchran, K.W., 1978. Medicinal Effects, in: *The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms* (Ed. Chung, S.T. and Hayes, W.A.) Academic Press, New York.
- Demirbas, A., 2001a. Heavy metal bioaccumulation by mushrooms from artificially fortified soils. *Food Chemistry*, 74, 293-301.
- Demirbas, A., 2001b. Concentration of 21 metals in 18 species of mushroom growing in the East Black Sea Region. *Food Chemistry*, 75(4), 453-457.
- Dennis, R.W.G., 1968. "British Ascomycetes" 3301 Lehre Verlag von J. Cramer, 455 p.
- Dołhańczuk-Śródka, A., Ziembik, Z., Waclawek, M., Hyšplerová, L., 2011. Transfer of cesium-137 from forest soil to moss *Pleurozium schreberi*. *The Journal of Society of Ecological Chemistry and Engineering*, 18(4), 509-516.
- Durkan, N., 2006. Yukarı Büyük Menderes Nehri Havzasındaki Makrofunguslarda Ağır Metal İçeriklerinin Araştırılması, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Espanshade, M.A. Ve Griffith, E.W., 1966. Tumor-inhibiting Basidiomycetes Isolation and Cultivation in The Laboratory, *Mycologia*, 58, 511-517.
- Falandysz, J., Gućia, M., Mazur, A., 2007. Content and biconcentration factors of mercury by Parasol Mushrooms *Macrolepiota procera*. *Journal of Environmental Science and Health B*, 42, 735-740.
- Falandysz, J., Gućia, M., Mazur, A., 2007. Content and biconcentration factors of mercury by Parasol Mushrooms

- Macrolepiota procera. Journal of Environmental Science and Health B, 42, 735-740.
- Gerhardt, E., 2006. "Pilze" BLV Handbuch, ISBN-10: 3-8354-0053-3, ISBN-13: 978-3-8354-0053-5, 639 P., Germany.
- Gilbertson, R., L., 1974. "Fungi That Decay Ponderosa Pine, University of Arizona Press: Tuscon, AZ, 197 p.
- Hassen, H.P. and Schadler, M., 1982. Pilze als Volksheilmittel in Chinensischen Medizin" Deutschen Apotheker Zeitung, 122(37), 1844-1848.
- Hişir, M., 2016. Bazı Yenilebilir Mantarların Eser Metal İçeriğinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Huang, X., Hu, J., Qin, F., Quan, W., Cao, R., Fan, M., Wu, X., 2017. Heavy metal pollution and ecological assessment around the Jinsha Coal-Fired Power Plant (China). International Journal of Environmental Research and Public Health, 14, 1589-1600.
- İsildak, O., Turkecul, I., Elmastas, M., Aboul-Enein, H.Y., 2007. Bioaccumulation of heavy metals in some wild-grown edible mushrooms, Analytical Letters, 40, 1099- 1116.
- İsildak, O., Turkecul, I., Elmastas, M., Tuzen, M., 2004a. Analysis of heavy metals in some wild-grown edible mushrooms from the Middle Black Sea region, Turkey", Food Chemistry, 86, 547- 552.
- İsildak, O., Turkecul, I., Elmastas, M., Elmastas, M., 2004b. Analysis of heavy metals in some wild grown edible mushrooms from the middle black sea region, Turkey. Food Chemistry, 86, 547-552.
- İPCS/Features/Cadmium, 2019 "[Online] <http://www.who.int/ipcs/features/cadmium.pdf?ua=1> [Erişim Tarihi: 22.07.2019].
- Jordan, M., 1995. "The Encyclopedia of Fungi of Britain and Europa" David & Charles, ISBN 0 7153 0129 2, 384 pages, United Kingdom.
- Kaçar, B., 1972. "Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri" Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Kalac, P., Svoboda, L., 2000 "A Review of Trace Element Concentrations in Edible Musrooms, Food Chemistry, No: 69, pp: 273-281.
- Kalač, P., 2001. A review of edible mushroom radioactivity. Food Chemistry, 75, 29-35.
- Kalač, P., 2010. Trace element contents in European species of wild growing edible mushrooms: A review for the period 2000-2009. Food Chemistry, 122, 2-15.
- Kalac, P., Svoboda, L., Havlickova, B., 2004. Content of cadmium and mercury in edible mushroom, Journal of Applied Biomedicine, 2, 15-20.
- Karakaya, A., Tuğrul, D., Özbay, S., Demirsu, N., Makineci, E., Akburak, S., Eşen, D., Yılmaz, S., Ekşi, A., Selek, F., Zengin, M. 2019. Kocaeli yöresinde bulunan bazı makromantarların ağır metal düzeylerinin belirlenmesi (Pb, Cd, Zn, Cu, Fe, Mn), Orman Genel Müdürlüğü, Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Kocaeli, Sonuç Raporu, Proje No: İZT-390 (3827)/ 2014-2017-2019.
- Karaöz, M., Ö., 1989. Toprakların Bazı Kimyasal Özelliklerinin (ph, Karbonat, Tuzluluk, Organik Madde, Total Azot, Yararlanabilir Fosfor) Analiz Yöntemleri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri: B, Cilt: 39, Sayı:3, 64-82, İstanbul.
- Kartal A. A., 2004. Amberlite XAD 2000 Reçinesi ile Dolgulu Kolonda Eser Düzeydeki Demir ve Kromun Zenginleştirilmesi. PhD Thesis. Pamukkale Üniversitesi.
- Kurşun, Demir ve Kromun Zenginleştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Kirk, P.M., Cannon, P.F., David, J.C., Stalpers, J.A., 2008. Ainsworth & Brisby's Dictionary of the Fungi. 10th edn. Wallingford: CAB International; ISBN: 9780851998268.
- Kokkoris, V., Massas, I., Polemis, E., Koutrotsios, G., Zervakis, G. I., 2019. Accumulation of heavy metals by wild edible mushrooms with respect to soil substrates in the Athens metropolitan area (Greece). Science of The Total Environment, 685, 280-296.
- Koroleva, Y., Vakhranyova, O., Okhrimenko, M., 2015. Accumulation of trace elements by wild mushrooms in West part of Russia (South-Eastern Baltic). Pollution Atmospherique. 226, 1-10.
- Kränzlin, F., 2005. "Fungi of Switzerland" Volume 6, *Russulaceae, Lactarius, Russula*, ISBN 3-85604-260-1, Verlag Mykologia, 317 pages, Luzern, Switzerland.
- Laessøe, T., und Del Conte, T., 2003. "Der Neu BLV PilzAtlas" ISBN 3-405-16269-6, BLV Verlagsgesellschaft mbH, 255 seit. München.
- LafSözlük, 2009 "[Online] Laf Sözlük: Gebze 2009" <https://www.lafsozluk.com/2009/04/gebze-nerededir-nereye-baglidir-gebze.html> [Erişim Tarihi: 24.01.2019].
- Manzi, P., Aguzzi, A., Pizzoferrato, L., 2001. Nutritional Value of Mushrooms Widely Consumed in Italy, Food Chemistry, 73: 321-325.
- Marchand, A., 1971. "Champignons Du Nord Et Du Midi" Tome 1; *Les meilleurs et les principaux vénéux*, ISBN 84-399 2121 7, 282 pages, Perpignan. France.
- Marchand, A., 1973. "Champignons Du Nord Et Du Midi" Tome 2; *Les meilleurs comestibles (fin)*, ISBN84-399-5721-1, 273 pages, Perpignan. France.
- Marchand, A., 1974. "Champignons Du Nord Et Du Midi" Tome 3; *Bolétales Et Aphyllophorales*, ISBN 84-399-3605-2, 275 pages, Perpignan. France.
- Marchand, A., 1976. "Champignons Du Nord Et Du Midi" Tome 4; *Aphyllophorales (fin), Hydnaceae, Gasteromycetes, Ascomycetes*, ISBN 84-399-4768-2, 261 pages, Perpignan. France.
- Marchand, A., 1977. "Champignons Du Nord Et Du Midi" Tome 5; *Les Russules*, ISBN 84-399-6870-1, 303 pages, Perpignan. France.
- Marchand, A., 1980. "Champignons Du Nord Et Du Midi" Tome 6; *Lactaires Et Pholiotés*, ISBN 84-499-0953-8, 291 pages, Perpignan France.
- Marchand, A., 1982. "Champignons Du Nord Et Du Midi" Tome 7; *Les Cortinaires*, ISBN 2-903940-00-2, 275 pages, Perpignan France.
- Marzuki, A., Ying, S.Y., 2017. Environmental monitoring and controlling system for mushroom farm with online interface. International Journal of Computer Science and Information Technology. 9(4),17-28.
- Mendil, D., Uluözlü, O.D., Tüzen, M., Hasdemir, E., Sarı, H., 2005. Trace metals levels in mushroom samples from Ordu, Turkey. Food Chemistry, 91, 463-467.

- Meteoroloji Genel M¼d¼rl¼ę¼, 2019 “[Online] Meteoroloji Genel M¼d¼rl¼ę¼” <https://www.mgm.gov.tr> [Erişim Tarihi: 11.02.2019].
- Nharingo, T., Ndumo, T., Moyo, M., 2015. Human health risks due to heavy metals through consumption of wild mushrooms from Macheke forest, Rail Block forest and Muganyi communal lands in Zimbabwe. *Environmental Monitoring and Assessment*, 187, 1-11.
- Niemiec, M., Chowaniak, M., Paluch, Ł., 2017. Accumulation of chromium, aluminum, barium and arsenic in selected elements of a forest ecosystem in the Przedbabiogórskie Mountain Range in the Western Carpathians. *Journal of Elementology*, 22(3), 1107-1116.
- Pegler, D. N. and Young, T.W.K., 1971. “Basidiospore morphology in the Agaricales” *Beih. Nova. Hedwigia* 35, 1-210.
- Sesli, E., T¼zen, M., 1999. Levels of trace elements in fruiting bodies of macrofungi growing in the East Black Sea region of Turkey. *Food Chemistry*, 65(4), 453-460.
- řirić, I., Kasap, A., Kos, I., Markota, T., Tomić, D., Poljak, M., 2016. Heavy metal contents and bioaccumulation potential of some wild edible mushrooms. *řumarski List*, 140(1-2), 29-37.
- Soylak, M., Saraçoğlu, S., T¼zen, M., Mendil, D., 2005. Determination of trace metals in mushroom samples from Kayseri, Turkey. *Food Chemistry*, 92, 649-652.
- řwisłowski, P., and Rajfur, M., 2018. Mushrooms as biomonitors of heavy metals contamination in forest areas. *Ecological Chemistry and Engineering S*, 25(4), 557-568.
- Turkekul, I., Elmastas, M., T¼zen, M., Mendil, D., 2004. Determination of iron, copper, manganese, zinc, lead, and cadmium in mushroom samples from Tokat, Turkey. *Food Chemistry*, 84, 389-392.
- T¼rkdoęan, K.M., Kilicel, F., Kara, K., Tuncer, I., Uygan, I., 2003. Heavy metals in soil, vegetables and fruits in the endemic upper gastrointestinal cancer region of Turkey. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 13, 175-179.
- T¼zen, M., 2003. Determination of heavy metals in soil, mushroom and plant samples by atomic absorptions spectrometry. *Microchemical Journal*, 74, 289-297.
- T¼zen, M., Ozdemir, M., Demirbas, A., 1998. Study of heavy metals in some cultivated and uncultivated mushrooms of Turkish origin. *Food Chemistry*, 63(2), 247-251.
- Vetter, J., 2004. Arsenic content of some edible mushroom species. *European Food Research and Technology*, 219, 71-74.
- Vetter, J. (2004). Arsenic content of some edible mushroom species. *European Food Research and Technology*, 219, 71-74.
- Yağız, D., Konuk, M., Afyon, A., Kok, K.S., 2008. Minor element and heavy metal content of edible wild mushrooms native to Bolu, NorthWest Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 17, 249-252.
- Yamaç, M., Yıldız, D., Sarık¼rk¼ç¼, C., Celikkolu, M., Solak, M.H., 2007. Heavy metals in some edible mushrooms from the Central Anatolia, Turkey. *Food Chemistry*, 103, 263-267.
- Yeşil, O.F., Yıldız, A., Yavuz, O., 2004. Level of heavy metals in some edible and poisonous macro fungi of Diyarbakır region in Turkey. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 73, 853-861.
- Ying, I., Xiaolan, M., Yichen, Z. Ve Huaan, W., 1987. *Icones of Medicinal Fungi from China* Koeltz Scientific Books, Koenigstein, Western Germany.
- Zhang, Q., Ye, J., Chen, J., Xu, H., Wang, C., Zhao, M., 2014. Risk assessment of polychlorinated biphenyls and heavy metals in soils of an abandoned e-waste site in China. *Environmental Pollution*. 185, 258-265.

Ek 1. Mantar türlerinin ağır metal içeriğine göre grup listesi

1 grup	2 Grup	3 Grup	4 Grup
<i>Agaricus silvicola</i>	<i>Inonotus hispidus</i>	<i>Trametes hirsuta</i>	<i>Clavulina coralloides</i>
<i>Amanita muscaria</i>	<i>Inonotus nodulosus</i>	<i>Trametes ochracea</i>	<i>Clitocybe geotropa</i>
<i>Amanita pantherina</i>	<i>Laccaria laccata</i>	<i>Trametes pubescens</i>	<i>Cortinarius privignoides</i>
<i>Amanita phalloides</i>	<i>Lactarius deliciosus</i>	<i>Trametes versicolor</i>	<i>Fomes fomentarius</i>
<i>Armillaria mellea</i>	<i>Lactarius glyciosmus</i>	<i>Tricholoma cingulatum</i>	<i>Hypoxylon fuscum</i>
<i>Armillaria ostoyae</i>	<i>Lactarius subpurpureus</i>	<i>Tricholoma lascivum</i>	<i>Leucoagaricus leucothites</i>
<i>Armillaria tabescens</i>	<i>Lactarius vellereus</i>	<i>Tricholoma portentosum</i>	<i>Lycoperdon molle</i>
<i>Auricularia mesentarica</i>	<i>Laetiporus sulphureus</i>	<i>Tricholoma ustale</i>	<i>Macrolepiota procera</i>
<i>Boletus badius</i>	<i>Lenzites betulina</i>	<i>Volvariella gloiocephala</i>	<i>Marasmius oreades</i>
<i>Boletus edulis</i>	<i>Lepista irina</i>		<i>Peziza badia</i>
<i>Boletus luridus</i>	<i>Melanoleuca excissa</i>		<i>Tricholoma saponaceum</i>
<i>Boletus spretus</i>	<i>Melanoleuca polioleuca</i>		<i>Tricholoma stiparophyllum</i>
<i>Cantharellus cibarius</i>	<i>Melanoleuca stridula</i>		<i>Xylaria polymorpha</i>
<i>Climacocystis borealis</i>	<i>Phallus impidicus</i>		<i>Mycena galopus</i>
<i>Clitocybe gibba</i>	<i>Phellinus pomaceus</i>		<i>Mycena niveipes</i>
<i>Clitocybe nebularis</i>	<i>Phellinus torulosus</i>		<i>Plicatura crispa</i>
<i>Coprinus comatus</i>	<i>Pleurotus ostreatus</i>		<i>Pluteus granulatus</i>
<i>Cortinarius orellanus</i>	<i>Pleurotus populinus</i>		<i>Psathyrella ammophila</i>
<i>Craterellus cornicoides</i>	<i>Pluteus cervinus</i>		<i>Pluteus ephebeus</i>
<i>Cyathus striatus</i>	<i>Polyporus tuberaster</i>		<i>Ramaria abietina</i>
<i>Daedolopsis confragosa</i>	<i>Psathyrella velutina</i>		<i>Russula aurea</i>
<i>Daldinia concentrica</i>	<i>Ramaria formosa</i>		<i>Russula erythropus</i>
<i>Dermocybe cinnamomeolutea</i>	<i>Ramaria lagentii</i>		<i>Russula grisea</i>
<i>Fistulina hepatica</i>	<i>Rugosomyces chrysenteron</i>		<i>Russula insignis</i>
<i>Ganoderma applanatum</i>	<i>Russula claroflava</i>		<i>Russula paludosa</i>
<i>Ganoderma lucidum</i>	<i>Russula delica</i>		<i>Sarcoscypha austriaca</i>
<i>Ganoderma tsugae</i>	<i>Russula lepida</i>		<i>Sowerbyella unicolor</i>
<i>Gomphus floccosus</i>	<i>Russula pseudointegra</i>		<i>Stropharia aeruginosa</i>
<i>Hebeloma crustuliniforme</i>	<i>Russula rosea</i>		
<i>Helvella crispa</i>	<i>Russula turci</i>		
<i>Helvella lacunosa</i>	<i>Russula vinosa</i>		
<i>Hydnum repandum</i>	<i>Russula xerampelina</i>		
<i>Hygrocybe coccinea</i>	<i>Schizophyllum commune</i>		
<i>Hypholoma fasciculare</i>	<i>Scleroderma areolatum</i>		
<i>Hypholoma capnoides</i>	<i>Scleroderma verrucosum</i>		
<i>Hypholoma lateritium</i>	<i>Stereum hirsutum</i>		
<i>Hypoxylon fragiforme</i>	<i>Suillus bovinus</i>		
<i>Inocybe fraudans</i>	<i>Suillus placidus</i>		
<i>Inocybe geophylla</i>	<i>Tramella mesenterica</i>		
<i>Inocybe phaeodisca</i>	<i>Trametes gibbosa</i>		
	<i>Trametes hirsuta</i>		

Ek 2. Mantar Türlerine ait Biyobirikim Katsayıları (BCF)

Türler	Pb	Cd	Zn	Cu	Mn	Fe
<i>Agaricus silvicola</i>	0,07	0,09	0,17	0,57	0,12	0,04
<i>Amanita muscaria</i>	0,01	0,45	0,36	0,1	3,21	0,03
<i>Amanita pantherina</i>	0,1	0,03	0,06	0,08	0	0,39
<i>Amanita phalloides</i>	0	0,01	0,05	0,06	0,38	0,12
<i>Amanita phalloides</i> var. <i>verna</i>	0	0,34	0,47	0,11	0,63	0,25
<i>Armillaria mellea</i>	0,12	0,09	0,22	0,06	0,4	0,13
<i>Armillaria ostoyae</i>	0,29	0,02	0,04	0,01	0,07	0,05
<i>Armillaria tabescens</i>	0,27	0,06	0,18	0,03	0,12	0,19
<i>Boletus badius</i>	0,03	0,02	0,05	0,04	0,04	0,06
<i>Boletus spretus</i>	0,17	0,07	0,02	0,01	0,11	0,03
<i>Cantharellus cibarius</i>	0,07	0,05	0,08	0,16	0,24	0,3
<i>Clavulina coralloides</i>	0,48	0,02	21,97	7,29	0,01	0,02
<i>Clitocybe gibba</i>	0,15	0,45	0,04	0,01	0,2	0,09
<i>Clitocybe metachora</i>	0,12	0,29	3,47	0,04	0,87	0,23
<i>Clitocybe nebularis</i>	0,05	0,07	0,05	0,03	0,13	0,04
<i>Coprinellus micaceus</i>	0,12	0,13	0,05	0,07	1,12	0,38
<i>Coprinopsis picacea</i>	0,34	0,11	0,09	0,03	0,82	0,4
<i>Coprinus comatus</i>	0,01	0,09	0,04	0,81	0,04	0,04
<i>Cortinarius orellanus</i>	0,03	0	0,02	0,01	0	0,18
<i>Cortinarius privignoides</i>	3,44	0,03	12	8,86	0,04	0,01
<i>Craterellus cornicoides</i>	0,43	0,21	0,2	0,21	0,17	0,12
<i>Cyathus striatus</i>	0,2	0,64	0	0,3	0,21	0,01
<i>Daedolopsis confragosa</i>	0,23	0,01	0,02	0,01	0,42	0,01
<i>Gomphus floccosus</i>	0,15	0,14	0,06	0	0,02	0,02
<i>Hebeloma crustuliniforme</i>	0,14	0,01	9,95	19,47	0,02	0,03
<i>Helvella crispa</i>	0,5	0,05	0,54	0,25	0,06	0,13
<i>Helvella lacunosa</i>	0,57	0,06	1,23	0,19	0,02	0,1
<i>Hydrellum auratile</i>	0,01	0,28	0,27	0,09	2,09	0,39
<i>Hydnum repandum</i>	0,09	0,1	0,06	0,27	0,06	0,06
<i>Hygrocybe coccinea</i>	0,03	0,16	0,08	0	0,06	0,04
<i>Hygrocybe unguinosa</i>	0	0,2	1,61	0,11	1,3	0,33
<i>Hypholoma fasciculare</i>	0,05	0,08	0,1	0,09	0,41	0,31
<i>Hypholoma lateritium</i>	0	0,03	0	0	0	0,33
<i>Inocybe fraudans</i>	0,04	0,01	104,14	0,09	0,26	0,08
<i>Inocybe geophylla</i>	0,06	0,05	0,08	0	0,03	0,11
<i>Laccaria laccata</i>	0,04	0,26	0,47	0,07	0,2	0,16
<i>Lactarius deliciosus</i>	0,56	0,03	11,66	0,04	0,03	0,05
<i>Lactarius glyciosmus</i>	0,03	0,01	0,07	0,04	0	0,08
<i>Lactarius vellereus</i>	0,35	0,02	17,89	1,05	0,04	0,02
<i>Lactarius subpurpureus</i>	0,03	0,06	0,01	1,28	0,11	0,02

Türler	Pb	Cd	Zn	Cu	Mn	Fe
<i>Lepista irina</i>	0,14	0,06	0,26	0,11	0,1	0,16
<i>Leucoagaricus leucothites</i>	1,17	0,02	14,09	2,35	0,16	0,38
<i>Lycoperdon molle</i>	1,04	0,71	0,3	0,08	0,29	0,67
<i>Lycoperdon perlatum</i>	0	0,32	0,32	0,14	2,53	0,54
<i>Lycoperdon pyriforme</i>	0,31	0,23	1,06	0,1	0,77	0,33
<i>Macrolepiota procera</i>	0,1	0,17	0,06	0,73	0,39	0,17
<i>Marasmius oreades</i>	0,94	0,31	0,12	0,06	0,07	0,02
<i>Melanoleuca polioleuca</i>	0,09	0,5	0,03	0	0,03	0,28
<i>Mycena galopus</i>	0,02	0,22	1,01	0,03	1,37	0,48
<i>Phallus impudicus</i>	0,07	0,01	0,04	0,05	0,58	0,07
<i>Pholiotina coprophila</i>	0,02	0,36	1,3	0,04	0,01	0,27
<i>Pleurotus ostreatus</i>	0,04	0,03	0,1	0,01	0,02	0,08
<i>Psathyrella ammophila</i>	0,02	0,49	0,19	0,05	0,17	1,63
<i>Psathyrella velutina</i>	0,15	0,02	0,17	0,06	0,22	0,33
<i>Ramaria abietina</i>	0	0,56	0,07	0,01	0,17	0,39
<i>Ramaria formosa</i>	0,23	0,01	1,17	7,67	0,02	0,01
<i>Ramaria largentii</i>	0,09	0,04	0,07	0,03	0,13	0,05
<i>Rugosomyces chrysenteron</i>	0,03	0	0,02	0,12	0	0,63
<i>Russula aurea</i>	0	0,23	0,07	0,01	0,33	0,42
<i>Russula claroflava</i>	0,02	0,28	0,03	0,02	0,08	0,09
<i>Russula delica</i>	0,1	0,21	0,49	0,13	0,09	0,15
<i>Russula erythropus</i>	0,01	0,46	0,07	0,11	0,18	0,22
<i>Russula grisea</i>	0	0	0,05	0,22	0,28	1,11
<i>Russula insignis</i>	0,05	0,42	0,04	0,15	0,49	0,44
<i>Russula lepida</i>	0,12	0,29	0,08	0,06	0,08	0,08
<i>Russula pallidospora</i>	0,04	0	0,69	0,19	0	0,17
<i>Russula paludosa</i>	0,01	0,91	0,07	0,04	0,16	0,38
<i>Russula pseudointegra</i>	0,09	0	0,2	0,04	0,52	0,18
<i>Russula turci</i>	0,07	0	0,06	0,08	0,25	0,24
<i>Russula vinosa</i>	0,45	0,03	0,03	0	0	0,21
<i>Russula xerampelina</i>	0,33	0,8	0,07	0,19	0	0,01
<i>Scleroderma areolatum</i>	0,71	0,09	0,05	1,74	0,06	0,02
<i>Scleroderma verrucosum</i>	0,08	0	0,03	0,02	0,06	0,23
<i>Scleroderma vulgare</i>	0	0,22	1,62	0,05	0,01	0,13
<i>Suillus bovinus</i>	0,02	0,29	0,17	0,1	10,92	0,01
<i>Suillus placidus</i>	0	0,02	0,03	0,03	0	0,28
<i>Tricholoma cingulatum</i>	0,07	0,02	0,02	0	0,06	0
<i>Tricholoma portentosum</i>	0,16	0,84	0,13	0,01	0	0,05
<i>Tricholoma saponaceum</i>	0,43	0,51	0,07	0,04	0,04	0,09
<i>Tricholoma stiparophyllum</i>	0,22	1,36	0,27	1,36	0,02	0,04
<i>Volvariella gloiocephala</i>	0,11	0,1	0,05	0,03	0,11	0,09

Ek 3. Mantar türlerinin toprak özelliklerine göre grup listesi

1 Grup	2 Grup	3 Grup	4 Grup	5 Grup	6 Grup	
<i>Amanita phalloides</i> <i>var. verna</i>	<i>Boletus</i> <i>spretus</i>	<i>Armillaria</i> <i>ostoyae</i>	<i>Cortinarius</i> <i>orellanus</i>	<i>Cyathus</i> <i>striatus</i>	<i>Agaricus</i> <i>silvicola</i>	<i>Lactarius</i> <i>subpurpureus</i>
<i>Amanita</i> <i>phalloides</i>	<i>Clitocybe</i> <i>nebularis</i>	<i>Daedolopsis</i> <i>confragosa</i>	<i>Macrolepiota</i> <i>procera</i>		<i>Amanita</i> <i>muscaria</i>	<i>Lactarius</i> <i>vellereus</i>
<i>Russula</i> <i>claroflava</i>	<i>Gomphus</i> <i>floccosus</i>	<i>Rugosomyces</i> <i>chryseron</i>	<i>Russula</i> <i>aurea</i>		<i>Amanita</i> <i>pantherina</i>	<i>Lepista</i> <i>irina</i>
<i>Russula</i> <i>pseudointegra</i>	<i>Helvella</i> <i>crispa</i>	<i>Russula</i> <i>insignis</i>	<i>Russula</i> <i>grisea</i>		<i>Armillaria</i> <i>mellea</i>	<i>Leucoagaricus</i> <i>leucothites</i>
<i>Russula</i> <i>turci</i>	<i>Hypholoma</i> <i>fasciculare</i>		<i>Russula</i> <i>pallidospora</i>		<i>Armillaria</i> <i>tabescens</i>	<i>Lycoperdon</i> <i>molle</i>
<i>Russula</i> <i>xerampelina</i>	<i>Melanoleuca</i> <i>polioleuca</i>		<i>Scleroderma</i> <i>verrucosum</i>		<i>Boletus</i> <i>badius</i>	<i>Lycoperdon</i> <i>perlatum</i>
	<i>Pleurotus</i> <i>ostreatus</i>				<i>Cantharellus</i> <i>cibarius</i>	<i>Lycoperdon</i> <i>pyriforme</i>
	<i>Ramaria</i> <i>abietina</i>				<i>Clavulina</i> <i>coralloides</i>	<i>Marasmius</i> <i>oreades</i>
	<i>Suillus</i> <i>placidus</i>				<i>Clitocybe</i> <i>gibba</i>	<i>Mycena</i> <i>galopus</i>
	<i>Tricholoma</i> <i>cingulatum</i>				<i>Clitocybe</i> <i>metachora</i>	<i>Phallus</i> <i>impidicus</i>
					<i>Coprinellus</i> <i>micaceus</i>	<i>Pholiotina</i> <i>coprophila</i>
					<i>Coprinopsis</i> <i>picacea</i>	<i>Psathyrella</i> <i>ammophila</i>
					<i>Coprinus</i> <i>comatus</i>	<i>Psathyrella</i> <i>velutina</i>
					<i>Cortinarius</i> <i>privignoides</i>	<i>Ramaria</i> <i>formosa</i>
					<i>Craterellus</i> <i>cornicoides</i>	<i>Ramaria</i> <i>lagentii</i>
					<i>Hebeloma</i> <i>crustuliniforme</i>	<i>Russula</i> <i>delica</i>
					<i>Helvella</i> <i>lacunosa</i>	<i>Russula</i> <i>erythropus</i>
					<i>Hydrellium</i> <i>auratile</i>	<i>Russula</i> <i>lepida</i>
					<i>Hydnum</i> <i>repandum</i>	<i>Russula</i> <i>paludosa</i>
					<i>Hygrocybe</i> <i>coccinea</i>	<i>Russula</i> <i>vinosa</i>
					<i>Hygrocybe</i> <i>unguinosa</i>	<i>Scleroderma</i> <i>areolatum</i>
					<i>Hypholoma</i> <i>lateritium</i>	<i>Scleroderma</i> <i>vulgare</i>
					<i>Inocybe</i> <i>fraudans</i>	<i>Suillus</i> <i>bovinus</i>
					<i>Inocybe</i> <i>geophylla</i>	<i>Tricholoma</i> <i>portentosum</i>
					<i>Laccaria</i> <i>laccata</i>	<i>Tricholoma</i> <i>saponaceum</i>
					<i>Lactarius</i> <i>deliciosus</i>	<i>Tricholoma</i> <i>stiparophyllum</i>
					<i>Lactarius</i> <i>glyciosmus</i>	<i>Volvariella</i> <i>gloiocephala</i>



Assessing climate change impacts on the spatial distribution of *Castanea sativa* Mill. using ecological niche modeling

Daniela Cedano Giraldo¹, Derya Mumcu Küçüker^{1*}

¹ Karadeniz Technical University, Faculty of Forestry, Department of Forestry Engineering, 61080, Trabzon, Türkiye

ARTICLE INFO

Received: 11/10/2023

Accepted: 08/12/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1374398>

* Sorumlu yazar:

dmumcu@ktu.edu.tr

ABSTRACT

In recent decades, ecological niche modeling (ENM) has become integral for assessing climate change impacts on species distributions. In this study we conducted a comprehensive ENM using the Kuenm R package, employing MaxEnt as the modeling algorithm, to evaluate the impact of climate change on the habitat of *Castanea sativa* Mill., a non-wood forest species of high commercial interest in Türkiye, within the limits of the Trabzon Regional Directorate of Forestry

(RDF). Predictors related to the species' ecology were carefully selected. The Future distributions of *C. sativa* for 2061–2080 under Shared Socio-economic Pathways (SSPs) 1-2.6, 2-4.5, and 5-8.5 were modeled using predictions from the Hadley Centre Global Earth Model HadGEM-GC31-LL. Extensive calibration modeling with Kuenm resulted in 434 models, and the most robust model, determined by statistical significance, predictive power, and complexity, revealed a drastic reduction in suitable areas for *C. sativa* (ranging from 86% to 99% across SSPs). The critical values of bio1 and bio5 were identified as primary factors. Predictions suggest potential migration of *C. sativa* to higher latitudes or elevations seeking more favorable climatic conditions. The substantial reduction in habitat suitability, even under SSP1-2.6, poses a significant threat, emphasizing the need for urgent measures to mitigate climate change impacts and ensure the species' survival and continuity.

