



ANADOLU ORMAN ARAŞTIRMALARI DERGİSİ

ANATOLIAN JOURNAL OF
FOREST RESEARCH

ISSN 1309-856X

EISSN 2564-7660



Cilt 9 No:1 Haziran 2023

Vol: 9 Issue: 1 June 2023



Foto: Nurgül KARLIOĞLU KILIÇ

Mert Gölü Longoz Ormanları: İğneada, Demirköy-Kırklareli.



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: 1 Haziran 2023

Vol: 9 Issue: 1 June 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: 1 Haziran 2023

Vol: 9 Issue: 1 June 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 BİR BEN	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

<ul style="list-style-type: none">Farklı yaş sınıfı dağılımına sahip kızılçam ormanlarında odun üretimi ve karbon birikimi fonksiyonlarının doğrusal programlama tekniği ile optimizasyonu<i>Optimization of wood production and carbon sequestration functions in Turkish red pine forests with different age-classes distribution with linear programming technique</i>	1
<p>Yusuf Derelli, Sedat Keleş</p> <ul style="list-style-type: none">Bölmeden çıkarma çalışmalarında Tajfun MOZ 500 GR mobil hava hattının verimliliğinin incelenmesi<i>Investigation of the productivity of the Tajfun MOZ 500 GR mobile skyline yarder in Harvesting operations</i>	14
<p>Rahmi Yılmaz, Mustafa Acar, Tolga Öztürk</p> <ul style="list-style-type: none">Mert Gölü Longoz ormanlarının 2017-2022 yılları arasındaki güncel polen dağılımının belirlenmesi (İğneada, Kırklareli, Türkiye)<i>Determination of modern pollen distribution of Lake Mert Longoz forests between 2017-2022 (İğneada, Kırklareli, Turkey)</i>	21
<p>Rüya Yılmaz Dağdeviren, Nurgül Karlıoğlu Kılıç</p> <ul style="list-style-type: none">Orman ağaçlarında depolanan karbon miktarının konumsal ve zamansal değişiminin analiz edilmesi: Alara planlama birimi örneği<i>Spatial and temporal analysis of the amount of carbon stored in forest trees: A case study in Alara forest planning unit</i>	28
<p>Yusuf Yaman, Sedat Keleş</p> <ul style="list-style-type: none">Değirmendere havzası (Trabzon) pseudomaki vejetasyonu alanı florası<i>Flora of pseudomaquis vegetation area of Değirmendere watershed (Trabzon)</i>	42
<p>Nagihan Seki, Salih Terzioğlu</p> <ul style="list-style-type: none">Anadolu Karaçamı tüplü fidanlarında gelişim evreleri ve bazı fidan özellikleri<i>Growth stages and some characteristics of containerized Anatolian black pine seedlings</i>	58
<p>Sezgin Ayan, Fatma Çelen, Orhan Gülseven</p> <ul style="list-style-type: none"><i>Ooencyrtus pityocampae</i> (Mercet) (Hymenoptera: Encyrtidae)'nın <i>Graphosoma lineatum</i> (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) yumurtalarındaki etkinliği ve parazitlenme süresinin etkisi<i>Effect of parasitization duration and efficiency of Ooencyrtus pityocampae (Mercet) (Hymenoptera: Encyrtidae) on Graphosoma lineatum (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) eggs</i>	70
<p>Nagham Nooruldeen Saab, Ziya Şimşek, Yalçın Kondur</p>	



İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Araştırma Makalesi / Research Article

<ul style="list-style-type: none">• Kentsel alanlarda büyük boyutlu ağaçların taşınması (İstanbul Çengelköy örneği)• <i>Transportation of large trees in urban areas (Istanbul Cengelkoy example)</i> Tolga Öztürk, Esra Şentürk, Necmettin Şentürk	81
<ul style="list-style-type: none">• Synthesis and characterization of naphthalene-sulfonate hybrid structures and their effects on abiotic stress indicators in maize• <i>Naftalin-sülfonat hibrit yapılarının sentezi, karakterizasyonu ve mısırdaki abiyotik stres göstergelerine etkileri</i> Fuat Yetişsin, Adem Korkmaz	89
<ul style="list-style-type: none">• Orman yangınlarına ilk müdahale ekiplerinin yerleşim planlaması: Aliağa-İzmir örneği• <i>Location planning of forest wildfire initial attack teams: A case study of Aliağa-İzmir</i> Burak Ercan, Salih Özdilim, Mualla Gonca Avcı	96
<ul style="list-style-type: none">• Kirazpınar kayın ormanlarının 2014-2017 yılları arasındaki güncel polen dağılımının incelenmesi (Kırklareli, Türkiye)• <i>Investigation of modern pollen distribution of Kirazpınar beech forests between 2014 and 2017 (Kırklareli, Türkiye)</i> Nurgül Karloğlu Kılıç, Rüya Yılmaz Dağdeviren, Elif Ayşe Yıldırım	104
<ul style="list-style-type: none">• A study on the empirical parceling planning of 2B lands that have lost their forest characteristics• <i>Orman vasfını yitirmiş 2B arazilerin ampirik yöntemle parselasyon planlanması üzerine bir araştırma</i> Selim Taşkaya	111
<ul style="list-style-type: none">• Uşak kent merkezinde yılın sıcak döneminde termal konfor koşullarının mekânsal dağılışının belirlenmesi ve gelecek projeksiyonları• <i>Determination of the spatial distribution of thermal comfort conditions in Uşak city center during the hot period of the year and future projections</i> Ahmet Erkan Metin	123
<ul style="list-style-type: none">• Kurutma ve iklimlendirme parametrelerinin ahşap malzeme ve ahşap konstrüksiyon uygulamasına etkilerinin araştırılması• <i>Investigation of the effects of drying and air conditioning parameters on wood material and wooden construction application</i> Mustafa Altıok, Musa Atar, Mustafa Aktaş, İhsan Küreli, H.İsmail Kesik, Ramazan Bülbül, Hilal Ulaşan	132



İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Derleme / Review

- Pazarı olmayan orman ekosistem hizmetlerinin ekonomik değerinin belirlenmesi
• *Determining the economic value of non-market forest ecosystem services* 141
Şeyma Yetiş Pehlivan
- Polonya/Türkiye ormanları ve ormancılığının kapsam ve uygulama açısından karşılaştırılması
• *Poland/Turkey forests and comparison of forestry within content and application* 149
Selda Gedik, Özden Görücü, Sultan Bekiroğlu Öztürk, Ömer Eker, Yıldız Güneş

Araştırma Makalesi / Research Article

- Bolu Gölçük'teki doğal ve egzotik sucul bitki türleri için risk yönetimi planı
• *Risk management plan for natural and exotic aquatic plant species in Bolu Gölçük* 171
Necmi Aksoy, Neval Güneş Özkan, Nihan Koçer, Haldun Müderrisoğlu, Engin Eroğlu



Farklı yaş sınıfı dağılımına sahip kızılçam ormanlarında odun üretimi ve karbon birikimi fonksiyonlarının doğrusal programlama tekniği ile optimizasyonu

Yusuf Derelli¹, Sedat Keleş^{2*}

¹ Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği ABD, 18200, Çankırı

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

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 22/02/2023

Kabul Tarihi: 24/03/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1254973>

* Sorumlu yazar:

sedatkeles@karatekin.edu.tr

ÖZ

Çalışmanın temel amacı, farklı yaş sınıfı dağılımlarına sahip kızılçam ormanlarının odun üretimi ve karbon birikimi fonksiyonlarını birlikte ele alan optimizasyon modellerinin geliştirilmesidir. Bu kapsamda öncelikle, farklı yaş sınıfı dağılımlarına sahip hipotetik kızılçam ormanları oluşturulmuştur. Daha sonra, odun üretimi ve karbon birikimi değerleri sayısallaştırılarak, uzun dönem için çok amaçlı orman amenajmanı planlama modellemesi yapılmıştır. Planlama modellerine karbon birikimi fonksiyonun dahil edilmesinin, planlama süresi sonunda ilgili ormandan elde edilecek toplam net bugünkü değer üzerine olan katkıları ortaya konulmuştur. Çok amaçlı orman amenajmanı planlama problemi, doğrusal programlama tekniğine dayalı olarak modellenmiştir. Planlama süresi 100 yıl ve planlama periyodu 10 yıl olarak alınmıştır. Farklı özelliklere sahip planlama senaryolarının çözümü sonucunda, ormanların sunmuş olduğu iki önemli fonksiyon olan odun üretimi ve karbon birikimi üzerinde, aktüel orman kuruluşlarının önemli etkiye sahip olduğu görölmüştür.

Araştırma Makalesi

Anahtar Kelimeler: İklim değişikliği, modelleme, net bugünkü değer, orman amenajmanı, sürdürülebilirlik

Optimization of wood production and carbon sequestration functions in Turkish red pine forests with different age-classes distribution with linear programming technique

ABSTRACT

The main purpose of the study is to develop optimization models that deal with the wood production and carbon sequestration functions of Turkish red pine forests with different age-classes distribution. In this context, first of all, hypothetical red pine forests with different forest structures created. Then, wood production and carbon sequestration values were quantified and multi-purpose forest management planning modeling for the long term was made. The contribution of the inclusion of the carbon sequestration value to the planning models on the total net present value to be obtained from the relevant forest at the end of the planning period has been revealed. The multi-purpose forest management planning problem is modeled based on the linear programming technique. The planning horizon is taken as 100 years and the planning period as 10 years. As a result of the solution of planning scenarios with different characteristics, it has been seen that the current forest ecosystem structures have a significant effect on wood production and carbon sequestration which are two important values provided by forests.

Key Words: Climate change, modeling, net present value, forest management, sustainability

Bu makaleye atf:

Derelli, Y., Keleş, S., 2023. Farklı yaş sınıfı dağılımına sahip kızılçam ormanlarında odun üretimi ve karbon birikimi fonksiyonlarının doğrusal programlama tekniği ile optimizasyonu. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(1), 1-13.



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

1. Giriş

Orman ekosistemleri sürdürülebilir bir şekilde planlanıp işletildiği takdirde topluma ve çevreye, kaliteli ve sürekli su üretimi, toprak koruma, biyolojik çeşitlilik koruma, farklı kalite ve çaplarda odun üretimi, değişik odun dışı orman ürünleri sağlama, estetik ve rekreasyon gibi ekolojik, ekonomik ve sosyo-kültürel fonksiyonlar sunmaktadır. Diğer taraftan, orman ekosistemlerinin sunmuş olduğu tüm fonksiyonların miktar ve kalitesi üzerinde, orman ekosisteminin mevcut yapı ve kuruluşu önemli derecede etkiye sahiptir (Keleş ve Başkent, 2007; Başkent ve ark., 2008; Keleş ve ark., 2018).

Orman ekosistemleri, atmosferde yer alan CO₂'nin büyük bir bölümünü fotosentez yoluyla biyokütlelerinde absorbe etmekte ve böylece atmosferdeki sera gazlarının azaltılmasına büyük katkılar sağlamaktadır (Cacho et al., 2003). Orman ekosistemlerinin küresel iklim değişikliğini önleme veya azaltma yönündeki olumlu yönleri nedeniyle, karbon depolama fonksiyonunun orman amenajman planlarına sayısal olarak dahil edilmesi yönünde çalışmaların yoğunlaşmasına neden olmuştur (Asante and Armstrong, 2012). Hoen and Solberg (1994) alternatif silvikültürel müdahalelere göre şekillenen farklı planlama stratejileri geliştirmek suretiyle, karbon birikimi değerinin hem miktar hem de ekonomik olarak analizini yapmışlardır. Creedy and Wurzbacher (2001), odun üretimi, karbon birikimi ve su üretimi fonksiyonlarını içerecek şekilde ormanlık bir havzada optimal yönetim stratejisinin geliştirilmesi ve optimal idare süresinin belirlenmesine yönelik bir çalışma yapmışlardır. Meng et al. (2003), odun üretimi, karbon birikimi ve yaban hayatı amaçlarını içerecek çok amaçlı bir orman amenajmanı planlama modeli geliştirmişlerdir. Diaz-Balteiro and Romero (2003), odun üretimi amaçlı bir orman amenajmanı planlama problemine karbon birikimi değerini entegre etmiştir. Backeus et al. (2005), oldukça büyük bir orman alanında, odun üretimi ve karbon birikimi fonksiyonlarını hem miktar hem de ekonomik değer itibarıyla birlikte ele alan bir model geliştirmişlerdir. Diaz-Balteiro and Rodriguez (2006), okaliptüs plantasyonlarında, karbon birikimi ve odun üretimi fonksiyonlarını birlikte ele alan orman amenajmanı planlama problemlerinde, ekonomik ve aynı zamanda optimal idare sürelerini belirlemeye çalışmışlardır. Keleş and Başkent (2007), bir orman ekosisteminde, karbon birikimi ve odun üretimi değerlerini içeren doğrusal programlama tabanlı çok amaçlı orman amenajmanı planlama modeli geliştirmiştir. Başkent et al. (2008) ve Başkent ve Keleş (2009) ormanların sunmuş olduğu ve içerisinde karbon birikimi değerinin olduğu değişik orman fonksiyonlarını içeren doğrusal programlama tabanlı çok amaçlı orman planlama modeli geliştirmişlerdir. Raymer et al. (2009), net karbon birikimini içeren bir orman amenajmanı planlama modeli geliştirmişlerdir. Çalışmada doğrusal programlama tekniğine dayalı farklı planlama stratejileri geliştirmişlerdir. Geliştirilen planlama stratejilerinde, farklı karbon birikimi hedeflerinin, odun üretiminden elde edilen NBD üzerinde etkileri araştırılmıştır. Keleş (2010) sarıçam meşcerelerinden oluşan bir planlama biriminde, odun üretimi ve karbon birikimi değerlerini doğrusal programlama tekniği kullanarak birlikte optimize etmiştir. Keleş (2015) yaptığı bir çalışmada kavak plantasyonlarında, Keleş (2017) diğer bir çalışmada ise kızılçam plantasyonlarında, hem odun üretimi hem de karbon birikimi değerinin olması durumunda, optimum

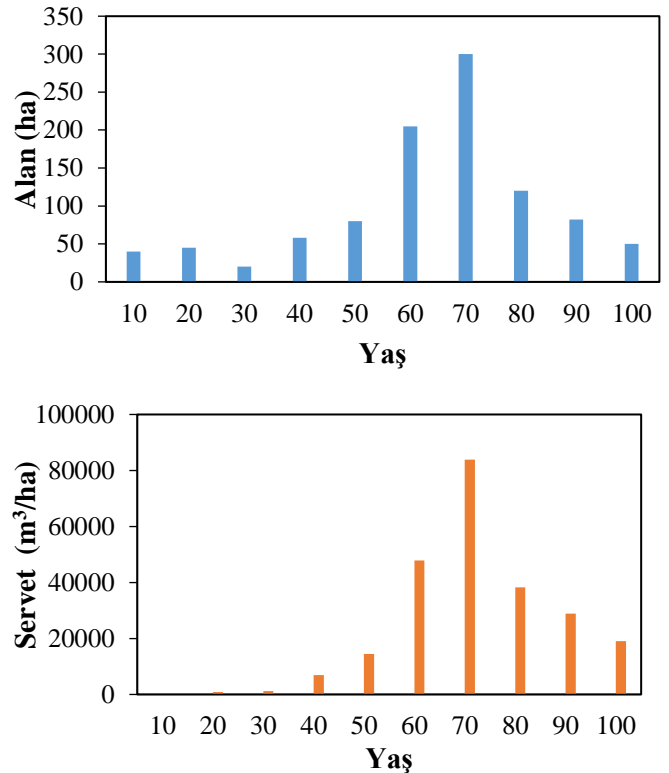
idare sürelerinin ne olması gerektiğinin çözümünü bulmaya çalışmıştır. Qin et al. (2017), odun üretimi ve karbon birikimini içeren konumsal orman amenajmanı planlama problemlerinde, farklı birim karbon fiyatlarının odun ve karbon arasındaki etkileşimleri üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Dong et al. (2018), farklı ekolojik ve ekonomik kısıtların, odun üretimi ve karbon birikimi değerlerini içeren planlama modeli üzerine etkilerini analiz etmişlerdir.

Diğer taraftan, bu çalışmaların sınırlı sayıda olduğu ve değişik orman ekosistemlerinde odun üretimi ve karbon depolama fonksiyonunun birlikte üretimini dikkate alacak ve bilimsel karar verme tekniklerini verimli bir şekilde kullanacak bu konu ile ilgili ayrıntılı analiz/araştırmaların yapılması gerekliliği, önemini halen korumaktadır. Buradan hareketle yapılan bu çalışmada, önemli bir ağaç türü olan ve farklı yaş sınıfları dağılımlarına sahip kızılçam ormanlarında, odun üretimi ve karbon depolama fonksiyonlarının birlikte üretimi, doğrusal programlama tekniği ile modellenmiş ve sonuçlar ortaya konularak tartışılmıştır.

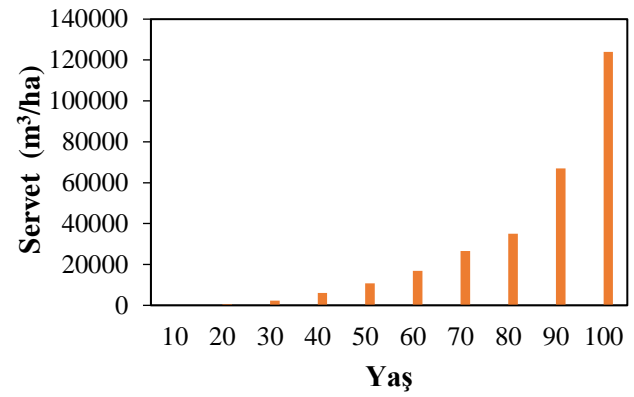
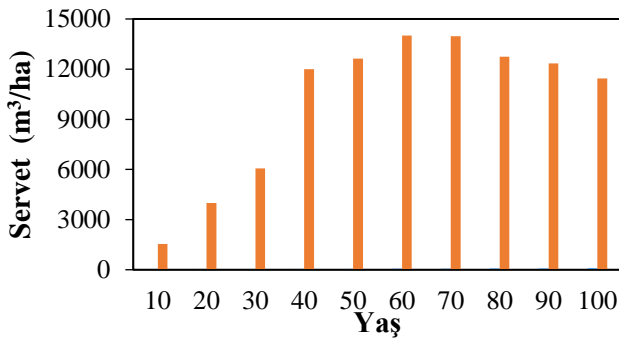
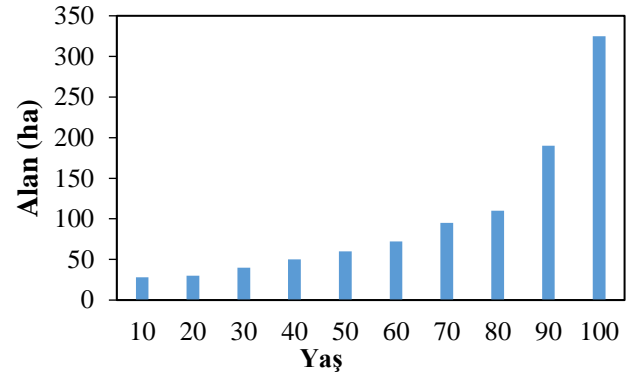
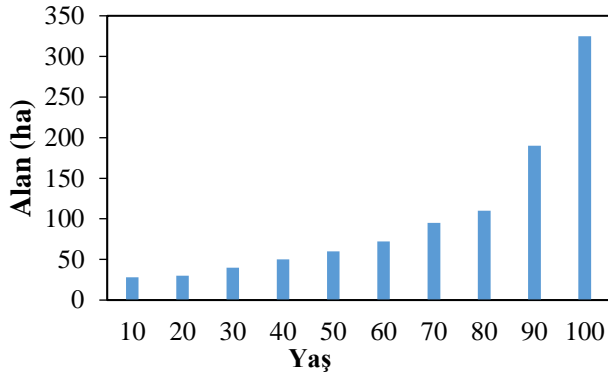
2. Materyal ve Yöntem

2.1 Aktüel orman kuruluşlarının belirlenmesi

Bu çalışmada öncelikle ülkemizde doğal olarak yetişen kızılçam ormanlarının sergileyebileceği farklı aktüel kuruluşlara sahip (örneğin genç-yaşlı meşcere ağırlıklı, orta-yaşlı meşcere ağırlıklı, yaşlı-meşcere ağırlıklı, düzensiz yaş sınıflı dağılımı gibi) hipotetik ormanlar oluşturulmuştur (Şekil 1-5). Her bir orman kuruluşunun toplam alanı 1000 ha olarak kabul edilmiştir.



Şekil 1. Orta yaşlı orman alanının aktüel kuruluşunda yaş sınıflarındaki alan ve ağaç serveti dağılımı



Şekil 2. Genç orman alanının aktüel kuruluşunda yaş sınıflarındaki alan ve ağaç serveti dağılımı

Şekil 3. Yaşlı orman alanının aktüel kuruluşunda yaş sınıflarındaki alan ve ağaç serveti dağılımı

2.2 Odun üretimi ve NBD'lerin hesaplanması

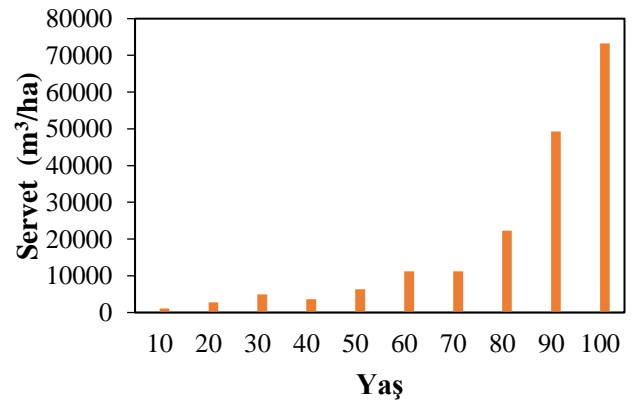
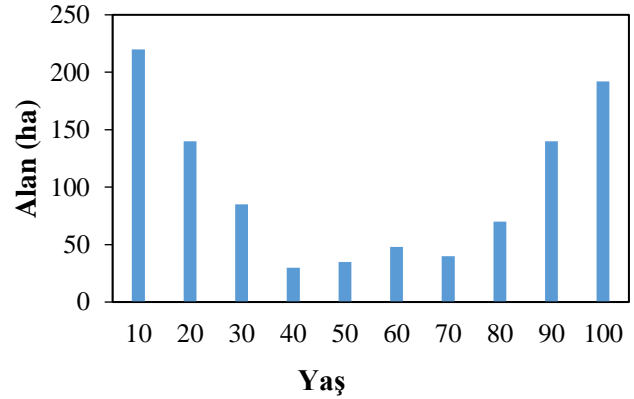
Meşcere parametrelerinin tahmin edilmesinde, kızılçam ağaç türü için Yeşil (1992) tarafından geliştirilmiş sıklığa bağlı hasılat tablosu kullanılmıştır. Odun ürün çeşitlerinin tahmin edilmesinde yine Yeşil (1992) tarafından kızılçam ağaç türü için geliştirilmiş odun ürün çeşitleri oranlarını/miktarlarını gösteren tablolardan yararlanılmıştır.

Odun üretimine yönelik gelir ve gider verilerinin elde edilmesinde Orman Genel Müdürlüğü'nün web sayfasından her yıl düzenli olarak yayınlanan istatistiki verilerden faydalanılmıştır. Net bugünkü değerin (NBD) hesaplanmasında aşağıdaki denklem kullanılmıştır.

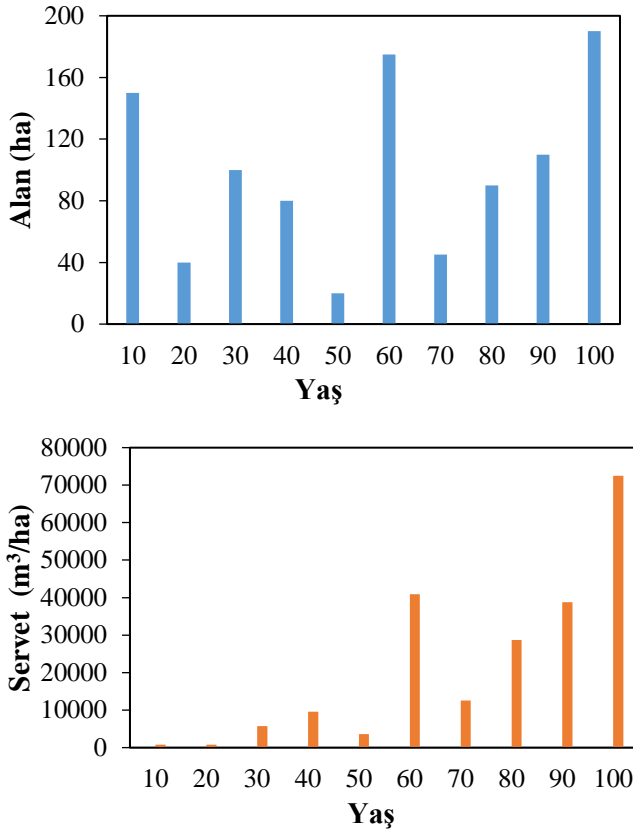
$$NBD = \sum_{t=0}^T \frac{B - C}{(1 + r)^t} \quad (1)$$

Burada, NBD: meşcerenin planlama dönemi sonundaki dikili haldeki değerini de içeren net bugünkü değeri, B: gelirler, C: giderler, r: faiz veya iskonto oranı, t: planlama dönemi/yılı, T: idare süresini göstermektedir.

Bu kapsamda odun üretimine ilişkin net bugünkü değerin hesaplanmasında öncelikle gelirler tahmin edilmiştir. Bunun için, belirli bir dönemde elde edilecek toplam üretim hacminin ürün çeşitlerine dağılımı, odun ürün çeşitleri tablosundan alınmıştır. Bu ürünlere ilişkin satış fiyatlarının ortalaması alınarak suretiyle ortalama fiyatlar belirlenmiştir. Birim satış fiyatlarının ve üretilen miktarların çarpılmasıyla da gelirler elde edilmiştir. Giderlerin belirlenmesinde ise üretim giderleri, tarife bedeli, satış gideri, tevzi gideri gibi gider kalemleri kullanılmıştır.



Şekil 4. Genç-Yaşlı orman alanının aktüel kuruluşunda yaş sınıflarındaki alan ve ağaç serveti dağılımı



Şekil 5. Düzensiz orman alanının aktüel kuruluşunda yaş sınıflarındaki alan ve ağaç serveti dağılımı

2.3 Biyokütle ve karbon depolama miktarlarının hesaplanması

Biyokütle hesabı için öncelikle topraküstü biyokütle miktarları hesaplanmıştır. Bunun için topraküstü biyokütle tahmininde Ünsal (2007) tarafından kızılçam ağaç türü için ağaç ve/veya birim alan düzeyinde geliştirilen biyokütle denklemleri kullanılmıştır. Toprakaltı biyokütle tahmini için Tolunay (2011, 2013) tarafından ülkemiz için belirtilen biyokütle dönüşüm faktörleri kullanılmıştır. Biyokütlede depolanan karbon miktarı ise yine aynı yazar tarafından belirtilen sabit katsayıyla çarpılarak hesaplanmıştır.

Karbon depolama fonksiyonuna ilişkin net bugünkü değer hesaplanması için ise öncelikle orman ekosisteminin belirli periyotlardaki karbon birikimi sayısal olarak tahmin edilmiştir. Bu ise, ekosistemdeki girdi (büyüme) ve çıktı (odun üretimi, ayrışma) arasındaki farka göre tahmin edilmiştir. Bunun için aşağıdaki eşitlikten faydalanılmıştır (Diaz-Balterio and Romero, 2003).

$$Kb_t = [\gamma(V^t - V^{t-1} + H_t) - KE_t] \quad (2)$$

Burada Kb_t : t periyodundaki karbon birikimi, odun biyokütlesindeki karbon içeriği, H_t : t periyodunda üretilen hacim, V_t : t periyodunun sonundaki son envanter hacmini, KE_t ise t periyodundaki karbon emisyon miktarını ifade etmektedir.

Hem odun üretimi hem de karbon birikimi değerlerini içerecek şekilde bir optimizasyon modeli kurulduğu zaman, net

bugünkü değer eniyilenmesi aşağıdaki eşitliğe göre yapılmıştır (Pohjola and Valsta, 2007).

$$Max = \sum_{t=0}^T (h_t - l_t)(1+r)^{-t} + \sum_{t=0}^T cp * Kb_t(1+r)^{-t} \quad (3)$$

Burada h_t belirli bir zamanda/periyotta aralama veya son hasılat kesimlerinden elde edilecek gelirleri, l_t odun üretiminden kaynaklanacak giderleri, Kb_t karbon birikimi sonucu alınacak teşvik miktarını göstermektedir. Ancak burada belirli bir zamanda odun üretimi sonucu oluşacak karbon emisyonu (KE_t) bir maliyet/vergi olarak modele dahil edilmektedir. T idare süresine ve r ise iskonto oranına karşılık gelmektedir.

2.4 Modelin oluşturulması

Bu aşamada, öncelikle planlama problemi için doğrusal programlama tekniğine yönelik matrisler oluşturulmuştur. Bunun için ağaç serveti matrisleri, eta matrisleri, alan matrisleri, yaş sınıfı matrisleri, karbon birikimi matrisleri, net bugünkü değer matrisleri kurulmuştur. Matrislerin oluşturulmasında MS Excel programı ile makrolardan yararlanılmıştır. Modelin temel bileşenleri (karar değişkenleri, amaç fonksiyonu, kısıtlayıcı denklemler) de matrislere bağlı olarak oluşturulmuş ve neticede doğrusal programlama tekniğine dayalı planlama modeli kurulmuştur.

Planlama modelinin geliştirilmesinde birtakım varsayımlar dikkate alınmıştır. Çalışma kapsamında oluşturulacak farklı kuruluşta hipotetik kızılçam ormanlarının ortalama bonitet endeksine sahip olduğu varsayılmıştır. Değişik sıklıkta ve miktarda yapılacak aralama müdahalelerinin orman yapı ve kuruluşu ile odun üretimi ve karbon birikimi fonksiyonları üzerine olan etkilerini analiz etmek için, bu ormanların normal sıklıkta olduğu kabul edilmiştir. Daha önceki dönemlerde yapılan üretim, gençleştirme, ağaçlandırma, katlanılan giderler veya elde edilen gelirler, karbon depolama miktarları vs modellere dahil edilmemiştir. Yani modeller şu anki yapı ve kuruluş üzerinden geliştirilip, ileriye dönük kestirimler yapılmıştır. Geliştirilen model deterministik yapıdadır. Yani yangın, böcek, fırtına gibi riskler modellere dahil edilmemiştir. Yine odun üretimi veya karbon birikimleri için kullanılacak ekonomik değerler mutlak/kesin değerler olarak alınmıştır. Zamana bağlı olarak meydana gelebilecek fiyat dalgalanmaları (farklı karbon/odun fiyatlarının kullanılması hariç) dikkate alınmamıştır. Modelin kurulup koşuturulacağı ormanlar için herhangi bir arazi kira bedelinin olmadığı varsayılmıştır. Son hasılat kesimine alınacak meşcerelerin başarılı bir şekilde gençleştirileceği ve gelişimini hasılat tablosuna göre gerçekleştirileceği kabul edilmiştir. Kesime bağlı olarak oluşabilecek karbon emisyonunun kesimi takiben hemen meydana geleceği kabul edilmiştir.

2.5 Alternatif planlama senaryolarının geliştirilmesi

Orman amenajmanında planlama senaryoları denildiğinde, bir planlama birimi veya ünitesinden, belirli bir zaman diliminde, beklenen farklı amaçlar, hedefler, kısıtlayıcı koşullar, meşcerelere uygulanacak doğal veya yapay müdahaleler ile en uygun planlama tekniğinin seçilmesi gibi "kararlar dizisi" anlaşılmaktadır (Keleş, 2008). Bu çalışma kapsamında alternatif

planlama senaryolarının oluşturulmasında yukarıdaki tanıma uygun yol izlenmiştir. Örneğin amaç; bir stratejide odun üretiminden elde edilen gelirin eniyilenmesi olabileceği gibi, başka bir stratejide odun üretimi ve karbon depolama fonksiyonundan elde edilecek toplam net bugünkü değer eniyilenmesi olabilecektir. Bununla birlikte modele farklı kısıtlayıcıların (alan kontrolü, eta kontrolü, son envanter kısıtı, belirli periyotlar için veya planlama süresi sonunda odun üretimi veya karbon birikimi hedefi vs.) eklenmesi ile çok sayıda senaryolar üretilmiş ve bunlardan bazıları bu çalışma kapsamında analiz edilmiştir.

Bu çalışma kapsamında geliştirilen temel planlama senaryolarının (Çizelge 1) geliştirilmesinde dikkate alınan temel varsayımlar şu şekildedir.

* İdare süresini dolduran meşcerelerin gençleştirilebileceği ve herhangi bir periyotta herhangi bir bakım müdahalesinin uygulanmayacağı

* Karbon birim fiyatının 100 TL olduğu

* Odun ürün çeşitleri itibarıyla net gelirlerin 1. Sınıf tomruk için 320 TL, 2. Sınıf tomruk için 260 TL, 3. Sınıf Tomruk için 175 TL, Maden Direği için 135 TL, Sanayi Odunu için 120 TL ve Yakacak Odun için 35 TL olduğu

* Aktüel orman formlarının başlangıçta 1 sıklığında olduğu ve gençleştirmeden sonra yine 1 sıklığında gelişimini sürdüreceği

* Aktüel orman formlarının başlangıçta aynı bonitette olduğu ve müdahaleden sonra yine aynı bonitette gelişimini sürdüreceği

* Odun üretimi ve karbon birikimi değerlerinin hesaplanmasında iskonto oranının %3 olarak alındığı

* Meşcerelerin kesimden sonra, tutmuş olduğu karbonu hemen atmosfere geri verdiği

* Planlama yörüngesinin 100 ve planlama periyodunun 10 yıl olduğu

* İdare süresinin 70 yaş olduğu kabul edilmiştir.

Çizelge 1. Çalışma kapsamında geliştirilen temel planlama senaryoları (* Optimal periyodik faydalanma alanı)

Senaryolar	Amaç	Kısıtlayıcılar
T1	Maksimum Odun NBD	* Kısıt Yok
T2	Maksimum Odun NBD	* Son Envanter Kısıtı
T3	Maksimum Odun NBD	* Periyotlar Arası Eşit Eta Kısıtı
T4	Maksimum Odun NBD	* Eşit OPA* kısıtı
T5	Maksimum Odun NBD	* Periyotlar Arası %20 Eta Kısıtı * Eşit OPA kısıtı
TC1	Maksimum Odun+Karbon NBD	* Kısıt Yok
TC2	Maksimum Odun+Karbon NBD	* Son Envanter Kısıtı
TC3	Maksimum Odun+Karbon NBD	* Periyotlar Arası Eşit Eta Kısıtı
TC4	Maksimum Odun+Karbon NBD	* Eşit OPA kısıtı
TC5	Maksimum Odun+Karbon NBD	* Periyotlar Arası %20 Eta Kısıtı * Eşit OPA kısıtı

2.6 Modellerin çözülmesi ve sunumu

Geliştirilen doğrusal programlama tabanlı planlama modellerinin çözümü LINGO yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Bu yazılım gerek ormancılıkta gerekse optimizasyon tekniklerinin kullanıldığı pek çok alanda yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Daha önce bu yazılıma aşina olmamız nedeniyle, model çözümlerinde bu yazılım tercih sebebi olmuştur. Geliştirilen modele bağlı olarak üretilen alternatif planlama senaryolarının çözüm sonuçlarına ilişkin çıktılar (zamana bağlı servet değişimi, eta miktarları, net bugünkü değerler, yaş sınıfı dağılımı, karbon birikimi miktarları vs) çizelge, grafik ve metin formatında sunulmuştur. Bunun için MS Office programlarından yararlanılmıştır.

3. Sonuçlar

T1 planlama senaryosunun amacı maksimum Odun NBD' sidir ve herhangi bir kısıt bulunmamaktadır. Orman kuruluşları arasında en yüksek odun üretimini YO (yaşlı orman) (611251 m³) vermiştir. Bunu 77623 m³'lük fark ile OYO (orta yaşlı orman) orman kuruluşu takip etmektedir. En düşük odun üretimine ise GO (genç orman) orman kuruluşu sahiptir. Odun NBD açısından en yüksek değeri 44126115 TL ile YO, en düşük değeri ise 18037166 TL ile GO vermektedir. Net karbon birikiminde en yüksek değeri GO ve en düşük YO vermektedir. Karbon NBD'de en yüksek değer -771548 TL ile GO'da ve en düşük değer -10307292 TL ile YO'da gerçekleşmiştir. Odun üretimi ve karbon birikiminden elde edilen toplam NBD'de ise en yüksek değer YO ve en düşük değer GO'da çıkmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Orman kuruluşlarına göre T1 planlama senaryosunun model sonuçları

Orman Kuruluşu	Model Sonuçları				
	Odun Üretimi (m ³)	Odun NBD (TL)	Net Karbon Birikimi (Ton)	Karbon NBD (TL)	Odun ve Karbon NBD (TL)
OYO	533628	36667418	-118536	-7734975	28932444
GO	396536	18037166	-26360	-771548	17265617
YO	611251	44126115	-137854	-10307292	33818823
GYO	498592	30423989	-70993	-5343777	25080212
DO	490197	33276339	-84129	-6350758	26925581

T2 plan senaryosunun amacı maksimum Odun NBD' sidir ve son envanter kısıtı bulunmaktadır. Orman kuruluşları arasında en yüksek odun üretimini 462138 m³ ile GYO, en düşük odun üretimini ise 423721 m³ GO vermiştir. Odun NBD açısından en yüksek değeri 34866752 TL ile OYO'da, en düşük değeri ise 17206164 TL ile GO'da gerçekleşmiştir. Net karbon

birikiminde en yüksek değeri GO ve en düşük değeri YO vermektedir. Karbon NBD açısından en yüksek değer -371756 TL ile GO'da ve -10102736 TL ile YO'da gerçekleşmiştir. Odun üretimi ve karbon birikiminden elde edilen toplam NBD'de ise en yüksek değeri YO verirken, en düşük değeri ise GO vermektedir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Orman kuruluşlarına göre T2 planlama senaryosunun model sonuçları

Orman Kuruluşu	Model Sonuçları				
	Odun Üretimi (m ³)	Odun NBD (TL)	Net Karbon Birikimi (Ton)	Karbon NBD (TL)	Odun ve Karbon NBD (TL)
OYO	453389	34866752	-48793	-6986953	27879798
GO	423721	17206164	-37792	-371756	16834408
YO	443105	41417753	-55183	-10102736	31315017
GYO	462138	29767031	-44904	-5089085	24677946
DO	459132	32207683	-47997	-5927164	26280520

T3 plan senaryosunun amacı maksimum Odun NBD' sidir ve periyotlar arası eşit eta kısıtı bulunmaktadır. Orman kuruluşları arasında en yüksek odun üretimini 585421 m³ ile YO verirken, en düşük odun üretimini ise 330226 m³ ile GO vermiştir. Odun NBD açısından en yüksek değeri 28156237 TL ile YO, en düşük değeri ise 15469488 TL ile GO vermiştir. Planlama yörüngesi sonunda net karbon birikimi açısından, en

yüksek değeri -1614 ton ile GO ve en düşük değeri ise -145980 ton YO vermiştir. Karbon NBD bağlamında, en yüksek değeri GO ve en düşük değeri YO orman kuruluşları vermiştir. Odun üretimi ve karbon birikiminden elde edilen toplam NBD'de ise, en yüksek değer 22861185 TL ile YO'da elde edilirken, en düşük değer ise 15986752 TL ile GO'da elde edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Orman kuruluşlarına göre T3 planlama senaryosunun model sonuçları

Orman Kuruluşu	Model Sonuçları				
	Odun Üretimi (m ³)	Odun NBD (TL)	Net Karbon Birikimi (Ton)	Karbon NBD (TL)	Odun ve Karbon NBD (TL)
OYO	548446	25776413	-117465	-4058112	21718301
GO	330226	15469488	-1614	517264	15986752
YO	585421	28156237	-145980	-5295052	22861185
GYO	497403	23650001	-91637	-3167227	20482774
DO	530755	25149444	-105517	-3660498	21488946

Amacı maksimum odun NBD'si olan ve eşit OPA kısıtı bulunan T4 planlama senaryosunda, orman kuruluşları arasında en yüksek odun üretimi 526057 m³ ile YO'da ve en düşük odun üretimi ise 414671 m³ ile GO'da gerçekleşmiştir. Odun NBD'de en yüksek değer sırasıyla YO, DO (düzensiz orman), OYO, GYO (genç-yaşlı orman) ve GO orman kuruluşlarında elde edilmiştir. Planlama yörüngesi sonundaki net karbon

birikimi açısından, en yüksek değer YO ve en düşük değer GO'da gerçekleşmiştir. Karbon NBD'de en yüksek değer -327027 TL ile GO'da elde edilirken, en düşük değer ise -6792131 TL ile YO'da elde edilmiştir. Odun üretimi ve karbon birikiminden elde edilen toplam NBD'de ise, en yüksek değer YO ve en düşük değer GO'da gerçekleşmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Orman kuruluşlarına göre T4 planlama senaryosunun model sonuçları

Orman Kuruluşu	Model Sonuçları				
	Odun Üretimi (m ³)	Odun NBD (TL)	Net Karbon Birikimi (Ton)	Karbon NBD (TL)	Odun ve Karbon NBD (TL)
OYO	526057	28856466	-110119	-5043271	23813196
GO	414671	16762187	-38872	-327027	16435160
YO	559707	33068706	-137439	-6792131	26276575
GYO	488116	26878480	-90386	-4138277	22740203
DO	514187	29778957	-103580	-5080903	24698054

T5 plan senaryosunun amacı maksimum Odun NBD' sidir. Bu planlama senaryosunda, periyotlar arası %20 eta kısıtı ve eşit OPA kısıtları bulunmaktadır. Orman kuruluşları arasında en yüksek odun üretimini YO, model çözümü olmayan GO hariç tutulursa, en düşük odun üretimini 489594 m³ ile GYO

vermiştir. Odun NBD açısından en yüksek değeri YO, en düşük değeri ise GO vermiştir. Planlama yörüngesi sonunda net karbon birikimi açısından, en yüksek değeri GO ve en düşük YO vermiştir. Planlama yörüngesi sonundaki karbon NBD değeri, en yüksek GO ve en düşük YO vermiştir

Odun üretimi ve karbon birikiminden elde edilen toplam NBD'de ise, en yüksek değer 23702742 TL ile YO'da ve en düşük değer ise 20 609811 TL ile GYO'da gerçekleşmiştir. (Çizelge 6).

Çizelge 6. Orman kuruluşlarına göre T5 planlama senaryosunun model sonuçları

Orman Kuruluşu	Model Sonuçları				
	Odun Üretimi (m ³)	Odun NBD (TL)	Net Karbon Birikimi (Ton)	Karbon NBD (TL)	Odun ve Karbon NBD (TL)
OYO	529098	26302614	-109957	-4133018	22169596
GO	Çözüm Yok	Çözüm Yok	Çözüm Yok	Çözüm Yok	Çözüm Yok
YO	556168	29334377	-136041	-5631635	23702742
GYO	489594	23762335	-88428	-3152523	20609811
DO	519687	26693639	-101770	-4083890	22609749

TC1 planlama senaryosunun amacı odun üretimi ve karbon birikiminden elde edilen toplam NBD'nin eniyilenmesidir ve herhangi bir kısıt bulunmamaktadır. Orman kuruluşları arasında en yüksek odun üretimini 611251 m³ ile YO verirken, en düşük odun üretimini 396536 m³ ile GO orman kuruluşu vermiştir. Odun NBD açısından en yüksek değeri YO, en düşük değeri ise GO vermiştir. Planlama yörüngesi sonundaki net karbon

birikimi açısından, en yüksek değer -26360 ton ile GO'da, en düşük değer ise -137854 ton ile YO'da gerçekleşmiştir. Planlama yörüngesi sonundaki karbon NBD toplamı, en yüksek GO ve en düşük YO orman kuruluşunda gerçekleşmiştir. Odun üretimi ve karbon birikiminden elde edilen toplam NBD'de ise, en yüksek değer 28932444 TL ile OYO'da ve en düşük değer 17265619 TL ile GO'da gerçekleşmiştir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Orman kuruluşlarına göre TC1 planlama senaryosunun model sonuçları

Orman Kuruluşu	Model Sonuçları				
	Odun Üretimi (m ³)	Odun NBD (TL)	Net Karbon Birikimi (Ton)	Karbon NBD (TL)	Odun ve Karbon NBD (TL)
OYO	533628	36667418	-118536	-7734975	28932444
GO	396536	18037166	-26360	-771548	17265619
YO	611251	44126115	-137854	-10307292	33818823
GYO	498592	30423989	-70993	-5343777	25080212
DO	490197	33276339	-84129	-6350758	26925581

TC2 planlama senaryosunun amacı odun üretimi ve karbon birikiminden elde edilen toplam NBD'nin eniyilenmesidir ve bu senaryoda son envanter kısıtı bulunmamaktadır. TC2 planlama senaryosunda orman kuruluşları arasında en yüksek odun üretimi OYO'da ve en düşük odun üretimi ise GO'da çıkmıştır. Odun NBD'de en yüksek değerler sırasıyla YO, OYO, DO, GYO ve GO orman kuruluşlarında çıkmıştır. Net karbon

birikimi açısından ise en yüksek değer GO ve en düşük değer YO'da çıkmıştır. Planlama yörüngesi sonundaki toplam karbon NBD değeri, en yüksek -371756 TL ile GO'da ve en düşük ise -9259471 TL ile YO'da gerçekleşmiştir. Planlama yörüngesi sonunda odun üretimi ve karbon birikiminden elde edilen toplam NBD'de ise, en yüksek değeri YO ve en düşük değeri GO vermiştir (Çizelge 8).

Çizelge 8. Orman kuruluşlarına göre TC2 planlama senaryosunun model sonuçları

Orman Kuruluşu	Model Sonuçları				
	Odun Üretimi (m ³)	Odun NBD (TL)	Net Karbon Birikimi (Ton)	Karbon NBD (TL)	Odun ve Karbon NBD (TL)
OYO	451723	34774025	-48176	-6847886	27926139
GO	423721	17206164	-37792	-371756	16834408
YO	441939	41352844	-54751	-9259471	32093373
GYO	438962	29330682	-41983	-4527165	24803517
DO	436023	31776144	-45108	-5399636	26376507

TC3 planlama senaryosunun amacı odun üretimi ve karbon birikiminden elde edilen toplam NBD'nin eniyilenmesidir ve bu senaryoda periyotlar arası eşit eta kısıtı bulunmamaktadır. Orman kuruluşları arasında en yüksek odun üretimini 584464 m³ ile YO, en düşük odun üretimi miktarını ise 33024 m³ ile GO orman kuruluşu vermiştir. Odun NBD açısından en yüksek değeri YO, en düşük değeri ise GO vermiştir. Net karbon birikimi açısından, en yüksek değer -4203 ton ile GO'da, ve en düşük değer -

145475 ton ile OYO'da çıkmıştır. Planlama yörüngesi sonundaki karbon NBD açısından, en yüksek değer GO ve en düşük değer YO orman kuruluşunda gerçekleşmiştir. Planlama yörüngesi sonunda odun üretimi ve karbon birikiminden elde edilen toplam NBD'de ise, en yüksek değer 22950555 TL ile YO'da ve en düşük değer 16260866 TL ile GO'da çıkmıştır (Çizelge 9).

Çizelge 9. Orman kuruluşlarına göre TC3 planlama senaryosunun model sonuçları

Orman Kuruluşu	Model Sonuçları				
	Odun Üretimi (m ³)	Odun NBD (TL)	Net Karbon Birikimi (Ton)	Karbon NBD (TL)	Odun ve Karbon NBD (TL)
OYO	544248	25667885	-116151	-3834542	21833343
GO	330824	15319663	-4203	941202	16260866
YO	584464	28088066	-145475	-5137510	22950555
GYO	497403	23648441	-91413	-3165281	20483159
DO	530673	25147088	-105367	-3657442	21489646

TC4 planlama senaryosunun amacı odun üretimi ve karbon birikiminden elde edilen toplam NBD'nin eniyilenmesidir ve bu senaryoda eşit OPA kısıtı bulunmaktadır. Orman kuruluşları arasında en yüksek odun üretimi 559380 m³ ile YO'da, en düşük odun üretimi ise 414671 m³ ile GO orman kuruluşunda gerçekleşmiştir. Odun NBD açısından en yüksek değeri YO, en düşük değeri ise GO vermiştir. Planlama yörüngesi sonundaki net karbon birikimi açısından, en yüksek değer -38872 ton ile

GO'da ve en düşük değer ise -136530 ton OYO'da çıkmıştır. Planlama yörüngesi sonundaki karbon NBD değerini, en yüksek GO ve en düşük değeri ise YO orman kuruluşu vermiştir. Planlama yörüngesi sonunda odun üretimi ve karbon birikiminden elde edilen toplam NBD'de ise, en yüksek değer 26358690 TL ile YO'da, en düşük değer ise 16435160 TL ile GO'da çıkmıştır (Çizelge 10).

Çizelge 10. Orman kuruluşlarına göre TC4 planlama senaryosunun model sonuçları

Orman Kuruluşu	Model Sonuçları				
	Odun Üretimi (m ³)	Odun NBD (TL)	Net Karbon Birikimi (Ton)	Karbon NBD (TL)	Odun ve Karbon NBD (TL)
OYO	525420	28714651	-109973	-4848888	23865764
GO	414671	16762187	-38872	-327027	16435160
YO	559380	32987886	-136530	-6629197	26358690
GYO	488116	26878480	-89228	-4134740	22743740
DO	514187	29778957	-102012	-5076485	24702473

TC5 planlama senaryosunun amacı odun üretimi ve karbon birikiminden elde edilen toplam NBD'nin eniyilenmesidir ve periyotlar arası %20 eta kısıtı ile eşit OPA kısıtları modelde yer almaktadır. TC5 planlama senaryosunda orman kuruluşları arasında en yüksek odun üretimi YO ve en düşük odun üretimi ise, model çözümü olmayan GO hariç tutulursa, GYO'da gerçekleşmiştir. Planlama yörüngesi sonundaki odun NBD'de en yüksek değerler sırasıyla YO, DO, OYO, GYO ve GO orman kuruluşlarında çıkmıştır. Planlama yörüngesi sonundaki net

karbon birikimi açısından, en yüksek değer GYO, model çözümü olmayan GO hariç tutulursa, en düşük değer YO orman kuruluşunda çıkmıştır. Karbon NBD toplamı, en yüksek -3152523 TL ile GYO'da, en düşük değeri ise -5455545 TL ile YO'da gerçekleşmiştir. Planlama yörüngesi sonunda odun üretimi ve karbon birikiminden elde edilen toplam NBD'de ise, en yüksek değer YO ve en düşük değer GYO'da gerçekleşmiştir. (Çizelge 11).

Çizelge 11. Orman kuruluşlarına göre TC5 planlama senaryosunun model sonuçları

Orman Kuruluşu	Model Sonuçları				
	Odun Üretimi (m ³)	Odun NBD (TL)	Net Karbon Birikimi (Ton)	Karbon NBD (TL)	Odun ve Karbon NBD (TL)
OYO	528772	26229681	-109789	-3986026	22243655
GO	Çözüm Yok	Çözüm Yok	Çözüm Yok	Çözüm Yok	Çözüm Yok
YO	555589	29270444	-135855	-5455545	23814899
GYO	489594	23762335	-88428	-3152523	20609811
DO	519687	26693639	-101770	-4083890	22609749

Ana amacı odun üretiminden elde edilen NBD'nin eniyilendiği tüm T planlama senaryoları ile odun üretimi ve karbon birikiminden elde edilen toplam NBD'nin eniyilendiği tüm TC planlama senaryolarında, en yüksek toplam NBD değeri YO orman kuruluşunda elde edilmiştir. YO orman kuruluşunun TC planlama senaryolarında periyotlara bağlı odun üretimi

miktarları Çizelge 12'de, planlama yörüngesi sonundaki yaş sınıfı dağılımı Şekil 6'da verilmiştir. Ayrıca YO orman kuruluşunda TC5 planlama senaryosuna göre periyotlara bağlı odun ürün çeşitleri Çizelge 13'de ve net karbon birikimi değerleri Şekil 7'de verilmiştir.

Çizelge 12. YO orman kuruluşunun TC planlama senaryolarında periyotlara göre odun üretimi miktarları (m3)

Periyotlar	Model Sonuçları				
	TC1	TC2	TC3	TC4	TC5
1	273461	273461	58446	171458	73594
2	22944	22944	58446	0	58876
3	19120	19120	58446	0	47100
4	15934	15934	58446	62958	56521
5	12747	12747	58446	56994	62902
6	9560	9560	58446	64650	64650
7	8923	0	58446	52964	52964
8	229442	88173	58446	45524	45524
9	0	0	58446	50337	46818
10	19120	0	58446	54494	46640
TOPLAM	441939	584464	559380	555589	611251

Çizelge 13. YO orman kuruluşunun TC5 planlama senaryolarında periyotlara göre odun ürün çeşitleri miktarları (m3)

Periyotlar	Odun Ürün Çeşitleri					
	1 Sınıf Tomruk	2 Sınıf Tomruk	3 Sınıf Tomruk	Maden Direği	Sanayi Odunu	Yakacak Odun
1	4393	6596	30871	11121	9159	1108
2	3471	5419	25903	8440	6951	841
3	2775	4341	20771	6733	5545	671
4	3232	4912	23528	8759	7223	840
5	3661	5876	28388	8766	7221	867
6	3769	6133	29744	8765	7219	872
7	2947	4365	21010	8715	7193	813
8	2131	3130	16462	8550	7080	706
9	2273	3339	17218	8596	7114	726
10	2254	3310	17114	8590	7109	723
TOPLAM	30907	47421	231009	87034	71815	8168

4. Tartışma

Çalışma kapsamında farklı aktüel yaş sınıflarına sahip kızılçam ormanlarında, odun üretimi ve karbon birikimi fonksiyonlarının birlikte optimal üretimi konusu ele alınmıştır. Bu amaçla doğrusal programlama tekniğine dayalı çok amaçlı bir orman amenajman planlama modeli geliştirilmiştir. Amaç fonksiyonun odun üretiminden elde edilen NBD ile hem odun hem de karbon birikiminden elde edilen toplam NBD değerlerinin eniyilendiği ve ayrıca farklı üretimi düzenleyici politikaların modele dahil edildiği farklı planlama senaryoları geliştirilmiştir.

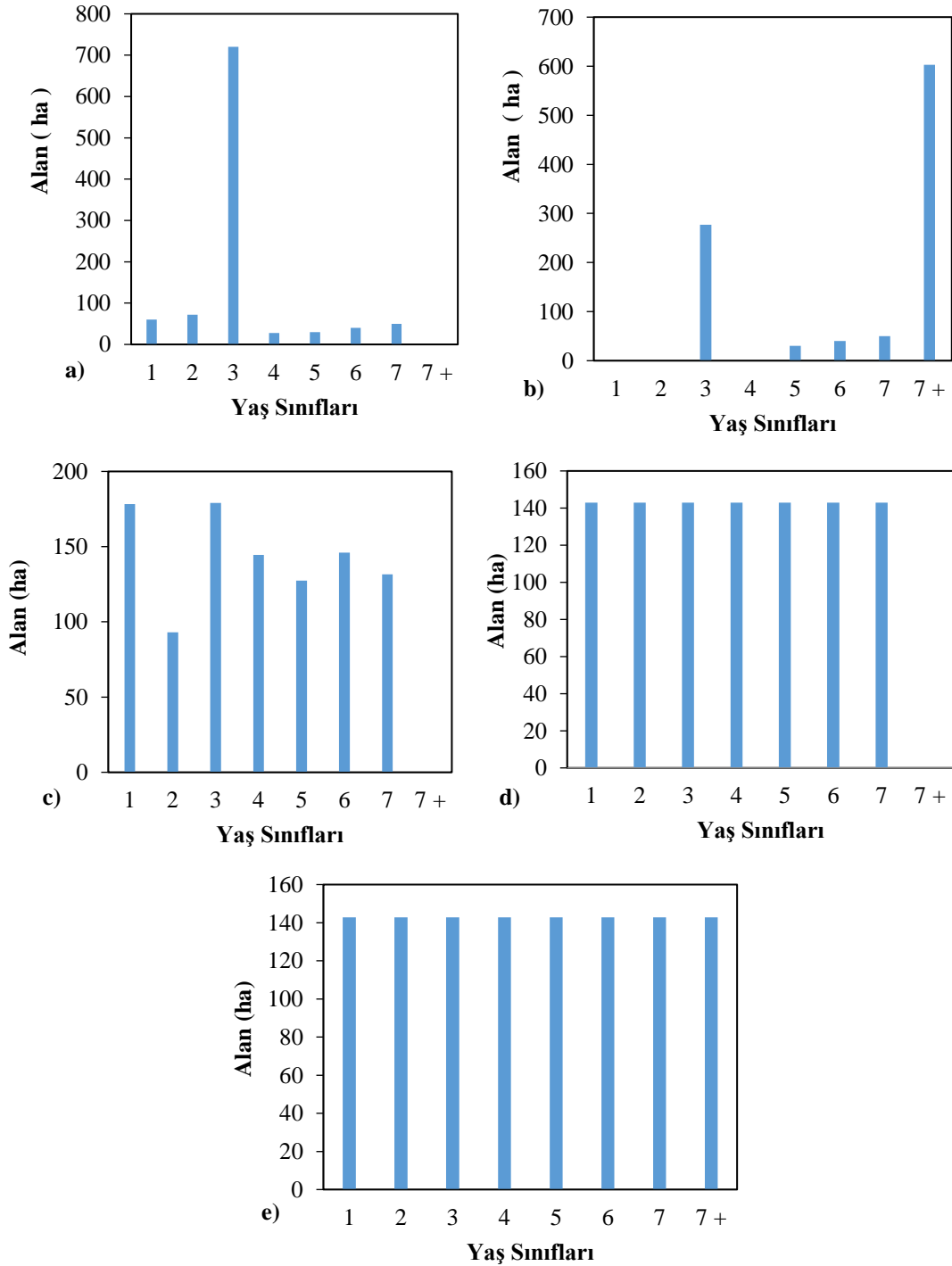
Buradan hareketle yapılan çalışma sonucunda, odun üretiminden elde edilen NBD'nin eniyilendiği T1-T5 planlama senaryoları birlikte değerlendirildiğinde, en yüksek odun üretimi T1 planlama senaryosunda ve YO'da gerçekleşmiştir. En düşük odun üretimi miktarı T3 planlama senaryosunda ve GO'da gerçekleşmiştir. Herhangi bir kısıtın yer almadığı T1 senaryosuna son envanter kısıtının eklendiği T2 senaryosunda, sadece GO'da odun üretimi miktarında bir artış gözlenirken, diğer tüm ormanlarda bir azalma meydana gelmiştir. Periyotlar arası eşit eta kısıtının modele dahil edildiği T3 planlama senaryosu T1 planlama senaryosu ile kıyaslandığı zaman, sadece OYO ve DO' da odun üretimi miktarlarının arttığı, diğer üç orman kuruluşunda ise azalma meydana geldiği görülmüştür. Eşit OPA kısıtının modele dahil edildiği T4 planlama senaryosu T1 planlama senaryosu ile kıyaslandığı zaman, sadece GO ve DO'da odun üretimi miktarlarının arttığı, diğer üç ormanda ise

azalma meydana geldiği görülmüştür. Hem eşit OPA hem de periyotlar arası %20 eta kısıtının modele dahil edildiği T5 planlama senaryosu T1 planlama senaryosu ile kıyaslandığı zaman, sadece DO'da odun üretimi miktarlarının arttığı, diğer üç ormanda ise azalma meydana geldiği görülmüştür.