Research Article

Key Words: Non-wood forest products, climate change, environmental conditions, bioclimatic variables, Kuenm

İklim değişiminin *Castanea sativa* Mill.'in konumsal dağılımı üzerindeki etkilerinin ekolojik niş modelleme kullanılarak değerlendirilmesi

ÖZ

Son yıllarda, ekolojik niş modelleme (ENM), iklim değişikliğinin tür dağılımları üzerindeki etkilerini değerlendirmenin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Bu çalışmada, Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü (OBM) sınırları içerisinde, Türkiye'de ticari açıdan değerli bir odun dışı orman ürünü olan *Castanea sativa* Mill.'in iklim değişikliğinin habitatı üzerindeki etkisini değerlendirmek için Kuenm R paketini kullanarak ve modelleme algoritması olarak MaxEnt'i kullanan kapsamlı bir ENM gerçekleştirdik. Türün ekolojisine ilişkin tahmin ediciler dikkatle seçilmiştir. *C. sativa*'nın gelecekteki dağılımı (2061-2080), Hadley Centre Global Earth Model HadGEM-GC31-LL kullanılarak SSP 1-2.6, 2-4.5 ve 5-8.5 altında modellenmiştir. Kuenm ile yapılan kapsamlı kalibrasyon modellemesinde 434 model ortaya çıkmıştır. İstatistiksel anlamlılık, tahmin gücü ve karmaşıklıkla göre belirlenen en uygun model, *C. sativa* için uygun alanlarda (SSP'ler arasında %86 ile %99 arasında değişen) ciddi bir azalma olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bu azalma öncelikle bio1 ve bio5 değişkenlerinden kaynaklanmaktadır. Bu tahminler, *C. sativa*'nın daha uygun iklim koşullarını aramak için daha yüksek enlemlere veya yüksekliklere göç etme potansiyelini göstermektedir. SSP1-2.6 altında bile habitat uygunluğunun azalması, tür için ciddi bir tehdit oluşturmakta olup, iklim değişikliğinin etkilerini hafifletmek ve türün hayatta kalışını ve sürekliliğini sağlamak için acil önlemlerin alınmasını gerektirmektedir.

Anahtar Kelimeler: Odun dışı orman ürünleri, iklim değişikliği, çevre koşulları, biyoklimatik değişkenler, Kuenm

Citing this article:

Cedano Giraldo, D., Mumcu Küçüker, D., 2023. Assessing climate change impacts on the spatial distribution of *Castanea sativa* Mill. using ecological niche modeling. *Anatolian Journal of Forest Research*, 9(2), 170-177.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

1. Introduction

Castanea sativa Mill., commonly referred to as "Sweet Chestnut", is a deciduous tree belonging to the Fagaceae family widely distributed from the East Black Sea to the Marmara and Aegean regions in Türkiye (Ketenoglu et al., 2009). Its presence holds great significance, as it plays a multifaceted role in the country's cultural, economic, and ecological landscape. Not only does *C. sativa* serve as a valuable food resource, but it also makes vital contributions to biodiversity and sustainable agriculture within the region. Furthermore, as a non-wood forest product (NWPF), it assumes a pivotal role in the foreign trade of Türkiye forest products, with exports being especially noteworthy. Official reports indicate the existence of 74,897 hectares of *C. sativa* forests, contributing significantly to the national economy with a recorded value of 176 million dollars in 2019, as well as exports worth 35 million dollars (CFE, 2020).

The sustainable management of national forests hinges on a comprehensive understanding of how climate change influences species distribution. Central to this understanding is the fundamental assumption of biogeography, which underscores the preeminent role of climate in determining the natural distribution of organisms (Wiens et al., 2009). Extensive research highlights the profound impact of climate change on both the expansion and contraction of species' ranges (e.g., Elith et al., 2010; Franklin et al., 2016; Pearson and Dawson, 2003; Thuiller et al., 2005). Given the undeniable consequences of past global warming, including biodiversity loss, ecosystem degradation, and alterations, the looming risks associated with further global warming are imminent and substantial (IPCC, 2023).

To address the complexities of understanding the potential effects of future climate change on species and their ecosystems, ecological niche models (ENMs) have risen to prominence (Guisan and Zimmermann, 2000; Morin and Lechowicz, 2008). These models, founded on niche theory, have proven indispensable in forecasting the potential impacts of climate change on biodiversity, particularly by focusing on the fundamental niche or the abiotically suitable range. Among the numerous ENM techniques, the correlative approach, often called habitat models, establishes statistical relationships between environmental variables and observed species occurrences (Franklin, 2010). The underlying assumption when employing these models to project future distributions is that the encapsulated variables faithfully represent the requirements of the species for a specific niche (Wiens et al., 2009).

One of the prominent correlative models employed within ENM is MaxEnt (maximum entropy). This modeling approach predicts the fundamental niche based on environmental data, effectively finding the probability distribution that is maximally uniform (maximum entropy) while aligning with known species occurrences relative to available environmental conditions (Phillips et al., 2006; Phillips and Dudík, 2008). Its application in ecology is invaluable for forecasting potential species distributions across expansive geographic areas, offering valuable insights for conservation initiatives and decisions regarding the management of vulnerable species or the evaluation of the impact of climate change on species distributions.

This study aims to analyze the changes in the range of *C. sativa* under various climate change scenarios covering 2061–2080 within the Trabzon Regional Directorate of Forestry (RDF). To achieve this objective, we will execute the following steps: (1) conduct a comprehensive model calibration encompassing various regularization multiplier values and feature classes employing the R package Kuenm; (2) select the most suitable models based on criteria such as statistical significance, predictive capability, and model complexity; (3) develop final models for the Shared Socio-economic Pathways (SSPs) 1-2.6, 2-4.5, and 5-8.5, relying on predictions generated by the Hadley Centre Global Earth Model HadGEM3-GC31-LL; (4) calculate extrapolation risk, identify critical variables, and (5) perform map algebra to delineate changes in the current and future distribution of the species. The results will be pivotal in anticipating and planning actions to mitigate the impact of climate change on *C. sativa*, facilitating crucial adaptation strategies.

2. Materials and Methods

2.1 Species data

We conducted the modeling using the data recorded by Trabzon RDF between 2017 and 2022 (OGM, 2023). The mapped area comprises Trabzon, Rize, Gümüşhane, and Bayburt provinces (with a 5 km buffer), located in the Black Sea region (Figure 1). We reduced locally dense sampling by thinning the records to one per 1 km by 1 km grid cell. In total, a final database of 674 records was obtained. To create the models, 75% of the data was assigned for training and 25% for testing.

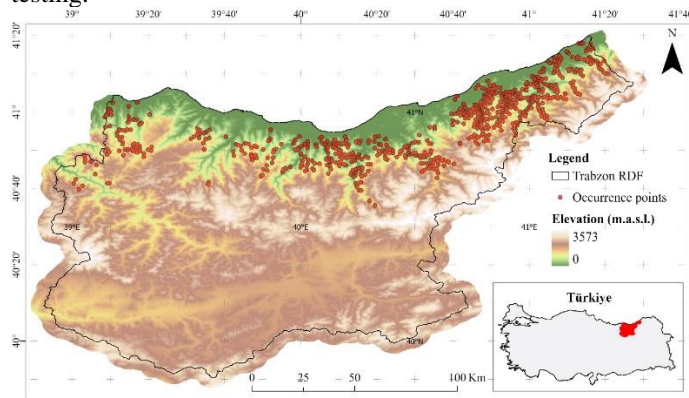


Figure 1. General location of the study area (Geographic Coordinate System WGS 1984)

2.2 Predictor variables

Eleven predictor variables related to chestnut ecology were chosen, ensuring that their pairwise Pearson correlations were below 0.80, as indicated in studies by Duran (2016), Sarikaya and Orucu (2019), and Sivrikaya and Ozcan (2023). Climate data were obtained from WorldClim v2.1 (<https://www.worldclim.org/>). They included annual mean temperature (bio1), maximum temperature of the warmest month (bio5), minimum temperature of the coldest month (bio6), temperature annual range (bio7), annual precipitation (bio12), precipitation of the driest month (bio14), and

precipitation seasonality (bio15). The climate data correspond to 1970–2000, supplied on a 30-second (~ 1 km²) grid. Topographic data were obtained from EarthEnv (<https://www.earthenv.org/topography>) and included elevation (elev), slope (slp), aspect (aspcos), and topographic position index (tpi). These data were supplied with a resolution of 1 km. The predictor variables were calibrated to a grid size of 30 x 30 m using the interpolation tool of Kriging in ArcGIS Pro-2.5.

The future projections were derived using the HadGEM3-GC31 climate models (Williams et al., 2018) under the Shared Socio-economic Pathways (SSPs) 1-2.6, 2-4.5, and 5-8.5. SSP1-2.6 assumes sustainable socioeconomic development, equity, social justice, and environmental conservation. Carbon emissions are low, and effective measures are taken to mitigate climate change. SSP2-4.5 assumes moderate economic growth and a continuation of current trends. Carbon emissions are not significantly reduced, and climate change is addressed in a limited way. SSP5-8.5 assumes development is driven primarily by fossil fuels. Carbon emissions are very high, and climate change is accelerating significantly (IPCC, 2023). These future climate layers (2061-2080) were also obtained from WorldClim v2.1 and worked at a scale of 30 x 30 m.

2.3 Niche-based models with Kuenm

434 candidate models for *C. sativa* were created by combining one set of environmental predictors, 14 regularization multiplier values (0.1-1.0 at intervals of 0.1, 2-5 at intervals of 1), and 31 feature class combinations (linear = 1,

quadratic = q, product = p, threshold = t, and hinge = h). The candidate models were evaluated based on significance (partial ROC, 500 iterations and 50% of the data for bootstrapping), omission rates, and model complexity (AICc). The best models were selected with the criteria of significance and omission rates ≤5%. Finally, we chose models with delta AICc values of 2 as the final models from this set.

The final model for *C. sativa* was created using the complete set of occurrences and the chosen parameterization that yielded the best model. 10 replicates were carried out through cross-validation, generating complementary log-log (cloglog) outputs for the calibration area. To project the model to future climate scenarios, we applied clamping extrapolation. The quality of this extrapolation was assessed using metrics such as multivariate similarity surface (MESS) and most dissimilar variable (MoD). MESS and MoD estimate the ability of the model to generalize beyond the calibration area to other regions or climatic conditions. To see in detail the use of the Kuenm R package, refer to Cobos et al. (2019).

2.4 Distribution range changes

To estimate the changes in the distribution ranges of *C. sativa* we binarized the probability maps generated using as a threshold the average of the maximum training sensitivity plus specificity (MTSS) values for each of the iterations. Then, using map algebra, the presence and absence areas in each of the climate change scenarios were calculated. Figure 2 displays the summary of the modeling approach used in this study.

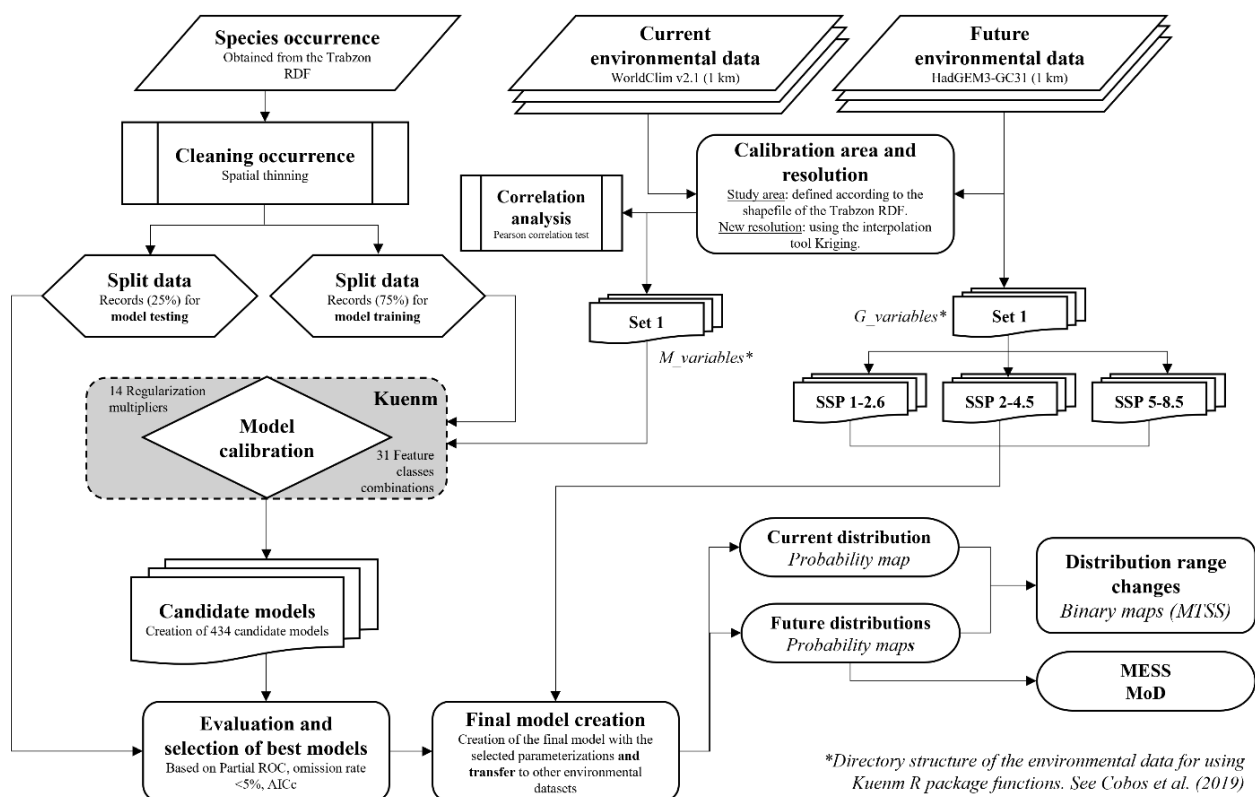


Figure 2. Flowchart summary of the modeling approach in this study

3. Results and Discussion

3.1 Current chestnut tree distributions in Trabzon RDF

Considering the three evaluation criteria of the models, the Kuenm algorithm identified the optimal configuration as a combination of quadratic and product features with a regularization multiplier set to 0.3 (Table 1). We modeled the distribution of *C. sativa* based on current climatic conditions and topographic characteristics in the study area. As depicted in Figure 3A, the species is predominantly located in the northern part of the Trabzon RDF, encompassing the provinces of Trabzon and Rize. The suitable areas represent 21.39% of the total study area, as illustrated in Figure 4A. Our findings are in line with previous studies on chestnut tree distributions, as reported by Sarikaya and Orucu (2019) and Metreveli et al. (2023).

According to the response curves of the predictor variables, *C. sativa* displays a higher likelihood of occurrence in regions with annual mean temperatures ranging from 8 to 15°C (bio1), capable of tolerating maximum temperatures of 32°C (bio5) and minimum temperatures of -5°C (bio6). The species can tolerate a maximum annual temperature range of 30°C (bio7), suggesting a seasonal temperature variation in the areas where it is most likely to thrive. Concerning precipitation values, *C. sativa* exhibits a preference for annual mean precipitation (bio12) levels exceeding 200 mm, with a mild precipitation seasonality (CV = 30%). Regarding altitude, the species demonstrates a high probability of occurrence across a broad elevation range (0-1500 m.a.s.l.). Concerning slope, aspect, and topographic position index values, *C. sativa* did not display a specific range of preference.

Table 1. H65 validation results for January 2021 – March 2021 over TürModel performance under optimal parameters (*) and default parameters (-), regarding regularization multiplier (RM) and feature classes (FC; l=linear, q=quadratic, p=product, t=threshold, and h=hinge) for *C. sativa*. Delta AICc of models with default settings are relative to the selected models

RM	FC	partial ROC	Omission rate 5%	AICc	Delta AICc	Weight AICc	Number of parameters
*0.3	qp	0.00	0.05	21250.47	0.00	1.00	34
-1.00	h	0.00	0.06	21433.36	182.89	0.00	103
-1.00	l	0.00	0.07	21545.34	294.87	0.00	8
-1.00	lh	0.00	0.06	21388.47	138.00	0.00	84
-1.00	lp	0.00	0.04	21289.76	39.29	0.00	20
-1.00	lph	0.00	0.05	21374.92	124.45	0.00	82
-1.00	lpt	0.00	0.10	21323.55	73.08	0.00	86
-1.00	lpth	0.00	0.10	21339.98	89.51	0.00	90
-1.00	lq	0.00	0.05	21320.49	70.02	0.00	14
-1.00	lqh	0.00	0.06	21383.12	132.65	0.00	82
-1.00	lqp	0.00	0.05	21269.72	19.25	0.00	24
-1.00	lqph	0.00	0.05	21392.96	142.49	0.00	88
-1.00	lqpt	0.00	0.10	21306.04	55.57	0.00	79
-1.00	lqpth	0.00	0.10	21316.72	66.25	0.00	82
-1.00	lqt	0.00	0.10	21301.94	51.47	0.00	73

Note: Bold numbers indicate final models that met the statistical significance and omission rate criteria

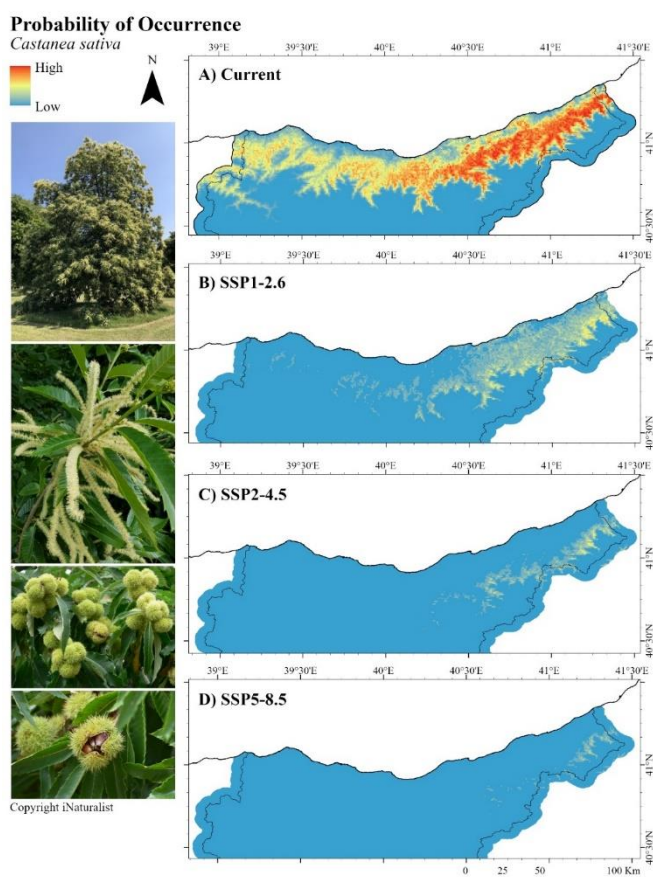


Figure 3. Current (A) and future (B-D) occurrence probability of *C. sativa*. For further detail, emphasis is placed on the provinces of Trabzon and Rize (Geographic Coordinate System WGS 1984). Orange-red colors indicate high habitat suitability, while yellow-blue colors indicate lower suitability. On the left-hand side are photographs of *C. sativa*, from tree to fruit, downloaded from iNaturalist for reference

Based on the model’s results, the most important variables were precipitation of the driest month (bio14), elevation (elev), annual mean temperature (bio1), minimum temperature of the coldest month (bio6), and precipitation seasonality (bio15) (Table 2). Our results are consistent with prior research on chestnut tree distributions, exemplified by the work of Freitas et al. (2022), where they emphasize the intricate relationship between chestnut tree yield and both the total annual precipitation and its seasonal distribution. According to their findings, the augmentation of fruit size is positively influenced by summer precipitation, while winter precipitation plays a pivotal role in soil water retention, promoting the initiation of fruit setting.

Table 2. Environmental variables selected by MaxEnt models for *C. sativa* and their permutation importance

Species	Mean AUC ± SD	Variable contributions (Permutation importance)										
		bio1	bio5	bio6	bio7	bio12	bio14	bio15	elev	slp	aspcos	tpi
<i>C. sativa</i>	0.91±0.007	15.2	0.1	12.7	5.2	3.1	32.3	6.9	19.0	4.2	0.7	0.5

Note: The values in bold correspond to the variables that contributed more to the model according to the importance of permutation

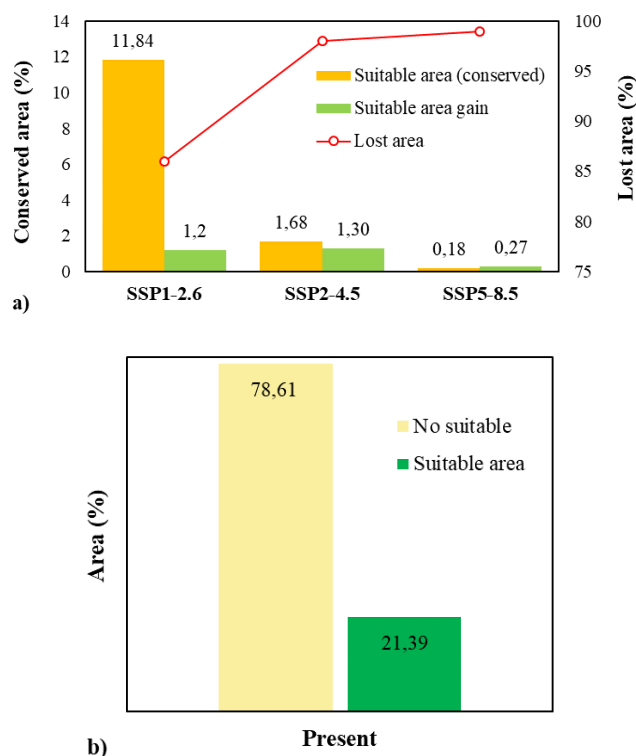


Figure 4. Habitat suitability distribution: Present (a) vs. Future (b) relative to baseline

While our study confirms the significance of elevation in chestnut tree growth, our observed tolerance range aligns with that of Freitas et al. (2021), but with a slightly difference in the upper limit. According to our results, *C. sativa* prefers environments with average annual temperatures between 8 and 15°C and can tolerate maximum temperatures of 32°C, findings consistent with those reported by Conedera et al. (2016). This adaptability to various thermal conditions is characteristic of a moderately thermophilic species (Gomes-Laranjo et al., 2006).

Precipitation levels play a pivotal role in the growth of *C. sativa*. The species demonstrates remarkable adaptability, exhibiting an extensive tolerance range for annual precipitation. However, in our study area, the preference for annual precipitation values starts from 200 mm, deviating from the range reported by Menéndez-Miguélez et al. (2015). Notably, the duration of dry periods emerges as a substantial climatic constraint on chestnut development (Conedera et al., 2021). Prolonged droughts lasting more than two consecutive months can significantly impede growth a phenomenon commonly observed in Mediterranean-type climates (Menéndez-Miguélez, 2015).

3.2 Future chestnut tree distributions in Trabzon RDF

The pattern of SSP1-2.6, SSP2-4.5, and SSP5-8.5 shows a concerning reduction in the probability of *C. sativa* occurrence for the 2061–2080 period (Figure 3B-D). This will result in losses of suitable areas between 86% and 99% by 2061 (Figure 4B). According to our model, the species will shift in its geographic range in search of more suitable climatic conditions (Figure 5A-C), for which the species may progressively migrate to higher latitudes or elevations. The percentage of conserved area compared to the reference period for SSP1-2.6, SSP2-4.5, and SSP5-8.5 will be 12%, 2%, and 0.2%, respectively (Figure 4B). This reduction in habitat suitability suggests that *C. sativa* will face significant impacts even under the SSP1-2.6 scenario, indicating that despite substantial reductions in greenhouse gas emissions, the projected climate change poses a severe threat to the species and its current habitat.

The vulnerability of *C. sativa* in various climate change scenarios is primarily attributed to factors such as the average annual temperature and the maximum temperature during the warmest month (Figure 5D-I), both critical for the species. As noted by Freitas et al. (2021), elevated temperatures can accelerate vegetative activity, promoting the progression of phenological stages and increasing susceptibility to diseases and pests.

In our study area, under the SSP1-2.6 scenario, a 4°C increase in the average annual temperature is projected for the period 2061–2080, reaching 18°C. While this falls within the tolerable range for *C. sativa*, it signifies a shift towards more extreme summers, resulting in increased water stress and reduced survival capacity. Presently, the maximum temperature during the warmest month stands at 31°C. However, under the SSP1-2.6, SSP2-4.5, and SSP5-8.5 scenarios, temperatures of 36°C, 37°C, and 40°C, respectively, are projected to be reached. These elevated temperatures are expected to induce thermoinhibition as they surpass the critical threshold of 32°C, previously identified as the trigger for this process (Gomes-Laranjo et al., 2009; Pereira et al., 2011). Furthermore, the tree appears particularly susceptible to heightened water stress and an increased risk of mortality during periods of drought (Conedera et al., 2021).

The projected reduction in habitat suitability for *C. sativa* aligns with findings from previous studies on the impact of climate change on the species. For instance, Atalay Dutucu (2023) modeled the distribution of *C. sativa* in the Anatolia region and its surroundings for the period 2081–2100. According to the results, a decrease in habitat suitability is anticipated in the Black Sea region, which currently boasts one of the highest levels of habitat suitability, particularly in the SSP2-4.5 and SSP5-8.5 scenarios. Analyses by Sarikaya and Orucu (2019) predict that the habitat for *C. sativa* will decline in the future, and potential losses under both climate change scenarios (RCP4.5 and RCP8.5 for 2050–2070) may reach critical proportions.

Moreover, additional studies, such as those conducted by Perez-Giron et al. (2020) in Switzerland and Conedera et al. (2021) in the Iberian Peninsula, underscore that chestnut is not inherently prepared for the future. This is due to expected increases in summer temperatures and dry periods, particularly in xeric site conditions. Furthermore, there is a substantial risk

that the species may be seriously affected or even face the threat of disappearance.

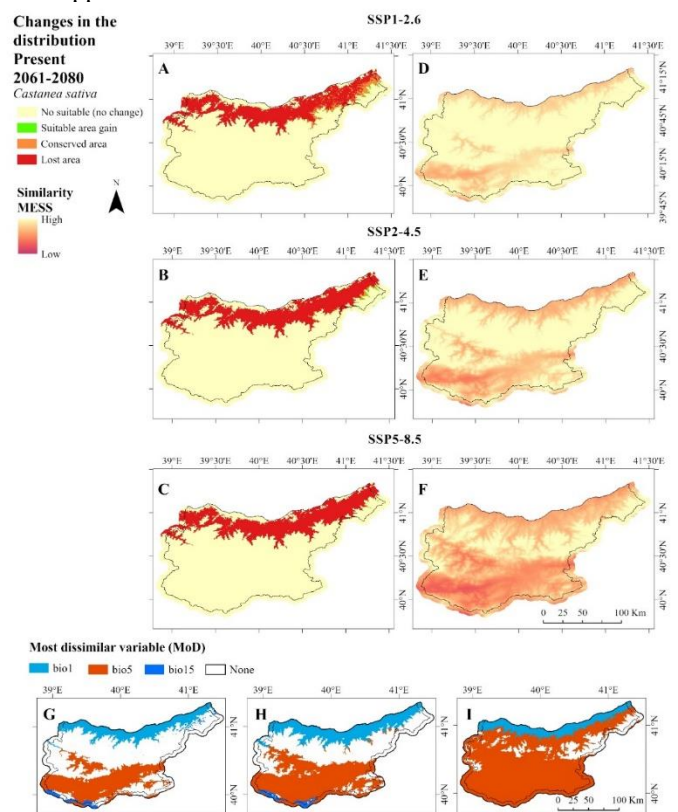


Figure 5. Changes in the distribution of *C. sativa*. Comparisons from the present to 2061–2080 (A–C). The threshold established for binarization of the probability maps was 0.226. MESS maps (Multivariate Similarity Surface) highlight the difference between current and future conditions under various climate change scenarios. Reddish colors indicate more significant dissimilarity, while yellow colors indicate that there is not a significant change in climatic conditions (D–F). On the other hand, MoD maps (G–I) depict the variables that most influence the difference in future environmental conditions in the study area

4. Conclusions

In this study, we assessed the impacts of climate change on the distribution of *C. sativa* in the Trabzon RDF using the ecological niche modeling approach. Our findings suggest that climate change may significantly diminish the habitat suitability for *C. sativa*, even under the SSP1-2.6 scenario. This poses a substantial risk to the species, impacting not only ecosystems but also socio-economic aspects related to chestnut fruit harvesting.

The methodology employed in this study, particularly the use of tools like Kuenm, holds significance for creating statistically robust models that generalize well to new data and avoid overfitting to training data, especially when considering transfers to new climatic conditions. Additionally, it facilitates a more in-depth analysis by incorporating metrics such as MESS and MoD.

To assist the species in confronting these long-term challenges (2061–2080), the implementation of active conservation measures may be necessary. These measures could

include critical habitat protection and reintroduction into more suitable areas. Furthermore, it is crucial to maintain continuous monitoring of the species' distribution, population, and potential diseases as climate change progresses. This ongoing observation will provide valuable data for assessing the species' response and the effectiveness of conservation efforts.

By implementing actions to mitigate climate change and employing effective conservation strategies, we can enhance the species' capacity to adapt to a changing environment.

Acknowledgements

This manuscript was presented at the 5th Non-Wood Forest Product Symposium and issued as the only abstract in the proceeding book. We sincerely thank the Trabzon Regional Directorate of Forestry for providing the data for the development of this study.

References

- Atalay Dutucu, A., 2023. Modeling for present and future (2100) possible distribution of Anadolu Chestnut (*Castanea sativa*) in Anatolia. *Journal of Human Sciences* 20, 446–460.
- Calvin, K., Dasgupta, D., Krinner, G., Mukherji, A., Thorne, P.W., Trisos, C., Romero, J., Aldunce, P., Barrett, K., 2023. *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.
- CFE, 2020. *Non-wood Forest Products Assessment Report of Turkey 2020*.
- Ciordia, M., Feito, I., Pereira-Lorenzo, S., Fernández, A., Majada, J., 2012. Adaptive diversity in *Castanea sativa* Mill. half-sib progenies in response to drought stress. *Environ Exp Bot* 78, 56–63.
- Cobos, M.E., Peterson, A.T., Barve, N., Osorio-Olvera, L., 2019. Kuenm: An R package for detailed development of ecological niche models using Maxent. *PeerJ* 7, e6281.
- Conedera, M.; Tinner, W.; Krebs, P.; de Rigo, D.; Caudullo, G., 2016. *Castanea sativa* in Europe: distribution, habitat, usage and threats; European Atlas of Forest Tree Species. EU, Luxembourg. 78–79.
- Conedera, M., Krebs, P., Gehring, E., Wunder, J., Hülsmann, L., Abegg, M., Maringer, J., 2021. How future-proof is Sweet chestnut (*Castanea sativa*) in a global change context? *For Ecol Manage* 494, 119320.
- Duran, C., 2016. Distribution of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) forests between Bartın and Sinop provinces (North of Turkey). *International Geography Symposium*.
- Elith, J., Kearney, M., Phillips, S., 2010. The art of modelling range-shifting species. *Methods Ecol Evol* 1, 330–342.
- Franklin, J., 2010. *Mapping species distributions*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Franklin, J., Serra-Diaz, J.M., Syphard, A.D., Regan, H.M., 2016. Global change and terrestrial plant community dynamics. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113, 3725–3734.
- Freitas, T.R., Santos, J.A., Silva, A.P., Fraga, H., 2021. Influence of Climate Change on Chestnut Trees: A Review. *Plants* 10, 1463.
- Freitas, T.R., Santos, J.A., Silva, A.P., Martins, J., Fraga, H., 2022. Climate Change Projections for Bioclimatic Distribution of *Castanea sativa* in Portugal. *Agronomy* 12, 1137.
- Gomes-Laranjo, J., Peixoto, F., and Sang, H. W. W. F., 2006. Study of the temperature effect in three chestnut (*Castanea sativa* Mill.) cultivars' behaviour, *J. Plant Physiol.*, 163, 945–955.
- Gomes-Laranjo, J., Almeida, P., Ferreira-Cardoso, J., Peixoto, F., 2009. Ecophysiological characterization of *C. sativa* trees growing under different altitudes. *Acta Hort* 119–126.
- Guisan, A., Zimmermann, N.E., 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecol Modell* 135, 147–186.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2023. *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge University Press.
- Ketenoglu, O., Tug, G., Kurt, L., 2009. An ecological and syntaxonomical overview of *Castanea sativa* and a new association in Turkey. *J Environ Biol* 31, 81–86.
- Menéndez-Miguélez, M., 2015. Modelización del Crecimiento y Producción de las Masas de Monte Bajo de *Castanea sativa* Mill. en el noroeste de España (Tesis de doctorado). Universidad de Oviedo, Oviedo.
- Menéndez-Miguélez, M., Álvarez-Álvarez, P., Majada, J., Canga, E., 2015. Effects of soil nutrients and environmental factors on site productivity in *Castanea sativa* Mill. coppice stands in NW Spain. *New For (Dordr)* 46, 217–233.
- Metreveli, V., Kreft, H., Akobia, I., Janiashvili, Z., Nonashvili, Z., Dzadzamia, L., Javakhishvili, Z., and Gavashelishvili, A., 2023. Potential distribution and suitable habitat for Chestnut (*Castanea sativa*). *Forests* 14, 2076.
- Morin, X., Lechowicz, M.J., 2008. Contemporary perspectives on the niche that can improve models of species range shifts under climate change. *Biol Lett* 4, 573–576.
- OGM, 2023. Trabzon Regional Directorate of Forestry *Castanea sativa* (Kestane) Chestnut sample area information. Not open to the public. Access was provided in cooperation with Trabzon RDF.
- Pearson, R.G., Dawson, T.P., 2003. Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful? *Global Ecology and Biogeography* 12, 361–371.
- Pereira, M.G., Caramelo, L., Gouveia, C., Gomes-Laranjo, J., Magalhães, M., 2011. Assessment of weather-related risk on chestnut productivity. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 11, 2729–2739.
- Pérez-Girón, J.C., Álvarez-Álvarez, P., Díaz-Varela, E.R., Mendes Lopes, D.M., 2020. Influence of climate variations on primary production indicators and on the resilience of forest ecosystems in a future scenario of climate change: Application to sweet chestnut agroforestry systems in the Iberian Peninsula. *Ecol Indic* 113, 106199.
- Phillips, S.J., Anderson, R.P., Schapire, R.E., 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecol Modell* 190 231–259.

- Phillips, S.J., Dudík, M., 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography* 31, 161–175.
- Sarikaya, A., Orucu, O., 2019. Prediction of potential and future distribution areas of Anatolian Chestnut (*Castanea sativa* Mill.) by using maximum entropy (Maxent) modeling depending on climate change in Turkey. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES)*, 9, 699–708.
- Sivrikaya, F., and Özcan, G. E., 2023. Modeling spatial distribution of bark beetle susceptibility using the maximum entropy approach. *Intercontinental Geoinformation Days*, 6, 105-109.
- Thuiller, W., Lavorel, S., Araújo, M.B., Sykes, M.T., Prentice, I.C., 2005. Climate change threats to plant diversity in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 102, 8245–8250.
- Wiens, J.A., Stralberg, D., Jongsomjit, D., Howell, C.A., Snyder, M.A., 2009. Niches, models, and climate change: Assessing the assumptions and uncertainties. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106, 19729–19736.
- Williams, K.D., Copsey, D., Blockley, E.W., Bodas-Salcedo, A., Calvert, D., Comer, R., Davis, P., Graham, T., Hewitt, H.T., Hill, R., et al., 2018. The Met Office Global Coupled Model 3.0 and 3.1 (GC3.0 and GC3.1) Configurations. *J Adv Model Earth Syst* 10, 357–380.



Farklı sıvı organik gübre dozlarının Hercai Menekşe'nin (*Viola tricolor* L.) bazı kalite ve fizyolojik parametreleri üzerine etkilerinin karşılaştırılması

Nuray Çiçek^{1*}

¹ Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 18200, Çankırı

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 03/11/2023

Kabul Tarihi: 31/12/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1385807>

* Sorumlu yazar:

nuraycicek3b@gmail.com

ÖZ

Araştırma Makalesi

Bu çalışmada, sıvı organik gübrelerden solucan, yarasa, deniz yosunu ve mikrobiyal gübrelerin hercai menekşenin kalite ve fizyolojik özelliklerini nasıl etkilediği ve hangisinin çalışılan özelliklerde daha iyi sonuçlar verdiğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, sera koşullarında tesadüf parselleri deneme desenine göre 65 bitkiyle beş tekerrürlü deneme yürütülmüştür. Çalışmada, kontrol ile dört sıvı organik gübrenin %1, %2 ve %4 dozları olmak üzere toplam 13 uygulama test edilmiştir. Test edilen sıvı organik gübrelerin çiçek ağırlığı, tomurcuk sayısı, bitki boyu, klorofil a + b / karotenoid ve nispi nem içeriği dışındaki tüm özellikler üzerine etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Bunun yanında, hercai menekşenin çalışılan özelliklerinin yüksek ortalama değerleri özellikle sıvı solucan ve sıvı yarasa gübrelerinden elde edilmiştir. Bu çalışmada sıvı organik gübreler bireysel çalışılmıştır. Bu bağlamda, ileriki araştırmalarda bu test edilen sıvı organik gübreler arasında ve diğer farklı gübrelerin çeşitli birleşimlerinin hercai menekşe bitkisinde birlikte test edilmesinin daha verimli olacağı öngörülmektedir. Ayrıca sıvı mikrobiyal gübre kullanımı durumunda diğer bitki besin maddelerinin de eklenmesi daha faydalı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Solucan gübresi, yarasa gübresi, deniz yosunu gübresi, mikrobiyal gübre, *Viola tricolor* L.

Comparison of the effects of different liquid organic fertilizer doses on some quality and physiological parameters of Wild Pansy (*Viola tricolor* L.)

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine how liquid vermicompost, liquid bat guano, liquid seaweed and liquid microbial fertilizers affect the quality and physiological characteristics of wild pansy, and which liquid organic fertilizer gives better results in the studied traits. For this purpose, a randomized e plot design experiment was conducted with 65 plants under greenhouse conditions, comprising five replications. In the study, a total of 13 treatments were tested, including control and 1%, 2% and 4% doses of four liquid organic fertilizers. It was revealed that the tested liquid organic fertilizers were effective on all explored traits except flower weight, number of buds, plant height, chlorophyll a + b / carotenoid and relative moisture content. In addition, high average values of the explored traits of wild pansy were obtained especially from liquid vermicompost and liquid bat guano fertilizers. In this study, liquid organic fertilizers were individually studied. In this context, it is envisaged that it would be more efficient to test various combinations of these tested liquid organic fertilizers and other different fertilizers on wild pansy and other plants in future studies. Additionally, if liquid microbial fertilizer is used, it will be more beneficial with the addition of other nutrients.

Key Words: Vermicompost, bat guano, seaweed fertilizer, microbial fertilizer, *Viola tricolor* L.

Bu makaleye atf:

Çiçek, N., 2023. Farklı sıvı organik gübre dozlarının Hercai Menekşe'nin (*Viola tricolor* L.) bazı kalite ve fizyolojik parametreleri üzerine etkilerinin karşılaştırılması. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(2), 178-183.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

1. Giriş

Bitkisel üretimde morfolojik, fizyolojik ve genetik özellikler bakımından kaliteli fide ve fidan üretmek ve ayrıca bitki gelişim bozukluklarını önlemek amaçlarıyla uygulanan önemli bakım prosedürlerinden birisi gübrelemedir (Çiçek ve ark., 2022). Bu bağlamda, son yıllarda yüksek verimli çeşitlerin yoğun kullanımı ve ağır dozda kimyasal gübrelerin eklenmesiyle süs ve bahçe bitkilerinin üretimi artırılmaktadır. Ancak bu durum toprağın fizyo-kimyasal özelliklerinin bozulmasına, toprak ve su kirliliklerinin artmasına ve sonuçta sürdürülebilir üretimin zorlaşmasına yol açmıştır (Sahu et al., 2022). Bu sorunların çözülmesi noktasında, son zamanlarda doğal yollarla işletilen bahçelere yönelik uygulamalara ve tarımın çevresel etkilerinin yönetilmesine artan ilgi, çoğu hayvancılık, balık, gıda ve diğer işleme endüstrilerinin atık veya yan ürünleri olan organik ve doğal gübrelerin geliştirilmesine neden olmuştur (Gaskell and Smith, 2007). Organik maddelerin ve gübrelerin, büyük ölçüde bitki büyümesi ile toprak verimliliğinin ve sürdürülebilirliğinin etkin bir yolu olarak görülmektedirler (Ji et al., 2017; Çakır ve ark., 2020; Çiçek ve ark., 2021; Widnyana et al., 2023).

Gübreleme üzerine yürütülen evvelki çalışmalar öncelikle saman ve ahır gübresi gibi geleneksel katı organik gübre ürünlerine odaklanmış olmasına rağmen, profesyonel süs ve bahçe bitkileri üretim çalışmaları yeni sıvı organik gübrelerin ortaya çıkmasına neden olmuştur (Ji et al., 2017). Geleneksel organik gübre ile karşılaştırıldığında, sıvı organik gübrelerin içerdiği bol organik madde ve çözünebilir besinler toprağın sürdürülebilirliğini ve verimliliğini korumaktadır (Hou et al., 2017; Yusuf et al., 2022). Ayrıca sulama ve gübreleme modellerinin entegrasyonu besin maddelerinin kullanım verimliliğini artırabilir ve besin kaybı riskini azaltabilir (Ceretta et al., 2010; Toonsiri et al., 2016). Ayrıca sıvı organik gübrelerdeki kitin, humik ve fulvik asitler ile diğer biyopolimerler gibi özel bileşikler bitkiler için biyolojik uyarıcı olabilir (Canellas et al., 2015; Du Jardin, 2015).

Hayvanlardan elde edilen sıvı organik atıklar fermente edilerek sıvı organik gübreye dönüştürülebilir, böylece bitki büyümesini artırmak için bir alternatif olabilir (Sitinjak, 2023). Sıvı deniz yosunu gübresinin bitki üretimindeki çok sayıda yararı da büyük ölçüde kabul edilmiş ve son yıllarda yaygın şekilde pazarlanmaktadır (Yusuf et al., 2022). Sıvı solucan gübresi, bitki büyümesi üzerindeki olumlu etkilerinin yanı sıra, bitki hastalıklarının giderilmesi ve toprağın iyileştirilmesinde de destekleyici bir etkiye sahip olduğu bilinmektedir (Soylu ve ark., 2020; Rehman et al., 2023). Vambe et al. (2023) iklim değişikliğinin tarımsal üretim üzerindeki çeşitli etkilerinin azaltılmasında sıvı solucan gübresinin önemli rol oynadığını

vurgulamıştır. Bitki büyümesini teşvik edici bakteriler olarak da isimlendirilen mikroorganizmaların formüle edilmesiyle üretilen biyo-gübreler olarak da adlandırılan mikrobiyal gübreler toprak verimliliğinin ve bitki performansının artırılması ile çevre üzerindeki baskının azaltılması amacıyla sürdürülebilir tarımda kimyasal gübrelere önemli bir alternatif olarak görülmektedirler (Sever Mutlu ve ark., 2019).

Bugüne kadar sıvı solucan gübrelerinin farklı kültür bitkileri üzerine çok sayıda araştırma yürütülmüş olmakla birlikte, son yıllarda farklı süs ve bahçe bitkileri üzerine de çalışmalar yoğunlaşmıştır. Bu kapsamda, *Tagetes patula* L. "Janie Deep Orange" (Bi et al., 2010), *Anthurium andreaeanum* Linden (Chang et al., 2010), *Chrysanthemum morifolium* Ramat. (Ji et al., 2017), *Hibiscus sabdariffa* L. (Ladan et al., 2021), *Dendranthema grandiflora* Tzelev. "Maa White" (Sahu et al., 2022), *Verbena officinalis* L. (Çiçek ve Yücedağ, 2023), *Cattleya labiata* Lindl. (Sitinjak, 2023) ve *Tagetes erecta* (Widnyana et al., 2023) bitkilerinin farklı morfolojik ve fizyolojik özelliklerine farklı organik gübrelerin etkileri çalışılmıştır. Ancak, hercai menekşenin kalite ve fizyolojik özellikleri üzerine farklı sıvı organik gübrelerin etkilerinin kıyaslandığı bir çalışma mevcut değildir. Bu çerçevede, bu çalışmada hercai menekşenin kalite ve fizyolojik özelliklerine sıvı solucan gübresi, sıvı yarasa gübresi, sıvı deniz yosunu gübresi ve sıvı mikrobiyal gübrenin etkileri incelenmiştir. Böylece bu çalışmayla, hangi sıvı organik gübrelerin hangi dozu önemli bir süs bitkisi olan hercai menekşe için daha etkili olduğunun ortaya konulması hedeflenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma Çankırı Karatekin Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Serası'nda (40°37'32" K, 33°36'30" D; 884 m) 5 tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre 45 günde tamamlanmıştır. Denemede kullanılan hercai menekşe fideleri özel bir firmadan çiçek açmamış olarak sağlanmıştır.

Yetiştirme ortamı olarak 1 L saksılarda 3 birim torf + 1 birim perlit karışımı kullanılmıştır. Yetiştirme ortamında kullanılan torfun pH ve elektriksel iletkenlik (EC) Gabriels ve Verdonck (1992)'a göre, organik madde Walkley ve Black (1934)'e göre yapılmıştır (Çizelge 1).

Hazır sıvı solucan gübresi (SSG), sıvı yarasa gübresi (SYG), sıvı deniz yosunu gübresi (DYG) ve sıvı mikrobiyal gübre (SMG) sırasıyla, Bersol Bereket, Turkuaz, Deepozym ve Belplas firmalarından temin edilmiştir (Çizelge 2). Bu çalışma, birisi kontrol (3 birim torf + 1 birim perlit karışımı) olmak üzere 4 sıvı organik gübrenin 3 farklı oranda (%1, %2 ve %4) karışımıyla oluşturulan toplam 13 uygulama sahiptir.

Çizelge 1. Yetiştirme ortamında kullanılan torfun bazı kimyasal özellikleri

Özellikler	Değer	Özellikler	Değer
pH (saturasyon ekstraktı)	6,00	Suda çözünebilir P (mg kg ⁻¹)	5,49
EC (dS m ⁻¹)	0,51	Suda çözünebilir K (mg kg ⁻¹)	51
Organik madde (g kg ⁻¹)	950	Suda çözünebilir Ca (mg kg ⁻¹)	178
Suda çözünebilir NH ₄ -N (mg kg ⁻¹)	0,73	Suda çözünebilir Mg (mg kg ⁻¹)	56
Suda çözünebilir NO ₃ -N (mg kg ⁻¹)	5,75	Suda çözünebilir Fe (mg kg ⁻¹)	0,07

Çizelge 2. Çalışmada kullanılan sıvı organik gübrelerin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Özellikler	SSG	SYG	DYG	SMG*
pH	5,80	5,00-7,00	7,70-9,70	3,50-4,20
EC (dS/m)	2,67	Mak. 17	7,60	-
Organik madde (g kg ⁻¹)	128	250	70	-
Toplam humik+fulvik asit (g kg ⁻¹) (%)	72	30	-	-
Toplam N (g kg ⁻¹)	17	20	-	-
Organik N (g kg ⁻¹)	11	-	-	-
Organik C (g kg ⁻¹)	-	70	-	-
Toplam P ₂ O ₅ (g kg ⁻¹)	2	10	-	-
Suda çözünebilir K (g kg ⁻¹)	12	50	-	-
Suda çözünebilir K ₂ O (g kg ⁻¹)	-	-	30	-
Alginik asit (%)	-	-	0,30	-
Toplam canlı organizma sayısı (kob gr ⁻¹)	-	-	-	1x10 ⁷

* Sıvı mikrobiyal organik gübre, *Lactobacillus Strains: Lactobacillus lactis, Lactobacillus diacetylactis, Lactobacillus cremoris, Lactobacillus acidophilus, Bacillus subtilis, Lactiplantibacillus plantarum, Rhodopseudomonas palustris* ve *Kluyveromyces marxianus* mikroorganizmalarını içermektedir.

Bitkilerin taç genişliği (cm), çiçek sayısı (adet) ve ağırlığı (g), tomurcuk sayısı (adet) ve ağırlığı (g) özellikleri Kütük ve ark. (1998) ve Çiçek (2010)'a göre toplam 65 fidanda belirlenmiştir. Taç genişliği, bitki tacının iz düşüm çapının kuzey-güney ve doğu-batı yönlerinde ölçülüp ortalamasının bulunmasıyla elde edilmiştir. Ayrıca, her fidanın bitki boyu (cm) cetvel yardımıyla saptanmıştır.

Fotosentetik pigmentlerin belirlemek için hasat öncesi alınan taze yaprak örnekleri aseton kullanılarak homojenize edilmiştir ve daha sonra fotosentetik pigmentlerin absorbanları 663, 645 ve 470 nm dalga boyunda spektrofotometrede ölçülmüştür. Klorofil a ve b ile karotenoid içerikleri Lichtenthaler (1987)'e göre hesaplanmıştır.

Nispi nem içeriğini belirlemek için taze yaprak örnekleri tartılarak yaş ağırlıkları (YA) belirlenmiş ve örnekler 4 saat saf suda bekletilerek turgor haline getirilip tekrar tartılmıştır (TA), son olarak da yaprak örnekleri 60 °C'de hava sirkülasyonlu kurutma dolabında 24 saat kurutulup kuru ağırlığı (KA) belirlenmiş ve aşağıdaki eşitlik 1 yardımıyla yaprakların nispi nem içeriği hesaplanmıştır (Dhanda and Sethi, 1998):

$$NNİ (\%) = \left[\frac{(YA - KA)}{(TA - KA)} \right] \times 100 \quad (1)$$

Verilerin normal dağılımını kontrol etmek için Kolmogorov-Smirnov testi, grup varyanslarının homojenliğini kontrol etmek için Levene testi kullanılmıştır. Uygulama ortalamalarının farklı olup olmadığını belirlemek için tek yönlü varyans analizi, farklı çıkması halinde benzer işlemlerin belirlemek için çoklu karşılaştırma testlerinden Duncan testi uygulanmıştır ($p < 0,05$). Uygulamalar arasındaki kalite ve fizyolojik farklılıklar, aritmetik ortalama dendrogramlarına bağlı ağırlıklandırılmamış eş grup yöntemi kullanılarak görselleştirilmiş ve kareli Öklid mesafelerine dayalı olarak hiyerarşik küme analizi yapılmıştır. Tüm analizler SPSS istatistik paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Sıvı organik gübre uygulamaları hercai menekşenin taç genişliği, çiçek sayısı ve tomurcuk ağırlığı özellikleri üzerine

etkili bulunurken ($p < 0,05$), çiçek ağırlığı, tomurcuk sayısı ve bitki boyu üzerine etkili bulunmamıştır (Çizelge 3). Bu çalışmanın bulgusuna benzer şekilde, sıvı organik gübre *Hibiscus sabdariffa* (Ladan et al., 2021) ve *Cattleya labiata* (Sitinjak, 2023) bitkilerinin boyuları üzerine etkili bulunmamıştır. Buna karşılık, *Tagetes erecta* bitkisinde sıvı organik gübrenin bitki boyuna etkili olduğu bulunmuştur (Yusuf et al., 2022).

Hercai menekşesinin tomurcuk sayısı ve ağırlığı dışındaki diğer tüm kalite özellikleri ile bitki boyu bakımından en yüksek ortalama değerler SSG (sıvı solucan gübresi) ve SYG (sıvı yarasa gübresi) uygulamalarında, en düşük ortalama değerler ise kontrol (3 birim torf + 1 birim perlit karışımı) uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 3). Tomurcuk ağırlığının en yüksek değeri sıvı mikrobiyal gübre %4 dozunda bulunmuştur. Benzer şekilde, *Dendranthema grandiflora* bitkisinde en yüksek bitki boyu, çiçek sayısı ve tomurcuk sayısı özellikleri sıvı solucan gübresi ile sıvı mikrobiyal gübre kombinasyonu işleminde bulunmuştur (Sahu et al., 2022).

Hercai menekşenin taç genişliği, çiçek sayısı ve ağırlığı, tomurcuk sayısı ve ağırlığı ile bitki boyu ortalamaları sırasıyla 10,7 cm, 1,7, 1,3 g, 1,4, 0,4 g ve 11,5 cm olarak bulunmuştur (Çizelge 3). Süs bitkilerinde kalite özelliklerinin yüksek olması tercih edilmekte ve ayrıca bu özelliklerin yüksek ortalamaları söz konusu bitkinin yetiştirme ortamında herhangi bir toksiteye veya besin maddesi noksanlığına maruz kalmadan gayet iyi geliştiğinin bir indikatörüdür (Çiçek ve Yücedağ, 2021). Widnyana et al. (2023) tarafından yapılan bir çalışmaya göre, *Tagetes erecta* bitkisinin çiçek sayısını kontrol işlemine kıyasla %246 artıran en iyi işlemin sıvı organik gübrelerin karışımından elde edilmiştir. Diğer yandan, önceki çalışmalarda sıvı solucan gübresinin *Rosa sp.* bitkisinin tomurcuk ve çiçek sayılarına (Koca, 2014), *Tagetes erecta* çiçeğinin taç genişliğine (Sardoei et al., 2014) ve *Verbena officinalis* bitkisinin taç genişliği, çiçek sayısı ve ağırlığı ile tomurcuk sayısına (Çiçek ve Yücedağ, 2023) etkili olduğu tespit edilmiştir. Sumangala et al. (2019) haftada bir kez %20 oranında uygulanacak sıvı deniz yosunu gübresinin *Rosa sp.* bitkisinin çiçek sayısını artırma potansiyeline sahip olduğunu belirtmişlerdir. Buna karşılık, sıvı solucan gübresinin *Narcissus* bitkisinin çiçek sayısı üzerine etkili olmadığı ifade edilmiştir (Bademkiran ve ark., 2018).

Hercail menekşenin klorofil a ve b, klorofil a/b, klorofil a+b ile karotenoid ortalamaları 0.001 düzeyinde işlemler arasında farklı bulunmuştur (Çizelge 4). Benzer şekilde Çiçek ve Yücedağ (2023) tarafından da *Verbena officinalis* bitkisinin klorofil a ve b, klorofil a+b ile karotenoid özellikleri üzerine sıvı solucan gübresinin etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Hercail menekşenin klorofil a ve b, klorofil a+b, karotenoid ve klorofil a+b/karotenoid özellikleri bakımından en yüksek ortalama değerler SYG'nin (sıvı yaras gübresinin) %4 dozlu

işleminde, klorofil b ve klorofil a/b özellikleri dışında tüm özelliklerin en düşük ortalama değerleri ise kontrol (3 birim torf + 1 birim perlit karışımı) işleminde tespit edilmiştir (Çizelge 4). Adamipour et al. (2019) tarafından solucan gübresinin *Calendula officinalis* L. bitkisinin fizyolojik parametreleri üzerine etkileri olduğu ortaya konmuştur. De Clercq et al. (2023) sıvı deniz yosunu gübresinin salkımlı *Hydrangea paniculata* Siebold bitkisinin klorofili üzerine sınırlı bir etkiye sahip olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 3. Uygulamaların hercai menekşenin kalite parametreleri ile bitki boyuna etkileri

Uygulamalar	Taç Genişliği (cm)	Çiçek Sayısı (adet)	Çiçek Ağırlığı (g)	Tomurcuk Sayısı (adet)	Tomurcuk Ağırlığı (g)	Bitki Boyu (cm)
Kontrol	8,5±0,5c	1,0±0,3c	0,8±0,3	0,8±0,2	0,3±0,1n	9,5±0,5
%1 SSG	11,9±1,0a	1,4±0,3bc	1,1±0,1	1,4±0,3	0,3±0,1mn	10,8±1,1
%2 SSG	11,7±0,7a	2,4±0,4ab	1,7±0,3	1,2±0,2	0,3±0,1lm	13,0±0,5
%4 SSG	11,6±0,5a	2,0±0,1abc	1,6±0,1	1,2±0,2	0,3±0,1jl	12,8±0,7
%1 SYG	11,7±0,5a	1,6±0,3abc	1,2±0,3	1,4±0,3	0,4±0,1hj	11,4±0,8
%2 SYG	11,1±0,4ab	2,6±0,7a	1,9±0,4	1,6±0,4	0,4±0,1gh	13,0±0,9
%4 SYG	11,9±0,3a	1,8±0,5abc	1,5±0,3	1,4±0,3	0,4±0,1fg	12,3±0,7
%1 DYG	9,5±0,6bc	2,0±0,3abc	1,6±0,2	1,2±0,2	0,4±0,1ef	11,5±0,5
%2 DYG	10,1±0,5abc	2,0±0,1abc	1,8±0,1	1,8±0,2	0,5±0,1de	12,8±0,5
%4 DYG	10,1±0,7abc	1,4±0,3bc	1,2±0,3	1,0±0,1	0,5±0,1cd	11,3±1,1
%1 SMG	10,5±0,4ab	1,2±0,2c	1,0±0,2	1,6±0,4	0,5±0,1bc	10,0±0,8
%2 SMG	9,4±0,6bc	1,4±0,3bc	1,1±0,2	1,4±0,3	0,5±0,1ab	10,9±1,4
%4 SMG	10,4±0,7ab	1,4±0,3bc	1,1±0,2	1,6±0,3	0,6±0,1a	10,4±1,2
Ortalama	10,7±0,2	1,7±0,1	1,3±0,1	1,4±0,1	0,4±0,1	11,5±0,3
Min-Mak	7,5-15,0	0,0-5,0	0,0-3,2	0,0-3,0	0,2-0,6	7,5-16,0
F	3,5	2,1	1,9	1,2	95,5	1,8
P	0,001	0,035	0,056	0,322	0,000	0,067

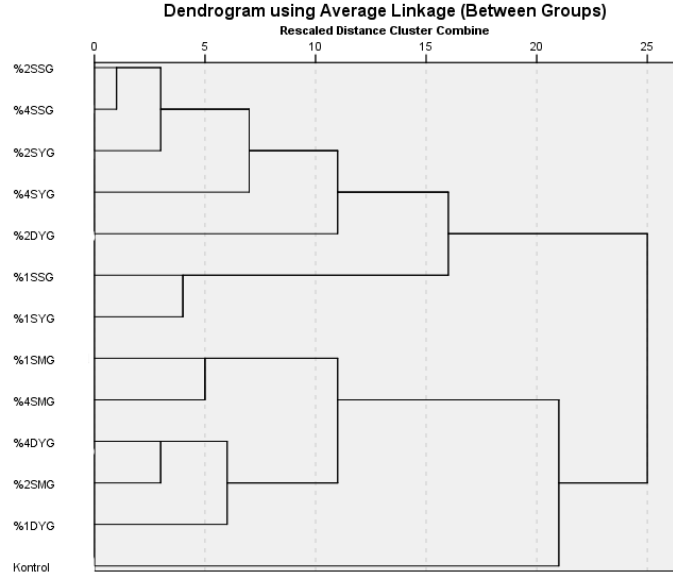
* Sütunlardaki farklı harfler işlem ortalamalarının ilgili özellik bakımından önemli düzeyde farklı olduğunu göstermektedir (p<0,05).