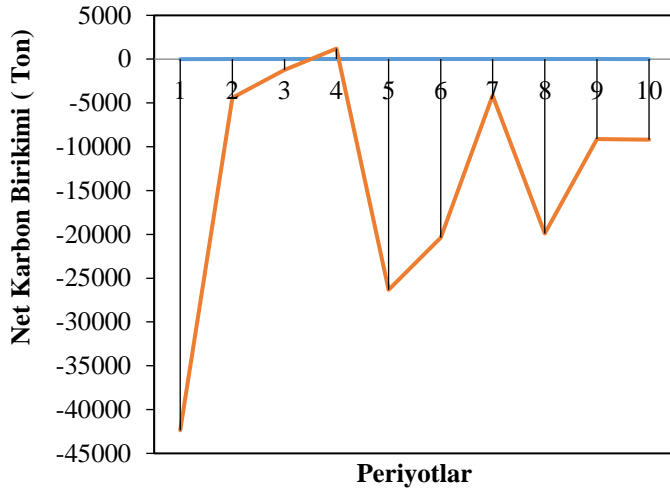
Odun üretiminden elde edilen NBD'nin eniyilendiği T1-T5 planlama senaryoları, planlama yörüngesi sonunda odun üretiminden elde edilen NBD açısından birlikte değerlendirildiğinde, en yüksek odun NBD T1 planlama senaryosunda ve YO'da gerçekleşmiştir. T5 planlama senaryosunun GO'da verdiği çözümsüz sonuç hariç tutulduğunda, en düşük odun NBD miktarı T3 planlama senaryosunda ve GO'da gerçekleşmiştir. Herhangi bir kısıtın yer almadığı T1 senaryosu ile farklı kısıtlayıcıların modele dahil edildiği T2-T5 planlama senaryoları kıyaslandığı zaman, tüm planlama senaryolarında ve tüm orman kuruluşlarında odun üretimi NBD değerlerinde azalmalar meydana gelmiştir. Düzenleyici kısıtların orman amenajman planlama modellerine dahil edilmesi çoğunlukla ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Örneğin Haight et al. (1992) yaptıkları bir çalışmada, hacim düzenleme kısıtının planlama modeline dahil edilmesi durumunda, kısıtsız modele göre NBD'de %5 oranında bir azalma olduğunu hesaplamışlardır. Başkent ve Keleş (2009) geliştirdikleri çok amaçlı bir orman amenajmanı planlama modelinde, üretimi düzenleyici kısıtların modele dahil edilmesi durumunda, odun üretiminden elde edilen NBD'nin %24 oranında azaldığını göstermişlerdir.

Odun üretiminden elde edilen NBD'nin eniyilendiği T1-T5 planlama senaryoları, planlama yörüngesi sonunda odun üretiminden elde edilen NBD açısından birlikte değerlendirildiğinde, en yüksek odun NBD T1 planlama senaryosunda ve YO'da gerçekleşmiştir. T5 planlama senaryosunun GO'da verdiği çözümsüz sonuç hariç tutulduğunda, en düşük odun NBD miktarı T3 planlama senaryosunda ve GO'da gerçekleşmiştir. Herhangi bir kısıtın yer almadığı T1 senaryosu ile farklı kısıtlayıcıların modele dahil edildiği T2-T5 planlama senaryoları kıyaslandığı zaman, tüm planlama senaryolarında ve tüm orman kuruluşlarında odun

üretimi NBD değerlerinde azalmalar meydana gelmiştir. Düzenleyici kısıtların orman amenajman planlama modellerine dahil edilmesi çoğunlukla ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Örneğin Haight et al. (1992) yaptıkları bir çalışmada, hacim düzenleme kısıtının planlama modeline dahil edilmesi durumunda, kısıtsız modele göre NBD'de %5 oranında bir azalma olduğunu hesaplamışlardır. Başkent ve Keleş (2009) geliştirdikleri çok amaçlı bir orman amenajmanı planlama modelinde, üretimi düzenleyici kısıtların modele dahil edilmesi durumunda, odun üretiminden elde edilen NBD'nin %24 oranında azaldığını göstermişlerdir.



Şekil 6. YO orman kuruluşunun a) TC1 b) TC2 c) TC3 d) TC4 ve e) TC5 için planlama yörüngesi sonundaki yaş sınıfı dağılımı



Şekil 7. YO orman kuruluşunun TC5 planlama senaryosunda periyotlara bağlı net karbon birikimi miktarları

Odun üretiminden elde edilen NBD'nin eniyilendiği T1-T5 planlama senaryoları, planlama yörüngesi sonunda odun üretiminden elde edilen NBD açısından birlikte değerlendirildiğinde, en yüksek odun NBD T1 planlama senaryosunda ve YO'da gerçekleşmiştir. T5 planlama senaryosunun GO'da verdiği çözümsüz sonuç hariç tutulduğunda, en düşük odun NBD miktarı T3 planlama senaryosunda ve GO'da gerçekleşmiştir. Herhangi bir kısıtın yer almadığı T1 senaryosu ile farklı kısıtlayıcıların modele dahil edildiği T2-T5 planlama senaryoları kıyaslandığı zaman, tüm planlama senaryolarında ve tüm orman kuruluşlarında odun üretimi NBD değerlerinde azalmalar meydana gelmiştir. Düzenleyici kısıtların orman amenajman planlama modellerine dahil edilmesi çoğunlukla ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Örneğin Haight et al. (1992) yaptıkları bir çalışmada, hacim düzenleme kısıtının planlama modeline dahil edilmesi durumunda, kısıtsız modele göre NBD'de %5 oranında bir azalma olduğunu hesaplamışlardır. Başkent ve Keleş (2009) geliştirdikleri çok amaçlı bir orman amenajmanı planlama modelinde, üretimi düzenleyici kısıtların modele dahil edilmesi durumunda, odun üretiminden elde edilen NBD'nin %24 oranında azaldığını göstermişlerdir.

Odun üretiminden elde edilen NBD'nin eniyilendiği T1-T5 planlama senaryoları, planlama yörüngesi sonunda elde edilen net karbon birikimi açısından birlikte değerlendirildiğinde, tüm planlama senaryolarında ve orman kuruluşlarında, net karbon birikimi değerlerinin negatif sonuç verdiği görülmüştür. En yüksek net karbon birikimi, T5 planlama senaryosunun GO'da verdiği çözümsüz sonuç hariç tutulduğunda, T3 planlama senaryosunda ve GO'da gerçekleşmiştir. En düşük net karbon birikimi miktarı ise T3 planlama senaryosunda ve YO'da gerçekleşmiştir. Herhangi bir kısıtın yer almadığı T1 senaryosuna son envanter kısıtının eklendiği T2 senaryosunda, sadece GO'da net karbon birikimi miktarında bir azalış gözlenirken, diğer tüm ormanlarda bir artış meydana gelmiştir. Periyotlar arası eşit eta kısıtının modele dahil edildiği T3 planlama senaryosu T1 planlama senaryosu ile kıyaslandığı zaman, sadece OYO ve GO'da net karbon birikimi miktarlarının arttığı, diğer üç orman kuruluşunda ise azalma meydana geldiği görülmüştür. Eşit OPA kısıtının modele dahil

edildiği T4 planlama senaryosu T1 planlama senaryosu ile kıyaslandığı zaman, sadece OYO ve YO'da net karbon birikimi miktarlarının arttığı, diğer üç ormanda ise azalma meydana geldiği görülmüştür. Hem eşit OPA hem de periyotlar arası %20 eta kısıtının modele dahil edildiği T5 planlama senaryosu T1 planlama senaryosu ile kıyaslandığı zaman, yine OYO ve YO'da net karbon birikimi miktarlarının arttığı, diğer üç ormanda ise azalma meydana geldiği görülmüştür.

Odun üretiminden elde edilen NBD'nin eniyilendiği T1-T5 planlama senaryoları, planlama yörüngesi sonunda elde edilen karbon NBD değerleri açısından birlikte değerlendirildiğinde, sadece T3 planlama senaryosunda ve GO'da karbon NBD pozitif değer verirken, diğer tüm planlama senaryolarında ve orman kuruluşlarında negatif sonuç verdiği görülmüştür. En yüksek karbon NBD değeri, T5 planlama senaryosunun GO'da verdiği çözümsüz sonuç hariç tutulduğunda, T3 planlama senaryosunda ve GO'da gerçekleşmiştir. En düşük karbon NBD miktarı ise T1 planlama senaryosunda ve YO'da gerçekleşmiştir. Herhangi bir kısıtın yer almadığı T1 senaryosu ile farklı kısıtlayıcıların modele dahil edildiği T2-T5 planlama senaryoları kıyaslandığı zaman, tüm planlama senaryolarında ve tüm orman kuruluşlarında karbon NBD değerlerinde azalmalar meydana gelmiştir. Başkent ve Keleş (2009) geliştirdikleri çok amaçlı bir orman amenajmanı planlama modelinde, karbon birikimi hedeflerinin modele dahil edilmesiyle, odun üretiminin %2,8 ve odun üretiminden elde edilen NBD'nin %6,6 oranında azaldığını bulmuşlardır.

Odun üretiminden elde edilen NBD'nin eniyilendiği T1-T5 planlama senaryoları, planlama yörüngesi sonunda odun üretimi ve karbon birikiminden elde edilen toplam NBD açısından birlikte değerlendirildiğinde, en yüksek toplam NBD T1 planlama senaryosunda ve YO'da gerçekleşmiştir. T5 planlama senaryosunun GO'da verdiği çözümsüz sonuç hariç tutulduğunda, en düşük toplam NBD miktarı T3 planlama senaryosunda ve GO'da gerçekleşmiştir. Herhangi bir kısıtın yer almadığı T1 senaryosu ile farklı kısıtlayıcıların modele dahil edildiği T2-T5 planlama senaryoları kıyaslandığı zaman, tüm planlama senaryolarında ve tüm orman kuruluşlarında toplam NBD değerlerinde azalmalar meydana gelmiştir.

Odun üretimi ve karbon birikiminden elde edilen NBD'nin eniyilendiği TC1-TC5 planlama senaryoları birlikte değerlendirildiğinde, en yüksek odun üretimi (eta miktarı) TC1 planlama senaryosunda ve YO'da gerçekleşmiştir. TC5 planlama senaryosunun GO'da verdiği çözümsüz sonuç hariç tutulduğunda, en düşük odun üretimi miktarı TC3 planlama senaryosunda ve GO'da gerçekleşmiştir. Herhangi bir kısıtın yer almadığı TC1 senaryosuna son envanter kısıtının eklendiği TC2 senaryosunda, sadece GO'da odun üretimi miktarında bir artış gözlenirken, diğer tüm ormanlarda bir azalma meydana gelmiştir. Periyotlar arası eşit eta kısıtının modele dahil edildiği TC3 planlama senaryosu TC1 planlama senaryosu ile kıyaslandığı zaman, sadece OYO ve DO'da odun üretimi miktarlarının arttığı, diğer üç orman kuruluşunda ise azalma meydana geldiği görülmüştür. Eşit OPA kısıtının modele dahil edildiği TC4 planlama senaryosu TC1 planlama senaryosu ile kıyaslandığı zaman, sadece GO ve DO'da odun üretimi miktarlarının arttığı, diğer üç ormanda ise azalma meydana geldiği görülmüştür. Hem eşit OPA hem de periyotlar arası %20 eta kısıtının modele dahil edildiği TC5 planlama senaryosu TC1 planlama senaryosu ile kıyaslandığı zaman, sadece DO'da odun

üretimi miktarlarının arttığı, diğer üç ormanda ise azalma meydana geldiği görülmüştür. Keleş ve Başkent (2007), artan net karbon birikimine bağlı olarak, hem odun üretimi miktarında hem de odun üretiminden elde edilen NBD'de önemli ölçüde düşüşlerin olduğunu göstermişlerdir.

Odun üretimi ve karbon birikiminden elde edilen NBD'nin eniyilendiği TC1-TC5 planlama senaryoları, planlama yörüngesi sonunda odun üretiminden elde edilen NBD açısından birlikte değerlendirildiğinde, en yüksek odun NBD TC1 planlama senaryosunda ve YO'da gerçekleşmiştir. TC5 planlama senaryosunun GO'da verdiği çözümsüz sonuç hariç tutulduğunda, en düşük odun NBD miktarı TC3 planlama senaryosunda ve GO'da gerçekleşmiştir. Herhangi bir kısıtın yer almadığı TC1 senaryosu ile farklı kısıtlayıcıların modele dahil edildiği TC2-TC5 planlama senaryoları kıyaslandığı zaman, tüm planlama senaryolarında ve tüm orman kuruluşlarında odun üretimi NBD değerlerinde azalmalar meydana gelmiştir. Hoen and Solberg (1994) karbon ve odun üretimini birlikte ele aldıkları modelleme çalışmasında, karbon birikiminden elde edilecek parasal değer yerine karbon birikimini maksimize ettiklerinde, orman değerlerinden elde edilen NBD'nin %8,1-14,9 oranında azaldığını belirtmişlerdir. Diaz-Balteiro and Romero (2003), orman ekosistemleri tarafından biriktirilen karbon, orman amenajman planlamasına yönelik optimizasyon modellerine dahil edildiği zaman, NBD'de azalmalar gerçekleştirdiğini bulmuşlardır. Odun üretiminin eniyilendiği kısıtsız planlama problemi ile karbon birikiminin eniyilendiği kısıtsız planlama problemi arasında, odun üretiminden elde edilen NBD'deki azalma %28 iken, iki problem arasında net karbon birikimindeki azalma %51 oranında gerçekleşmiştir. Raymer et al. (2005) karbon ve odun üretimi değerlerini birlikte eniyilediği çalışmada, karbon değerinin bir kısıt olarak artırılmasına bağlı olarak, odun üretiminden elde edilen gelirin azaldığını belirtmişlerdir. Karbon birikimi değerinin maksimize edildiği model stratejilerinde, odun üretiminden elde edilen NBD'nin %39-94 arasında azaldığını göstermişlerdir. Backeus et al. (2005), karbon birikim miktarındaki bir artışın, odun üretiminden elde edilen NBD'yi azalttığını ve aynı zamanda daha düşük üretim düzeylerinin gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Yine bu çalışmada, karbonun birim ton başına 1200 İsveç Kronu alınması durumunda, üretimin sonlandığını bulmuşlardır.

Odun üretimi ve karbon birikiminden elde edilen NBD'nin eniyilendiği TC1-TC5 planlama senaryoları, planlama yörüngesi sonunda elde edilen net karbon birikimi açısından birlikte değerlendirildiğinde, tüm planlama senaryolarında ve orman kuruluşlarında, net karbon birikimi değerlerinin negatif sonuç verdiği görülmüştür. En yüksek net karbon birikimi, TC5 planlama senaryosunun GO'da verdiği çözümsüz sonuç hariç tutulduğunda, TC3 planlama senaryosunda ve GO'da gerçekleşmiştir. En düşük net karbon birikimi miktarı ise TC3 planlama senaryosunda ve YO'da gerçekleşmiştir. Herhangi bir kısıtın yer almadığı TC1 senaryosuna son envanter kısıtının eklendiği TC2 senaryosunda, sadece GO'da net karbon birikimi miktarında bir azalış gözlenirken, diğer tüm ormanlarda bir artış meydana gelmiştir. Periyotlar arası eşit eta kısıtının modele dahil edildiği TC3 planlama senaryosu TC1 planlama senaryosu ile kıyaslandığı zaman, sadece OYO ve GO'da net karbon birikimi miktarlarının arttığı, diğer üç orman kuruluşunda ise azalma meydana geldiği görülmüştür. Eşit OPA kısıtının modele dahil edildiği TC4 planlama senaryosu TC1 planlama senaryosu

ile kıyaslandığı zaman, sadece OYO ve YO'da net karbon birikimi miktarlarının arttığı, diğer üç ormanda ise azalma meydana geldiği görülmüştür. Hem eşit OPA hem de periyotlar arası %20 eta kısıtının modele dahil edildiği TC5 planlama senaryosu TC1 planlama senaryosu ile kıyaslandığı zaman, yine OYO ve YO'da net karbon birikimi miktarlarının arttığı, diğer üç ormanda ise azalma meydana geldiği görülmüştür.

Odun üretimi ve karbon birikiminden elde edilen NBD'nin eniyilendiği TC1-TC5 planlama senaryoları, planlama yörüngesi sonunda elde edilen karbon NBD değerleri açısından birlikte değerlendirildiğinde, sadece TC3 planlama senaryosunda ve GO'da karbon NBD pozitif değer verirken, diğer tüm planlama senaryolarında ve orman kuruluşlarında negatif sonuç verdiği görülmüştür. En yüksek karbon NBD değeri, TC5 planlama senaryosunun GO'da verdiği çözümsüz sonuç hariç tutulduğunda, TC3 planlama senaryosunda ve GO'da gerçekleşmiştir. En düşük karbon NBD miktarı ise TC1 planlama senaryosunda ve YO'da gerçekleşmiştir. Herhangi bir kısıtın yer almadığı TC1 senaryosu ile farklı kısıtlayıcıların modele dahil edildiği TC2-TC5 planlama senaryoları kıyaslandığı zaman, tüm planlama senaryolarında ve tüm orman kuruluşlarında karbon NBD değerlerinde azalmalar meydana gelmiştir.

Odun üretimi ve karbon birikiminden elde edilen NBD'nin eniyilendiği TC1-TC5 planlama senaryoları, planlama yörüngesi sonunda odun üretimi ve karbon birikiminden elde edilen toplam NBD açısından birlikte değerlendirildiğinde, en yüksek toplam NBD TC1 planlama senaryosunda ve YO'da gerçekleşmiştir. TC5 planlama senaryosunun GO'da verdiği çözümsüz sonuç hariç tutulduğunda, en düşük toplam NBD miktarı TC3 planlama senaryosunda ve GO'da gerçekleşmiştir. Herhangi bir kısıtın yer almadığı TC1 senaryosu ile farklı kısıtlayıcıların modele dahil edildiği TC2-TC5 planlama senaryoları kıyaslandığı zaman, tüm planlama senaryolarında ve tüm orman kuruluşlarında toplam NBD değerlerinde azalmalar meydana gelmiştir.

Sonuç olarak, orman ekosistemlerinin sunmuş olduğu ürün ve hizmetlerin miktar ve kalitesi doğrudan orman yapı ve kuruluşuna bağlı olarak değişmektedir. Orman ekosistemlerinin dinamik yapısının iyi anlaşılması, orman ekosistemlerinden çok amaçlı ve maksimum düzeyde faydalanabilmek için temel koşuldur. Bu kapsamda doğrusal programlama gibi farklı optimizasyon tekniklerine dayanan orman amenajman planlama modellerinin geliştirilmesi, sürdürülebilir ormancılıkta ve ormanların ekosistem tabanlı çok amaçlı planlanmasında son derece önemlidir. Bu tarz sayısal modellerin geliştirilmesi, hem orman yöneticilerine hem de karar vericilere, karmaşık orman amenajmanı problemlerinin çözümünde yardımcı olmaktadır.

Teşekkür

Bu makale, Prof. Dr. Sedat KELEŞ danışmanlığında yürütülen ve Yusuf DERELLİ tarafından 2019'da Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsünde yapılan "Farklı Aktüel Kuruluşa Sahip Kızılçam Ormanlarında Odun Üretimi ve Karbon Birikimi Fonksiyonlarının Optimal Üretim Planlaması" adlı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Asante, P., Armstrong, G.W., 2012. Optimal forest harvest age considering carbon sequestration in multiple carbon pools: a comparative statics analysis. *Journal of Forest Economics*, 18, 145-156.
- Backéus, S., Wikström, P., Lämås, T., 2005. A model for regional analysis of carbon sequestration and timber production. *Forest Ecology and Management*, 216, 28-40.
- Başkent, E.Z., Keleş, S., Yolaşğmaz, H.A., 2008. Comparing multi-purpose forest management with timber management in incorporating timber, carbon and oxygen values: A case study. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 23 (2), 105-120.
- Baskent, E.Z., Keleş, S., 2009. "Developing alternative forest management planning strategies incorporating timber, water and carbon values: an examination of their interactions. *Environmental Modeling and Assessment*, 14, 467-480.
- Başkent, E.Z., Keleş, S., Kadioğulları, A.İ., Bingöl, Ö., 2011. Quantifying the effects of forest management strategies on the production of forest values: timber, carbon, oxygen, water and soil. *Environmental Modelling and Assessment*, 16, 145-152.
- Cacho, O.J., Hean, R.L., Wise, R.M., 2003. Carbon-accounting methods and reforestation incentives", *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 47 (2), 153-179.
- Creedy, J., Wurzbacher, A.D., 2001. The economic value of a forested catchment with timber, water and carbon sequestration benefits. *Ecological Economics*, 38, 71-83.
- Diaz-Balteiro, L., Romero, C., 2003. Forest management optimisation models when carbon captured is considered: a goal programming approach. *Forest Ecology and Management*, 174, 447-457.
- Diaz-Balteiro, L., Rodriguez, L.C.E., 2006. Optimal rotations on Eucalyptus plantations including carbon sequestration- A comparison of results in Brazil and Spain. *Forest Ecology and Management*, 229, 247-258.
- Dong, L., Lu, W., Liu, Z., 2018. Developing alternative forest spatial management plans when carbon and timber values are considered: a real case from northeastern China. *Ecological Modelling*, 385, 45-57.
- Hoen, H.F., Solberg, B., 1994. Potential and economic efficiency of carbon sequestration in forest biomass through silvicultural management. *Forest Science*, 40, 429-451.
- Keleş, S., Başkent, E.Z., 2007. Modeling and analyzing timber production and carbon sequestration values of forest ecosystems: A case study. *Polish Journal of Environmental Studies*, 16 (3), 473-479.
- Keleş, S., 2008. Designing and developing a decision support system for forest management planning. *Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye*, 209 s.
- Keleş, S., 2010. Forest optimization models including timber production and carbon sequestration values of forest ecosystems: a case study. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 17 (6), 468-474.
- Keleş, S., 2015. Optimum cutting ages in hybrid poplar plantations including carbon sequestration: a case study in Turkey. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 22 (3), 339-349.
- Keleş, S., 2017. Determining optimum cutting ages including timber production and carbon sequestration benefits in Turkish Pine Plantations. *Sains Malaysiana*, 46 (3), 381-386.
- Keleş, S., Derelli, Y., Erciyez, T.N., 2018. Farklı konumsal özelliklerin orman amenajman planlama modeline dahil edilmesi: Örnek bir uygulama. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 114-121.
- Meng, F.R., BourQue, C.P.A., Oldford, S.P., Swift, D.E., Smith, H.C., 2003. Combining carbon sequestration objectives with timber management planning. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 8, 371-403.
- Pohjola, J., Valsta, L., 2007. Carbon credits and management of Scots pine and Norway spruce stands in Finland. *Forest Policy and Economics*, 9 (7), 789-798.
- Qin, H., Dong, L., Huang, Y., 2017. Evaluating the effects of carbon prices on trade-offs between carbon and timber management objectives in forest spatial harvest scheduling problems: a case study from northeast China. *Forests*, 8, 43.
- Raymer, A.K.P., Gobakken, T., Hoen, H.F., Solberg, B., 2005. Optimal forest management and cost-effectiveness when increasing the carbon benefit from a forest area* A case study of Hedmark County in Norway. *Manuscript. In A. K. P. Raymer, Modeling and analyzing climate gas impacts of forest management, PhD thesis, Norwegian University of Life Sciences.*
- Raymer, A.K., Gobakken, T., Solberg, B., Hoen, H.F., Bergseng, E., 2009. A forest optimisation model including carbon flows: application to a forest in Norway. *Forest Ecology and Management*, 258, 579-589.
- Tolunay, D., 2011. Total carbon stock and carbon accumulation in living tree biomass in forest ecosystems of Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 35 (3), 265-279.
- Tolunay, D., 2013. Coefficients that can be used to calculate biomass and carbon amounts from increment and growing stock in Turkey. *Proceedings of the International Symposium for the 50th Anniversary of the Forestry Sector Planning in Turkey, Antalya, Turkey*, pp.240-251.
- Ünsal, A., 2007. Construction of biomass tables of redpine in Karaisalı Forest Administration in Adana Forest Regional Directorate. *Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi, BARTIN*, 62 s.
- Yeşil, A., 1992. Değişik sıklık ve bonitetteki kızılçam meşcerelerinin yaşa göre gelişimi. *Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul*, 179 s.



Bölmeden ıkarma çalışmalarında Tajfun MOZ 500 GR mobil hava hattının verimliliğinin incelenmesi

Rahmi Yılmaz^{1*}, Mustafa Acar¹, Tolga Öztürk²

¹ Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman İnşaatı Geodezi ve Fotogrametri Ana Bilim Dalı, Artvin

² İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Orman İnşaatı ve Transportu Ana Bilim Dalı, İstanbul

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi:16/11/2022

Kabul Tarihi: 10/01/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1205645>

* Sorumlu yazar:

rahmiyilmaz84@hotmail.com

ÖZ

Araştırma Makalesi

Ülkemiz dağlık ormanlık alanlarında odun üretim çalışmaları zor, pahalı ve zaman alıcı işlerdir. Odun hammaddesinin bölmeden çıkarmasında insan gücü, hayvan gücü ve makine gücü kullanılmaktadır. Ülkemizde makine gücü olarak kullanılan araçlar sürütücüler, harvesterlar, tarım traktörleri ve hava hatlarıdır. Bu alışmada, Türkiye'nin kuzeydoğru bölgesinde yer alan Artvin bölgesinde Tajfun MOZ 500 GR mobil hava

hattının verimliliğinin incelenmesi amaçlanmıştır. Hava hatlarının her taşıma aşaması için verimliliğini etkileyen yük hacmi, taşıma mesafesi, vagonun taşıma hızı ve her bir taşıma seferindeki zaman tüketimi gibi konular incelenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, Tajfun MOZ 500 GR mobil hava hattının verimliliği ortalama 125 metre taşıma mesafesinde 5,31 m³saat⁻¹ olarak bulunmuştur. Hava hatlarının odun üretim çalışmalarında kullanılması verim ve zaman açısından ormancılık faaliyetlerine hız kazandırmaktadır. Hava hatlarının kurulum, montaj ve demontaj çalışmalarının bir planlama içerisinde yapılması, koridorların doğru ve işlevsel olarak açılması hava hatlarının verimlerini artırmaktadır. Bunun yanında çevresel etkiler ve iş kazaları gibi riskler de minimuma inmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hava hattı, zaman etüdü, verim, üretim alışmaları, Tajfun MOZ 500 GR

Investigation of the productivity of the Tajfun MOZ 500 GR mobile skyline yarder in Harvesting operations

ABSTRACT

Harvesting operations in our country's forest areas is difficult, expensive and time-consuming work. Man power, animal power and machine power are used to extract the wood raw material from the stand. The vehicles used as machine power in our country are skimmers, harvesters, agricultural tractors and skylines. In this study, it is aimed to examine the productivity of Tajfun MOZ 500 GR mobile skyline yarder in Artvin region, which is located in the North Eastern region of Turkey. For each transportation stage, issues such as load volume, yarding distance, speed of the carriage and time consumption of handling operations in each transportation are examined. As a result of this study, the productivity of the Tajfun MOZ 500 GR mobile skyline yarder was found to be 5.31 m³ hour⁻¹ at an average yarding distance of 125 meters. The use of skylines accelerates harvesting operations in terms of productivity and time. Performing the installation, assembly and disassembly works of the skylines within a planning and opening the corridors correctly and functionally increase the productivity of the skylines. In addition, risks such as environmental effects and occupational accidents are minimized.

Key Words: Skyline, time study, productivity, harvesting operations, Tajfun MOZ 500 GR

Bu makaleye atıf:

Yılmaz, R., Acar, M., Öztürk, T., 2023. Bölmeden ıkarma çalışmalarında Tajfun MOZ 500 GR mobil hava hattının verimliliğinin incelenmesi. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(1), 14-20.



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

1. Giriş

Zemine dayalı üretim sistemleri, insan, hayvan ve makine gücüyle zemin üzerinde odun hammaddesinin taşınması veya sürütülmesi şeklinde gerçekleştirilen çalışmalardır. Genel olarak, hava hatları zemine dayalı bölmeden çıkarma sistemlerinden daha karmaşık ve maliyetlidir. Bununla birlikte, modern hava hatlarına ait çeşitli üretkenlik modelleri ile bu durum tersine çevrilebilir. Makinelerinin üretken potansiyelini en üst düzeye çıkarmak için kullanıcıların çalışma tekniklerinin iyileştirilmesine yardımcı olabilir.

Türkiye 78 milyon hektarlık genel alanıyla, ekolojik bakımdan zengin bir çeşitliliğe sahiptir. Bu zenginlik içerisinde ormanlar tür ve kompozisyon olarak önemli bir yer tutmaktadır. 2020 yılı itibarıyla yapılan tespitlere göre ormanlık alanlar, ülke alanının % 29,4'ünü kaplamaktadır (OGM, 2021). Ormanlık alanlar odun hammaddesi üretiminden toplumun sosyal ihtiyaçlarını karşılamaya kadar birçok işlevi yerine getirmektedir. Ayrıca, ormanlar toprak erozyonunu önledikleri ve yerleşim yerlerini çığ ve kaya düşmesine karşı korudukları için koruyucu bir işleve sahiptir (Dorren et al., 2004). Hem uygun maliyetli tomruk üretimini hem de dikkatli bir şekilde ormanları korumayı garanti etme ihtiyacı, ormancılık çalışmalarını özellikle karmaşık hale getirmektedir.

Özellikle Doğu Karadeniz Bölgesinin dağlık yapısından kaynaklanan tipik erişim kısıtlamaları, artan yakıt ve işgücü maliyetleri karşısında maliyet sınırlaması için temel bir çözüm olan modern makine teknolojilerin alanlara girişini sıklıkla engeller. Bu nedenle, ormanlarda sürdürülebilirliği garanti etmek ve verimliliği en üst düzeye çıkarmak için ormancılık çalışmalarını optimize etmek çok önemlidir (Stoilov, 2019).

Hava hatları, dünya çapında özellikle dik yamaçlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Eğimin % 40'ı aştığı durumlarda, zemine dayalı hasat teknolojisi iyi sonuçlar vermez ve bu durum hava hatlarını ana çözüm haline getirir (Bont and Heinemann, 2012).

Odun üretimi sırasında tomrukların bölmeden çıkarılması için, taşınacak orman emvalini yerden kaldırmak ve ormandan çıkarmak için hava hatları sıklıkla kullanılır. Bu tür bir yetenek, traktör gibi zemine dayalı çalışan araçlarla erişilemeyen yerlerde bölmeden çıkarma çalışmaları için çok önemlidir. Sarp arazide, hava hattı sistemleriyle hasat, tipik olarak, yoğun bir yol ağı oluşturma ihtiyacını ortadan kaldırır ve bu nedenle zemine dayalı sistemlere oranla toprağa olan etkisi düşüktür (Spinelli et al., 2010). Hava hatları ithal edilen makineler olup, göreceli olarak maliyetli araçlardır. Bunun yanında, işgücü ve makine giderleri bakımından maliyetleri diğer alternatiflere göre yüksektir. Bu nedenle, hava hatları, zemine dayalı hasat sistemlerine kıyasla daha düşük kar marjları sunabilir. Bu da daha güçlü bir optimizasyon çalışmasını gerekli kılar (Spinelli et al., 2015).

Günümüzde özellikle mobil hava hattı sistemleri esas olarak yokuş yukarı taşıma için kullanılmaktadır. Bunun ana nedeni, yokuş yukarı taşıma sistemlerinin makine donatımı açısından çok daha kolay ve hızlı olmasıdır (Peters and LeDoux, 1984). Ülkemiz ormancılığında hava hatları özellikle Doğu Karadeniz Bölgesindeki Artvin ili ormanlarında faaliyet gösterdiğinden, bu bölgedeki zaman ve verimlilik çalışmaları büyük ilgi görmektedir, çünkü bu tür çalışmalarda elde edilen veriler, benzer arazi koşullarında operasyonel planlama için orman

yöneticilerine etkili bir çözüm sağlamak için kullanılabilir. Bu sayede, oluşacak maliyetler en aza indirilebilir (Yılmaz ve ark., 2022).

Modern hava hatları 1950'lerde plantasyon ormanlarında kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde hava hatları geleneksel zemine dayalı sistemleri sınırlayan sarp ve dik yamaçlarda orman emvalini çıkarmak için tercih edilen yöntemlerin başında gelmektedir (Harrill et al., 2019). Mobil hava hattı yöntemlerinde günümüze kadar çok sayıda gelişme yaşanmıştır ve uygulamalar dünya çapında farklılık göstermektedir (Visser and Harrill, 2017). Daha uzun taşıma mesafeleri nedeniyle minimuma indirilen yol altyapısı, taşınan emvalin kısmen veya tamamen askıya alınması ve makinenin sabit olmasından dolayı orman toprağına olan baskının azalması nedeniyle zemine dayalı hasat sistemlerine nispeten çevresel faydaları nedeniyle de tercih edilir duruma gelmiştir (Palmer et al., 1996; Baillie, 2010).

Bu çalışmada, ülkemiz ormancılığına 2019 yılında katılımı sağlanan Tajfun MOZ 500 GR mobil hava hattının Artvin bölgesindeki ormanlık alanlarda kullanımı incelenmiştir. Hava hattının verimliliği, kullanım özellikleri ve maliyeti açısından incelemeler yapılmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda ülkemizde eskiden bugüne kadar kullanılan hava hatlarına göre verimler karşılaştırılmış ve ormancılığımızda bu hava hatlarının daha etkin kullanılması için gerekli öneriler sunulmuştur.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırmanın yapıldığı bölge Artvin Orman İşletme Müdürlüğü bünyesindeki Ortaköy Orman İşletme Şefliği sınırları içerisindedir. Ortaköy Orman İşletme Şefliği alanı toplam olarak 18.587,10 ha'dır. Bölge 6.829,80 ha ormansız alan, 4.861,40 ha normal orman, 6.895,90 ha bozuk orman olmak üzere toplamda 11.757,30 ha ormanlık alana sahiptir (URL-1). Coğrafi bakımdan 41°54'33"- 42°06'44" doğu boylamları ile 41°08'25"-41°22'41" kuzey enlemleri arasında yer almaktadır ve genel olarak yüksek rakımlı, sarp ve çok meyilli bir yapıdadır (Şekil 1).



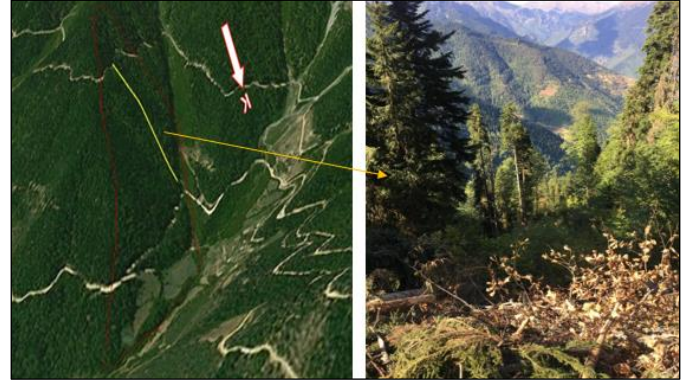
Şekil 1. Çalışma alanı

Bölge içerisindeki başlıca ağaç türleri; Gökmar (*Abies nordmanniana*), Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.), Doğu Kayını (*Fagus orientalis*), Meşe ve Kızılağaç (*Quercus* sp. ve *Alnus* sp.) olup, bu ağaç türleri saf veya karışık halde meşcereler oluşturmaktadır. Kızılağaçlar, plan ünitesinin rakımı

daha düşük yerlerinde ve dere içlerinde bulunmaktadır. Plan ünitesinin bulunduğu bölge, Doğu Karadeniz iklim bölgesindedir. Bu bölgenin genel olarak iklim tipi, her mevsim yağışlı olup, sıcaklık bakımından deniz iklimi karakteri taşır. Bölgenin en yüksek yeri 3414,8 m ile Karçal Dağları, en alçak yeri 240 m ile Bulanık çayı ile Çoruh nehrinin kesiştiği yerdir. İşletme şefliği ormanları, Artvin-Erzurum, Artvin-Şavşat karayolunun kenarında bulunmaktadır. Artvin il merkezine 40-60 km uzaklıktadır. Yollar asfalt olup, ormanlık alanlara her mevsim ulaşım mümkündür. Bölge içerisindeki toplam yol uzunluğu 243+600 km olup, yol yoğunluğu 15,30 m/ha'dır (Anonim, 2022)

Hava hattı Ortaköy Orman İşletme Şefliğine bağlı Pırnallı köyü yakınlarında bulunan 231 nolu bölme içerisinde kurulmuştur. Üretim alanında diri örtü gözlenmemiştir. Arazide ortalama yamaç eğimi % 70-80 arasında, bölgenin rakımı ise yol dağ istasyonu tarafında 1665 m ve vadi istasyonu tarafında 1597 m'dir (Yükseklik farkı = 68 m). Ağaçların kesim çalışmalarında motorlu testere kullanılmıştır. Kesilerek taşımaya hazır hale getirilen tomruklar hava hattı ile en yakın orman yoluna taşınmıştır (Şekil 2). Hava hattının kurulum uzunluğu yaklaşık olarak 300 metredir. Ürünlerin taşınması aşağıdan yukarıya doğru yapılmıştır. Taşınan ürünler hava hattının kurulduğu orman yolu kenarına istif edilmiştir. Hava hattının bir taşıma seferi, belirli bölümlere ayrılarak her bir bölümün zamansal

değeri ve bir seferdeki toplam zamanı zaman etütleri yardımıyla bulunmuştur. Daha sonra sefer başına, saatlik ve günlük verimler hesap edilmiştir.



Şekil 2. Çalışılan alana ait görüntüler

2.1 Tajfun MOZ500GR mobil hava hattının teknik özellikleri

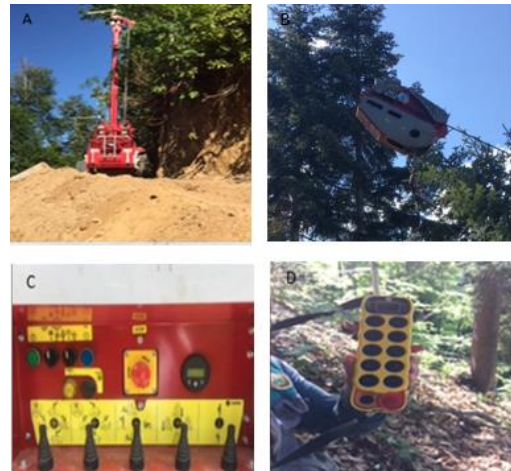
Hava hattının ve bağlı olduğu Tümosan 8105 marka tarım traktörünün ve mobil hava hattının teknik özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Tajfun MOZ 500 GR hava hattı ve Tümosan 8105 traktörün teknik özellikleri

MOZ 500 GR Hava Hattı Teknik Özellikleri	Tümosan 8105 Traktör Teknik Özellikleri		
Ağırlık	3800 kg	Motor gücü	105 BG
Gerekli traktör gücü	105 BG	Silindir sayısı	4 / Turbo Intercooler
Halat uzunluğu	500 m	Silindir hacmi	4,1 lt
Taşıma kablosu	500 m / 18 mm çap	Mak. tork	400 Nm
Çekme kablosu	500 m / 9 mm çap	Yakıt deposu	115 lt
Sabitlenme kablosu	45 m / 16 mm çap	Vites	16 ileri / 16 geri
Gerilme kuvveti	60kN	Kuyruk mili tipi	Bağımsız
Mak. çalışma yüksekliği	8 m	Kuyruk mili devri	540 – 540E d/dak
Mak.taşıma yüksekliği/kapasitesi	2,8 m / 1900 kg	Kaldırma kapasitesi	4000 kg
Kule dönüşü açısı	180°	Klima	Mevcut
Lastik ebatları	400/60R15.5	Radyo/MP3 çalar	Mevcut
Depo kapasitesi	120 lt	Ağırlık	3500 kg
Kontrol sistemi	Uzaktan kumanda	Lastik boyutları	
Yakıt tüketimi	3 lt sa ⁻¹	Ön	340/85R24
Verim	50 – 70 m ³	Arka	280/70R24
Vagon ağırlığı	240 kg	Azami tork devri	1500 d/dak

Tajfun MOZ 500 GR Slovenya menşeli bir hava hattıdır. Traktöre monte edilerek kullanılmakta ve gücünü bağlı olduğu traktörden almaktadır. Hava hattı bir kule ve bir vagon yardımıyla bölmeden çıkarma yapmaktadır. Hava hattı uzaktan kumanda yardımıyla kullanılmaktadır (Şekil 3).

Çalışmada makine verimliliğini belirlemek amacıyla; çalışma koşulları incelenmiş, sürekli zaman ölçme yöntemi kullanılarak işin akışına uygun iş dilimi zamanları, toplam sefer zamanı ve zaman kayıpları dijital kronometre ile ölçülmüştür. Elde edilen veriler istatistiksel açıdan analiz edilip, verimli çalışma süresi üzerindeki etken faktörler ortaya konulmuştur. Zaman etütleri için, hattın bir seferdeki iş dilimleri aşağıdaki gibi belirlenmiştir;



Şekil 3. A: Tajfun MOZ 500 GR hava hattı (Yılmaz ve ark.,2022), B: Vagon, C: Dış panel (Yılmaz ve ark.,2022), D: Kumanda (Yılmaz ve ark.,2022)

1. Boş vagonun yükleme yerine gelme süresi (a)
2. Kancanın yükleme yerine inme süresi (b)
3. Kancaya yükün bağlanma süresi (c)
4. Yük kancasının vagona çekilme süresi (d)
5. Vagonun boşaltma yerine gelme süresi (e)
6. Yük kancasının boşaltma yerine inme süresi (f)
7. Yük kancasından yükün çözülme süresi (g)
8. Yük kancasının vagona tekrar çekilme süresi (i)
9. Zaman kaybı (Zk)
10. Toplam zaman (Tz)

Burada;

a: Vagon boş olarak yükleme yerine indirildiğinde süre biter

b: Vagona bağlı olan kancayı tomrukların yanındaki işçi aldığı biter

c: İşçi tomrukları kancaya bağlandığında süre biter

d: Operatör bağlanan tomrukları kumanda yardımıyla vagona çektiğinde süre biter

e: Vadi istasyonunda bağlanan tomruk dağ istasyonuna çekildiğinde süre biter

f: Dağ istasyonuna çekilen yük kancanın serbest bırakılması ile yere iner ve süre biter

g: Dağ istasyonunda hazır bekleyen işçi inen tomrukları kancadan kurtardığında süre biter

i: Çözülen kanca boş olarak tekrar vagona çekildiğinde süre biter

zk: Tüm bu işlemler sırasında boşa geçen zamanın toplamı

tz: Tüm işlemlere ait zamanların toplamı

h: Taşınan yükün hacmi

3. Bulgular

Üretim alanı içerisinde hava hattının emvali çektiği uzaklık ortalama 125 m olarak bulunmuştur. Taşıma aşağıdan yukarıya doğru yapılmıştır. Montaj 1 saat, demontaj ise 30 dakika sürmüştür. Ana kablunun (taşıyıcı) yerden yüksekliği ortalama 25 m'dir. Bir operatör, üç yükleme işçisi ve bir boşaltma işçisi olmak üzere toplam beş işçi çalışmıştır. Taşınacak emval alan içerisinde 100-200 m mesafeler arasında dağınık olarak bulunmaktadır. Yol kenarına kadar çıkarılan ladin ve kayın tomrukları yükleme vinci yardımıyla kamyonlara yüklenmiştir.

Yapılan zaman etütleri sonucunda, toplam 4 saat 15 dakikada 19,93 m³ tomruk bölmeden çıkarılmıştır. Taşıyıcı kablo altında ve yandan çekme mesafesi içerisinde bulunan tomruklar, hava hattı vagonu tarafından taşınmıştır. MOZ 500 GR hava hattı ile bu üretim alanında yapılan çalışma sonucunda hava hattının ortalama verileri Çizelge 2 ve 3'te verilmiştir.

Çizelge 4. Korelasyon analizi sonuçları

	a	b	c	d	e	f	g	i	h
Toplam Pearson Correlation	0,702	0,667	0,548	0,704	0,834	0,080	0,379	0,101	0,182
Zaman Sig. (1-tailed)	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,337	0,020	0,298	0,168

Verilerin istatistiksel modele olan uygunluğunu test etmek için regresyon analizi kullanılmıştır. Modelin bir bütün olarak anlamlı olduğu ve bu ilişkinin doğrusal (sig.=.000) olduğu bulunmuştur. Mobil hava hattı bölmeden çıkarma sırasında toplam süre (tz) ile bağımsız değişkenler arasındaki %95 güven düzeyi için;

$$(1) Tz = 1,19 + 1,01c + 1,200d + 1,610e + 2,119g$$

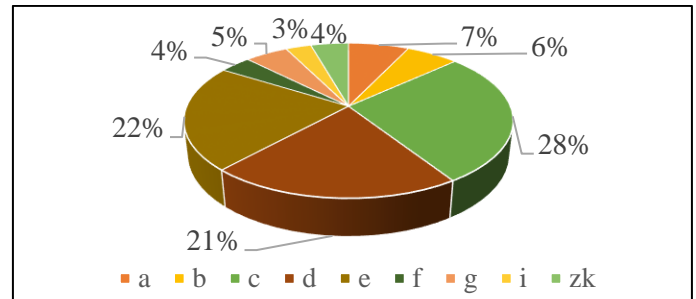
Çizelge 2. MOZ 500 GR hava hattı ile taşımada ortalama zaman değerleri (dk)

Taşıma mesafesi (m)	125
a	0,53
b	0,46
c	2,07
d	1,57
e	1,66
f	0,27
g	0,38
i	0,22
ZK	0,31
TZ	7,5

Çizelge 3. Araştırma alanında MOZ 500GR hava hattı ile taşımada ortalama değerler

Taşıma mesafesi (m)	125
Ürün Cinsi	Ladin-Kayın
Ürün Boyu (m)	5,5
Taşınan Ürün Hacmi (m ³)	0,66
Yük Adedi	36
Yandan Çekme Mesafesi (m)	12,8

İş dilimi zamanlarının oransal dağılımları incelendiğinde en fazla zamanın “kancaya yükü bağlama (c = % 28) süresi olduğu belirlenmiştir. Bu değeri sırasıyla % 22 ve % 21 yüzde oranlarıyla “Vadi istasyonunda bağlanan tomruk dağ istasyonuna çekildiği süre (e)” ve “Operatör bağlanan tomrukları kumanda yardımıyla vagona çektiği süre (d)” takip etmiştir. Bütün iş dilimlerine ait oransal dağılımlar Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. İş dilimlerine ait oransal dağılımlar

Çalışma zamanını etkileyen faktörler ile iş dilimleri arasında yapılan korelasyon analizi sonucunda; “toplam zaman (tz)” ile en yüksek ilişkinin “vagonun boşaltma yerine gelme süresi (e)” olduğu (0,834) görülmüştür. Bu değeri 0,704 değeriyle “yük kancasının vagona çekilme süresi (d)” takip etmiştir (Çizelge 4).

modeli kurulmuştur. Bu eşitlikte;

Tz: Toplam zaman, c: Kancaya yükün bağlanma süresi, d: Yük kancasının vagona çekilme süresi, e: Vagonun boşaltma yerine gelme süresi, g: Yük kancasından yükün çözülme süresidir.

Regresyon analizi yapılırken stepwise yöntemi seçilmiştir. Stepwise regresyon modelinde belirlenen bağımsız değişkenler arasından modele en uygun olan değişken modele dâhil edilir, diğerleri ise modelden çıkarılır bu sayede modeldeki karmaşıklık giderilebilir. Bulunan modellerden 4. model seçilmiştir. Bunun nedeni ise seçilen modelin R^2 değerinin diğer modellere göre yüksek olmasıdır. Modelde bağımsız

değişkenler ile bağımlı değişken olan “toplam süre (Tz)” arasındaki ilişki güçlü ve $R^2 = 0,934$ olarak bulunmuştur (Çizelge 5). Bununla birlikte durbin-watson katsayısı 1,6 olarak bulunmuştur. 1,5-2,5 civarında bir D.W. değeri açıklayıcı modelde bir otokorelasyon olmadığını gösterir. Bu bağlamda modelde otokorelasyon yoktur denilebilir.

Çizelge 5. Model Özeti

Model	R	R^2	Adjusted R Square	Std.Error of the Estimate	Change Statistics					
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig.F Change	Durbin-Watson
4.	0,966	0,934	0,923	40,115	0,036	13,554	1	25	0,0011	1,6

Arazide yapılan toplam 30 sefer boyunca toplam 19,93 m³ tomruk taşınmıştır. Zaman etüdü içerisinde en fazla zamanı kancaya yükü bağlama (c) süresi, en az süreyi ise kancanın tekrar vagona çekilme süresi almıştır. Diğer değişkenler hakkındaki süreler Çizelge 6’da verilmiştir.

Çizelge 6. Çalışmaya ait bağımsız değişkenler

Bağımsız Değişkenler	Sefer zamanı			
	Toplam (dk)	Ortalama (dk)	Min (dk)	Max (dk)
a	16,03	0,53	0,31	0,91
b	13,86	0,46	0,20	1,26
c	62,34	2,07	1,16	3,15
d	47,38	1,57	0,57	2,44
e	49,83	1,66	0,67	3,55
f	8,23	0,27	0,07	0,53
g	11,41	0,38	0,07	1,57
i	6,75	0,22	0,09	0,50
h	19,93 m ³	0,66 m ³	0,28 m ³	1,32

Çalışmada, bağımsız değişkenler (boş vagonun yükleme yerine inmesi, kancanın yere inmesi, kancaya yükü bağlama, yükün vagona çekilmesi, vagonun boşaltma yerine çekilmesi, kancayı yere indirme, yükü çözme, kancayı boş olarak vagona çekme ve hacim) ve bağımlı değişken (toplam zaman) arasında doğrusal ve pozitif bir korelasyon bulunmuştur. Buradan hareketle bağımsız bir değişken arttığında, toplam zamanın da artacağı sonucuna varılabilir.

Verimlilik ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişki aşağıdaki denklem ile tanımlanabilir.

$$(2) V(m^3\text{saat}^{-1}) = 7,526 + 4,579h - 0,026d - 0,057g$$

Yapılan zaman kayıpları toplam sürelerden çıkarıldığında denklem şu şekilde olmaktadır;

$$(3) V(m^3\text{saat}^{-1}) = 7,415 + 4,593h - 0,024d - 0,051g$$

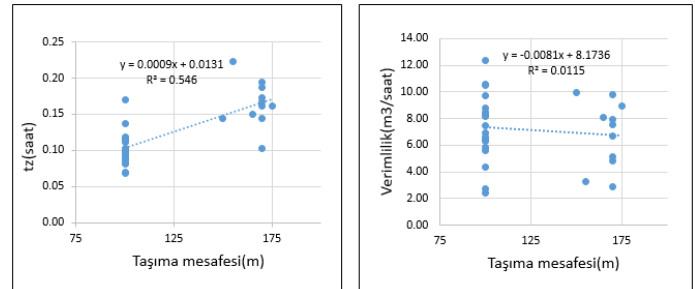
Bu denklemlere giren değerler; verimlilik (V), hacim (h), yükün vagona çekilmesi (d) ve yükü çözme (g) olmuştur.

Her iki denkleme de bakıldığında istatistiksel olarak arada fazla bir fark olmadığı görülmektedir. Bu durumda çalışma esnasında zaman kayıplarından oluşabilecek verimlilik kaybının minimum olduğu söylenebilir.

4. Tartışma ve Sonuç

Artvin Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde dağlık bölgelerdeki ormanlık alanlarda odun üretim çalışmalarının daha etkin bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için Orman Genel

Müdürlüğü makine parkına yeni alınan Tajfun MOZ 500 GR mobil hava hattının verimliliğinin incelendiği bu çalışmada, hava hattı yaklaşık 300 metre uzunluğunda kurulmuştur ve emval ortalama 125 metrelik bir mesafeden taşınmıştır. Bölmeden çıkarılan emval tomruk vasfında olup boyları 4–6 m arasında değişiklik göstermiştir. Hava hattı ile üretim alanında toplam 30 sefer yapılmıştır. Hava hattının verimliliğini bulmak için yapılan zaman etütleri sonucunda taşıma mesafesi ile toplam zaman (Tz) ve verimlilik (m³ saat⁻¹) arasındaki ilişki Şekil 5’teki grafiklerde gösterilmiştir.



Şekil 5. Toplam zaman ve verimlilik değerlerinin taşıma mesafesi ile ilişkisi

Şekil 5’te görüldüğü gibi, taşıma mesafesi arttıkça sefer başına zaman artmakta, diğer yandan taşıma mesafesi arttıkça sefer başına verimlilik azalmaktadır.

Yılmaz ve ark. (2022) Artvin bölgesinde ladin sahasında yaptıkları çalışmalarında Tajfun 500 GR verimliliğini 8,39 m³ saat⁻¹ olarak bulmuşlardır. Zimbalatti ve Proto (2009) yılında yaptıkları çalışmalarında Koller K300 mobil hava hattı verimliliğini 100 metre için 2,24 m³ saat⁻¹ olarak bulmuşlardır. Şentürk ve ark. (2007) yapmış oldukları çalışmalarında Koller K300 verimliliğini 100 metrede 6,6 m³ saat⁻¹ bulmuşlardır. Melemez ve ark. (2014) Koller K-300 verimliliğini 100 metrede 10,9 m³ saat⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Aykut ve ark. (1997) tarafından Artvin Meydancık bölgesinde yapılan çalışmada, 240 metre taşıma mesafesinde Urus MIII verimliliği 8,60 m³ saat⁻¹ olarak bulunmuştur. Diğer bir çalışmada Çağlar (2002), 600 m taşıma mesafesinde, Urus MIII verimliliği 3.80 m³ saat⁻¹ olarak, Koller verimliliğini ise 280 metre taşıma mesafesinde 4,50 m³ saat⁻¹ olarak bulmuştur. Öztürk (2004), 350 m taşıma mesafesinde, Urus MIII verimliliği 12,90 m³ saat⁻¹ olarak bulmuştur. Öztürk (1996) yaptığı başka bir çalışmada Artvin Taşlıca bölgesinde Koller K300 verimliliğini 5,90 m³ saat⁻¹ olarak bulmuştur. Öztürk ve Şentürk (2006) çalışmalarında

Gartner verimliliğini 200 metre mesafede $6,70 \text{ m}^3 \text{ saat}^{-1}$ bulmuşlardır. Tunay ve ark. (2001) Kastamonu bölgesinde yapmış oldukları çalışmada Koller K300 verimliliğini 200 m'de $6,41 \text{ m}^3 \text{ saat}^{-1}$ olarak belirlemişlerdir. Gümüş ve Acar (2010) Koller ve Gartner hava hatları ile yaptıkları çalışmada verimlilik değerlerini sırasıyla $7,86 \text{ m}^3 \text{ saat}^{-1}$ ve $4,97 \text{ m}^3 \text{ saat}^{-1}$ olarak bulmuşlardır. Acar ve arkadaşlarının (2010) Artvin Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisindeki ormanlarda yaptıkları çalışmalarında Koller K300, Urus MIII ve Gartner hava hatlarının çalışma verimliliklerini sırasıyla 2,31, 2,37 ve $4,73 \text{ m}^3 \text{ saat}^{-1}$ olarak belirlemişlerdir. Bu çalışma taşınan ortalama yük hacmi $0,66 \text{ m}^3$ tür. Ortalama verimlilik ise ortalama 125 metre taşıma mesafesinde $5,31 \text{ m}^3 \text{ saat}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Genel olarak benzer koşullar gösteren yukarıdaki çalışmalar ile karşılaştırıldığında bu çalışma kapsamında bulunan verimlilik değeri diğer çalışmalara yakın bulunmuştur.

Yakıt tüketimi ölçümleri, yakıt deposunun tam olarak doldurulması ve çalışma yapıldıktan sonra traktör motorunun durdurularak eksilen miktarın tamamlanması yöntemiyle yapılmıştır. Eksilen miktarın tamamlanması sırasında, yakıt deposu giriş boğazı üzerinde seçilen referans bölüme kadar hassas ölçüm kaplarıyla yakıt doldurulmuştur. Çalışmada yakıt tüketimi, Köy Hizmetleri Tarımsal Mekanizasyon Grubu tarafından ülke çapında yürütülen 862 nolu "Tarım alet makinalarının işletme değerlerinin saptanması" araştırma projesi ile elde edilen verilerin değerlendirilmesine göre belirlenmiştir (Anonim, 1997). Çalışma saati başına ortalama yakıt tüketimi 6 lt saat^{-1} 'dir. Bu sonuç hava hattının kendi sitesindeki yakıt bilgileri (3 lt saat^{-1}) ile tezatlık oluşturmaktadır. Ancak bu durum arazinin zorlu çalışma koşulları yanında makinenin yeni olması ve operatörlerin makineye alışma dönemi içerisinde olağan olarak karşılanmıştır. Hava hattının kullanım yoğunluğu ve operatörlerin uzmanlaşması ile yakıt tüketimleri düşme eğilimi gösterecektir.

Verimliliğin artırılması için elde edilen veriler incelendiğinde; Hava hattına ait bir özellik hava hattı hızının 2 vites şeklinde ayarlanmış olmasıdır. Yani vagonun boş ya da dolu olarak daha hızlı ya da daha yavaş çalıştırılabilmesidir. Verilen bu bilgi kapsamında; yapılan bu çalışmada verimliliği en çok etkileyen bağımsız değişkenlerin sırasıyla "hacim", "yükün vagona çekilmesi" ve "yükü çözme" olduğu belirlenmiştir. Belirlenen bu bağımsız değişkenlerden hacim değişmeyeceğine göre diğer değişkenlerin etki miktarlarının azaltılması için yani dolaylı olarak toplam zamanı düşürmek için hava hattının hızının artırılması gerekmektedir. Hava hattının hızlı bir şekilde çalışmasının bir takım olumsuzluklara (hava hattı vagonunun takılması, kumandanın vagonu çalıştırmaması, iş güvenliği vb.) sebep olabileceği akıldan çıkarılmamalıdır.

Bu çalışmada ortalama yandan çekme mesafesi 12,8 metre olarak bulunmuştur. Toplam zaman üzerinde en çok etkili olan bağımsız değişken "kancaya yükü bağlama (c)" değişkenidir. Arazide dağınık halde bulunan tomruklar vagonun kancasına takılıp hava hattının çekim kuvvetiyle vagonun altına çekilmektedir.

Tomruklar arazide dağınık şekilde bulunduğu için bu durum işçilere zaman kaybettirmektedir. Çünkü işçiler ellerine aldıkları kancayla beraber yükün yanına gitmekte ve tomruğu bağlamaktadır. Eğim, örtü yapısı vb. nedenlerden dolayı bu durum işçiyi zorlamakta ve yavaşlatmaktadır.

Tomruk taşınan yapıldığı alanlarda hava hattının kurulacağı alan önceden temizlendiği için taşınacak olan tomruklarda önceden hava hattının kapsadığı alana insan gücüyle ve yerçekiminin yardımıyla getirilirse yandan çekme mesafesi kısılacak böylece kancayı yüke bağlama süresi düşürülecek ve gerekli insan gücü etkisi de bir nebze azalacaktır. Operatör ve işçilerin bir konu ile ilgili eğitime tabi tutulmaları ve sertifika sahibi olmaları gerektiği belirtilmelidir. Bu durum hava hattının verimliliğini önemli ölçüde artıracaktır (Öztürk ve Şentürk, 2016).

Çalışma kapsamında kayıp zaman sürelerinin genel olarak kullanılan makine kaynaklı olduğu görülmüştür. Kullanılan makinenin henüz yeni olması nedeniyle işçilerin makineyi öğrenmesi ve oluşan sorunları aşması zaman almıştır. Bu durum da verimliliği düşürmektedir. Ayrıca hava hattının bölmeden çıkarılacak bölgeye getirilmesinde de bir takım zorluklar söz konusudur. İşçiler bu durumun hava hattını taşıyan traktörden kaynaklı olduğunu ve daha güçlü bir traktöre gereksinimleri olduğunu belirtmektedirler. Ekibimizin yaptığı çalışmada hava hattını taşıyan traktörün güçlü olduğu ve aslında böyle bir soruna sebebiyet vermemesi gerektiği tespit edilmiştir. Yukarıda belirtildiği gibi işçilere verilecek eğitimlerin artırılmasıyla bu sorunun üstesinden kolaylıkla gelinebilir. Örnekle açıklamak gerekirse çalışmanın yapıldığı arazi çok eğimli bir yapıya sahiptir ve traktör hava hattını yukarı doğru taşırken ön tarafı zaman zaman havaya kalkmaktadır. Bu durumda hem işçinin güvenliğini azaltmaktadır hem de zaman kaybına neden olmaktadır. Bu bağlamda traktörün ön tarafına yerleştirilecek yeterli bir ağırlık bu soruna kolaylıkla çözüm olacaktır. Ayrıca çalışma, hava hattının yük potansiyeline kıyasla düşük hacimlerde emval çıkardığını göstermiştir. Verimliliğini artırmak ve hava hattını tam kapasite kullanmak için, sefer başına ortalama yük hacminin ($0,66 \text{ m}^3$) artırılması tavsiye edilebilir. Bunun için taşımaya konu tomrukların ortalama uzunlukları ($5,5 \text{ m}$) ve sefer başına taşınan tomruk sayısı artırılabilir.