Çizelge 4. Uygulamaların hercai menekşenin fizyolojik parametrelerine etkileri

Uygulamalar	Klorofil a (mg g ⁻¹ YA)	Klorofil b (mg g ⁻¹ YA)	Klorofil a/b	Klorofil a+b (mg g ⁻¹ YA)	Karotenoid (mg g ⁻¹ YA)	Klorofil a+b/Karotenoid	Nisbi Nem İçeriği (%)
Kontrol	0,26±0,02d	0,08±0,01d	3,23±0,04bcde	0,34±0,03d	0,12±0,01d	2,74±0,26	78,52±1,04
%1 SSG	0,28±0,05cd	0,10±0,01cd	2,97±0,03de	0,38±0,03cd	0,15±0,01cd	2,56±0,04	81,27±0,56
%2 SSG	0,35±0,03bc	0,12±0,01bc	3,01±0,07cde	0,47±0,02bc	0,17±0,01bc	2,76±0,11	81,30±0,75
%4 SSG	0,29±0,08cd	0,09±0,01cd	3,11±0,08bcde	0,38±0,05cd	0,15±0,01cd	2,51±0,12	80,80±0,47
%1 SYG	0,27±0,09cd	0,09±0,02cd	3,20±0,14bcde	0,35±0,06cd	0,14±0,01cd	2,44±0,22	80,41±0,41
%2 SYG	0,42±0,03b	0,15±0,01ab	2,87±0,04e	0,57±0,02b	0,20±0,01b	2,93±0,08	80,87±1,38
%4 SYG	0,51±0,08a	0,18±0,02a	2,93±0,10de	0,69±0,05a	0,23±0,02a	2,99±0,07	80,29±0,45
%1 DYG	0,42±0,04b	0,15±0,01b	2,95±0,08de	0,57±0,03b	0,20±0,01ab	2,81±0,07	79,87±0,74
%2 DYG	0,33±0,12cd	0,11±0,02cd	3,28±0,24bcd	0,44±0,07cd	0,16±0,02cd	2,71±0,07	80,51±0,87
%4 DYG	0,31±0,03cd	0,08±0,01d	3,80±0,19a	0,39±0,02cd	0,16±0,01cd	2,45±0,09	80,01±0,62
%1 SMG	0,29±0,03cd	0,09±0,01cd	3,39±0,15bc	0,37±0,02cd	0,14±0,01cd	2,71±0,17	80,07±0,69
%2 SMG	0,31±0,04cd	0,09±0,01cd	3,50±0,12ab	0,40±0,02cd	0,15±0,01cd	2,68±0,09	80,04±0,43
%4 SMG	0,27±0,04cd	0,09±0,01cd	3,17±0,11bcde	0,36±0,02cd	0,14±0,01cd	2,52±0,12	79,05±0,76
Ortalama	0,33±0,09	0,11±0,01	3,19±0,04	0,44±0,01	0,16±0,01	2,68±0,04	80,23±0,21
Min-Mak	0,17-0,61	0,04-0,22	2,69-4,30	0,21-0,83	0,08-0,27	1,69-3,72	74,57-86,24
F	7,85	8,72	4,74	8,18	7,07	1,80	1,12
P	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,074	0,363

* Sütunlardaki farklı harfler işlem ortalamalarının ilgili özellik bakımından önemli düzeyde farklı olduğunu göstermektedir (p<0,05).

Uygulamalar arasındaki benzerlikleri ortaya koymak için ölçülen tüm özelliklere dayalı bir hiyerarşik küme analizi gerçekleştirilmiştir. Bu analiz, işlemleri 15,0 mesafe biriminde iki ana gruba ayırmış olup, bu ana gruplardan biri sıvı solucan ve sıvı yarasa gübrelere ait işlemleri içermiştir (Şekil 1). Bu bulgu, Duncan testinden elde edilen bulguları (Çizelge 3 ve 4) doğrular niteliktedir.



Şekil 1. Tüm özelliklerin ortalamalarına dayalı hiyerarşik küme analizi dendrogramı

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, test edilen sıvı organik gübrelere çiçek ağırlığı, tomurcuk sayısı, bitki boyu, klorofil a+b/karotenoid ve nispi nem içeriği dışındaki tüm özellikler üzerine etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Bunun yanında, özellikle sıvı solucan ve sıvı yarasa gübrelere hercai menekşede çalışılan özelliklerde daha yüksek ortalamalar sağlamıştır. Ancak, çalışma konusuyla ilgili güncel literatüre bakıldığında farklı sıvı organik gübrelere birleşimlerinin uygulandığı denemelerde daha iyi sonuçların alındığı görülmüştür. Bu bağlamda, ileriki araştırmalarda bu test edilen sıvı organik gübreler arasında ve diğer farklı gübrelere çeşitli birleşimlerinin hercai menekşe bitkisinde birlikte test edilmesinin daha verimli olacağı öngörülmektedir. Ayrıca sıvı mikrobiyal gübre kullanımı durumunda diğer bitki besin maddelerinin de eklenmesi daha faydalı olacaktır.

Kaynaklar

- Adamipour, N., Khosh-Khui, M., Salehi, H., Rho, H. 2019. Effect of vermicompost on morphological and physiological performances of pot marigold (*Calendula officinalis* L.) under salinity conditions. *Advances in Horticultural Science*, 33(3), 345–358.
- Bademkiran, F., Çiğ, A., Türkoğlu, N. 2018. Nergis (*Narcissus* cv. 'Royal Connection') bitkisinin gelişimi üzerine katı ve sıvı solucan gübresi dozlarının etkileri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5 (4), 676-684.
- Bi, G., Evans, W.B., Spiers, J.M., Witcher, A.L. 2010. Effects of organic and inorganic fertilizers on marigold growth and flowering. *Hortscience*, 45(9), 1373–1377.

- Canellas, L.P., Olivares, F.L., Aguiar, N.O., Jones, D.L., Nebbioso, A., Mazzei, P., Piccolo, A. 2015. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196, 15–27.
- Ceretta, C.A., Girotto, E., Lourenzi, C.R., Trentin, G., Vieira, R.C.B., Brunetto, G. 2010. Nutrient transfer by runoff under no tillage in a soil treated with successive applications of pig slurry. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 139, 689–699.
- Chang, K.H., Wu, R.Y., Chuang, K.C., Hsieh, T.F., Chung, R.S. 2010. Effects of chemical and organic fertilizers on the growth, flower quality and nutrient uptake of *Anthurium andreanum*, cultivated for cut flower production. *Scientia Horticulturae*, 125, 434-441.
- Çakır, M., Çakır, F., Yalçıntekin, H.İ. 2020. Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanında humus formlarının belirlenmesi ve değerlendirilmesi. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 6(2), 82- 90.
- Çiçek, N. 2010. Sakarya-Akgöl organik toprağının bitki yetiştirme ortamında kullanımı. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çiçek, N., Bilgili, B. C., Yücedağ, C., Kahya, M. 2021. Hercai menekşenin gelişim ve kalite parametreleri üzerine fındık zürufunun olgunlaşma zamanı ile besin çözültüsünün etkileri. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 119-125.
- Çiçek, N., Cengil, B., Yücedağ, C. 2022. The importance of plant nutrients and the role of fertilization in forest nurseries. *Theoretical and Applied Forestry*, 2(1), 26–32.
- Çiçek, N., Yücedağ, C. 2021. Ateş çiçeğinde (*Salvia splendens*) yetiştirme ortamı olarak fındık zürufunun kullanımı. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 22(2), 202-208.
- Çiçek, N., Yücedağ, C. 2023. Vermicompost alleviates the growth, quality, photosynthetic and biochemical traits of *Verbena officinalis* under salt stress. *Biologia*, 78, 3031–3038.
- De Clercq, P., Pauwels, E., Top, S., Steppe, K., Van Labeke, M.C. 2023. Effect of seaweed-based biostimulants on growth and development of *Hydrangea paniculata* under continuous or periodic drought stress. *Horticulturae*, 9, 509.
- Dhanda, S.S., Sethi, G.S. 1998. Inheritance of excised-leaf water loss and relative water content in bread wheat (*Triticum aestivum*). *Euphytica*, 104, 39-47.
- Du Jardin, P. 2015. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Sci. Hortic.*, 196, 3–14.
- Gabriels, R., Verdonck, O. 1992. Reference methods for analysis of compost. *Composting and Compost Quality Assurance Criteria*, 173-183.
- Gaskell, M., Smith, R. 2007. Nitrogen sources for organic vegetable crops. *HortTechnology*, 17, 431-441.
- Hou, J.Q., Li, M.X., Mao, X.H., Hao, Y., Ding, J., Liu, D.M., Xi, B.D., Liu, H.L. 2017. Response of microbial community of organic-matter-impoverished arable soil to long-term application of soil conditioner derived from dynamic rapid fermentation of food waste. *PLoS ONE*, 12, e0175715.
- Ji, R., Gangqiang, D., Weiming, S., Ju, M. 2017. Effects of liquid organic fertilizers on plant growth and rhizosphere soil characteristics of chrysanthemum. *Sustainability*, 9(841), 1-16.

- Koca, A. 2014. Türkiye'nin peyzaj gülleri (*Rosa L. spp.*) üzerine araştırmalar. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Kütük, C., Topçuoğlu, B., Çaycı, G. 1998. The effect of different growing media on growth of croton (*Codiaeum variegatum* "Petra") plant. M. Şefik Yeşilsoy International Symposium on Arid Region Soil. Int. Agrohydrology Research and Training Center, Menemen-İzmir, Türkiye.
- Ladan, K.M., Abubakar M.G., Suleiman, J. 2021. Effect of solid and liquid organic fertilizer on growth, yield and yield components of rosselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) in the Nigerian Savannah. Fudma Journal of Sciences, 5(2), 553-564.
- Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. Meth Enzymol 148:350-382.
- Rehman, S.U., De Castro, F., Aprile, A., Benedetti, M., Fanizzi, F.P. 2023. Vermicompost: enhancing plant growth and combating abiotic and biotic stress. Agronomy, 13, 1134.
- Sahu, P., Tirkey, T., Sahu, J.K. 2022. Evaluation of combined effect of organic manure and biofertilizers on growth and floral attribute of chrysanthemum (*Dendranthema grandiflora* Tzelev) cv. Maa white in Pot culture. The Pharma Innovation Journal 11(10), 711-717.
- Sardoei, A. S., Roien, A., Sadeghi, T., Shahadadi, F., Mokhtari, T. S. 2014. Effect of vermicompost on the growth and flowering of African marigold (*Tagetes erecta*). American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, 14, 631-635.
- Sever Mutlu, S., Sever, E., Sönmez, S. 2019. Mikrobiyal gübre uygulamalarının *Lolium perenne* L. türünün çim performansı üzerine etkileri. Mediterranean Agricultural Sciences, 32, 147-155.
- Sitinjak, R.R. 2023. Potential of liquid organic fertilizer from horse and cow urine on shoot growth of *Cattleya labiate* Lindl. Ornamental Horticulture, 29(2), 126-134.
- Soylu, E.M., Soylu, S., Kara, M., Kurt, Ş. 2020. Sebzelelerde sorun olan önemli bitki fungal hastalık etmenlerine karşı vermicomposttan izole edilen mikroorganizmaların in vitro antagonistik etkilerinin belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi, 23, 7-18.
- Sumangala, K., Srikrishnah, S., Sutharsan, S. 2019. Roses growth and flowering responding to concentration and frequency of seaweed (*Sargassum crassifolium* L.) liquid extract application. Current Agriculture Research Journal, 7(2), 236-244.
- Toonsiri, P., Del Grosso, S.J., Sukor, A., Davis, J.G. 2016. Greenhouse gas emissions from solid and liquid organic fertilizers applied to lettuce. Journal of Environmental Quality, 45, 1812-1821.
- Vambe, M., Cooposamy, R.M., Arthur, G., Naidoo, K. 2023. Potential role of vermicompost and its extracts in alleviating climatic impacts on crop production. Journal of Agriculture and Food Research, 12, 100585.
- Walkley, A., & Black, I.A. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science, 37, 29-38.
- Widnyana, I.K., Eka Pasmidi Ariati, P., Sumantra, I.K., Wahyu Wijaya, I.M., Suanda, I.W., Hendroko Setyobudi, R., Gamawati Adinurani, P., Ekawati, I., Dwi Purbajanti, E., Anwar, S., Bouchama, K. 2023. The effect of liquid organic fertilizer from plant waste, livestock waste, and fish waste on growth of marigold. E3S Web of Conferences, 432, 00014.
- Yusuf, R., Syakur, A., Kalaba, Y., Rostiati, R., Ramadani, S. 2022. The flowering of chrysanthemum (*Chrysanthemum sp*) growing under various concentrations of liquid organic fertilizer. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 1075, 012001.



Jips ve kükürt uygulaması yapılan tuzlu-sodik İç Anadolu sahalarında iğde (*Elaeagnus angustifolia* L.), ılgın (*Tamarix smyrnensis* Bunge) ve akkavak (*Populus alba* L.) fidanlarının tutma ve büyüme başarısı

Abdullah Hüseyin Dönmez¹ ve Oktay Yıldız^{1*}

¹ Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Toprak ve Ekoloji, Düzce, Türkiye

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 14/11/2023

Kabul Tarihi: 31/12/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1390684>

* Sorumlu yazar:

oktayyildiz@duzce.edu.tr

ÖZ

Araştırma Makalesi

İç Anadolu'daki önemli bir kısım vadi tabanı tuzlu-sodik toprak özelliği göstermektedir. Bu çalışmada jips ve kükürt uygulaması ile tuzlu-sodik topraklardan fazla sodyumun yıkanarak toprağın iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Toprağa kimyasal işlemler uygulandıktan sonra ılgın (*Tamarix smyrnensis* Bunge), iğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) ve akkavak (*Populus alba* L.) fidanları dikilerek yaşama oranları ve büyüme performansları takip edilmiştir. Üç yaşındaki fidanlar 2013 sonbaharında dikilmiş ve 2017 Eylül sonunda ılgın ve akkavağın yaşama oranlarında

işlemler arası önemli bir fark bulunmazken iğde fidanlarında kontrol sahalarda diğer işlemlere göre %51 oranında daha fazla kayıp verdiği görülmüştür. İşlem farkı gözetmeksizin tür bazında bakıldığında ise dördüncü yılın sonunda %78'lik oranla en fazla yaşama oranı ılgında görülürken en düşük yaşama oranı ise %13 ile akkavakta görülmektedir. İğde jips ve kükürt uygulanan sahalarda kontrol sahalarda göre %18 daha fazla boy artımı yaparken ılgın ve akkavak fidanlarında işlemler arası değişkenlikten çok fazla olmasından dolayı işlemler arası fark belirlenememiştir. İğde fidanlarının çap ortalaması da jips ve kükürt uygulanan sahalarda ortalama 10 mm, ılgın fidanlarında 7,5 mm, akkavak fidanlarında ise 4,5 mm olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sodik saha, İğde, Ilgın, Akkavak, toprak iyileştirilmesi

Survival and growth success of Russian olive (*Elaeagnus angustifolia* L.), salt cedar (*Tamarix smyrnensis* Bunge) and white poplar (*Populus alba* L.) in gypsum and sulfur applied salt-sodic sites in Central Anatolia

ABSTRACT

A significant number of valley floors in Central Anatolia show saline-sodic soil characteristics. In this study, it was aimed to improve the soil by washing excess sodium from saline-sodic soils with gypsum and sulfur application. After chemical treatments were applied to the soil, tamarisk (*Tamarix smyrnensis* Bunge), spindle (*Elaeagnus angustifolia* L.) and poplar (*Populus alba* L.) seedlings were planted, and their survival rates and growth performances were monitored. Three-year-old saplings were planted in the fall of 2013 and at the end of September 2017, there was no significant difference between the treatments in the survival rates of tamarisk and white poplar, whereas it was observed that 51% more loss was observed in the spindle saplings in the control areas compared to the other treatments. Regardless of the treatment difference, at the end of the fourth year, the highest survival rate was seen in tamarisk with 78% and the lowest survival rate was seen in white poplar with 13%. While 18% more height increase was observed in the gypsum and sulphur treated areas compared to the control areas, the difference between the treatments could not be determined due to the high variability between treatments in tamarisk and white pine saplings. The average diameter of needle seedlings was 10 mm in gypsum and sulphur treated areas, 7.5 mm in tamarisk seedlings and 4.5 mm in white poplar seedlings.

Key Words: Sodic area, Russian olive, Salt cedar, Abele, soil amendments

Bu makaleye atf:

Dönmez, A.H., Yıldız, O., 2023. Jips ve kükürt uygulaması yapılan tuzlu-sodik İç Anadolu sahalarında iğde (*Elaeagnus angustifolia* L.), ılgın (*Tamarix smyrnensis* Bunge) ve akkavak (*Populus alba* L.) fidanlarının tutma ve büyüme başarısı. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(2), 184-194.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

1. Giriş

Türkiye ve Kuzey Akdeniz Havzası (Annex IV) kuraklık ve çölleşmeden en fazla etkilenen alanlar arasında yer almaktadır (T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 2009). Ülkemizde 1999 yılında Çölleşmeyle Mücadele Eylem Planı ile beş yıllık kalkınma planlarında da toprak koruma ve rehabilitasyon amaçlı ağaçlandırmanın önemi vurgulanmıştır (T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 2005; T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, 2006; T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 2007; T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 2008). İklim değişikliği açısından en kırılgan ekosistemlere sahip olan İç Anadolu Bölgesi'nde arazi bozulmaları ve çölleşmenin yıkıcı etkisi giderek artmaktadır.

İç Anadolu'nun geniş düzlüklerinde etkin olan şiddetli rüzgârlar da buharlaşmayı ve dolayısıyla nem açığını daha da arttırmaktadır. Yağışın ve biyolojik aktivitenin azlığına ilaveten sahaların sürekli erozyon etkisinde kalmasından dolayı toprak sürekli olarak erken gelişme safhasında tutulmaktadır. Türkiye'deki en büyük havzalardan biri olan Konya Kapalı Havzası, 4,5 milyon ha'lık yüz ölçümüne sahipken, bu sahaların %12 si tuzluluk ve sodyum sorunu ve yaklaşık %14'ünde de drenaj sorunu bulunmaktadır. Geçirimsiz alt tabakaya sahip ve sodik özellik gösteren bu sahalar Aksaray-Adana yolu üzerinde, Ereğli-Karapınar arasında ve Karapınar-Emirgazi arasındaki Kayalı bölgesinde geniş düzlükler halinde rastlanılmaktadır (Yıldız ve ark., 2017). İklim verileri incelendiğinde bölgede uzun süren yaz kuraklıklarının görüldüğü tespit edilmiştir. Ayrıca uzun yıllar aşırı otlama ve tarım faaliyetleri sonucunda diri örtünün tahrip edilmesi ile açığa çıkan mineral toprak rüzgârın da etkisiyle kolay bir şekilde harekete geçmekte ve uzak mesafelere taşınım göstermektedir (Balci, 1978; Birkman, 1976; Yıldız ve ark., 2018). Dolayısıyla İç Anadolu Bölgesi'nin yaklaşık yarısı erozyon etkisi altındadır. Diğer taraftan 1950'li yıllarda Marshall yardımı traktör sayısının birden artması marjinal sahaların hızla tarıma açılmasına neden olmuştur (Avcıoğlu, 1979). Traktör ve biçerdöver gibi makinelerin gelmesiyle 1930'larda 6,5 milyon hektar olan ekilebilen arazi miktarı 1950'de 14 milyon, 1956 da ise 22 milyon hektarı aşmıştır. Ekili alan miktarının artması beraberinde mera alanlarının azalmasını da getirmiştir. Aynı dönemde mera arazileri 46 milyon hektardan 1958'de 38 milyon ve 1960'ta 29 milyon hektara düşmüştür (Avcıoğlu, 1979). Cılız otsu bitki türleri ile kaplı marjinal alanların pullukla sürülmesi bir yandan koruyucu yer örtüsünü tahrip ederken, toprak taneciklerini bağlayan organik maddenin de zamanla ayrışarak yok olmasına neden olmuştur. Böylece geniş düzlükler şiddetli rüzgâr erozyonuna açık hale getirilmiştir.

1.1 Tuzlu, sodik ve tuzlu-sodik topraklar, ıslahı ve ağaçlandırılması

Kurak ve Yarı-kurak sahaların topraklarda eriyebilen tuzların çoğu farklı oranlardaki ki sodyum (Na^+), kalsiyum (Ca^{++}), magnezyum (Mg^{++}) kanyonları ile klorit (ClO_2^-) ve sülfat (SO_4^{--}) anyonlarından oluşmaktadır. Bunların yanı sıra bu toprakların az miktarlarda da olsa potasyum (K^+) kasyonu ile bikarbonat (HCO_3^-), karbonat (CO_3^{--}) ve nitrat (NO_3^-) anyonları da içermektedir. Tuzlanma; toprakta eriyebilir Na, Mg ve Ca tuzlarının sahanın verimini olumsuz yönde etkileyecek kadar toprakta birikmesi anlamına gelmektedir. Sodik topraklar ise

özellikle toprağın üst horizonlarında yüksek oranlarda değişebilir Na oranına (ESP) sahiptirler. Bu durum toprakların alkali tepkime göstermesine, kolloidlerin dağılmasına ve düşük permabiliteye sahip olmasına neden olmaktadır (Dregne, 1976; Richards, 1954; Rickson, 1994). Toprak yapısında hem aşırı eriyebilen tuzların hem de değişebilir sodyum oranının yüksek olması tuzlu-sodik olarak adlandırılır. Fazla tuz ve değişebilir sodyum içeren toprakların en yaygın olanı ise tuzlu-alkali topraklardır. Sodik toprakların ıslahı ise iki aşamadan oluşur. Birinci aşamada topraktaki sodyumun kalsiyumla yer değiştirilmesi gerekmektedir. İkinci aşama ise sodyum tuzunun yıkanmasını içermektedir (Dregne, 1976; Richards, 1954). Topraktaki sodyumun kalsiyumla değiştirilmesinde kullanılan materyaller içerisinde jips en başta gelen kimyasallardandır. Sodik topraklarda jips uygulaması toprağın su iletkenliğini arttırmaktadır (Pal ve ark., 2006).

Ayrıca jips taşınması ve kullanımı kolay, orta derecede çözünürlüğe sahip, bitkiler için zehirli herhangi bir içeriğe sahip olmayıp genelde ucuz ve kurak sahalardaki sedimentlerden yöresel olarak çıkartılan bir malzemedir. Jips toprağın kimyasal ve fiziksel özelliklerinde iyileştirmeler yaparak yüzeysel akışa bağlı erozyonla besin kaybını azaltmaktadır. Bu tür toprakları iyileştirmek için elementer kükürt (S_2) veya amonyum sülfat ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) ta kullanılmaktadır (Fisher ve Binkley, 2000). Kükürt kalkerli sodik sahalarda etkili bir şekilde kullanılabilen bir materyaldir (Dregne, 1976; Mzezewa, 2003). Atılan kükürt sülfürik asite dönüştüğünden sadece NaHCO_3 'ü Na_2SO_4 'e dönüştürmeyip aynı zamanda alkaliliği de düşürmektedir. Topraklar ıslah edildikten sonra yeterli tedbirler alınmaz ve sodiklik ile tuzluluğa neden olan koşullar düzeltilmezse toprak kısa zamanda olumsuz tuzlu ve sodik seviyeye geri çıkabilmektedir (Brady ve Weil, 1999). Dolayısıyla sodik toprakların iyileştirilmesinin ikinci aşaması bu topraklarda iyi bir kök yapısına sahip olabilen dayanıklı bitkiler kullanılmalıdır. Ağaçlandırma ve tarım bitkileri kullanarak yapılan iyileştirme çalışmaları sonucu toprağın pH, EC, Na^+ , ESP değerleri zamanla daha da düşürülüp verim gücü artırılabilir (Singh ve Garg, 2007).

Son 60 yıldır kumul alanlar ve erozyon kontrol amaçlı yapılan çalışmalar neticesinde Türk ormancıları kurak bölge ağaçlandırmaları konusunda önemli tecrübeler kazanmıştır (T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 2009; T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 2012a; 2012b; Boydak ve Çalışkan, 2014). Fakat bu tür sorunlu sahalarda ağaçlandırma çalışmaları hem pahalı bir uygulamadır hem de sahaların biyolojik bağımsızlığını kazanması uzun yıllar almaktadır (Atay, 1970; Dirik, 1994; Dündar, 1973; İrmak, 1963; Kantarcı, 2005). Uzun süreler tel örgülerle çevrili (bazen yer yer başarısız) ağaçlandırma sahalarının köylünün kullanımına kapatılması da ayrıca sosyal bir baskı unsuru haline gelmektedir. Hayvanlarını açık arazide otlatan köylüler için arazinin ağaçlandırma maksadıyla uzun yıllar tel örgülerle koruma altına alınması eskiden beri istenmeyen bir durum olduğundan bazı yörelerde ağaçlandırma girişimlerine itirazlar olmaktadır (İrmak, 1963). Ayrıca sodik ve tuzlu-sodik toprak özelliğine sahip arazilerde uzun yıllardır yapılan bu çalışmalarda başarı elde edilemezken özellikle harcanan para ve emek göz önüne alındığında, bölgedeki tahrip olmuş bitki örtüsünü geri getirecek ve toprak verimliliğini arttıracak alternatif deneysel çalışmalara ihtiyaç vardır. Şimdiye kadar yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar genelde

kullanılan tür ve türün orijini odaklı olarak yorumlanmıştır (Eşen, 2000; Eşen ve Yıldız, 2000; Eşen ve Yıldız, 2006; Genç, 2004; Gökdemir ve ark., 2011; 2012; Semerci, 2002; Yeşilkaya ve Neyişçi, 1990; Zengin, 2009). Fakat geri kazanılmaya çalışılan restorasyon sahalarındaki uygulamaların toprağın kimyasal ve fiziksel özelliklerine etkilerini belirleyen veriler oldukça kısıtlıdır (Dündar, 1973).

Toprak verimliliğinin geri kazanılmasını sağlayacak yeni çalışmalar bu sorunu çözmemize katkı sağlayabilir. Bu çalışmanın amacı ise geri kazanılan bu sahalarda bölgedeki benzer çalışmalarda en çok kullanılan ve başarı vaat ettiği düşünülen ılgın (*Tamarix smymensis* Bunge), iğde (*Elaeagnus angustifolia* L) ve akkavak (*Populus alba* L) türlerinin yaşama ve büyüme performanslarını değerlendirmektir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Çalışma sahasının genel ekolojik özellikleri ve deneme alanlarının belirlenmesi

Yaklaşık 60 yıllık iklim verilerinden hesaplanan kuraklık analizleri sonucunda Aksaray, Ereğli ve Karapınar bölgelerinin Türkiye'nin en kurak bölgeleri olup, bölgede Mayıs'tan Ekim ayına kadar su açığı bulunmaktadır (Ceylan ve ark., 2009). Bölgedeki topraklarda kurak sahalarda yaygın olan altta sertleşmiş kireç tabakasına sık rastlanmaktadır. Platonun orta kısmında kireçtaşı, marn, marnlı kalker, kilaşı, konglomera, kumtaşı ve jips yaygındır. Geçmiş volkanik hareketleri sonucu Hasandağı ve Karacadağ etrafında bazalt, andezit ve tüf oluşumlarına sık rastlanmaktadır. Ana materyalin yüksek kireç içeriğine bağlı olarak cambisol/inceptisol topraklar yaygındır.

İklim ve toprak koşullarına bağlı olarak bölgede doğal ormanlar düzlüklerde görülmemekte ancak dağların belirli yükseltileri arasında çok küçük parçalar halinde oluşabilmektedir. Bölgenin çoğunluğu kuru tarıma ayrılmış sahalardan ve geri kalan büyük bir kısmı da toprak işleme yapılmayan meralarlan oluşmaktadır. Vadi tabanlarında ise bitki örtüsünün sadece öbekler halindeki Kofa (*Juncus* L. Sp)'lardan ibaret olduğu tuzlu-sodik sahalara rastlanmaktadır.

Deneme alanları daha önceki ağaçlandırma çalışmalarında başarısız olunan tuzlu-sodik özelliğe sahip sahalardan seçilmiştir. Bunun için arazi çalışmaları ve örneklemeler 2012 yılında yapılmıştır. Alınan toprak örneklerinde pH, Toplam kireç, KDK, Değişebilir Na⁺ miktarı gibi sahayı belirleyebilmek için gerekli analizler Eskişehir Toprak Tahlil Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Analizlerden elde edilen veriler ve planlanan işlerin yapılabilirlik durumlarına göre tuzlu-sodik toprak özelliği gösteren dört farklı saha çalışma için seçilmiştir.

Konya ili Karapınar ilçesine bağlı olan Kayalı bölgesinde belirlenen sahalarda Karapınar-Emirgazi arasında Emirgazi'ye yaklaşık 15 km batıdaki Kayalı kasabasının girişinde bulunan taban arazide yer almaktadır. Düz bir topografyaya sahip sahanın ortalama yüksekliği 1040 m'dir. Bu saha aynı zamanda Orman Bakanlığı'nın rüzgâr erozyonu önleme çalışmaları için tahsis edildiğinden etrafı çevrilip koruma altına alınmıştır. Sahadaki toprağın tanecik bileşimi balçıklı-kil yapıda, toprak pH'sı = 8,30-9 arası ve toplam kireç % 19-27 arası ölçülmüştür. Katyon değişim kapasitesi (KDK) yaklaşık 34 C_{molc} kg⁻¹ toprak ve değişebilir Na⁺ miktarı 14.6 C_{molc} kg⁻¹ toprak olduğundan ESP (değişebilir sodyum değeri) yaklaşık %43 civarında ve

dolayısıyla saha kireçli ve tuzlu-sodik özelliktedir. Sahaya en yakın meteoroloji istasyonu olan 34 km uzaklıktaki Karapınar meteoroloji istasyonunun verilerinden yararlanılarak oluşturulan Walter diyagramına göre sahada Mayıs'tan başlayarak güz ortalarına kadar su açığı görülmektedir (Walter, 1970). Aksaray ili merkez ilçesinde ve Aksaray-Adana otoyolu kenarında belirlenen sahalarda ortalama 1100 m rakıma sahip *Juncus*'larla kaplı bir taban arazidir. Sahadaki toprağın tanecik bileşimi killi-balçıklı yapıda, toprak kireç oranı %3, pH > 8 ve tuzluluk 6 dS m⁻¹ civarı olup sahada kireçli ve tuzlu-sodik bir toprak yapısı görülmektedir. Topraktaki organik madde miktarı %2'den azdır. Toprak KDK'sı 38 C_{molc} kg⁻¹ toprak ve ESP ise %36 olarak belirlenmiştir. Sahaya en yakın meteoroloji istasyonu olan Aksaray meteoroloji istasyonu (965 m rakım) verilerinden yararlanarak oluşturulan Walter diyagramına göre de sahada Mayıs sonu ekim başına kadar su açığı görülmektedir. Ereğli-Karapınar otoyolunun batı kısmında yer alan saha 1000 m rakıma sahip ve çok geniş bir taban arazide yer almaktadır. Sahada çok cılız da olsa bazı otsu bitkiler ile yer yer ılgına rastlanabilmektedir. Buradaki araziler platonun en düşük rakımına sahip kısmındadır. Sahadaki toprağın tanecik bileşimi killi toprak özelliğinde, pH=8-8.7 arası, toplam kireç %50 civarında olup saha çok kireçli tuzlu-sodik toprak özelliğindedir. KDK 29 C_{molc} kg⁻¹ olup ESP %38'dir. Sahanın 10 km yakınında bulunan ereğli meteoroloji istasyonu verilerinden yararlanılarak oluşturulan Walter diyagramına göre de sahada Mayıs sonundan Ekim başına kadar su açığı görülmektedir (Walter, 1970).

2.2 Fidan dikimleri ve toprağa kükürt, jips uygulamaları

Saha 2013 yılı yazında traktöre takılı (135 hp) ikili ripperle 80-90 cm derinliğinde alt toprak işleme gerçekleştirilmiştir. Daha sonra pullukla yüzeysel toprak işleme sağlanmıştır. Her bir sahada her tür için yaklaşık 100 m² büyüklüğünde ikişer işlem ünitesi (kükürt ve jips) ve birer kontrol ünitesi olmak üzere 36 parsel oluşturulmuştur. Daha sonra ekskavatör kullanılarak deneme ünitelerinin etrafı yaklaşık 2 metre genişliğinde ve 2 metre derinliğinde kazılıp çıkan toprak deneme ünitelerinin etrafına yığılarak parsellerin birbirlerinden bağımsız havuzlar şeklini alması sağlanmıştır. Her sahada deneme ünitelerinden 3'üne tane çapı <10 mm olarak öğütülmüş jips ve 3'üne de toz kükürt uygulanmıştır. Ayrıca 3 adet deneme ünitesi de hiçbir uygulama yapılmayan kontrol üniteleri olarak ayrılmıştır. Toprak işlemeden doğabilecek farkı ortadan kaldırmak için kontrol ünitesinde de aynı şekilde alt ve üst toprak işleme gerçekleştirilmiştir. Uygulamalarda kullanılan jips ve kükürtün saflık oranları dikkate alınarak her bir deneme ünitesi için kullanılacak toplam miktarlar (alçı %96 ve kükürt %85) hesaplanmıştır. Sahalara getirilen malzemeler işçilerle parsellere serilip tırmıklar kullanılarak toprakla karıştırılmıştır. Daha sonra Aksaray ve Ereğli Belediyesi'nin bitkileri sulamak için kullandığı analizi yapılmış suların tankerlerle getirilerek yıkama işlemi gerçekleştirilmiş ve her bir deneme ünitesine yaklaşık 30 cm yüksekliğinde ve 8 saatlik aralıklarla 3 kez su verilerek topraktaki sodyumun jips ve kükürt ile yıkanması sağlanmıştır (Yıldız ve ark., 2015; 2017). Aralık 2013'te Ereğli fidanlığında yetiştirilen 3 yaşındaki (1+2) torbalı ılgın, akkavak ve iğde fidanları 2 x 2 m aralık mesafe ile deneme ünitelerine dikilmiştir. Fidan dipleri yaklaşık 1 m yarıçapında bir daire üzerinde 2014, 2015 ve 2016 yılında çapalanarak diri örtü

mücadelesi yapılmıştır. Her bir deneme ünitesinde 36 fidan bulunmaktadır. Ereğli fidanlığında yetiştirilen ılgınlar yöredeki ılgınlardan çelik yoluyla üretilmiştir. Kullanılan ıgde Ereğli, akkavak ise Karapınar orijinlidir.

2.3 Fidan ve toprak analizleri

Fidanlar sahaya dikildikten sonra birinci vejetasyon döneminin başı olan 2014 Nisan ayında bütün fidanların çapları (5 cm toprak yüzeyinden) ve boyları sırasıyla ölçülmüştür. Aynı ölçümler vejetasyon mevsimi sonu Ekim 2017'da tekrarlanarak elde edilen değerlerle farklı türlerin ve işlemlerin göreceli artım oranları hesaplanmıştır. Ayrıca vejetasyon mevsimi sonunda fidanlar tek tek kontrol edilip ölmüş fidanlar belirlenerek 2014 kıyısında tamamlama gerçekleştirilmiştir.

$$\text{Boy için; } RGR_H = (\ln H_2 - \ln H_1) / (T_2 - T_1) \quad (1)$$

$$\text{Çap için; } RGR_D = (\ln D_2 - \ln D_1) / (T_2 - T_1) \quad (2)$$

Burada; RGR: göreceli büyüme veya artım oranı, ln: doğal logaritma, H: boy, D: çap, T₂-T₁: iki ölçüm arası süre.

Dikimlerin gerçekleşmesinden hemen sonra yapılan ölçümlerde aynı türün fidanlarının başlangıç boy ve çap değerlerinde sahalarda arasında istatistiki bir farkın olmadığı belirlenmiştir. Tüm sahalarda ıgde fidanlarının sahaya dikildikten hemen sonra ortalama 30 ± 3 cm boy ve 3.5 ± 0.8 mm çapa, ılgın fidanlarının ortalama 28 ± 3 cm boy ve 2.3 ± 0,6 mm çapa ve akkavak fidanlarının da ortalama 28 ± 2 cm boy ve 2.1 ± 0.5 mm çapa sahip olduğu belirlenmiştir. Üçüncü vejetasyon döneminde yine yapraklar tam olarak geliştiğinde (Temmuz) her işlem ünitesindeki 12 adet fidandan yapraklar örneklenmiştir. Daha sonra bir işlem ünitesinden alınan 12 örnek 4'er, 4'er birleştirilerek 3 adet kompozit örnek oluşturulmuştur. Örneklenen yapraklar Eskişehir Toprak ve Ekoloji Laboratuvarı'na getirilerek N, P, K, Fe, Zn ve Mn analizleri yapılmıştır. Örneklerdeki N yoğunluğu CN (LECO True space) analiz makinesi ile kuru yakma yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Diğer makro-besin analizleri için (P ve K) bitki örnekleri önce nitrik ve perklorik asit karışımında diğest edilip (Jones ve Case, 1990) daha sonra P yoğunluğunun belirlenmesi için Spektrofotometre (Jenway 6505 UV/Vis. Spectrophotometer), K için Alev Fotometresi (Jenway Flame Photometer) kullanılmıştır. Bitkilerin besin yoğunluğu değerleri fazla büyüyenlerde seyrebileceğinden beslenme açısından sağlıklı bir karşılaştırma için yukarıda belirlenen spesifik yaprak alanı (SLA) değerlerini dikkate alarak işlemlerin karşılaştırılması yapılmıştır (Yıldız ve ark., 2017).

Mayıs'tan Eylül sonuna kadar vejetasyon mevsimi boyunca toprakta bulunan hacimsel nem içeriklerinin belirlenmesi için fidan diplerinden yaklaşık 1 metre uzakta bir noktadan toprağın ilk 30 cm derinliğindeki nem içerikleri TDR (time domain reflectometer) yardımıyla ölçülmüştür (Rhoades ve Oster 1986). Anlık gerçekleştirilen TDR ölçümlerinin kalibrasyonu için de TDR ölçümleri yapılan noktalardan silindirlerle alınan toprak örnekleri nemini kaybetmeyecek şekilde laboratuvarlara taşınarak kurutma fırınlarında nemleri uçurularak nem tayini belirlenmiştir. Fırın kurusu nem miktarları ile arazide ölçülen nem miktarları arasındaki matematik ilişkiden çıkartılan düzeltme faktörü anlık TDR ölçümlerine uygulanmıştır.

Bitki büyümesinde en önemli saha değişkenlerinden biri olan ışık ölçümleri ileride yapılacak çalışmalarla karşılaştırma açısından yararlı görülmüştür. Bu amaçla fotosentetik olarak aktif ışık miktarı (PAR) 10 sensörün bir çubuk üzerine yerleştirilip ortalaması dijital olarak ölçülen ışık ölçerlerle (Apogee AMS) kuzey yarım kürede güneş ışığının gün içerisinde en dik geldiği zaman dilimi olan saat 11 ile 14 arasında ve bulutsuz havalarda her sahada 10'ar ölçüm yapılarak alınmıştır. Ölçümler Haziran'ın ikinci yarısından Ağustos ayının ikinci yarısına kadar gerçekleştirilmiştir. Yapılan ölçümlerde fotosentetik olarak aktif ışığın sahalarda arasında fark olmaksızın ortalama 2400 µmol m⁻² s⁻¹ olduğu belirlenmiştir.

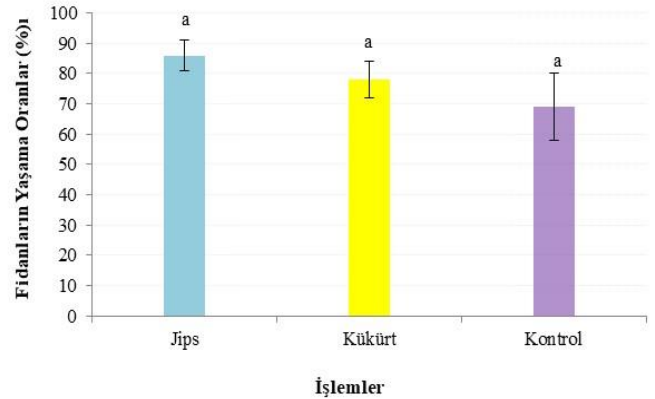
2.4 İstatistiki analizler

Analizler araştırmanın genel deseni olan rastgele blok desenine uygun olarak yapılmıştır. İşlemlerin fidanların yaşama oranı ve büyümesine etkileri karşılaştırılmıştır. Sonuçlar α = 0,05 düzeyinde istatistiki olarak farklı kabul edilmiş ve daha küçük p-değerleri elde edilen değişkenler için Tukey ortalamaları ayırma testi uygulanmıştır. İstatistiki analizler için SAS programından yararlanılmıştır (SAS, 1996)

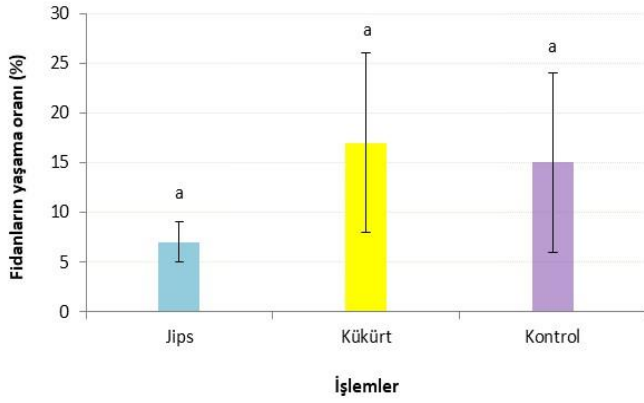
3. Bulgular

3.1 İşlemlerin fidanların yaşama oranına ve büyümesine etkisi

Dördüncü yılın sonunda ılgın ve akkavağın yaşama oranlarında işlemler arası önemli bir farklılık ortaya çıkmamıştır (Şekil 1, 2).

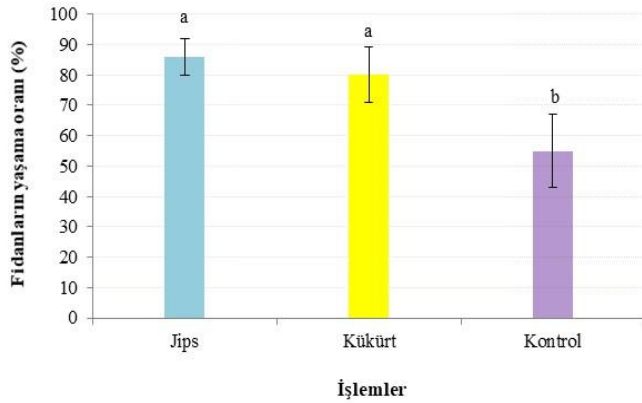


Şekil 1. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kültür uygulamasından sonra dikilen ılgın fidanlarının dördüncü yıl sonunda yaşama oranları ortalaması ± standart hata. Aynı harflerle işaretlenen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre α =0,05 düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.



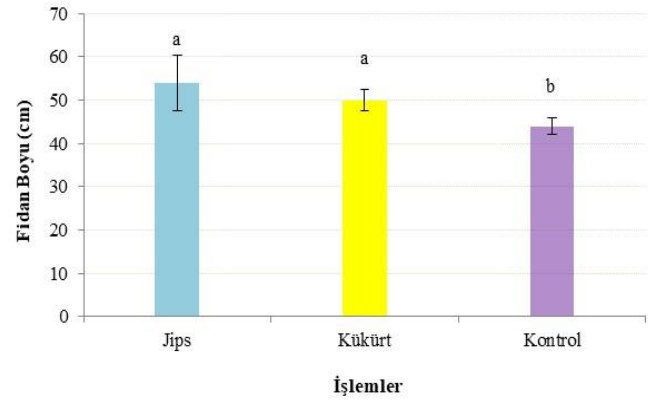
Şekil 2. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulamasından sonra dikilen akkavak fidanlarının dördüncü yıl sonunda yaşama oranları ortalaması \pm standart hata. Aynı harflerle işaretlenen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre $\alpha = 0,05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

İğde fidanlarının kontrol sahalarda jips ve kükürt uygulanan sahalara göre yaklaşık %51 daha fazla kayıp verdiği görülmüştür ($P = 0.0001$; Şekil 3). İşlem farkı gözetmeksizin türler bazında bakıldığında da yaşama oranlarında farklılıklar olduğu görülmektedir ($P = 0.0001$). Dördüncü yılın sonunda en fazla yaşama oranı %78'lik oranla ılgında ortaya çıkmıştır. En düşük yaşama oranı da %13'lük bir oranla akkavakta gözlenmiştir.



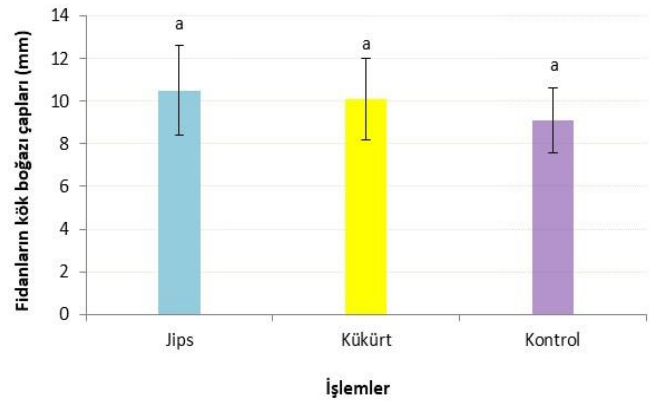
Şekil 3. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulamasından sonra dikilen iğde fidanlarının dördüncü yıl sonunda yaşama oranları ortalaması \pm standart hata. Aynı harflerle işaretlenen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre $\alpha = 0,05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

2013 yılında dikimden hemen sonra yapılan ölçümlerde türler bazında fidanların boy ve çap değerlerinde işlemler arası bir fark bulunmazken dördüncü büyüme sezonu sonunda iğde fidanlarının boy değerlerinde işlemler arası farkların olduğu belirlenmiştir ($P = 0.0001$; Şekil. 4). İğde fidanları jips ve kükürt uygulanan sahalarda kontrol sahalarna göre ortalama %18 daha fazla boy artımı gerçekleştirmiştir.



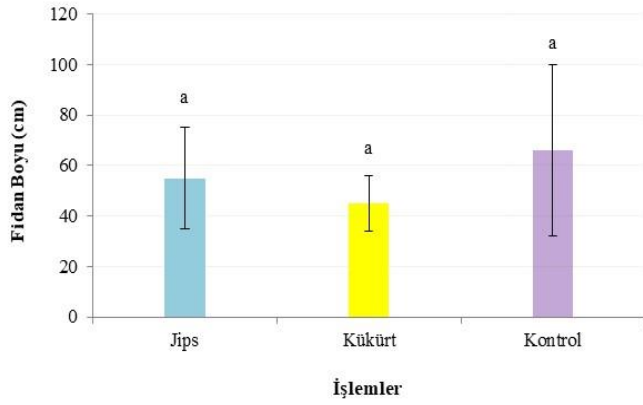
Şekil 4. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulamasından sonra dikilen iğde fidanlarının dördüncü yıl sonunda boy ortalaması \pm standart hata. Aynı harflerle işaretlenen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre $\alpha = 0,05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

İğde fidanlarının kök boğazı çapları ise tüm sahalarda fark olmaksızın ortalama 10 mm olarak belirlenmiştir (Şekil 5).

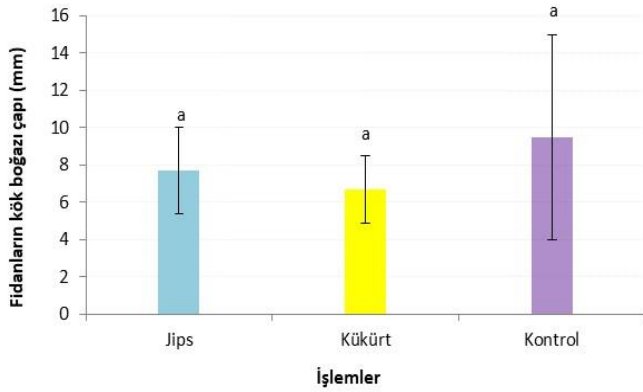


Şekil 5. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulamasından sonra dikilen iğde fidanlarının dördüncü yıl sonunda kök boğazı çapı ortalaması \pm standart hata. Aynı harflerle işaretlenen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre $\alpha = 0,05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

İlgün fidanları dördüncü yılın sonunda bütün işlem ünitelerinde ortalama 55 cm boya ve 7.9 mm çapa ulaşmış fakat işlem içi değişkenliğin işlemler arası değişkenlikten çok fazla olmasından dolayı işlemler arası fark belirlenememiştir (Şekil. 6, 7).

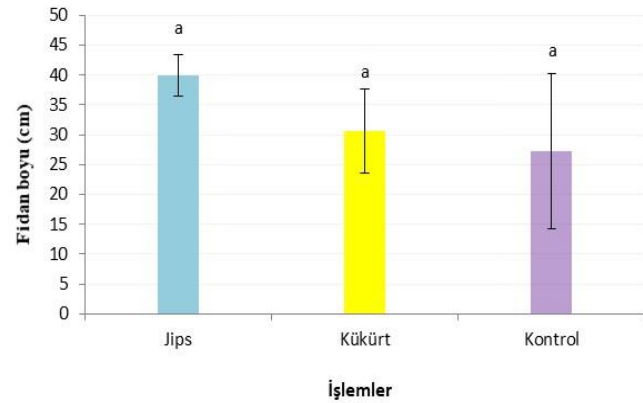


Şekil 6. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulamasından sonra dikilen ılgın fidanlarının dördüncü yıl sonunda boy ortalaması \pm standart hata. Aynı harflerle işaretlenen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre $\alpha =0,05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.



Şekil 7. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulamasından sonra dikilen ılgın fidanlarının dördüncü yıl sonunda kök boğazı çapı ortalaması \pm standart hata. Aynı harflerle işaretlenen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre $\alpha =0,05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

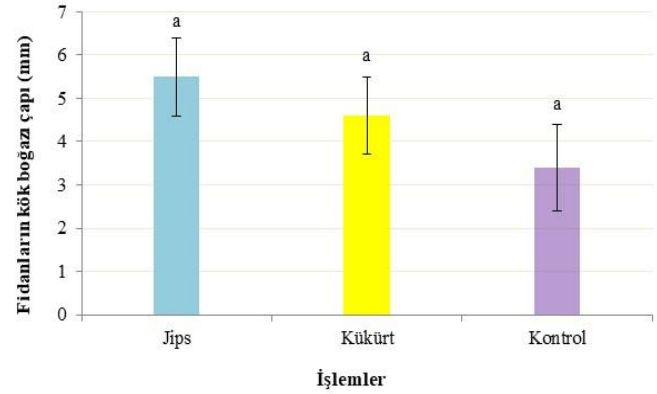
En düşük yaşama oranına sahip olan akkavakların yaşayan bireylerinde işlemler arası boy ve çap artımlarında bir fark bulunmamaktadır. (Şekil 8, 9)



Şekil 8. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulamasından sonra dikilen akkavak fidanlarının dördüncü yıl sonunda boy ortalaması \pm standart hata. Aynı

harflerle işaretlenen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre $\alpha =0,05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

Akkavak fidanları dördüncü yılın sonunda bütün işlem ünitelerinde ortalama 32 cm boya ve 4.5 mm çapa ulaşmıştır.



Şekil 9. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulamasından sonra dikilen akkavak fidanlarının dördüncü yıl sonunda kök boğazı çapı ortalaması \pm standart hata. Aynı harflerle işaretlenen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre $\alpha =0,05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

Her üç türün de 4 yıllık boy ve çap göreceli artım oranlarının işlemler arası farklılık göstermediği belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulamasından sonra dikilen fidanlarının dördüncü yıl sonunda boy ve kök boğazı çapı göreceli artım oranları ortalaması \pm standart hata. Aynı harflerle işaretlenen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre $\alpha =0,05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

Tür	İşlem	Göreceli boy artımı	Göreceli çap artımı
Akkavak	Jips	0,087 \pm 0,02a	0,22 \pm 0,04a
	Kükürt	0,043 \pm 0,03a	0,19 \pm 0,05a
	Kontrol	0,051 \pm 0,05a	0,09 \pm 0,07a
İğde	Jips	0,14 \pm 0,05a	0,265 \pm 0,050a
	Kükürt	0,12 \pm 0,01a	0,257 \pm 0,046a
	Kontrol	0,10 \pm 0,01a	0,228 \pm 0,042a
İlgın	Jips	0,14 \pm 0,09a	0,28 \pm 0,07a
	Kükürt	0,10 \pm 0,06a	0,44 \pm 0,17a
	Kontrol	0,16 \pm 0,12a	0,27 \pm 0,13a

Dördüncü yılın sonunda fidan yapraklarının makro ve mikro besin değerleri bakımından her üç türde de işlemler arası bir fark görülmemektedir (Çizelge 2, 3).

Çizelge 2. Fidan yapraklarındaki makro-besin yoğunlukları (%) ortalaması \pm std. hata. Her besin elementi için aynı harfle takip edilen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre $\alpha=0.05$ önemlilik düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

İğde	C	N	P	K	Ca	S
Jips	43 \pm 0,9a	2,9 \pm 0,27a	0,26 \pm 0,03a	2,1 \pm 0,02a	0,99 \pm 0,02a	0,3 \pm 0,06a
Kükürt	43 \pm 0,6a	3,0 \pm 0,25a	0,26 \pm 0,02a	1,9 \pm 0,02a	0,93 \pm 0,16a	0,37 \pm 0,08a
Kontrol	42 \pm 1,4a	2,8 \pm 1,1a	0,24 \pm 0,02a	1,8 \pm 0,02a	1,12 \pm 0,4a	0,27 \pm 0,01a
İlgin	C	N	P	K	Ca	S
Jips	39 \pm 1,1a	2,5 \pm 0,18a	0,3 \pm 0,05a	1,2 \pm 0,08a	1,3 \pm 0,18a	0,3 \pm 0,03a
Kükürt	38 \pm 0,5a	2,4 \pm 0,2a	0,3 \pm 0,05a	1,1 \pm 0,08a	1,2 \pm 0,2a	0,3 \pm 0,06a
Kontrol	41 \pm 0,9b	2,2 \pm 0,14a	0,2 \pm 0,03a	1,0 \pm 0,04a	1,3 \pm 0,03a	0,3 \pm 0,04a
Akkavak	C	N	P	K	Ca	S
Jips	44 \pm 1,1a	2,6 \pm 0,02a	0,3 \pm 0,02a	1,5 \pm 0,02a	1,0 \pm 0,02a	0,3 \pm 0,07a
Kükürt	42 \pm 1,5a	2,5 \pm 0,02a	0,4 \pm 0,01a	1,4 \pm 0,05a	1,0 \pm 0,01a	0,04 \pm 0,01a
Kontrol	43 \pm 1,6a	2,6 \pm 0,2a	0,4 \pm 0,01a	1,4 \pm 0,14a	1,1 \pm 0,02a	0,2 \pm 0,04a

Çizelge 3. Fidan yapraklarındaki mikro-besin yoğunlukları (mg kg⁻¹) ortalaması \pm std. hata. Her besin elementi için aynı harfle takip edilen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre $\alpha=0,05$ önemlilik düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

İğde	Fe	Cu	Zn
Jips	1242 \pm 348a	35 \pm 6a	28 \pm 5a
Kükürt	1037 \pm 428a	40 \pm 7a	30 \pm 11a
Kontrol	1497 \pm 518a	43 \pm 6a	33 \pm 14a
İlgin	Fe	Cu	Zn
Jips	856 \pm 273a	43 \pm 7a	34 \pm 7a
Kükürt	489 \pm 65a	39 \pm 7a	37 \pm 14a
Kontrol	581 \pm 183a	44 \pm 8a	49 \pm 14a
Akkavak	Fe	Cu	Zn
Jips	1246 \pm 475a	44 \pm 3a	245 \pm 40a
Kükürt	1380 \pm 453a	44 \pm 4a	236 \pm 34a
Kontrol	1396 \pm 488a	48 \pm 5a	260 \pm 39a

4. Tartışma

Elverişsiz sahalarda orman kurmadaki veya ağaç yetiştirmedeki sorunlar arazi hazırlığı, fidanlık aşamasındaki uygulamalar ve diğer silvikültürel işlemlerle kısmen de olsa aşılmaya çalışılmaktadır. Yatırım maliyeti düşünüldüğünde bu koşullarda odun üretimi amaçlı orman kurmak ekonomik bir girişim değildir. Fakat bu sahalardaki ağaçlandırmalar rüzgâr perdesi oluşturarak erozyonu önleme, yaban hayatını koruma ve artan talepleri karşılayacak rekreasyon alanları sunma gibi topluma birçok ekosistem hizmetleri sağlamaktadır. Ayrıca bu tür çalışmalarla sahalanın taşıma kapasiteleri ölçüsünde mera alanlarının orman alanları ile entegrasyonu sağlanarak üretim kapasiteleri de artırılabilir. Hindistan Lucknow'daki bir sodik bozuk sahada yapılan çalışmada tür çeşitliliği ve saha verimliliğinin sahalanın restorasyon işlemlerini hızlandırdığını belirtilmektedir (Sing ve Garg, 2007). Bu nedenle toprağı koruma amaçlı yapılan işlemler bir yandan da sahadaki vejetasyonun iyileştirilmesi sürecinin bir parçası olmalıdır. Bu tür baskı altındaki sahalarda etrafı çevirip ağaçlandırmaya ayrılarak insan müdahalesi önlendikten sonra bitki örtüsü sahayı tekrar yavaş yavaş kendiliğinden kaplamaktadır. Bu çalışmada sahalalar tel örgülerle olatmaya kapatılmıştır. Sahada doğal bitki örtüsü ile ilgili bir ölçüm yapılmamasına rağmen saha gözlemlerinde yer örtücülerin miktarında ve çeşitliliğinde koruma altına alınmayan sahalara göre önemli bir farklılık olduğu görülmüştür. Fakat yetiştirme ortamı koşullarının oldukça sınırlı olduğu bu sahalarda doğal süksesyon oldukça yavaş

ilerlemektedir. Bu nedenle etkin bir restorasyon işleminin gerçekleştirilebilmesi için sahaya müdahaleler gerekmektedir. Bu bölgedeki restorasyon amaçlı bitki örtüsüne müdahale genelde iki kısımdan oluşmaktadır. Bunlar toprağın korunması ve yeşil kuşağın oluşturulmasıdır. Bu iki kısım birbirleriyle bağlantılı olsa da farklı durumlarda her iki çalışmanın da farklı hedefleri bulunabilmektedir.

Yağmur sularının kök bölgesindeki tuz ve fazla sodyumu yıkamaya yetmediği kurak ve yarı-kurak bölgelerde tuzluluk ve sodiklik sorunlarıyla sık sık karşılaşmaktadır. Geçirgenliğin ve su hareketinin zorlandığı toprak koşullarında suyun aşağılara doğru drenaj yoluyla süzülmesi oldukça güçleşmektedir. Sodiklik erozyona yatkınlığı arttırmakta ve bitki büyümesini engellemektedir (Pessaraki ve Szabolcs, 2011). Dolayısıyla bu sahalanın geri kazanımı (reclamation) veya en azından tuzluluk ve sodiklik etkisinin azaltılmasına yönelik yöntem ve tekniklerin bulunması oldukça önemli ve gereklidir.

Marjinal sahalara ağaç dikilmesi bu âtil sahalanın üretim kapasitelerini arttırmak için etkili bir yöntemdir. Ağaçlandırma peyzajı önemli oranda değiştirmektedir (Gharaibeh ve ark., 2011; 2014; Hbirkou ve ark., 2011; Lamers ve ark., 2006). Tunus'ta Akdeniz kıyılarındaki regosol topraklarda *Acacia salina* ile yapılan 3, 5, 9 ve 13 yaşlarında ağaçlandırma sonuçları değerlendirilmiştir. Elde edilen verilere göre ağaçların sahaya tutunmaları ve büyümeleri ile birlikte toprağın toplam C, N, yararlanılabilir P ve değişebilir K⁺ ve Ca⁺⁺ değerlerinde önemli artışlar gözlenmiştir. Bu trendin ağaçlandırmanın yaşı ile birlikte arttığı belirlenmiştir (Jeddi ve Chaieb, 2012). Hindistan'da pH = 9-10,5, EC = 1-4,19 dSm⁻¹, ESP = %45-75 değerlerine sahip bozuk sodik Typic Halaquept topraklarda yapılan ağaçlandırma odaklı bir ekolojik restorasyon çalışması sonucu değerlendirilmiştir. Araştırmacılar *Acacia* spp, *Albizia* spp, *Populus* spp ve karışık ormanlarının yetişmesinin sodik toprakların iyileştirilmesine önemli katkı sağladığını belirlemişlerdir. Toprağın pH, EC, Na ve ESP değerlerinin ağaçlandırma ve uzun süreli tarım yapılmasıyla önemli oranda düştüğünü fakat ağaçlandırmanın tarım yapılmasından daha etkili olduğunu tespit etmişlerdir (Singh ve Garg., 2007).