Dimitrov'a (2012) göre, Bulgaristan'ın güneybatısındaki Ograzhden Dağları'nda bulunan kayın (*Fagus sylvatica* L.) meşcerelerinde işletilen traktöre monteli hava hattının verimliliğini artırmak için, yandan çekme (% 28), kancaya yükü çekme (% 21), İşçilerin boşa geçirdikleri zaman ve gecikme süreleri (% 16) ve kancadan çıkarmayı (% 13) kapsayan sürelerin en aza indirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Çalışma yaptıkları alan bölgemizdeki arazi şartları ile benzerlik gösterdiğinden önerileri dikkate almaya değerdir.

Ayrıca inşa edilmesi gereken orman yollarının ve hali hazırda bulunan yollarının kalitesinin artırılması ile yeni kullanılmaya başlanan bu hava hattının verimini önemli ölçüde arttıracığı düşünülebilir. Çünkü bu düzenlemeler ile hava hattının onarım masrafları ve yakıt tüketimi azalacak bu durum da bölmeden çıkarma verimliliğine olumlu yönde etki yapacaktır.

Sonuç olarak ormancılık çalışmalarında hava hattı sistemleri kullanılacaksa, alanda yeterli miktarda odun hammaddesi bulunmalıdır. Nakliyesi yapılacak alanda, üretim işlemleri tamamlandıktan sonra alana hava hattı sistemleri getirilerek montajı yapılmalı ve ardından taşıma işlemleri gerçekleştirilmelidir (Şentürk ve ark., 2007). Orman işletmesi ve ağaç kesme işlemleri arasındaki etkileşim, özellikle dik arazilerde önemli olmaya devam etmektedir. Özellikle yeni

kullanılmaya başlayan böyle mobil hava hattı sistemleri için, orman işletmecileri ile işçiler arasında iletişimin her zaman için yüksek tutulması gerekmektedir.

Kaynaklar

- Acar, H., Ünver, S., Özkaya, M., 2010. Artvin Orman Bölge Müdürlüğü'ndeki Odun Hammaddesi Üretim Araçlarının Verim Açısından İncelenmesi. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 11 (2), 12-19.
- Anonim, 2022. Ortaköy İşletme Şefliği Amenajman Planı. Artvin.
- Anonim, 1997. Tarla içi Geliştirme Hizmetleri Alet ve Makineleri İşletme Rehberi. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü APK Dairesi Başkanlığı Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü Yayın No:100, Ankara.
- Aykut, T., Acar, H.H., Şentürk, N. 1997. An investigation on the comparison of Koller K300, Urus MIII and Gantner skylines used for extraction from compartment in Artvin region. I.U. Review of the Faculty of Forestry 47(A2): pp. 30-58.
- Baillie, B., 2010. Forest harvesting practices in and around sensitive areas: a literature review. Rotorua, New Zealand: Scion. Scion Technical Report No. S0001. 6.
- Bont, L., Heinemann, H.R., 2012. Optimum geometric layout of a single cable road. In: European Journal of Forest Research, vol. 131(5), pp. 1439- 1448.
- Çağlar, S., 2002. Artvin Yöresi Ormanlarında Vinçli Hava Hatları ile Bölmeden Çıkarmanın Çalışma Verimi Açısından İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.
- Dimitrov, D., 2012. Investigation on work time and productivity of forest skyline Koller K 300 in Ograzhden Mountain. In: Forestry Ideas, vol. 18, no. 1(43), pp. 92-96.
- Dorren, L., Berger, F., Imeson, A., Maier, B., Rey, F., 2004. Integrity, stability and management of protection forests in the European Alps. Forest Ecology and Management 195: pp. 165-176.
- Gümüş, S., Acar, H.H., 2010. Evaluation of consecutive skylines yarding and gravity skidding systems in primary forest transportation on steep terrain. Journal of environmental biology, 31(1-2), pp. 213-218.
- Harrill, H., Visser, R., Raymond, K., 2019. New Zealand Cable Logging 2008-2018: a Period of Change. Curr Forestry Rep 5, pp.114-123.
- Melemez, K., Tunay, M., Emir, T., 2014. A comparison of productivity in fives mall-scale harvesting systems. In: Small-scale Forestry, vol. 13(1), pp. 35-45.
- OGM., 2021. Türkiye Orman Varlığı. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Öztürk, T., Şentürk, N., 2016. Productivity and costs of timber extraction by Urus MIII skyline yarder in northeast Turkey. Sumarski List, 140, pp. 561-566.
- Öztürk, T., Şentürk, N., 2006. Extraction of spruce timber by Gantner cable crane from selective forests of Artvin region. Croatian J. For. Eng. 27(1): pp. 59-66.
- Öztürk, T., 2004. The research on transporting forest products with varied forest cable crane in mountainous forest zone of Turkey. I.U. Review of the Faculty of Forestry 54(A1): 165-187.
- Öztürk, T., 1996. Artvin Bölgesinde Vinçli Hava Hatlarından Yararlanma İmkanları, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Palmer, D., McMahon, S., Fraser, D., Visser, R., 1996. Skyline logging to minimise impacts on native vegetation. Rotorua, New Zealand: Logging Industry Research Organisation, Report 21(16). pp. 5.
- Peters, P.A., LeDoux, C.B., 1984. Stream protection with small cable yarding systems. In: North Eastern Forest Experiment Station, USDA Forest service, Morgantown, WV 26505, pp. 17.
- Spinelli, R., Magagnotti, N., Nati, C., 2010. Benchmarking the impact of traditional small-scale logging systems used in Mediterranean forestry. Forest Ecology and Management 260: pp. 1997-2001.
- Spinelli, R., Magagnotti, N., Visser, R., 2015. Productivity Models for Cable Yarding in Alpine Forests. In: European Journal of Forest Engineering, vol. 1(10), pp. 9-14.
- Stoilov S., 2019. Tower yarder work time and productivity study in Rhodope Mountains. Proceedings of the Biennial International Symposium” Forest and Sustainable Development” 8 th Edition, 25th -27th of October.
- Şentürk, N., Öztürk, T., Demir, M., 2007. Productivity and costs in the course of timber transportation with the Koller K300 cable system in Turkey. In: Building and Environment, vol. 42(5), pp. 2107-2113.
- Tunay, M., Melemez, K., Acar, H.H., 2001. Work performance of Koller K300 cable system on difficult terrain in turkey. Proceedings “New Trends in Wood Harvesting with Cable Systems for Sustainable Forest Management in the Mountains,” Ossiach, Austria, 18-24 June, pp. 107-112.
- URL-1., <https://artvinobm.ogm.gov.tr/ArtvinOIM/Lists/OrmanVarligi/AllItems.aspx>, (accessed 12.29.2022).
- Visser, R., Harrill, H., 2017. Cable yarding in North America and New Zealand: a review of developments and practices. Croat J For Eng., 38(2).pp. 209-217.
- Yılmaz, R., Acar, M., Öztürk, T. 2022. Productivity of hauling by tajfun MOZ 500 GR cable yarder in Turkey. Forestist, 72(3), 313-319.
- Zimbalatti, G., Proto, A.R., 2009. Cable logging opportunities for firewood in Calabrian forests. In: Biosystems Engineering, vol. 102(1), pp. 63-68.



Mert Gölü Longoz ormanlarının 2017-2022 yılları arasındaki güncel polen dağılımının belirlenmesi (İğneada, Kırklareli, Türkiye)

Rüya Yılmaz Dağdeviren¹, Nurgül Karlıoğlu Kılıç^{1*}

¹İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakóltesi, Orman Botaniği Anabilim Dalı, İstanbul

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 16/12/2022

Kabul Tarihi: 06/03/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1220061>

* Sorumlu yazar:

nurgulk@iuc.edu.tr

ÖZ

Bu araştırma, İğneada Longoz ormanları (Kırklareli, Türkiye) içerisinde yer alan Mert Gölü Longozu'nda sürdürölen polen izleme çalışmasının son beş yılının (2017-2022 yılları) güncel polen dağılımını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Güncel polen dağılımını belirlemek için vejetasyonun farklılık gösterdiği iki örnekleme alanına Avrupa Polen İzleme Programı Protokolü kapsamında Tauber tipi polen tuzağı konulmuş ve güncel polen yoğunlukları (cm²/yıl) hesaplanmıştır. Örnekleme alanlarında bulunan polen tuzaklarına ait yıllık toplam polen yoğunluğu verileri incelendiğinde (2017-2022 yılları); en yüksek yıllık toplam polen yoğunluğu (cm² /yıl) 2020-2021 yıllarında tespit edilmiştir. Açık alanda toplam otsu bitki polen (NAP) yoğunluğu daha fazla iken orman içinde toplam odunsu bitki (AP) polen yoğunluğu daha fazladır. Odunsu bitki ve otsu bitki polen yoğunlukları karşılaştırıldığında en yüksek polen yoğunluğu odunsu bitki taksonlarına (AP) aittir. Polen tuzaklarında beş yıl boyunca yapılan güncel polen analizleri sonuçlarına göre; yıllık polen yoğunluğu (cm²/yıl) en fazla olan odunsu taksonlar sırasıyla *Carpinus* (gürgele), *Pinus* (çam), *Quercus cerris* tip (yaprak döken meşeler) ve *Fraxinus* (dişbudak) cinsleridir. Bu çalışma ile Türkiye'de yapılan en uzun polen izleme çalışmasının son beş yıllık dönemine ait veriler ortaya konmuştur. Böylece, fosil polen çalışmalarının daha iyi yorumlanmasını sağlayan kesintisiz bir güncel polen izleme kaydı oluşturulmuştur.

Araştırma Makalesi

Anahtar Kelimeler: Güncel polen izleme, polen yoğunluğu, Tauber polen tuzağı, Avrupa Polen İzleme Programı

Determination of modern pollen distribution of Lake Mert Longoz forests between 2017-2022 (İğneada, Kırklareli, Turkey)

ABSTRACT

This research was carried out to determine the modern pollen distribution of the last five years (2017-2022) of the pollen monitoring study carried out in Lake Mert Longoz (waterlogged) located in İğneada Longoz forests (Kırklareli, Turkey). In order to determine the modern pollen distribution, Tauber pollen traps were placed in 2 sample areas where the vegetation differs within the scope of the European Pollen Monitoring Program Protocol and pollen influxes (cm²/year) were calculated. When the annual total pollen influx data of the pollen traps in the sample areas were examined; the highest pollen influx (cm²/year) was determined for the years 2020-2021. While the total non-arboreal plant (NAP) pollen influx is higher in the open area, the total arboreal plant (AP) pollen influx is higher in the forest. Comparing pollen influxes of arboreal and non-arboreal taxa, the highest pollen influx belongs to arboreal plant taxa. According to the results of modern pollen analyzes carried out in the pollen traps for five years; the arboreal taxa with the highest annual pollen influx (cm²/year) were *Carpinus* (hornbeam), *Pinus* (pine), *Quercus cerris* type (deciduous oak) ve *Fraxinus* (ash tree) respectively. This study presents data for the last five years of the longest pollen monitoring study conducted in Turkey. Thus, an uninterrupted modern pollen monitoring record has been created that provides a better interpretation of fossil pollen studies.

Key Words: Modern pollen monitoring, pollen influx, Tauber pollen trap, European Pollen Monitoring Programme

Bu makaleye atıf:

Yılmaz Dağdeviren, R., Karlıoğlu Kılıç, N., 2023. Mert Gölü Longoz ormanlarının 2017-2022 yılları arasındaki güncel polen dağılımının belirlenmesi (İğneada, Kırklareli, KB Türkiye). Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(1), 21-27.



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

1. Giriş

Güncel polen izleme çalışmaları, polen ve vejetasyon arasındaki ilişkiyi anlamak ve fosil polen diyagramlarının yeniden yapılandırılabilmesini sağlamak için önemli bir altlık görevi görmektedir. Bu amaç doğrultusunda; Hicks (1994) tarafından Finlandiya'nın kuzeyinde ilk uzun soluklu polen izleme çalışması yapılmış ve bu çalışmadan elde ettiği sonuçlarını fosil polen diyagramlarını yorumlamada kullanmıştır. Güncel polen izleme çalışmalarının standart bir protokole bağlanması amacıyla 1995 yılında Avrupa Polen İzleme Sistemi kurulmuş ve Avrupa'da pek çok ülkede Tauber tipi polen tuzağı kullanılarak farklı örnek alanlarda polen izleme çalışmaları başlanmıştır (Karlıoğlu, 2011). Polen İzleme İstasyonları başta Finlandiya olmak üzere İngiltere, İsviçre, Çek Cumhuriyeti, Polonya, Litvanya, Yunanistan, Gürcistan ve Bulgaristan gibi birçok ülkede bulunmakta ve bu istasyonlardan elde edilen yıllık polen izleme verileri yaklaşık 27 yıldır kaydedilmektedir. Türkiye'nin Polen İzleme Sistemine dâhil olduğu ilk çalışma ise, Karlıoğlu (2011) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma kapsamında İğneada Longoz Ormanlarında (Kırklareli) 6 tuzak, Belgrad Ormanında (İstanbul) 3 tuzak ve İ.Ü. Araştırma ve Uygulama (İstanbul) Ormanında 3 tuzak olmak üzere toplam 12 polen tuzağı Eylül 2007-Eylül 2009 yılları arasında aylık dönemlerde değiştirilerek bu ormanların güncel polen dağılımı ortaya konmuştur (Karlıoğlu ve Akkemik, 2012; Karlıoğlu et al., 2014; Karlıoğlu et al., 2015). Sonraki yıllarda Türkiye'nin farklı bölgelerinde de pek çok polen izleme çalışması gerçekleştirilmiştir (Şenkul et al., 2018; Şenkul and Karlıoğlu Kılıç, 2019; Karlıoğlu Kılıç ve ark., 2019; Karlıoğlu Kılıç et al., 2021). Türkiye'deki en uzun soluklu polen izleme çalışması, İğneada Longoz ormanlarında bulunan tuzakların her yıl düzenli olarak değiştirilmesiyle hala devam etmektedir. Bu ormanlardaki polen tuzaklarından 2009-2016 yılları arasında elde edilen yedi yıllık polen izleme verisi Karlıoğlu Kılıç (2019) tarafından sunulmuştur.

Bu araştırma da ise, İğneada Longoz ormanlarında devam eden polen izleme çalışmasının 2017-2022 yılları arasındaki 5 yıllık döneminin polen yoğunluğu verileri belirlenmiştir. Çalışmanın amacı; İğneada Longoz ormanlarında bulunan Mert Gölü Longoz ormanında vejetasyonun farklılık gösterdiği iki örnek alanda (M1; açık alan ve M2; orman içi), Tauber tipi polen tuzaklarında (Tauber, 1974) biriken yıllık polen yoğunluğu verileri ile güncel polen dağılımını ortaya koymaktır. Bu çalışma ile Türkiye'deki en uzun polen izleme çalışması devam ettirilerek, fosil polen diyagramlarının daha iyi yorumlanabilmesi için temel bir altlık oluşturulmuş olacaktır.

2. Materyal ve Yöntem

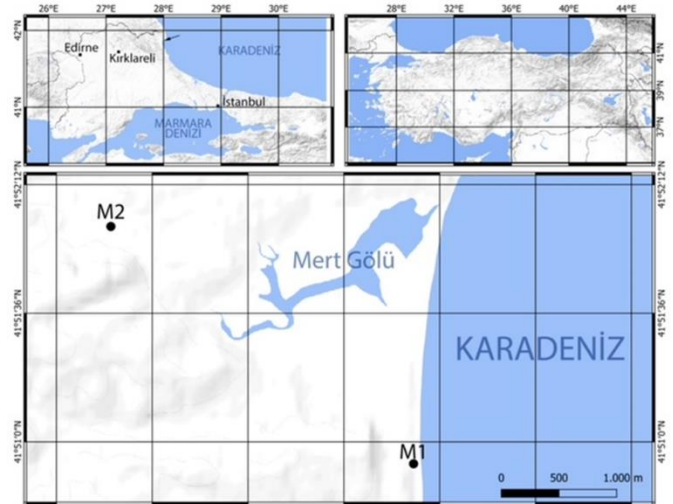
2.1 Çalışma alanı

Araştırma alanı olan Mert Gölü Longozu, Kırklareli ili Demirköy ilçesinde bulunan İğneada Longoz Ormanları içinde yer almaktadır. İğneada Longoz ormanları Istranca nemli ormanlarının bir parçası ve birkaç farklı ekosistemin binlerce yıl içinde oluşturduğu bir doğa hazinesidir. İğneada Longoz Ormanları 13.11.2007 tarihinde 26699 sayılı ile Resmi Gazetede yayımlanarak 39. Milli Park ilan edilmiştir (Güler, 2007). Türkiye'nin 122 önemli bitki alanından biri olan İğneada

Longozu Önemli Bitki Alanı (ÖBA), subasar orman, turbalık, bataklık ve kumul bitki topluluklarının bir karışımı olup, nehir setindeki kumlu mera, kum bandı ve sulak alanlar üzere zengin bir bitki örtüsüne sahiptir (Özhatay ve ark. 2005). Bu ormanların en önemli odunsu bitki taksonlarını *Acer campestre* L. (ova akçaağacı), *Acer pseudoplatanus* L. (dağ akçaağacı), *Alnus glutinosa* L. (adi kızılâğaç), *Carpinus orientalis* Miller. (doğu gürgeni), *Corylus avellana* L. (fındık), *Fagus orientalis* Lipsky (doğu kayını), *Fraxinus angustifolia* Vahl (sivri meyveli dişbudak), *Fraxinus ornus* L. (çiçekli dişbudak), *Quercus cerris* L. (saçlı meşe), *Quercus frainetto* Ten. (Macar meşesi), *Quercus petraea* (Mattuschka) Lieb. (sapsız meşe), *Quercus robur* L. (saplı meşe), *Ulmus minor* Mill. (ova karaağacı) ve *Ulmus laevis* Pall. (hercai karaağaç) oluşturmaktadır (Karlıoğlu, 2011). İğneada longoz ormanlarındaki litolojik formasyonlar, alt kısımlarda Jura yaşlı mikasitler ver mermerler bulunurken bu katmanın üzerini Neojen yaşlı çakıl ve çakıl taşlarından oluşan bir katman örtmektedir (Arca, 2012). İğneada'nın kıyıya yakın kısımlarında alüvyal, kıyıda Istrancalara doğru olan kısmında ise, kahverengi orman toprağı ve podzolik topraklar bulunmaktadır (Tecimen and Kavgacı, 2010). İğneada Longoz ormanları Köppen İklim sınıflandırmasına göre Csb harfleriyle gösterilen kışları ılıman nemli orta enlem iklim tipi içerisinde bulunmaktadır (Öztürk ve ark., 2017). Erinç Yağış Etkinlik İndisi değerine göre ise nemli iklim sınıfı içerisinde yer almaktadır (Ayдын ve ark., 2019).

2.2 Güncel polen analizleri

İğneada Longoz ormanlarına ilk polen tuzağı 2007 yılında Karlıoğlu (2011) tarafından yerleştirilmiş ve bu tuzaklar her yıl değiştirilerek güncel polen izleme çalışması düzenli olarak sürdürülmüştür. Bu çalışma, Mert Gölü Longoz ormanlarında vejetasyonun değişiklik gösterdiği iki farklı noktada (M1 ve M2) gerçekleştirilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Mert gölü çevresine yelleştirilen polen tuzaklarının lokasyon haritası

Araziden beş yıl boyunca (2017-2022) alınan polen tuzakları İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Orman Fakültesi'nde bulunan Palinoloji Laboratuvarına getirilmiş ve polen tuzaklarındaki karışım Avrupa Polen İzleme Programı Protokolü'ne göre 250 µm'luk polen eleğinden süzülerek, hayvan ve bitki

kalıntılarından uzaklaştırılmıştır (Hicks et al., 1996). Süzülen bu karışıma her biri 9666 adet spor içeren 2 adet *Lycopodium* spor tablet (Stockmarr, 1971) eklenmiştir. Bilinen sayıda *Lycopodium* sporların karışıma eklenmesi, preparat yapımı sırasında preparatta yer almayan diğer polenlerin tahmin edilmesinde ve birim alana düşen polen yoğunluğunun ($\text{cm}^2/\text{yıl}$) hesaplanmasında kullanılmaktadır (Hicks et al., 1996; Hicks et al., 2001; Tonkov et al., 2001). *Lycopodium* eklenen kimyasal karışım santrifüj tüplerine aktarılmış ve 4000 devirde 10 dk santrifüj yapılmıştır. Asetoliz safhasından sonra her bir tüpe gliserin eklenerek güncel polen preparatları hazırlanmıştır. Güncel polen preparatlarındaki polen ve *Lycopodium*'ların sayım ve teşhisi bilgisayar destekli Leica DM750 marka ışık mikroskopunda, x40, x100 immersiyon objektifi ve 10x oküleri kullanılarak yapılmıştır. Polen teşhisleri için Palinoloji Laboratuvarındaki referans polen preparatları ile birlikte polen atlasları kullanılmıştır (Wodehouse, 1935; Erdtman, 1952; Erdtman, 1957; Faegri and Iversen, 1964; Iwanami et al., 1988; Moore et al., 1991; Beug, 2004; Hesse et al., 2009).

3. Sonuçlar

3.1. Polen tuzaklarının çevresindeki bitki türleri

Araştırma alanındaki M1 ve M2 örnek alanında bulunan polen tuzaklarının etrafındaki bitki türlerinin belirlenmesi,

polenlerin ne kadarlık bir mesafeden taşındığının tespiti için oldukça önemlidir. Bu nedenle her bir örnek alana yerleştirilen polen tuzağının çevresindeki odunsu ve otsu taksonlar, Avrupa Polen İzleme Programı kapsamında 1'er metre aralıkla 0,5 m'den başlayarak 10,5 m'ye kadar olan vejetasyon halkaları için belirlenmiştir (Çizelge 1).

M1 örnek alanında polen tuzağı etrafında bulunan odunsu taksonlar sırasıyla *Acer campestre*, *Fraxinus angustifolia*, *Prunus x domestica* L. ve *Rubus sanctus* Schreb. türleridir. Polen tuzağı çevresinde Apiaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Fabaceae, Juncaceae, Lamiaceae, Liliaceae, Plantaginaceae, Poaceae ve Rosaceae familyalarından birçok otsu bitki hâkimdir (Çizelge 1).

M2 örnek alanında polen tuzağı çevresinde en fazla bulunan odunsu taksonlar *Acer campestre*, *Carpinus betulus*, *Corylus avellana*, *Fagus orientalis*, *Fraxinus angustifolia*, *Hedera helix* L., *Rubus sanctus*, *Ruscus aculeatus* L., *Smilax excelsa* L., *Sorbus torminalis* (L.) Crantz ve *Tilia tomentosa* Moench olarak tespit edilmiştir. Otsu bitki taksonlarından ise Cyperaceae, Poaceae, Ranunculaceae, Rosaceae ve Violaceae familyaları bulunmaktadır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Polen tuzaklarının çevresindeki ilk 10,5 m'lik vejetasyon halkalarında bulunan odunsu ve otsu bitki taksonlarının listesi

Polen Tuzağına Uzaklık (m)	M1 (Açık alan)	M2 (Orman içi)
0-0,5 m	<i>Anthemis tinctoria</i> , <i>Aster</i> L., <i>Conium maculatum</i> L., <i>Juncus heldreichianus</i> Marsson ex Parl., <i>Medicago</i> L., <i>Plantago lanceolata</i> L.	<i>Carpinus betulus</i> L., <i>Corylus avellana</i> L., <i>Fraxinus angustifolia</i> , <i>Rubus sanctus</i> , <i>Ruscus aculeatus</i> L., <i>Smilax excelsa</i> , Cyperaceae
0,5-1,5 m	<i>Acer campestre</i> L., <i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl., <i>Anthemis tinctoria</i> L., <i>Aster</i> , <i>Conium maculatum</i> , <i>Dactylis glomerata</i> L., <i>Juncus heldreichianus</i> , <i>Medicago</i> sp., <i>Plantago lanceolata</i>	<i>Acer campestre</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Corylus avellana</i> , <i>Fraxinus angustifolia</i> , <i>Hedera helix</i> L., <i>Rubus sanctus</i> , <i>Ruscus aculeatus</i> , <i>Smilax excelsa</i> , <i>Tilia tomentosa</i> Moench, Cyperaceae
1,5-2,5 m	<i>Acer campestre</i> , <i>Fraxinus angustifolia</i> , <i>Anthemis tinctoria</i> , <i>Aster</i> , <i>Conium maculatum</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Juncus heldreichianus</i> , <i>Medicago</i> sp., <i>Plantago lanceolata</i>	<i>Acer campestre</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Corylus avellana</i> , <i>Fraxinus angustifolia</i> , <i>Hedera helix</i> , <i>Rubus sanctus</i> , <i>Ruscus aculeatus</i> , <i>Smilax excelsa</i> , <i>Tilia tomentosa</i> , Cyperaceae
2,5-3,5 m	<i>Fraxinus angustifolia</i> , <i>Prunus x domestica</i> L., <i>Rubus sanctus</i> Schreber, <i>Anthemis tinctoria</i> , <i>Aster</i> , <i>Conium maculatum</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Juncus heldreichianus</i> , <i>Medicago</i> sp., <i>Plantago lanceolata</i>	<i>Acer campestre</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Corylus avellana</i> , <i>Fraxinus angustifolia</i> , <i>Hedera helix</i> , <i>Rubus sanctus</i> , <i>Ruscus aculeatus</i> , <i>Smilax excelsa</i> , <i>Tilia tomentosa</i> , Cyperaceae
3,5-4,5 m	<i>Fraxinus angustifolia</i> , <i>Prunus x domestica</i> , <i>Rubus sanctus</i> , <i>Anthemis tinctoria</i> , <i>Aster</i> , <i>Conium maculatum</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Juncus heldreichianus</i> , <i>Medicago</i> sp.	<i>Acer campestre</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Corylus avellana</i> , <i>Fraxinus angustifolia</i> , <i>Hedera helix</i> , <i>Rubus sanctus</i> , <i>Ruscus aculeatus</i> , <i>Smilax excelsa</i> , <i>Tilia tomentosa</i> , Cyperaceae
4,5-5,5 m	<i>Fraxinus angustifolia</i> , <i>Rubus sanctus</i> , <i>Conium maculatum</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Juncus heldreichianus</i> , <i>Medicago</i> sp.	<i>Acer campestre</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Corylus avellana</i> , <i>Fraxinus angustifolia</i> , <i>Hedera helix</i> , <i>Rubus sanctus</i> , <i>Ruscus aculeatus</i> , <i>Smilax excelsa</i> , <i>Tilia tomentosa</i> , Cyperaceae
5,5-6,5 m	<i>Fraxinus angustifolia</i> , <i>Rubus sanctus</i> , <i>Conium maculatum</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Juncus heldreichianus</i> , <i>Medicago</i> sp., <i>Plantago lanceolata</i>	<i>Acer campestre</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Corylus avellana</i> , <i>Fraxinus angustifolia</i> , <i>Hedera helix</i> , <i>Rubus sanctus</i> , <i>Ruscus aculeatus</i> , <i>Smilax excelsa</i> , <i>Tilia tomentosa</i> , Cyperaceae
6,5-7,5 m	<i>Acer campestre</i> , <i>Fraxinus angustifolia</i> , <i>Rubus sanctus</i> , <i>Ulmus minor</i> , <i>Conium maculatum</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Juncus heldreichianus</i> , <i>Medicago</i> sp., <i>Plantago lanceolata</i>	<i>Acer campestre</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Corylus avellana</i> , <i>Fraxinus angustifolia</i> , <i>Hedera helix</i> , <i>Rubus sanctus</i> , <i>Ruscus aculeatus</i> , <i>Smilax excelsa</i> , <i>Tilia tomentosa</i> , Cyperaceae, Poaceae
7,5-8,5 m	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq., <i>Fraxinus angustifolia</i> , <i>Rubus sanctus</i> , <i>Ulmus minor</i> , <i>Conium maculatum</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Juncus heldreichianus</i> , <i>Medicago</i> sp.	<i>Acer campestre</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Corylus avellana</i> , <i>Fraxinus angustifolia</i> , <i>Hedera helix</i> , <i>Rubus sanctus</i> , <i>Ruscus aculeatus</i> , <i>Smilax excelsa</i> , <i>Sorbus torminalis</i> , <i>Tilia tomentosa</i> , Poaceae, Cyperaceae
8,5-9,5 m	<i>Fraxinus angustifolia</i> , <i>Rubus sanctus</i> , <i>Ulmus minor</i> , <i>Conium maculatum</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Juncus heldreichianus</i> , <i>Medicago</i> sp.	<i>Acer campestre</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Corylus avellana</i> , <i>Fraxinus angustifolia</i> , <i>Hedera helix</i> , <i>Rubus sanctus</i> , <i>Ruscus aculeatus</i> , <i>Smilax excelsa</i> , <i>Tilia tomentosa</i> , Cyperaceae
9,5-10,5 m	<i>Fraxinus angustifolia</i> , <i>Rubus sanctus</i> , <i>Conium maculatum</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Juncus heldreichianus</i> , <i>Medicago</i> sp.	<i>Acer campestre</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Corylus avellana</i> , <i>Fagus orientalis</i> , <i>Fraxinus angustifolia</i> , <i>Hedera helix</i> , <i>Rubus sanctus</i> , <i>Ruscus aculeatus</i> , <i>Smilax excelsa</i> , <i>Tilia tomentosa</i> , Cyperaceae

3.2 Polen tuzaklarından elde edilen polen yoğunlukları

Bu çalışma kapsamında belirlenen örnek alanlardaki (M1 ve M2) polen tuzaklarının çevresinde bulunan bitkilerin 2017-2018, 2018-2019, 2019-2020, 2020-2021 ve 2021-2022 yılları arasındaki yıllık polen yoğunlukları (cm²/yıl) hesaplanmıştır (Şekil 2; Şekil 3).

M1 örnek alanından elde edilen 2017-2018 yılları arasındaki polen yoğunluğu verilerine göre, odunsu taksonlar içerisinde en fazla polen yoğunluğu 479 cm²/yıl ile *Carpinus* (gürgen) cinsine aittir. Örnek alandaki en fazla polen yoğunluğuna sahip ikinci odunsu takson ise, 175 cm²/yıl ile *Crataegus* (alıç) cinsidir. Otsu bitki taksonlarında en fazla polen yoğunluğu 1409 cm²/yıl ile Cyperaceae familyasına ait bulunmuştur. M2 örnek alanından elde edilen polen yoğunluğu verilerine göre; odunsu taksonlar içerisinde en fazla polen yoğunluğu 3428 cm²/yıl ile *Carpinus* cinsine ait tespit edilmiştir. Bu cinsi, 591 cm²/yıl polen yoğunluğu ile *Quercus cerris* tip (yaprak dökme meşeler) ve 335 cm²/yıl polen yoğunluğu ile *Fraxinus* (dişbudak) izlemektedir (Şekil 2; Şekil 3).

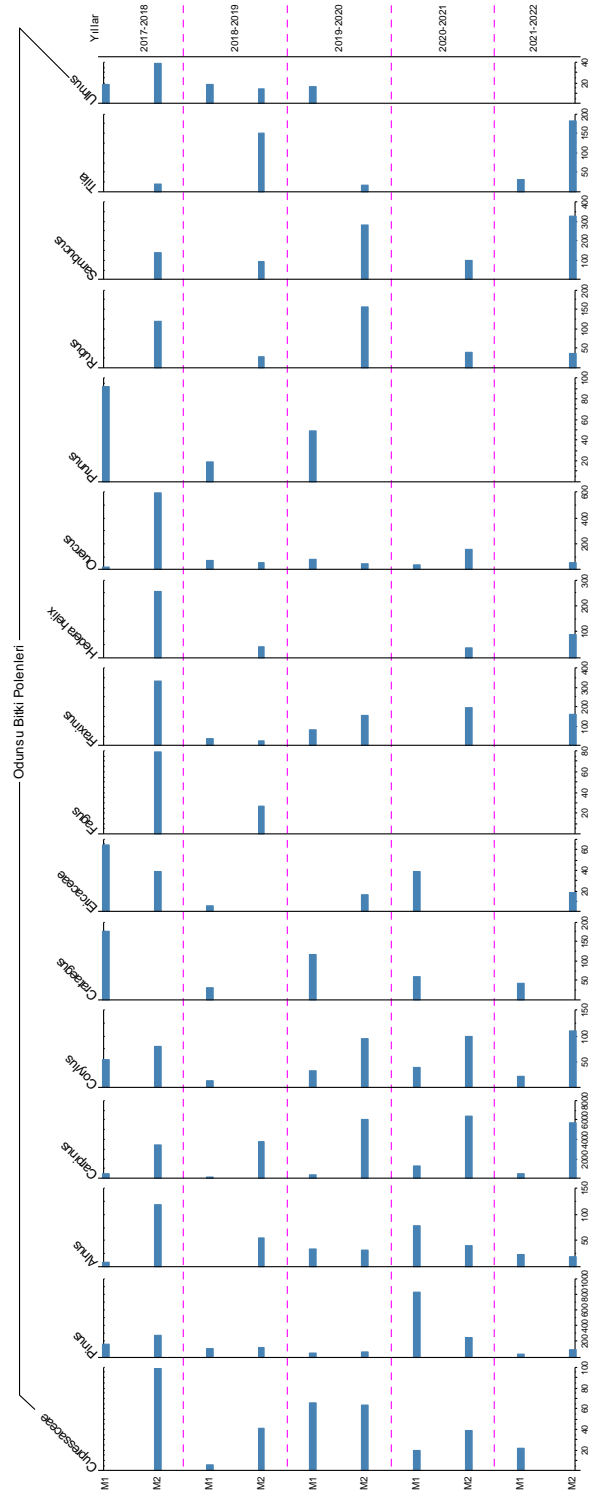
Örnek alanlarındaki 2018-2019 yılı polen yoğunluğu verilerine göre; M1 örnek alanında odunsu taksonlar içinde en fazla polen yoğunluğu 122 cm²/yıl ile *Carpinus* cinsine aittir. Bu taksonu 102 cm²/yıl polen yoğunluğu ile *Pinus* takip etmektedir. Otsu bitki taksonlarından en fazla polen yoğunluğu 991 cm²/yıl ile Cyperaceae familyasında tespit edilmiştir. Alandaki en fazla polen yoğunluğuna sahip ikinci takson ise 102 cm²/yıl ile Asteraceae familyasıdır. M2 örnek alanında en fazla polen yoğunluğuna sahip odunsu takson 3776 cm²/yıl ile *Carpinus* olarak belirlenmiştir. *Tilia* (ıhlamur) 150 cm²/yıl polen yoğunluğu ile en fazla polen yoğunluğuna sahip ikinci taksondur ve onu 123 cm²/yıl polen yoğunluğu ile *Pinus* izlemektedir. Otsu bitki taksonları içerisinde en fazla polen yoğunluğu 219 cm²/yıl ile Asteraceae familyasına aittir (Şekil 2; Şekil 3).

Bu örnek alanlardaki 2019-2020 yılı polen yoğunluğu verilerine bakıldığında; M1 örnek alanında odunsu bitki taksonları içerisinde en fazla polen yoğunluğuna sahip taksonlar, 410 cm²/yıl ile *Carpinus* ve 115 cm²/yıl ile *Crataegus* olarak belirlenmiştir. Alandaki otsu bitki taksonlarından en fazla polen yoğunluğu 2791 cm²/yıl ile Cyperaceae familyasına aittir. Cyperaceae familyasını 164 cm²/yıl polen yoğunluğu ile *Juncus* takip etmektedir. M2 örnek alanındaki odunsu taksonlardan en fazla polen yoğunluğu 6004 cm²/yıl ile *Carpinus* cinsinde tespit edilmiştir. *Sambucus* bu örnek alandaki polen yoğunluğuna sahip ikinci önemli taksondur ve polen yoğunluğu 281 cm²/yıl'dır. Otsu bitki taksonlarından en fazla polen yoğunluğu 235 cm²/yıl ile Poaceae familyasına aittir (Şekil 2; Şekil 3).

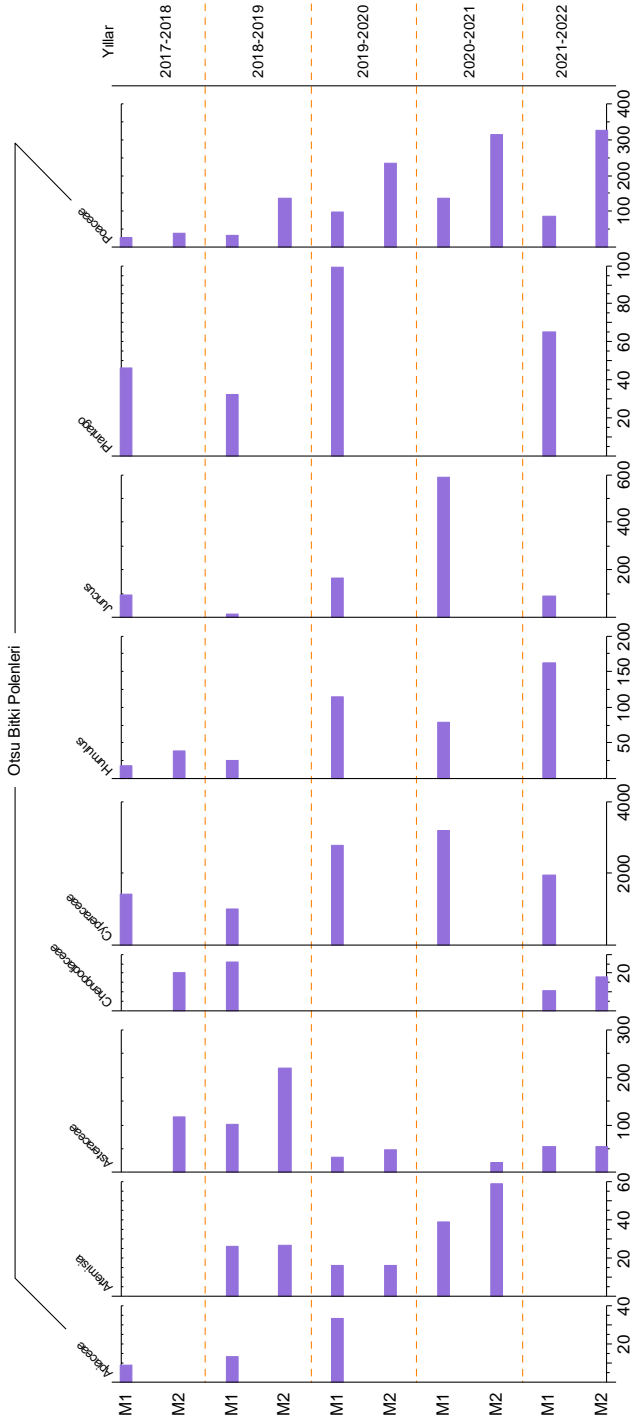
Bu örnek alanlardaki 2020-2021 yılı polen yoğunluğu verilerine göre; M1 örnek alanında en fazla polen yoğunluğuna sahip odunsu takson 1261 cm²/yıl ile *Carpinus* cinsine ait tespit edilmiştir. *Pinus* 827 cm²/yıl polen yoğunluğu ile alandaki en fazla polen yoğunluğuna sahip ikinci odunsu taksondur. Otsu bitki taksonlarından en fazla polen yoğunluğu 3192 cm²/yıl ile Cyperaceae familyasına aittir. M2 örnek alanında odunsu taksonlar içinde en fazla polen yoğunluğu 6383 cm²/yıl ile *Carpinus* cinsine ait tespit edilmiştir. Bu cinsi 256 cm²/yıl ile *Pinus* ve 197 cm²/yıl ile *Fraxinus* izlemektedir (Şekil 2; Şekil 3).

Bu örnek alanlardaki 2021-2022 yılları arasındaki polen yoğunluğu verilerine bakıldığında; M1 örnek alanında odunsu taksonlardan en fazla polen yoğunluğu *Carpinus* cinsinde

bulunmuştur (520 cm²/yıl). Örnek alandaki otsu taksonlardan en fazla polen yoğunluğu 1948 cm²/yıl ile Cyperaceae familyasına aittir. M2 örnek alanında da odunsu bitki taksonlarından *Carpinus* cinsinin polen yoğunluğu yine yüksek bulunmuştur (5764 cm²/yıl). Bu cinsi 328 cm²/yıl ile *Sambucus* ve 182 cm²/yıl polen yoğunluğu ile *Tilia* takip etmektedir. Bu örnek alandaki en fazla otsu bitki polen yoğunluğu ise, 328 cm²/yıl ile Poaceae familyasında tespit edilmiştir (Şekil 2; Şekil 3).



Şekil 2. Örnek alanlara ait 2017-2022 yılları arasındaki yıllık odunsu bitki (AP) polen yoğunlukları



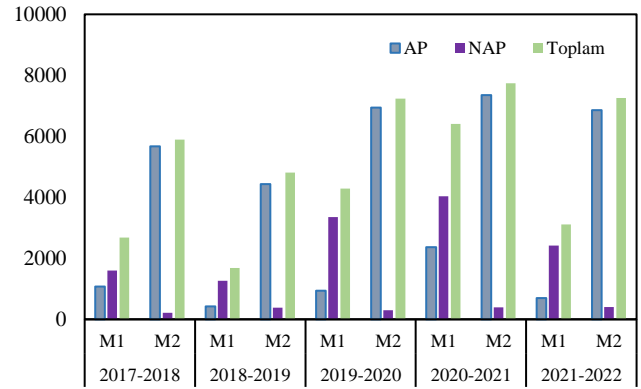
Şekil 3. Örnek alanlara ait 2017-2022 yılları arasındaki yıllık otsu bitki (NAP) polen yoğunlukları

4. Tartışma

Mert gölü longoz ormanlarında bulunan Tauber tipi polen tuzaklarından elde edilen 5 yıllık (2017-2022) toplam polen yoğunlukları karşılaştırıldığında; açık alanda (M1) toplam otsu bitki polen yoğunluğu fazla iken, orman içinde (M2) toplam odunsu bitki polen yoğunluğu daha fazladır (Şekil 4). Aynı örnek alanlarda 2007-2009 yılları arasında yapılan güncel polen izleme çalışmasında da açık alanda otsu bitki taksonlarının,

orman içinde ise odunsu bitki taksonlarının polen yoğunluğu daha yüksek çıkmıştır (Karlıoğlu, 2011; Karlıoğlu et al., 2014).

Polen tuzaklarında 2017-2022 yıllarında yapılan polen analizleri sonuçlarına göre; yıllık toplam polen yoğunluğu ($\text{cm}^2/\text{yıl}$) en fazla olan odunsu taksonlar sırasıyla *Carpinus*, *Pinus*, *Quercus* ve *Fraxinus* olarak belirlenmiştir. Aynı örnek alanlarda Karlıoğlu Kılıç (2019) tarafından 2009-2016 yılları arasında 7 yıllık dönem için odunsu bitkilerin polen izleme çalışması gerçekleştirilmiş ve bu çalışmada da benzer şekilde polen yoğunluğu en fazla olan taksonlar sırasıyla *Fraxinus*, *Carpinus* ve *Quercus* olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmadan farklı olarak *Pinus*'un polen yoğunluğundaki artışın, ağaçlandırma çalışmalarındaki çam kullanımından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yıllık toplam polen yoğunluğu ($\text{cm}^2/\text{yıl}$) en fazla olan otsu taksonlar ise, Cyperaceae, Poaceae ve *Juncus* olarak belirlenmiştir. Tuzakların etrafındaki ilk 10,5 m mesafedeki vejetasyona bakıldığında en fazla polen yoğunluğuna sahip taksonların güncel vejetasyonu yansıttığı görülmüştür.

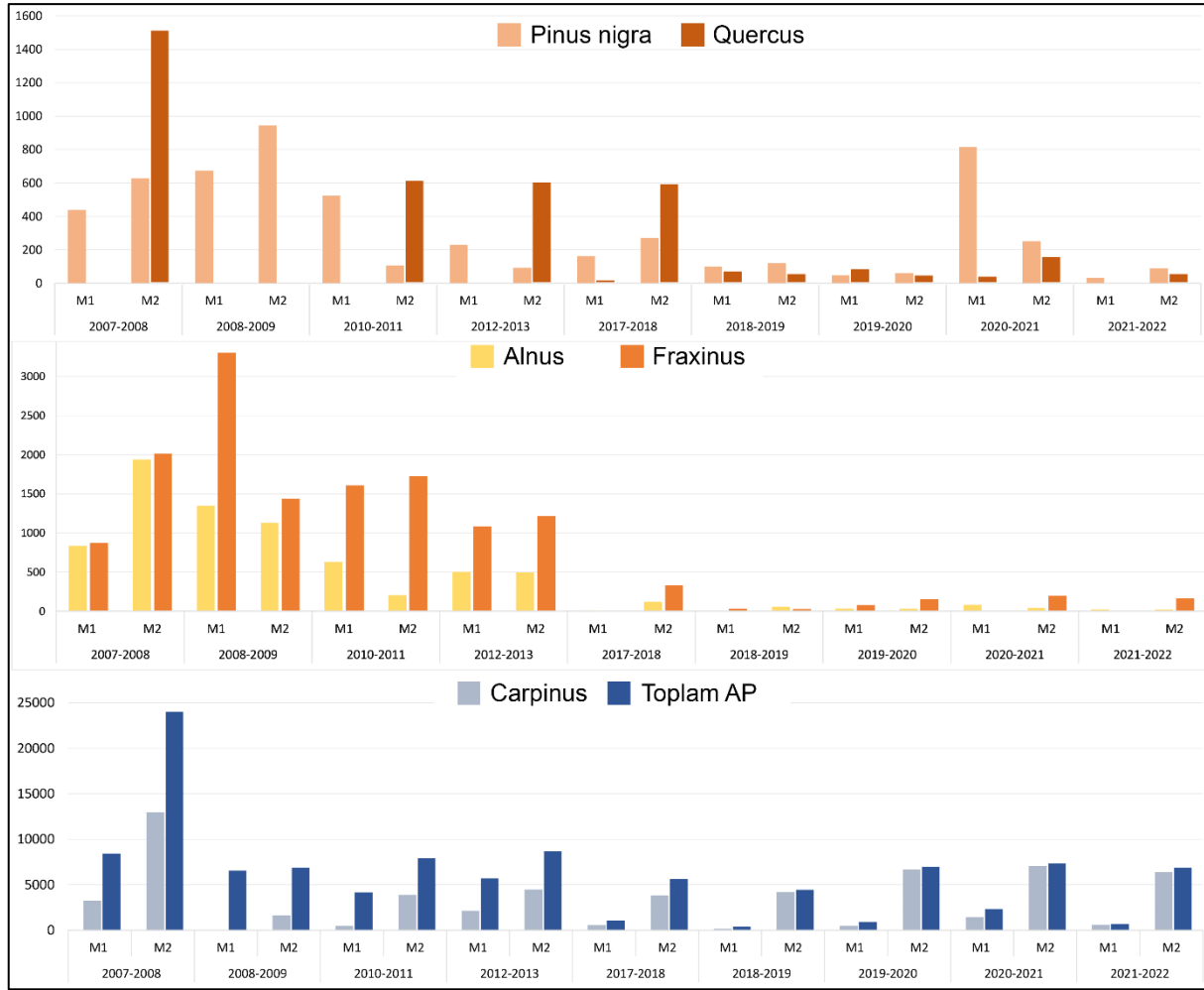


Şekil 4. Örnek alanlardaki AP, NAP ve Toplam yıllık polen yoğunluklarının ($\text{cm}^2/\text{yıl}$) 2017-2022 yılları için kıyaslanması

Mert Gölü Longoz ormanlarında bulunan polen izleme istasyonundaki önemli odunsu türlerinin 2007-2009 yılları için yıllık polen yoğunluğu verileri Karlıoğlu et al. (2014) ve 2009-2016 yılları için yıllık polen yoğunluğu verileri ise Karlıoğlu Kılıç (2019) alınarak 2007-2022 yılları için karşılaştırılmıştır (Şekil 5).

Polen yoğunlukları yıllara göre karşılaştırıldığında *Alnus*, *Fraxinus* ve *Quercus* cinslerinin polen yoğunlukları son yıllarda azalmıştır. *Carpinus* ve *Pinus* cinslerinin polen yoğunlukları ise bir miktar artış göstermiştir. Toplam odunsu bitki polen yoğunluğu da benzer şekilde artmıştır.

Mert Gölü Longoz ormanlarındaki beş yıllık dönem (2017-2022) için toplam polen yoğunluğu, en fazla 2020-2021 yılında M2 (orman içi) örnek alanında bulunmuştur (Şekil 4). Yıllık toplam odunsu bitki ve otsu bitki polen yoğunlukları karşılaştırıldığında; en fazla polen yoğunluğu odunsu bitki taksonlarına (AP) ait olduğu görülmüştür. Bu çalışma ile Türkiye'de yapılan en uzun polen izleme çalışmasının son beş yıllık dönemine ait veriler ortaya konmuştur. Böylece, fosil polen çalışmalarının daha iyi yorumlanmasını sağlayan kesintisiz bir güncel polen izleme kaydı oluşturulmuştur.



Şekil 5. Önemli odunsu bitki türleri ile Toplam AP (odunsu bitki) yoğunluklarının 2007-2022 yılları için kıyaslanması

Kaynaklar

- Aydın, S., Şimşek, M., Çetinkaya, G., Öztürk, M.Z., 2019. Erinç Yağış Etkinlik İndisi'ne Göre Belirlenen Türkiye İklim Bölgelerinin Rejim Karakteristikleri. 1. İstanbul Uluslararası Coğrafya Kongresi Bildiri Kitabı, 752-760.
- Arca, İ., 2012. Stratigraphy and Facies Characteristhcis Of Upper Cretaceous Sequences Around İğneada Kırklareli. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Beug H.J., 2004. Leitfaden der Pollenbestimmungfür Mitteleuropa und Angrenzende Gebiete. Dr Friedrich Pfeil, München.
- Erdtman, G., 1952. Pollen Morphology and Plant Taxonomy-Angiosperms. The Chronica Botanica Company, Waltham, Mass., U.S.A.
- Erdtman, G., 1957. Pollen and Spore Morphology / Plant Taxonomy-Gymnospermae, Pteridopyhta, Bryophyta. Stockholm.
- Fægri, K., Iversen, J., 1964. Textbook of Pollen Analysis. II Edition, Munksgaard, Copenhagen, Denmark.
- Güler, N., 2007. İğneada Longoz Ormanları Bitkileri Resimli Tanıma Kılavuzu, Modde Creative, İstanbul.
- Hicks, S., 1994. Present and Past Pollen Records of Lapland Forests. Review of Palaeobotany and Palynology, 82, 17-35.
- Hicks, S., Ammann, B., Latalowa, M., Pardoe, H., Tinsley., H., 1996. European Pollen Monitoring Programme: Project Description and Guidelines. University of Oulu, 28.
- Hicks, S., Tinsley, H., Huusko, A., Jensen, C., Hattestrand, M., Gerasimides, A., Kvavadze, E., 2001. Some comments on spatial variation in arboreal pollen deposition: First records from the Pollen Monitoring Programme (PMP). Review of Palaeobotany and Palynology, 117, 183-194.
- Hesse, M., Zetter, R., Halbritter, H., Weber, M., Buchner, R., Frosch-Radivo, A., Ulrich, S., 2009. Pollen Terminology an illustrated handbook. Austria, Springer, Wien, New York.
- Iwanami, Y., Sasakuma, T., Yamada, Y., 1988. Pollen: Illustrations and Scanning Electronmicrographs. Kodonsha-Tokyo.
- Karloğlu Kılıç, N., 2019. Seven years of arboreal pollen monitoring in the İğneada waterlogged forests (NW Turkey). Eurasian Journal of Forest Science, 7(3), 311-320.
- Karloğlu Kılıç, N., Şenku, Ç., Memiş, T., Doğan, M., 2019. Salurtepe Dağı (Elmalı-Antalya) ardıc ormanında güncel polen dağılımının incelenmesi. Coğrafya Dergisi, 38, 11-22.
- Karloğlu, N., 2011. Istanca ve Belgrad ormanlarında güncel polen dağılımının incelenmesi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Karloğlu, N., Akkemik, Ü., 2012. İ.Ü. Orman Fakültesi Araştırma Ormanı'nda Eylül 2007-Ağustos 2009 dönemi güncel polen dağılımı. *Journal of the Faculty of Forestry, Istanbul University*, 62(2), 145-158.
- Karloğlu, N., Caner, H., Akkemik, Ü., 2014. Modern pollen distribution at İğneada waterlogged forests between the periods September 2007-August 2009. *Eurasian Journal of Forest Science*, 2(2), 7-17.
- Karloğlu, N., Caner, H., Akkemik, Ü., Köse, N., Kındap, T., 2015. Modern pollen monitoring of native trees in Belgrad forest, Istanbul (Northwestern Turkey). *Comptes rendus de l'Académie bulgare de Sciences*, 68(1), 39-48.
- Karloğlu Kılıç N., Caner H., Akkemik Ü., Filipova-Marınova M. 2021. Two-Year Record of Pollen Monitoring in *Fagus orientalis* Forest (NW TURKEY)," *Comptes Rendus De L Academie Bulgare Des Sciences*, 74(3), 379-388.
- Moore, P.D., Webb, J.A., Collinson, M.E., 1991. *Pollen Analysis*. Blackwell, Oxford.
- Özhatay, N., Byfield, A., Atay, S., 2005. Türkiye'nin 122 Önemli Bitki Alanı, Doğal Hayatı Koruma Vakfı (WWF Türkiye) Yayını, İstanbul.
- Öztürk, M.Z., Çetinkaya, G., Aydın, S., 2017. Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre Türkiye'nin iklim tipleri. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Dergisi*, 35, 17-27.
- Stockmarr, J., 1971. Tablets with spores used in absolute pollen analysis, *Pollen et Spores*, 13, 615-621.
- Şenkul, Ç., Karloğlu Kılıç, N., 2019. Modern pollen distribution of Çıglıkara *cedrus libani* forest (Southwest of Turkey). *Comptes rendus de l'Académie bulgare de Sciences*, 72(6), 758-767.
- Şenkul, Ç., Karloğlu Kılıç, N., Doğan, M., Eastwood, W.J., 2018. Modern pollen distribution of the Teke Peninsula forests: The case of the Ördübek Highland. *Eurasian Journal of Forest Science*, 6(4), 58-75.
- Tauber, H., 1974. A static non-overload pollen collector. *New Phytologist*, 73, 359-369.
- Tecimen, H.B., Kavgacı, A., 2010. Comparison of soil and forest floor properties of floodplain and surrounding forests in İğneada- Turkey, *Journal of Environmental Biology*, 31, 129134.
- Tonkov, S., Hicks, S., Bozilova, E., Atanassova, J., 2001. Pollen monitoring in the Central Rila Mts., Southwestern Bulgaria: case studies from pollen traps, surface samples for the period 1994–1999. *Rev Palaeobot Palynol*, 117, 167–182.
- Wodehouse, R. P., 1935. *Pollen Grains*. Hafner Publishing Company, New York.



Orman ağaçlarında depolanan karbon miktarının konumsal ve zamansal değişiminin analiz edilmesi: Alara planlama birimi örneği

Yusuf Yaman¹, Sedat Keleş^{2*}

¹ Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği ABD, 18200, Çankırı

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

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 24/02/2023

Kabul Tarihi: 27/03/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1255843>

* Sorumlu yazar:

dr.sedatkeles@gmail.com

ÖZ

Orman ekosistemleri topluma ve çevreye çeşitli ürün ve hizmetler sunan önemli doğal kaynaklarından bir tanesidir. Karbon depolama önemli bir orman fonksiyonu olup, günümüzde en önemli küresel ve ekolojik endişelerden biri olan iklim değişikliğini önleme ve kontrol etme açısından, orman ekosistemleri önemli bir rol ve görev üstlenmektedir. Bu çalışmada öncelikle, Türkiye'nin güneyinde yer alan Alara Orman

Planlama Biriminin, 1997-2018 yılları arası arazi kullanım değişimi ile orman yapı ve kuruluşunda meydana gelen konumsal ve zamansal değişimi analiz edilmiştir. Daha sonra orman ekosisteminde meydana gelen değişimin orman biyokütlesinde depolanan karbon miktarı üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda planlama biriminde 21 yıllık süreçte; orman alanı miktarında %2,3 azalma, boşluklu kapalı orman alanında %62 oranında azalma, yerleşim ve ziraat alanında %6,8 azalma ile normal kapalı orman alanı miktarında %15'lik bir artış olduğu belirlenmiştir. Meşcere gelişim çağı ve kapalılık itibariyle orman yapısında önemli ve olumlu bir gelişimin olduğu gözlenmiştir. Orman yapı ve kuruluşundaki olumlu gelişmelere bağlı olarak, 2018 yılında 1997 yılına göre orman biyokütlesinde depolanan karbon miktarında %10'luk bir artış olduğu tahmin edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Biyokütle, coğrafi bilgi sistemleri, karbon depolama, orman yapı ve kuruluşu

Araştırma Makalesi

Spatial and temporal analysis of the amount of carbon stored in forest trees: A case study in Alara forest planning unit

ABSTRACT

Forest ecosystems are one of the most important natural resources that provide various goods and services to the society. Carbon storage is an important forest function, and forest ecosystems play an important role in preventing and controlling climate change, which is one of the most important global and ecological concerns today. In this study, first of all, the spatial and temporal changes in the forest structure and composition with the land use change between 1997-2018 of the Alara Forest Planning Unit located in the south of Turkey were analyzed. Then, the effects of the change in the forest ecosystem structure and composition on the amount of carbon stored from the forest biomass were investigated. As a result of the study, in the planning unit in the 21-year period; it is found that there is a 2.3% decrease in the amount of forest area, a 62% decrease in the degraded forest area, a 6.8% decrease in the settlement and agricultural areas and a 15% increase in the productive forest area. It has been observed that there is an important and positive development in the forest structure in terms of stand development stage and canopy closure. Depending on the positive developments in forest structure and composition, it was estimated that there was a 10% increase in the amount of carbon stored in forest biomass in 2018 compared to 1997.

Key Words: Biomass, geographical information systems, carbon storage, forest structure and composition

Bu makaleye atf:

Yaman, Y., Keleş, S., 2023. Orman ağaçlarında depolanan karbon miktarının konumsal ve zamansal değişiminin analiz edilmesi: Alara planlama birimi örneği. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(1), 28-41.



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

1. Giriş

Orman ekosistemleri topluma farklı fonksiyonlar sunmaktadır. Bunlar genel olarak ekolojik, ekonomik ve sosyo-kültürel fonksiyonlar adlı başlıklarda toplanmaktadır. Atmosferdeki karbondioksit miktarının artmasının sonucu olarak meydana gelen iklim değişikliği ile ilgili küresel ve çevresel endişeler, orman ağaçları tarafından atmosferden tutulan karbon depolama fonksiyonunun, orman amenajman planlarına bir amaç olarak entegre edilmesine yol açmıştır. Çünkü orman ekosistemleri, karbon havuzunun önemli bir parçasıdır. Diğer taraftan, orman ekosistemleri dinamik bir yapıya sahiptir (Brown et al., 1999; Loque, 2000; Chen et al., 2001; Kennedy and Spies 2004; Echeverria et al., 2006).

Ormanların yapı ve kuruluşunda meydana gelen değişimler ormanların sunmuş olduğu fonksiyonların miktar ve kalitesini etkilemektedir. Orman ekosistemleri, doğal veya insan kaynaklı olarak meydana gelen dışarıdan müdahalelere bağlı olarak zamanla değişim göstermektedir (Matsushita et al., 2006). Ormanların yapı ve kuruluşunda meydana gelen bu değişimin boyutu; müdahalelerin türüne, yoğunluğuna ve etkinliğine bağlı olarak sürekli bir biçimde değişmektedir. Bu önemli karbon havuzunun büyüklüğü ve verimliliğinde yapılacak değişiklikler, orman ekosistemlerinin bir karbondioksit kaynağı veya deposu olarak davranmasına neden olabilmektedir (Turner et al., 1996; Verburg et al., 1999; Wakeel et al., 2005).