Türkiye'de ağaçlandırma ile bozuk sodik toprakların restore edilmesine yönelik veriler yok denecek kadar kısıtlıdır. Son 70 yıldır bu kurak sahalarda önemli miktarda ağaçlandırma çalışması gerçekleştirilmiştir (Boydak ve Çalışkan, 2014; T.C. Tarım, Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, 1986; T.C. Tarım, Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, 1987; Tavşanoğlu, 1976). Fakat farklı türlerin sahaya tutunmaları ve büyüme performansları ile ilgili yeterli kadar sistematik bilgi bulunmamaktadır. Bölgedeki

ağaçlandırma çalışmalarında ekolojik anlamda ilk sorun tür seçimiyle ilgilidir. Ormancılar genelde süksesyona ileriki aşamasındaki ağaç türlerine yoğunlaştıklarından bu tür ağaçlandırma çalışmalarının çoğu başarısızlıkla sonuçlanmaktadır. Süksesyona ileri aşamasındaki ağaç türlerinin iyi bir büyüme performansı gösterebilmesi için kuruluş aşamasında uygun saha hazırlığı yapılsa bile sahanın belirli bir gelişim ve dönüşüm süreçlerinden geçmesi gerekmektedir.

İlk ağaçlandırma için öncü ve hazırlayıcı türler kullanılmalıdır. Bu türler sahayı kolayca kaplamakta ve sahayı daha fazla gereksinimi olan geç türlere uygun hale getirmektedirler. Bu amaçla ilgin ve akkavak Tunus, Cezayir, Fas, Birleşik Arap Emirlikleri, Ürdün, Irak, Kuveyt ve İsrail’de yeşil kuşak ve rüzgâr perdesi çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Metro, 1970; Kaplan ve ark., 1970; Oedokoven, 1970). Şimdiki çalışmada üçüncü büyüme sezonu sonunda ilgin fidanlarının yaşama oranlarında sahalar arasında bir fark görülmemiştir. *Tamarix* spp. türlerinin çoğu yüksek tuzlu ve sodik topraklara dayanabilmektedir (Ahmed ve Qanor 2004; Biswas ve Biswas 2014). Ilgınlar kumulların durdurulmasında yaygın olarak kullanılmaktadır (Metwally ve ark. 2016). İki *Tamarix* türünün tuz ve kuraklığa karşı son derece dayanıklı olduğunu ve bütün sahalarda %80’in üzerinde yaşama oranlarına sahip olduğunu belirlenmiştir. Fidanların sahaya dikimi ilk adımdır. Fakat yüksek yaşama oranlarına sahip olmak sorunu tamamiyle çözmektedir. Fidanların büyüterek kısa zamanda biyolojik bağımsızlığını kazanması gerekmektedir. Fidanlar sahaya yerleştikten sonra yapılacak uygulamalar bu süreci hızlandırabilir (Dawalibi ve ark.; 2015). Şimdiki çalışmada toprağa kimyasal uygulanması ilginde fidanlarında yaşama oranlarını kontrol sahalara göre önemli oranda arttırmıştır.

Akkavak Asya, Avrupa ve Kuzey Afrika’da çok geniş bir ekolojik yelpazede hatta tuzlu topraklarda da yetişebilen öncü bir türdür (Sekawin 1975; Jobling 1990). Bu nedenle yarı kurak sahaların ağaçlandırmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Tuzlu sulama denemeleri sonucunda *P.alba*’nın tuzlu toprakların ağaçlandırılmasında kullanılabilecek bir tür olduğunu ifade edilmiştir (Imada ve ark., 2009). Fakat şimdiki çalışmada en düşük yaşama oranı akkavak fidanlarında gözlemlenmiştir. Dördüncü büyüme sezonu sonunda bütün işlem ünitelerindeki fidanların yaklaşık 3/4’ü kurumıştır. Fidanların sahaya 2013 yılındaki dikiminden hemen sonra yapılan ölçümlerde her tür için işlem üniteleri arasında boy ve çap değerleri arasında bir fark görülmezken dördüncü büyüme sezonu sonunda ilginde fidanlarının kimyasal uygulanan sahalarda daha iyi boy ve çap artımı yaptığı belirlenmiştir. İlgide bu tür marjinal sahalara ve kurak koşullara son derece dayanıklı bir türdür (Dubovik ve ark., 2016). İlgide ve *Tamarix androssowii* türlerinin Özbekistan’ın Aral havzasındaki gleyic solonchak topraklarda sahaya kolayca uyum sağladıklarını ve iyi bir büyüme performansı sergilediklerini gösterilmiştir (Khamzina ve ark., 2006). Dikimden 19 ay sonra fidanların %95’inden fazlasının yaşadığı belirlenmiştir. Minnesota’da 560 mm yağış alan bir bölgedeki orta derecede geçirgen kalker balçık ve killi balçık üzerinde balçık katmanının bulunduğu topraklarda dikimden beş yıl sonra ilginde fidanlarının %50’sinin yaşadığını fakir ve verimli toprak kısımlarına göre de 75-350 cm arasında bir boy büyümesi gerçekleştirdiğini belirlenmiştir (Carmean,

1976). Yapmış olduğumuz bu çalışmada yaşama oranlarında olduğu gibi akkavak fidanlarının büyüme performansı üç tür içerisinde en zayıf olanıdır. Yaşama oranları ve büyüme performansları dikkate alınarak yapılacak olan bir değerlendirmede ilgin ve ilginde türlerinin bu sahalarda restorasyon çalışmalarında kullanılmasının uygun olduğu ortaya çıkmaktadır. İlgide aynı zamanda azot bağlayıcı bir tür olduğu için kök bölgesindeki azot yoğunluğunu ve mikrobiyal çeşitliliği de artırabilir (Fisher ve Binkley, 2000; DeCant, 2008).

Bu tür sorunlu sahalarda restorasyonu pahalı bir uğraştır. Çalışmada kullanılacak kimyasallar ve su miktarı önemli bir maliyet getirebilir. Fakat daha önce gerçekleştirilen ve başarısız olan sahalara yapılan yatırımlar ile sahalarda restore edilmesi sonucu erozyonun durdurulması, tarım ve mera alanlarının veriminin artırılması, yaban hayatının iyileştirilmesi vb. ekosistem hizmetlerinin sağlayacağı faydalar dikkate alındığında bu tür çalışmaların uygulamacılar ve yerel yönetimler için önemli bir seçenek olabileceği düşünülmektedir. Bölgedeki tortul depozitlerde jips çıkarıldığı için bu malzemenin ucuz olarak temini mümkündür. Ayrıca kritik yerlere verilecek önceliklerle su kullanım miktarında da düzenlemeler yapılabilir. Öncelikle erozyonun durdurulması gereken kritik noktalar belirlenip rüzgâr perdesi amaçlı bir kuşak belirlenebilir. Örneğin her 100 metre mesafe için yaklaşık 30 metrelik bir ağaçlandırma şeridi gibi. Ağaç köklerinin bulunacağı derin toprak yıkaması sadece bu şeritlerde gerçekleştirilebilir. Önceliği daha düşük diğer sahalarda ise daha uzun vadede sonuç alınması düşünülüp bu sahalarda işlendikten sonra jips uygulaması yapıp uzun sürede doğal olarak yavaş yavaş toprağın yıkanması beklenebilir veya bu sahalarda da sığ köklü otsu veya çalı türlerin gelmesini sağlayacak daha sığ toprak yıkaması çok daha az miktarda su ile gerçekleştirilebilir (Yıldız ve ark., 2017). Bu tür çalışmalardan elde edilecek veriler kısa vadede çok değişken olabileceği için ilk yıllardaki veriler uygulamaların başarılı olup olamayacağı hakkında yön vermektedir. Dolayısıyla bu şekilde uygun deneme desenleri oluşturularak kurulan sahalarda uzun vadede periyodik veriler elde edilmesinin oldukça önemli olduğu düşünülmektedir. Bu bakımdan şimdiki sahalarda çalışmanın bitimi sırasında tüm dikenli telleri kontrol edilerek gerekli koruma önlemleri tekrar alınmış ve sahalarda bulunduğu bölgelerin orman idareleri ile gerekli görüşmeler yapılmıştır (Yıldız ve ark., 2017). Ayrıca bölgede ağaçlandırma amaçlı sahalarda kapatılmasına köylülerin yoğun itirazları olduğu görülmektedir. Bu amaçla sahalarda bulunduğu yere yakın köylere gidilerek çalışmanın köylünün meralarını etkileyecek büyüklükte olmadığı ve bu deneme sahalarda korunmasının köylüler için mera kalitesi, rekreasyon, erozyonu önleme vb. faydaları olduğu anlatılarak sahalarda korunması gerektiği konusunda görüşmeler yapılmıştır (Yıldız ve ark., 2017).

5. Sonuçlar

İklim ve toprak koşulları dikkate alındığında bu sahalardaki ağaçlandırma çalışmalarının pratikte uygulanabilirliği ve sürdürülebilirliği sürekli olarak sorulan sorulardandır. Bu kurak sahalarda çoğu verimli orman kurulması açısından son derece marjinal sahalardır ve bu sahalarda çoğu mera olarak kullanılmaktadır. Fakat bu sahalarda yapılan ağaçlandırma çalışmaları toprağı koruma, halkın rekreasyon ihtiyacını

karşılama, yaban hayatına habitat sunma ve diğer ekolojik hizmetleri karşılama potansiyeline sahiptir. Ayrıca bu tür bozuk sodik sahaların restorasyonu iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin azaltılmasına da yardımcı olabilir.

Bu sahalardaki ağaçlandırma çalışmaları 1950'li yıllarda çok küçük bir ölçekte deneyimli personel, bilgi ve teknoloji eksikliğinin olduğu koşullarda başlamıştır. Önceki çalışmalardan elde edilmiş uygun bir deneme deseni olan ve sonuçların sistematik bir şekilde sunulduğu çalışmaların oldukça kısıtlı olması uygulamacıların karşılaştığı en önemli sorundur. Uygulama çalışmalarında elde edilen önemli bilgiler ve tecrübeler olmasına rağmen bu olumsuz koşullarda dikilen fidanların tutma oranlarını ve büyüme performanslarını arttıracak alternatif toprak iyileştirme teknikleri ve silvikültürel tedbirlerin belirlenmesine ihtiyaç vardır. Uygun deneme desenine sahip sistematik veri üretecek deneme çalışmaları benzer sahalardaki uygulamalara da önemli katkılar sağlayacaktır.

Bu tür deneme çalışmalarından elde edilen sonuçlar erozyonu önleme amaçlı yoğun ağaçlandırma çalışmalarının başarısına önemli katkılar sağlayabilir. Şimdiki çalışmadan elde edilen ilk veriler jips ve kükürt uygulamasının sodyumu toprak profilinden yıkadığını ve toprağın infiltrasyon kapasitesini arttırdığını göstermiştir. Bu kimyasallarla toprağın iyileştirilmesi sonucu ığde fidanlarının yaşama ve büyüme performanslarında önemli artış olduğu belirlenmiştir. ığde ve ilgin türünün bu tür bozuk sodik sahaların restorasyonunda kullanılabilecek türler olduğu ortaya çıkmıştır. Bu çalışmadan ve takip edecek çalışmalardan elde edilecek özellikle uzun vadeli sonuçların yöredeki çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

Çalışma TÜBİTAK-COST 1130793 numaralı ve DÜBAP-2018.02.02.849 Bilimsel Araştırma Projeleriyle desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı iki kuruma ve personeline teşekkürlerimi sunarım. Bu çalışma, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda 'Jips ve Kükürt Uygulaması Yapılan Tuzlu-Sodik İç Anadolu Sahalarında ığde (*Elaeagnus angustifolia* L.), Ilgın (*Tamarix smyrnensis* Bunge) ve Akkavak (*Populus alba* L.) Fidanlarının Tutma ve Büyüme Başarısı" isimli yüksek lisans tezinden üretilmiştir

Kaynaklar

- Ahmed, M., Qanor I., 2004. Productive rehabilitation and use of salt-affected land through afforestation (A review). *Science Vision*, 9(4), 1-14.
- Atay, İ., 1970. Genel ve teknik yöntemleri ile Türkiye'de ağaçlandırma. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 1543, O.F. Yayın No: 158, Sermet Matbaası, İstanbul.
- Avcıoğlu, D., 1979. Türkiye'nin düzeni. Dün-bugün-yarın. 2. Kitap. Tekin Yayınevi. 12. Basım. İstanbul.
- Balcı, N., 1978. Kurak ve nemli iklim koşulları altında gelişmiş bazı orman topraklarının erodibilite karakteristikleri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları. İ.Ü. Yayın No: 2402. O.F. Yayın No: 248.

- Birkman, R., 1976. *Geology of Turkey*. Elsevier Scientific Publishing Company, New York.
- Biswas, A., Biswas A., 2014. Comprehensive approaches in rehabilitating salt affected soils: A review on Indian perspective. *Open Transactions on Geosciences*. 1(1), 13-24.
- Boydak, M., Çalışkan S., 2014. Ağaçlandırma. CTA. Tanıtım Rek. Hiz. Org. Basın Yayın Bil.San. ve Tic Ltd. Sti., Ankara.
- Brady, N.C., Weil, R. R., 1999. *The Nature and Properties of Soils*, 12th Edition. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, Inc. 881.
- Carmean, W.H., 1976. Soil conditions affect growth of hardwoods in shelterbelts. *Research Note-204*. USDA Forest Service.
- Ceylan, A., Akgündüz, S., Demirörs, Z., Erkan, A., Çınar, S., Özveren, E., 2009. Aridity Index Kullanılarak Türkiye'de Çölleşmeye Eğilimli Alanlardaki Değişimin Belirlenmesi. I. Ulusal Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu. Konya.
- Dawalibi, U., Monteverdi M.C., Moscatello S., Battistelli A., Volertini, R., 2015. Effects of salt and drought on growth, physiological and biochemical responses of two tamarix species. *Forest* 8, 772-779.
- DeCant, J.P., 2008. Russian olive, *Elaeagnus angustifolia*, alters patterns of soil nitrogen pools along the Rio Grande River, New Mexico, USA. *Wetlands*, 28, 896-904.
- Dregne, H.E., 1976. *Soils of arid regions*. Developments in soil science 6. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.
- Dirik, H., 1994. Üç yerli çam türünün (*Pinus brutia* Ten., *Pinus nigra* Arn. Subsp. *pallasiana* Lamb. Holmboe, *Pinus pinea* L.) kurak periyottaki transpirasyon tutumlarının ekofizyolojik analizi. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, A(44), 111-121.
- Dubovyk, O., Menz, G., Khamzina, A., 2016. Land suitability assessment for afforestation with *Elaeagnus angustifolia* L. In degraded agricultural areas of the lower amudarya river basin. *Land Degradation & Development*, 27(8), 1831-1839.
- Dündar, M., 1973. Ankara civarındaki bazı karaçam ve sarıçam kültürlerinde görülen kurumalarla iğne yapraklardaki besin maddeleri konsantrasyon seviyeleri arasındaki ilişkiler. Ormançılık Araştırma Enstitüsü Yayınları. Teknik Bülten serisi No. 53.
- Eşen, D., 2000. "Ecology and control of rhododendron (*Rhododendron ponticum* l.) In Turkish eastern beech (*Fagus orientalis* Lipsky) Forests". PhD Dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State University, 122.
- Eşen, D., Yıldız O., 2000. Otsu ve Odunsu Diri Örtü Mücadelesinin Meşcerelerin Gençleştirilmesi ve Büyümesine Etkileri. TBMMO Orman Mühendisleri Odası Dergisi, 37, 28-32.
- Eşen, D., Yıldız O., 2006. Doğaya Yakın Ormançılık ve Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.). A.İ.B.Ü. Ormançılık Dergisi, 1(3), 130-139.
- Fisher, R.F., Binkley D., 2000. *Ecology and management of forest soils*. 3rd ed. John Wiley and Sons, New York.
- Gharaibeh, M.A., Eltaif N.I., Albalasmeh A.A., 2011. Reclamation of highly calcareous saline sodic soils using *Atriplex halimus* and byproduct gypsum. *International Journal of Phytoremediation*. 13, 873-883.
- Gharaibeh, M.A., Rusan M.J., Eltaif N.I., Shunnar O.F., 2014. Reclamation of highly calcareous saline-sodic soil using low

- quality water and phosphogypsum. Applied Water Science. 4, 223–230.
- Genç, M., 2004. Silvikültürün temel esasları. SDÜ Orman Fakültesi Yayın No: 44, Isparta.
- Gökdemir, Ş., Dağdaş S., Cengiz Y., Keskin S., Doğan B., Karata H., Işık F., 2011. Türkiye’de Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich) orijin denemeleri onuncu yıl ara sonuçları. İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları. Teknik Bülten Seri No:289. Ankara.
- Gökdemir, Ş., Tosun S., Palazoğlu Z.Ö., Arslan M., Coşgun S., Türker H., Tokcan M., 2012. Türkiye’de karaçam (*Pinus nigra* Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb) Holmboe) orijin denemeleri yirmi beşinci yıl ara sonuçları. İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları. Teknik Bülten Seri No. 293. Ankara.
- Hbirkou, C., Martius C., Khamzina A., Lamers J.P.A., Welp G., Amelung W., 2011. Reducing topsoil salinity and raising carbon stocks through afforestation in Khorezm, Uzbekistan. Journal of Arid Environments. 75, 146-155.
- Imada, S., Yamanaka N., Tamai S., 2009. Effects of salinity on the growth, Na partitioning and Na dynamics of a salt-tolerant tree, *Populus alba* L. Journal of Arid Environments, 73, 245-251.
- Irmak, A., 1963. Türkiye’de ormanın yetişmesine hakim olan genel faktörler ve Türkiye’de ağaçlandırmalardaki ekolojik problemler. İstanbul Üniversitesi Yayınları. Orman Fakültesi No. 1037/92.
- Jeddi, K., Chaieb M., 2012. Restoring degraded arid Mediterranean areas with exotic tree species: influence of an age sequence of *Acacia salicina* on soil and vegetation dynamics. Flora, 207, 693-700.
- Jobling, J., 1990. Poplars for wood production and amenity. Forestry Commission Bulletin, No. 92.
- Jones Jr, J.B., Case, V.W., 1990. Sampling, handling, and analyzing plant tissue samples. Soil testing and plant analysis, 3, 389-427.
- Kantarci, M.D., 2005. Türkiye’nin yetiştirme ortamı bölgesel sınıflandırması ve bu birimlerdeki orman varlığı ile devamlılığının önemi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları. İ.Ü. Yayın No: 1558, O.F. Yayın No. 484. İstanbul.
- Kaplan, J., Karschen R., Kolar M., 1970. Israel. In: Kaul R.N., Junk N.V. Dr. W. (eds.) Afforestation in arid zones. The Hague.
- Khamzina, A., Lamers J.P.A., Worbes M., Botman E. and Vlek P.L.G., 2006. Assessing the potential of trees for afforestation of degraded landscapes in the Aral Sea Basin of Uzbekistan. Agroforestry Systems 66, 129-141.
- Lamers, J.P.A., Khamzina A., Worbes M., 2006. The analyses of physiological and morphological attributes of 10 tree species for early determination of their suitability to afforest degraded landscapes in the Aral Sea Basin of Uzbekistan. Forest Ecology and Management 221, 249–259.
- Metro, A., 1970. The Maghreb of Africa north of Sahara. Israel. In: Kaul R.N., Junk Dr. W. N.V. (eds.) Afforestation in arid zones. The Hague.
- Metwally, S.A., Abouziena H.F., Abou-Leila M.M., Farahat E., Habba El., 2016. Biological method in stabilization of sand dunes using the ornamental plants and woody trees: Review article. Journal of Innovations in Pharmaceuticals and Biological Sciences. 3(1), 36-53.
- Mzewewa, J., Gotosa J., Nyamwanza B., 2003. Characterization of a sodic soil catena for reclamation and improvement strategies. Geoderma, 113, 161-175.
- Oedekoven, K.H., 1970. United Arab Republic, Israel, Iraq, Jordan. In: Kaul R.N., Junk Dr. W. N.V.(eds.) Afforestation in arid zones. The Hague.
- Pal, D.K., Bhattacharyya T., Ray S.K., Chandron P., Srivastava P., Durge S.L., Bhuse S.R., 2006. Significance of soil modifiers (Ca-zeolites and gypsum) in naturally degraded vertisols of the Peninsular India in redefining the sodic soils. Geoderma, 136, 210-228.
- Pessarakli, M., Szabaoles I., 2011. Soil salinity and sodicity as particular plant and crop stress factors. In: Pessarakli M. (ed.) Handbook of plant and crop stress. 3rd edition. CRC Press, Florida.
- Rhoades, J.D., Oster J.D., 1986. Solute content. In: Knute A. (ed.) Methods of soil analysis. Part 1 – Physical and mineralogical analysis. 2nd ed. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin. 985–1006.
- Richards, L.A., 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. United States Department of Agriculture. Soil and Water Conservation Research Branch, Agricultural Research Service. Agriculture Book No. 60, Washington, D.C.
- Rickson, R.J., 1994. Conserving soil resources. European perspectives. CAB International, Wallingford, UK.
- SAS Institute, Inc., 1996. SAS/STAT users guide, Version 6.12. SAS Institute, Cary, North Carolina.
- Sekawin, M., 1975. Genetics of *Populus alba* [La genétique du *Populus alba* L.] Annales Forestales 6(6), 159-189.
- Semerci, A., 2002. Sedir fidanlarına ait bazı morfolojik ve fizyolojik karakteristikler ile iç Anadolu’daki dikim başarısı arasındaki ilişkiler. İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları. Teknik Bülten Seri No. 279. Ankara.
- Singh, B., Garg V.K., 2007. Phytoremediation of a sodic forest ecosystem: Plant community response to restoration process. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj, 35(1), 77-85.
- Tavşanoğlu, F., 1976. Türkiye’de rüzgâr erozyonunun kapsamı, rüzgâr erozyonuna karşı mücadele (örnek: İç Anadolu Konya Karapınar’da rüzgâr erozyonu ile mücadele). Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 26(2), 65-94.
- T.C. Tarım, Orman ve Köyişleri Bakanlığı., 1986. Ağaçlandırma ve Silvikültür Çalışmaları (1985-1986). Orman Genel Müdürlüğü Ağaçlandırma ve Silvikültür Dairesi. Ankara.
- T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı., 1987. Ağaçlandırma ve Silvikültür Çalışmaları (1986-1987). Orman Genel Müdürlüğü Ağaçlandırma ve Silvikültür Dairesi. Ankara.
- T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı., 2005. Çölleşme ile Mücadele Türkiye Ulusal Eylem Programı. Çölleşme ile Mücadele Ulusal Koordinasyon Birimi, Ankara.
- T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı., 2006. Dokuzuncu Kalkınma Planı (2007-2013).
- T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı., 2006. Türkiye Kamu Çevre ve Ormancılık Araştırma Programı.
- T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı., 2007. Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Seferberliği Eylem Planı 2008-2012.

- T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı., 2008. Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Seferberliği Eylem Planı 2008-2012. Ankara.
- T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı., 2009. AGM Faaliyetleri. Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü Yayınları. Ankara.
- T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı., 2012a. Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrol Seferberliği Eylem Planı 2008-2012. Ankara.
- T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı., 2012b. Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Seferberliği Eylem Planı 2008-2012 Gerçekleşme Raporu. Ankara.
- Walter, H., 1970. Vegetationszonen und Klima. Stutgard, E. Ulmer.
- Yeşilkaya, Y., Neyişçi T., 1990. Batı Akdeniz Bölgesi'ndeki kumul ağaçlandırmalarının toprak verimliliği üzerine etkileri. Ormançılık Araştırma Enstitüsü Yayınları. Teknik Bülten Seri No:222. Ankara.
- Yıldız O., Altundağ E., Çetin B., Güner Ş.T., Sarginci M., Altınay B., Toprak B., Mutlu Ö., 2015. "Effects of gypsum and sulfur as soil amendments on afforestation success in inland part of Anatolia: early results," Conf. Applied Ecology Problems, Tiflis-Batum, Georgia, 155.
- Yıldız, O., Altundağ, E., Çetin, B., Güner, Ş. T., Sarginci, M., Toprak, B., 2017. Afforestation restoration of saline-sodic soil in the Central Anatolian Region of Turkey using gypsum and sulfur. *Silva Fennica*, 51(1B), 1-17.
- Yıldız, O., Çetin, B., Sarginci, M., Toprak, B., 2018. İç Anadolu'da Ağaçlandırma Çalışmaları. Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormançılık Dergisi, 14(1), 1-20.
- Zengin, H., 2009. "Orman kaynaklarından fonksiyonel yaklaşım ile çok amaçlı faydalanmanın optimizasyonu". Doktora Tezi. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.



Çaparkayı (Çankırı) köyü ağaçlandırma sahalarında tür seçimine yönelik toprak özelliklerinin belirlenmesi

Koray Demir¹, Ebru Gül^{2*}, Melda Dölerslan³

¹ Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 18200, Çankırı

² Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı, 18100, Çankırı

³ Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, 06560, Ankara

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 07/12/2023

Kabul Tarihi: 30/12/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1401815>

* Sorumlu yazar:

ebru@karatekin.edu.tr

ÖZ

Araştırma Makalesi

Yarı-kurak özellik gösteren Çankırı-Şabanözü Çaparkayı Köyünde yürütölen bu çalışmada, ağaçlandırma yapılmadan önce alanın toprak özelliklerinin incelenerek alana uyum sağlayabilecek ve yetiştirme ortamına uygun türlerin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu türleri belirlerken toprak özelliklerinin bilinmesi tür seçimi açısından önem arz etmektedir. Çalışma alanı yaklaşık olarak 10 ha büyüklüğündedir. Alanda 2 adet toprak

profili açılmıştır. Alınan toprak örneklerinden yapılan analizler sonucunda çalışma alanı toprakları orta tekstürlü ve granüler yapıya sahiptir. Sahanın geneli %>50 taşlı bir yapıya sahip olup, kireç içeriği bakımından (% 2,23-4,94) az ve orta kireçli özellik göstermiştir. Ayrıca alan pH bakımından hafif asidik (6,25) ile hafif alkalın (7,40) sınıfında yer almıştır. Bunlara ek olarak alandaki organik madde içeriği % 4,79-7,33 arasında değişmektedir. Alan tuz bakımından değerlendirildiğinde tuzsuz özelliğe sahip olduğu tespit edilmiştir. Çalışma alanı üzerinde bitki örtüsü seyrek olarak yayılış göstermektedir. Bu nedenle alan erozyona maruz kalma eğilimindedir. Özellikle köy çevresinde erozyon kaynaklı bozulumu önlemek için alanda ağaçlandırma çalışması yapılması gerekmektedir. Bu kapsamda yapılan toprak analizleri neticesinde alana uyum sağlayacak ve çevrede yayılış gösteren türlerden faydalanılarak alana yapılacak ağaç ve çalı türlerinin kuşburnu, badem ve akasya türlerinden oluşmasına karar verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ağaçlandırma sahası, kurak, tür seçimi, yarı kurak

Determination of soil characteristics for species selection in Çaparkayı (Çankırı) village afforestation

ABSTRACT

In this study conducted in Çankırı-Şabanözü Çaparkayı Village, which has semi-arid characteristics, it was aimed to determine the species that can adapt to the area and are suitable for the growing environment by examining the soil characteristics of the area before afforestation. When determining these species, knowing the soil characteristics is important for species selection. The study area is approximately 10 ha in size. Two soil profiles were opened in the area. As a result of the analysis of the soil samples taken, the soil of the study area has a medium texture and granular structure. The overall area has a stony structure of >50% and is low to medium calcareous in terms of lime content (2.23-4.94%). In addition, the area is in the slightly acidic (6.25) and slightly alkaline (7.40) class in terms of pH. In addition, the organic matter content in the area varies between 4.79-7.33%. When the area was evaluated in terms of salt, it was determined that it was salt-free. Vegetation is sparsely distributed in the study area. Therefore, the area tends to be subject to erosion. Afforestation work is required in the area to prevent erosion-related degradation, especially around the village. As a result of the soil analysis carried out in this context, it was decided that the tree and shrub species to be built in the area would consist of rosehip, almond and acacia species, by making use of the species that will adapt to the area and spread in the environment.

Key Words: Afforestation area, drought, species selection, semi-arid

Bu makaleye atıf:

Demir, K., Gül, E., Dölerslan, M., 2023. Çaparkayı (Çankırı) köyü ağaçlandırma sahalarında tür seçimine yönelik toprak özelliklerinin belirlenmesi. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(2), 195-199.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

1. Giriş

Kurak ve yarı kurak sahalar dünyada önemli derecede büyük alanları kaplar. Bu alanların yaklaşık bir milyar hektarı çok kurak, geriye kalan yaklaşık 5 milyar hektarı da diğer kuraklık sınıflarına girmektedir ve bu alanların çoğu insan etkisi nedeniyle meydana gelmektedir ( rge , 1998). Türkiye genelinde yaklaşık olarak yirmi bin hektarlık alan kurak, 25-30 milyon hektarlık kısım ise yarı kurak alan sınıfında bulunmaktadır (Türkeş 1990,  ner ve ark., 2006).

Sürdürülebilir ormancılık faaliyetlerinde kullanılan silvikültürel yöntemleri uygulayabilmek için geniş alanlar kaplayan kurak ve yarı kurak alanlar zorluklar çıkarmaktadırlar. Bu alanlarda yağış istenilen zamanlarda toprağa düşmediğinden, toprağın yapısında bozulmalara sebep olmakta bu da bitki büyümesini riskli hale getirmektedir. Birçok t lkede buna benzer alanların üzerinde yapılan çalışmalarda ağaçlandırma çalışmalarının önemini ortaya konmuş ve farklı tekniklerin geliştirilmesi sağlanmıştır (Beşkök, 1958; FAO, 1989). Alptekin (2010) tarafından yapılan çalışmada, ağaçlandırılacak alanların iklimsel özelliklerinin alanın ağaçlandırma başarisını etkilediği ortaya çıkmıştır. İklım faktörlerinden sıcaklık ve suyun yetersiz olduğu durumlarda başarisızlıklar meydana gelmektedir. Bunun için  evre faktörleri de dikkate alınarak en iyi uyum gösterebilecek türlerin seçilmesi başarı olasılığını artırmaktadır. Bu alanlarda alanı en iyi temsil edebilecek aynı orijinden tür seçimi yapıldıktan sonra, kaliteli fidanlar belirlenmelidir. Kurak alanlarda yapılacak olan ağaçlandırma çalışmalarında seçilecek kuraklığa dayanıklı türler ile kurak olmayan alanlarda yetişen türler arasında; kök sistemi, yaprak stoma sayısı, dikim derinliği bakımından farklılıklar bulunmaktadır. Bu nedenle hedef alanlara morfolojik ve fizyolojik olarak uyumlu tür seçilimi en önemli konudur.  ner ve ark., (2015) yapmış oldukları çalışmada, ormanların rehabilitasyonunu doğru ve hızlı şekilde gerçekleştirmek için tür seçiminin geniş alanlarda değil de sahaya özgü ekolojik koşulları göz önüne alarak yapılması gerektiğini vurgulamıştır. Ağaçlandırma çalışmalarına söz konusu alanlar erozyona maruz kalabilecek alanlar olduğundan dolayı bu gibi alanların mevcut bitki topluluğu korunmalı (G l ve ark., 2018; Ediş ve ark., 2021) ve alana uyum sağlamış  evre alanlarda bulunan türlerden faydalanılması başarılı olumlu yönde etkileyecek faktörler olarak karşımıza çıkmaktadır.