Özellikle son yıllarda, kentleşme, arazi kullanım değişikliği, ormansızlaşma ve endüstrileşme gibi nedenlere bağlı olarak sera gazlarının yoğunluğunda gözle görülür bir artış meydana gelmiştir. Atmosferdeki sera gazlarının artması ise beraberinde birçok sorunun ortaya çıkmasına neden olmuştur. Yapılan bilimsel çalışmalar, yeryüzünün gittikçe ısındığına işaret etmektedir (Turner et al., 1996; Matsushita et al., 2006). Küresel ısınmanın bir sonucu olarak ise gelecekte insanlarla birlikte biyolojik çeşitliliğinin olumsuz olarak etkileneceği belirtilmektedir (Verburg et al., 1999; Wakeel et al., 2005). Bu kapsamda, atmosferdeki sera gazlarının azaltılması ve iklim değişikliğinin önlenmesi veya yavaşlatılmasında ormancılığa önemli görevler düşmektedir. Çünkü orman ekosistemleri atmosferdeki sera gazlarından özellikle karbondioksiti depolayan en önemli karbon havuzunu oluşturmaktadır. Bu yüzden orman ekosistemlerinde depolanan karbon miktarının uygun yöntem veya yaklaşımlarla tahmin edilerek, depolanan karbonun zamansal değişiminin ortaya konulması büyük önem arz etmektedir.

Orman ekosistemlerinin sunmuş olduğu tüm ekolojik, ekonomik ve sosyo-kültürel fonksiyonlardan, toplumun en iyi şekilde yararlandırılması ve orman ekosistem dengesinin korunması orman amenajman planları ile gerçekleştirilmektedir (Keleş ve Başkent 2006; Keleş et al., 2011; Anlar ve ark., 2015; Keleş, 2016). Diğer bir ifadeyle, orman amenajmanı bir düzenleme ve kontrol mekanizması görevini üstlenmektedir. Diğer taraftan, orman amenajman planları, pek çok sektör tarafından ihtiyaç duyulan önemli verileri sayısal olarak içinde barındıran önemli bir bilişim kaynağıdır. Bu planlardan elde edilen sayısal veriler yardımıyla gerek bölgesel gerekse ülke düzeyinde orman kaynaklarında meydana gelen konumsal ve zamansal değişim incelenebilmekte ve geleceğe yönelik kararların alınması sağlanabilmektedir. Ancak tek başlarına

orman kaynaklarının konumsal ve zamansal değişimini incelemek için yeterli değildir. Günümüzde, coğrafi bilgi sistemleri gibi bilişim teknolojileri pek çok alanda olduğu gibi ormancılıkta da yoğun ve etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Orman ekosistemlerinin konumsal ve zamansal değişiminin ortaya konulması ise bu alanlardan sadece bir tanesidir.

Bu doğrultuda hazırlanan makalede, i) Örnek bir devlet orman işletmesinde (Alara Planlama Birimi), 1997-2008-2018 orman amenajman planları yardımıyla, orman ekosistem yapı ve kuruluşunun ortaya konulması ve üç dönem için konumsal ve zamansal değişiminin analiz edilmesi, ii) orman ekosisteminde orman biyokütlesi ve bu biyoküttele depolanan karbon miktarının zamansal olarak hesaplanması ve haritalanması ve iii) Orman ekosisteminin yapı ve kuruluşunda meydana gelen zamansal değişikliklerin, orman biyokütlesi ve karbon depolama miktarları üzerine etkilerinin analiz edilmesi amaçlanmıştır.

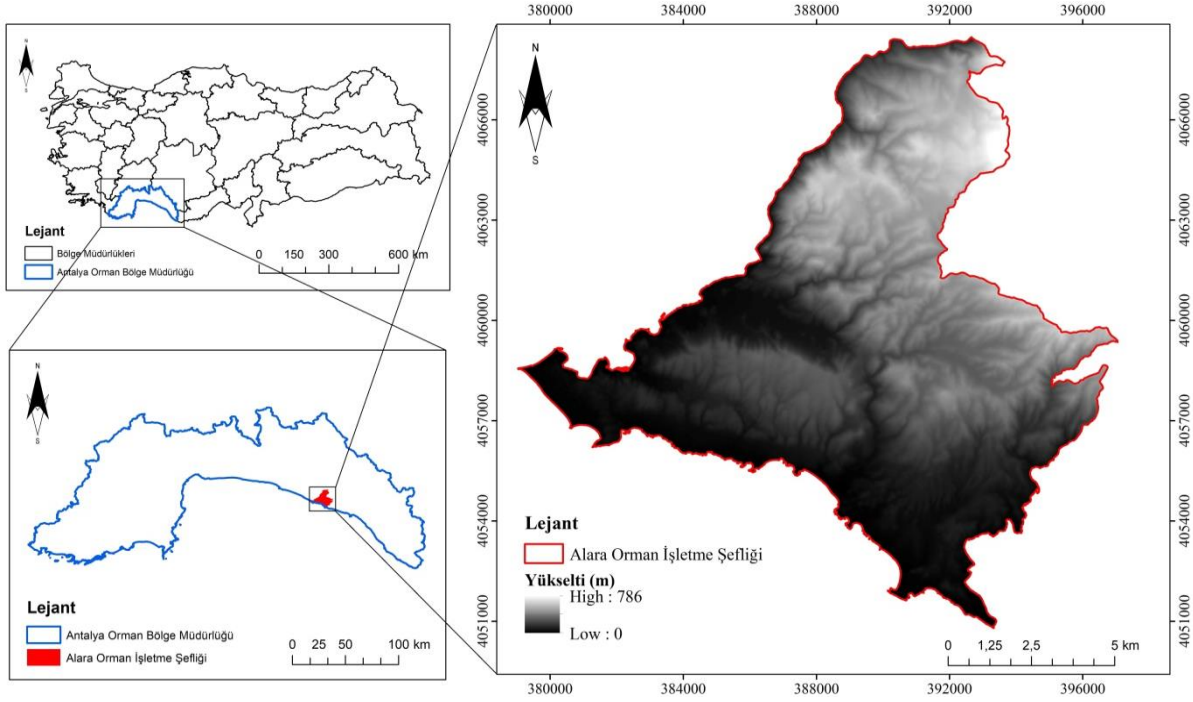
2. Materyal ve Yöntem

2.1 Çalışma alanı

Çalışma alanı, günümüzde Avsallar ve Alara Orman İşletme Şeflikleri olarak gösterilen 2017 yılında Alara Orman İşletme Şefliği adı altında birleşik olarak planlanmış bölgedir. Antalya ili, Alanya ilçesi sınırları arasında kalmaktadır. İdari açıdan Antalya Orman Bölge Müdürlüğü Alanya Orman İşletme Müdürlüğüne bağlıdır. Coğrafi olarak ülkemizin Akdeniz Bölgesinde kalmaktadır. Ekvatora göre; 36° 00' 32" - 36° 45' 21" kuzey enlemleri, Greenwich'e göre; 31° 38' 47" - 31° 50' 52" doğu boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 1). Çalışma alanının en yüksek rakımlı yeri; şefliğin kuzey doğusunda bulunan Gaca Tepesi 788 m'dir. En düşük rakımlı yeri ise 0 m ile Akdeniz sahil şerididir. Asli ağaç türü kızılçam olmakla birlikte, 2018 yılı orman amenajman planı verilerine göre kısmi olarak fıstık çamı ve kızılçam ağırlıklı makilik alanlar planlama biriminde yer almaktadır.

2.2 Verilerin elde edilmesi

Antalya Orman Bölge Müdürlüğü Alanya Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Alara Orman İşletme Şefliği (Planlama Birimi) çalışma alanı olarak seçilmiştir. Alan seçiminde, ilgili planlama biriminin sayısal altlıklarının (orman amenajman tabloları, meşcere haritaları, orman fonksiyon haritaları, eş yükselti eğrileri vs.) ilgili kamu kurumlarında kısmen de olsa hazır olarak bulunması ve kolayca elde edilebilir olması belirleyici unsur olmuştur. Planlama biriminin son üç döneme ait (1997, 2008 ve 2018) orman amenajman planları CBS ortamında sayısallaştırılıp konumsal veri tabanı kurulmuştur. Planlama birimindeki orman ekosistemlerinin yapı ve kuruluşu (arazi kullanımı, yaş sınıfları, ağaç türü karışımı, kapalılık, gelişim çağları vs.) ortaya konulmuştur. Bu aşamada amenajman planlarında yer alan aktüel kuruluş ile ilgili tablolar ve meşcere haritalarından faydalanılmıştır. Her türlü sayısallaştırma, sorgulama, analiz ve haritalama işlerinde ArcGIS Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımı kullanılmıştır. Çalışma kapsamında veri tabanı kurulurken, yaş sınıfı dağılımı, gelişim çağları ve kapalılık sınıfları belirlenirken orman amenajman yönetmeliğine uygun olarak hareket edilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanının konumu

2.3 Biyokütle ve karbon depolama miktarlarının hesaplanması

Bu çalışmada topraküstü ve toprakaltı ağaç biyokütlelerin hesaplanmasında, ülkemizde biyokütle tahminine yönelik yapılmış bilimsel çalışmaları esas alarak, Tolunay (2011 and 2013) tarafından ağaç türü düzeyinde sunulmuş “Biyokütle Dönüşüm/Genişletme Faktörleri” kullanılmıştır. Bu çalışmaya göre, kızılçam ağaç türü için belirlenmiş firın kurusu ağırlık katsayısı 0.478, biyokütle genişletme faktörü 1.287 kullanılmıştır. Toprakaltı biyokütle ise, toprak üstü biyokütle <50 (t/ha) ise 0.40, 50-150 (t/ha) ise 0.29 ve >150 (t/ha) ise 0.20 olarak alınmıştır. Karbon içeriği ise 0.51 katsayısı kullanılarak hesaplanmıştır.

3. Sonuçlar

Planlama biriminin üç döneme ilişkin arazi kullanım türlerinin konumsal değişimi Şekil 2’de gösterilmiştir. Diğer taraftan planlama biriminin 1997-2018 yılları arazi kullanımında meydana gelen değişiklikler Çizelge 1’de sayısal olarak verilmiştir. Planlama biriminin 1997–2008 yılları arasındaki yıllık ormanlaşma yüzdesi 0,18, yıllık ortalama orman artışı ise 14,3 ha olarak gerçekleşmiştir. Planlama biriminin 2008–2018

yılları arasındaki yıllık ormansızlaşma yüzdesi 0,44, yıllık ortalama orman azalışı ise 33,1 ha olarak gerçekleşmiştir. Planlama biriminin 1997–2018 yılları arasındaki yıllık ormansızlaşma yüzdesi 0,11, yıllık ortalama orman azalışı ise 8,3 ha olarak gerçekleşmiştir. Bu hesaplama Puyravaud (2003) tarafından önerilen yöntemle göre belirlenmiştir. 1997-2018 yılları arasında toplam ormanlık alanda kısmen bir azalma meydana gelmesine rağmen, normal kapalı orman alanında belirgin bir artışın (1997 yılında 5823 hektardan 2018 yılında 6698 hektara) olduğu gözlemlenmiştir. Planlama biriminde yerleşim ve ziraat alanı miktarı, 1997’de 5062 hektardan 2018 yılında 4719 hektara düşmüştür. Diğer alan olarak belirtilen ve içerisinde enerji nakil hatları, mezarlık, kumul alan ve yangın durdurma zonu gibi alanların toplamı son plan dönemi olan 2018 yılında belirgin bir artış göstermiştir. 1997 yılında diğer alan olarak belirtilen bu alanların toplamı, planlama biriminin toplam alanı içerisindeki payı %0,8 iken 2018 yılında %4,9’a çıkmıştır. Planlama biriminin arazi kullanım türlerinde zamansal olarak meydana gelen geçişler Çizelge 2’de sayısal olarak verilmiştir. Çizelge incelendiğinde özellikle boşluklu kapalı orman alanlarından normal kapalı orman alanlarına önemli miktarda bir geçişin (1997-2018 yılları arasında 1049 ha) olduğu görülmektedir.

Çizelge 1. Planlama biriminin 1997–2018 yılları arası ormanlık ve ormansız alanlarındaki zamansal değişimi

Arazi Kullanımları		1997		2008		2018	
		ha	%	ha	%	ha	%
Ormanlık Alan	Boşluklu Kapalı Orman	1695	13,4	1327	10,5	646	5,1
	Normal Kapalı Orman	5823	45,9	6348	50,0	6698	52,8
	Toplam	7518	59,3	7675	60,5	7344	57,9
Ormansız Alan	Yerleşim ve Ziraat	5062	39,9	4938	38,9	4719	37,2
	Diğer (Su, Kum vs)	105	0,8	73	0,6	622	4,9
	Toplam	5167	40,7	5011	39,5	5341	42,1
Genel Toplam		12685	100	12685	100	12685	100

Çizelge 2. Planlama biriminin 1997–2018 yılları arasında arazi kullanım sınıflarında meydana gelen geçişler

		2008				Toplam
		NKO	BKO	YZ	D	
1997	NKO	5533	129	156	5	5823
	BKO	531	988	174	2	1695
	YZ	238	205	4599	21	5062
	D	46	5	9	45	105
	Toplam	6348	1327	4938	73	12685
		2018				
2008	NKO	5826	121	100	301	6348
	BKO	711	414	102	100	1327
	YZ	157	108	4503	170	4938
	D	4	3	15	51	73
	Toplam	6698	646	4719	622	12685
		2018				
1997	NKO	5266	100	161	296	5823
	BKO	1049	373	211	62	1695
	YZ	364	145	4336	220	5062
	D	22	28	11	44	105
	Toplam	6698	646	4719	622	12685

Burada NKO: Normal Kapalı Orman, BKO: Boşluklu Kapalı Orman, YZ: Yerleşim ve Ziraat, D: Diğer (Enerji Hatları, Mezarlık, Su, İzin Verilmiş Alanlar, Kumul Alan, Yangın Durdurma Zonu gibi alanları ifade etmektedir).

Planlama biriminin üç döneme ilişkin gelişim çağlarının konumsal değişimi Şekil 3'te gösterilmiştir. Diğer taraftan planlama biriminin 1997-2018 yılları gelişim çağlarında meydana gelen değişiklikler Çizelge 3'te sayısal olarak verilmiştir. Çizelge incelendiğinde 1997 yılında planlama biriminde “d” gelişim çağında hiç alan bulunmamasına rağmen

2018 yılında bu çağda alan miktarı 981 hektara çıkmıştır. “d” çağında meydana gelen bu artışın en önemli nedeni ise “c” çağındaki meşcerelerin (yaklaşık 769 ha) bir sonraki plan periyodunda “d” gelişim çağına geçmesi olarak değerlendirilebilir (Çizelge 4).

Çizelge 3. Planlama biriminin 1997–2018 yılları arası gelişme çağları itibarıyla alansal dağılımı

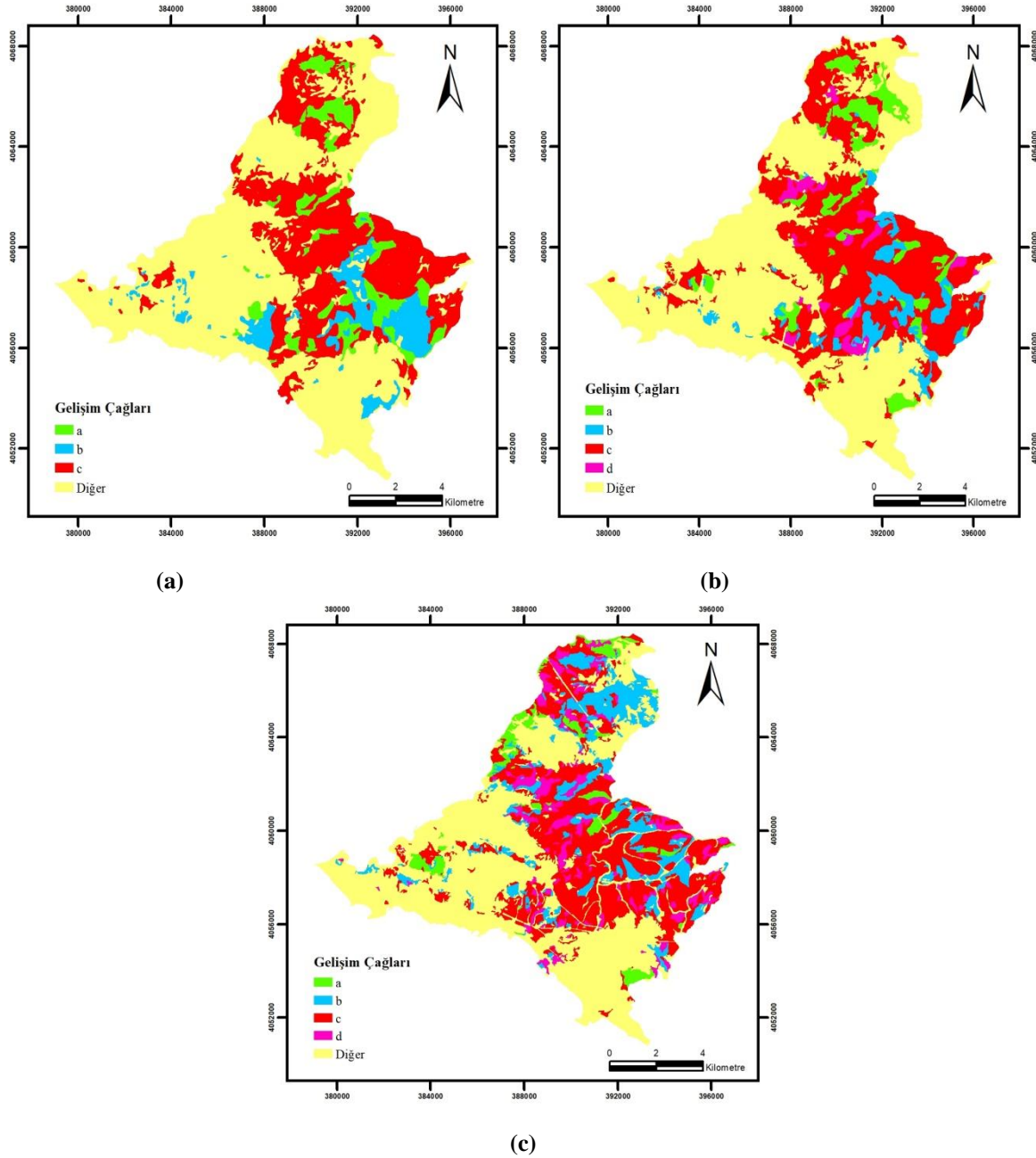
Gelişme Çağları	1997		2008		2018		
	ha	%	ha	%	ha	%	
a	978	7,7	906	7,1	567	4,5	
b	985	7,8	802	6,3	1520	12,0	
c	3861	30,4	4230	33,3	3630	28,6	
d	0	0	410	3,2	981	7,7	
Toplam	5824	45,9	6348	50	6698	52,8	
Çağı Olmayan	Toplam	6861	54,1	6337	50	5987	47,2
	Genel Toplam	12685	100	12685	100	12685	100

Çizelge 4. Planlama biriminin 1997–2018 yılları arasında gelişme çağlarında meydana gelen geçişler

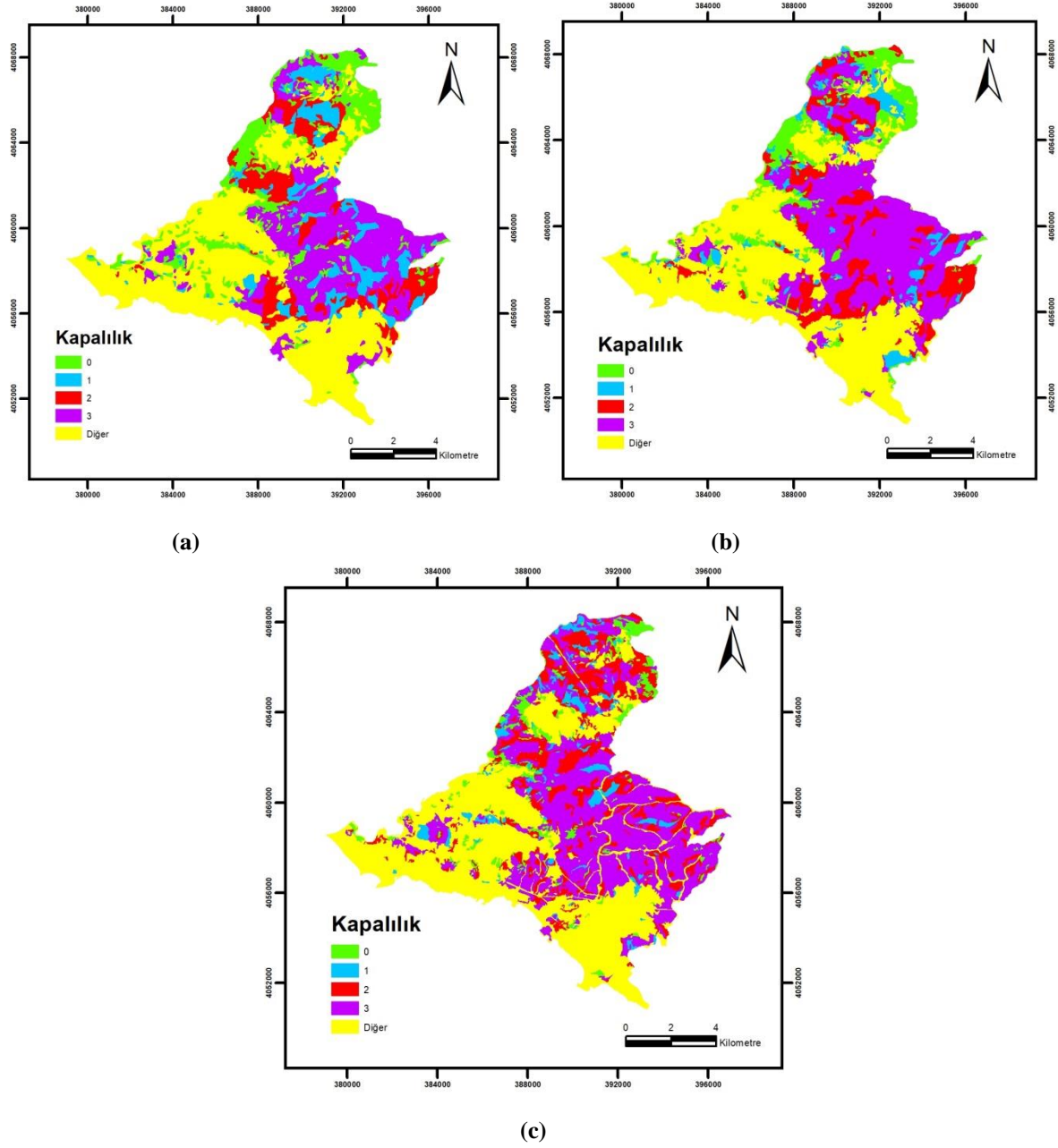
		2008					Toplam
		a	b	c	d	Diğer	
1997	a	449	392	101	5	31	978
	b	131	233	509	45	67	985
	c	128	59	3160	333	181	3861
	d	0	0	0	0	0	0
	Diğer	202	118	467	28	6046	6861
	Toplam	909	802	4233	411	6330	12685
		2018					
2008	a	104	625	77	13	87	906
	b	4	308	397	11	81	801
	c	167	267	2675	789	321	4229
	d	27	9	231	111	33	411
	Diğer	265	311	250	57	5464	6340
	Toplam	567	1520	3630	981	5987	12685

Çizelge 4. Devam,

		2018					
1997	a	6	612	243	20	97	978
	b	67	77	599	85	157	985
	c	192	327	2270	769	303	3861
	d	0	0	0	0	0	0
	Diğer	304	534	518	106	5402	6861
	Toplam	568	1521	3630	980	5986	12685



Şekil 3. Planlama biriminin a) 1997, b) 2008 ve c) 2018 yıllarındaki gelişim çağlarının konumsal dağılımı



Ş ekil 4. Planlama biriminin a) 1997, b) 2008 ve c) 2018 yıllarındaki meş cere kapalı lığı

Ç izelge 5. Planlama biriminin 1997–2018 yılları arası kapalı lık itib ariyle alansal dağı lımı

Kapalı lık Sınıfları	1997		2008		2018	
	ha	%	ha	%	ha	%
0	1697	13,4	1327	10,5	646	5,1
1	1194	9,4	693	5,5	559	4,4
2	1464	11,6	1662	13,1	1923	15,2
3	3165	25,0	3992	31,5	4217	33,2
Toplam	7520	59,3	7674	60,5	7345	57,9
Kapalı lığı Olmayan	5165	40,7	5010	39,5	5340	42,1
Genel Toplam	12685	100	12685	100	12685	100

Çizelge 6. Planlama biriminin 1997–2018 yılları kapalılıkta meydana gelen geçişler

		2008					Toplam
		0	1	2	3	Diğer	
1997	0	998	227	125	169	179	1697
	1	26	147	86	897	39	1194
	2	43	105	763	505	49	1464
	3	50	158	632	2249	77	3165
	Diğer	209	60	56	178	4662	5165
	Toplam	1327	694	1662	3993	5009	12685
		2018					Toplam
		0	1	2	3	Diğer	
2008	0	418	97	289	336	187	1327
	1	47	102	254	237	54	694
	2	27	150	470	906	109	1662
	3	47	175	843	2689	238	3992
	Diğer	107	35	67	51	4750	5010
	Toplam	646	559	1923	4218	5340	12685
		2018					Toplam
		0	1	2	3	Diğer	
1997	0	394	137	378	533	255	1697
	1	37	54	416	591	93	1194
	2	41	108	444	768	103	1464
	3	22	206	523	2154	260	3165
	Diğer	151	54	163	171	4626	5165
	Toplam	646	559	1924	4217	5339	12685

Planlama biriminin 1997-2018 yılları yaş sınıfları dağılımında meydana gelen değişiklikler Çizelge 7’de sayısal olarak verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, planlama biriminin yaş sınıflarında plan dönemlerine bağlı olarak oldukça farklılıklar görülmektedir. 1997 yılında planlama biriminde özellikle VI.

yaş sınıfında büyük bir miktar alan varken, 2018 yılında yaş sınıflarına dağılım belirli oranlarda dağılım göstermiştir. Çizelgede en göze çarpan ise, 1997 yılına göre 2018 yılında yaş sınıfı hesaplanan alan miktarının daha fazla (1997 yılında 5803 ha 2018 yılında 6698 ha) olduğudur.

Çizelge 7. Planlama biriminin 1997–2018 yılları arası yaş sınıfları itibariyle alansal dağılımı

Yaş Sınıfları	1997		2008		2018		
	ha	%	ha	%	ha	%	
I	988	7,8	374	3,0	569	4,5	
II	0	0	973	7,7	758	6,0	
III	100	0,8	40	0,3	1217	9,6	
IV	1092	8,6	86	0,7	1070	8,4	
V	318	2,5	867	6,8	749	5,9	
VI	3326	26,1	276	2,2	646	5,1	
VII	0	0	2047	16,1	1011	8,0	
VIII	0	0	1521	12,0	678	5,3	
IX	0	0	127	1,0	0	0	
X	0	0	38	0,3	0	0	
	Toplam	5803	45,8	6332	50,0	6698	52,8
Yaş Sınıfı Olmayan	Toplam	6861	54,2	6337	50,0	5987	47,2
	Genel Toplam	12685	100	12685	100	12685	100

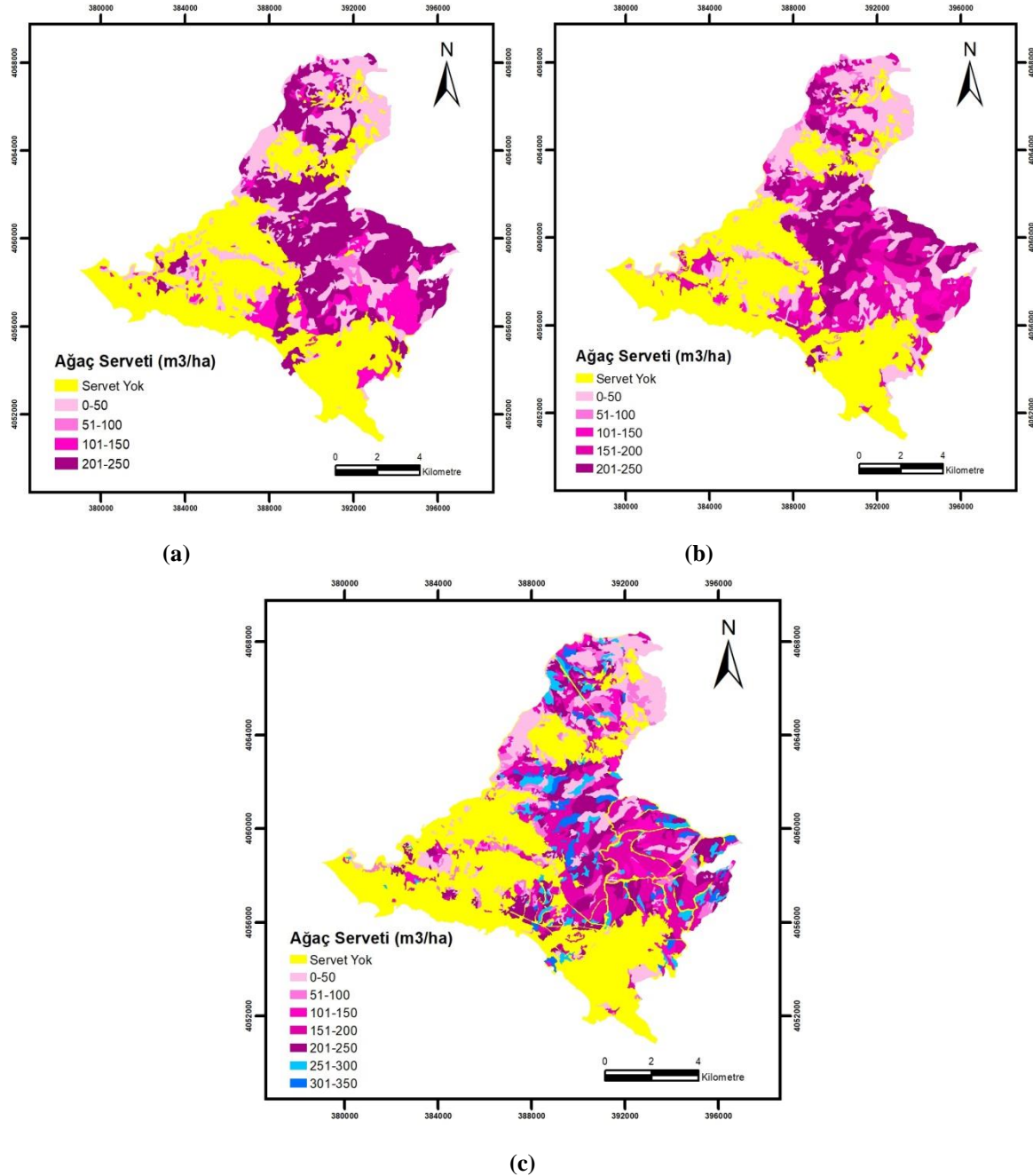
Planlama biriminin 1997-2018 yılları ağaç serveti dağılımı, sınıflandırılmış olarak Çizelge 8’de sayısal olarak verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere, 1997 plan dönemi ile kıyaslandığında, 2008 ve 2018 yılında hektardaki serveti yüksek olan alan miktarlarında bir artışın olduğu görülmektedir. Hem

ağaç serveti hem de ağaç serveti artımı orman biyokütlesi ve bu biyoküttelede depolanan karbon miktarının tayininde oldukça önemli parametreler olarak ortaya çıkmaktadır. Planlama biriminin farklı dönemlere ilişki ağaç serveti dağılımı Şekil 5’te konumsal olarak gösterilmiştir.

Çizelge 8. Planlama biriminin 1997–2018 yılları sınıflandırılmış ağaç serveti alansal dağılımı

Ağaç Serveti (m3/ha)	1997	2008	2018
Serveti Olmayan	5167	5010	5340
0–50	2672	2682	1764
51–100	130	368	659
101–150	1125	420	645

Ağaç Serveti (m ³ /ha)	1997	2008	2018
151-200	0	2230	2007
201-250	3591	1975	1385
251-300	0	0	550
301-350	0	0	334
Toplam Alan (ha)	12685	12685	12685



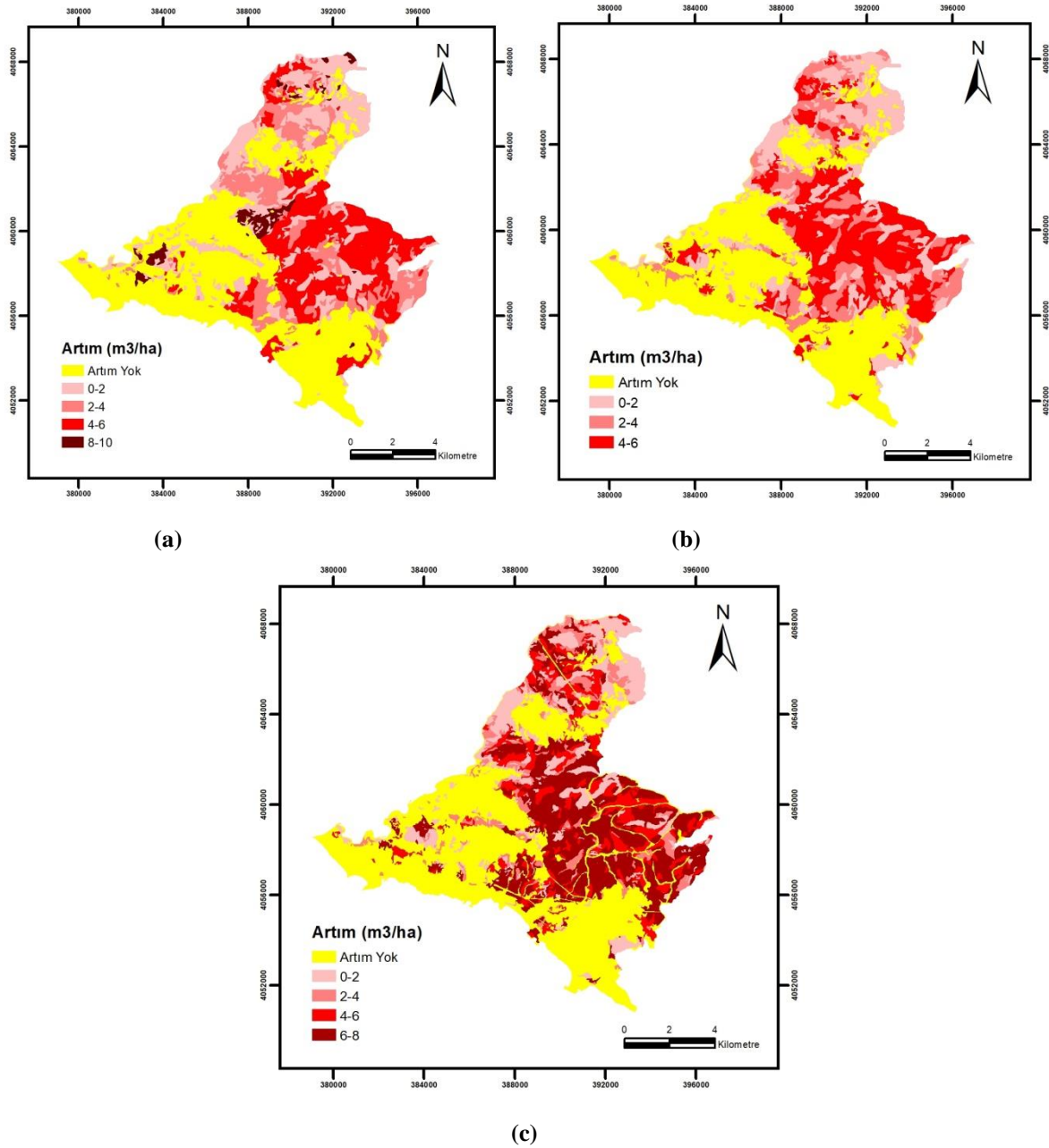
Şekil 5. Planlama biriminin a) 1997, b) 2008 ve c) 2018 yıllarındaki sınıflandırılmış ağaç serveti dağılımı

Planlama biriminin 1997-2018 yılları ağaç serveti artımının dağılımı, sınıflandırılmış olarak Çizelge 9'da sayısal olarak verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere, 1997 plan dönemi ile kıyaslandığında, 2018 yılında hektardaki artımı yüksek olan alan miktarlarında önemli bir artışın (yıllık hektardaki artımı 6-8 m³ olan alan miktarı 3118 ha) olduğu görülmektedir. Hem

ağaç serveti hem de ağaç serveti artımı orman biyokütlesi ve bu biyoküttele depolanan karbon miktarının tayininde oldukça önemli parametreler olarak ortaya çıkmaktadır. Planlama biriminin farklı dönemlere ilişki ağaç serveti artımının dağılımı Şekil 6'da konumsal olarak gösterilmiştir.

Çizelge 9. Planlama biriminin 1997–2018 yılları sınıflandırılmış ağaç serveti artımının alansal dağılımı

Artım (m ³ /ha/yıl)	1997	2008	2018
Artımı Olmayan	5167	5010	5340
0–2	2672	2682	1760
2–4	1781	1904	913
4–6	2746	3088	1554
6–8	0	0	3118
8–10	309	0	0
Toplam Alan (ha)	12685	12685	12685

**Şekil 6.** Planlama biriminin a) 1997, b) 2008 ve c) 2018 yıllarındaki sınıflandırılmış ağaç serveti artımı dağılımı

Planlama biriminde 1997 yılında topraküstü ve toprakaltı toplam biyokütle miktarı 776210 ton olarak hesaplanmıştır. 2008 yılında toplam biyokütle 1997 yılına göre %0,8 oranında azalış göstermesine rağmen, 2018 yılında 1997 yılına göre %10

civarında bir artış göstermektedir. Orman biyokütle bileşenleri farklı dönemlere göre Çizelge 10'da ayrıntılı olarak verilmiştir. Çizelge 11'de ise planlama biriminin 1997–2018 yılları arası toplam biyokütle dağılımı sayısal olarak verilmiştir.

Çizelge 10. Planlama biriminin 1997–2018 yılları arası topraküstü ve toprakaltı biyokütle miktarları (ton)

Plan Dönemi	Topraküstü Biyokütle	Toprakaltı Biyokütle	Toplam Biyokütle
1997	600641	175569	776210
2008	595711	174545	770256
2018	684987	169100	854088

Çizelge 11. Planlama biriminin 1997–2018 yılları arası toplam biyokütle sıklık dağılımı

Toplam Biyokütle (ton/ha)	1997	2008	2018
0–50	2802	2767	2006
51–100	270	340	914
101–150	855	370	2155
151–200	3591	4198	1935
201–250	0	0	0
251–300	0	0	334
Diğer	5167	5010	5340
Toplam	12685	12685	12685

Planlama biriminde 1997 yılında topraküstü ve toprakaltı toplam biyokütlede depolanan karbon miktarı 395867 ton olarak hesaplanmıştır. 2008 yılında toplam karbon miktarı 1997 yılına göre %0,8 oranında azalış göstermesine rağmen, 2018 yılında 1997 yılına göre %10 civarında bir artış göstermektedir. Topraküstü ve toprakaltı biyokütlede depolanan karbon

miktarları farklı dönemlere göre Çizelge 12’de ayrıntılı olarak verilmiştir. Çizelge 13’te ise planlama biriminin 1997–2018 yılları arası toplam biyokütlede depolanan karbonun dağılımı sayısal olarak verilmiştir. Orman biyokütlesinde depolanan karbon miktarının daha iyi anlaşılabilmesi için oluşturulmuş karbon dağılımı haritası Şekil 7’de gösterilmektedir.

Çizelge 12. Planlama biriminin 1997–2018 yılları arası topraküstü ve toprakaltı biyokütlede depolanan karbon miktarı (ton)

Plan Dönemi	Topraküstü Karbon	Toprakaltı Karbon	Toplam Karbon
1997	306327	89540	395867
2008	303813	89018	392831
2018	349343	86241	435585

Çizelge 13. Planlama biriminin 1997–2018 yılları arası biyokütlede depolanan karbon sıklık dağılımı

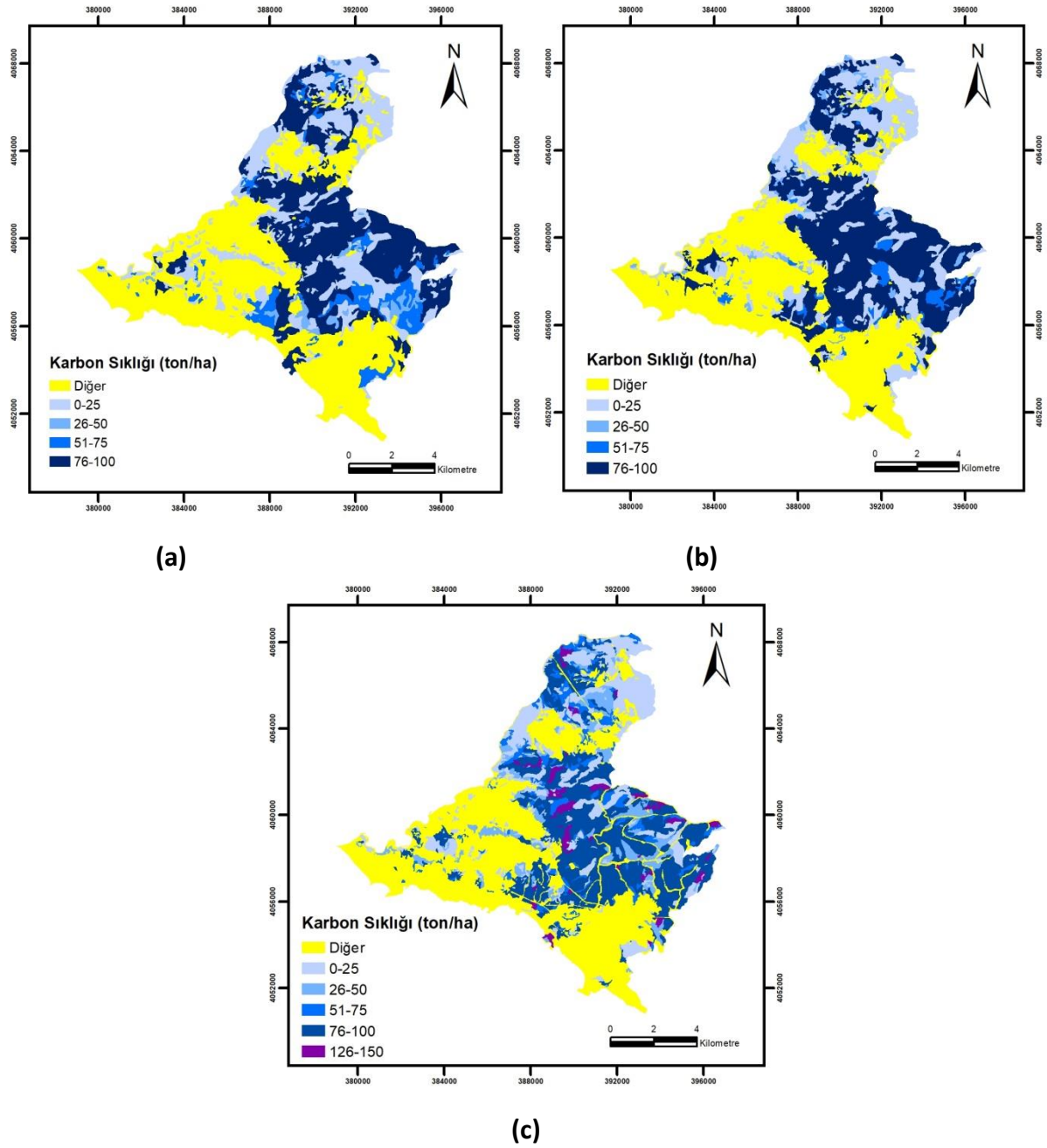
Toplam Karbon (ton/ha)	1997	2008	2018
0–25	2802	2767	2006
26–50	270	340	914
51–75	855	370	760
76–100	3591	4198	3330
101–125	0	0	0
126–150	0	0	334
Diğer	5167	5010	5340
Toplam	12685	12685	12685

4. Tartışma

Bulgular topluca değerlendirildiğinde; 1997-2018 yılları arasında planlama biriminde toplam orman alanında az da olsa bir azalma olmasına rağmen (%2,3), boşluklu kapalı orman alanlarında bir azalma (%62), normal kapalı orman alanında bir artış (%15) ve yine yerleşim-ziraat alanlarında önemli bir azalışın (%6,8) olması, orman ekosistemi açısından önemli ve olumlu gelişmelerin olduğunu göstermektedir. Gelişim çağları açısından farklı dönemlere ilişkin veriler incelendiğinde, kalın çaglı meşcere alanlarının arttığı (“d” çağında 981 ha artış) görülmektedir. Yine gelişim çağı hesaplanan alan 1997’de 5824 hektardan 2018 yılında 6698 hektara çıkmıştır. Orman ekosistemi kapallık itibarıyla değerlendirildiğinde hem “2” kapalı (% 31 artış) hem de “3” kapalı (% 33 artış) meşcere alanının 21 yıllık süreçte arttığı görülmektedir. Diğer taraftan

ağaç serveti ve artımı da yine bu zaman sürecinde birim alana göre hesaplandığında pozitif yönde iyileşme yaptığı görülmüştür. Orman ekosistem yapı ve kuruluşunda meydana gelen bu gelişme ve iyileşmelere bağlı olarak, planlama biriminde 2018 yılında ağaç biyokütlesinde depolanan karbon miktarında, 1997 yılına göre gözle görülür bir artış olduğu ortaya çıkmıştır (% 10 artış). Bu çalışma konusuna benzer literatür çalışmaları incelendiğinde de benzer sonuçların elde edildiği ve çalışmayı desteklediği görülmektedir.

Prasad et al. (2000), Hindistan’da yaptıkları çalışmada, 1996-1998 arası kısa dönemde dahi arazi kullanımında önemli değişiklikler olduğunu saptamışlardır. 1996 yılında orman ekosisteminde tutulan karbon miktarının 75975 ton olduğunu, 1998 yılında ise bu değer 502 ton azalarak 75473 tona düştüğünü belirlemişlerdir. Prasad et al. (2002), Hindistan’da



Şekil 7. Planlama biriminin a) 1997, b) 2008 ve c) 2018 yıllarındaki orman biyokütlesinde depolanan karbon sıklık dağılımı

yaptıkları çalışmada, 1986-1994 yılları arasında, arazi kullanım türlerinde meydana gelen önemli değişikliklere bağlı olarak (örneğin; yoğun orman ve çalılık/makilik orman alanlarından, tarım alanlarına büyük değişim) ormanlık alanlarda depolanan karbon miktarında yaklaşık 48 milyon ton karbonun kaybolduğunu saptamışlardır. Woomeer et al. (2004), Afrika'da Senegal'de yaptıkları çalışmada, 1965-2000 yılları arasında orman ekosisteminde depolanan karbon miktarlarında, 35 yıllık süreç içerisinde 292 milyon ton karbon azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Karbon stoğunda meydana gelen azalmaların nedenleri olarak, bu süreçte orman ekosistemine uygulanan olumsuz insan müdahalesi ve yine bu süreçte yaşanan kuraklığın önemli etkenler olduğunu belirtmişlerdir.

Liu et al. (2006), ABD'de Appalachian ormanlarında 1972-2000 yılları arasını kapsayan zamansal ve konumsal analizde,

orman biyokütlesinde depolanan karbonun inişli çıkışlı bir yapı sergilediği ve sonunda başlangıç dönemine göre daha az karbon tutulduğunu belirlemişlerdir. Bonino (2006) Arjantin'de yaptığı çalışmada 30 yıllık bir süreçte arazi kullanımında çok önemli değişikliklerin olduğunu ve hemen bütün karbon stok elemanlarında, depolanan karbon miktarlarında çok ciddi azalmaların olduğunu saptamıştır. Sivrikaya et al. (2007) yaptıkları çalışmada, Artvin Orman İşletme Şefliğinde yer alan ormanlarda depolanan toplam karbon miktarının, 1972-2002 yılları arası 30 yıllık süreçte yaklaşık 105000 ton arttığını bulmuşlardır. Diğer taraftan, Camili Orman İşletme Şefliğinde yer alan ormanlarda depolanan toplam karbon miktarının, 1984-2005 yılları arasını kapsayan 21 yıllık süreçte yaklaşık 22000 ton arttığını belirlemişlerdir. Her iki işletme şefliğinde, ormanlarda depolanan karbon miktarının artmasını, orman

ekosistem yapı ve kuruluşunun olumlu yönde değişmesi ile açıklamışlardır.

Hu and Wang (2008), yaptıkları çalışmada ABD Piedmont bölgesinde yer alan ormanların 1936-2005 yılları arasında hem alan olarak hem de ağaç serveti artımı itibarıyla pozitif yönde değişip geliştiğini belirlemiştir. Orman yapı ve kuruluşundaki bu olumlu gelişmeye bağlı olarak orman ekosisteminde depolanan karbon miktarının 70 yıllık süreçte %128 oranında arttığını tespit etmişlerdir. Tommervik et al. (2009) yaptıkları çalışmada, huş ormanlarının topraküstü biyokütle miktarlarının 1957-2006 yılları arasında kapsayan 49 yıllık süreçte, iki katına çıktığını belirlemiştir. Böyle büyük bir artışın nedenleri olarak, üretim ormanlarının bu süreçte azalması ve dolayısıyla ağaç serveti artımının bu süreçte azalması olarak tespit etmişlerdir. Yolasiğmaz and Keleş (2009) Türkiye’de örnek bir devlet orman işletmesinde yaptıkları çalışmada, orman ekosistemlerinde depolanan karbon miktarının 1984-2006 yılları arasındaki 22 yıllık süreçte, %18 oranında artış göstermiş olduğunu bulmuşlardır. Artışın nedenleri olarak, orman yapı ve kuruluşundaki iyi yöndeki gelişmelere bağlı olarak, özellikle ağaç türlerinin hektardaki ağaç serveti ve artım miktarlarının artmasıyla ilişkilendirmişlerdir.

Li et al. (2010), Güney Kore’de tüm orman ekosistemlerini kapsayacak şekilde yaptıkları çalışmada, 1954-2007 yılları arasında, 53 yıllık süreçte toplam orman biyokütlesi miktarının %1042, orman biyokütlesinde depolanan karbon miktarının %1052 oranında artış gösterdiğini belirlemiştir. Böyle büyük bir artışın nedenleri olarak, ülkede yapılan ağaçlandırma faaliyetleri ile ormanlara uygun silvikültürel müdahalelerin uygulanması olduğunu vurgulamışlardır. Kauppi et al. (2010), Finlandiya’da belirli bir orman ekosisteminde yaptıkları çalışma sonucunda, orman ekosisteminin 93 yıllık süreçte ağaç serveti miktarının 1912’de 1,62 milyon m³’den 2005 yılında 3,49 milyon m³’e çıktığını tespit etmişlerdir. Orman ekosistem yapısındaki bu olumlu değişime paralel olarak, orman biyokütlesinde depolanan karbon miktarının 93 yıllık süreçte %116 olarak arttığını belirlemiştir. Zheng et al. (2011), ABD’nin kuzeyinde yer alan orman ekosistemlerinde yaptıkları çalışmada 1992-2001 yıllarını kapsayan 9 yıllık süreçte, orman alanında yaklaşık 7620 km²’lik bir azalmanın olduğu bulmuşlardır. Yani yıllık %0,13’lük bir orman kaybı belirlemiştir. Hem arazi kullanımı hem de üretim faaliyetlerinin orman biyokütlesi ve bu biyoküttele depolanan karbon miktarı üzerinde önemli etkileri olduğunu saptamışlardır. Net karbon birikiminde 9 yıllık süreçte %3 civarı bir azalma tespit etmişlerdir.

Keleş et al. (2011) yaptıkları çalışmada, 1984-2005 yılları arasında orman ekosisteminde depolanan toplam karbon miktarının %47 oranında arttığını bulmuşlardır. Bu artışın nedenleri olarak hem orman alanındaki artışa hem de ormanlık alanların yapısının (gelişim çağı, kapalılık vs.) kalite itibarıyla artmasına bağlamışlardır. Sivrikaya ve Bozali (2012) yaptıkları çalışmada, örnek planlama biriminde 1991-2002 yılları arasında kapsayan 11 yıllık süreçte, orman biyokütlesi ve bu biyoküttele depolanan karbon miktarının yaklaşık %20 oranında arttığını bulmuşlardır. Bu artışta en önemli nedenler olarak, boşluklu kapalı ormanların normal kapalı ormana dönüşmesi ve ormanlık alanda meydana gelen artış olarak tespit etmişlerdir. Sivrikaya et al. (2013), Türkiye’de örnek bir planlama biriminde yapmış

oldukları çalışmada, 1991-2002 yılları arasında kapsayan 11 yıllık süreçte, orman alanında %2’lik bir artışın, orman biyokütlesinde depolanan karbon miktarında ise %10’luk bir artışın olduğunu belirlemiştir. Cartisano et al. (2013), kavak ağacının hakim olduğu su kenarı ormanında topraküstü biyokütle miktarının yaklaşık iki kat arttığını (1989’da 5945 Mg’dan 2006 yılında 11650 Mg’a) belirlemiştir. Bu artışın nedeni olarak, alanda kavak orman alanı miktarının 81 ha ve yıllık ortalama artım miktarının %4.6 artması olduğunu göstermişlerdir. Zhang et al. (2014), Çin’de ibrelili ağaçların hakim olduğu orman ekosistemlerinde, 1989-2008 yılları arasında, ağaç türlerinin yıllık ağaç serveti miktarında yaklaşık 20 yıllık süreçte, %4-11’lik bir artışın olduğunu belirlemiştir. Orman alanında ise %23’lük bir artışın olduğunu ortaya koymuşlardır. Uygulanan silvikültürel müdahalelerin biyokütle ve karbon üzerinde olumlu etkileri olduğunu ve sonuçta ormanlarda depolanan karbon miktarında 20 yıllık süreçte bir artışın olduğunu tespit etmişlerdir.

Li et al. (2016), yaptıkları çalışmada 1977-2008 yılları arası 30 yıllık süreçte hem doğal hem de plantasyon ormanlarının gerek alan gerekse ağaç serveti artımı itibarıyla %40-60 arasında artış gösterdiğini belirlemiştir. Buna bağlı olarak orman ekosistemlerinde depolanan karbon miktarının da yüksek miktarda arttığını ve ilerleyen yıllarda bu artışın süreceğini öngörmüşlerdir. Keleş and Durusoy (2017), dört OİŞ’nden oluşan Gölyaka Orman İşletme Müdürlüğünde yürüttükleri çalışmada, 1986-2011 yılları arasında kapsayan 26 yıllık süreçte, orman ekosistemlerinin toplam biyokütle miktarlarının %28 oranında artış gösterdiğini bulmuşlardır. Artışın en önemli nedenleri olarak, yıllık ormanlaşma oranında artış (%0,44), ağaç servetinde artış (% 27) olarak tespit etmişlerdir.

Orman ekosistemlerinde gerek ağaç biyokütlesi gerekse bu biyoküttele depolanan karbon miktarlarının sayısal olarak belirlenmesi ve konumsal/zamansal değişiminin analiz edilmesi son yıllarda ormancılıkla ilgili öncelikli çalışma alanları arasında yer almaktadır. Burada, tüm dünyada en önemli ekolojik sorunlardan biri olarak bilinen iklim değişikliğinin ön plana çıkması önemli rol oynamaktadır. Çünkü orman ekosistemleri küresel ekosistemler içerisinde en önemli karbon depolama havuzlarından birini oluşturmaktadır. Orman ekosistemlerinin alanlarının artması veya yapı ve kuruluşlarının iyileşmesi ile birlikte, küresel iklim değişikliğine neden olan atmosferdeki en önemli gazlardan biri olan karbon, orman biyokütlesinde tutulmakta ve bu da iklim değişikliğini önleme ve kontrol etmede en uygun araçlardan biri olarak ön plana çıkmaktadır.

Teşekkür

Bu makale, Prof. Dr. Sedat KELEŞ danışmanlığında yürütülen ve Yusuf YAMAN tarafından 2022’de Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsünde yapılan “Orman Ağaçlarında Depolanan Karbon Miktarının Farklı Biyokütle Tahmin Yöntemleri İle Belirlenerek Zamansal Değişiminin Analiz Edilmesi: Alara Planlama Birimi Örneği” adlı yüksek lisans tezinden üretilmiştir. Çalışma verilerinin elde edilmesini sağlayan Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığına teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Anlar, H.C., Günlü, A., Keleş, S., Bulut, S., 2015. SPOT-4 uydu görüntüsü yardımıyla bazı meşcere parametreleri (gelişim çağı ve kapalılık) ce arazi kullanım sınıflarının belirlenmesi: Devrez planlama birimi örneği. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 1 (1-2), 33-40.
- Bonino, E.E., 2006. Changes in carbon pools associated with a land-use gradient in the Dry Chaco, Argentina. *Forest Ecology and Management*, 223 (1), 183-189.
- Brown, S., Schroeder, P., Kern, J., 1999. Spatial distribution of biomass in forests of the eastern USA. *Forest Ecology and Management*, 123, 81-90.
- Cartisano, R., Mattioli, W., Corona, P., Mugnozza, G.S., Sabatti, M., Ferrari, B., Cimini, D., Giuliarelli, D., 2013. Assessing and mapping biomass potential productivity from poplar-dominated riparian forests: a case study. *Biomass and Bioenergy*, 54, 293-302.
- Chen, L. J., Wang, B. F., Qiu, Y., 2001. Land use change in a small catchment of Northern Loess Plateau, China. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 86, 163-172.
- Echeverria, C., Coomes, D., Salas, J., Rey-Benayas, J. M., Lara, A., Newton, A., 2006. Rapid deforestation and fragmentation of Chilean temperate forests. *Biological Conservation*, 130, 481-494.
- Hu, H., Wang, G.G., 2008. Changes in forest biomass carbon storage in the South Carolina Piedmont between 1936 and 2005. *Forest Ecology and Management*, 255 (5-6), 1400-1408.
- Kauppi, P.E., Rautiainen, A., Korhonen, K.T., Lehtonen, A., Liski, J., Nöjd, P., Tuominen, S., Haakana, M., Virtanen, T., 2010. Changing stock of biomass carbon in a boreal forest over 93 years. *Forest Ecology and Management*, 259, 1239-1244.
- Keleş, S., Başkent, E. Z., 2006. Orman ekosistemlerindeki karbon değişiminin orman amenajman planlarına yansıtılması: kavramsal çerçeve ve bir örnek uygulama. *Orman ve Av Dergisi*, 83(3), 9-16.
- Keleş, S., Kadioğulları, A.İ., Başkent, E.Z., 2011. The effects of land-use and land-cover changes on carbon storage in forest timber biomass: a case study in Torul, Turkey. *Journal of Land Use Science*, 7 (2), 125-133.
- Keleş, S., 2016. Comparison of alternative approaches of estimating above-ground tree biomass in a forest ecosystem of Turkey. *International Journal of Global Warming*, 9 (3), 397-406.
- Keleş, S., Durusoy, İ., 2017. Spatially explicit estimates and temporal changes of forest tree biomass in a typical department of forest management, Turkey. *International Journal of Global Warming*, 12 (1), 50-65.
- Kennedy, R. S. H., Spies, T. A., 2004. Forest Cover Changes in the Oregon Coast Range from 1939 to 1993. *Forest Ecology and Management*, 200, 129-147.
- Li, X., Yi, M.J., Son, Y., Jin, G., Han, S.S., 2010. Forest biomass carbon accumulation in Korea from 1954 to 2007. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 25 (6), 554-563.
- Li, P., Zhu, J., Hu, H., Guo, Z., Pan, Y., Birdsey, R., Fang, J., 2016. The relative contributions of forest growth and areal expansion to forest biomass carbon. *Biogeosciences*, 13, 375-388.
- Liu, J., Liu, S., Loveland, T.R. 2006. Temporal evolution of carbon budgets of the Appalachian forests in the U.S. from 1972 to 2000. *Forest Ecology and Management*, 222, 191-201.
- Luque, S. S., 2000. Evaluating temporal changes using multispectral scanner and thematic mapper data on the landscape of a natural reserve: The New Jersey Pine Barrens, A case study. *International Journal of Remote Sensing*, 21, 2589-2611.
- Matsushita, B., Xu, M., Fukushima, T., 2006. Characterizing the changes in landscape structure in the Lake Kasumigaura Basin, Japan using a high-quality GIS dataset. *Landscape and Urban Planning*, 78(3), 241-250.
- Prasad, V.K., Kant, Y., Badarinath, K.V.S., 2000. Quantifying short-term carbon dynamics from land use changes using satellite data- a case study from Rampa Forests (Eastern Ghats) India. *Geocarto International*, 15 (2), 71-78.
- Prasad, V.K., Kant, Y., Badarinath, K.V.S., 2002. Land use changes and modeling carbon fluxes from satellite data. *Advances in Space Research*, 30 (11), 2511-2516.
- Puyravaud, J.P., 2003. Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. *Forest Ecology and Management*, 177 (1-3), 593-596.
- Sivrikaya, F., Keleş, S., Çakır, G., 2007. Spatial distribution and temporal change of carbon storage in timber biomass of two different forest management units. *Environmental Monitoring and Assessment*, 132, 429-438.
- Sivrikaya, F., Bozali, N., 2012. Karbon depolama kapasitesinin belirlenmesi: Türkoğlu planlama birimi örneği. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 14, 69-76.
- Sivrikaya, F., Baskent, E.Z., Bozali, N., 2013. Spatial Dynamics of carbon storage: a case study from Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185, 9403-9412.
- Tommervik, H., Johansen, B., Riseth, J.A., Karlsen, S.R., Solberg, B., Hogda, K.A., 2009. Above ground biomass changes in the mountain birch forests and mountain heaths of Finnmarksvidda, northern Norway, in the period 1957-2006. *Forest Ecology and Management*, 257 (1), 244-257.
- Tolunay, D., 2011. Total carbon stocks and carbon accumulation in living tree biomass in forest ecosystems of Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 35 (3), 265-279.
- Tolunay, D., 2013. Coefficients that can be used to calculate biomass and carbon amounts from increment and growing stock in Turkey. *Proceedings of the International Symposium for the 50th Anniversary of the Forestry Sector Planning in Turkey, Antalya, Turkey*, pp.240-251.
- Turner, M. G., Wear, D. N., Flamm, R. O., 1996. Land ownership and land-cover change in the Southern Appalachian Highlands and the Olympic Peninsula. *Ecological Applications*, 6, 1150-1172.
- Verburg, P. H., Veldkamp, A., Bouma, J., 1999. Land-use change under conditions of high population pressure: The case of Java. *Global Environmental Change*, 9, 303-312.
- Wakeel, A., Rao, K. S., Maikhuri, R. K., Saxena, K. G., 2005. Forest management and land-use/cover changes in a typical micro watershed in the mid-elevation zone of Central Himalaya, India. *Forest Ecology and Management*, 213, 229-242.