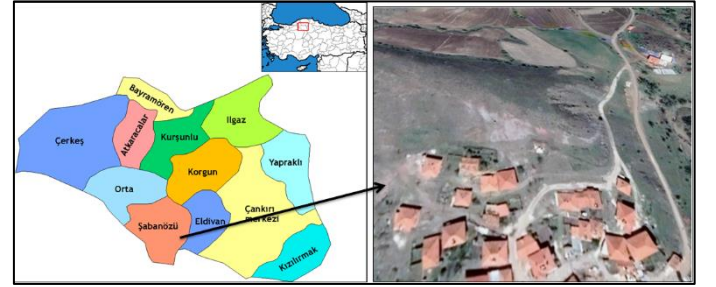
Ekosistemin sürdürülebilir olarak ilerlemesi açısından ağaçlandırma çalışmalarının önemi büyüktür. Bu faaliyetler ekosistemin dengesini bozmadan verimsiz orman alanlarını verimli hale getirerek, uygun tür seçimi ile yöre halkına odun ve odun dışı orman ürünlerinden faydalanma konusunda katkı sağlayabilir (Gezer ve ark., 2002). Ağaçlandırma faaliyetinin asıl amacı odun ihtiyacını karşılama olmayıp üretim (endüstriyel), koruma ve çevreye yarar sağlamayı amaçlar. Orman dışı ağaçlandırmalar, mevcut orman alanlarının genişletilmesi amacıyla orman alanları dışındaki ya hiç orman örtüsü taşımamış veya çok eski tarihlerde orman ile kaplıyken uzun süre çıplak kalmış ve genellikle orman yetiştirmeye elverişli açık alanlarda yapılan ağaçlandırmalar olarak tanımlanır ( zd nmez, 1971). Bir ağaçlandırma sahasında ağaç türü, her şeyden önce sağlanmak istenen faydaya göre belirlenmelidir. Ancak ağaç türü seçiminde; tesis amacı ve ekonomik değer yanında yetişe ortamı özelliklerine de önemle yer vermek gerekmektedir.

Bu kapsamda çalışmanın amacını, İç Anadolu Bölgesindeki tipik yarı kurak iklim özelliğine sahip  ankırı şaban z   aparkayı Köyünde ağaçlandırma yapılmadan önce alanın toprak özelliklerinin incelenerek alana uyum sağlayabilecek ve yetiştirme ortamına uygun türlerin belirlenmesi oluşturmaktadır. Aynı zamanda alanın köye yakın olması nedeniyle köylülere destek olma amaçlı meyvesinden yararlanmalarını sağlayacak türlerin seçilmesine  zen gösterilmiştir. Ayrıca alanın içerisinde kalan dere ve dere yataklarının rehabilite edilmesiyle yöre halkı teşvik ağaçlandırma çalışmalarının arttırılması amaçlanmaktadır. Bu bağlamda, alanda var ise erozyon, dere ışlahı vb. olumsuz koşullar ve bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri dikkate alınarak bitki yetişe ortamı ve ekosistemin sürekli liği bakımından sürdürülebilir orman-toprak yönetim sistemlerinin planlanmasına katkı sağlanacaktır. Çalışmanın diğer bir amacını da alanda yapılacak olan diğer çalışmalarda toprak özellikleri dikkate alınarak planlama ve uygulama yapılmasına olanak sağlanması oluşturmaktadır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Araştırma alanının tanıtımı

Bu  alışma,  ankırı il merkezine 35 km  ankırı ili şaban z  ilçesine 10 km uzaklıkta bulunan Çaparkayı köyünde (İnönü mevkiiinde) yapılmıştır. Çalışma alanı,  ankırı Orman İşletme Müdürlüğü, şaban z  işletme şefliği içerisinde yer alıp 10 ha b y kl ğindedir. Çalışma alanı, ormanlık alanı bulunmayan tamamı köy tüzel kişiliğine ait bir alandır (şekil 1). Çalışma sahasında uzun yıllardır düzensiz ve aşırı hayvan otlatılması nedeniyle yüzey erozyonu meydana gelmiş olup verimli üst toprak tabakası taşınarak sahadan uzaklaşmıştır.



şekil 1. Çalışma alanı yer bulduru haritası

2.2 Toprak analizleri ve toprak işleme

Toprak  rnekleri, Orman Genel Müdürlüğü Ağaçlandırma Tamimine göre 10 ha'lık alanda bir adet, 10 ha ve daha büyük alanlarda her 10 ha için bir adet olacak şekilde toprak profili açılarak yapılmaktadır. Çalışma alanı tepe d zliğ  ve eğimli alanları içerdiğinden dolayı alanı daha iyi temsil etmesi adına bir adet tepe d zliğ nden bir adet eğimli kısımdan olacak şekilde toplamda 2 adet toprak profili açılmıştır. Yapılacak olan ağaçlandırma çalışmasında alana en uygun türü önerebilmek adına profillerden alınan topraklarda fiziksel ve kimyasal toprak analizleri yapılmıştır. Yapılan toprak analizleri;

Toprak Tekstürü: Hidrometre yöntemi ile toprakların % kil, toz (silt) ve kum içerikleri belirlenmiştir.

Toprak Reaksiyonu (pH): 1/5 oranında hazırlanan toprak su karışımından oluşan numuneler cam elektrotlu prob ile ölçülmüştür.

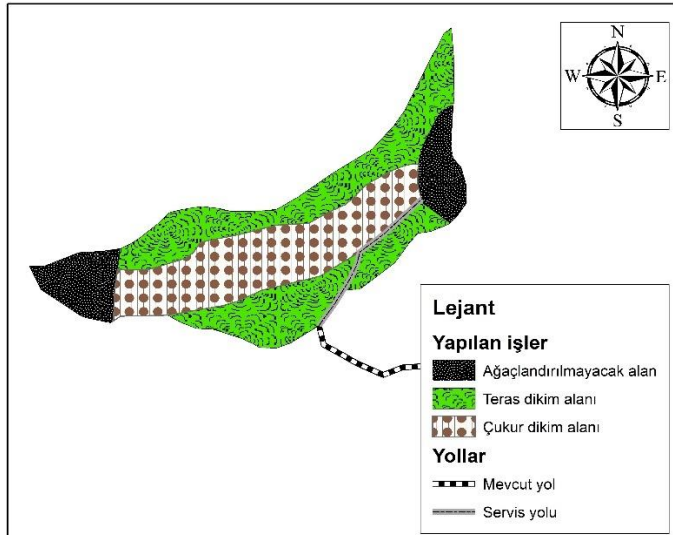
Elektriksel İletkenlik (EC): 1/5 oranında hazırlanan toprak su karışımından oluşan numuneler gerekli cihaz ile ölçülmüştür.

Organik Madde: Wakley-Black yönteminin Jackson 1958, tarafından modifiye şekli ile ölçülmüştür.

Kireç (CaCO₃): Pansu and Gautheyrou (2006) tarafından belirtildiği şekilde Scheibler kalsimetresi ile tayin edilmiştir.

Toprak işleme işi toprak tavındayken yağmurlardan sonra ilkbaharda veya sonbaharda yapılmıştır. Toprağın kuru ve don olduğu zamanlarda toprak sert olduğu için işleme açısından zorluk çıkarmaktadır. Alan %0-40 eğim derecesi aralıklarına girdiğinden ve taşlı olduğundan dolayı ekskavatörle çukur şeklinde toprak işleme yapılmıştır. Alt toprağın işlenmesi; fidan köklerinin daha derine ulaşmasını, bitki besininin maddelerinin alınmasını ve bu sayede bitkinin daha sağlıklı gelişmesini sağlar (Ediş ve ark., 2023).

Ağaçlandırma faaliyetleri kapsamında çalışma alanında tepe düzlüğü olan eğimi az olan yerlere çukurlar eğimli yerlerde ise teraslar açılmıştır. Teraslar çıplak köklü Badem fidanı için 6 m aralıklı, eni 4 m olacak şekilde 630 adet fidan dikecek şekilde açılmıştır. Kuşburnu fidanı için açılacak olan çukur teraslar ise 3x3 m şeklinde derinliği 60-80cm toplamda 1242 adet olacak şekilde açılmıştır. Akasya fidanları servis yolu üzerine 3m mesafelerde 265 adet dikilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Çalışma sahasının teras düzenlemesi

Çalışma sahasında don tehlikesi görülmesinden dolayı türler ilkbaharda dikilmiştir. Ancak fidan etrafını bastırma, taş koyma vb. tedbirler alınarak da sonbahar dikimi de yapılabilir. Burada temel etken donlu ve rüzgârlı günlerde dikim yapılmamasıdır.

Toprak mutlaka tavda olacak şekilde ve vejetasyon dönemi başlamadan Nisan ayında dikim bitirilmiştir. Dikimde aralık mesafeler Ağaçlandırma Genel Müdürlüğü'nün (AGM) 12.10.1994 tarih ve EP-1-7-0/821 sayılı talimatına uygun olacak şekilde hazırlanmıştır.

Alanda bakım çalışmaları tam alanda fidan başarısı elde edilebilmesi için tesis tarihini takiben bir yıl süreli olarak %15 oranında tamamlama çalışmaları (dikim ve ekim) yapılmıştır. Ot alma ve çapalama işlemleri, dikimden sonra vejetasyonun başladığı zamandan son yağışlara kadar otsu bitkilerin tohumlarının olgunlaşıp dökülmesinden önce yapılmıştır (Eşen ve ark., 2012). Ot alma çapa işlemi birinci yıl dikilen fidan etrafında fidan kökünün zarar görmeyeceği şekilde yapılmıştır.

Ağaçlandırma yapılan alanın etrafı dikenli tel çitlerle çevrili olarak koruma altına alınmıştır. Çalışma sahasının korunması Köy Tüzel Kişiliği tarafından yapılmıştır. Dikim zamanından sonra ilk vejetasyon döneminde yöntemine uygun şekilde bakım önlemleri uygulanmıştır. Özellikle kurak ve yarı kurak alanlarda entansif bir kültür bakımına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu alanlarda kültür bakımı tedbirlerinin en önemlisi çapalama ve ot alma işlemleridir. İlkbahar yağışlarından hemen sonra, dikimi takip eden ilk vejetasyon periyodundan itibaren, düzenli bir şekilde çapalama ve ot alma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Çapalama uygulaması yapılırken eğimin %60'a kadar olduğu yerlerde dikilen fidanların arasına makinalı işlem, eğimin %60'ın üzerine çıktığı teraslarda ise insan gücü ile çapa işlemi gerçekleştirilmiştir. Çapa işleminin amacı toprağın yüzeyindeki geçirimsiz tabakayı kırarak suyu toprak içine hapsedmektir. Ot alma uygulamasının amacı ise fidanların besin rekabetini engellemektir.

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışma alanından alınan topraklar fiziksel olarak incelendiğinde orta tekstürlü ve granüler stürktüre sahip olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sahasının genelinde %>50 taşlı bir yapı göstermektedir (Çizelge 3.1). Nadir de olsa yer yer anakayanın açığa çıktığı alanlar gözlemlenmiştir. Genel olarak sahanın drenajının orta olduğu söylenebilir. Çalışma sahasından alınan profiller incelendiğinde sahanın büyük bölümünde toprağın mutlak ve fizyolojik derinliği 40 cm ve 40 cm'den az olarak belirlenmiştir. Bu nedenle ağaçlandırma çalışmaları için derin toprak işleme yapılmıştır.

Çizelge 1. Çalışma alanı tekstür sınıfları

Örnek No	Derinlik (cm)	Bünye (%)			Sınıf
		Kum	Kil	Toz	
Profil 1	0-30	41	39	19	KB
Profil 2	0-30	26	52	22	K
Profil 2	30-60	14	54	32	K

KB: KilliBalçık, K: Kil, B: Balçık, KuK: Kumlu Killi, KuKB: Kumlu Killi Balçık

Çalışma alanına ait diğer bazı toprak özellikleri de Çizelge 2 de yer almaktadır. Çizelge 2'ye göre alanda kireçlilik % 2,23-4,94 arasında olup toprak genel olarak az ve orta kireçli özellik göstermektedir. pH derecesi 6,25-7,40 arasındadır ve hafif alkalik özellik göstermektedir. Organik madde miktarı % 4,79-

7,33 arasındadır ve alan organik madde bakımından zayıftır. Yapılan analizlere göre topraklar tuzsuz özelliğe sahiptir. Bu bulgular, çalışma alanına yakın alanlarda gerçekleştirilen Göl ve ar., (2010)'nın sonuçları ile benzer niteliklere sahiptir.

Çizelge 2. Çalışma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Örnek No	Derinlik (cm)	pH	EC (dS/m)	Tuz (%)	CaCO ₃ (%)	TOM (%)	Azot (%)
P 1	0-30	7,40	0,337	0,01	4,94	7,339	0,367
P 2	0-30	6,25	0,541	0,01	2,23	6,082	0,304
P 2	30-60	7,13	0,153	0,008	2,55	4,799	0,240

Çalışma sahasında toprağın içeriği, drenajı, mutlak ve fizyolojik derinliğinin bulunduğu kısımlarında ağaçlandırmayı kısıtlayıcı yapıda olmadığı ve bu özelliklere uyum sağlayabilecek türlerin olduğu tespit edilerek çalışmalara engel bir durumun olmadığı gözlemlenmiştir. Çalışma sahasında elde edilen analizler ve gözlemsel veriler dahilinde dikilecek olan fidan türleri ve bu fidanları dikmek için açılacak olan teras hesaplamaları yapılmıştır (Çizelge 3)

Çizelge 3. Çalışma alanı teras hesaplaması

İşlem tipi	Tür	Alan (ha)	Teras Uzunluğu (m)	Teras Aralığı (m)	En (m)	Adet
Teras	Badem	15266,7	2519	6	4	630
Çukur	Kuşburnu	11178,5	9	3	3	1242
Servis yolu	Yalancı Akasya	793,9	-	3	-	265

Ağaçlandırma çalışmalarına söz konusu alanlar erozyona maruz kalabilecek alanlar olduğundan dolayı bu alanların mevcut bitki topluluğu korunmalıdır ve alana uyum sağlamış ve çevre alanlarda bulunan türlerden faydalanılması başarıyı olumlu yönde etkilemektedir (Dengiz ve ark., 2010). Bu amaçla alan gezildiğinde kuşburnu, badem ve akasya türlerinin alanda münferit olarak yer aldığı gözlemlenmiştir. Tür seçimleri de bu şekilde belirlenmiştir. Öncelikle alana çalı formunda türler getirilmiş doğal yapı korunarak ağaçlandırma çalışması yapılmıştır. Ağaçlandırma çalışmalarında geniş yapraklı türlerden Beyaz çiçekli yalancı akasya (1+0 çıplak köklü), Badem (1+0 çıplak köklü), Kuşburnu (1+0 çıplak köklü) fidanları kullanılmıştır. Öner ve ark., (2015) tarafından yapılan ağaçlandırma çalışmasında çalışmamıza benzer şekilde alanda daha önceden var olan türler tercih edilmiştir. Yüksek ve ark., (2010)'da yaptıkları çalışmada akasya fidanının toprak taşınmasını önlediğini öngörerek erozyona uğramış benzer yerlerde, toprağı korumak ve toprak özelliklerini iyileştirmek için akasya türünü önermişlerdir. Bu bağlamda çalışma sahasında alanda daha önceden de var olan akasya türü tercih edilmiştir. Fidanlar başarı sağladıktan sonra ise kuruyan ve başarısız olan fidanların yerine kurak ve yarı kurak sahalarda yapılan ağaçlandırma çalışmalarında en çok tercih edilen türlerden Karaçam ve Sedir fidanları ile tamamlama çalışmaları yapılmıştır (Ertekin ve Özel, 2010; Göl ve Yel, 2016; Gülcü ve Çelik, 2016; Yılmaz ve ark., 2007; Tonguç ve Arslantaş, 2019).

4. Sonuç ve öneriler

Yapılacak yatırımların öngörülen yararlarının sağlanabilmesi için uygulamayı yürütecek kişilerin çalışmada planlanan tüm çalışmaları ormancılık tekniğine uygun olarak yapması gerekmektedir. Uygulamaya geçilmeden önce çalışma alanının etütü yapılarak gerekli bilgilerin kaydedilmesi önem arz etmektedir. Çankırı Orman İşletme Müdürlüğü, Şabanözü İşletme Şefliğinin sınırları içerisinde kalan çalışma sahasında, orman rejimine dahil olan yağış akış rejimi bozulmuş derelerin su toplama havzalarındaki, erozyona maruz kalan kısımlarında ve bitki örtüsü tahrip olmuş yamaç arazilerinde şartlar dahilinde orman kurmak, bitki örtüsünü geliştirmek suretiyle ağaçlandırma çalışması yaparak doğal dengeyi yeniden sağlama çalışmaları yapılmıştır. Ana hedef daha önceden var olan türler ile ağaçlandırma çalışmalarının yapılmasıdır. Bu çalışma kapsamında ulaşılmak istenen amaçlar;

- Yüzeysel ve oyuntu erozyonunu asgariye indirmek
- Sahada daha önceden var olan türler seçilerek ağaçlandırma çalışmalarının başarısını artırmak,
- İlgili yerleşim yeri ve yakın çevresinin odun dışı orman ürünlerinden faydalanmasını sağlamaktır. Gerek çalışma alanında yapılan gözlemler, gerekse literatür araştırmaları göz önüne alındığında;
- Çölleşme, kuraklık ve erozyon gibi olgular günümüzün önemli sorunlarını teşkil ettiğinden ağaçlandırma çalışmalarına hız verilmesi,
- Özellikle kurak ve yarı kurak alan ağaçlandırmalarında geleneksel ağaçlandırma çalışmalarına oranla daha fazla deneyim ve teknik bilgi edinilmesi,
- Kurak ve yarı kurak alanlarda doğrudan ağaçlandırma çalışmalarına başlamadan önce yetiştirme ortamı isteklerini iyileştirmek üzere, toprak yapısı dikkate alınarak öncelikle uygun ağaç türlerinin belirlenmesi,
- Yarıkurak alanlarda, fidanların derinlere kök geliştirebilmeleri, toprağın su tutma kapasitesinin ve havalandırma koşullarının iyileştirilmesi, tuz tabakasının kırılmasına olanak sağlayan derin toprak ve yüzeysel toprak işleminin yapılması önerilmektedir.

Kaynaklar

- Alptekin, C.Ü., 2010. Kurak ve yarıkurak alanlarda fidan üretimine genel bir bakış. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 2, 792-803, İstanbul.
- Ayan, S., Sivacıoğlu, A., Öner, Ö., Demircioğlu, N., 2007. Kurak ve yarı kurak alanlarda bitki canlılığını korumada kullanılacak toprak ıslah edici materyaller. Türkiye'de Yarıkurak Bölgelerde Yapılan Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Uygulamalarının Değerlendirilmesi Çalıştayı, Bildiriler Kitabı, 1, 183-190, Nevşehir.
- Ayan, S., Yer, E.N., Gülseven, O., 2017. Türkiye'deki Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) ağaçlandırma sahalarının iklim tipi açısından değerlendirilmesi. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 18(2), 152-161, ISSN:2146-1880, eISSN: 2146-698X.
- Beşkök, T., 1958. Kurak mıntikalarda ağaçlandırma tekniği (fao çeviri). Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Muhtelif Yayınlar Serisi, 6, Ankara.

- Dengiz, O., Gol, C., Sarioglu, F. E., & Edis, S. (2010). Parametric approach to land evaluation for forest plantation: A methodological study using GIS model. *African Journal of Agricultural Research*, 5(12), 1482-1496.
- Ediş, S., Aytaş, İ., Özcan, A. U., 2021. ICONA modeli kullanarak toprak erozyon riskinin değerlendirilmesi: Meşeli (Çubuk/Ankara) Havzası Örneği. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 7(1), 15-22.
- Ediş, S., Timur, Ö. B., Tuttu, G., Aytaş, İ., Göl, C., Özcan, A. U., 2023. Assessing the Impact of Engineering Measures and Vegetation Restoration on Soil Erosion: A Case Study in Osmancık, Türkiye. *Sustainability*, 15(15), 12001.
- Erkan, N., 2022. Doğu Anadolu bölgesi'ndeki sedir ve karaçam ağaçlandırmalarının büyüme ve karbon birikimi açısından uzun dönem sonuçlarının değerlendirilmesi. *Ormancılık araştırma dergisi*, 9(1), 51-69.
- Ertekin, M., Özel, H.B., 2010. Çorum yöresi erozyonla mücadele kapsamında yapılan karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ve sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) ağaçlandırmaları. *Bartın orman fakóltesi dergisi*, 12(18), 77-85, ISSN: 1302-0943, EISSN: 1308- 5875.
- Esen, D., Yıldız, O., Esen, U., Edis, S., Cetintas, C., 2012. Effects of cultural treatments, seedling type and morphological characteristics on survival and growth of wild cherry seedlings in Turkey. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 5(6), 283.
- FAO, 1989. Arid zone forestry, A guide for field technicians, Food and Agriculture 802 Organization of The United Nations, Erişim: [http://www.fao.org/docrep/T0122E/t0122e00.HTM], Erişim tarihi; 10.12.2023.
- Gezer, A., Gülcü, S., Bilir, N., 2002. Isparta göller yöresi sarıçam (*Pinus silvestris* L.) orijin denemeleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakóltesi Dergisi*, A(1), 1-18, ISSN:1302-7085.
- Göl, C., Günlü, A., Ediş, S., Küçükdöngül, A., 2018. Çorum-Osmancık-Emine Deresi ve yan dere havzaları 1990-2014 yılları havza ışlah çalışmalarının arazi kullanım türü/arazi örtüsüne etkileri. *Turkish Journal of Forestry*, 19(2), 149-155.
- Göl, C., Yel, S., 2016. Ağaçlandırma çalışmalarında farklı toprak hazırlığı uygulamalarının fidan gelişimi üzerine etkilerinin değerlendirilmesi. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 17(2), 125-131. 20.
- Göl, C., Yılmaz, H., Ediş, S., 2010. Çankırı Karatekin Üniversitesi, orman fakóltesi araştırma ve uygulama ormanı topraklarının bazı özellikleri ve sınıflandırması. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs 2010. Cilt: III, 941-952.
- Gül, E., Dölarıslan, M., Uluę, K., 2019. Yarı kurak ağaçlandırma alanlarında çölleşme eğiliminin değerlendirilmesi: ÇAKÜ orman fakóltesi, Prof. Dr. Abdülreřit Brohi araştırma ve uygulama ormanı örneği. *Bartın Orman Fakóltesi Dergisi*, 21(2), 506-516, 15 Ağustos.
- Gülcü, S., Çelik, İ., 2016. Kurak ve yarı kurak alan ağaçlandırmalarında değişik makineli arazi hazırlığı yöntemlerinin dikim başarısı üzerine etkileri. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 17(1), 12-19.
- İmal, B., Öner, N., 2008. Yarıkurak bir alan özelliği gösteren Çankırı ilinde uygulanabilecek ağaçlandırma teknikleri. IV. Çankırı Kültürü Bilgi Şöleni, 100.Yıla Doğru Çankırı, 13-15 Kasım, 231-245, Çankırı.
- Jackson, M.L, 1958. *Soil Chemical Analysis*, Pretence Hall Inc Anglewood Cliffs, N.J. USA.
- Öner, N., Ayan, S., Sivacioğlu, A., İmal, B., 2006. Kuraklığın tanımı ve kurak bölgelerin ayırımında kullanılan yöntemler. Türkiye'de Yarıkurak Bölgelerde Yapılan Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Uygulamalarının Değerlendirilmesi Çalıştay, Çalıştay kitapçığı, 1, 261-270.
- Öner, N., Erşahin, S., Ayan, S., Özel, B., 2015. İç Anadolu'da yarı kurak alanların rehabilitasyonu. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 2016, 2, (1-2), 32-44.
- Özdönmez, M., 1971. Türkiye'nin Ağaçlandırma Problemleri Üzerinde Ormancılık Politikası Yönünden Araştırmalar, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakóltesi, Yayın No:178, İstanbul.
- Pansu, M., Gautheyrou, J., 2006. *Handbook of Soil Analysis: Mineralogical, Organic and Inorganic Methods*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Tonguç, F., Arslantaş, M., 2019. Atatürk orman çiftliğinde kızılçam (*Pinus brutia* ten), anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold subsp. *pallasiana*) ve toros sediri (*Cedrus libani*. A. rich) türleriyle yapılan ağaçlandırma çalışmalarının 6 yıllık sonuçlarının irdelenmesi. *Turkish Journal of Forest Science*, 3(2), 159-169.
- Türkeş, M., 1990. Türkiye'de kurak bölgeler ve önemli kurak yıllar. İ.Ü. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Ürgenç, S., 1998. Ağaçlandırma tekniği, yenilenmiş ve genişletilmiş ikinci baskı İ.Ü. OrmanFak. Yayınları, 441, ISBN. 975-404-446-5, İstanbul.
- Yılmaz S., Şimşek, Z., İmal, B., Kondur, Y., 2007. Çankırı (İldivan-küçükhabıbey)'da gerçekleştirilen ağaçlandırma çalışmaları. Türkiye'de Yarıkurak Bölgelerde Yapılan Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Uygulamalarının Değerlendirilmesi Çalıştay, Bildiriler Kitabı, 1, 88-93, Nevşehir.
- Yüksek T., Özalp, M., Yüksek, F., Erdoğan Yüksel, E., 2010. Erozyon kontrol sahalarında kullanılan yalancı akasyanın (*Robinia pseudoacacia* L.) toprak özelliklerine etkisi (Artvin pamukçular havzası örneği). III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 2, 708-715.



Burdur Cumhuriyet meydanı kent mobilyalarının incelenmesi üzerine bir araştırma

Ayşe Tezer¹, Bora Bingöl^{2*}

¹ Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Burdur, Türkiye

² Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Burdur, Türkiye

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 21/12/2023

Kabul Tarihi: 30/12/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1407850>

* Sorumlu yazar:

bbingol@mehmetakif.edu.tr

ÖZ

Kent mobilyaları kentlerin vazgeçilmez aksesuarlarıdır. Kent mobilyaları kentte yaşayan bireyler ve kent için ayrılmaz birer kent elemanlarıdır. Kent mobilyaları kentin kimliği ve kültürel dokusuna bağlı kalarak estetik ve fonksiyonel olmalıdırlar. Kent mobilyalarının tasarımı kaliteli yaşam sağlamalı ve kentin sürdürülebilirliğine katkı sağlamalıdır. Bu çalışmada gözlem ve tespit yöntemi kullanılmıştır. Burdur Cumhuriyet

Meydanı içerisinde yer alan kent mobilyalarının fonksiyonel, ergonomik, güvenli, dayanıklı, evre ile uyumlu, uygun malzemeye sahip, estetik, bakımı kolay ve anlaşılır tasarımlardan oluşup oluşmadıkları açısından değerlendirmesi yapılmıştır. Burdur Cumhuriyet Meydanı'nın kent mobilyaları ile kısmen uyumlu olduğu, donatı elemanlarının işlevsellik ve ergonomik açıdan birkaçının yetersiz olduğu ve bazılarının ise bakım ve onarımlarının yapılmamış olduğu saptanmıştır. Çalışma alanındaki donatılarda uygun malzeme seçimi, kullanıcı ihtiyacına yanıt verebilmeleri ve işlevlerini yerine getirebilmeleri için gerekli bakım ve onarım faaliyetlerinin mutlaka takip edilerek yapılması gerekmektedir.

Araştırma Makalesi

Anahtar Kelimeler: Kent, kentsel mekân, kent mobilyası, meydan

A research on examining urban furnitures in Burdur Cumhuriyet square

ABSTRACT

Urban furniture is indispensable accessories of cities. It is an inseparable urban element for the urban residents and the city. It should be aesthetic and functional by adhering to the identity and cultural texture of the city. Its design should provide the quality of life and contribute the sustainability of the city. In this investigation, the observation and detection method was applied. Urban furniture in Burdur Cumhuriyet Square were evaluated in terms of whether they consist of functional, ergonomic, safe, durable, environmentally compatible, suitable materials, esthetic, easy to maintain and understandable designs. It was found that Burdur Cumhuriyet Square is partially compatible with urban furniture, some of them are not functionally or ergonomically adequate and some of them are not maintained and repaired. In the furniture in the study area, it is required to choose suitable material by following the necessary maintenance and repair activities to respond to the user's needs and to fulfill their functions.

Key Words: City, urban space, urban furniture, square

Bu makaleye atf:

Tezer, A., Bingöl, B., 2023. Burdur cumhuriyet meydanı kent mobilyalarının incelenmesi üzerine bir araştırma. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(2), 200-206.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

1. Giriş

Geniş ölçekte aşırı nüfusun egemen olduğu kentlerin yaşam odağını kentsel mekânlar oluşturmaktadır (Aydın Elmalı, 2018). Sokaklar, avlular, meydanlar, parklar gibi birçok mekânı içinde bulunduran (Aydın Elmalı, 2018) meydanlar bireylerin ihtiyaçları doğrultusunda gelişip çeşitli kültür ve toplumlara göre şeklini alarak çağımıza kadar ulaşmayı sürdürmüştür (Özer ve ark., 2020). Kentsel mekânların önemli unsurlarından olan kent mobilyaları birey ve toplum ilişkilerinde çok önemli bir etkiye sahiptir (Güner, 2015; Özdemir, 2020). Kent kavramı ile kent mobilyaları arasındaki bağlam bireylerin sürekli değişmekte olan dünya hayatı ile bu değişimden kaynaklı ihtiyaçlarından doğmaktadır (Yıldırım ve ark., 2014).

Kent mobilyaları kentte yaşayan bireylerin rekreasyonel alan ihtiyacını gideren ve ayrıca bireylere çeşitli faaliyetler sunan önemli unsurlardır (Kılıç ve Sungurlu, 2021; Karadoğan, 2022). Kent mobilyaları bireylere psikolojik olarak rahatlama sağlayan (Özdemir, 2020), kentsel mekânları canlı kılan ve aynı zamanda güzelleştiren konfor elemanlarıdır. Kaliteli bir yaşam alanı sunan bu konfor elemanları kentin sosyokültürel tarihi dokusu ve sürdürülebilir bir kent kimliği içinde kente dönük estetik ve ekonomik olarak tasarlanmalıdır (Bingöl, 2017; Akpınar Külekçi, 2018; Sağlık ark., 2021).