- Woomer, P.L., Tieszen, L.L., Tappan, G., Toure, A., Sall, M., 2004. Land use change and terrestrial carbon stocks in Senegal. *Journal of Arid Environments*, 59, 625-642.
- Yolaşığmaz, H.A., Keleş, S., 2009. Changes in carbon storage and oxygen production in forest timber biomass of Balçı Forest Management Unit in Turkey between 1984 and 2006. *African Journal of Biotechnology*, 8 (19), 4872-4883.
- Zhang, Y., Song, W., Irland, L., 2014. Forest carbon stocks change and silvicultural investment in China- the case of coniferous forests. *International Journal of Environmental Studies*, 72 (1), 166-178.
- Zheng, D., Heath, L.S., Ducey, M.J., Smith, J.E., 2011. Effects of land use/cover change and harvests on forest carbon dynamics in Northern States of the United States from remote sensing and inventory data: 1992-2001. *Forest Science*, 57 (6), 525-534.



Değirmendere havzası (Trabzon) pseudomaki vejetasyonu alanı florası

Nagihan Seki^{1*}, Salih Terziođlu²

¹ Karabük Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Karabük, TÜRKİYE

² Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Trabzon, TÜRKİYE

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 24/02/2023

Kabul Tarihi: 27/03/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1269374>

* Sorumlu yazar:

nagihanseki@karabuk.edu.tr

ÖZ

Araştırma Makalesi

Bu çalışma Değirmendere havzası (Trabzon) pseudomaki vejetasyonu alanlarının bitki listesinin belirlenmesi amacıyla gerçekteştirilmiştir. Çalışma alanı, Trabzon ilinin Ortahisar ve Maçka ilçeleri sınırları içerisinde ve Davis'in grid sistemine göre A7 karesinde bulunmaktadır. Bu bölge, bitki coğrafyası bakımından, Avrupa-Sibirya flora bölgesinde yer almaktadır. Çalışmanın materyalini, 2011-2013 yılları arasında belirtilen

bölgede yapılan arazi çalışmaları sonucu elde edilen vasküler bitkiler oluşturmaktadır. Çalışma sonucunda, Pteridophyta ve Spermatophyta bölümlerine ilişkin 78 familya ve 246 cinse ait 370 vasküler bitki taksonu saptanmıştır. Yapılan çalışmada 160 (%43,50) taksonun fitocoğrafik bölgesi belirtilmiştir. Bu taksonlardan 118 (%31,89)'i Avrupa-Sibirya, 25 (%6,76)'i Akdeniz, 17 (%4,59)'si İran-Turan elementi olup kalan taksonlar (210 takson; %56,76) geniş yayılışlıdır. Çalışma alanında, 8 (%2,16)'i endemik, 3 (0,81)'ü ise nadir olmak üzere toplam 11 adet tehlike altında bitki taksonu belirlenmiştir. Alanda ayrıca, 4 (%1,08) adet kozmopolit, 9 (%2,43) adet egzotik takson tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: A7 karesi, flora, pseudomaki, Trabzon

Flora of pseudomaquis vegetation area of Değirmendere watershed (Trabzon)

ABSTRACT

This study was made in order to determine the plant list of pseudomaquis vegetation areas of Değirmendere (Trabzon) watershed. The study area is located within the borders of Ortahisar and Maçka districts of Trabzon province and in the A7 square according to Davis' grid system and is in Euro-Siberian region in terms of plant geography. The materials of the study consist of vascular plants collected between the years 2011 and 2013. As a result of the study, 370 vascular plant taxa belonging 78 families and 246 genera related to Pteridophyta and Spermatophyta divisions were determined. The phytogeographical region of 160 (%43.50) taxa were specified. Among these taxa, 118 (31.89%) are Euro-Siberian, 25 (6.76%) are Mediterranean, 17 (4.59%) are Irano-Turanian elements and the remaining (210 taxa; 56.76%) are multiregional. In the study area, a total of 11 endangered plant taxa (8 (%2.16) are endemics and 3 (0.81) are rare) were determined. Additionally, 4 (%1.08) cosmopolitan and 9 (%2.43) exotic plants were listed here.

Key Words: Square A7, flora, pseudomaquis, Trabzon

Bu makaleye atf:

Seki, N., Terzioğlu, S., 2023. Değirmendere havzası (Trabzon) pseudomaki vejetasyonu alanı florası. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(1), 42-57.



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

1. Giriş

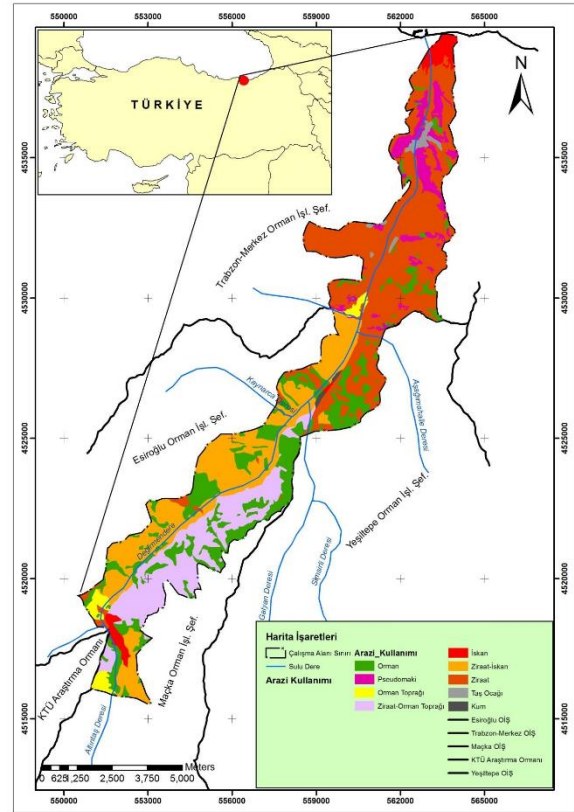
Türkiye yer aldığı coğrafi konumu, sahip olduğu farklı topografik özellikleri, değişik su kaynakları (denizler, göller ve akarsular), çeşitli mikro iklim bölgeleri, önemli endemizm merkezleri ve çok sayıda cinsin gen merkezi olma gibi özellikleri ile biyoçeşitlilik bakımından zengin bir konumdadır (Ekim ve ark., 1989; Terzioğlu ve Anşin, 2001). Ülkemiz sahip olduğu bu farklı ekolojik özellikleri ve üç farklı fitocoğrafik bölgenin (Kafkasya, Akdeniz Havzası ve İran-Turan) kesişiminde bulunması sonucunda 3649 (%31,82) adet endemik olmak üzere toplamda 11.707 adet takson ile neredeyse bir kıta (Avrupa) özelliği göstermektedir (Güner ve ark., 2012). Ayrıca, her geçen gün yapılan flora, revizyon, monograf ve vejetasyon gibi çalışmalarla bu sayının artışta olduğu ve toplamda 12.354 taksona ulaştığı belirtilmektedir (Terzioğlu ve ark., 2021).

Ülkemiz zengin ekolojik özelliklerinden dolayı farklı vejetasyon tiplerine ve floristik içeriklere sahiptir (Akman ve ark., 2001). Ekolojik faktörler içerisinde, yeryüzündeki bitki türlerini, kompozisyonlarını ve yayılış alanlarını belirleyen en önemli faktör iklimdir (Günel, 2013). İklim elemanlarından bitki toplumlarının yayılışında en etkili olan yağışın, mevsimlere dağılışı önemlidir. Ülkemizde geniş sahalarda hâkim olup flora ve vejetasyon üzerinde etkili makro iklim tiplerinden Akdeniz iklimi, yazlarının kurak olması ile bilinmektedir. Karadeniz bölgesinde yer yer bu iklimin etkisiyle küçük alanlar üzerinde Akdeniz veya heterojen olarak Avrupa-Sibirya flora bölgesine ait bitki grupları görülmektedir (Akman, 1995). Ancak bölgede bitki toplumlarını inceleyen Schiechtel, Stern ve Weiss, makiye göre bu alanlarda vejetasyon süresinin daha kısa, bitkilerin soğuğa karşı daha dayanıklı, sıcaklık isteklerinin düşük ve nem isteklerinin ise gerçek makiye göre daha fazla olması özelliklerini göz önüne alarak bu bitkileri makiden ayırmış ve pseudomaki diye tanımlamışlardır (Anşin, 1979). Czecczot, bölgede görülen bu vejetasyon tipinin batıdan doğuya doğru kolşik türlerce zenginleştiği ve vejetasyon içinde maki elemanlarının bir kısmının hiç görülmediğini belirtmektedir (Anşin ve Küçük, 1991). Engin (1992) ise, Doğu Karadeniz bölümünde maki elemanları sayısının 5-6 türü geçmediğini bildirmektedir. Bu vejetasyon her ne kadar makiyi temsil eden odunsu türler bakımından bölgede doğuya doğru fakirlik gösterse de otsu birçok Akdeniz elementi bitkisini ve endemik bitkiyi barındırmaktadır (Eminağaoğlu ve Anşin, 2003; Terzioğlu ve Coşkunçelebi, 2018).

Yapılan flora ve vejetasyon çalışmaları, habitat çeşitliliğinin ortaya konmasında ve biyolojik çeşitliliğin korunmasında büyük rol oynamaktadır (Öztürk Pulatoğlu ve Güney, 2022). Doğu Karadeniz bölgesinde yer alan Trabzon ili biyoçeşitliliğine dair birçok çalışma mevcuttur (Anşin, 1979; Anşin, 1980; Anşin, 1981; Kandemir ve ark., 2000; Terzioğlu, 1998; Uzun, 2002; Palabaş, 2002; Karaköse, 2008; Yazar, 2019; Palabaş Uzun ve Terzioğlu, 2019; Özkan ve Terzioğlu, 2020; Uzun and Terzioğlu, 2021). Karadeniz bölgesi boyunca makiden farklı olarak Karadeniz (öksin) kökenli bitkilerin de eşlik ettiği pseudomaki için detaylı bir flora çalışması bulunmamaktadır. Bu sebeple, akarsu vadileri boyunca iç kesimlere sokulan bu vejetasyon için Trabzon ili Değirmendere havzası çalışma alanı olarak seçilmiş ve bu vejetasyon tipine ait floristik listenin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırmaya konu olan bölge, Davis (1965-1985)'in grid sistemine göre A7 (Trabzon) karesinde yer alıp, Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölgesi içerisinde kalmaktadır. Değirmendere akarsuyuna bakan iki yamacı içine alan sahanın kuzeyinde Karadeniz, güneyinde ise Coşandere bulunmaktadır (Şekil 1). Çalışmayı kapsayan bölge Trabzon, Esiroğlu, Yeşiltepe, KTÜ Araştırma Ormanı ve Maçka Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde, 0-750 yükseltiler arasında bulunurken, genel bakışı güneydir. Genellikle yerleşim ve ziraat alanlarının hâkim olduğu araştırma alanı 6426 ha büyüklüğündedir.



Şekil 1. Araştırma alanının lokasyonu

Çalışma alanı, Erinç (1962)'e göre ülkemizde etki gösteren makroiklim iklim tiplerinden, her mevsim yağışlı geçen Karadeniz iklimi içerisinde yer almaktadır. Bu iklimde yüksek yağışlarla birlikte yüksek yaz sıcaklıkları ve ılık geçen kışlar mevcuttur.

Sınırları Trabzon ili Ortahisar ile Maçka ilçesi içerisinde bulunan çalışma alanının iklimini belirlemek için, 1970-2005 yılları arasındaki Trabzon Meteoroloji İstasyonu (30 m) ile 1970-1997 yılları arasındaki Maçka Meteoroloji İstasyonu (265 m)'na ait rasat değerleri kullanılmıştır. Her iki istasyonun verileri değerlendirildiğinde, yıllık ortalama sıcaklık 14,6°C (Trabzon Mİ), 12,5°C (Maçka Mİ), yıllık ortalama yağış ise 819,2 mm (Trabzon Mİ), 595,7 mm (Maçka Mİ)'dir. İklim verilerine göre alanın tümü için Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında kuraklık hâkimdir.

Çalışma alanında 2011-2013 yılları arasında yapılan arazi çalışmalarında yaklaşık 1200 adet vasküler bitki örneği

toplanmıştır. Toplanan bitkiler herbaryum örneği haline getirildikten sonra taksonların teşhisinde temel kaynak olarak "Flora of Turkey and the East Aegean Islands" (Davis, 1965-1985; Davis et al., 1988; Güner et al., 2000) kullanılmıştır. Bu eserin yanında çeşitli resimli bitki atlaslarından (Bonnier, 1912-1934; Wilson and Blamey, 1992; Phillips, 1994; Tekin, 2007a, 2007b), bitki kılavuzlarından (Harrington, 1957; Baytop, 1998; Harris and Harris, 2007), güncel bazı taksonomik çalışmalardan (Özhatay and Kültür, 2006; Özhatay et al., 2009; Özhatay et al., 2011) ve Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi (KATO) herbaryumu örneklerinden yararlanılmıştır.

Teşhisi yapılan bitki örnekleri KATO herbaryumuna yerleştirilmiştir. Her bir örnek için bitkinin bulunuş yeri, yetişme yeri özellikleri, yükseltisi, toplanma tarihi, bitkiyi toplayan, hazırlayan ve KATO numaraları etiketler üzerinde belirtilmiştir.

Sistemantik liste oluşturulurken, Pteridophyta bölümüne ilişkin taksonlar Pteridophyta Phylogeny Group (PPG) I (2016)'e, Spermatophyta bölümünün Gymnospermae alt bölümüne ait taksonlar Christenhusz et al. (2016)'e göre

listelenmiştir. Angiospermae alt bölümüne ait taksonların sistemantik dizini ise Angiosperm Phylogeny Group (APG) IV (Chase et al., 2016)'e göre yapılmıştır. Taksonların bilimsel adları Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler) (Güner ve ark., 2012) ve Plants of the World Online (POWO, 2022)'na göre güncellenmiştir. Ayrıca, kozmopolit ve egzotik taksonlar belirtilmiştir. Çalışma sonucunda tespit edilen taksonların fitocoğrafik bölgeleri Güner ve ark. (2012)'na; endemik ve nadir taksonların IUCN tehlike kategorileri "Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı" (Ekim ve ark., 2000)'na göre verilmiştir.

3. Bulgular

3.1 Saptanan taksonlar ve sistemantik dizini

Araştırma alanında 2011-2013 yılları arasında yapılan flora gezileri sonucunda tespit edilen 370 adet taksonun sistemantik dizini aşağıda verilmiştir. Arazi çalışması yapılan her bitki lokasyonu için bir numara tanımlanmıştır. Bitki lokasyonları için tanımlanan bu numaralar Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Bitki toplanan lokasyonların listesi

1. A7 Trabzon: Ortahisar, Akoluk	13. A7 Trabzon: Maçka, Esiroğlu
2. A7 Trabzon: Ortahisar, Aktaş köyü	14. A7 Trabzon: Maçka, Gayretli
3. A7 Trabzon: Ortahisar, Bulak	15. A7 Trabzon: Maçka, Hızarlı
4. A7 Trabzon: Ortahisar, Çağlayan	16. A7 Trabzon: Maçka, Kozağaç köyü
5. A7 Trabzon: Ortahisar, Çukurçayır	17. A7 Trabzon: Maçka, Mataracı
6. A7 Trabzon: Ortahisar, Değirmendere	18. A7 Trabzon: Maçka, Merkez
7. A7 Trabzon: Ortahisar, Dolaylı köyü	19. A7 Trabzon: Maçka, Sevinçköy
8. A7 Trabzon: Ortahisar, Kanlıpelitli	20. A7 Trabzon: Maçka, Teraziler
9. A7 Trabzon: Ortahisar, Yeşilbük	21. A7 Trabzon: Maçka, Yazlık köyü
10. A7 Trabzon: Maçka, Akmescit	22. A7 Trabzon: Maçka, Yeşilyurt
11. A7 Trabzon: Maçka, Armağan köyü	23. A7 Trabzon: Maçka, Zaferli
12. A7 Trabzon: Maçka, Bakırcılar köyü	

PTERIDOPHYTA

1. EQUISETACEAE

1. *Equisetum telmateia* Ehrh., 18, akarsu kenarı, 375 m, 15.07.2012, KATO: 19052.

2. ASPLENIACEAE

2. *Asplenium adiantum-nigrum* L., 7, çalılık, 60 m, 18.03.2012, KATO: 19053; 21, çalılık, 540 m, 15.08.2012, KATO: 19054.

3. *Asplenium scolopendrium* L., 4, gölgeli dere içi, 120 m, 25.03.2012, KATO:19055; 10, çalılık içi nemli alanlar, 415 m, 04.07.2012, KATO:19056

4. *Asplenium trichomanes* L., 16, kayalık yüzeyler, 585 m, 01.04.2012, KATO: 19057; 9, çalılık, 190 m, 09.09.2012, KATO:19058.

3. DRYOPTERIDACEAE

5. *Polystichum aculeatum* (L.) Roth, 13, fındık bahçesi altında, 180 m, 18.03.2012, KATO:19059; 2, gölgeli yerler, 390 m, 25.03.2012, KATO:19060.

4. POLYPODIACEAE

6. *Polypodium vulgare* L. subsp. *vulgare*, 5, taşlık yamaçlar, 225 m, 26.02.2012, KATO:19061; 13, taşlık yamaçlar, 126 m, 18.03.2012, KATO:19062.

SPERMATOPHYTA

GYMNOSPERMAE

5. PINACEAE

7. *Pinus sylvestris* L. var. *hamata* Steven, 4, çalılık, 460 m, 11.08.2011 KATO:19069; 13, taşlık yamaçlar, 345 m, 14.07.2012, KATO:19070, Avrupa-Sibirya elementi.

8. *Picea orientalis* (L.) Peterm., 16, taşlık yamaçlar, 640 m, 25.05.2012, KATO:19068, Karadeniz elementi.

6. CUPRESSACEAE

9. *Juniperus oxycedrus* L. var. *oxycedrus*, 19, çalılık, 290 m, 02.08.2011, KATO:19063; 1, çalılık, 45 m, 18.03.2012 KATO:19064.

ANGIOSPERMAE

KLAD 1. MAGNOLIIDS

7. LAURACEAE

10. *Laurus nobilis* L., 4, çalılık, 525 m, 11.08.2011, KATO:19071; 5, taşlık yamaçlar, 265 m, 26.02.2012, KATO:19072, Akdeniz elementi.

KLAD 2. MONOCOTS

8. DIOSCOREACEAE

11. *Dioscorea communis* (L.) Caddick & Wilkin, 19, çalılık, 290 m, 02.08.2011, KATO:19074.

9. SMILACACEAE

12. *Smilax excelsa* L., 19, çalılık, 290 m, 02.08.2011, KATO:19075, Karadeniz elementi.

10. ORCHIDACEAE

13. *Anacamptis pyramidalis* (L.) Rich., 16, taşlık yamaçlar, 540 m, 25.05.2012, KATO:19076; 13, taşlı-çayırklar, 400 m, 26.05.2012, KATO:19077.

14. *Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch, 16, gölgeli alanlar, 600 m, 22.04.2013, KATO:19079, Avrupa-Sibirya elementi.

15. *Dactylorhiza euxina* (Nevski) Baumann & Künkele subsp. *euxina* var. *euxina*, 11, açıklık alanlar, 250 m, 15.04.2012, KATO:19080, Karadeniz elementi.

16. *Dactylorhiza urvilleana* (Steud.) H.Baumann & Künkele subsp. *urvilleana*, 10, yol kenarı, 510 m, 04.07.2012, KATO:19081, Karadeniz elementi.

17. *Neotinea tridentata* (Scop.) R.M.Bateman, Pridgeon & M.W.Chase, 16, taşlı-çayırklar, 640 m, 25.05.2012, KATO:19085, Akdeniz elementi.

18. *Ophrys sphegodes* Mill. subsp. *taurica* (Aggeenko) Soó ex Niketic & Djordjevic, 16, taşlık yamaçlar, 650 m, 25.05.2012, KATO:19082, Karadeniz elementi.

19. *Orchis simia* Lam., 19, çayırılık, 290 m, 02.08.2011, KATO:19083; 10, çayırılık, 425 m, 22.04.2012, KATO:19084, Akdeniz elementi.

20. *Spiranthes spiralis* (L.) Chevall., 5, taşlık yamaçlar, 250 m, 22.09.2012, KATO:19086, Akdeniz elementi.

11. ASPHODELACEAE

21. *Asphodeline lutea* (L.) Rchb., 6, yol şevi, 94 m, 03.04.2013, KATO: 19087, Akdeniz elementi.

12. AMARYLLIDACEAE

22. *Allium rupestre* Steven, 21, taşlık yamaçlar, 540 m, 15.08.2012, KATO:19088; 14, çalılık, 332 m, 25.08.2012, KATO:19089, Karadeniz elementi.

23. *Allium scorodoprasum* L., 16, taşlık yamaçlar, 640 m, 25.05.2012, KATO:19091; 13, çayırılık, 400 m, 26.05.2012, KATO:19092, Avrupa-Sibirya elementi.

24. *Galanthus rizehensis* Stern, 8, çalılık, 190 m, 04.02.2012, KATO: 19093. Nadir (VU)

13. ASPARAGACEAE

25. *Muscari armeniacum* H.J.Veitch, 5, taşlık yamaçlar, 240 m, 26.02.2012, KATO: 19094; 4, fındık bahçesi altında, 245 m, 25.03.2012, KATO: 19096; 16, taşlık yamaçlar, 245 m, 01.04.2012, KATO:19097.

26. *Ornithogalum oligophyllum* E.D.Clarke, 5, taşlık yamaçlar, 225 m, 26.02.2012, KATO: 19100; 2, fındık bahçesi altında, 487 m, 25.03.2012, KATO: 19101.

27. *Prospero autumnale* (L.) Speta, 5, taşlık yamaçlar, 245 m, 29.08.2011, KATO: 19102; 3, taşlık yamaçlar, 110 m, 30.08.2012, KATO: 19103, Akdeniz elementi.

28. *Ruscus aculeatus* L., 8, çalılık, 190 m, 04.02.2012, KATO: 19105; 21, çalılık, 674 m, 01.04.2012, KATO: 19107.

29. *Ruscus colchicus* Yeo., 4, çalılık, 460 m, 11.08.2011, KATO: 19108, Karadeniz elementi.

KLAD 3. COMMELINIDS**14. TYPHACEAE**

30. *Typha angustifolia* L., 13, kurumuş bataklık, 85 m, 29.09.2012, KATO: 19109.

15. JUNCACEAE

31. *Juncus effusus* L. subsp. *effusus*, 9, sulak alanlar, 76 m, 09.09.2012, KATO: 19110.

32. *Luzula multiflora* (Ehrh.) Lej. subsp. *multiflora*, 9, çayırılık, 76 m, 09.09.2012, KATO: 19111.

16. CYPERACEAE

33. *Blysmus compressus* (L.) Panz. ex Link subsp. *compressus*, 11, yol kenarı, 250 m, 15.04.2012, KATO: 19112.

17. POACEAE

34. *Brachypodium sylvaticum* (Huds.) P.Beauv., 13, yol kenarı, 343 m, 14.07.2012, KATO: 19113, Avrupa-Sibirya elementi.

35. *Briza media* L., 10, yol kenarı, 231 m, 09.06.2012, KATO: 19114.

36. *Bromus commutatus* Schrad., 7, çayırılık yamaçlar, 492 m, 13.05.2012, KATO: 19115.

37. *Dactylis glomerata* L. subsp. *glomerata*, 7, çayırılık, 492 m, 13.05.2012, KATO: 19116, Avrupa-Sibirya elementi.

38. *Cenchrus americanus* (L.) Morrone, 13, yol kenarı, 316 m, 14.07.2012, KATO: 19127.

39. *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd., 9, sulak alanlar, 166 m, 09.09.2012, KATO: 19117.

40. *Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv., 13, kurumuş bataklık, 85 m, 29.09.2012, KATO: 19118.

41. *Festuca drymeja* Mert. & W.D.J.Koch, 10, yol kenarı, 510 m, 04.07.2012, KATO: 19119; 13, yol kenarı, 343 m, 14.07.2012, KATO: 19120, Avrupa-Sibirya elementi.

42. *Hordeum murinum* L. subsp. *leporinum* (Link) Arcang, 17, yol kenarı, 450 m, 26.06.2012, KATO: 19121, İran-Turan elementi.

43. *Lolium perenne* L., 23, yol kenarı, 250 m, 15.07.2012, KATO: 19122, Avrupa-Sibirya elementi.

44. *Melica ciliata* L., 3, yol kenarı, 187 m, 30.08.2012, KATO: 19123.

45. *Microstegium vimineum* (Trin.) A.Camus, 12, taşlık yamaçlar, 565 m, 15.08.2012, KATO: 19124; 3, çayırılık, 200 m, 30.08.2012, KATO: 19125.

46. *Paspalum thunbergii* Kunth, 3, çayırılık, 200 m, 30.08.2012, KATO: 19126.

47. *Setaria viridis* (L.) P. Beauv., 22, yol kenarı, 560 m, 05.08.2012, KATO: 19129

48. *Sorghum halepense* (L.) Pers., 6, yol kenarı, 103 m, 05.08.2012, KATO: 19130.

KLAD 4. EUDICOTS**18. PAPAVERACEAE**

49. *Chelidonium majus* L., 10, yol kenarı, 470 m, 22.04.2012, KATO: 19139, Avrupa-Sibirya elementi.

50. *Fumaria officinalis* L. subsp. *officinalis*, 5, tarla kenarı, 265 m, 26.02.2012, KATO: 19140.

51. *Fumaria vaillantii* Lois., 10, yol kenarı, 470 m, 22.04.2012, KATO: 19138.

52. *Papaver dubium* L. subsp. *dubium*, 10, yol kenarı, 130 m, 09.06.2012, KATO: 19141; 17, yol kenarı, 535 m, 26.06.2012, KATO: 19142.

53. *Papaver rhoeas* L., 1, yol kenarı, 120 m, 26.05.2012, KATO: 19143.

19. RANUNCULACEAE

54. *Anemonoides blanda* (Schott & Kotschy) Holub, 21, taşlık yamaçlar, 674 m, 01.04.2012, KATO: 19131

55. *Clematis vitalba* L., 19, çalılık, 290 m, 02.08.2011, KATO: 19132; 13, yol kenarı, 343 m, 14.07.2012, KATO: 19133.

56. *Helleborus orientalis* Lam., 8, fındık bahçesi altında, 190 m, 04.02.2012, KATO: 19134; 19, çalılık, 240 m, 04.02.2012, KATO: 19135, Karadeniz elementi.

57. *Ranunculus constantinopolitanus* (DC.) d'Urv., 7, çalılık, 60 m, 18.03.2012, KATO: 19136; 11, yol kenarı, 280 m, 15.04.2012, KATO: 19137.

58. *Ranunculus ficaria* L. subsp. *ficaria*, 2, fındık bahçesi altında, 485 m, 25.03.2012, KATO: 19138.

20. PLATANACEAE

59. *Platanus orientalis* L., 23, dere kenarı, 250 m, 15.07.2012, KATO: 19144.

KLAD 5. CORE EDICOTS

21. CRASSULACEAE

60. *Phedimus spurius* (M.Bieb.) 't Hart, 21, kayalık alanlar, 540 m, 15.08.2012, KATO: 19145, Hırkan-Karadeniz elementi (dağ).

61. *Phedimus stolonifer* (S.G.Gmel.) 't Hart, 17, sulak alanlar, 535 m, 26.06.2012, KATO: 19146; 10, sulak alanlar, 510 m, 04.07.2012, KATO: 19147, Hırkan-Karadeniz elementi.

62. *Sedum pallidum* M.Bieb., 7, taşlık yamaçlar, 492 m, 13.05.2012, KATO: 19148; 16, taşlık yamaçlar, 640 m, 25.05.2012, KATO: 19149, Karadeniz elementi.

63. *Sempervivum minus* Turill ex Wale, 21, kaya yüzeyleri, 540 m, 15.08.2012, KATO: 19152, Karadeniz elementi (dağ), Endemik (LC).

22. SAXIFRAGACEAE

64. *Saxifraga cymbalaria* L., 7, 398 m, nemli kayalık yol şevi, 13.05.2012, KATO: 19153.

65. *Saxifraga paniculata* Mill., 16, kayalık yol şevi, 640 m, 25.05.2012, KATO: 19154, Avrupa-Sibirya elementi.

KLAD 6. ROSIDS

23. OXALIDACEAE

66. *Oxalis corniculata* L., 5, taşlık yamaçlar, 255 m, 26.02.2012, KATO: 19156; 15, çayırılık, 298 m, 16.06.2012, KATO: 19158. Kozm.

24. HYPERICACEAE

67. *Hypericum androsaemum* L., 4, yol kenarı, 525 m, 11.08.2011, KATO: 19159; 7, yol kenarı, 492 m, 13.05.2012, KATO: 19160.

68. *Hypericum bithynicum* Boiss., 13, yol şevi, 316 m, 14.07.2012, KATO: 19162, Karadeniz elementi.

69. *Hypericum perforatum* L. subsp. *veronense* (Schrank) H.Linb., 10, çalılık, 333 m, 09.06.2012, KATO: 19164; 15, çalılık, 360 m, 16.06.2012, KATO: 19165.

25. VIOLACEAE

70. *Viola arvensis* Murray, 2, açıklık alanlar, tarla kenarı, 510 m, 25.03.2012. KATO:19167.

71. *Viola odorata* L. 19, çalılık, 238 m, 04.02.2012, KATO: 19168; 21, orman altı, 674 m, 01.04.2012, KATO: 19171.

72. *Viola sieheana* W.Becker, 4, fındık bahçesi altında, 551 m, 15.04.2012, KATO: 19172; 11, çalılık, 281 m, 15.04.2012, KATO: 19173.

26. SALICACEAE

73. *Populus nigra* L. subsp. *nigra*, 23, dere kenarı, 250 m, 15.07.2012, KATO: 19174, Avrupa-Sibirya elementi.

74. *Populus tremula* L., 4, yol kenarı, 110 m, 11.08.2011, KATO: 19175.

75. *Salix alba* L. subsp. *alba*, 19, dere kenarı, 290 m, 05.07.2011, KATO: 19176; 23, dere kenarı, 250 m, 15.07.2012, KATO: 19177, Avrupa-Sibirya elementi.

76. *Salix fragilis* L., 13, dere kenarı, 84 m., 16.05.2013, KATO:19178, Avrupa-Sibirya elementi.

27. EUPHORBIACEAE

77. *Euphorbia helioscopia* L. subsp. *helioscopia*, 1, tarla kenarı, 45 m, 18.03.2012, KATO: 19179; 4, yol kenarı, 550 m, 15.04.2012, KATO: 19180.

78. *Euphorbia oblongifolia* (K.Koch) K.Koch, 10, yol kenarı, 515 m, 04.07.2012, KATO: 19181, Karadeniz elementi.

79. *Euphorbia stricta* L., 21, yol kenarı, 540 m, 15.08.2012, KATO: 19182, Avrupa-Sibirya elementi.

80. *Mercurialis annua* L., 13, yol kenarı, 180 m, 18.03.2012, KATO: 19183; 2, yol kenarı, 390 m, 25.03.2012, KATO: 19184.

28. LINACEAE

81. *Linum aroanium* Boiss. & Orph., 16, taşlık yamaçlar, 540 m, 25.05.2012, KATO: 19185; 17, taşlık yamaçlar, 535 m, 26.06.2012, KATO: 19186.

82. *Linum bienne* Mill., 15, taşlı-çayırılar, 360 m, 16.06.2012, KATO: 19187.

83. *Linum catharticum* L., 10, çalılık, 231 m, 09.06.2012, KATO: 19188.

84. *Linum tenuifolium* L., 10, çalılık, 231 m, 09.06.2012, KATO: 19190; 15, taşlık yamaçlar, 360 m, 16.06.2012, KATO: 19191.

85. *Linum trigynum* L., 13, taşlık yamaçlar, 315 m, 26.05.2012, KATO: 19192; 10, yol kenarı, 231 m, 09.06.2012, KATO: 19193.

29. FABACEAE

86. *Astragalus glycyphyllos* L., 10, yol kenarı, 510 m, 04.07.2012, KATO: 19194; 13, yol kenarı, 490 m, 19.07.2012, KATO: 19195, Avrupa-Sibirya elementi.

87. *Astragalus ovatus* DC., 16, taşlık yamaçlar, 640 m, 25.05.2012, KATO: 19196; 15, taşlık yamaçlar, 360 m, 16.06.2012, KATO: 19197.

88. *Astragalus viridissimus* Freyn & Sint., 21, taşlık yamaçlar, 674 m, 01.04.2012, KATO: 19198; 21, yol kenarı, 757 m, 07.11.2012, KATO: 19201, Karadeniz elementi, Endemik (LC).

89. *Bituminaria bituminosa* (L.) C.H.Stirt., 4, yol kenarı, 525 m, 11.08.2011, KATO: 19225; 17, yol kenarı, 450 m, 26.06.2012, KATO: 19227, Akdeniz elementi.

90. *Coronilla cretica* L., 15, çayırılık, 298 m, 16.06.2012, KATO: 19229, Akdeniz elementi.

91. *Coronilla orientalis* Mill. subsp. *orientalis*, 16, yol kenarı, 540 m, 25.05.2012, KATO: 19230; 10, yol kenarı, 231 m, 09.06.2012, KATO: 19231.

92. *Coronilla varia* L., 19, yol kenarı, 290 m, 02.08.2011, KATO: 19232; 4, yol kenarı, 460 m, 11.08.2011, KATO: 19233, Doğu Akdeniz elementi.

93. *Genista tinctoria* L., 16, kayalık yol şevi, 640 m, 25.05.2012, KATO: 19206, Avrupa-Sibirya elementi.

94. *Lathyrus laxiflorus* (Desf.) Kuntze subsp. *laxiflorus*, 11, çalılık, 250 m, 15.04.2012, KATO: 19207; 4, yol kenarı, 550 m, 15.04.2012, KATO: 19208.

95. *Lathyrus pratensis* L., 10, yol kenarı, 333 m, 09.06.2012, KATO: 19209, Avrupa-Sibirya elementi.

96. *Lotus corniculatus* L. var. *corniculatus*, 4, yol kenarı, 525 m, 11.08.2011, KATO: 19210; 16, yol kenarı, 640 m, 25.05.2012, KATO: 19211.

97. *Lotus graecus* L., 13, taşlık yamaçlar, 315 m, 26.05.2012, KATO: 19203; 17, taşlı-çayırılar, 450 m, 26.06.2012, KATO: 19205, Karadeniz elementi.

98. *Medicago arabica* (L.) Huds., 10, yol kenarı, 470 m, 22.04.2012, KATO: 19212.

99. *Medicago falcata* L., 13, taşlık yamaçlar, 350 m, 26.05.2012, KATO: 19213.

100. *Medicago lupulina* L., 7, yol kenarı, 492 m, 13.05.2012, KATO: 19214.

101. *Medicago minima* (L.) Bartal., 16, yol kenarı, 640 m, 25.05.2012, KATO: 19215.

102. *Medicago sativa* L. subsp. *sativa*, 19, yol kenarı, 290 m, 02.08.2011, KATO: 19216; 18, yol kenarı, 247 m, 09.06.2012, KATO: 19217.

103. *Medicago x varia* Martyn, 13, taşlık yamaçlar, 315 m, 26.05.2012, KATO: 19218; 15, taşlık yamaçlar, 350 m, 16.06.2012, KATO: 19219.

104. *Melilotus officinalis* (L.) Lam., 16, yol kenarı, 640 m, 25.05.2012, KATO: 19220; 17, yol kenarı, 450 m, 26.06.2012, KATO: 19222.

105. *Onobrychis oxyodonta* Boiss., 1, yol kenarı, 120 m, 26.05.2012, KATO: 19223; 18, yol kenarı, 247 m, 09.06.2012, KATO: 19224.

106. *Robinia pseudoacacia* L., 7, yol kenarı, 490 m, 13.05.2012, KATO: 19228, Egzotik (Doğallaşmış).

107. *Trifolium angustifolium* L., 15, çayırılık, 360 m, 16.06.2012, KATO: 19234; 17, yol kenarı, 450 m, 26.06.2012, KATO: 19235.

108. *Trifolium arvense* L., 13, taşlı alanlar, 343 m, 14.07.2012, KATO: 19236.

109. *Trifolium campestre* Schreb. subsp. *campestre*, 19, yol kenarı, 290 m, 02.08.2011, KATO: 19237.

110. *Trifolium medium* L., 19, yol kenarı, 290 m, 05.07.2011, KATO: 19238.

111. *Trifolium pratense* L. subsp. *pratense*, 10, yol kenarı, 470 m, 22.04.2012, KATO: 19239; 13, yol kenarı, 343 m, 14.07.2012, KATO: 19242.

112. *Trifolium repens* L. subsp. *repens*, 7, fındık bahçesi altında, 492 m, 13.05.2012, KATO: 19243.

113. *Vicia cassubica* L., 4, yol kenarı, 525 m, 11.08.2011, KATO: 19244, Avrupa-Sibirya elementi.

114. *Vicia cracca* L., 4, çayırılık, 525 m, 11.08.2011, KATO: 19245; 10, çalılık, 231 m, 09.06.2012, KATO: 19246, Avrupa-Sibirya elementi.

115. *Vicia sativa* L. subsp. *nigra* Ehrh., 4, yol kenarı, 551 m, 15.04.2012, KATO: 19247.

30. POLYGALACEAE

116. *Polygala major* Jacq., 16, taşlık yamaçlar, 25.05.2012, KATO: 19248, Avrupa-Sibirya elementi.

117. *Polygala supina* Schreb. subsp. *supina*, 11, taşlık yamaçlar, 250 m, 15.04.2012, KATO: 19249.

118. *Polygala vulgaris* L., 13, yol kenarı, 316 m, 14.07.2012, KATO: 19250, Avrupa-Sibirya elementi.

31. ROSACEAE

119. *Agrimonia eupatoria* L. subsp. *asiatica* (Juz.) Skalický, 19, çalılık, 290 m, 02.08.2011, KATO: 19251; 5, çayırılık, 245 m, 29.08.2011, KATO: 19253.

120. *Crataegus microphylla* K.Koch subsp. *microphylla*, 5, taşlık yamaçlar, 250 m, 22.09.2012, KATO: 19255, Karadeniz elementi.

121. *Crataegus germanica* (L.) Kuntze, 3, yapraklı türlerle birlikte, 176 m, 30.08.2012, KATO: 19262, Avrupa-Sibirya elementi.

122. *Crataegus monogyna* Jacq., 5, taşlık yamaçlar, 245 m, 29.08.2011, KATO: 19256.

123. *Crataegus rhipidophylla* Gand. var. *rhipidophylla*, 19, çalılık, 290 m, 05.07.2011, KATO: 19257; 4, çalılık, 460 m, 11.08.2011, KATO: 19258.

124. *Fragaria vesca* L., 4, fındık bahçesi altında, 550 m, 15.04.2012, KATO: 19259; 10, yol şevi, 425 m, 22.04.2012, KATO: 19260, Avrupa-Sibirya elementi.

125. *Geum urbanum* L., 13, taşlık yamaçlar, 350 m, 26.05.2012, KATO: 19261, Avrupa-Sibirya elementi.

126. *Potentilla argentea* L., 17, taşlı-çayırlar, 640 m, 25.05.2012, KATO: 19263; 18, yol kenarı, 247 m, 09.06.2012, KATO: 19264.

127. *Potentilla micrantha* Ramond ex DC., 13, fındık bahçesi altında, 180 m, 18.03.2012, KATO: 19265; 2, yol kenarı, 492 m, 25.03.2012, KATO: 19266.

128. *Potentilla recta* L., 16, taşlı-çayırlar, 640 m, 25.05.2012, KATO: 19267; 18, yol kenarı, 247 m, 09.06.2012, KATO: 19268.

129. *Prunus cerasifera* Ehrh., 15, çalılık alan, 298 m, 16.06.2012, KATO: 19274; 17, taşlı-çayırlar, 535 m, 26.06.2012, KATO: 19275.

130. *Pyracantha coccinea* M.Roem., 4, çalılık, 460m, 11.08.2011, KATO: 19270; 7, çalılık, 492 m, 13.05.2012, KATO: 19271; 12, taşlık yamaçlar, 565 m, 15.08.2012, KATO: 19272.

131. *Rosa canina* L., 19, çalılık, 290 m, 05.07.2011, KATO: 19276; 5, taşlık yamaçlar, 250 m, 22.09.2012, KATO: 19279.

132. *Rosa micrantha* Borrer ex Sm., 13, çalılık, 300 m, 26.05.2012, KATO: 19280.

133. *Rubus canescens* DC., 7, çalılık, 398 m, 13.05.2012, KATO: 19281, Avrupa-Sibirya elementi.

134. *Rubus caucasicus* Focke, 23, dere kenarı, 250 m, 15.07.2012, KATO: 19284, Karadeniz elementi.

135. *Rubus sanctus* Schreber, 4, çalılık, 525 m, 11.08.2011, KATO: 19282; 18, çalılık, 325 m, 15.07.2012, KATO: 19283.

32. RHAMNACEAE

136. *Frangula alnus* Mill., 4, çalılık, 460 m, 11.08.2011, KATO: 19285; 17, çalılık, 535 m, 26.06.2012, KATO: 19286.

137. *Paliurus spina-christi* Mill., 19, taşlık yamaçlar, 290 m, 05.07.2011, KATO: 19287; 17, taşlı-çayırlar, 450 m, 26.06.2012, KATO: 19288.

33. ELAEAGNACEAE

138. *Hippophae rhamnoides* L., 4, yol kenarı, 480 m, 15.04.2012, KATO: 19289; 9, çayırılık, 76 m, 09.09.2012, KATO: 19290.

34. CANNABACEAE

139. *Celtis australis* L., 19, yapraklı türlerle birlikte, 290 m, 05.07.2011, KATO: 19291, Akdeniz elementi.

140. *Humulus lupulus* L., 13, kurumuş bataklık, çalılık, 100 m, 29.09.2012, KATO: 19292.

35. MORACEAE

141. *Ficus carica* L. subsp. *carica*, 16, yol kenarı, 640 m, 25.05.2012, KATO: 19293; 23, dere kenarı, 250 m, 15.07.2012, KATO: 19294, Akdeniz elementi.

36. URTICACEAE

142. *Urtica dioica* L. subsp. *dioica*, 7, yol kenarı, 490 m, 13.05.2012, KATO: 19295, Avrupa-Sibirya elementi.

37. CUCURBITACEAE

143. *Ecballium elaterium* (L.) A.Rich., 3, yol kenarı, 54 m, 30.08.2012, KATO: 19296, Akdeniz elementi.

38. DATISACEAE

144. *Datisca cannabina* L., 23, dere kenarı, 250 m, 15.07.2012, KATO: 19297

39. FAGACEAE

145. *Quercus hartwissiana* Steven, 17, taşlık-çayırılık yamaçlar, 450 m, 26.06.2012, KATO: 19298; 3, yapraklı türlerle birlikte, 176 m, 30.08.2012, KATO: 19300.

40. JUGLANDACEAE

146. *Juglans regia* L., 10, dere içi, 333 m, 09.06.2012, KATO: 19301.

41. BETULACEAE

147. *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. subsp. *barbata* (C.A. Meyer) Yalt., 13, dere kenarı, 85 m, 29.09.2012, KATO: 19302, Karadeniz elementi.

148. *Carpinus orientalis* Mill. subsp. *orientalis*, 4, çalılık, 525 m, 11.08.2011, KATO: 19304; 18, çalılık, 380 m, 15.07.2012, KATO: 19305.

149. *Corylus avellana* L. var. *avellana*, 5, çalılık, 250 m, 22.09.2012, KATO: 19306, Avrupa-Sibirya elementi.

150. *Corylus maxima* Mill., 17, kültür, 535 m, 26.06.2012, KATO: 19307; 13, yapraklı türlerle birlikte, 316 m, 14.07.2012, KATO: 19308, Avrupa-Sibirya elementi.

42. GERANIACEAE

151. *Erodium acaule* (L.) Bech. & Thell., 21, taşlık yamaçlar, 470 m, 18.04.2012, KATO: 19309, Akdeniz elementi.

152. *Erodium cicutarium* (L.) L'Hér., 5, taşlık yamaçlar, 240 m, 26.02.2012, KATO: 19310; 1, tarla kenarı, 45 m, 18.03.2012, KATO: 19311, Kozmopolit.

153. *Erodium* sp., 15, çayırılık, 298 m, 16.06.2012, KATO: 19313.

154. *Geranium asphodeloides* Burm.f., 7, fındık bahçesi altında, 60 m, 18.03.2012, KATO: 19314; 4, yol kenarı, 230 m, 25.03.2012, KATO: 19315, Avrupa-Sibirya elementi.

155. *Geranium columbinum* L., 3, yol kenarı, 208 m, 30.08.2012, KATO: 19316.

156. *Geranium pyrenaicum* Brum.f., 7, çalılık, 60 m, 18.03.2012, KATO: 19317; 20, yol kenarı, 550 m, 14.10.2012, KATO: 19321.

157. *Geranium robertianum* L., 4, yol kenarı, 460 m, 11.08.2011, KATO: 19322; 7, yol kenarı, 398 m, 13.05.2012, KATO: 19323.

158. *Geranium sintenisii* Freyn, 2, yol kenarı, 485 m, 25.03.2012, KATO: 19324, Karadeniz elementi, Endemik (LC).

43. ONAGRACEAE

159. *Epilobium hirsutum* L., 13, sulak alanlar, 285 m, 14.07.2012, KATO: 19325; 13, kurumuş bataklık, 85 m, 29.09.2012, KATO: 19326.

160. *Epilobium montanum* L., 13, taşlık yamaçlar, 343 m, 14.07.2012, KATO: 19327; 18, sulak alanlar, 380 m, 15.07.2012, KATO: 19328, Avrupa-Sibirya elementi.

161. *Epilobium parviflorum* Schreb., 22, sulak alanlar, 610 m, 05.08.2012, KATO: 19330; 13, kurumuş bataklık, 85 m, 29.09.2012, KATO: 19331.

44. LYTHRACEAE

162. *Lythrum salicaria* L., 4, sulak alanlar, 460 m, 11.08.2011, KATO: 19332; 3, sulak alanlar, 187 m, 30.08.2012, KATO: 19333, Avrupa-Sibirya elementi.

45. STAPHYLEACEAE

163. *Staphylea pinnata* L., 11, çalılık, 281 m, 15.04.2012, KATO: 19335; 10, çalılık, 426 m, 22.04.2012, KATO: 19336, Karadeniz elementi.

46. ANACARDIACEAE

164. *Cotinus coggygria* Scop., 17, taşlık yamaçlar, 540 m, 25.05.2012, KATO: 19338.

165. *Pistacia terebinthus* L., 4, çalılık, 525 m, 11.08.2011, KATO: 19340; 14, kayalık yamaçlar, 427 m, 25.08.2012, KATO: 19343, Doğu Akdeniz elementi.

166. *Rhus coriaria* L., 19, taşlık yamaçlar, 290 m, 05.07.2011, KATO: 19344.

47. SIMAROUACEAE

167. *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, 13, gölgeli alanlar, 316 m, 14.07.2012, KATO: 19345. Egzotik (Doğallaşan istilacı tür)

48. RUTACEAE

168. *Dictamnus albus* L., 16, yol kenarı, 540 m, 25.05.2012, KATO: 19346.

49. CISTACEAE

169. *Cistus creticus* L., 4, çalılık, 525 m, 11.08.2011, KATO: 19348; 7, taşlık yamaçlar, 492 m, 13.05.2012, KATO: 19349, Akdeniz elementi.

170. *Cistus salviifolius* L., 7, çalılık, 492 m, 13.05.2012, KATO: 19350.

171. *Helianthemum nummularium* (L.) Mill. subsp. *nummularium*, 13, taşlık yamaçlar, 315 m, 26.05.2012, KATO: 19351; 15, taşlık yamaçlar, 360 m, 16.06.2012, KATO: 19352.

172. *Helianthemum nummularium* (L.) Mill. subsp. *tomentosum* (Scop.) Schinz & Thell., 19, yol kenarı, 290 m, 02.08.2011, KATO: 19354; 16, taşlık yamaçlar, 640 m, 25.05.2012, KATO: 19355.

50. MALVACEAE

173. *Abutilon theophrasti* Medik., 9, tarla kenarı, 175 m, 09.09.2012, KATO: 19356.

174. *Alcea biennis* Winterl., 17, yol kenarı, 450 m, 26.06.2012, KATO: 19357.

175. *Alcea hohenackeri* Boiss., 17, yol kenarı, 450 m, 26.06.2012, KATO: 19358, İran-Turan elementi.

176. *Malva neglecta* Wallr., 10, yol kenarı, 470 m, 22.04.2012, KATO: 19359.

177. *Malva sylvestris* L., 4, yol kenarı, 316 m, 25.03.2012, KATO: 19360; 10, yol kenarı, 333 m, 09.06.2012, KATO: 19361.

51. RESEDACEAE

178. *Reseda lutea* L. subsp. *lutea*, 16, yol kenarı, 640 m, 25.05.2012, KATO: 19363.

52. BRASSICACEAE

179. *Alyssoides utriculata* (L.) Medik. var. *utriculata*, 18, yol şevi, 245 m, 22.04.2013, KATO: 19364.

180. *Berteroa mutabilis* (Vent.) DC., 5, taşlık-çayırılık, 235 m, 29.08.2011, KATO: 19365; 13, yol kenarı, 343 m, 14.07.2012, KATO: 19367.

181. *Brassica elongata* Ehrh., 10, yol kenarı, 333 m, 09.06.2012, KATO: 19368.

182. *Brassica oleracea* L., 4, yol kenarı, 245 m, 25.03.2012, KATO: 19369.

183. *Calepina irregularis* (Asso) Thell., 10, yol üzeri, 470 m, 22.04.2012, KATO: 19370.

184. *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., 5, yol kenarı, 265 m, 26.02.2012, KATO: 19371; 1, tarla kenarı, 45 m, 18.03.2012, KATO: 19372, Kozmopolit.

185. *Cardamine bulbifera* (L.) Crantz, 10, yol kenarı, 347 m, 22.04.2012, KATO: 19373, Avrupa-Sibirya elementi.

186. *Cardamine impatiens* L. var. *pectinata* (Pall.) Trautv., 5, yol kenarı, 265 m, 26.02.2012, KATO:19376; 1, yol kenarı, 45 m, 18.03.2012, KATO: 19377, Avrupa-Sibirya elementi.

187. *Cardamine quinquefolia* (M.Bieb.) Schmalh., 2, yol kenarı, 390 m, 25.03.2012, KATO: 19374; 4, gölgeci dere içleri, 120 m, 25.03.2012, KATO: 19375, Avrupa-Sibirya elementi.

188. *Lepidium draba* L., 16, yol kenarı, 640 m, 25.05.2012, KATO: 19378.

189. *Nasturtium officinale* W.T.Aiton, 7, sulak alanlar, 398 m, 13.05.2012, KATO: 19379.

190. *Raphanus raphanistrum* L., 23, dere kenarı kumul alan, 250 m, 15.07.2012, KATO: 19380.

191. *Rorippa sylvestris* (L.) Bess., 5, yol kenarı, 245 m, 29.08.2011, KATO: 19381; 7, yol kenarı, 280 m, 13.05.2012, KATO: 19382.

192. *Sisymbrium officinale* (L.) Scop., 13, taşlık yamaçlar, 350 m, 26.05.2012, KATO: 19386.

53. SANTALACEAE

193. *Thesium billardierei* Boiss., 16, taşlık yamaçlar, 640 m, 25.05.2012, KATO: 19387.

54. POLYGONACEAE

194. *Persicaria maculosa* Gray, 4, yol kenarı, 460 m, 11.08.2011, KATO: 19388;14, nemli alanlar, 332 m, 25.08.2012, KATO: 19389.

195. *Polygonum hydropiper* L., 3, sulak alanlar, 177 m, 30.08.2012, KATO: 19390; 9, sulak alanlar, 76 m, 09.09.2012, KATO: 19391.

196. *Rumex crispus* L., 7, yol kenarı, 398 m, 13.05.2012, KATO: 19392.

55. CARYOPHYLLACEAE

197. *Dianthus carmelitarum* Reut. ex Boiss., 15, yol şevi, çayırılık, 213 m, 16.06.2012, KATO: 19393; 22, çayırılık, 620 m, 05.08.2012, KATO: 19395. Avrupa-Sibirya elementi, Endemik (LC).

198. *Petrorhagia saxifraga* (L.) Link., 4, yol kenarı, 460 m, 11.08.2011, KATO: 19397; 13, taşlık yamaçlar, 350 m, 26.05.2012, KATO: 19398, Avrupa-Sibirya elementi.

199. *Rabelera holostea* (L.) M.T.Sharple & E.A.Tripp., 9, sulak alanlar, 76 m, 09.09.2012, KATO: 19405.

200. *Silene dichotoma* Ehrh., 17, yol kenarı, 450 m, 26.06.2012, KATO: 19399.

201. *Silene latifolia* Poir. subsp. *eriocalycina* (Boiss) Greuter & Burdet, 11, yol kenarı, 281 m, 15.04.2012, KATO: 19400; 10, yol kenarı, 470 m, 22.04.2012, KATO: 19401.

202. *Silene vulgaris* (Moench) Garcke subsp. *vulgaris*, 19, çalılık, 290 m, 02.08.2011, KATO: 19402; 10, yol şevi, 333 m, 09.06.2012, KATO: 19404.

203. *Stellaria media* (L.) Vill., 7, çalılık, 60 m, 18.03.2012, KATO: 19406; 4, fındık bahçesi altında, 551 m, 15.04.2012, KATO: 19408.

56. AMARANTHACEAE

204. *Amaranthus cruentus* L., 22, yol kenarı, 560 m, 05.08.2012, KATO: 19409.

205. *Chenopodium album* L. var. *album*, 21, yol kenarı, 524 m, 15.08.2012, KATO: 19410; 13, kurumuş bataklık, 85 m, 29.09.2012, KATO: 19411.

57. PHYTOLACCACEAE

206. *Phytolacca americana* L., 4, yol kenarı, 110 m, 11.08.2011, KATO: 19412; 13, yol kenarı, 316 m, 14.07.2012, KATO: 19413, Egzotik (Doğallaşmış).

58. PORTULACACEAE

207. *Portulaca oleracea* L., 5, taşlık yamaçlar, 245 m, 29.08.2011, KATO: 19414.

KLAD 7. ASTERIDS

59. CORNACEAE

208. *Cornus mas* L., 18, çalılık, 380 m, 15.07.2012, KATO: 19418; 12, taşlık yamaçlar, 565 m, 15.08.2012, KATO: 19419, Avrupa-Sibirya elementi.

209. *Cornus sanguinea* L. subsp. *australis* (C.A.Mey.) Jáv., 19, çalılık, 290 m, 02.08.2011, KATO: 19420; 17, taşlı-çayır, 535 m, 26.06.2012, KATO: 19423, Avrupa-Sibirya elementi.

60. PRIMULACEAE

210. *Cyclamen coum* Mill. subsp. *coum*, 5, taşlık yamaçlar, 225 m, 26.02.2012, KATO: 19430; 13, fındık bahçesi altında, 180 m, 18.03.2012, KATO: 19431.

211. *Lysimachia arvensis* (L.) U.Manns & Anderb., 13, yol kenarı, 300 m, 26.05.2012, KATO: 19426.

212. *Lysimachia foemina* (Mill.) U.Manns & Anderb., 19, yol kenarı, 290 m, 02.08.2011, KATO: 19427; 18, yol kenarı, 247 m, 09.06.2012, KATO: 19428, Akdeniz elementi.

213. *Lysimachia verticillaris* Spreng., 3, sulak alanlar, 187 m, 30.08.2012, KATO: 19433, Hırkan-Karadeniz elementi.

214. *Primula acaulis* (L.) L. subsp. *acaulis*, 8, fındık bahçesi altında, 190 m, 04.02.2012, KATO: 19434; 13, fındık bahçesi altında, 125 m, 18.03.2012, KATO: 19435, Avrupa-Sibirya elementi.

215. *Primula acaulis* (L.) L. subsp. *rubra* (Sm.) Greuter & Burdet, 8, fındık bahçesi altında, 190 m, 04.02.2012, KATO: 19436; 13, fındık bahçesi altında, 125 m, 18.03.2012, KATO: 19437, Karadeniz elementi.

61. ERICACEAE

216. *Arbutus andrachne* L., 19, taşlık yamaçlar, 290 m, 05.07.2011, KATO: 19438; 13, taşlık yamaçlar, 316 m, 14.07.2012, KATO: 19439.

217. *Erica arborea* L., 13, çalılık, 180 m, 18.03.2012, KATO: 19440; 2, yol şevi, 390 m, 25.03.2012, KATO: 19441.

218. *Rhododendron ponticum* L., 16, taşlık yamaçlar, 640m, 25.05.2012, KATO: 19443, Karadeniz elementi.

62. RUBIACEAE

219. *Crucianella gilanica* Trin. subsp. *pontica* (Ehrend.) Ehrend., 17, taşlı-çayır, 535 m, 26.06.2012, KATO: 19468, Karadeniz elementi.

220. *Cruciata taurica* (Pall. ex Willd.) Ehrend., 16, taşlık yamaçlar, 640 m, 25.05.2012, KATO: 19469, İran-Turan elementi.

221. *Galium incanum* SM. subsp. *elatius* (Boiss.) Ehrend., 13, taşlık yamaçlar, 450 m, 14.07.2012, KATO: 19470; 23, taşlık yamaçlar, 250 m, 15.07.2012, KATO: 19471, İran-Turan elementi.

222. *Galium odoratum* (L.) Scop., 10, yol kenarı, 470 m, 22.04.2012, KATO: 19472; 17, yol kenarı, 535 m, 26.06.2012, KATO: 19473, Avrupa-Sibirya elementi.

223. *Galium palustre* L., 7, yol şevi, 490 m, 13.05.2012, KATO: 19474, Avrupa-Sibirya elementi.

63. GENTIANACEAE

224. *Blackstonia perfoliata* (L.) Hudson subsp. *perfoliata*, 10, yol şevi, 510 m, 04.07.2012, KATO: 19475; 13, çayırılık, 343 m, 14.07.2012, KATO: 19476.

225. *Centaureum erythraea* Rafn subsp. *erythraea*, 5, çayırılık, 245 m, 29.08.2011, KATO: 19477; 13, yol kenarı, 343 m, 14.07.2012, KATO: 19478, Avrupa-Sibirya elementi.

64. APOCYNACEAE

226. *Vinca major* L. subsp. *major*, 4, taşlıklı duvar, yol kenarı, 231 m, 25.03.2012, KATO: 19479, Akdeniz elementi.

65. BORAGINACEAE

227. *Aegonychon purpurocaeruleum* (L.) Holub, 11, açıklık alanlar, 250 m, 15.04.2012, KATO: 19444; 10, açıklık alanlar, 450 m, 22.04.2012, KATO: 19445, Avrupa-Sibirya elementi.

228. *Buglossoides arvensis* (L.) I.M.Johnst. subsp. *arvensis*, 13, taşlık yamaçlar, 350 m, 26.05.2012, KATO: 19455, Avrupa-Sibirya elementi.

229. *Echium angustifolium* Mill., 22, yol kenarı, taşlık alanlar, 435 m, 05.08.2012, KATO: 19446, Doğu Akdeniz elementi.

230. *Echium italicum* L., 14, yol kenarı, 362 m, 25.08.2012, KATO: 19447, Akdeniz elementi.

231. *Echium vulgare* L., 18, yol kenarı, 247 m, 09.06.2012, KATO: 19451; 23, yol kenarı, 250 m, 15.07.2012, KATO: 19452, Avrupa-Sibirya elementi.

232. *Heliotropium europaeum* L., 13, tarla kenarı, 100 m, 29.09.2012, KATO: 19453, İran-Turan elementi.

233. *Lappula barbata* (M.Bieb.) Gürke, 14, taşlık yamaçlar, 427 m, 25.08.2012, KATO: 19454, İran-Turan elementi.

234. *Myosotis alpestris* F.W.Schmidt subsp. *alpestris*, 21, yol kenarı, 745 m, 07.11.2012, KATO: 19456.

235. *Myosotis arvensis* (L.) Hill subsp. *arvensis*, 7, sulak alanlar, 492 m, 13.05.2012, KATO: 19457, Avrupa-Sibirya elementi.

236. *Myosotis lazica* M. Popov, 7, sulak alanlar, 492 m, 13.05.2012, KATO: 19458, Karadeniz elementi, Nadir (VU).

237. *Myosotis lithospermifolia* (Willd.) Hornem., 10, sulak alanlar, 510 m, 04.07.2012, KATO: 19459.

238. *Myosotis sparsiflora* J.C.Mikan ex Pohl, 4, yol kenarı, 550 m, 15.04.2012, KATO: 19460; 11, açıklık alanlar, 250 m, 15.04.2012, KATO: 19461, Avrupa-Sibirya elementi, Nadir (VU).

239. *Omphalodes cappadocica* (Willd.) DC., 4, yol kenarı, 550 m, 15.04.2012, KATO: 19462, Karadeniz elementi.

240. *Onosma bourgaei* Boiss., 16, taşlık-çayırılık yamaçlar, 540 m, 25.05.2012, KATO: 19463, İran-Turan elementi.

241. *Onosma isaurica* Boiss. & Heldr., 11, kayalık yol şevi, 80 m, 15.04.2012, KATO: 19464; 16, kayalık yol şevi, 640 m, 25.05.2012, KATO: 19465, İran-Turan elementi, Endemik (LC).

242. *Pulmonaria mollis* Wulfen ex Hornem. subsp. *mollissima* (A.Kern) Nyman, 13, taşlık yamaçlar, 350 m, 26.05.2012, KATO: 19467, Avrupa-Sibirya elementi.

66. OLEACEAE

243. *Ligustrum vulgare* L., 5, taşlı-çayırılık, 245 m, 29.08.2011, KATO: 19480; 17, çalılık alanlar, 640 m, 25.05.2012, KATO: 19481, Avrupa-Sibirya elementi.

244. *Phillyrea latifolia* L., 19, çalılık, 290 m, 05.07.2011, KATO: 19482; 1, çalılık, 45 m, 18.03.2012, KATO: 19483; 3, taşlık yamaçlar, 215 m, 30.08.2012, KATO: 19484, Akdeniz elementi.

67. PLANTAGINACEAE

245. *Antirrhinum tortuosum* Bosc ex Lam., 6, yol kenarı, 45 m, 26.05.2012, KATO: 19485.

246. *Digitalis ferruginea* L. subsp. *schischkinii* (K.V.Ivanova) K.Werner, 10, yol şevi, 251 m, 04.07.2012, KATO: 19486; 13, yol kenarı, 343 m, 14.07.2012, KATO: 19487, Avrupa-Sibirya elementi.

247. *Globularia trichosantha* Fisch. & C.A.Mey. subsp. *trichosantha*, 17, çayırılık, 640 m, 25.05.2012, KATO: 19488, İran-Turan elementi.

248. *Linaria corifolia* Desf., 13, taşlık yol kenarı, 343 m, 14.07.2012, KATO: 19489, İran-Turan elementi, Endemik (LC).

249. *Linaria genistifolia* (L.) Mill. subsp. *genistifolia*, 17, yol kenarı, 450 m, 26.06.2012, KATO: 19490; 21, yol şevi, 732 m, 07.11.2012, KATO: 19491, Avrupa-Sibirya elementi.

250. *Plantago lanceolata* L., 13, taşlık yamaçlar, 350 m, 26.05.2012, KATO: 19492.

251. *Plantago major* L. subsp. *major*, 19, yol kenarı, 290 m, 02.08.2011, KATO: 19493.

252. *Veronica anagallis-aquatica* L., 7, sulak alanlar, 490 m, 13.05.2012, KATO: 19494; 18, sulak alanlar, 380 m, 15.07.2012, KATO: 19495.

253. *Veronica magna* M.A.Fisch., 7, sulak alanlar, 492 m, 13.05.2012, KATO: 19496, Karadeniz elementi.

254. *Veronica peduncularis* M.Bieb., 7, taşlık alanlar, 60 m, 18.03.2012, KATO: 19497; 4, taşlık yamaçlar, 481 m, 15.04.2012, KATO: 19498, Karadeniz elementi.

255. *Veronica persica* Poir., 5, taşlık yamaçlar, 265 m, 26.02.2012, KATO: 19499; 13, yol kenarı, 180 m, 18.03.2012, KATO: 19500; 4, fındık bahçesi altında, 245 m, 25.03.2012, KATO: 19501.

256. *Veronica polita* Fr., 7, çalılık, 60 m, 18.03.2012, KATO: 19502.

68. SCROPHULARIACEAE

257. *Buddleja davidii* Franch., 13, taşlık yamaçlar, 285 m, 14.07.2012, KATO: 19503; 13, dere kenarı, 85 m, 29.09.2012, KATO: 19504. Egzotik

258. *Scrophularia scopolii* Hoppe ex Pers. var. *adenocalyx* Somm. & Lev., 7, çayırılık alanlar, 492 m, 13.05.2012, KATO: 19505, Karadeniz elementi.

259. *Verbascum pyramidatum* M.Bieb., 1, taşlı yol kenarı, 65 m, 29.09.2012, KATO: 19506. Hırkan-Karadeniz elementi

260. *Verbascum speciosum* Schrad., 13, yol kenarı, 343 m, 14.07.2012, KATO: 19507.

261. *Verbascum* sp., 7, çayırılık alanlar, 492 m, 13.05.2012, KATO: 19508.

69. VERBENACEAE

262. *Verbena officinalis* L. var. *officinalis*, 13, çalılık alanlar, 285 m, 14.07.2012, KATO: 19565.

70. LAMIACEAE

263. *Ajuga chamaepitys* (L.) Schreb. subsp. *chia* (Schreb.) Arcang., 13, taşlık yamaçlar, 350 m, 26.05.2012, KATO: 19509.

264. *Ajuga reptans* L., 4, fındık bahçesi altında, 550 m, 15.04.2012, KATO: 19510, Avrupa-Sibirya elementi.

265. *Ballota nigra* L. subsp. *nigra*, 15, yol kenarı, 360 m, 16.06.2012, KATO: 19511, Avrupa-Sibirya elementi.

266. *Clinopodium nepeta* (L.) Kuntze subsp. *nepeta*, 17, yol kenarı, 450 m, 26.06.2012, KATO: 19514; 3, yol kenarı, 208 m, 30.08.2012, KATO: 19516; 9, çalılık, 190 m, 09.09.2012, KATO: 19517, Avrupa-Sibirya elementi.

267. *Clinopodium nepeta* (L.) Kuntze subsp. *spruneri* (Boiss.) Bartolucci & F.Conti, 4, yol kenarı, 485 m, 11.08.2011, KATO: 19512; 5, çayırılık, 245 m, 29.08.2011, KATO: 19513, Avrupa-Sibirya elementi.

268. *Clinopodium vulgare* L. subsp. *vulgare*, 13, yol kenarı, 316 m, 14.07.2012, KATO: 19519; 14, çalılık, 332 m, 25.08.2012, KATO: 19520.

269. *Lamium album* L. subsp. *album*, 10, yol kenarı, 470 m, 22.04.2012, KATO: 19521; 16, yol kenarı, 640 m, 25.05.2012, KATO: 19522, Avrupa-Sibirya elementi.

270. *Lamium galactophyllum* Boiss. & Reut., 13, fındık bahçesi altında, 180 m, 18.03.2012, KATO: 19523; 4, yol kenarı, 231 m, 25.03.2012, KATO: 19524, İran-Turan elementi, Endemik (LC).

271. *Lamium maculatum* (L.) L., 10, yol kenarı, 470 m, 22.04.2012, KATO: 19525.

272. *Lamium purpureum* L. var. *purpureum* L., 21, taşlık yamaçlar, 674 m, 01.04.2012, KATO: 19526; 13, fındık bahçesi altında, 180 m, 18.03.2012, KATO: 19527, Avrupa-Sibirya elementi

273. *Lycopus europaeus* L., 9, sulak alanlar, 76 m, 09.09.2012, KATO: 19529; 13, kurumuş bataklık, 85 m, 29.09.2012, KATO: 19530.

274. *Mentha aquatica* L., 9, sulak alanlar, 73 m, 09.09.2012, KATO: 19531.

275. *Mentha longifolia* (L.) Hudson subsp. *longifolia*, 17, yol kenarı, 450 m, 26.06.2012, KATO: 19532, Karadeniz elementi.

276. *Mentha longifolia* (L.) Hudson subsp. *typhoides* (Briq.) Harley, 5, taşlık yamaçlar, 245 m, 29.08.2011, KATO: 19533.

277. *Origanum vulgare* L. subsp. *viridulum* (Marthin-Donos) Nyman, 17, taşlı-çayır, 450 m, 26.06.2012, KATO: 19534; 10, yol kenarı, 251 m, 04.07.2012, KATO: 19535.

278. *Prunella laciniata* (L.) L., 15, taşlık yamaçlar, 360 m, 16.06.2012, KATO: 19536, Avrupa-Sibirya elementi.

279. *Prunella vulgaris* L., 10, yol kenarı, 510 m, 04.07.2012, KATO: 19539; 18, çalılık, 380 m, 15.07.2012, KATO: 19540, Avrupa-Sibirya elementi.

280. *Salvia brachyantha* (Bordz.) Pobed. subsp. *brachyantha*, 18, yol kenarı, 247 m, 09.06.2012, KATO: 19541; 15, taşlık yamaçlar, 360 m, 16.06.2012, KATO: 19542, İran-Turan elementi.

281. *Salvia nemorosa* L., 13, taşlık yamaçlar, 350 m, 26.05.2012, KATO: 196543.

282. *Salvia staminea* Montbret & Aucher ex Benth., 22, taşlık yamaçlar, 620 m, 05.08.2012, KATO: 19544, İran-Turan elementi.

283. *Salvia verbenaca* L., 21, taşlık yamaçlar, 670 m, 18.04.2012, KATO: 19545; 13, taşlık yamaçlar, 450 m, 26.05.2012, KATO: 19546, Akdeniz elementi.

284. *Salvia verticillata* L. subsp. *verticillata*, 10, yol kenarı, 333 m, 09.06.2012, KATO: 19547, Avrupa-Sibirya elementi.

285. *Satureja spicigera* (K.Koch) Boiss., 21, taşlık yamaçlar, 540 m, 15.08.2012, KATO: 19548; 3, taşlık yamaçlar, 208 m, 30.08.2012, KATO: 19550, Karadeniz elementi.

286. *Stachys annua* (L.) L. subsp. *annua*, 11, yol şevi, 75 m, 15.04.2012, KATO: 19552; 16, yol kenarı, 640 m, 25.05.2012, KATO: 19553.

287. *Teucrium chamaedrys* L. subsp. *chamaedrys*, 19, yol kenarı, 290 m, 02.08.2011, KATO: 19554; 15, çalılık alan, 298 m, 16.06.2012, KATO: 19555, Avrupa-Sibirya elementi.

288. *Teucrium chamaedrys* L. subsp. *trapezunticum* Rech.f., 4, taşlık yamaçlar, 525 m, 11.08.2011, KATO: 19556, Karadeniz elementi.

289. *Teucrium polium* L. subsp. *polium*, 17, taşlı-çayır, 450 m, 26.06.2012, KATO: 196557.

71. OROBANCHACEAE

290. *Euphrasia officinalis* L. subsp. *pratensis* Fr., 18, çayırılık, 247 m, 09.06.2012, KATO: 19558, Avrupa-Sibirya elementi.

291. *Melampyrum arvense* L., 13, çayırılık-çalılık, 343 m, 14.07.2012, KATO: 19560; 22, çalılık, 610 m, 05.08.2012, KATO: 19561, Avrupa-Sibirya elementi.

292. *Orobanche minor* Sm., 16, çayırılık, 640 m, 25.05.2012, KATO: 19564, Parazit.

293. *Rhinanthus major* L. subsp. *major*, 10, çayırılık, 333 m, 09.06.2012, KATO: 19562.

294. *Rhynchocorys elephas* (L.) Griseb. subsp. *elephas*, 10, yol kenarı, 510 m, 04.07.2012, KATO: 19563, Avrupa-Sibirya elementi.

72. CONVULVULACEAE

295. *Calystegia silvatica* (Kit.) Griseb., 7, yol kenarı, 490 m, 13.05.2012, KATO: 19567.

296. *Convolvulus arvensis* L., 16, taşlık yamaçlar, 640 m, 25.05.2012, KATO: 19568; 10, yol kenarı, 510 m, 04.07.2012, KATO: 19569, Kozmopolit.

297. *Convolvulus cantabrica* L., 19, yol kenarı, 290 m, 02.08.2011, KATO: 19570; 16, taşlık yamaçlar, 540 m, 25.05.2012, KATO: 19571, Akdeniz elementi.

73. SOLANACEAE

298. *Alkekengi officinarum* Moench., 4, yol şevi, 545 m, 11.08.2011, KATO: 19575; 10, yol kenarı, 510 m, 04.07.2012, KATO: 19576.

299. *Datura stramonium* L., 13, yol kenarı, 175 m, 26.05.2012, KATO: 19572, Kozmopolit.

300. *Hyoscyamus niger* L., 21, taşlık yamaçlar, 757 m, 07.11.2012, KATO: 19574.

301. *Solanum americanum* Mill., 4, yol kenarı, 460 m, 11.08.2011, KATO: 19578; 5, yol kenarı, 245 m, 29.08.2011, KATO: 19579.

302. *Solanum dulcamara* L., 13, yol kenarı, 343 m, 14.07.2012, KATO: 19581, Avrupa-Sibirya elementi.

303. *Solanum nigrum* L., 14, çalılık, 332 m, 25.08.2012, KATO: 19580.

74. CAMPANULACEAE

304. *Asyneuma lobelioides* (Willd.) Hand.-Mazz., 17, taşlık yamaçlar, 640 m, 25.05.2012, KATO: 19582, İran-Turan elementi.

305. *Campanula alliariifolia* Willd., 4, yol kenarı, 460 m, 11.08.2011, KATO: 19583; 12, taşlık yamaçlar, 565 m, 15.08.2012, KATO: 19586.

306. *Campanula latifolia* L. subsp. *latifolia*, 4, yol kenarı, 525 m, 11.08.2011, KATO: 19587; 10, yol şevi, 510 m, 04.07.2012, KATO: 19588.

75. ASTERACEAE

307. *Achillea arabica* Kotschy, 18, yol kenarı, 247 m, 09.06.2012, KATO: 19589; 15, taşlık yamaçlar, 320 m, 16.06.2012, KATO: 19590, İran-Turan elementi.

308. *Achillea biserrata* M.Bieb., 10, yol şevi, 250 m., 04.07.2012, KATO: 19591, Karadeniz elementi.

309. *Achillea millefolium* L. subsp. *millefolium*, 18, yol kenarı, 247 m, 09.06.2012, KATO: 19592; 15, taşlı-çayırklar, 360 m, 16.06.2012, KATO: 19593, Avrupa-Sibirya elementi.

310. *Anthemis cotula* L., 13, tarla kenarı, 150 m, 29.09.2012, KATO: 19594.

311. *Bellis perennis* L., 13, fındık bahçesi altında, 180 m, 18.03.2012, KATO: 19595; 5, açıklık alanlar, 250 m, 22.09.2012, KATO: 19597, Avrupa-Sibirya elementi.

312. *Bidens tripartita* L., 3, yol kenarı sulak alanlar, 177 m, 30.08.2012, KATO: 19598; 13, kurumuş bataklık, 85 m, 29.09.2012, KATO: 19599, İstilacı tür.

313. *Calendula officinalis* L., 5, tarla kenarı, 265 m, 26.02.2012, KATO: 19600; 2, tarla kenarı, 510 m, 25.03.2012, KATO: 19601, Egzotik.

314. *Carlina vulgaris* L., 22, yol kenarı, 635 m, 05.08.2012, KATO: 19602.

315. *Carpesium abrotanoides* L., 3, yol kenarı, 208 m, 30.08.2012, KATO: 19603.

316. *Carpesium cernuum* L., 14, çalılık, 332 m, 25.08.2012, KATO: 19604.

317. *Centaurea calcitrapa* L. subsp. *calcitrapa*, 13, yol kenarı, 300 m, 26.05.2012, KATO: 19605, Akdeniz elementi.

318. *Centaurea iberica* Trev. ex Sprengel, 5, taşlı- çayırklar yamaçlar, 245 m, 29.08.2011, KATO: 19606.

319. *Centaurea jacea* L., 4, çayırklar, 525 m, 11.08.2011, KATO: 19607; 18, çayırklar, 373 m, 15.07.2012, KATO: 19608.

320. *Cichorium intybus* L., 19, yol kenarı, 290 m, 02.08.2011, KATO: 19609; 6, yol kenarı, 103 m, 05.08.2012, KATO: 19611.

321. *Cirsium arvense* (L.) Scop., 10, yol kenarı, 251 m, 04.07.2012, KATO: 19612.

322. *Cirsium trachylepis* Boiss., 12, yol kenarı, 565 m, 15.08.2012, KATO: 19613, Karadeniz elementi, Endemik (LC).

323. *Cirsium vulgare* (Savi) Ten., 13, yol kenarı, 343 m, 14.07.2012, KATO: 19614.

324. *Crepis pulchra* L. subsp. *pulchra*, 21, yol kenarı, 540 m, 15.08.2012, KATO: 19616.

325. *Crepis setosa* Haller f., 21, yol kenarı, 732 m, 07.11.2012, KATO: 19617, Avrupa-Sibirya elementi.

326. *Dichrocephala integrifolia* (L.f.) Kuntze, 4, yol kenarı, 460 m, 11.08.2011, KATO: 19618; 3, yol kenarı, 208 m, 30.08.2012, KATO: 19619, Egzotik (Doğallaşmış).

327. *Echinops sphaerocephalus* L. subsp. *sphaerocephalus*, 13, çalılık, 285 m, 14.07.2012, KATO: 1962. Avrupa-Sibirya elementi.

328. *Erigeron acris* L. subsp. *pycnotrichus* (Vierh.) Grierson, 9, yol kenarı, sulak alanlar, 76 m, 09.09.2012, KATO: 19621, Avrupa-Sibirya elementi.

329. *Erigeron annuus* (L.) Desf., 9, çayırklar, 76 m, 09.09.2012, KATO: 19622, Egzotik (Doğallaşmış).

330. *Erigeron canadensis* L., 13, yol kenarı, 343 m, 14.07.2012, KATO: 19615, Egzotik (İstilacı tür).

331. *Eupatorium cannabinum* L., 4, yol kenarı, 525 m, 11.08.2011, KATO: 19623; 13, yol kenarı, 343 m, 14.07.2012, KATO: 19624, Avrupa-Sibirya elementi.

332. *Hieracium rigens* Jordan, 14, çalılık, 332 m, 25.08.2012, KATO: 19625, Avrupa-Sibirya elementi.

333. *Inula conyzae* (Griess.) Meikle, 3, yol kenarı, 208 m, 30.08.2012, KATO: 19626; 9, yol şevi, 190 m, 09.09.2012, KATO: 19627, Avrupa-Sibirya elementi.

334. *Jurinea consanguinea* DC., 15, taşlık yamaçlar, 360 m, 16.06.2012, KATO: 19628.

335. *Lactuca serriola* L., 13, yol kenarı, 343 m, 14.07.2012, KATO: 19629.

336. *Lapsana communis* L. subsp. *intermedia* (M.Bieb.) Hayek, 4, yol kenarı, 460 m, 11.08.2011, KATO: 19630; 7, yol kenarı, 398 m, 13.05.2012, KATO: 19631.

337. *Leontodon crispus* Vill. subsp. *asper* (Waldst. Et Kit.) Rohl. var. *asper*, 13, yol kenarı, 343 m, 14.07.2012, KATO: 19625.

338. *Leontodon hispidus* L. subsp. *hispidus*, 19, taşlıklı yol kenarı, 290 m, 02.08.2011, KATO: 19632; 4, yol kenarı, 525 m, 11.08.2011, KATO: 19633, Avrupa-Sibirya elementi.

339. *Leucanthemum vulgare* Lam., 17, taşlık yamaçlar, 540 m, 25.05.2012, KATO: 19635, Avrupa-Sibirya elementi.

340. *Pilosella hoppeana* (Schult.) F. W. Schultz & Sch. Bip. subsp. *testimonialis* (Nägeli ex Peter) P.D.Sell & C.West, 13, taşlık yamaçlar, 350 m, 26.05.2012, KATO: 19636.

341. *Pilosella piloselloides* (Vill.) Soják subsp. *magyarica* (Peter) S.Bräut & Greuter, 16, yol kenarı, 540 m, 25.05.2012, KATO: 19637.

342. *Psephellus hypoleucus* Boiss., 16, yol kenarı, 640 m, 25.05.2012, KATO: 19638, Doğu Karadeniz elementi

343. *Psephellus simplicicaulis* (Boiss. & A.Huet) Wagenitz, 21, yol şevi, 732 m, 07.11.2012, KATO: 19639, Doğu Karadeniz elementi.

344. *Pulicaria dysenterica* (L.) Bernh. subsp. *dysenterica*, 5, yol kenarı, 245 m, 29.08.2011, KATO: 19641; 21, yol kenarı, 524 m, 15.08.2012, KATO: 19642.

345. *Reichardia dichotoma* Freyn, 12, taşlık yamaçlar, 565 m, 15.08.2012, KATO: 19643; 14, kayalık yamaç, 427 m, 25.08.2012, KATO: 19644, İran-Turan elementi.

346. *Senecio vulgaris* L., 1, tarla kenarı, 45 m, 18.03.2012, KATO: 19645; 13, yol kenarı, 410 m, 19.07.2012, KATO: 19646.

347. *Sigesbeckia orientalis* L., 14, çalılık, 332 m, 25.08.2012, KATO: 19647; 9, gölgeli yol kenarı, 176 m, 09.09.2012, KATO: 19648.

348. *Solidago virgaurea* L. subsp. *virgaurea*, 10, yol kenarı, 370 m, 22.09.2012, KATO: 19649; 20, yol kenarı, 450 m, 14.10.2012, KATO: 19650.

349. *Sonchus asper* (L.) Hill subsp. *glaucescens* (Jord.) Ball, 10, yol kenarı, 470 m, 22.04.2012, KATO: 19651; 13, yol kenarı, 410 m, 19.07.2012, KATO: 19652.

350. *Tagetes minuta* L., 13, yol kenarı, 100 m, 29.09.2012, KATO: 19653, Egzotik (Doğallaşmış).

351. *Tanacetum parthenium* (L.) Sch.Bip., 16, yol kenarı, 540 m, 25.05.2012, KATO: 19655; 17, yol kenarı, 535 m, 26.06.2012, KATO: 19656.

352. *Taraxacum besarabicum* (Hornem.) Hand.-Mazz., 21, taşlık yamaçlar, 674 m, 01.04.2012, KATO: 19657.

353. *Taraxacum buttleri* Soest, 7, fındık bahçesi altında, 60 m, 18.03.2012, KATO: 19658.

354. *Tephrosia integrifolia* (L.) Holub subsp. *aucheri* (DC.) B.Nord., 13, yol kenarı, 175 m, 25.08.2012, KATO: 19659; 9, yol şevi, 190 m, 09.09.2012, KATO: 19660, Avrupa-Sibirya elementi.

355. *Tripleurospermum caucasicum* (Willd.) Hayek, 7, kayalık alanlar, 492 m, 13.05.2012, KATO: 19661; 11, yol kenarı, 80 m, 15.04.2012, KATO: 19662.

356. *Tussilago farfara* L., 13, yol kenarı, heyelanlı yol şevi, 125 m, 18.03.2012, KATO: 19665, Avrupa-Sibirya elementi.

357. *Xanthium strumarium* L., 3, yol kenarı, 200 m, 30.08.2012, KATO: 19666; 9, yol kenarı, 166 m, 09.09.2012, KATO: 19667.

76. ARALIACEAE

358. *Hedera helix* L., 19, çalılık, 290 m, 02.08.2011, KATO: 19668.

77. APIACEAE

359. *Bupleurum persicum* Boiss., 21, kayalık yamaç, 540 m, 15.08.2012, KATO: 19670.

360. *Chaerophyllum aureum* L., 19, çalılık, 290 m, 02.08.2011, KATO: 19671; 10, çayırılık, 330 m, 09.06.2012, KATO: 19672.

361. *Daucus carota* L., 23, yol kenarı, 250 m, 15.07.2012, KATO: 19675; 22, yol kenarı, 635 m, 05.08.2012, KATO: 19676.

362. *Eryngium creticum* Lam., 5, taşlı-çayırlar, 245 m, 29.08.2011, KATO: 19677.

363. *Eryngium giganteum* M.Bieb., 18, çayırılık, 373 m, 15.07.2012, KATO: 19678, Karadeniz elementi.

364. *Foeniculum vulgare* Mill., 19, yol kenarı, 290 m, 02.08.2011, KATO: 19679; 22, yol kenarı, 560 m, 05.08.2012, KATO: 19681.

365. *Heracleum cyclocarpum* K.Koch, 10, çayırılık, 333 m, 09.06.2012, KATO: 19682, Karadeniz elementi.

366. *Pimpinella peregrina* L., 22, taşlık yamaçlar, 620 m, 05.08.2012, KATO: 19683.

367. *Tordylium maximum* L., 17, taşlı-çayırlar, 535 m, 26.06.2012, KATO: 19684.

78. CAPRIFOLIACEAE

368. *Scabiosa columbaria* L. subsp. *columbaria* var. *columbaria*, 17, yol kenarı, 535 m, 26.06.2012, KATO: 19686; 5, yol kenarı, 245 m, 29.08.2011, KATO: 19687.

369. *Scabiosa columbaria* L. subsp. *columbaria* var. *intermedia* (Post) Matthews, 22, açıklık alanlar, 620 m, 05.08.2012, KATO: 19689; 5, yol kenarı, 250 m, 22.09.2012, KATO: 19690.

370. *Valeriana erotica* Christenh. & Byng, 18, kayalık yol şevi, 247 m, 09.06.2012, KATO: 19685, İran-Turan elementi.

3.2 Taksonların sayısal ve oransal değerlendirilmesi

Araştırma alanı coğrafi olarak Karadeniz Bölgesi, Trabzon ili sınırları içerisinde; bitki coğrafyası bakımından Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölgesinde ve Kolşik altkesiminde yer almaktadır. Yapılan arazi çalışmaları sırasında toplanan yaklaşık 1200 adet bitki örneğinin teşhisi sonucunda; Pteridophyta ve Spermatophyta bölümlerine ait 78 familya, 246 cins ve 370 adet takson tespit edilmiştir. Pteridophyta bölümü 6 takson (%1,62), Spermatophyta bölümü 364 taksonla (%98,38) temsil edilmektedir. Spermatophyta bölümü içerisinde Gymnospermae alt bölümü 3 taksonla %0,81; Angiospermae alt bölümü ise 361 taksonla %97,56 oranına sahiptir.

Çalışmada tespit edilen 370 taksondan 160 (%43,24) âdedinin fitocoğrafik bölgesi belirlenmiştir. Bu taksonlardan 118 (%31,89) âdedi Avrupa-Sibirya, 17 (%4,59) âdedi İran-Turan ve 25 (%6,76) âdedi ise Akdeniz elementidir (Çizelge 2). Ayrıca, araştırma sahasında 4 (%1,08) adet kozmopolit, 9 (%2,43) adet egzotik takson saptanmıştır.

3.3 Saptanan endemik ve nadir taksonlar

Araştırma sonucunda 8 adet endemik (%2,16) ve 3 adet nadir (%0,81) takson tespit edilmiştir. Belirlenen bu taksonların IUCN tehlike kategorileri "Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı" (Ekim ve ark., 2000)'na göre Çizelge 4 ve 5'te verilmiştir. Çalışma alanında tespit edilen tüm endemik taksonların LC (Least Concern), nadir taksonların ise VU (Vulnerable) tehdit sınıfında yer aldığı belirlenmiştir.

4. Tartışma ve Sonuçlar

Araştırma alanının içinde kaldığı Doğu Karadeniz bölümü, başta iklim koşulları ve değişik arazi şekillerine bağlı olarak farklı birçok vejetasyon tipine (orman, bozkır, alpin, pseudomaki, nemli dere, kumul) ev sahipliği yapmaktadır (Anşin, 1981).

Çizelge 2. Taksonların fitocoğrafik bölgelere göre sayısal ve oransal dağılımları

Fitocoğrafik Bölge	Takson Sayısı	Oran (%)	Takson Sayısı
Avrupa-Sibirya	76	20,54	
Karadeniz element	34	9,19	
Karadeniz (dağ) element	2	0,54	118
Doğu Karadeniz element	2	0,54	
Hürkan-Karadeniz element	3	0,81	
Hürkan-Karadeniz (dağ) element	1	0,27	
İran-Turan	17	4,59	17
Akdeniz	22	5,95	25
D. Akdeniz	3	0,81	
Ara toplam	160	43,24	160
Diğer	210	56,76	210
Toplam	370	100	370

Çizelge 3. Taksonların familyalara göre sayısal ve oransal dağılımı

Familya	Takson Sayısı	Oran (%)
Asteraceae (Compositae)	51	13,78
Fabaceae (Leguminosae)	30	8,11
Lamiaceae (Labiatae)	27	7,30
Rosaceae	17	4,59
Boraginaceae	16	4,32
Poaceae (Gramineae)	15	4,05
Brassicaceae (Cruciferae)	14	3,78
Toplam	170	45,93

Çizelge 4. Çalışmada tespit edilen endemik taksonların IUCN tehlike kategorileri

Familya	Takson	IUCN Tehlike Kategorisi
Crassulaceae	<i>Sempervivum minus</i>	
Fabaceae	<i>Astragalus viridissimus</i>	
Geraniaceae	<i>Geranium sintenisii</i>	
Caryophyllaceae	<i>Dianthus carmelitarum</i>	LC
Boraginaceae	<i>Onosma isaurica</i>	(Least Concern)
Plantaginaceae	<i>Linaria corifolia</i>	
Asteraceae	<i>Cirsium trachylepis</i>	
Lamiaceae	<i>Lamium galactophyllum</i>	

Çizelge 5. Çalışmada tespit edilen nadir taksonların IUCN tehlike kategorileri

Familya	Takson	IUCN Tehlike Kategorisi
Amaryllidaceae	<i>Galanthus rizehensis</i>	VU
Boraginaceae	<i>Myosotis lazica</i>	(Vulnerable)
Boraginaceae	<i>Myosotis sparsiflora</i>	

Doğal olarak Akdeniz iklimi ile ilişkili olan maki vejetasyonu, daha ılıman bölgelere (Karadeniz kıyıları) doğru kışın yaprağını döken Karadeniz kökenli türlerin eşlik etmesi ile yerini pseudomakiye bırakmaktadır.

Pseudomaki içerisinde yayılış yapan taksonlar üzerine yapılan bu çalışma sonucunda; Pteridophyta ve Spermatophyta bölümlerine ait 78 familya, 246 cins ve 370 adet takson belirlenmiştir. Pteridophyta bölümü 6 adet taksonla %1,62 oranı ile temsil edilirken, Spermatophyta bölümü ise 364 adet taksonla %98,38 oranına sahiptir. Spermatophyta bölümü içerisinde 3 takson (%0,81) Gymnospermae ve 361 adet takson (%97,56) ise Angiospermae alt bölümüne aittir.

Çalışma alanında 8 adet (%2,16) endemik ve 3 adet (%0,81) nadir bitki taksonu saptanmıştır. Bu taksonlardan endemik

olanların tamamı "Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı" (Ekim ve ark., 2000)'na göre CR kategorisinde, nadir taksonlar ise VU kategorisinde yer almaktadır.

Araştırma alanında tespit edilen taksonlar, sayı, endemizm oranları ve fitocoğrafik bölgeleri bakımından yakın çevrede yapılan diğer çalışmalarla (Anşin, 1980; Terzioğlu, 1998; Uzun, 2002; Palabaş, 2002; Karaer and Kılınç, 2001; Yazar, 2019) Çizelge 6'da karşılaştırılmıştır.

Çizelge 6'da karşılaştırılan tüm çalışmalar aynı fitocoğrafik bölge (Avrupa-Sibirya) içerisinde bulunduğundan, genellikle Avrupa-Sibirya elementleri oranının diğer elementlere göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 6. Çalışma alanının yakın çevrede yapılan çalışmalarla toplam takson sayısı, fitocoğrafik bölge elementleri ve endemizm bakımından karşılaştırılması

Çalışmalar	Avrupa-Sibirya		İran-Turan		Akdeniz		Endemik		Toplam takson sayısı
	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%	
Mevcut çalışma	117	31,18	17	4,59	25	6,76	8	2,2	370
Anşin (1980)	387	18,50	166	7,93	57	2,72	145	6,93	2092
Terzioğlu (1998)	421	41,11	47	4,59	20	1,95	73	7,13	1024
Uzun (2002)	184	48,04	14	3,66	11	2,87	16	4,20	383
Palabaş (2002)	193	50,27	23	5,99	4	1,04	22	8,30	384
Yazar (2019)	121	46,36	2	0,77	3	1,15	5	1,92	261
Karaer and Kılınç (2001)	167	12,69	194	14,75	150	11,40	132	10,03	1316

Karadeniz ardında iç kesimlere doğru karasal iklimin etkisiyle İran-Turan flora elementlerinde artış görülmektedir. Karaer and Kılınç (2001)'in çalışmasında diğerlerine göre İran-Turan elementi oranının yüksek olması çalışma alanının karasal iklimin etkisini gösterdiği iç kesimlerde yer alması ile ilişkilidir.

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde dağların zirvelerine doğru yükseltiyle orantılı olarak İran-Turan flora bölgesine ait element sayısı ve endemizm oranı artmaktadır. Çalışma konusunu içeren pseudomaki vejetasyonu ise diğer çalışmalarla kıyaslandığında genel olarak daha düşük yükseltilerde (0-750 m.) yer almaktadır. Ayrıca çalışma alanı tek bir vejetasyon tipini içine alırken, kıyaslama yapılan çalışmaların birçoğu farklı vejetasyon tiplerinin bulunduğu alanlarda gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle

mevcut çalışma, endemizm oranı ve İran-Turan element sayısı bakımından çalışmalar arasında alt sıralarda bulunmaktadır.

Karadeniz kıyıları boyunca yayılışı olan pseudomaki vejetasyonunda doğuya doğru gidildikçe Akdeniz flora bölgesi elementi sayısı azalmaktadır. Bu nedenle, karşılaştırma yapılan çalışmalar arasında daha batıda (A6 karesi) yer alan Karaer and Kılınç (2001)'in çalışması Akdeniz elementleri bakımından ilk sıradadır. Bu sonuç, bölgede doğuya doğru gidildikçe Akdeniz elemanları sayısının azaldığı yönündeki bilgiyi doğrular niteliktedir.

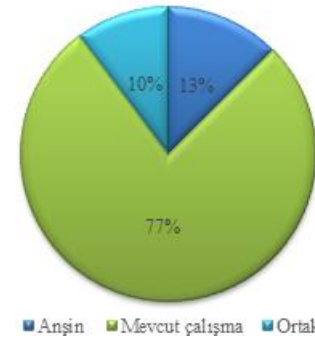
Araştırma alanında saptanan 78 familya, takson zenginliği açısından yakın alanlarda yapılan çalışmalarla karşılaştırılmış ve oransal dağılımları aşağıda verilmiştir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Araştırma alanında en fazla takson içeren familyaların yakın bölgelerde yapılan çalışmalarla oransal olarak karşılaştırılması

Familiya	Mevcut çalışma	Anşin (1980)	Terzioğlu (1998)	Uzun (2002)	Palabaş (2002)	Yazar (2019)	Karaer ve Kılınç (2001)
Asteraceae (Compositae)	13,8	17,2	13,3	9,1	10,0	10,7	12,0
Fabaceae (Leguminosae)	8,1	9,7	6,3	6,0	6,0	5,4	11,2
Lamiaceae (Labiatae)	7,3	3,0	4,6	7,0	3,0	6,5	6,8
Rosaceae	4,6	6,0	5,8	5,7	9,0	10,0	3,8
Boraginaceae	4,3	4,0	2,3	3,0	1,6	2,7	3,5
Poaceae (Gramineae)	4,1	2,4	5,3	2,6	8,0	4,2	5,6
Brassicaceae (Cruciferae)	3,8	6,7	3,6	4,7	2,3	4,6	4,9

Araştırma alanında saptanan 370 taksonun %46'sı Asteraceae (51 takson), Fabaceae (30 takson), Lamiaceae (27 takson), Rosaceae (17 takson), Boraginaceae (16 takson), Poaceae (15 takson) ve Brassicaceae (14 takson) familyalarına aittir. Değerlendirme sonucunda, ilk üç familyanın tür zenginliği açısından Türkiye florası ile benzerlik gösterdiği saptanmıştır. Asteraceae familyasının ise Türkiye florasında da olduğu gibi tüm çalışmalarda ilk sırada olduğu görülmektedir. Asteraceae'nin ilk sırada olması familyadaki taksonların geniş ekolojik toleransa sahip olmaları, akenlerinin kolayca dağılılabile özelliğinde olması ve taksonların kozmopolit olması ile açıklanabilir.

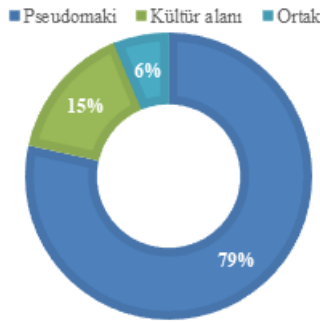
Anşin (1980) yaptığı çalışmada, Doğu Karadeniz bölgesinde hâkim olan 4 asal vejetasyon tipi (orman, pseudomaki, step ve alpin) ile bu vejetasyonların floristik içeriklerini belirlemiştir. Pseudomaki vejetasyonunu kapsayan her iki çalışma floristik içerik bakımından karşılaştırılmıştır (Şekil 2).

**Şekil 2.** Mevcut çalışmanın floristik içerik olarak Anşin (1980) ile karşılaştırılması

Yapılan değerlendirme sonucunda taksonlardan %10'unun ortak olduğu, %13 oranında taksonun yalnızca Anşin (1980)'in çalışmasında yer aldığı ve %77'lik gibi yüksek bir oranda taksonların ise sadece mevcut çalışmada bulunduğu tespit edilmiştir. İki çalışma arasında bulunan bu belirgin farkın, Anşin

(1980)'in çalışmasını yaptığı dönemde Türkiye Florası'nın 7, 8, 9, 10, ve 11. (Davis, 1965-1985; Davis et al., 1988; Güner et al., 2000) ciltlerinin henüz tamamlanmamış olması ve bilimsel isimlerde meydana gelebilecek değişiklikler ve çalışmasını yaptığı alanın geniş bir bölgeyi içine alması gibi nedenlerden dolayı ortaya çıktığı düşünülmektedir.

Araştırma alanının içinde bulunduğu Doğu Karadeniz bölümünün topografik yapısının dağlık ve engebeli olmasından dolayı yerleşim alanı olarak genellikle dağların eteklerindeki alçak rakımlar tercih edilmektedir. Karadeniz boyunca düşük rakımlarda yayılışı olan pseudomaki vejetasyonu genellikle bölgedeki yerleşim alanlarının içinde kalmaktadır. Bölgede artan nüfus ile orantılı bir şekilde bitkiler insan tahribine uğramakta ve yerini *Corylus maxima* bahçeleri veya tarım arazileri almaktadır. Alanın tahribi sonucu çalışma alanı içinde kalan kültür alanları ve pseudomaki floristik içerikleri bakımından karşılaştırılarak Şekil 3' te gösterilmiştir. Yapılan inceleme sonucunda taksonların sadece %6 (*Polystichum aculeatum*, *Muscari armeniacum*, *Ornithogalum oligophyllum*, *Helleborus orientalis*, *Ranunculus ficaria* subsp. *ficaria*, *Viola sieheana*, *Trifolium repens* subsp. *repens*, *Brassica elongata*, *Fragaria vesca*, *Potentilla micrantha*, *Geranium asphodeloides*, *Stellaria media*, *Cyclamen coum* subsp. *coum*, *Primula acaulis* subsp. *acaulis*, *Primula acaulis* subsp. *rubra*, *Veronica persica*, *Ajuga reptans*, *Lamium galactophyllum*, *Lamium purpureum* var. *purpureum*, *Bellis perennis*, *Taraxacum butleri*)'sının her iki alan için ortak olduğu belirlenmiştir. İki alanda da bulunan bu taksonların geniş yayılışı (ekolojik istekleri az) bitkiler olduğu saptanmıştır.



Şekil 3. Araştırma alanında pseudomaki vejetasyonu ve tarım arazilerinde belirlenen taksonların karşılaştırılması

Bölgede pseudomaki vejetasyonunun hâkim olduğu alçak rakımlarda, yerleşim ve/veya tarım arazileri yanında sanayi işletmeleri, taş ocakları ve HES yapılarının da bulunduğu görülmektedir. İnsan kaynaklı bu faaliyetler sonucunda vejetasyonun büyük oranda parçalandığı ve yer yer yok edilerek doğal yapısını kaybettiği tespit edilmiştir. Ayrıca çalışma alanı Trabzon ile diğer şehirler (Gümüşhane, Bayburt, Erzurum vd.) arasında bulunan ana ulaşım yolunun bulunduğu bölge içerisinde kalmaktadır. Bölgede devam eden yol genişletme çalışmaları ise özellikle dere ve pseudomaki vejetasyonunu olumsuz yönde etkilemektedir.

Bilgilendirme

Bu çalışma sorumlu yazarın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Akman, Y., 1995. Türkiye Orman Vejetasyonu, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi, Ankara.
- Akman, Y., Ketenoğlu, O., Geven, F., 2001. Vejetasyon Ekolojisi ve Araştırma Metotları, Ankara.
- Anşin, R., 1979. Trabzon-Meryemana Araştırma Ormanı Florası ve Saf Ladin Meşcerelerinde Floristik Araştırmalar. Karadeniz Gazetecilik ve Matbaacılık A.Ş., Trabzon.
- Anşin, R., 1980. Doğu Karadeniz Bölgesi Florası ve Asal Vejetasyon Tiplerinin Floristik İçerikleri. Doçentlik Tezi, KTÜ Orman Fakültesi, Trabzon.
- Anşin, R., 1981. Doğu Karadeniz Bölgesi Sahil ve İç Kesimlerinde Yayılan Ana Vejetasyon Tipleri. KTÜ Orman Fakültesi Dergisi, 4(1), 14-25.
- Anşin, R., Küçük, M., 1991. Niksar ve Erbaa Yörelere Doğal Sedir Meşcerelerinde Floristik Araştırmalar. Ormancılık Araş. Enst. Yay., 59, 1-11.
- Baytop, A., 1998. İngilizce-Türkçe Botanik Kılavuzu. İÜ Basımevi ve Film Merkezi, İstanbul, 1, 375.
- Bonnier, G., 1912-1934. Flore Complete Illustree en Couleurs de France Suisse et Belgique. Vol. I-XII, Neuchatel, Paris, Bruxelles, France.
- Chase, M.W., Christenhusz, M., Fay, M., Byng, J., Judd, W.S., Soltis, D., Soltis, P.S., Stevens, P.F., 2016. An Update of the Angiosperm Phylogeny Group Classification for the Orders and Families of Flowering Plants: APG IV. Botanical Journal of the Linnean Society, 181(1), 1-20.
- Christenhusz M.J.M., Byng J.W., 2016. The Number of Known Plants Species in the World and Its Annual Increase. Phytotaxa, 261(3), 201-217.
- Davis, P.H., 1965-1985. Flora of Turkey and East Aegean Islands. Vol. 1-9. Edinburg University Press, Edinburgh.
- Davis, P.H., Mill, R.R., Tan, K., 1988. Flora of Turkey and East Aegean Islands. vol. 10 (suppl. 1), Edinburg University Press, Edinburgh.
- Ekim, T., Koyuncu, M., Erik, S., İlarıslan, R., 1989. Türkiye'nin Tehlike Altındaki Nadir ve Endemik Bitki Türleri. Türkiye Tabiatını Koruma Derneği Yayınları, 18, Ankara.
- Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Aytaç, Z., Adıgüzel, N., 2000. Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı (Eğrelti ve Tohumlu Bitkiler). Türkiye Tabiatını Koruma Derneği, Ankara.
- Eminağaoğlu, Ö., Anşin, R., 2003. The Flora of Hatila Valley National Park and its Close Environs (Artvin). Turkish Journal of Botany, 27, 1-27.
- Engin, İ., 1992. Değirmendere-Yanboluderesi ve Harşit Çayı Arasındaki Sahanın Bitki Coğrafyası. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Erinç, S., 1962. Klimatoloji ve Metodları. Taş Matbaası, İstanbul.
- Günal, N., 2013. Türkiye'de İklimin Doğal Bitki Örtüsü Üzerindeki Etkileri. Acta Turcica, 5(1), 1-22.
- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., Başer, K.H.C., 2000. Flora of Turkey and East Aegean Islands vol. 11 (suppl. 2), Edinburg University Press, Edinburgh.
- 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, 1290 s., İstanbul.

- Harrington, H.D., 1957. How to Identify Plants. The Swallow Press Inc., Chicago.
- Harris, J.G., Harris, M.W., 2001. Plant Identification Terminology (An Illustrated Glossary). Spring Lake Publishing, Spring Lake, 206 p., Utah.
- Kandemir, A., Coşkunçelebi, K., Beyazoğlu, O., 2000. A7 ve A8 Kareleri İçin Yeni Floristik Kayıtlar. Ot Sistematik Botanik Dergisi, 7(2), 111-125.
- Karaer, F., Kılınç, M., 2001. The Flora of Kelkit Valley. Turk. J. Bot., 25, 195-238.
- Karaköse, M., 2008. Hamsiköy Planlama Birimi'nde Orman Bitki Biyoçeşitliliği Değişiminin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Özhatay, N., Kültür, S., 2006. Check-List of Additional Taxa to the Supplement Flora of Turkey III. Turkish Journal of Botany, 30, 281-316.
- Özhatay, N., Kültür, S., Aslan, S., 2009. Check-List of Additional Taxa to the Supplement Flora of Turkey IV. Turkish Journal of Botany, 33, 191-226.
- Özhatay, N., Kültür, S., Gürdal, M.B., 2011. Check-List of Additional Taxa to the Supplement Flora of Turkey III. Turkish Journal of Botany, 35,1-36.
- Özkan, K., Terzioğlu, S., 2020. Kuzey Doğu Anadolu'nun Bitkisel Biyoçeşitliliğine Katkılar (BİYOD Veri Tabanı Örneği). Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8, 2122- 2163.
- Öztürk Pulatoğlu, A., Güney, K., 2022. Yenice Yaban Hayatı Geliştirme Sahası (Karabük/Türkiye) Florası. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 24(1), 42-64.
- Palabaş, S., 2002. Altındere Vadisi (Trabzon-Maçka) Subalpin ve Alpin Florası. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Palabaş Uzun, S., Terzioğlu S., 2019. Sıldağı (Şalpazarı/Trabzon) ve Yöresinin Florası. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 7, 1523-1573.
- Phillips, R., 1994. Grasses, Ferns, Mosses & Lichens of Great Britain and Ireland. Second Edition, Macmillan Publishers Ltd., London.
- Plants of the World Online (POWO), Royal Botanic Gardens KEW. [Online]. Erişim Adresi: <https://powo.science.kew.org/>. Erişim Tarihi: 09.11.2022.
- PPG I, 2016. A Community-Derived Classification for Extant Lycophytes and Ferns. Journal of Systematics and Evolution, 54, 563–603.
- Tekin, E., 2007a. Türkiye'nin En Güzel Yaban Çiçekleri. Cilt 1, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
- Tekin, E., 2007b. Türkiye'nin En Güzel Yaban Çiçekleri. Cilt 2, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
- Terzioğlu, S., 1998. Uzungöl (Trabzon-Çaykara) ve Çevresinin Flora ve Vegetasyonu. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Terzioğlu, S., Anşın, R., 2001. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Doğallaşmış Taksonlar Üzerine Korolojik Bir Çalışma. Turk. J. Agric. For., 25, 305-309.
- Terzioğlu, S., Coşkunçelebi, K., 2018. Reassessment of conservation status of the *Senecio trapezuntinus* Boiss. (Asteraceae). Turkish Journal of Forestry, 19(2):109-112.
- Terzioğlu, S., Akbulut, S., Özkan, Z.C., Serdar, B., Öztürk, M., 2021. Türkiye'nin Bitkisel Biyoçeşitliliği ve Odun Dışı Bitkisel Ürünleri. Şu eserde: Pakdemirli, B., Küçük, Ö., Bayraktar, Z., Takmaz, S. (editörler), Ekoloji ve Ekonomi Ekseninde Türkiye'de Orman ve Ormancılık. 14. Bölüm: 487-546, Ankara.
- Uzun, A., 2002. Altındere Vadisi (Trabzon-Maçka) Orman Vegetasyonu Florası. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Uzun, A., Terzioğlu, S., 2021. Vascular Flora and Endemism of Ormanüstü Planning Unit (Maçka-Trabzon). Kastamonu Uni., Orman Fakültesi Dergisi, 21(2), 104 – 121.
- Wilson, C. G., Blamey, M., 1992. The Alpine Flowers of Britain and Europe. William Collins Sons & Co Ltd.
- Yazar, M., 2019. Çal Camili Tabiat Parkı (Düzköy-Trabzon) ve Çevresinin Florası. Yüksek lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.



Anadolu Karaçamı tüplü fidanlarında gelişim evreleri ve bazı fidan özellikleri

Sezgin Ayan^{1*}, Fatma Çelen², Orhan Gülseven³

¹Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Silvikültür Anabilim Dalı, Kastamonu

²Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği ABD, Kastamonu

³Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Sürdürülebilir Ormancılık Doktora Programı, Kastamonu

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 21/03/2023

Kabul Tarihi: 25/04/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1268749>

* Sorumlu yazar:

sezginayan@gmail.com

ÖZ

Araştırma Makalesi

Kanaatkar ve ekstrem koşullara dirençli olması nedeniyle İç Anadolu'nun yarı kurak ve antropojen step alanlarının ağaçlandırılmasında ise en çok tercih edilen tür Anadolu karaçamıdır (*Pinus nigra* subsp. *caramanica* (Loudon) Businský). Ancak, kitlesel fidan üretiminin yapıldığı fidanlık ekolojik koşullarında fidan gelişim evrelerinin belirlenmemiş olması uygulanan kültürel işlemlerinin takviminde belirsizlik

oluşturabilmektedir. Çankırı Orman fidanlığı ekolojik koşullarında Çankırı-İsmetpaşa orijinli tüplü 2+0 yaşlı Anadolu Karaçamı fidanları üzerinde yürütülen bu araştırmada; i) Morfolojik ve fizyolojik fidan özelliklerinin dönemsel değişimleri, ii)İkinci vejetasyon dönemi sonu itibariyle morfolojik fidan özellikleri ve Türk Standartlarına uygunlukları, iii)İkinci vejetasyon dönemi için fidan gelişim dönemlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda; fidanlarda ortalama boy (FB), kök boğazı çapı (KBÇ), gövde taze ağırlığı (GTA), kök taze ağırlığı (KTA), fidan taze ağırlığı (FTA), gövde kuru ağırlığı (GKA), kök kuru ağırlığı (KKA), fidan kuru ağırlığı (FKA), katlılık indisi (Kİ), gürbzlük indisi (Gİ), kuru kök yüzdesi (%Kkök) ve Dickson kalite indisi (DKİ) ve standart hata değerleri sırasıyla; 14,11±0,2 cm, 4,79±0,06 mm, 7,89±0,33 g, 7,6±0,26 g, 15,49±0,37 g, 3,62±0,23 g, 3,2±0,23 g, 7,05±0,29 g, 1,08±0,08, 20,45±0,05, %48,74±1,76 ve 0,55±0,1 olarak saptanmıştır. Fidanların gelişim evreleri; 15 Mart-15 Nisan arası "durgunluktan çıkış", 15 Mayıs-15 Ağustos arası "gelişme+hızlı gelişme", 15 Eylül-15 Ekim "odunlaşma dönemi" olarak belirlenmiştir. Fidanların şafak öncesi su potansiyeli (Ψpd) açısından en düşük değer -1,38±0,203 MPa ile ağustos ayında, fotosentez verimliliği değerleri ise en düşük 0,63 ile Mart, en yüksek 0,92 ile Ekim ayında saptanmıştır. Fidanlar büyük bir oranla TSE 2265/Şubat 1988 standartlarına uygun olduğu, başta fidan kök karakteristikleri olmak üzere yarı-kurak yörelerdeki plantasyonlar için uygun standartlarda oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ağaçlandırma, Anadolu karaçamı, antropojen step, yarıkurak, fidan gelişim evresi

Growth stages and some characteristics of containerized Anatolian black pine seedlings

ABSTRACT

Anatolian black pine (*Pinus nigra* subsp. *caramanica* (Loudon) Businský) is the most preferred species in the afforestation of semi-arid and anthropogenic steppe areas of Inner Anatolia thanks to its thrifty and resistance to extreme conditions. However, the fact that the stages of seedling development have not been determined in the ecological conditions of the nursery where mass seedling production is carried out may create uncertainty in the calendar of applied cultural operations. In this research conducted on 2+0 aged containerised Anatolian black pine seedlings originating from Çankırı-İsmetpaşa under the ecological conditions of Çankırı forest nursery; i)Periodic changes in morphological and physiological seedling characteristics, ii)Morphological seedling characteristics and their compliance with Turkish Standards by the end of the second vegetation period, iii)Determine the seedling growth stage for the second vegetation period have been aimed. As a result of this research; seedlings height (SH), root collar diameter (RCD), stem fresh weight (SFW), root fresh weight (RFW), the fresh total weight of the seedlings (STFW), the stem dry weight (SDW), root dry weight (RDW), seedling total dry weight (STDW), the ratio of the stem dry weight to root dry weight (KI), the ratio of seedling height to root collar diameter (GI), dry root percentage (DRP%) and Dickson quality index (DQI), it has been

Bu makaleye atf:

Ayan, S., Çelen, F., Gülseven, O., 2023. Anadolu Karaçamı tüplü fidanlarında gelişim evreleri ve bazı fidan özellikleri. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(1), 58-69.



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

determined mean and standard error as follows; 14.11±0.2 cm, 4.79±0.06 mm, 7.89±0.33 g, 7.6±0.26 g, 15.49±0.37 g, 3.62±0.23 g, 3.42±0.23 g, 7.05±0.29 g, 1.08±0.08, 20.45±0.05, %48.74±1.76 and 0.55±0.1 respectively. From March 15th to April 15th is “*exit of dormant*”; from May 15th to August 15th is “*growing+fast growing*”; and from September 15th to October 15th has been determined as the “*lignification stage*” as the stages of seedling growth. The lowest values in terms of pre-dawn water potential (Ψ_{pd} -1.38±0.203 MPa) in August were determined. The photosynthesis efficiency values were determined in March with the lowest 0.63 and in October with the highest value of 0.92. It has been concluded that the seedlings comply with TSE 2265/February 1988 standards with largely, and that they are at appropriate standards for planting in semi-arid regions, particularly in the seedlings root characteristics.

Key Words: Afforestation, Anatolian black pine, antropogen steppe, semiarid, seedling growth stage

1. Giriş

Türkiye’de iğne yapraklı türler içerisinde en geniş yayılış yapan tür, kızılçamdan sonra ikinci sırada yer alan Anadolu karaçamıdır (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe, Syn: *P. n.* subsp. *caramanica* (Loudon) Businský). Türkiye’de potansiyel ağaçlandırma sahaları büyük ölçüde yarı kurak alanlarda yoğunlaşmıştır. Ekstrem iklim koşullarına karşı direnci, Anadolu karaçamını Türkiye’de yarı kurak alanların ağaçlandırılmasında kullanılan ilk ağaç türü yapmaktadır (Öner ve İmal, 2007; Semerci ve ark., 2008; Ertekin ve Özel, 2010; Gökdemir ve ark., 2012; Öner ve ark., 2016; Ayan ve ark., 2017; Ayan ve ark., 2021a). Barčić ve ark. (2020) ve Freer-Smith ve ark. (2019) karaçamın, Akdeniz alt bölgesindeki kayalık alanlar ile Ön-Alpler ve Apeninler’deki dağlık ve tepelik arazilerin ağaçlandırılmasında en önemli iğne yapraklı türlerden birisi olduğunu belirtmektedirler.

Anadolu karaçamının ekonomik olarak taşıdığı değerin yanında, küresel iklim değışikliğinin potansiyel riskleri altında özellikle antropojen step koşullarında hayatta kalabilme yeteneğiyle kurak ve yarı kurak alanların ağaçlandırma çalışmalarında önemli bir yer tutmaktadır (Acar ve ark., 2010; Ayan ve ark., 2021a). Thurm ve ark. (2018) karaçamı, özellikle Orta Avrupa’daki değışen iklim koşullarına karşı elverişsiz toprak koşulları için alternatif türler arasında olduğunu vurgulamıştır. Benzer şekilde Mikulová ve ark. (2019) karaçam ağaçlandırmalarının lokal iklimin hava sıcaklığı ve nemini değıştirmede etkin bir role sahip olduğuna işaret etmektedirler.

Plantasyon başarısında dikim materyali, fidan kalitesi özellikle yarı kurak ve antropojen step alanlar gibi ekstrem alanlarda daha da önemli bir husus olmaktadır. Plantasyon tesisinde kullanılacak fidan kalitesi üzerinde; tüplü fidan kullanımının (Ayan, 2007), değışik harç materyalleri ve yetiştirme ortamlarının (Ayan, 2001; 2002a; 2002b; Ayan ve ark., 2005a; Ayan ve Tüfekçioğlu, 2006; Ayan ve Tilki, 2007), yavaş yarayışlı gübrelerin (Ayan, 1998), etkin mikroorganizmaların (Ayan ve ark., 2021b; 2022a), farklı yetiştirme süreçlerinin “sera-açık alan-gölgelik alan” (Ayan ve ark., 2000), fidanlık ekolojik koşullarına göre belirlenmiş fidan gelişim evrelerine dayalı kültürel işlemlerin (Demircioğlu ve Ayan, 2004; Ayan ve ark., 2005b; Yer ve Ayan, 2011) etkisi farklı çalışmalarda vurgulanmıştır. Türkiye fidanlıklarında yapılan fidan kalitesi araştırmalarında gerek ekonomik gerek zaman tasarrufu ve pratikliği nedeniyle morfolojik fidan kalite özelliklerinin tayinine yönelik araştırmalar öne çıkmaktadır. Bu hususta, Ayıntaplı (1995), Avanoğlu ve ark. (2005) ile Yer ve Ayan (2011) Anadolu karaçamı fidan kalite sınıflandırılması üzerine çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Bununla birlikte kitlesel fidan üretiminin gerçekleştirildiği her daimi fidanlıkta

türe ve fidan tipine göre fidan gelişim evrelerinin belirlenmesi, bu evrelere dayalı olarak fidanlık kültürel işlemlerinin gerçekleştirilmesi önem arz etmektedir. Bu sayede dikim sahasına gönderilecek fidanların sahanın özelliklerine göre yetiştirilmesi ve gerekli kültürel işlemlerle istenilen fidan özelliklerine haiz olması imkanı sağlanabilir.