Kentin önemli değerlerinden olan kent mobilyaları kentsel mekân kullanımında kente etkin bir kimlik kazandırmaktadır. Geçmişten geleceğe ve özellikle sanayi devrimi ile kullanımı oldukça yaygınlaşan kent mobilyaları kentin ayrılmaz bir unsuru haline gelmiştir (Açıkel ve Bakır, 2022).

Bununla birlikte kent mobilyaları kentte yalnızca bireylerin ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla değil, aynı zamanda kent yaşamının daha kolay olması, kenti daha zevkli hale dönüştürme, kente estetik bir boyut kazandıran ve kentin konforlu olabilmesi amacıyla üretilirler (Barışık, 2019). Kent mobilyaları, daha kaliteli ve daha güvenilir kent mekânlarını sunmasının yanında (Karaca ve ark., 2020) kentsel tarihi dokunun da birlikte algılanmasına katkı sağlamaktadır (Güner, 2015).

Bu çalışmanın amacı, Burdur Cumhuriyet Meydanı'nda yer alan kent mobilyalarının envanterini çıkarmak ve ayrıca, özellikleri, kullanım yerleri, kullanım amaçları, kullanım fonksiyonları ve tasarım amaçlarını belirlemektir. Çalışmayla ulaşılan bulgular, ilgili standartlar dikkate alınarak değerlendirilmiş ve ileriye dönük çalışmalar için çözüm önerileri ortaya konmuştur.

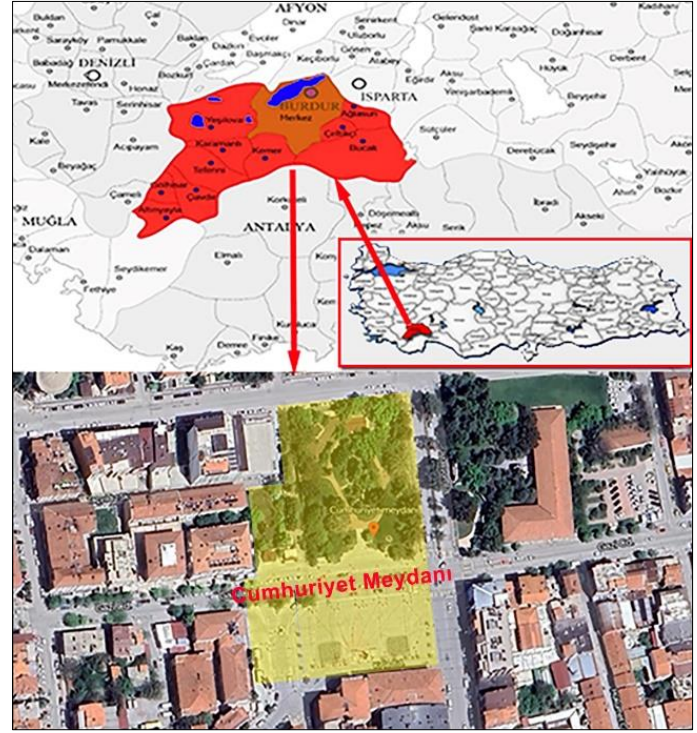
2. Materyal ve Yöntem

2.1 Materyal

Bu çalışmada, araştırma alanı olarak Burdur Cumhuriyet Meydanı seçilmiştir. 2021 yılı itibarıyla Burdur ilinde Merkez İlçe ile beraber 11 ilçe, 15 belediye, 127 mahalle ve 193 köy bulunmaktadır (TÜİK, 2023).

Burdur ili, Akdeniz Bölgesi'nin iç kısmında ve Göller Yöresi adı verilen bölgede, Akdeniz Bölgesi'nden Ege ve Orta Anadolu Bölgeleri'ne geçiş alanında, 29°-24' ve 30°-53' doğu boylamları ile 36°-53' ve 37°-50' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Burdur ilinin güneyinde Antalya, batısında Denizli, güneybatısında Muğla, kuzeyinde Afyonkarahisar ve

kuzeydoğusunda Isparta ili bulunmaktadır ('T.C. Burdur Valiliği', t.y.) (Şekil 1). Burdur ilinin yüzölçümü 7.176 km² ve rakımı 950 m'dir. Burdur'da karasal iklim hüküm sürmekte olup, kış mevsimi sert, yaz mevsimi ise kurak ve sıcak geçmektedir ('Burdur', 2023)



Şekil 1. Burdur Cumhuriyet Meydanı'nın konumu ('Google Maps', n.d.)

Kentin önemli akslarından olan Burdur Cumhuriyet Meydanı doğusunda bulunan Gazi Caddesi, batısında bulunan Atatürk Caddesi, güneybatısında bulunan Kışla Caddesi ve güneyinde yer alan Cumhuriyet Caddesi'nin ortasında bulunmaktadır. Burdur Cumhuriyet Meydanı'nı çevreleyen yapılar; Belediye Hizmet Binası, İl Özel İdaresi Binası ve Valilik Binası'dır. 1935 yılında tesis edilen ve 4 defa yenileme çalışması yapılan meydanın alanı 9.000 metrekare olup, yaklaşık 8,5 ha'dır. Burdur Cumhuriyet Meydanı ilk olarak dairesel formda tasarlanmıştır. Zaman içerisinde dönüşümler yaşayarak eski haline göre daha da küçülerek tasarımı dikdörtgen forma dönüşmüştür (Özer ve ark., 2020).

Burdur Cumhuriyet Meydanı'nın kentin tam merkezinde olması ve geçiş güzergahı olarak kullanılması, ticari alanların ve kamu binalarının meydanla bütünleşmiş olması, meydanın çevre yollarla bağlantısı, turizm potansiyelinin yüksek ve gelişime açık olması, her türlü faaliyetin Burdur Cumhuriyet Meydanı'nda gerçekleştiriliyor olması da meydanın önemli özellikleri arasındadır.

2.2 Yöntem

Bu çalışmada gözlem ve tespit yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında alandaki kent mobilyaları tespit edilmiş, ölçümler yapılmış ve her açıdan fotoğraf alınmıştır.

Burdur Cumhuriyet Meydanı'na ait alan bilgileri "Burdur Belediyesi Fen İşleri Müdürlüğü" resmi kayıtlarından elde edilmiştir. İkinci aşamada ise tespit edilen kent mobilyalarının fonksiyonel, ergonomik, güvenli, dayanıklı, çevre ile uyumlu, uygun malzemeye sahip, estetik, bakımı kolay, orijinal ve anlaşılır tasarımlardan oluşup oluşmadıkları değerlendirilmiştir.

Çalışmada yapılan ölçüm ve tespitler neticesinde meydanın mevcut hali üzerinden kent mobilyalarının bulunduğu yerleri gösteren vaziyet planı Google Earth ve Adobe Photoshop programları kullanılarak hazırlanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1 Oturma grupları

Burdur Cumhuriyet Meydanı'nda kent mobilyaları kapsamında toplam 32 adet oturma elemanı tespit edilmiştir (Çizelge 1). Buna göre, oturma grubu sayısının Burdur Cumhuriyet Meydanı için yetersiz olduğu ve bireylerin ihtiyacını karşılamadığı gözlenmiştir. Bununla birlikte alanda tip olarak; saksılı ahşap oturma bankı, düz bank ve dairesel oturma bankı tercih edilmiştir. Çalışma alanındaki oturma gruplarının yerleşimleri belirtilen ölçütlerle uyumlu, ölçülerinin ise belirtilen ölçütlerle kısmen uyumlu olduğu görülmüştür.

Çizelge 1. Burdur Cumhuriyet Meydanı oturma gruplarının ergonomi özellikleri

Tipi	Ara mesafe (m)	Kapasite (Kişi sayısı)	Adet	Oturma Yeri Yük./Der. (cm)	Oturma Yeri Surt Yüksekliği (cm)
Saksılı Ahşap Oturma Bankı	50-60	8	15	51/48	13
Düz Bank (Şekil 2ç)	50-60	3	13	40/35	34
Dairesel Oturma Bankı (Şekil 2d)	50-60	18	3	49/46	-
Ölçütler	50-60 (Canberra Central Design Manual, 2022)			35,5-44 / 38-42 (Grandjean ve Kroemer, 1997) 37,82-45,46 (+2) / 38,70-43,36 (Kayış ve Özok, 1989) 40,6-43,2 / 39,4-40,6 (Panero ve Zelnik, 1979) 40-48 (+1) / 30-45 (+2) (TSE, TS 7941)	45,7-61,0 (Panero ve Zelnik, 1979)

Burdur Cumhuriyet Meydanı'nda yer alan oturma gruplarının bireylerin kullanım alanının yoğun olduğu yerlerde konumlandırılması oturma gruplarının avantajları, ölçülerinin ergonomik ve tasarımlarının estetik olmaması ise dezavantajları arasında yer almaktadır. Genel olarak meydana yer alan oturma gruplarının farklı form ve tasarım özellikleri ise birlik ve bütünlükten uzak olmalarını ve birbiri ile uyumsuz olmalarına neden olmuştur. Oturma gruplarında kullanılan malzemelerin gerekli bakımlarının yapılmadığı ve yıpranmış olmaları da diğer tespitler arasındadır.

Saksılı oturma gruplarında ise bitkilerin kullanımı için tasarımda yeterli detayın düşünülmediği tespit edilmiştir. Bununla birlikte oturma grubunda yer alan saksılarda kullanılan bitkilerin seçiminde tür, renk ve uyum sorunu olduğu gözlemlenmiş ve bunun sonucunda bitki tür seçiminin peyzaj kriterleri açısından yeteri kadar önemsenmediği ve ayrıca kullanılan bitkilerin bakımının da yapılmadığı saptanmıştır (Şekil 2a-c). Bütüner Çetin ve ark. (2023) tarafından meydanlarda çok farklı bitki türünün bir arada kullanılmasının meydanları daha zengin ve algılanabilir kıldığı vurgulanmaktadır.



Şekil 2. Burdur Cumhuriyet Meydanı'nda uyumsuz (a, b, c, d) ve bakımsız (b, ç) oturma grupları

3.2. Çöp kutuları

Burdur Cumhuriyet Meydanı'nda kent mobilyaları kapsamında toplam 25 adet çöp kutusu elemanı tespit edilmiştir. Meydanda yer alan çöp kutularının genel olarak aydınlatma elemanlarının önünde kullanılması ise algılanabilirlik açısından dikkat çekici olmuştur. Meydan içerisinde çöp kutularının genel olarak oturma grupları yakınında, insanların yürüyüş yolu güzergahında konumlandırıldığı ve alanın genelinde ise sokak ve blok başları ile kullanımın yoğun olduğu yerlerde buldukları belirlenmiştir. Yine meydanadaki çöp kutularının farklı form ve ölçülerde kullanıldığı görülmüş ve alan genelinde bir bütünlük oluşturmadıkları tespit edilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Burdur Cumhuriyet Meydanı'nda uyumlu ve estetik (a ve c), uyumsuz ve bakımsız (b) çöp kutuları

Ayrıca, çöp kutularının tasarımlarının gelişigüzel olması nedeniyle kentin kimliğini de yansıtmadığı saptanmıştır.

3.3. Aydınlatma elemanları

Burdur Cumhuriyet Meydanı'nda 48 adet aydınlatma elemanı tespit edilmiştir (Çizelge 2). Aydınlatma elemanlarının konumlandırılmaları kullanıcıların görsel erişimini sağlayabilir nitelikte olmalı ve oluşturduğu aydınlık yeterli olmalıdır (Akın ve Demir, 2021; Kahvecioğlu ve Sağlık, 2023). Burdur Cumhuriyet Meydanı'nda aydınlatma elemanları incelendiğinde ise, görsel erişimi sağlar nitelikte ve aydınlatma düzeyinin ise yeterli olduğu görülmüştür. Burdur Cumhuriyet Meydanı'nda aydınlatma elemanları yayaların yoğun bulunduğu yerlerde konumlandırılmış, yol tipi ve çevre mimarisi ile bütünleştirilmiştir.

Burdur Cumhuriyet Meydanı'nda dört tip aydınlatma elemanı tercih edilmiştir. Bunlar; klasik ledli aydınlatma armatürü, gloplu aydınlatma armatürü, modern ledli aydınlatma armatürü ve farklı yüksekliklere sahip ledli sokak armatürüdür. Burdur Cumhuriyet Meydanı'nda yapılan incelemeler ile meydan içerisinde yer alan (Çizelge 2; Şekil 4a-c) aydınlatma armatürleri yükseklikleri bakımından standartları karşılamaktadır.

Çizelge 2. Burdur Cumhuriyet Meydanı aydınlatma elemanları ergonomi özellikleri

Tipi	Yükseklik (m)	Sayısı (Adet)	Konumu
Klasik Ledli Aydınlatma Armatür (Sekil 4a-b-c)	3,5	9	Meydan
Gloplu Armatür (Şekil 4ç)	3	21	Yaya Yolu
Modern Ledli Armatür (Şekil 4 d)	2,5	8	Yaya Yolu
Farklı Yükseklikli Ledli Sokak Armatür (Şekil 4e)	7,5	10	Cadde

Atatürk caddesi güzergahında yaya yolunda bulunan (Çizelge 2; Şekil 4ç-e) armatürler ise ergonomi özellikleri bakımından yükseklik değerleri standartlarını karşılar niteliktedir.

Burdur Cumhuriyet Meydanı'nda yer alan aydınlatma elemanlarından birkaçının özgün bir tasarıma sahip olduğu görülmüştür. Aydınlatma elemanlarında kullanılan ay yıldız sembolüyle Cumhuriyet Meydanı isminin vurgulandığı ve meydanın ismiyle bütünleştiği tespit edilmiştir (Şekil 4 a-c).

Aydınlatma elemanı görsel açıdan erişimi sağlayacak, en uygun aydınlık düzeyi ve konuma sahip olmalıdır (Akpınar Külekçi, 2018). Bu bilgilerden yola çıkılarak alanda genel olarak aydınlatma elemanları kısmi bütünlük sağlamaktadır. Bunun yanında aydınlatma elemanları uygun aydınlık düzeyi ayrıca görsel açıdan erişimi de sağlamaktadır. Çalışma alanında dört tip aydınlatma elemanının kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu durum alanın çevre ile uyumsuz bir şekilde algılanmasını sağlamaktadır (Şekil 4 a-ç-d-e). Burdur Cumhuriyet Meydanı'nın simgesi olan Atatürk Heykelini vurgulamak için kullanılan bir aydınlatma elemanın olmayışı da aydınlatma elemanlarının hem işlevsellik görevini yerine getirmemesine hem de çekici olmamasına neden olmaktadır.



Şekil 4. Burdur Cumhuriyet Meydanı'nda aydınlatma elemanlarının doğru (a, b, c, e) ve yanlış (ç, d) konumları

3.4 Sanatsal objeler

Burdur Cumhuriyet Meydanı'nın odak noktasını Atatürk Anıtı oluşturmaktadır (Şekil 5). Zaman zaman mekân içerisinde simgesel ve kent kimliğini etkileyici anlamlar taşıyan heykeller çoğu zaman kompozisyon tamamlayan elemanlar olarak görev almalıdır (Öztürk, 2005; Karaca ve ark., 2020). Burdur Cumhuriyet Meydanı'nda yer alan Atatürk Anıtı Cumhuriyet Meydanı isminin simgesel göstergesi olarak kent kimliği açısından etkileyici anlamlar taşımaktadır. Ancak, yetersiz peyzaj düzenlemesi ve Atatürk Anıtı'nı vurgulayıcı tasarımların olmaması nedeniyle Atatürk Anıtı kentin odak noktası olmaktan çıkmıştır. Ayrıca, heykel çevresinde yeterince aydınlatma elemanının olmaması da başka bir eksikliklerdir. Bunun yanı sıra, arka planda yer alan binaların eski olması ve herhangi bir restorasyon çalışmasının yapılmaması da Atatürk Anıtı'nın vurgulanmasını engellemektedir.



Şekil 5. Burdur Cumhuriyet Meydanı'nda yer alan Atatürk Anıtı

3.5 İşaret ve bilgi levhaları

Burdur Cumhuriyet Meydanında yer alan bilgilendirme panoları incelendiğinde yeni oldukları tespit edilmiştir (Şekil 6). Yönlendirme ve bilgi iletişim levhaları için genel ölçüler sağlanmalı ve bu donatı elemanları mekânda görsel erişime uygun olacak şekilde konumlandırılmalıdır. Tabelalar için kullanılan direklerin şehir estetiğini bozmasına dikkat edilmelidir (Alpagut, 2005; Akpınar Külekçi, 2018).

Çalışma alanında yer alan reklam panoları ilgi çekici olmalarının yanında estetik olmalarıyla da dikkat çekmektedir. Meydandaki reklam panolarının görsel erişimi engelleyecek şekilde olmadıkları tespit edilmiştir. Yine meydandaki reklam panoları için kullanılan direklerin şehir estetiği ile uyumlu oldukları saptanmıştır.



Şekil 6. Burdur Cumhuriyet Meydanı'nda yer alan reklam panoları

3.6 Sınırlandırıcılar

Yaya mekânlarına yerleştirilecek engelleyiciler tekerlekli sandalyelerin aralarından rahatça geçebileceği şekilde yerleştirilmelidirler. Hem görsel hem de fiziksel açıdan sağlam olmalıdırlar. Monte edildikleri zemine de son derece sağlam şekilde monte edilmelidirler. Sınırlayıcılar alçak ve geniş biçimde tasarlanarak yayaların oturmasına uygun konumlandırılabilirler (Durmuş, 2008; Güner, 2015).

Burdur Cumhuriyet Meydanı'nda yer alan sınırlayıcılar hem görsel hem de fiziksel açıdan sağlam ve monte edildiği zemine sağlam oturtulmuştur. Meydan içerisinde bulunan sınırlayıcıların kent dokusuyla uyumlu olmasının yanında, kullanılan malzemelerin yeni olması estetiklik sağlamıştır (Şekil 7a-b). Yine Atatürk Anıtı arkasında konumlandırılan sınırlayıcıların oldukça eski olduğu fakat tekerlekli sandalyelerin aralarında rahatça geçebileceği şekilde tasarlandığı belirlenmiştir (Şekil 7c).



Şekil 7. Burdur Cumhuriyet Meydanı'nda yer alan yeni (a), (b) ve eski (c) sınırlayıcılar

3.7 Zemin döşemeleri

Burdur Cumhuriyet Meydanı'nda farklı tipte zemin malzemeleri kullanılmıştır. Meydan alanının geneli için ise tek tip zemin döşemesi seçilmiştir (Şekil 8).

Çalışma alanında zemin döşemesinin bir kısmı bozulmuş ve uygun malzemeye sahip değildir. Özellikle engelli bireyler için tasarlanmış hissedilebilir yüzeylerde bağlantı kopuklukları ve malzeme bozulmaları tespit edilmiştir. Zemin kaplama malzemeleri takılma riski yaratmayan, kaygan bir yapıya sahip olmayan ve ışığı yansıtmayan nitelikte olmalıdır. Alan incelendiğinde herhangi bir takılma riski bulunmadığı tespit

edilmiştir. Bunun yanında meydan alanında kullanılan plak taş döşeme alanda silik bir izlenim bırakmaktadır. Bu durum kent mobilyaları bağlamında Burdur Cumhuriyet Meydanı'nın dezavantajları arasına girmekte ve meydanın vurgulanmasını engellemektedir.



Şekil 8. Burdur Cumhuriyet Meydanı'nda yer alan zemin döşemesi

3.8 Su öğeleri

Kentsel mekânda su öğelerinin tasarımında bazı ilkelere dikkat etmek gerekmektedir. Su öğeleri yerleştirildikleri alanın peyzajı ile bütünlük sağlayacak şekilde, peyzajın önemli bir unsuru olarak mekânın ruhuna ve dokusuna uygun şekilde tasarlanmalıdır (Güner, 2015).

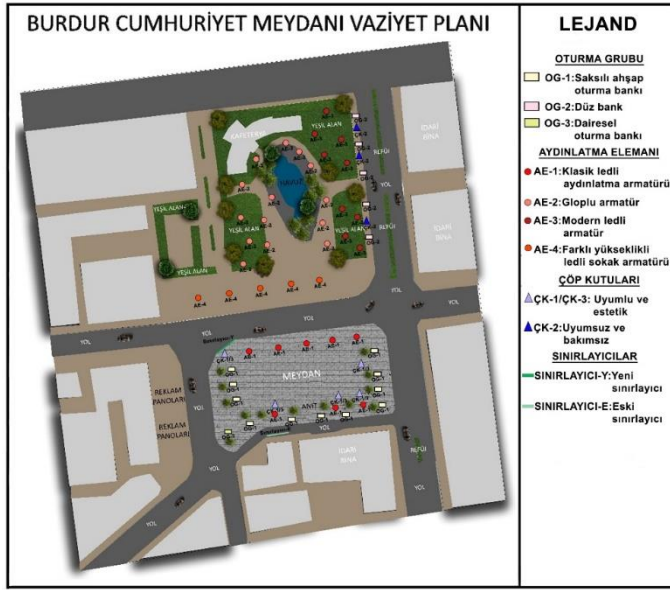
Burdur Cumhuriyet Parkı'nda yer alan havuz, peyzaj süslemeleri ile vurgulanmaya çalışılmıştır (Şekil 9). Estetik bir görünüm vermeye çalışılan havuz bir süs havuzu niteliğinde olup, etrafı taşlarla süslenmiştir. Ayrıca, havuzun yerleştirildiği alanın peyzajı ile çevresinin uyumlu olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 9. Burdur Cumhuriyet Meydanı'nda yer alan havuz

3.9 Vaziyet planı

Burdur Cumhuriyet Meydanı'nın da tespit edilen oturma grupları, aydınlatma elemanları, çöp kutuları ve sınırlayıcılar meydanın mevcut hali üzerinden buldukları yerleri gösteren vaziyet planı hazırlanarak Şekil 10'da sunulmuştur.



Şekil 10. Burdur Cumhuriyet Meydanı vaziyet planı

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada Burdur Cumhuriyet Meydanı'nda yer alan kent mobilyaları çeşitli standartlar ve özellikler ile incelenmiş ve inceleme sonucunda kent mobilyalarının kentin kimliğini yeterli düzeyde yansıtmadığı ve bazı standartları karşılamadığı ortaya çıkmıştır.

Burdur Cumhuriyet Meydanı'nda yer alan kent mobilyaları incelendiğinde alanda bulunan oturma gruplarının antropometrik ölçülere uygun uyumlu ve estetik bir tasarıma sahip olmasının alana bütünlük katacağı fikrine ulaşılmıştır. Oturma gruplarında ergonomik ölçülere göre seçim yapılması kullanıcı konforu açısından önemlidir. Alanda kullanılan çöp kutularının ise aynı form ve ölçülerde kullanılması alan ile uyumlu olmalarını sağlayacaktır. Kullanılan aydınlatma elemanları ise daha estetik armatürleri ile değiştirilerek yeniden konumlandırılmalı ve bunun için tekrar projelendirilmelidir. Alan içerisindeki Atatürk Anıtı ile eksikliklerinin giderilebilmesi için de örnek çalışmalar incelenerek alanın yeniden düzenlenmesi gerekmektedir. Meydan zemininde kullanılan yer döşemelerinin ise meydan niteliğini vurgulayacak farklı malzemelerin kombinasyonu ile oluşturulması gerektiği sonucuna varılmıştır. Sınırlayıcılar için özellikle engelsiz yaşam için farklı tasarımlar düşünülmelidir. Bütün kent mobilyalarının dışında, reklam panoları bireylerin konforu düşünülerek tasarlanmış normal standartlardadır.

Kent mobilyaları her yaşta bireyin ihtiyacını karşılayarak kent atmosferini yansıtacak şekilde tasarlanmalıdır. Böylece, kendilerini hedef kitlesi olan insanlara daha profesyonel şekilde sunabileceklerdir.

Burdur Cumhuriyet Meydanı'nda yer alan kent mobilyalarının genel olarak uyumsuz ve bakımsız olmaları karmaşıklık yaratmış, bu durum meydanın bütünlüğünü bozmuş ve tasarımın bir bütün halinde algılanmasını engellemiştir. Sonuç olarak, kentin odak noktası olan Burdur Cumhuriyet Meydanı'nda kent mobilyalarının tasarımının kentin tarihi, kimliği ve kültürünü yansıtmaması gerektiği kesinlikle unutulmamalıdır.

Kaynaklar

- Açıkel, M., Bakır, İ., 2022. Kentsel oturma elemanı tasarımlarının pandemi koşulları bağlamında değerlendirilmesi: Kent mobilyaları tasarım yarışmaları örneği. *Kent Akademisi Dergisi*, 15(3), 1166-1189.
- Akın, Ö., Demir, M., 2021. Karamürsel ilçesi (Kocaeli) kıyı bandı rekreasyonel alanlarında kentsel donatı elemanlarının ergonomi kriterleri yönünden değerlendirilmesi. *Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Dergisi*, 6(1), 268-287.
- Akpınar Küleççi, E., 2018. Kent donatı elemanlarında özgün tasarımların peyzaj ergonomisi yaklaşımıyla irdelenmesi. *Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Dergisi*, 3(2), 89-109.
- Alpagut, Z., 2005. Kamu mekanlarında kent mobilyalarından bilgilendirme, yönlendirme ve işaretlendirme elemanlarının irdelenmesi: Taksim örneği. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Anonim, 2008. İş Etüdü Yönetim Bilgisi İş Etüdünün Temelleri. Milli Prodüktive Merkezi Yayınları, (1), 125-127.
- Aydın Elmalı, S., 2018. Kent mobilyasının gelişim süreçleri ve Türkiye ölçeğinde tasarımlarının incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi, İstanbul.
- Barışık, A., 2019. Isparta yöresi pomza agregası ve mermer tozu kullanılarak kent mobilyası üretilebilirliğinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Bingöl, B., 2017. Kent mobilyalarının kentsel mekanlarda kent kimliği ile ilişkilendirilmesi: Isparta Kaymakkapı Meydanı örneği. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 6(3), 193-202.
- Burdur. 2023. Vikipedi. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Burdur> (erişim: 10.15.2023).
- Bütüner Çetin, H., Yücedağ, C., Çiçek, N., 2023. Investigation of woody plant material in squares: Case of Antalya, Türkiye. 3rd International Architectural Sciences and Applications Symposium, The University of Naples Federico II, Napoli, 1159-1169.
- Canberra Central Design Manual, 2022. DS19-Street and park furniture and barbecues, design standards for urban infrastructure, urban standards services. http://www.tams.act.gov.au/data/assets/pdf_file/0007/396880/ds19_bbq.pdf (accessed 22.10.2023).
- Durmuş, Ç., 2008. İstanbul kent mobilyaları üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Google Maps. n.d. Google Maps. <https://www.google.com/maps/place/Cumhuriyet+meydan%C4%B1/@37.7184058,30.2811324,298m/data=!3m1!1e3!4m6!3m5!1s0x14c42c24f5c2695d:0x1d95d8144b6fe4c2!8m2!3d37.7184813!4d30.2818587!16s%2Fg%2F11c1qr1g3c?entry=tту> (accessed 25.10.2023).
- Grandjean, E., Kroemer, K.H.E., 1997. Fitting the Task to the Human, Fifth Edition: A Textbook Of Occupational. UK Taylor & Francis Inc, London.
- Güner, E., 2015. Kent kimliği ilişkisi bağlamında kent mobilyaları Sultanahmet Meydanı örneği. Yüksek Lisans Tezi, Arel Üniversitesi Fen Bilimleri, İstanbul.
- Kahvecioğlu, C., Sağlık, A., 2023. Çanakkale il merkezi kıyı kordonunun kentsel donatı elemanlarının ergonomi kriterleri yönünden değerlendirilmesi. *Journal of Social, Humanities and Administrative Sciences*, 9(61), 2402-2416.

- Karaca, O., Bolkaner, M.K., İnançoğlu, S., Asilsoy, B., 2020. Kent mobilyası üzerine bir alışma: Yakın Doğu Üniversitesi kampüsü. *Yakın Mimarlık Dergisi*, 4(1), 34-45.
- Karadoğan, K., 2022. Kent mobilyası örneği: öp kutuları ve tasarımları. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Kayış, B., Özok, F., 1989. Türk Erkek Toplumunun Antropometrik Ölçülerinin Belirlenmesi. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, Rapor No: a 71.
- Kılıç, M., Sungurlu, A., 2021. Sürdürülebilir kent mobilyaları. *Online Journal of Art and Design*, 9(2), 276-286.
- Özdemir, B., 2020. Akıllı kent mobilyası kullanımı ve konumlandırılmasının önemi: Yenikapı ve Üsküdar Aktarma Merkezleri örneği. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Özer, E., Kaya, L.G., Yücedağ, C., 2020. Meydanların Kentsel Tasarımındaki Yeri: Burdur Cumhuriyet Meydanı ve Yakın Çevresi Örneği. *Mimarlık, Planlama ve Tasarım Alanında Akademik Araştırmalar*. Duvar Yayınevi, 109-134.
- Öztürk Kurtaslan, B., 2005. Açık alanlarda heykel-çevre ilişkisi ve tasarımı. *Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18(1), 193-222.
- Panero J., Zelnik M., 1979. Human Dimension and Interior Space, A source Book of Design Reference Standarts. The architectural Press Ltd., London.
- Sağlık, A., Kartal, F., şenkuş, D., Özcan, .B., 2021. Kent kimliğinde peyzaj donatı elemanlarının önemi Çanakkale arşı Caddesi örneği. *Journal of Architectural Sciences and Application*, 6(1), 125-140.
- T.C. Burdur Valiliği. t.y. Coğrafi Yapı. <http://burdur.gov.tr/cografi-yapi> (erişim: 20.11.2023).
- TS –7941 / şubat 1990, Oturma Bankları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TÜİK, 2023. TÜİK Raporları. https://www.tuik.gov.tr/indir/duyuru/favori_raporlar.xlsx (erişim: 20.11.2023).
- Uzun, G., 2002. Peyzaj Konstrüksiyonu II. ukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Genel Yayın No: 137, Ders Kitapları Yayın No: A-42, (296) Adana.
- Yıldırım, C., Erdoğan, R., Oktay, H.E., 2014. Antalya kenti parklarındaki donatı elemanlarının değerlendirilmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(1), 13-20.