Kitlesel fidan üretiminin yapıldığı her fidanlık ekolojik koşullarında fidan gelişim evrelerinin belirlenmemiş olması uygulanan kültürel işlemlerinin takviminde de belirsizlik oluşturabilmektedir. Bu nedenle; Yarı kurak ve antropojen step iklim şartlarında yönelik kitlesel fidan üretiminin gerçekleştirildiği Çankırı Orman fidanlığındaki tüplü Anadolu karaçamı fidanları üzerinde yürütölen bu araştırmada; *i*) Morfolojik ve fizyolojik bazı özelliklerin dönemsel değışimleri, *ii*) 1+0 ve 2+0 yaşlı polietilen tüplü fidan özellikleri ve Türk Standartlarına uygunlukları ve *iii*) İkinci vejetasyon dönemi fidan gelişim dönemlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Materyal

Araştırmanın materyalini, 1+0 yaşını tamamlamış, ikinci vejetasyon dönemindeki Çankırı-İsmetpaşa orijinli Anadolu karaçamı fidanları oluşturmuştur. Araştırma, Çankırı Orman Fidanlığında gerçekleştirilmiştir. Çankırı il merkezinin kuzeyinde bulunan fidanlığa ait genel bilgiler çizelge 1’de verilmiştir (Anonim, 2019).

Çizelge 1. Çankırı Orman Fidanlığına ait bilgiler

İli	Çankırı
İlçesi	Merkez
Enlem	40° 34' Kuzey
Boylam	33° 30' Doğu
Rakım (m)	710
Yıllık Ortalama Sıcaklık (C°)	11.3
Yıllık Maksimum Sıcaklık Ortalaması (C°)	18.0
Yıllık Minimum Sıcaklık Ortalaması (C°)	4.9
Yıllık Yağış (mm)	414.2
pH	7.36 – 7.72
Tekstür	Balçık ve killi balçık

Fidanların yetişme ortamı olarak %60 orman toprağı, %20 humus, %15 tarım ponzası ve %5 kompost inek gübresi kullanılmıştır. Fidan tüplerinin yapısını 11×25 cm boyutlarında polietilen tüpler oluştırmaktadır. Üretim sürecinde gübreleme yapılmayan fidanlara sulama işlemi, düzenli olarak her gün akşam saatleri yağmurlama sulama sistemi ile yapılmıştır.

2.2 Yöntem

2.2.1 Fidanların morfolojik karakterlerinin belirlenmesi ve kalite standartları

Araştırmaya obje Anadolu karaçamı polietilen tüplü fidanlarında üç tekrarlı ve her tekrarda 30'ar adet fidan olacak şekilde toplamda 90'ar fidan üzerinde morfolojik ölçümler yapılmıştır. Fidanlığın ekolojik koşullarında henüz dormant haldeki fidanlarda 20 Mart itibarıyla örnek alımı ve ölçümlere başlanmış ve yine fidanların dormansi evresine girmiş olduğu Ekim sonuna kadar 8 ay boyunca periyodik olarak devam edilmiştir. Morfolojik karakterlerde periyodik yapılan ölçüm ve tespitler üç tekerrürde fidan boyu ve kök boğazı çapı için toplam 90 fidanda diğer bütün karakterler için ise 30 fidan üzerinde gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda rutin fenolojik gözlemler gerçekleştirilmiştir. Periyodik ölçümlere dayalı olarak fidan gelişim evreleri kuru madde değişim oranına göre tespit edilmiştir (Kılıcı ve ark., 1999; Demircioğlu ve Ayan, 2004; Ayan ve ark., 2005). Dirik (1990) kuru ağırlık oranının, uyku durumunun tespiti için kolay ve çabuk bir yöntem olarak ifade etmektedir. Bu amaçla bu çalışmada; vejetasyon dönemi boyunca fidanlar üzerinde periyodik olarak tespit edilen fidan kuru ağırlıkları (FKA) ve günlük kuru madde değişim oranı ile bunun yanında fidan boyunda (FB) meydana gelen belirgin farklılıklardan yararlanılmıştır.

Taze fidanların; fidan boyu (FB-0.1 cm) ve kök boğaz çapları (KBÇ-0.1 mm) ile daha sonra kök boğazından kesilerek gövde ve kök taze ağırlıkları (GTA, KTA-0.001 gr) ölçülmüştür. Ölçümleri tamamlanan fidanlar etüve alınarak 105 °C'de 24 saat bekletilmiş, gövde ve kök kuru ağırlıkları (GKA, KKA, FKA-0.001 gr) ölçümleri yapılmıştır (Ayan, 2002a). Elde edilen veriler yardımıyla aşağıdaki karakterler F1 ve F2'ye göre hesaplanmıştır:

- Kuru kök % (%Kkök) = [KKA(g) / FKA (g)] x 100 (1)
- Katlılık indisi (Kİ) = GKA/KKA (2)
- Gürbüzlük indisi (Gİ) = [FB (mm) / KBÇ (cm)] (Aphalo ve Rikala, 2003) (3)

Dickson kalite indeksi (DKİ), fidan kuru ağırlık değerinin, gürbüzlük indisi (F3) ile katlılık indisi (F2) toplamına bölünmesi ile elde edilen değerdir (F4) (Dickson ve ark., 1960). Kalite indeksi değeri 1'e yakın ve daha yüksek bir değer bulunan fidanlar yüksek kaliteli olarak kabul edilmektedir (Akgül, 2010).

$$DKİ = \frac{\text{Fidan Kuru Ağırlığı}}{(\text{Gürbüzlük İndisi}) + (\text{Katlılık indisi})} = \frac{FKA}{\left(\frac{FB}{KBÇ}\right) + \left(\frac{GKA}{KKA}\right)} \quad (4)$$

Gİ değerleri için; Gİ<50 ise kaliteli fidan, 50<Gİ<60 ise orta kaliteli fidan, Gİ>60 ise düşük kaliteli fidan aralıklarına göre sınıflandırma yapılmıştır (Aphalo ve Rikala, 2003). Ayrıca, fidanların kalite sınıflarının belirlenmesi amacı ile iğne yapraklı

türlerin kalite sınıfları kullanılarak TS 2265/şubat 1988 TSE standartlarına (Çizelge 2) uygunluğu değerlendirilmiştir (Anonim, 1988).

Çizelge 2. TS 2265'e göre karaçam kalite standartları (Anonim, 1988)

Fidan türü	Fidan sınıfı	Fidan Boyu (cm)	Kök Boğazı Çapı (mm)	Gövde/Kök Oranı
1+0 yaşlı fidan				
Karaçam	I	≥ 6	≥ 2,0	< 3
	II	6 – 5	≥ 2,0	3-4
	III (Iskarta)	< 5	< 2,0	> 4
2+0 yaşlı fidan				
Karaçam	I	≥ 9	≥ 2,0	< 3
	II	9 – 7	≥ 2,0	3-4
	III (Iskarta)	< 7	< 2,0	> 4

2.2.2 Fidanların fizyolojik karakterlerinin belirlenmesi

a) Fidanlarda şafak öncesi su potansiyelinin tespiti

Bitki su potansiyeli, bitki fizyolojisi ile ilgili olarak su seviyesinin belirlenebilmesinde kullanılabilir en önemli göstergedir (Lopushinsky, 1990). Genel olarak bitkilerdeki maksimum su potansiyeli şafak öncesi su potansiyeli (Ψ_{pd}), minimum su potansiyeli ise gün ortası su potansiyeli (Ψ_{md}) ile belirtilmektedir. Kserofit bitkilerde ister kurak ister nemli bir dönemde bitkide su potansiyeli düştükkçe transpirasyonla su kaybı da o ölçüde artmaktadır; bilhassa kurak ekosistemlerde yaprak su potansiyeli ile transpirasyon hızı arasında güçlü bir ilişkinin var olduğu ifade edilmektedir. Gün ortası su potansiyeli ile bitkilerin stres durumlarını belirlemede kullanılmaktadır. Bununla birlikte, toprak su potansiyelinin göstergesi olarak şafak öncesi yaprak su potansiyeli ve gün ortası su potansiyeli arasında güçlü bir ilişi vardır (Kezik ve Kocaçınar, 2014). Bu araştırmada; şafak öncesi su potansiyeli ölçümleri (Ψ_{pd} -MPa), 2019 Mart-Ekim ayları arasında periyodik olarak ölçülmüştür. Ölçümler için her ay 5'er tane fidan kullanılarak toplamda 8 ay içerisinde 40 fidanda ölçüm yapılmıştır. Su potansiyelinin belirlenmesinde Scholander ve ark. (1965) tarafından geliştirilmiş olan basınç cihazı kullanılmıştır. Kullanılan basınç cihazı taşınabilir olmadığı için örnek tüplü fidanlar, su potansiyeli ölçümü için Çankırı fidanlığından saat 05:00 sularında alınarak yaklaşık 10 dk içerisinde Çankırı Karatekin Üniversitesi Silvikültür Anabilim Dalı Laboratuvarına getirilmiş, hemen akabinde kök boğazından kesilerek, kesim yerinden itibaren 1 cm'lik kısımdaki kabuk soyulmuş ve ölçümler için hazırlanmıştır. Sonrasında fidanlar basınç cihazına yerleştirilerek su potansiyeli ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

b) Fidanlarda klorofil floresans yöntemiyle fotosentetik verimlilik tespiti

Klorofil floresans ölçümleri çeşitli stres faktörlerinin bitki üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla son zamanlarda yaygın bir teknik olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, bu ölçümlerle anlık olarak bitkilerin sağlık durumları hakkında fikir edinilebilmektedir (Maxwell ve Johnson, 2000; Brestic ve

Zivcak, 2013; Jedmowski ve Brüggemann, 2015; Brestic ve ark., 2018). Klorofil floresans ölçümlerinde stres koşullarındaki bitkilerde fotosentetik olayların belirlenmesinde en yaygın kullanılan parametre Fv/Fm oranı olup bu oran PS II'nin fotokimyasal reaksiyonlarının maksimum verimini ifade etmektedir. Normal koşullar altındaki bitkide söz konusu değerin 0.790-0.840 arasında olduğu stres koşulları altında azaldığı ifade edilmektedir (Maxwell ve Johnson, 2000) Klorofil floresans ölçümleri öncesinde, fidanların iğne yapraklarına klipsler takılıp 30 dk boyunca karanlığa adapte olmaları sağlanmıştır. Daha sonra fidanlarda klorofil floresans ölçümleri gün ortasında klorofil florometre (OptiScience OS-30P) cihazı ile yapılmıştır. Ölçümler 2019 yılı Mart-Ekim ayları arasında her ay 20 fidan üzerinde toplamda 160 fidanda gerçekleştirilmiştir.

2.3 İstatistiki değerlendirme

Morfolojik (FB, KBÇ, GTA, KTA, GKA ve KKA) ve fizyolojik (Ψ_{pd} , Ψ_{md} , Fv/Fm) fidan özelliklerine ait veriler ile morfolojik fidan özelliklerine ait verilerden hesaplanan fidan indis değerleri (FTA, FKA, %KKök, Gİ, Kİ ve DKİ) üzerinde "Windows SPSS Software (23.0)" programında temel istatistikler (Aritmetik ortalama, ortalamanın standart hatası, standart sapma, minimum ve maksimum değer, varyans)

belirlenmiştir. Ayrıca, boxplot grafikleri ile medyan, Q1 ve Q3 çeyreklikler ortaya konarak üretilen fidanların homojenlikleri hakkında kanaat oluşturulmaya çalışılmıştır.

3. BULGULAR

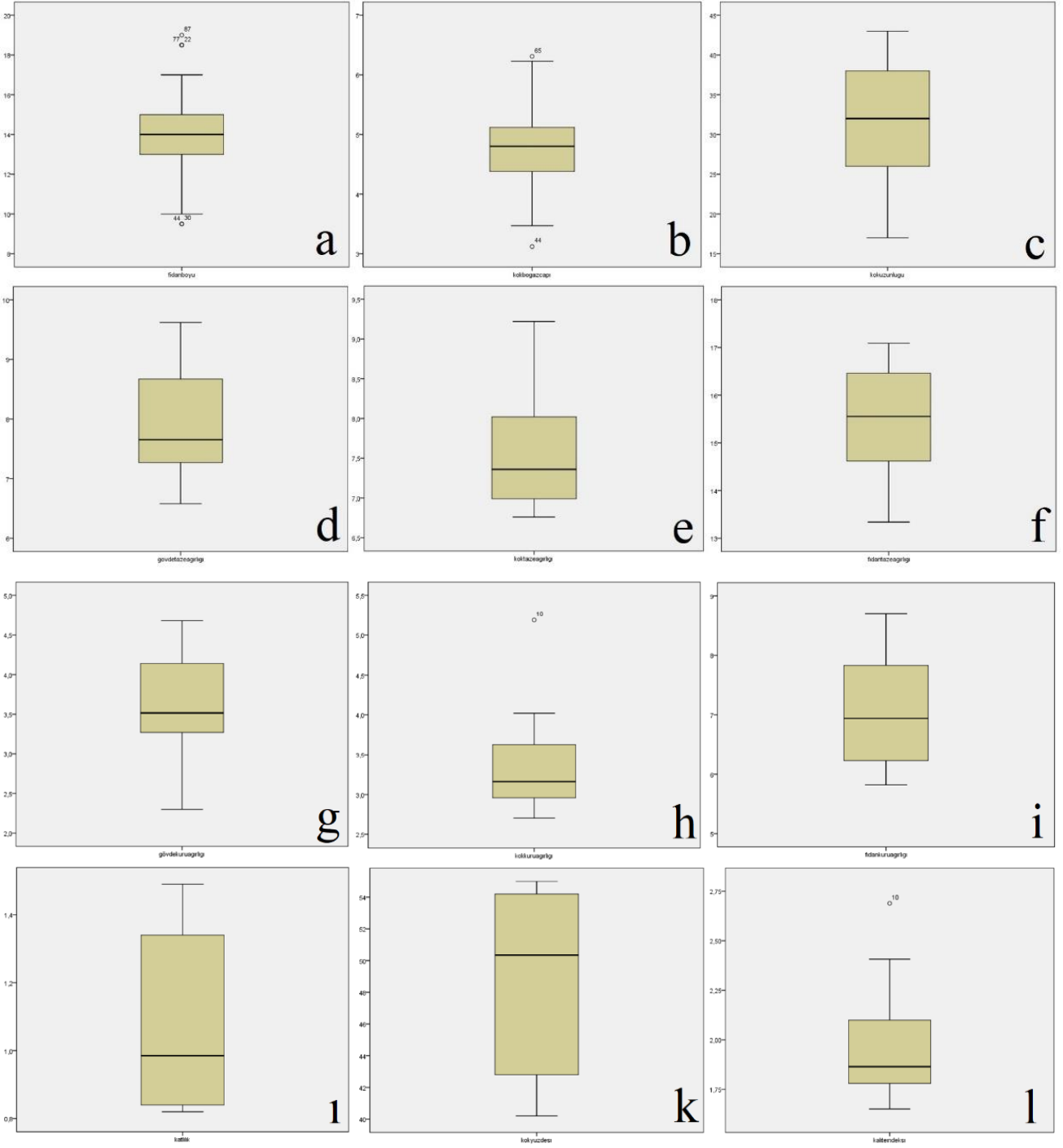
3.1. Fidan morfolojik özellikleri ve periyodik değişimi

Anadolu Karaçamı polietilen tüplü fidanlarının morfolojik özelliklerine ilişkin tanımlayıcı istatistikleri Çizelge 3'de, boxplot grafikleri ise Şekil 1'de verilmiştir. Ayrıca, ölçülen ve hesaplanan her bir fidan morfolojik değişkeninin aylık periyotlar ile gösterdikleri değişim Şekil 2'de verilmiştir.

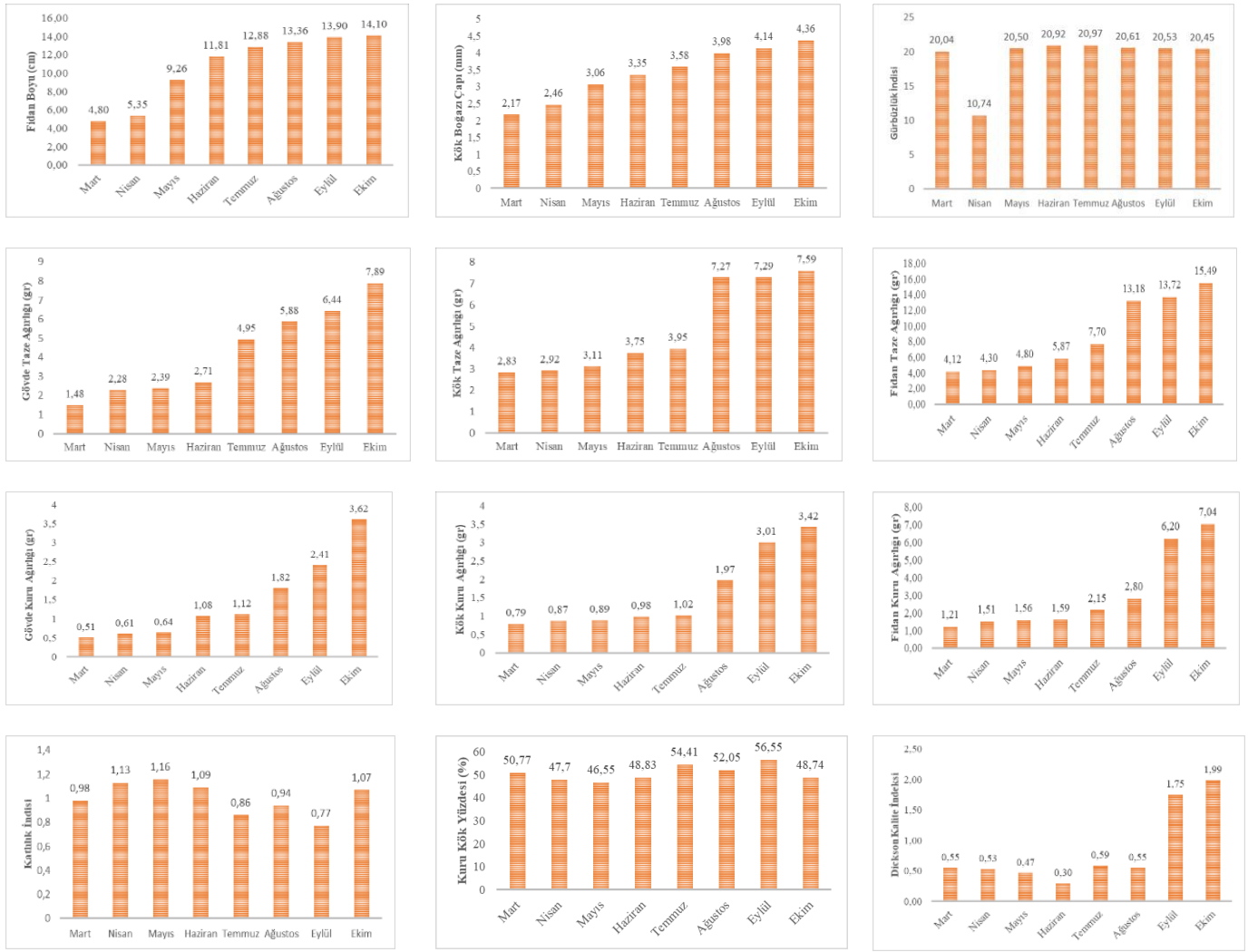
Şekil 2'de görüldüğü üzere fidan boyu Mart ortası ile Haziran ortası arasındaki dönemde 2,5 kat artış gösterirken, kök boğazı çapı artışı tedrici ve sürekli bir artış saptanmıştır. Bu tespit bitkilerde çaptan önce boy büyümesinin büyük ölçüde gerçekleştiği gerçeğini teyid etmektedir. Birinci vejetasyon dönemi sonundan ikinci vejetasyon dönemi sonuna kadar %100 lük bir artış tespit edilmiştir. Ayrıca, gerek gövde gerekse kök taze ve kuru ağırlıklarının temmuz ortasından sonra yüksek bir ivmeyle artış gösterdiği periyodik ölçümlerde bulunmuştur

Çizelge 3. Polietilen tüplü Anadolu karaçamı fidanlarının (1+0 ve 2+0) morfolojik özelliklerine ait tanımlayıcı istatistikler (n=90)

Morfolojik Özellik	1+0 Yaşlı Fidan				
	Ortalama	Ortalama	Standart Hata	Standart Sapma	Varyans
Fidan boyu (FB-cm)	4,80	14,11	0,197	1,87	3,51
Kök boğazı çapı (KBÇ-mm)	2,17	4,36	0,063	0,60	0,37
Gövde taze ağırlığı (GTA-g)	1,48	7,89	0,328	1,04	1,08
Kök taze ağırlığı (KTA-g)	2,83	7,59	0,257	0,81	0,66
Fidan taze ağırlığı (FTA-g)	4,12	15,49	0,372	1,18	1,39
Gövde kuru ağırlığı (GKA-g)	0,51	3,62	0,233	0,74	0,55
Kök kuru ağırlığı (KKA-g)	0,79	3,42	0,230	0,74	0,54
Fidan kuru ağırlığı (FKA-g)	1,21	7,05	0,294	0,93	0,87
Katlılık indisi (Kİ)	0,98	1,08	0,079	0,25	0,06
Gürbüzlük indisi (Gİ)	20,04	20,45	0,05	0,54	43,8
Kuru kök yüzdesi (%KKök)	50,77	48,74	1,76	5,57	31,12
Dickson kalite indisi (DKİ)	0,55	1,99	0,10	0,32	0,11



Şekil 1. Morfolojik özelliklere ilişkin boxplot grafikleri [a) Fidan boyu, b) Kök boğaz çapı, c) Kök uzunluğu, d) Gövde taze ağırlığı, e) Kök taze ağırlığı, f) Fidan taze ağırlığı, g) Gövde kuru ağırlığı, h) Kök kuru ağırlığı, i) Fidan kuru ağırlığı, ı) Katlılık indisi, k) Kuru kök yüzdesi, l) Dickson kalite indisi]



Şekil 2. Anadolu karaçamı fidanlarının ikinci vejetasyon dönemindeki FB, KBC, Gİ, GTA, KTA, FTA, GKA, KKA, FKA, Kİ, %KkK ve DKİ değerlerin dönemsel değişimi

3.2 Fidanların kalite standartlarına göre değerlendirilmesi

Poliyeten tüplü Anadolu karaçamı fidanlarının TSE fidan kalite standartları ile Aphalo ve Rikala (2003)'nın gübüzlük

indisi fidan kalite sınıflamasına göre değerlendirmesi Çizelge 4'de verilmiştir

Çizelge 4. Fidan kalite standartlarına göre Anadolu karaçamı fidanlarının kalite sınıflarına dağılımı

Tür	Fidan yaşı	Kalite sınıfı	TSE'ye göre				Gİ Aphalo ve Rikala (2003)'ya göre Adet/%
			FB Adet/%	KBC Adet/%	KI Adet/%	FB-KBC-KI Adet/%	
Karaçam	(1+0)	I. Sınıf	85/94,5	88/97,8	84/93,3	82/91,2	87/96,6
		II. Sınıf	1/1,1	1/1,1	4/4,4	4/4,4	2/2,3
		III (İskarta)	4/4,4	1/1,1	2/2,3	4/4,4	1/1,1
	(2+0)	I. Sınıf	86/95,5	86/95,5	82/91,2	82/91,2	86/95,4
		II. Sınıf	-	-	4/4,4	4/4,4	2/2,3
		III (İskarta)	4/4,4	4/4,4	4/4,4	4/4,4	2/2,3

3.3. Fidan fizyolojik karakterlerinin periyodik değişimi

İkinci vejetasyon dönemini geçirmekte olan Anadolu karaçamı fidanlarının aylara göre periyodik şafak öncesi (Ψ_{pd}) su potansiyeli ve fotosentez verimliliği (F_v/F_m) ortalaması ile standart hata değerleri Çizelge 5’de verilmiştir. Şafak öncesi su potansiyeli açısından en düşük değer $-1,38 \pm 0,203$ MPa ile Ağustos ayında tespit edilmiştir. Fotosentez verimliliği değerleri ise en düşük 0,63 ile Mart ayında, en yüksek 0,92 ile Ekim ayında gözlenmiştir.

3.4 Anadolu karaçamı fidanlarının gelişim evrelerinin belirlenmesi

Aylık periyotlarla örneklenen ve ikinci vejetasyon evresini geçirmekte olan fidanların gelişim evreleri ve süreleri Çizelge 6’da verilmiştir. Fidan gelişim evreleri incelendiğinde, “günlük kuru madde değişimi” bakımından en yüksek artış “odunlaşma” ($69,47$ mg/gün) evresinde gerçekleşirken, en düşük kuru madde artışı ($10,2$ mg/gün) ise “durgunluktan çıkış” döneminde tespit edilmiştir. Yine gelişim evreleri değerlendirildiğinde; en yüksek günlük boy artımı ($0,65$ mm/gün) “gelişme + hızlı gelişme” döneminde, en düşük boy artımı ise “odunlaşma” döneminde ($0,12$ mm/gün) olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5. Anadolu karaçamı fidanlarında şafak öncesi (Ψ_{pd}) su potansiyeli ve fotosentez verimliliği (F_v/F_m) ortalama ve standart hata değerleri ile bazı meteorolojik parametrelerin (Anonim, 2022) periyodik değişimi

Aylar	F_v/F_m	Ψ_{pd} (MPa)	Ort. Bağ. Nem (%)	Ort. Sıcaklık (°C)	Mak. Sıcaklık (°C)	Min. Sıcaklık (°C)	Toplam Yağış (mm)
Mart	$0,63 \pm 0,024$	$-0,86 \pm 0,048$	60,1	6,4	14,2	-0,1	32,4
Nisan	$0,75 \pm 0,055$	$-1,07 \pm 0,096$	62,8	10,3	17,6	4,0	43,9
Mayıs	$0,77 \pm 0,023$	$-0,93 \pm 0,08$	64,1	17,0	24,6	10,0	75,0
Haziran	$0,77 \pm 0,011$	$-0,88 \pm 0,066$	63,2	21,9	29,6	15,2	88,7
Temmuz	$0,81 \pm 0,011$	$-1,35 \pm 0,17$	54,1	22,0	30,4	13,5	22,8
Ağustos	$0,76 \pm 0,024$	$-1,38 \pm 0,203$	51,6	23,2	31,7	14,6	13,5
Eylül	$0,75 \pm 0,017$	$-1,05 \pm 0,059$	53,7	18,5	27,6	9,8	7,6
Ekim	$0,92 \pm 0,168$	$-1,11 \pm 0,055$	62,8	14,5	24,2	6,3	11,8

Çizelge 6. Anadolu karaçamı fidan gelişim evreleri

Aylar	FKA (mg) ve GDO (mg/gün)	FB (mm) ve GDO (mm/gün)	FKA Dönemsel Değişimi (mg)	Ölçüm Aralığı (gün)	FKA-FB (mg) (mm) Değişim Miktarı	Vejetasyon Süresi	Gelişme Dönemleri
Mart	1211	48,0				(0-30)	Durgunluktan
Nisan	1517	53,5	306	30	306-5,5	30 gün	çıkış
GDO	10,20	0,18					
Mayıs	1561	92,6	44	31			
Haziran	1594	118,1	33	30		(30-152)	Gelişme-
Temmuz	2151	128,8	557	31	1291-80,1	122 gün	Hızlı gelişme
Ağustos	2808	133,6	657	30			
GDO	10,58	0,65					
Eylül	6208	139,0	3400	31		(152-213)	Odunlaşma
Ekim	7046	141,0	838	30	4238-7,4	61 gün	
GDO	69,47	0,12					
Toplam	7046 mg – 141,0 mm				5835 mg-93 mm		

GDO: Günlük değişim oranı

4. Sonuçlar ve Tartışma

Çankırı Orman Fidanlığında 2. vejetasyon dönemini geçirmekte olan Anadolu karaçamı fidanlarındaki fenolojik gözlemler değerlendirildiğinde; ilk tomurcuk patlamasının mart ayı sonlarında olduğu, 20-27 Mart arası fidanların büyük bir ekseriyetinde ve homojen bir şekilde tepe ve yan tomurcuklarını patlattığı ve 21 Mart tarihinden itibaren ise tomurcuklardan yeni sürgünler uzamaya başladığı tespit edilmiştir.

Anadolu Karaçamı fidanlarının Çankırı Orman Fidanlığındaki ekolojik koşullarında “kuru madde değişimi” yöntemine göre, ikinci vejetasyon dönemi büyüme aşamaları; Mart-Nisan (30 gün) ayları arası “durgunluktan çıkış dönemi”, Mayıs-Ağustos (122 gün) ayları arası “gelişme + hızlı gelişme dönemi”, Eylül-Ekim (61 gün) ayı “odunlaşma dönemi” olarak tespit edilmiştir. Günlük değişim oranları bakımından en yüksek artış FB ($0,65$ cm/gün) için Mayıs-Ağustos ayları, FKA ($69,47$ mg/gün) için Eylül-Ekim ayları, en yüksek kuru madde artımı

ise yine Eylül-Ekim ayları (4238 mg) olarak belirlenmiştir. Bu konuda; Demircioğlu ve Ayan (2004) Kastamonu-Taşkoprü Orman Fidanlığı ekolojik koşullarında çıplak köklü sarıçamda, Ayan vd. (2005b) Trabzon-Of Ormanlığı Fidanlığı ekolojik koşullarında tüplü Doğu ladininde, Yer ve Ayan (2011) Eskişehir Orman Fidanlığı ekolojik koşullarında Toros sediri ve Anadolu karaçamı fidanlarında ve Ayan ve ark. (2022b) Çankırı Orman fidanlığı ekolojik koşullarında tüplü Toros sediri fidanlarında kuru madde değişim oranı yöntemine göre fidan gelişim dönemlerini tespit etmişlerdir.

Fidan morfolojik karakterleri bakımından özellikle ikinci vejetasyon evresinde birinci yılsonu değerleri ile mukayese edildiğinde büyük bir gelişim gerçekleştiği saptanmıştır. Bununla birlikte; hem 1+0 hem de 2+0 yaşlı polietilen tüplü fidanların FB (14,11 cm), KBÇ (4.79 mm) ve Kİ (1.08) değerleri bakımından TSE normları ile değerlendirildiğinde %90 üzerinde 1. kalite sınıfında olduğu ayrıca, Aphalo ve Rikala (2003)'nın Gİ değerlerine göre de fidanların her iki yaşta %95'in üzerinde 1. kalite sınıfında olduğu tespit edilmiştir. FB ve KBÇ kriterleri ilgili olarak; Kızmaz'ın (1993), arazi çalışmalarıyla kombine ederek, Isparta - Eğirdir, Bolu ve Eskişehir fidanlıklarında karaçam üzerine yürüttükleri araştırma sonucunda; Isparta ve benzeri ekolojiler için KBÇ $\geq 3,5$ mm ve FB $\geq 6,1$ cm; Bolu ve benzeri yetişme muhitleri için de KBÇ $\geq 3,0$ mm ve FB $\geq 5,1$ cm olan fidanların üretilmesi tavsiye etmişlerdir. Genç ve ark. (1999) de 2+0 yaşlı Anadolu karaçamı fidanlarında kök boğazı çapı 3 mm'den küçük olan fidanların dikimlerde kullanılmaması gerektiğini vurgulamışlardır. Yer ve Ayan (2011) farklı yaşlara ve orijinlere ait Anadolu karaçamı fidanlarının gelişim dönemlerinin inceledikleri Eskişehir Orman Fidanlığındaki araştırmada; 1+0 yaşlı Ahırdağ orijinli fidanlarda boy gelişimi 7 cm bulunmasına rağmen 2+0 yaşlı aynı orijinli fidanlarda takriben %100 bir artış göstererek 13,54 cm'e ulaştığını belirtmiştir. Kİ değerinin ise 1+0 yaşlı fidanlarda 1-3 arasında iken 2+0 yaşlı fidanlarda ise 1,5-5,63 değerleri tespit edilmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda özellikle yarı kurak alanlardaki fidan kullanımı için kök gelişimini destekleyecek uygulamaların yapılmasına dikkat çekmiştir. Avanoğlu ve ark. (2005) Kastamonu-Taşkoprü Orman Fidanlığında yürüttükleri araştırmada; dört farklı orijinden üretilen 2+0 yaşlı Anadolu karaçamı fidanlarının ortalama FB 14,4 cm, KBÇ 2,5 mm, Kİ değerini ise 5 olarak tespit etmişlerdir. Bu araştırma sonucundaki değerinin büyük bulunması nedeniyle üretilen bu standarttaki fidanların rutubet sorunu olmayan bölgelerde kullanılması önermişlerdir.

Bu araştırma kapsamında yetiştirilen 2+0 tüplü Anadolu karaçamı fidanlarının bilhassa %KKök (%48,74), Kİ (1.08) ve KBÇ (4.36 mm) değerleri bakımından antropojen step ve yarı kurak mıntikalardaki yapay tensil ve ağaçlandırma çalışmaları için uygun üretim materyali özelliğinde olduğu değerlendirilmiştir. %KKök değer bakımından; Deligöz ve ark. (2009) Eğirdir Orman fidanlığında yürüttükleri araştırmalarında 2+0 yaşlı Anadolu karaçamı çıplak köklü fidanlarda kök yüzdesini %17,84 ile %19,56 arasında tespit etmişlerdir. Avanoğlu ve ark. (2005)'nin Kastamonu-Taşkoprü Orman Fidanlığında yürüttükleri çalışmada ise %KKök çıplak köklü karaçam fidanı dört orijinin ortalaması olarak %17,31 olarak tespit etmişlerdir. Bu oranlar ile mukayese edildiğinde üretimin yapıldığı fidanlığ koşulları, orijin faktörleri farklı olmakla birlikte aynı yaşlı tüplü ve çıplak köklü fidanların %KKök

değerleri açısından ortaya çıkan büyük farklılık dikkati çekmektedir. Dolayısıyla, kuraklık stresinin etkili olduğu ekstremite arz eden yetişme muhiti koşullarında tüplü fidan kullanımının avantajını teyid etmektedir.

Yine Deligöz ve ark. (2009) araştırmalarında kalite sınıfları bazında belirlenen Kİ değerleri 3.70 ile 4.45 arasında tespit ederken, Genç ve Yahyaoğlu (1994) ise aynı türün aynı orijininde Kİ değerleri 3 olarak; Avanoğlu ve ark. (2005)'de, farklı tohum kaynaklarına ait 2+0 yaşlı Anadolu karaçamı fidanlarının morfolojik özelliklerini inceledikleri çalışmaları Kİ değerini ortalama 4.79 olarak tespit etmiştir. Genç ve Yahyaoğlu (2007) aynı tür için, kurak yetişme ortamlarından toplanan tohumlardan üretilen fidanların Kİ oranını, nemli alanlardan toplanan tohumlardan üretilen fidanlara göre daha küçük olduğunu belirtmektedir. Yürütülen bu araştırmada ise Kİ değerleri 0,98 (1+0 yaşlı) ile 1,49 (2+0 yaşlı) olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlardan hareketle katlılık değerleri büyük fidanları elbette tohum hasat ve kullanım prensiplerini de dikkate alarak rutubet problemi olmayan yörelerde (Deligöz ve ark., 2009) buna karşın küçük Kİ değerine sahip fidanların ise su kısıtı olan yörelerde kullanmak isabetli olacaktır. Bernier ve ark. (1995) Kİ değerleri 3'ten yüksek olmayan tüplü fidanların kullanılmasını genel olarak önerirken, Kİ değerinin yüksekliğinin kökün güçlü olmadığına işaret ettiğini ve özellikle kurak bölgeler ya da yüksek evaporasyon koşullarında yapılan dikimler için dikim sonrasında fidanların su stresinden etkilenebileceğini belirtmektedirler. Yürütülen bu çalışma kapsamında elde edilen Kİ değerleri ise polietilen tüplü fidanlara ait değerlerdir. Dolayısıyla Türkiye gibi potansiyel ağaçlandırma sahalarının antropojen step ve yarı kurak alanlarda (Ayan ve ark., 2021b) mevcut olması nedeniyle tüplü fidan üretim oranı ve kullanımının artırılması önem arz etmektedir.

Fidanların Gİ kriteri bakımından; Gökdemir ve Kızmaz (1998), dikim başarı açısından bu oranın 23-24 civarında olması gerektiğini belirtmektedir. Deligöz ve ark. (2009) ise çıplak köklü Anadolu karaçamı fidanları için yürüttükleri araştırmada Gİ değerlerini 35,21 ile 55,42 arasında tespit etmişlerdir. Bu çalışmada ise Gİ, 20.04 (1+0 yaşlı tüplü) ve 20.45 (2+0 yaşlı tüplü) olarak tespit edilmiştir. Elde edilen farklı sonuçlar üzerinde fidanların yetiştirme sürecinde muhatap oldukları kültürel işlem farklılıkları ve özellikle de fidan tipinin etkili olduğu düşünölmektedir.

Bitki su potansiyeli ile su muhteviyatı arasında sıkı bir ilişki vardır. Dolayısıyla bitkilerin su potansiyeli azaldıkça nispi su içeriği de azalış eğilimindedir. (Taiz ve Zeiger, 2008). Hatta çok kurak bölgelerde su potansiyeli değerleri daha da düşebilmektedir (Xu ve Li, 2006; Kezik ve Kocaçınar, 2014). Ayrıca, bitkilerde su potansiyeli yıl içinde mevsimlere bağlı olarak değişkenlik gösterirken (Tschaplinski ve ark., 1998; Choat ve ark., 2006) bitki türü ve yetişme ortamının da bireylerin fizyolojik davranışları üzerinde rolleri vardır (Kezik ve Kocaçınar, 2014). Bu çalışmada; fenolojik gözlemler ile teyit edilen ve kuru madde değişim oranı yöntemi belirlenen fidan gelişim evreleri ile bitki su potansiyeli birlikte değerlendirildiğinde; durgunluktan çıkış evresi olarak belirlenen mart sonu ve Nisan ayı başlarında gerçek dormansi döneminin sonlanmasıyla birlikte şafak öncesi (*Ψpd*) su potansiyeli değerlerinde düşüş olduğu gözlenmiştir. Bu durum, gelişme+hızlı gelişme evresinde fidanların su kullanımının artmasına karşın fidanlığta uygun bir sulama rejimine henüz

başlanmaması ile ilgili olduğu düşünölmektedir. *Ψpd* açısından en düşük değer -1,38±0,203 MPa ile ağustos ayında tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları ile paralellik gösteren bir çalışma Deligöz (2007) tarafından gerçekleştirilmiş, Anadolu karaçamı fidanlarının uyku devresine giriş döneminde olan eylöl ayında su potansiyeli değerlerinin azaldığını ifade etmiştir. Ayrıca, Cleary ve Greaves (1979) su potansiyeli bakımından en düşük değerin dormant evreye giriş ve odunlaşma dönemi içinde olan Eylül ayında tespit edildiğini (-2,25 MPa), nitekim su potansiyeli değerinin yaklaşık -1,5 MPa'ya düşmesinin fidanlarda boy büyümesinin sona ermesine ve uyku halinin başlamasına neden olduğunu belirtmektedirler. Bu tespiti benzerlik gösteren bir eğilim bu çalışma kapsamında da elde edilmiştir. Dirik (1999) Anadolu karaçamı fidanlarında 5 aylık dönem süresince (Kasım-Mart) aylık periyotlarla öz suyu potansiyeli ile ilgili değerler, kök yenileme potansiyeli, köklerin kuruma stresine karşı dayanıklılıkları, arazi koşullarında olan dikimlerde uyanma oranı, tutma başarısı ve 1. vejetasyon dönemi sonu boy artımı değerlerini ortaya koyduğu çalışmada, su potansiyeli değerlerinin, köklerinin dayanıklılıklarının dönemsel olarak değiştiğini belirtmiştir.

Klorofil floresans, fotosentetik aktivitenin belirlenmesinde kullanılan ve fotosentetik verimliliği ortaya koyan en önemli parametre *Fv/Fm* oranıdır. Bu oranın stres koşullarında azaldığını çeşitli araştırıcılar tarafından ifade edilmektedir (Maxwell ve Johnson, 2000; Ritchie, 2006; Landis ve ark., 2010). Ayan ve ark. (2022b) Çankırı Orman fidanlığında Toros sedirinde yürüttükleri araştırmada; fidan gelişim evrelerine göre *Fv/Fm* oranının, ikinci vejetasyon dönemi başlarında, durgunluktan çıkış döneminde en düşük seviyelerde olduğu gözlenirken, Haziran-Temmuz- aylarında güneşlenme süresinin en uzun olduğu ve gelişme dönemi içerisinde sürgünlerinde gelişmesi ile en yüksek seviyelerdedir. *Fv/Fm* oranının, fidan gelişim evrelerinden yavaşlama ve odunlaşma dönemlerinde yine düşük gösterdiğini belirtmişlerdir (Ayan ve ark., 2022b). Toros sedirinde tespit edilen *Fv/Fm* oranı gibi Anadolu karaçamı fidanları üzerinde yürütölen bu çalışmamızda da benzer sonuçlar bulunmuştur. En düşük *Fv/Fm* oranı Mart ayında (0,63), en yüksek ise Ekim ayında (0,92) ölçöldü. Mayıs ile Ekim aylarında arasındaki *Fv/Fm* oranı Mart ayına göre daha yüksektir. Bu durum henüz dormant evreden çıkma aşamasındaki fidanların yaşadıkları stresin olası etkilerinden kaynaklanmış olabilir. Stres, fidanların *Fv/Fm* oranının düşük olmasına neden olmuş olabilir. Yürütölen bu çalışmada; *Fv/Fm* değerleri aylar bazında değişiklik gösterse de genelde yüksek değerler olarak ortalama 0,77 olarak tespit edilmiştir. Bu durum fidanların herhangi bir stres etmenine maruz kalmadıklarını göstermektedir. Demir (2019) farklı orijinlere ait Anadolu karaçamı fidanlarında uyguladığı üç değişik sulama rejimi (S1: her gün S2: 5 günde bir, S3:10 günde bir) sonrasında fidanlarda *Fv/Fm* değerlerini en düşük 0,702 en yüksek 0,836 olarak tespit etmiştir. Söz konusu araştırma her ne kadar farklı orijinler ile sera ortamında ve farklı sulama rejimleri uygulanarak yapılsa da bu çalışma ile benzer sonuçlar içermektedir.

Sonuç olarak; Çankırı Orman Fidanlığında yetiştirilen Anadolu karaçamı fidanlarının büyük bir oranla TSE 2265/Şubat 1988 standartlarına uygun olduğu, başta fidan kök karakteristikleri olmak üzere yarı-kurak yörelerde yapılacak ağaçlandırmalarda dikim için uygun standartlarda oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte; küresel iklim

değişikliğinin yoğun etkilerinin göröldüğu son yıllarda fidanlık kültürel işlemlerinin türe hatta orijine ve üretimin yapıldığı fidanlığın ekolojik şartlarına göre çok daha entansif bir planlamaya ve uygulamaya dayalı olarak yürütölmeye ihtiyaç vardır.

Teşekkür

Bu çalışma, Fatma ÇELEN tarafından, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Prof. Dr. Sezgin AYAN danışmanlığında, hazırlanan yüksek lisans tezinden üretölmüştür.

Kaynaklar

- Acar, F.C., Altun, Z.G., Boza, A., 2010. Provenance trials of Turkish black pine (*Pinus nigra* Arn. subsp. *nigra* var. *caramanica*) in Ege region: Fifteenth year results. Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten 50, 1–34.
- Akgöl, H., 2010. Bolu Orman Fidanlığında Yetiştirilen Bazı Önemli Türlerde Fidan Kalite Değerlendirmeleri. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- Anonim, 1988. İğne Yapraklı Ağaç Fidanları, TS 2265/Şubat-1988. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü Yayınları.
- Anonim, 2019. Çankırı Orman Fidanlığı 2019-2023 Yılları Arası Rotasyon Planı. Çankırı Fidanlık Müdürlüğü Kayıtları, Çankırı.
- Anonim, 2022. Çankırı Meteoroloji İstasyonu 2019 Yılına Ait İklim Değerleri. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Kayıtları, Ankara.
- Aphalo, P., Rikala, R., 2003. Field Performance of Silver-Birch Planting-Stock Grown at Different Spacing and in Containers of Different Volume. Kluwer Academic Publishers. Printed in The Netherlands. New Forests 25, 93-108.
- Avanoğlu, B., Ayan, S., Demircioğlu, N., Sivacioğlu, A., 2005. The Evaluation of 2+0-Year Old Black Pine (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe.) Seedlings Produced in Kastamonu-Taşköprü Forest Nursery According to The Norms of Turkish Standards Institution. Sigma: Journal of Engineering and Science, Yıldız Technical University, 2,73-83, İstanbul, Türkiye.
- Ayan, S., 1998. Tüplü sarıçam (*Pinus silvestris* L.) fidanı üretiminde yavaş yarayışlı gübrelerin etkileri. Orman Mühendisliği Dergisi, 35(9), 25-28, Ankara.
- Ayan, S., 2001. Fidan üretiminde topraksız kültür ortamı alternatifleri. Gazi Üniversitesi Orman Faköltesi Dergisi 1(1), 30-42.
- Ayan, S., 2002a. Determining the Site Condition Features of Containerized-Oriental Spruce (*Picea orientalis* (L.) Link.) Seedlings, and Setting the Production Techniques, Ministry of Forests, The In-stitution of Eastern Black Sea Forestry Research, Ministry Publication Number:179, Eastern Black Sea Forestry Studies (DKOA) Publication Number:14, Technical Bulletin Publication Number: 11, Trabzon.
- Ayan, S., 2002b. Fidan yetiştiriciliği ve ağaçlandırma çalışmalarında zeolite mineralinin kullanımı. Gazi Üniversitesi Orman Faköltesi Dergisi, 2(1), 78-88.

- Ayan, S., 2007. Containerised Seedling Propagation, 7th Section (Editors: Yahyaoglu, Z. and M. Genç, Seedling Standardization: Quality Seedling Propagation and Principals of Seedling Qualification Norms) Publication of Suleyman Demirel University, Pub. Nu: 75, 301-352, ISBN 978-9944-452-07-6, Isparta.
- Ayan, S., Yücedag, C., Simovski, B., 2021a. A major tool for afforestation of semi-arid and anthropogenic steppe areas in Turkey: *Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe. Journal of Forest Science 67(10), 449–46367. <https://doi.org/10.17221/74/2021-JFS>.
- Ayan, S., Çalişkan, E., Özel, H.B., Yer Çelik, E.N., Gülseven, O., Yılmaz, E., 2021b. Etkili Mikroorganizmaların Tüplü Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) Fidanlarının Morfolojik Özelliklerine Etkisi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi 23(1), 294-305.
- Ayan, S., Çalişkan, E., Özel, H.B., Yer Çelik, E.N., Yılmaz, E., Gülseven, O., Akın, S.S., 2022a. The influence of effective microorganisms on physiological characteristics of containerized taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) seedlings. CERNE, v.28, e-103018, <http://doi.org/10.1590/01047760202228013018>.
- Ayan, S., Çelen, F., İmal, B., 2022b. Tüplü Toros Sediri Fidanlarında Morfolojik ve Fizyolojik Bazı Özellikler ile Fidan Gelişim Evreleri (Çankırı Orman Fidanlığı). Bartın Orman Fakültesi Dergisi 24(2), 272-288.
- Ayan, S., Gerçek, V., Şahin, V., Sivacioğlu, A., 2005a. Tüplü Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) Fidan Üretiminde Substrat Olarak Zeolitin Kullanılabilirliği. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Ladin Sempozyumu Cilt. 1, 490-500, 19-22 Ekim 2005, Trabzon.
- Ayan, S., Feyzioğlu, F., Demircioğlu, N., Aksu, V., 2005b. Trabzon-Of Orman Fidanlığı ekolojik koşullarında doğu ladini fidanlarının gelişim dönemleri. KTÜ, Ladin Sempozyumu, 19-22 Ekim 2005, Cilt. 1; s. 437–445, Trabzon.
- Ayan, S., Tilki, F., 2007. Morphological Attributes of Oriental Spruce (*Picea orientalis* (L.) Link.) Seed-lings Grown in Peat-Based Media Amended with Natural Zeolite. Acta Agronomica Hungarica 55(3), 363-373.
- Ayan, S., Turna, İ., Acar, C., 2000. Sera ve açık alan koşullarının enso tipi sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) fidanlarının bazı morfolojik karakterleri üzerine etkileri. Doğu Anadolu Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Dergisi No.3, 64-76, Erzurum.
- Ayan, S., Tüfekçioğlu, A., 2006. Growth Responses of Scots Pine Seedlings Grown in Peat-Based Media Amended with Natural Zeolite. Journal of Environmental Biology 27(1), 27-34.
- Ayan, S., Yer, E.N., Gülseven, O., 2017. Türkiye'deki Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) Ağaçlandırma Sahalarının İklim Tipi Açısından Değerlendirilmesi. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 18(2), 152-161.
- Ayıntaplı, P., 1995. Serinyol ve Tekir fidanlıklarında üretilen Kızılçam, Anadolu Karaçamı ve Toros Sediri fidanlarında kalite sınıflaması araştırmaları. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye.
- Barčić D., Dubravac T., Vučić M., 2020. Potential hazard of open space fire in black pine stands (*Pinus nigra* J.F. Arnold) in regard to fire severity. SEEFOR 11, 161–168.
- Bernier, P. Y., Lamhamedi, M.S., Simpson, D.G., 1995. Shoot root ratio is of limited use in evaluation the quality of container conifer stock, *Tree Planters' Notes* 46(3) 102-106.
- Brestic, M., Zivcak, M., 2013. PSII fluorescence techniques for measurement of drought and high temperature stress signal in crop plants: protocols and applications. In 'Molecular stress physiology of plants'. (EdsGRout, A Das), 87–131 p. (Springer: New Delhi, India).
- Brestic, M., Zivcak, M., Hauptvogel, P., Misheva S., Kocheva, K., Yang, X., Li, X., Al-lakhverdiev, S.I., 2018. Wheat plant selection for high yields entailed improvement of leaf anatomical and biochemical traits including tolerance to non-optimal temperature conditions. Photosynthesis Research, 136, 245–255.
- Choat, B., Ball, M.C., Luly, J.G., Donnelly, C.F., Holtum, J.A., 2006. Seasonal patterns of leaf gas exchange and water relations in dry rain forest trees of contrasting leaf phenology. Tree Physiology 26(5), 657-664.
- Deligöz, A., 2007. Anadolu Karaçamı [*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] Fidanlarına Ait Bazı Temel Morfolojik ve Eko-fizyolojik Özelliklerinin Dikim Başarısına Etkisi. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye.
- Deligöz, A., Genç, M., Özçelik, H., 2009. Kalite sınıflamasının Anadolu karaçamı [*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] fidanlarının arazi performansına etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri: A(2) 37-50.
- Demir, E., 2019. Bazı Anadolu Karaçamı [*Pinus nigra* J.F. Arnold ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] Orijinlerinin Tohum ve Fidan Aşamasında Kuraklığa Dayanıklılığı. Yüksek Lisans Tezi, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Çankırı, Türkiye.
- Demircioğlu, N., Ayan, S., 2004. KastamonuTaşköprü orman fidanlığı ekolojik koşullarında Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) fidanlarının büyüme dönemleri, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Biyologlar Derneği - Tübitak, V. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, Doğa ve Çevre, s. 107-114, 5-8 Ekim 2004, Bolu.
- Dickson, A., Leaf, A.L., Hosner, J.F., 1960. Quality Appraisal of White Spruce and White Pine Seed-lings Stock in Nurseries. Forestry Chronicle 36 (1), 10-13.
- Dirik, H., 1990. Orman Ağacı Fidanlarının Büyüme-Uyku Ritimleri ve Bunun Fidanlık Çalışmalarındaki Önemi, İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri.B, Cilt 40, Sayı 1: 88-99.
- Dirik, H., 1999. Dikim mevsiminde Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe.) fidanlarındaki fizyolojik değişimler ve bunun dikim başarısı üzerindeki etkileri. İÜ Orman Fakültesi Dergisi 49A (2) 59-74.
- Ertekin M., Özel H.B., 2010. Black pine (*Pinus nigra* Arnold.) and Lebanon cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) plantations in the scope of erosion control practices in Çorum region, Turkey. Bartın Forestry Faculty Journal 12, 77–85.
- Freer-Smith, P., Muys, B., Bozzano, M., Drössler, L., Farrelly, N., Jactel, H., Korhonen, J., Minotta, G., Nijnik, M., Orazio, C., 2019. Plantation Forests in Europe: Challenges and Opportunities. From Science to Policy 9. European Forest Institute: 52. Available at: <https://efi.int/publications->

- [bank/plantation-forests-europe-challenges-and-opportunities.](#)
- Genç, M., Yahyaoglu, Z., 2007. Üretim-Yetiştirme Koşulları ve Etkileri. In: Fidan Standardizasyonu, Standart Fidan Yetiştirmenin Biyolojik ve Teknik Esasları. (Yahyaoglu Z ve Genç M eds.), Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları 75: 37-215.
- Genç, M., Güner, ř.T., şahan, A., 1999. Eskişehir, Eğirdir ve Seydişehir Orman Fidanlıklarında 2+0 Karaçam Fidanlarında Morfolojik İncelemeler. Journal of Turkish Agriculture & Forestry 23 (Ek Sayı 2) 517-525 .
- Genç, M., Yahyaoglu, Z., 1994. Eğirdir, Seydişehir ve Eskişehir Orman Fidanlıklarında 2+0 Yaşlı Anadolu Karaçamı Fidanlarında Morfolojik İncelemeler. Bildiri, SDÜ. VIII. Mühendislik Haftası, Isparta, 28 s.
- Gökdemir ř., Tosun S., Palazoglu Z.Ö., Arslan M., Coşgun S., Türker H., Tokcan M., 2012. Results of Provenance Trials of Black Pine (*Pinus nigra* Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) at the 25 Year in Turkey. Ankara, Central Anatolia Forestry Research Publications: 40.
- Gökdemir, ř. ve Kızmaz, M., 1998. Toros Göknaı (*Abies cilicica* Carr.)'nın Fidanlık Tekniği Üzerine Araştırmalar. İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi Orman Bakanlığı Yayın No: 121, Dergi No:82., 7-40, Ankara.
- Jedrowski, C, Brüggemann, W., 2015. Imaging of fast chlorophyll fluorescence induction curve (OJIP) parameters, applied in a screening study with wild barley (*Hordeum spontaneum*) genotypes under heat stress. Journal of Photochemistry and Photobiology B, Biology, 151, 153–160.
- Kezik, U., Kocaçınar, F., 2014. Kurak ve Yarı-Kurak Bölgelerde Yayılış Gösteren *Quercus branthii* L. Baltalıklarında Seyreltmenin Su Potansiyeli ve Sürgün Durumu Üzerine Etkisi. II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu Bildiriler Kitapçığı 699-713.
- Kılıç, M., Sayman, M., Akbin, G., Akgül, A., 1999. Farklı sulama uygulamalarının yastıkta yetiştirilen Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) fidanlarının gelişim üzerine etkileri. Orman Bakanlığı, Ege Bölgesi, Orman Toprak Lab. Müd., Orman Bakanlığı Teknik Bülten Yayın No: 65, İzmir.
- Kızmaz, M., 1993. Karaçam fidanlarının kalite sınıflarının belirlenmesi üzerine araştırmalar. Orm. Arş. Enst. Yayınları, Teknik Bülten No:238-241, 7-36.
- Landis, T.D., Dumroese, R.K., Haase, D.L., 2010. The Container tree nursery manual, Volume 7, Seedling processing, storage, and outplanting agric. Hand book. 674. Washington, U.S. Department of Agriculture Forest Service, 200 p.
- Lopushinsky, W., 1990. Seedling moisture status. In: Rose R, Campbell SJ, Landis TD, editors. Proceedings, *Target seedling symposium*, Combined meeting of the Western Forest Nursery Associations. USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, General Technical Report. RM–200: 123-138.
- Maxwell K., Johnson, G.N., 2000. Chlorophyll fluorescence a practical guide. Journal of experimental botany, 345, 659-668.
- Mikulová, K., Jarolímek, I., Bacigál, T., Hegedüřová, K., Májeková, J., Medvecká, J., Slabejová, D., řibík, J., řkodová, I., Zaliberová, M., řibíková, M., 2019. The effect of non-native black pine (*Pinus nigra* J. F. Arnold) plantations on environmental conditions and undergrowth diversity. Forests 10, 548.
- Öner N., İmal B., 2007. Çankırı ili orman varlığı ve ağaçlandırma çalışmaları. Çankırı Araştırmaları Dergisi 2: 275–285.
- Öner, N., Erşahin, S., Ayan, S., Özel, H.B., 2016. Rehabilitation of semi-arid areas in Central Anatolia. Anatolian Journal of Forest Research 2, 32–44.
- Ritchie, G.A., 2006. Chlorophyll fluorescence, what is it and what do the numbers mean, USDA Forest Service Proceedings RMRS, 43 p.
- Scholander, P.F., Hammel, H.T., Bradstreet, E.D., 1965. Sap pressure in vascular plants. Science 148, 339-346.
- Semerci H., Öztürk H., Semerci A., İzbırak A., Ekmekçi Y., 2008. Değişik İslah zonlarından örneklenen Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. ssp. *nigra* var. *caramanica* (Loudon) Rehder) orijinlerinin dona ve kuraklığa dayanıklılıklarının belirlenmesi. Orman Ağaçları ve Tohumları İslah Araştırma Müdürlüğü Yayını, Teknik Bülten, 21, 1–54.
- Taiz, L., Zeiger, E., 2008. Bitki fizyolojisi (Plant physiology), Üçüncü baskıdan Türkçeye çeviri Türkan, İ., (ed), Palme yayıncılık, Ankara.
- Thurm E.A., Hernandez L., Baltensweiler A., Ayan S., Razstovits E., Bielak K., Mladenov Zlatanov T., Hladnik D., Balic B., Freudenschuss A., Büchsenmeister R., Falk W., 2018. Alternative tree species under climate warming in managed European forests. Forest Ecology and Management 430, 485–497.
- Tschaplinski, T.J., Gebre, G.M., Shirshac, T.L. (1998). Osmotic potential of several hardwood species as affected by manipulation of throughfall precipitation in an upland oak forest during a dry year. Tree physiology, 18(5), 291-298.
- Xu, H., Li, Y., 2006. Water-use strategy of three central Asian desert shrubs and their responses to rain pulse events. Plant and soil, 285(1), 5-17.
- Yer, E. N., Ayan, S., 2011. Growth Stages of Bare Rooted Seedlings of Taurus Cedar and Anatolian Black Pine in Eskişehir Forest Nursery Conditions, Journal of Forestry Faculty, Kastamonu University, 11(2), 219-227.



Ooencyrtus pityocampae (Mercet) (Hymenoptera: Encyrtidae)'nın *Graphosoma lineatum* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) yumurtalarındaki etkinliği ve parazitlenme süresinin etkisi¹

Naghm Nooruldeen Saab¹, Ziya Şimşek², Yalçın Kondur³

¹ Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü 18200 Çankırı, Türkiye

² Emekli Öğretim Üyesi, Ankara, Türkiye

³ Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi 18200 Çankırı, Türkiye

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 23/02/2023

Kabul Tarihi: 08/05/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1255534>

*Sorumlu Yazar:

yalcinkondur@karatekin.edu.tr

ÖZ

Bu çalışmada Çam Keseböceği [*Thaumetopoea pityocampa* (Den.&Schiff.)'nin (Lep.: Notodontidae)]'nin önemli yumurta parazitoiti olan *Ooencyrtus pityocampae* (Mercet) (Hym.: Encyrtidae)'nın *Graphosoma lineatum* (L.) (Het.: Pentatomidae) yumurtalarındaki etkinliği ve parazitlenme süresinin etkisi ele alınmış olup çalışmalar 25±1°C sıcaklık ve %65±5 neme ayarlı iklim odasında yürütülmüştür. Değişik sürelerde (24, 48 ve 72 saat) parazitlenmeye bırakılan yumurtalarda parazitoitin bir dölünü tamamladığı süre (gün) ve parazitlenme oranları (%) belirlenmiştir. *O.pityocampae* ve *G.lineatum*'un gelişimlerini sırasıyla 15-19 ve 7-8 günde tamamladıkları saptanmıştır. Değişik sürelerde gerçekleşen parazitlenme oranları arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Parazitoit gelişme süreleri bakımından en erken parazitoit çıkışlarının (14,97±0,45 gün) 48 saat süreyle parazitlenmeye bırakılanlarda gerçekleştiği tespit edilmiştir. *O.pityocampae*'nin *G.lineatum* yumurtaları üzerinde yetiştirilmesi düşünüldüğünde; parazitlenme oranının yüksek olması ve nispeten kısa sürede gelişmesi bakımından 48 saatlik sürenin uygun olabileceği kanısına varılmıştır.

Araştırma Makalesi

Anahtar Kelimeler: *Ooencyrtus pityocampae*, *Graphosoma lineatum*, *Thaumetopoea wilkinsoni*, parazitoit yetiştirme

Effect of parasitization duration and efficiency of *Ooencyrtus pityocampae* (Mercet) (Hymenoptera: Encyrtidae) on *Graphosoma lineatum* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) eggs

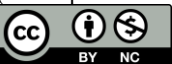
ABSTRACT

The parasitization efficiency and the effect of parasitization duration on *Ooencyrtus pityocampae* (Mercet) (Hym.: Encyrtidae), an important egg parasitoid of the Pine Processionary Moth [*Thaumetopoea pityocampa* (Den.&Schiff.) (Lep.: Notodontidae)], on *Graphosoma lineatum* (L.) (Het.: Pentatomidae) eggs were evaluated in this study. Studies were carried out in climate chamber that set to 25±1°C temperature, 65±5% humidity conditions One generation completion duration (days) and parasitization ratios (%) were determined at 24, 48 and 72 hour-periods. *O.pityocampae* and *G.lineatum* completed their developments between 15-19 days and 7-8 days respectively. There was not significant difference among parasitization ratios within 24, 48 and 72-hour periods. The shortest parasitoid emergence duration was 14.97±0.45 days when the host eggs were exposed to the parasitoid within 48 hours. In case of mass rearing of *O.pityocampae* on *G.lineatum* eggs, 48-hour parasitization duration may be much efficient owing to both high parasitization ratio and shorter development duration.

Key Words: *Ooencyrtus pityocampae*, *Graphosoma lineatum*, *Thaumetopoea wilkinsoni*, parazitoid rearing

Bu makaleye atf:

Saab, N.N., Şimşek, Z., Kondur, Y., 2023. *Ooencyrtus pityocampae* (Mercet) (Hymenoptera: Encyrtidae)'nın *Graphosoma lineatum* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) Yumurtalarındaki Etkinliği ve Parazitlenme Süresinin Etkisi¹ Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(1), 70-80.



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

¹ Bu çalışma birinci yazarın Doktora tezinin bir bölümüdür.

1. Giriş

Çankırı orman varlığı ele alındığında; orman alanının %35 (30728 ha)'inin Ilgaz ilçesi sınırları içerisindeki orman alanlarında yer aldığı, ormanların yaklaşık %60'ının Sarıçam ve Karaçam; %15-20'sinin Göknaar; %10'unun Meşe; %10-15'inin ise diğer ağaç türlerinden oluştuğu; buna göre, Çankırı ilinin orman varlığının oldukça sınırlı olduğu söylenebilir (Şimşek ve Kondur, 2006). Buna karşın Çankırı orman alanları, orman zararlıları bakımından incelendiğinde; iğne yapraklılarda 10 böcek türünün ana zararlı durumunda bulunduğu ve Çam Keseböceği [*Thaumetopoea pityocampa* (Den.&Schiff.) ve *T. wilkinsoni* Tams] (ÇKB)'nin bunlar arasında ilk sıralarda yer alıp zaman zaman da epidemi yaptığı anlaşılmıştır (Şimşek ve Kondur, 2006). Bu önemli zararlı popülasyonunun baskı altına alınmasında rol oynayan faktörlerden birisinin yumurta parazitoitlerinden *Ooencyrtus pityocampae* (Mercet) (Hymenoptera: Encyrtidae) (OP)'nin potansiyel biyolojik etmen olduğu ve kontrollü koşullarda kitle üretimine adapte olabileceği bilindiğinden (Tiberi vd., 1994) bu konu üzerinde yapılan literatür taramalarında, Çankırı (Eldivan)'da ÇKB'nin zararlı olduğu Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) orman alanında yumurta parazitoitlerinin ve etkinliğinin belirlenmesi amacıyla bir çalışmanın yürütülmüş olduğu; çalışma sonucunda; üç parazitoit türü [*Ooencyrtus pityocampae* (Mercet) (Hym., Encyrtidae) (OP), *Anastatus bifasciatus* Geoffroy (Hym., Eupelmidae) ve *Baryscapus servadeii* Domenichini (Hym., Eulophidae)]'nin bulunduğu ve bunlardan OP'nin dominant parazitoit tür olup ÇKB yumurtalarında ort. %10,92 oranında parazitlenmeye neden olduğu anlaşılmıştır (Şimşek vd., 2017). Bunun üzerine, yapılan ayrıntılı literatür çalışmasında, gerek ülkemiz ve gerekse dünya ölçeğinde OP'nin ÇKB'nin yaygın ve hakim parazitoit türü olduğu ve bazı ülkelerdeki biyolojik mücadele uygulamalarında ve laboratuvar çalışmalarında da bu yumurta parazitoitinin kullanıldığı belirlenmiştir (Masutti vd., 1993; Tsankov vd., 1998; Mirchev vd., 1999; Tsankov vd., 1999; Mirchev vd., 2012; Battisti vd., 2015; Mirchev vd., 2015; Samra vd., 2015a; Şimşek vd., 2017; Voyvot, 2018; Erkaya, 2020; Georgieva vd., 2020).

Yine literatür taramalarında, *Ooencyrtus* cinsine bağlı türlerin, çok sayıda tarım ve orman zararlılarına da saldıran soliter polifag yumurta parazitoiti olduğu (Tunca vd., 2016); bu cinse bağlı 10 türün biyolojik mücadele programlarında kullanıldığı (Noyes ve Hayat, 1984; Huang ve Noyes, 1994); ÇKB'nin en etkili parazitoiti OP'nin laboratuvarda çoğaltılarak salıvermek suretiyle bazı ülkelerde bu orman zararlısının mücadelesi amacıyla kullanıldığı tespit edilmiştir (Battisti vd., 1990; Masutti vd., 1993; Tiberi vd., 1994; Zhang vd., 2005; Binazzi vd., 2015; Samra vd., 2015b). Bu kapsamda, değişik araştırmacıların yaptıkları çalışmalarda, OP'nin asıl konukçusu ÇKB'nin dışında, çok sayıda alternatif konukçularının da bulunduğu, bu türler arasında *Gonocerrus juniperi* Herrich-Schaffer (Hemiptera: Coreidae), *Aelia rostrata* (Boh), *Carpocoris* sp., *Dolycorus baccarum* (Linnaeus), *Eurydema ventralis* (Kolenati), *E. oleraceum* (L.), *Graphosoma lineatum* (Linnaeus), *Halyomorpha halys* (Stal.), *Nezara viridula* (L.), *Piezodorus lituratus* (F.), *Rhaphigaster nebulosa* Poda, *Stenozygum coloratum* (Klug) (Hemiptera: Pentatomidae), *Rhynocoris iracundus* (Poda) (Heteroptera: Reduviidae), *Eurygaster maura* (Linnaeus) (Hemiptera: Scutelleridae),

Bombyx mori L. (Lepidoptera: Bombycidae), *Dendrolimus pini* (L.) (Lepidoptera: Lasiocampidae), *Pheosia tremula* Clerk (Lepidoptera: Notodontidae), *Hyloicus pinastri* (L.) (Lepidoptera: Sphingidae) gibi pek çok sayıda türün de yer aldığı anlaşılmıştır (Halperin, 1990; Tiberi vd., 1991; Masutti vd., 1993; Tiberi vd., 1993; Battisti vd., 1998; Samra vd., 2015a; Federico vd., 2016; Samra vd., 2018; Tunca vd., 2019). OP'nin asıl konukçusu ÇKB'nin dışında, sözü edilen konukçu böceklerin saptanmış olması, ÇKB'nin üretim çalışmalarına da yeni bir boyut getirmiştir. Bu bağlamda, OP'nin hem asıl konukçusu ÇKB ile hem de sözü edilen sekonder türlerle ilişkileri üzerinde ayrıntılı çalışmalar yapılmıştır. Yapılan bazı çalışmalarda, ÇKB'nin yumurta paketlerinin; çam sürgünlerine yaz sonunda ve sonbaharda, lokasyona bağlı olarak, Ağustos sonundan Kasım'a kadar yumurtalarını bıraktığı ve OP'nin 2 veya 3 döl verebilmesine imkan sağladığı, son generasyona ait bireylerin önemli bölümünün parazitlenmiş olduğu konukçu ÇKB'nin yumurtası içerisinde, son dönem larva olarak diyapozda geçirdiği (Halperin, 1990; Kitt ve Schmidt, 1993; Tsankov vd., 1996; Schmidt vd., 1999; Mizrachi, 2006), müteakip yılda, ilkbaharda ve yaz başında, çoğunlukla Nisan-Haziran arasında (ÇKB'nin ilk kez yumurta koçanlarının görülmesinden 2-4 ay önce) bu parazitli yumurtalardan OP erginlerinin çıktığı, ÇKB'nin yumurta bırakma periyodu ile OP erginlerinin çıkışı arasındaki bu uyumsuzluğun (asynchrony), Akdeniz civarında bazı alanlarda gözlemlendiği anlaşılmıştır (Wilkinson, 1926; Kitt ve Schmidt, 1993; Tsankov vd., 1996; Mizrachi, 2006). OP'nin Mayıs-Haziran aylarında çıkmasına karşın ÇKB yumurtalarını Temmuz ortasından sonra bıraktığından bu senkronize olamama durumunun İtalya'da da benzer şekilde ortaya çıktığı kaydedilmiştir (Masutti, 1964; Tiberi, 1978). Buna göre OP'nin yılda iki uçuş periyodu bulunmaktadır. Bunlardan birincisi, bir önceki yıldan parazitlenmiş ÇKB yumurtalarından geç ilkbaharda çıkanlar; diğeri de yaz boyunca yeni bırakılmış ÇKB yumurtalarından çıkarak orman alanına dağılan (Masutti, 1964) ve çam ormanında kışlayan diğer böceklerin (Heteroptera ve Lepidoptera) yumurtalarını da başarılı bir şekilde parazitleyen generasyonlardır (Battisti vd., 1998). Burada önemli husus, OP'nin asıl konukçusu ÇKB'nin yumurtalarının bulunmadığı dönemlerde, OP'nin yukarıda sözü edilen sekonder konukçularının yumurtalarının devreye girerek bu doğal düşmanın varlığını sürdürmesinin tespit edilmiş olmasıdır.

Bu tespitin yanında, ÇKB ile OP ve OP ile yukarıda sözü edilen sekonder konukçu böcekler arasındaki ilişkilerin bilinmesi, ÇKB'nin Entegre Mücadelesi açısından da büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, OP'nin ÇKB'nin en etkin ve hakim yumurta parazitoiti türü olması yanında, üretiminin de nispeten kolay olması (Bellin vd., 1990; Halperin, 1990), polifag bir tür olup yaşam süresinin yaklaşık iki ay kadar uzun sürmesi (Battisti vd., 1998) gibi nedenlerden dolayı bu doğal düşman üzerinde çok sayıda çalışma yapılmıştır. Ancak, OP'nin yukarıda belirtilen çok sayıda konukçu böcekler üzerinde ayrıntılı çalışmalarının sürdürülmesinin yararlı olacağı düşünülmüştür. Bu bağlamda, arazi çalışmaları sırasında, Çankırı Merkez ilçede hem Dereotu (*Anethum* spp.: Apiaceae) ile Pıtrak (*Xanthium* spp.: Asteraceae) bitkilerinin yaz boyunca doğal olarak yetişmesi, hem de bu bitkiler üzerinde sekonder konukçu *Graphosoma lineatum* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) (GL) erginlerinin bulunması, doğadan temin

edilme durumu ve laboratuvar çalışmasında üretiminin nispeten kolay olması gibi nedenlerden dolayı bu konuda çalışmanın uygun olacağı kanısına varılmıştır. Yukarıda verilen literatür bildirişleri de göz önünde bulundurularak, ÇKB'nin önemli yumurta parazitoiti olup soliter ve üniseksüel (tek cinsiyetli) üreme avantajına sahip OP'nın, sekonder konukçularından GL yumurtalarındaki etkinliği ve parazitlenme süresine ilişkin bir çalışmaya rastlanılmamış olmasından dolayı bu çalışma ele alınmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Materyal

Eldivan (Çankırı) Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) orman alanında zararlı olan Çam Keseböceği (ÇKB)'nin yumurta parazitoiti *Ooencyrtus pityocampae* (Mercet) (Hymenoptera: Encyrtidae) (OP) ile alternatif konukçusu *Graphosoma lineatum* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) (GL) bu çalışmanın ana materyalini oluşturmuştur.

Laboratuvar çalışmalarında, konukçu GL'un doğadan toplanması amacıyla atrap, naylon poşetler, buz kabı; konukçunun laboratuvarında yetiştirilmesi için değişik ölçülerde deneme kutuları, tülbent bez ve değişik bitkiler, dal kesme makası, fırça, pens kullanılmıştır. Parazitoit OP'nın laboratuvarında beslenmesi için ise bal kullanılmıştır. Ayrıca deney tüpleri, tülbent bez, pens, havlu kağıt, fırça, makas, eldiven, etil alkol (%70) ise yardımcı materyal olarak yer almıştır. Laboratuvar çalışmaları, Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesinde, 25°C sıcaklık ve %65±5 neme, 16:8 aydınlık: karanlık koşullarına ayarlanmış iklim odasında yürütülmüştür (Şimşek vd., 2017).

2.2 Yöntem

2.2.1 Parazitoit *Ooencyrtus pityocampae* (Mercet) (Hymenoptera: Encyrtidae) (OP)'nin elde edilmesi

OP'nın; gerek Çankırı orman alanında ve gerekse ülkemizin diğer ormanları ile dünya genelinde Çam Keseböceği (ÇKB)'nin en etkin ve hakim yumurta parazitoiti türü olması yanında (Tsankov vd., 1998; Mirchev vd., 2012; Battisti vd., 2015; Mirchev vd., 2015; Şimşek vd., 2017; Voyvot, 2018), nispeten kolayca üretilebildiği için (Bellin vd., 1990; Halperin, 1990) bu doğal düşmanın öncelikle laboratuvar kültürünün oluşturulmasına çalışılmıştır. Bu amaçla, ÇKB ile bulaşık olduğu bilinen Çankırı-Eldivan ve Çankırı-Korgun (Sarıdağ) Karaçam ağaçlarından oluşan orman alanına, OP'nın bir yıl önceden parazitlenmiş olduğu ÇKB yumurtalarından parazitoit erginleri henüz çıkmadan önce (2020 yılı Mart ayında) gidilmiş, Karaçamlar önce gözle kontrol edilmiş, ÇKB ile bulaşık dallar, dal makası ile kesilerek buz kabında laboratuvara getirilmiştir. ÇKB'nin artıkları ve larvaları ile bulaşık dal örnekleri, eldiven giyilerek temizlenmiş ve içerisinden ÇKB yumurta koçanları ayrılmıştır. Her yumurta koçanı, kurummasını önlemek için içerisinde saf su bulunan tüplere ayrı ayrı yerleştirilmiş, ağız kısımları nemlendirilmiş pamuk ile kapatılmıştır. Bu şekilde 10 adet yumurta koçanından oluşan ana kültür oluşturulmuştur. Bunlar, gün aşırı kontrol edilerek çıkan ergin parazitoitler her deney tüpüne (1x7 cm) 10'arlık gruplar halinde olmak üzere 10

tüpe ayrı ayrı yerleştirilmiş, ağız kısmı tülbentle kapatılıp parazitoitlerin beslenmesi için üzerine toplu iğne başı büyüklüğünde 1:1 oranında hazırlanmış bal sürülerek (Shaw, 1997) OP'nın laboratuvar kültürü oluşturulmuştur.

2.2.2 Konukçu *Graphosoma lineatum* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae)'un yetiştirilmesi ve yumurtalarının elde edilmesi

Sera ve meyveciliğin yoğun olarak yapıldığı Çankırı Merkez'de doğal olarak yetişmekte olan Dereotu (*Anethum* spp: Apiaceae) ile Pıtrak (*Xanthium* spp.: Asteraceae) bitkileri üzerinde bulunduğu tespit edilmiş olan GL erginlerinden (Şekil 1) 100-150 adet, atrapla ve elle rastgele toplanıp konukçu bitkilerle birlikte kavanozlara bırakılıp buz kabı içerisinde laboratuvara taşınmıştır.

Laboratuvara getirilen GL erginlerin dişi ve erkek bireyleri (♀+♂) karışık olacak şekilde, 30'lu gruplar halinde, içerisi tülbentle kaplı ve üst tarafında 5'er cm çapında iki adet havalandırma deliği bulunan şeffaf kültür kutularına (22x34x14 cm), konukçu bitki ile beraber yerleştirilip kapağı kapatılmıştır (Şekil 2). Böceklerin yumurta bırakmalarını sağlamak için kültür kutuları içerisine yaklaşık 2 cm eninde ve 10'ar cm uzunluğunda kesilmiş tülbent ile aynı ölçülerde havlu kağıt şeritler yerleştirilmiştir. Kutu içerisine yerleştirilmiş nemlendirilmiş pamukla böceklerin su ihtiyacı karşılanmıştır. Bu şekilde en az 3 adet kültür kutusunda GL kültürü oluşturularak yukarıda sözü edilen koşullara sahip laboratuvara yerleştirilmiştir. Böceğin getirildiği alanda, kültür alanı dışında doğal olarak yetişmekte olan konukçu Dereotu bitkisi, taze besin olarak verilmiş ve 3'er gün aralıklarla tazesiyle değiştirmiştir. Haftada bir kez de kutular dezenfekte edilmiş ve içerisindeki tülbent ve konukçu bitkiyle birlikte yenisiyle değiştirilmiştir. GL yumurtalarının elde edilmesi amacıyla kafesler günlük olarak kontrol edilerek konukçu böcek yumurta kültürü oluşturulmuştur.



Şekil 1. Çankırı (Merkez)'da *Graphosoma lineatum* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) erginlerinin üzerinde tespit edildiği Dereotu (*Anethum* spp.) ve Pıtrak (*Xanthium* spp.) bitkileri



Şekil 2. Dereotu (*Anethum* spp.)'nin kültür kutularına yerleştirilmesi

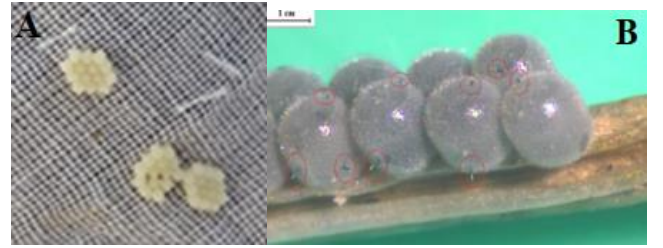
2.2.3 *Ooencyrtus ptyocampae* (Mercet) (Hymenoptera: Encyrtidae)'nın *Graphosoma lineatum* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) üzerindeki etkinliğinin belirlenmesi

Çalışmada, OP ergini ile konukçu GL yumurtalarının değişik sürelerde sunulması durumunda parazitlenmeye etkisinin değerlendirilmesi amacıyla 24, 48 ve 72 saatlik süreler esas alınmıştır. Her bir süre kademesinde 4'er tekrür oluşturulmuş, 24 ve 48 saatlik süreler için her bir tekrürde 10 adet, 72 saatlik sürede ise her bir tekrürde 8-9 yumurta paketi (genellikle 14 adet yumurtadan oluşan) bir tekrür olarak değerlendirilmiştir. Çalışmalarda; OP'nın çıkış oranını sıkça etkileyen başlıca faktör olarak konukçu ve parazitoitin yaşı dikkate alınarak (Eliopoulos, 2003; Tunca vd., 2015); GL'un 1-5 gün yaşındaki yumurtaları ile OP'nın da 1-5 gün yaşındaki ergin dişilerinin kullanılmasına özen gösterilmiştir.

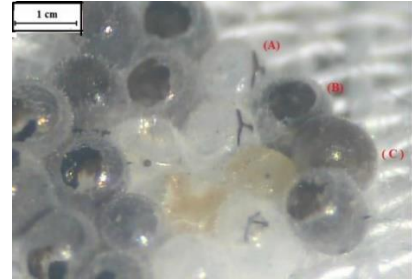
GL'nin yumurta eldesi amacıyla yetiştirilen yukarıda sözü edilen kültür kafesleri, gün aşırı kontrol edilmiş; genellikle 14 adet yumurtadan oluşan *G. lineatum*'un yumurta paketlerinin bulunduğu tülbenet veya havlu kağıt parçasının üzerinde bulunan yumurta paketleri (Şekil 3A) yaklaşık 1 cm²'lik kısımla birlikte makasla kesilip alınmış ve her bir deney tüpüne (1x7 cm) 1 adet olacak şekilde yerleştirilmiştir. Bu işlemten hemen sonra, parazit kültüründen aspiratör yardımıyla alınan 1 adet 1-5 günlük OP dişi tüpe verilmiş ve parazitoitin beslenmesi amacıyla 1:1 oranında hazırlanmış baldan yeterli miktarda sürülerek pamukla tüpün ağzı kapatılmıştır. Bu şekilde hazırlanan tüpler; çalışma kapsamında 24, 48 ve 72 saat süreyle parazitoitle birlikte yukarıda sözü edilen iklim odasına yerleştirilmiş, tekrürlerdeki deney tüplerinde bulunan yumurta paketleri stereo-mikroskop altında gün aşırı olarak kontrol edilmiştir. Kontroller, parazitoit çıkışları tamamlanmaya kadar gün aşırı devam edilmiştir. Kontrol sırasında, yumurta paketinde bulunan yumurtaların durumu [*parazitli*: başlangıçta yumurta kabuğunun dışına uzayan yumurta sapı (egg-stalk) olup daha sonra siyahlaşan yumurtalar (Şekil 3B); *nimf çıkmış*: konukçu nimfi çıkarlar, çıkış deliği muntazam ve yumurta kabuğu şeffaf olanlar (Şekil 4A); *parazitli olduğu halde açılmayanlar*: ergin çıkış olmayanlar (Şekil 4C); *bozuk*: açılmayıp sarı renge dönen veya deforme olup içi boş olanlar (Şekil 5A) ile *parazitoit çıkarlar*: kabuğu siyah renkli ve çıkış deliği muntazam olmayanlar (Şekil 4B ve Şekil 5B), çıkış noktaları ayrı ayrı kaydedilmiştir. Kontroller sırasında parazitli yumurtalardan çıkan dişi parazitoitler, yumurtalarda süper parazitlenmenin engellenmesi için, sayılarak tüpten uzaklaştırılmıştır.

Konukçu yumurtaları, yukarıda belirtilen sürelerde, parazitoite maruz bırakıldıktan sonra, parazitoit erginleri çıkıncaya kadar laboratuvar ortamında tutulmuştur. Konukçu

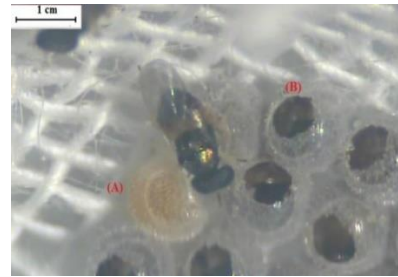
yumurtalarından dişi parazitoitlerin çıkışları tamamlandıktan sonra, Ringer solüsyonu (6.5 g NaCl, 0.42 g KCl, 0.25 g CaCl₂ ve 1 mol sodyum bikarbonat+1 litre destile su) içerisinde (Bertil, 2001), stereo-mikroskop altında yumurta paketindeki yumurtalar, yukarıdaki parametrelere göre, ayrı ayrı incelenerek OP'nın konukçu GL yumurtalarında gelişme süresi (yumurtaların ergin oluncaya kadar geçen süre) ile parazitlenme oranları (parazitli yumurta sayısı/toplam yumurta sayısı) ile ergin çıkış oranları (%) ayrı ayrı belirlenmiştir. Ergin çıkışı olmayan yumurtalar yine stereo-mikroskop altında Ringer ortamında ok uçlu iğne yardımıyla teker teker açılarak açılmama nedenleri ile parazitoitin konukçu yumurtasından çıkış yerleri (üstten, yandan) ayrı ayrı tespit edilmiştir. Sözü edilen bu işlemler toplam 1596 adet GL yumurtasında yapılmıştır.



Şekil 3. *Graphosoma lineatum* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) yumurtalarının kültür kutuları içerisindeki tülbenet üzerine bırakılmış yeni bırakılmış yumurta paketleri (A) ile *Ooencyrtus ptyocampae* (Mercet) (Hymenoptera: Encyrtidae) tarafından parazitlenmiş *G. lineatum* yumurtaları (B)



Şekil 4. *Graphosoma lineatum* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae)'un nimfi çıkmış (A), parazitoit çıkmış (B) ve parazitli olduğu halde açılmadığından parazit çıkışı olmayan yumurtaları (C)



Şekil 5. *Graphosoma lineatum* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae)'un parazitlenme sonucunda gelişemeyip bozulmuş yumurtası (A) ile parazitoit çıkmış yumurta (B)

2.2.4 İstatistik değerlendirme

Elde edilen veriler, şekil ve grafiklerle görsel hale getirilmiş; değişik süreler boyunca parazitlenmeye maruz bırakılan GL

yumurtalarından çıkan OP ergin çıkış oranları, GL nimf çıkış oranları ANOVA yöntemiyle karşılaştırılmıştır. Yüzdeler olarak belirtilen verilerin değerlendirilmesinden önce ArcSin dönüşümü yapılmıştır. Verilerin normal dağılıma uygun olduğu kontrol edildikten sonra homojenliği Levene testi ile kontrol edilmiştir. Ayrıca ANOVA testi sonuçlarına göre önemli farklılık tespit edilen grupların ayrıştırılmasında ise Tukey-b çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1 Konukçu *Graphosoma lineatum* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) (GL) ile ilgili bulgular

Ergin: *Ooencyrtus pityocampae* (OP)'nın laboratuvarda yetiştirilmesinde konukçu böcek olarak kullanılan GL, 8-12 mm (0,31–0,47) uzunluğunda ve vücudu hemen hemen yuvarlakça olup oldukça büyük bir pentatomittir. Vücudun üst kısmının asıl rengi portakal sarısı olup uzunluğuna koyu renkli bantlar bulunur. Pronotumda 6 adet siyah bant bulunur. Antenler siyahtır. Keza, abdomenin yan taraflarındaki segmentler sarımsı olup çok sayıda siyah noktalar bulunur (Şekil 6). Bacaklar çoğunlukla portakal rengindedir (Ribes vd., 2008). Dişi ve erkek bireyler genital organlarının durumuna göre (erkeklerde tek segment, dişide ise yumurta koyma deliği bulunur) ayrılabilir.



Şekil 6. *Graphosoma lineatum* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) erginlerinin dorsalden görünüşü

Yumurta: GL yumurtalarını genellikle 14 adet yumurtadan oluşan yumurta paketi halinde yetiştirme kafesi içerisindeki bitkilere veya tülbent üzerine bırakmaktadır (Şekil 7). GL yumurtalarının eninin ortalama 0,556±0,3441 mm (0,499-0,624 mm) ve uzunluğunun ise yine ortalama 0,678±0,3561 mm (0,624-0,741 mm) olduğu belirlenmiştir.

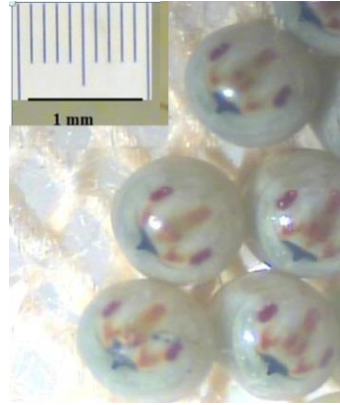


Şekil 7. *Graphosoma lineatum* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) yumurtalarının kültür kafeslerindeki dereotu ile kültür kafesi içerisindeki tülbent üzerine bırakılan yumurta paketleri

Yumurtalar; açılmaya 2-3 gün kala, aslında çıkacak nimfin baş kısmını gösteren ve kırmızı renkli denizci çapasını andıran "çapa dönemi" görülür (Şekil 8). Nimf çıkan konukçu yumurtaları içi boş olup şeffaftırlar. Yumurtalar yaklaşık 1 hafta içerisinde açılarak (7,27±0,52 gün) içerisinde birinci dönem nimler çıkar. Koçak vd. (2009), yumurtaların açılma süresini 5

gün, Pourabad vd. (2008) ise 5-7 gün olarak belirtmektedir. Yumurtadan yeni çıkan nimfler yumurta paketi üzerinde birkaç gün toplu halde bulunurlar (Şekil 9). Bunlar, genellikle 4-5 gün ara ile gömlek değiştirerek 5 nimf dönemi geçirip yeni nesil ergin olurlar. Yumurtadan ergin olması için laboratuvar koşullarında yaklaşık 30 güne ihtiyaç gösterir. Pourabad vd. (2008) GL'un yumurtadan ergin olana kadar 26,80-32,39 gün geçtiğini, Koçak vd. (2009) ise 18,87-27,7 gün arasında geçtiğini bildirmektedir.

Laboratuvar ortamında GL dişilerinin 30 gün süre ile bırakmış olduğu 300 paket (4200 adet) yumurtaların yaklaşık %95'ini (3990 adet) tülbent üzerine, geriye kalan %5'ini (210 adet) de konukçu bitki veya kültür kafesine bıraktığı tespit edilmiştir



Şekil 8. *Graphosoma lineatum* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) yumurtalarında "çapa dönemi"



Şekil 9. Yumurtadan yeni çıkmış *Graphosoma lineatum* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae)'un yumurta paketi üzerinde topluca bulunan nimfler

3.2 Yumurta Parazitoiti *Ooencyrtus pityocampae* (Mercet) (Hymenoptera: Encyrtidae) ile ilgili bulgular

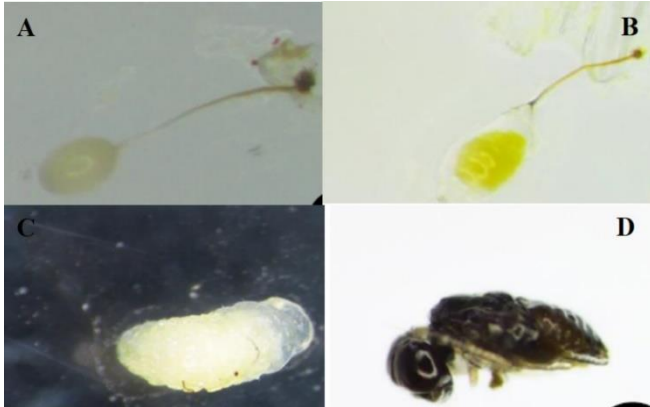
Ergin: Dişinin vücudu nispeten kısa olup baş ve thorax siyahtır. Ön bacaklar uzun olup tarsusu 4 segmentlidir (Şekil 10). Yapılan ölçümlere göre vücut uzunluğu ortalama 0,684±0,2883 mm (0,624-0,725 mm) ve kanat açıklığı ortalama 0,425±0,7453 mm (0,313-0,562 mm) olarak belirlenmiştir. Danarun ve Bumroongsook (2017), ergin vücut uzunluğunun ortalama 0,60±0,09 mm (0,47-0,81 mm), ön kanat uzunluğunun ortalama 0,72 ± 0,11 mm (0,52-0,90 mm) ve genişliğinin ortalama 0,13±0,02 mm (0,10-0,18 mm); arka kanatların ise ortalama 0,45±0,08 mm (0,30-0,60) mm olduğunu bildirmiştir.

OP dişilerinin, farklı davranış biçimleri göstererek konukçu GL'un yumurtalarının yaklaşık 5-10 dakika içerisinde parazitledikleri gözlenmiştir.



Şekil 10. *Ooencyrtus pityocampae* (Mercet) (Hymenoptera: Encyrtidae)'nin dişisinin dorsalden görünüşü

Yumurta: Beyaz renkli, oval biçimde olup (Şekil 11A) parazitlenmesi durumunda, soluk almaya yarayan uzunca yumurta sapı (egg-stalk) bulunmakta olup yumurtanın parazitli olduğunu göstermektedir (Maple, 1947; Nechols *vd.*, 1989; Battisti *vd.*, 1998; Samra *vd.*, 2015b; Danarun ve Bumroongsook, 2017). Bu oluşum, stereo-mikroskop altında kolayca görülmektedir (Loyd, 1938; Binazzi *vd.*, 2013). Buna göre, yumurta kabuğundan dışarı çıkan dikenimsi görüntüden en az bir adet yumurta sapı görülen yumurtanın (Şekil 11A, B) birkaç gün sonra siyaha döndüğü görülmüş olup bu yumurtalar parazitlenmiş olarak değerlendirilmiştir. Yapılan ölçümlere göre yumurta sapının uzunluğu 0,312-0,780 mm (ortalama 0,560±0,1552 mm) olarak tespit edilmiştir. Danarun ve Bumroongsook (2017), *Nephele hespera* (Fabricius, 1775) (Lepidoptera: Sphingidae)'nin yumurta kabuğundan çıkan yumurta sapının uzunluğunun 0,26±0,02 mm; yumurtanın eninin ortalama 0,26±0,02 mm (0,23-0,30 mm) olduğunu, inkübasyon periyodunun 1 gün olduğunu kaydetmiştir. Yumurta ölçümlerimizin Danarun ve Bumroongsook (2017) tarafından yapılan ölçümlerden farklı olmasının, konukçu tür farkından ileri gelebileceği kanısındayız.



Şekil 11. *Ooencyrtus pityocampae* (Mercet) (Hymenoptera: Encyrtidae)'nin yumurtası (A), birinci dönem larvası (B), prepupası (C) ve pupası (D) (Danarun and Bumroongsook, 2017)

Larva: Konukçu yumurtasının içerisi tamamen sıvı ile dolu olduğundan yeni çıkan birinci dönem larvaların hava almasına yarayan yumurta sapı (egg-stalk) ile larvanın irtibatı sağlanmaktadır (Şekil 11B). Larvalar 0,24-0,45 mm uzunluğunda (ortalama 0,36±0,09 mm) ve vücut uzunluğu 0,23-0,47 mm (ortalama 0,33±0,06 mm)'dir. Vücut genişliği ise 0,12-

0,24 mm (ortalama 0,19±0,04 mm)'dir. Bu larva dönemi yaklaşık 1 gün sürer (Danarun ve Bumroongsook, 2017).

Prepupa: Beyaz renkli, yuvarlak vücutlu ve oldukça tombuldur. Yumurta dokusundan ayrılmıştır. Vücut uzunluğu ortalama 1,60±0,07 mm (1,55-1,65 mm), genişliği ortalama 1,05±0,07 mm (1-1,1 mm)'dir (Şekil 11C). Bu süre, yaklaşık 1 gün sürmektedir (Danarun ve Bumroongsook, 2017).

Pupa: Serbest pupa tipinde olup siyah renklidir (Şekil 11D). Anten ve bacaklar hafif sarı olup uzunluğu ortalama 0,86±0,12 mm (0,67-1,11 mm) ve genişliği ise ortalama 0,49±0,07 mm (0,35-0,64 mm)'dir. Pupa dönemi yaklaşık 6-7 gün sürer (Danarun ve Bumroongsook, 2017).

3.3 *Ooencyrtus pityocampae* (Mercet) (Hymenoptera: Encyrtidae)'e sunulan *Graphosoma lineatum* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) yumurtalarının parazitlenmesi üzerinde sürenin etkisi

GL yumurta paketlerinin 1-5 gün yaşındaki OP'ya laboratuvar koşullarında 24, 48 ve 72 saat süreyle sunulması durumunda yumurtaların embriyonik gelişmesi ve parazitoitin popülasyon seyri tekerrürler halinde düzenlenerek Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Bir paket (14 adet) 1-5 günlük konukçu *Graphosoma lineatum* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) yumurtasının 1-5 gün yaşındaki *Ooencyrtus pityocampae* (Mercet) (Hymenoptera: Encyrtidae)'ya laboratuvar koşullarında (25±1°C sıcaklık ve 65±5% orantılı nem) 24, 48 ve 72 saat sunulması durumunda yumurtaların açılma ve nimf, parazitoit çıkış oranları (%)

Süre (Saat)	Tekerrür No	Nimf Çıkış Oranı (%)	Çıkış Olmayan Yumurta (%)	Parazitoit Çıkış Oranları (%)			Parazitlenme Oranları (%)
				Üst (%)	Yan (%)	Ölü (%)	
24	1	5,00	2,14	72,86	20,00	0,00	92,86
	2	0,00	0,00	69,34	30,66	0,00	100,00
	3	2,99	5,22	47,01	22,39	22,39	91,12
	4	7,14	0,71	57,14	20,71	14,29	92,14
	ORT	3,78	2,02	61,69	23,44	9,17	94,03
48	1	0,72	2,16	73,38	23,02	0,72	97,09
	2	2,16	0,72	66,91	23,74	6,47	97,03
	3	0,71	1,43	72,14	21,43	4,29	97,86
	4	5,71	2,86	64,29	20,71	6,43	91,43
	ORT	2,33	1,79	69,18	22,23	4,48	95,85
72	1	0,89	0,00	82,14	16,96	0,00	99,11
	2	0,79	0,00	65,08	34,13	0,00	99,21
	3	0,00	0,00	73,39	24,77	1,83	100,00
	4	0,00	0,79	57,14	30,16	11,90	99,21
	ORT	0,42	0,20	69,44	26,51	3,43	99,38

Çizelge 1 incelendiğinde, 24 saat boyunca OP dişilerine sunulan GL yumurta paketlerinden ortalama %3,78 oranında nimf çıkışı gerçekleştiği, yumurtaların %2,02'sinde herhangi bir çıkış olmadığı, parazitoite sunulan yumurtaların %94,03'ünün parazitlendiği anlaşılmaktadır. Ayrıca, yumurtalardan %9,17'sinin parazitlenmiş olmasına karşın parazitoit çıkışının gerçekleşmediği, değişik dönemlerde (prepupa, pupa ve ergin dönemlerde) konukçu yumurtası içerisinde ölmüş olduğu yumurtaların stereo-mikroskop altında dissekte edilmesiyle anlaşılmıştır. Parazitoit çıkışı olanlardan ise %61,69'unun

konukçu yumurtasının üst kısmından, %23,44'ünün ise yan kısımdan çıktığı belirlenmiştir.

Yine Çizelge 1'de, 48 saat boyunca OP dişilerine sunulan GL yumurta paketlerinden ise ortalama %2,33 oranında nimf çıkışı gerçekleştiği, yumurtaların %1,79'unda herhangi bir nimf çıkışı olmadığı, parazitoite sunulan yumurtaların %95,85'inin parazitlendiği anlaşılmaktadır. Ayrıca, yumurtalardan %4,48'inin parazitlenmiş olmakla birlikte, parazitoit çıkışının gerçekleşmeyerek değişik dönemlerde (prepupa, pupa ve ergin dönemlerinde) konukçu yumurtası içerisinde ölmüş olduğu anlaşılmıştır. Ergin bireylerin %69,18'inin parazitli konukçu yumurtasının üst kısmından, %22,23'ünün ise yan kısımdan çıktığı belirlenmiştir.

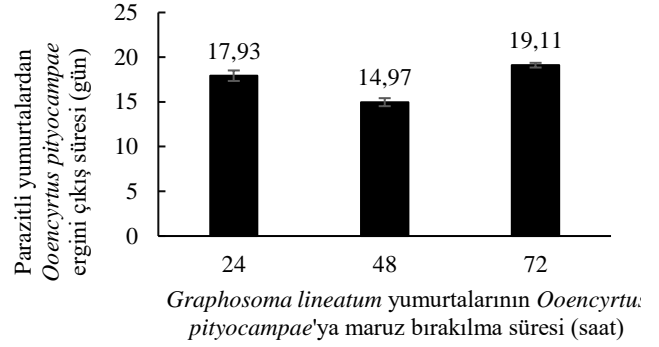
Çalışmanın 72 saat boyunca sürdürülen bölümünden elde edilen bulgulara göre ise (Çizelge 1) konukçu yumurtalarının %0,42'sinden nimf çıkışı gerçekleştiği, yumurtaların %0,20'sinde herhangi bir nimf çıkışı olmadığı, parazitoite sunulan yumurtaların %99,38'inin parazitlendiği anlaşılmaktadır. Ayrıca, yumurtalardan %3,43'ünün parazitlenmiş olmakla birlikte parazitoit çıkışının gerçekleşmeyerek değişik dönemlerde (prepupa, pupa ve ergin dönemlerinde) konukçu yumurtası içerisinde ölmüş olduğu anlaşılmıştır. Ergin bireylerin %69,44'ünün parazitli konukçu yumurtasının üst kısmından, %26,51'inin ise yan kısımdan çıktığı belirlenmiştir.

Elde edilen bulgulara göre, değişik sürelerde (24, 48 ve 72 saat) boyunca parazitoit OP'ya maruz bırakılan GL yumurtalarında parazitlenme oranları bakımından önemli bir farklılığın bulunmadığı anlaşılmaktadır ($F_{(2,9)}=2,813$; $P>0,05$). Buna göre, OP'nın kitle halinde üretimi söz konusu olduğunda 24 saatlik parazitlenme süresinin yeterli olacağı kanısına varılmaktadır. OP tarafından parazitlenmemiş GL nimflerinin çıkış oranları arasında da önemli bir farklılık bulunmamaktadır ($F_{(2,9)}=2,181$; $P>0,05$).

Bir paket (14 adet, 1-5 günlük) konukçu GL yumurtasının 1-5 gün yaşındaki OP'ya laboratuvar koşullarında 24, 48 ve 72 saat süreyle sunulması durumunda OP'nın gelişme sürelerine ilişkin bulgular Çizelge 2 ile Şekil 12'de verilmiştir.

Çizelge 2. Laboratuvar koşullarında ($25\pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklık ve $65\pm 5\%$ orantılı nem) ve değişik sürelerde (24, 48 ve 72 saat) parazitoit *Ooencyrtus ptyocampae* (Mercet) (Hymenoptera: Encyrtidae)'ya maruz bırakılan *Graphosoma lineatum* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) yumurtalarından parazitoit çıkış /gelişme süreleri (gün)

Süre (Saat)	Tekerrür 1	Tekerrür 2	Tekerrür 3	Tekerrür 4	<i>O.ptyocampae</i> 'nin gelişme süreleri (gün) Ort.±Std.Hata
24	18,97	18,93	16,99	16,84	17,93 ± 0,589 (B)
48	15,38	14,79	13,83	15,90	14,97 ± 0,447 (A)
72	19,50	19,33	19,27	18,33	19,11 ± 0,263 (B)



Şekil 12. Laboratuvar koşullarında ($25\pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklık ve $65\pm 5\%$ orantılı nem) ve değişik sürelerde (24, 48 ve 72 saat) parazitoit *Ooencyrtus ptyocampae* (Mercet) (Hymenoptera: Encyrtidae)'ya maruz bırakılan *Graphosoma lineatum* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) yumurtalarından parazitoitlerin ortalama çıkış süreleri (gün)

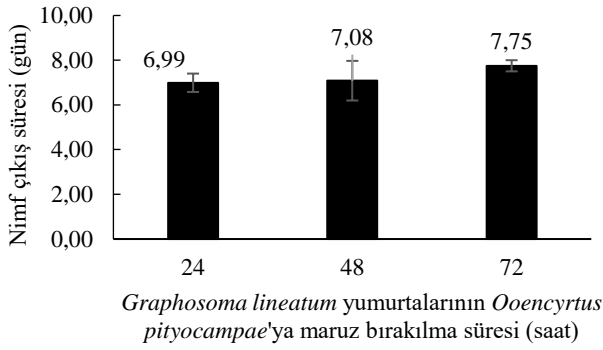
Çizelge 2 ile Şekil 12 birlikte incelendiğinde, GL yumurtaları OP'ya 24, 48 ve 72 saat süre ile sunulduğunda; parazitli yumurtalardan parazitoit çıkış sürelerinin/parazitoitin gelişme sürelerinin aynı sırayla ort. $17,93\pm 0,589$ gün, $14,97\pm 0,447$ gün ve $19,11\pm 0,263$ gün olduğu görülmektedir. Buna göre, değişik sürelerde OP tarafından parazitlenmeye bırakılan GL yumurtalarından en erken parazitoit çıkışının 48 saatlik parazitlenme süresi olduğu ($14,97\pm 0,447$ gün) anlaşılmaktadır ($F_{(2,9)}=22,200$; $P<0,05$).

Değişik süreler (24, 48 ve 72 saat) boyunca parazitoit OP'ye sunulan GL yumurtalarından parazitlenmemiş olanlarından çıkan nimflerin gelişme sürelerine ilişkin özet bilgiler Çizelge 3 ile Şekil 13'te verilmiştir.

Çizelge 3 ile Şekil 13 birlikte incelendiğinde, OP tarafından parazitlenmemiş GL yumurtalarından nimf çıkış sürelerinin; 24 saatlik parazitlenme süresi esas alındığında ortalama $6,99\pm 0,411$ gün, 48 saatlik parazitlenme süresi esas alındığında $7,08\pm 0,886$ gün, 72 saatlik parazitlenme süresi esas alındığında ise $7,75\pm 0,250$ gün olduğu anlaşılmaktadır. Elde edilen bulgulara göre değişik sürelerde OP tarafından parazitlenmeye bırakılan ancak parazitlenmemiş GL yumurtalarından nimf çıkış süreleri arasında önemli bir farklılığın bulunmadığı tespit edilmiştir ($F_{(2,9)}=0,507$; $P>0,05$).

Çizelge 3. Laboratuvar koşullarında ($25\pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklık ve $65\pm 5\%$ orantılı nem) ve değişik sürelerde (24, 48 ve 72 saat) parazitoit *Ooencyrtus ptyocampae* (Mercet) (Hymenoptera: Encyrtidae)'ya maruz bırakılan ancak parazitlenmeyen *Graphosoma lineatum* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) yumurtalarından nimf çıkış süreleri (gün)

Süre (Saat)	Tekerrür 1	Tekerrür 2	Tekerrür 3	Tekerrür 4	<i>G.lineatum</i> 'un nimf çıkış süreleri (gün) Ort.±Std.Hata
24	7,10	6,00	8,00	6,86	6,99±0,411
48	9,00	6,33	8,00	5,00	7,08±0,886
72	8,00	8,00	7,00	8,00	7,75±0,250



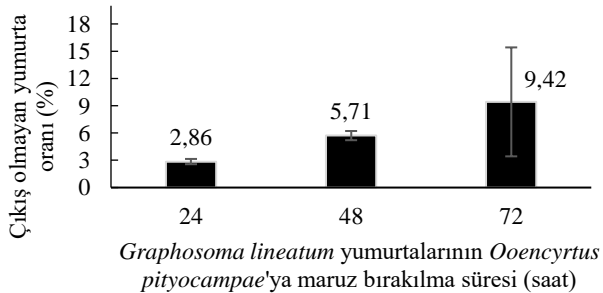
Şekil 13. Laboratuvar koşullarında ($25\pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklık ve $65\pm 5\%$ orantılı nem) ve değişik sürelerde (24, 48 ve 72 saat) parazitoit *Ooencyrtus pityocampae* (Mercet) (Hymenoptera: Encyrtidae)'ya maruz bırakılan *Graphosoma lineatum* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae)'un parazitlenmemiş yumurtalarından ortalama nimf çıkış süreleri (gün)

Yine, değişik süreler (24, 48 ve 72 saat) boyunca parazitoit OP'ye sunulan GL yumurtalarından çıkış olmayanlara ilişkin özet bilgiler Çizelge 4 ile Şekil 14'te verilmiştir.

Çizelge 4 ile Şekil 14 birlikte incelendiğinde, OP tarafından parazitlenmemiş GL yumurtalarından; 24 saatlik parazitlenme süresi esas alındığında ortalama $\%2,86\pm 0,292$, 48 saatlik parazitlenme süresi esas alındığında ortalama $\%5,71\pm 0,505$ ve 72 saatlik parazitlenme süresi esas alındığında ise ortalama $\%9,42\pm 5,993$ 'undan herhangi bir çıkışın gerçekleşmediği (prepupa, pupa ve ergin dönemlerde) parazitli konukçu yumurtası içerisinde öldükleri ve bu oranlar arasındaki farklılığın önemsiz düzeyde olduğu ($F_{(2,9)}=0,875$; $P>0,05$) anlaşılmaktadır.

Çizelge 4. Laboratuvar koşullarında ($25\pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklık ve $65\pm 5\%$ orantılı nem) ve değişik sürelerde (24, 48 ve 72 saat) parazitoit *Ooencyrtus pityocampae* (Mercet) (Hymenoptera: Encyrtidae)'ya maruz bırakılan *Graphosoma lineatum* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) yumurtalarından herhangi bir çıkış gerçekleşmeyen yumurta oranları (%)

Süre	Tekerrür 1	Tekerrür 2	Tekerrür 3	Tekerrür 4	<i>O. pityocampae</i> çıkışı olmayan yumurta oranları Ort.(%)±Std.Hata
24	0,02	0,03	0,04	0,03	$2,86\pm 0,292$
48	0,05	0,07	0,05	0,06	$5,71\pm 0,505$
72	0,25	0,00	0,00	0,13	$9,42\pm 5,993$



Şekil 14. Laboratuvar koşullarında ($25\pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklık ve $65\pm 5\%$ orantılı nem) ve değişik sürelerde (24, 48 ve 72 saat) parazitoit *Ooencyrtus pityocampae* (Mercet) (Hymenoptera:

Encyrtidae)'ya maruz bırakılan *Graphosoma lineatum* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) yumurtalarından herhangi bir çıkış gerçekleşmeyen yumurta oranları (%)

Elde edilen bulgular birlikte değerlendirildiğinde; GL yumurtalarının 24, 48 ve 72 saat boyunca parazitoit OP'ya sunulması durumunda sırasıyla ort. $\%94,03$; $95,85$ ve $99,38$ günü yüksek oranlarda parazitlenmenin saptanmış olması ve bunun doğal sonucu olarak aralarında parazitlenme bakımından önemli bir farklılık bulunmadığını göstermektedir (Çizelge 1). Buna göre, daha etkin bir parazitoit üretimi söz konusu olduğunda 24 saatlik parazitlenme süresinin yeterli olacağı ve böylece zamandan tasarruf edilerek kısa zamanda daha fazla üretim yapılacağı söylenebilir. Buna göre, OP'ya sunulan GL yumurtalarından en kısa sürede bile (24 saat) ort. $\%94,03$ gibi oldukça yüksek bir parazitlenme oranının belirlenmiş olması (Çizelge 1), bu çalışma açısından önemli bir bulgu olduğu kanısındayız.

OP erginlerine değişik süreler boyunca sunulmakla birlikte parazitlenmemiş GL yumurtalarından nimf çıkış sürelerine bakıldığında, süreler arasında önemli bir farklılığın bulunmadığı anlaşılmıştır (Çizelge 4 ve Şekil 14). Aynı çalışmada, OP tarafından parazitlenmiş olan GL yumurtalarından yeni nesil OP erginlerinin çıkış süreleri/gelişme süreleri bakımından değerlendirildiğinde, en kısa ergin çıkış süresinin/gelişme süresinin 48 saatlik parazitlenme süresi sonucunda elde edildiği ($14,97\pm 0,447$ gün) anlaşılmaktadır (Çizelge 2 ile Şekil 12). Bu durumun nedeni tam olarak anlaşılamamıştır. Ancak 24 ve 48 saat parazitlenme süresine maruz bırakılan konukçu yumurtalarından parazitoit çıkış süreleri arasında yaklaşık 3 günlük farklılık bulunması dikkat çekici bir husustur. OP üretiminde, GL yumurtalarının konukçu olarak kullanılması durumunda, en hızlı laboratuvar üretiminin GL yumurtalarına 48 saat boyunca OP erginlerinin verilmesi durumunda sağlanabileceği kanısına varılmıştır.

4. Sonuç ve Öneriler

Türkiye ve Dünyanın pek çok ülkesinde Çam Keseböceği [*Thaumetopoea pityocampa* (Den.&Schiff.) ve *T. wilkinsoni* Tams (Lepidoptera: Notodontidae)] (ÇKB)'nin önemli yumurta parazitoiti olan *Ooencyrtus pityocampae* (Mercet) (Hymenoptera: Encyrtidae) (OP)'nın *Graphosoma lineatum* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) (GL) yumurtalarındaki etkinliği ve parazitlenme süresinin etkisinin ele alındığı bu çalışma sonucunda; OP erginlerinin vücut uzunluğu ortalama $0,684\pm 0,2883$ mm, kanat açıklığı ise ortalama $0,425\pm 0,7453$ mm ($0,313-0,562$ mm) olarak belirlenmiştir. Konukçu GL yumurtalarına bırakılan parazitoit yumurtalarının stereo-mikroskop ile görülebilen, konukçu yumurtasından çıkan bir yumurta sapı (egg-stalk)'nın geliştiği gözlenmiştir. Yapılan ölçümlere göre yumurta sapının uzunluğu ortalama $0,560\pm 0,1552$ mm olarak tespit edilmiştir. Yumurtadan çıkan OP larvaları ortalama $0,36\pm 0,09$ mm'dir. Larvaların vücut genişliği ise ortalama $0,19\pm 0,04$ mm'dir. Larva dönemi yaklaşık 1 gün sürmektedir. Prepupanın vücut uzunluğu ortalama $1,60\pm 0,07$ mm, genişliği ortalama $1,05\pm 0,07$ mm. Prepupa periyodu da 1 gün sürmektedir. OP pupası, serbest pupa tipinde olup siyah renklidir. Anten ve bacaklar hafif sarı olup uzunluğu ortalama $0,86\pm 0,12$ mm, genişliği ise ortalama $0,49\pm 0,07$ mm

olarak belirlenmiştir. Pupa döneminin yaklaşık 6-7 gün sürdüğü tespit edilmiştir.

GL yumurtalarının 24, 48 ve 72 saat boyunca parazitoit OP'ya sunulması durumunda parazitlenme bakımından önemli bir farklılık bulunmadığı anlaşılmıştır. Buna göre, daha etkin bir parazitoit üretimi söz konusu olduğunda 24 saatlik parazitlenme süresinin yeterli olacağını ortaya koymakta olup OP'ya sunulan GL yumurtalarında en az %94,03 gibi oldukça yüksek bir parazitlenme oranının gerçekleşmesi beklenebilir. GL yumurtaları parazitlendikten hemen sonra, yumurta kabuğunun dışına uzanan ort. $0,560\pm 0,155$ mm uzunluğundaki dikenimsi yumurta sapı (egg-stalk)'nın geliştiği; bu sapın, parazitoitin embriyosunun solunumuna yardımcı olduğu gibi yumurtaların parazitlendiğini de gösteren önemli bir parametre olduğu anlaşılmıştır.

OP erginlerine değişik süreler boyunca sunulmakla birlikte parazitlenmemiş GL yumurtalarından nimf çıkış sürelerine bakıldığında süreler arasında önemli bir farklılığın bulunmadığı anlaşılmaktadır. Buna karşın, OP tarafından parazitlenmiş olan GL yumurtalarından yeni OP erginlerinin çıkışları bakımından en kısa ergin çıkış süresinin 48 saatlik parazitlenme süresi sonucu elde edildiği ($14,97\pm 0,447$ gün) anlaşılmıştır (Çizelge 2). OP'nin, 48 saatlik parazitlenme süresi esas alındığında, bundan yaklaşık 3-5 günlük sapmaların olduğu tespit edilmiş olup bunun nedeni anlaşılamamakla birlikte, laboratuvar ortamında OP üretiminde GL yumurtalarının konukçu olarak kullanılması durumunda en hızlı parazitoit üretiminin GL yumurtalarına 48 saat boyunca OP erginlerine sunulmasıyla sağlanabileceği kanısını varılmıştır.

OP'nin, 25°C sıcaklıkta, parazitlenme süresine bağlı olarak, GL yumurtaları üzerindeki gelişimini/bir dölünü yaklaşık 15-19 günde tamamlayarak erginlerin yaklaşık %62-69'unun yumurtanın üst tarafından, %23-27'sinin de yan tarafından çıktığı belirlenmiştir. Konukçu böcek GL'nin ise bir dölünü yaklaşık 7-8 günde tamamlayıp 30 günlük yumurtlama periyodunda, tercih sırasına göre, yumurtaların yaklaşık %95'ini (3990 adet) tülbent bezi üzerine, geriye kalan %5'ini (210 adet) de konukçu bitki veya kültür kafesine bıraktığı saptanmıştır.

Elde edilen bulgulara göre; GL yumurtası parazitlendikten hemen sonra, yumurta kabuğunun dışına uzanan ort. $0,560\pm 0,155$ mm uzunluğundaki dikenimsi yumurta sapı (egg-stalk)'nın geliştiği, bu sapın, parazitoitin embriyosunun solunumuna yardımcı olduğu gibi yumurtaların parazitlendiğini de gösteren önemli bir parametre olduğu anlaşılmıştır.

Aynı çalışmada, yumurtaların parazitlenme oranları esas alındığında, konukçu yumurtaları 24, 48 ve 72 saat boyunca OP erginlerine sunulması durumunda, her üç sürede de parazitlenmenin çok yüksek oranlarda gerçekleştiği (ort. %94,03-%99,38) ve parazitlenme bakımından aralarında önemli bir farklılığın bulunmadığı anlaşılmıştır. Buna göre, zamanın öne çıkması durumlarda, 24 saat süreye öncelik verilebilir. Ancak, parazitoitin gelişme süreleri bakımından değerlendirildiğinde; parazitlenmiş konukçu yumurtalarından en erken parazitoit çıkışlarının ($14,97\pm 0,447$ gün) 48 saat süre ile parazitlemeye maruz bırakılanlarda gerçekleşmiştir. Sonuç olarak, OP'nin, GL yumurtaları üzerinde kitle yetiştirilmesi düşünüldüğünde; hem parazitlenme oranının yüksek olması ve hem de parazitoitin nispeten kısa sürede gelişmesi bakımından, 48 saatlik sürenin uygun olabileceği, OP'nin başta *Thaumetopoea pityocampa* ve *T.wilkinsoni* gibi önemli türlerin

önemli bir yumurta parazitoiti olması nedeniyle başka alternatif konukçularda da üretim imkanlarının araştırılmasında fayda olduğu kanısındayız.

Kaynaklar

- Battisti, A., Avci, M., Avtzis, D.N., Ben Jamaa, M.L., Berardi, L., Berretima, W., Branco, M., Chakali, G., El Fels, M.A.E.A., Frérot, B., Hódar, J.A., Ionescu-Mălăncuș, I., İpekdal, K., Larsson, S., Manole, T., Mendel, Z., Meurisse, N., Mirchev, P., Nemer, N., Paiva, M.-R., Pino, J., Protasov, A., Rahim, N., Rousselet, J., Santos, H., Sauvard, D., Schopf, A., Simanato, M., Yart, A., Zamoum, M., 2015. Natural History of the Processionary Moths (*Thaumetopoea* spp.): New Insights in Relation to Climate Change. In: Roques, A. (Ed.), *Processionary Moths and Climate Change: An Update*. Springer, pp. 15-79.
- Battisti, A., Colazza, S., Roversi, P.F., Tiberi, R., 1998. Alternative Hosts of *Ooencyrtus pityocampae* (Mercet) (Hymenoptera: Encyrtidae) in Italy. *Estratto da REDIA*, LXXI(2), 321-328.
- Battisti, A., Ianne, P., Milani, N., Zanata, M., 1990. Preliminary accounts on the rearing of *Ooencyrtus pityocampae* (Mercet) (Hym., Encyrtidae). *J. Appl. Entomol.*, 110, 121-127.
- Bellin, S., Schmidt, G.H., Douma-Petridou, E., 1990. Structure, ooparasitoid spectrum and rate of parasitism of egg-batches of *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff) in Greece. *Journal of Applied Entomology*, 2, 113-120.
- Bertil, H., 2001. Ion Channels of Excitable Membranes. In: Sinauer Associates, p. 816.
- Binazzi, F., Benassai, D., Peverieri, S.G., P.F., R., 2013. Effects of *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Heteroptera: Coreidae) egg age on the indigenous parasitoid *Ooencyrtus pityocampae* Mercet (Hymenoptera: Encyrtidae). *Redia*, 96, 79-84.
- Binazzi, F., Sabbatini Peverieri, G., Simoni, S., Frosinini, R., Fabbriatore, T., Roversi, P.F., 2015. An effective method for *Graphosoma lineatum* (L.) long-term rearing. *Redia*, 98, 155-160.
- Danarun, S., Bumroongsook, S., 2017. Growth and Development of *Ooencyrtus* sp. *International Journal of Agricultural Technology*, 13(7), 1191-1197.
- Eliopoulos, P.A., 2003. Study of the parasitoid *Venturia canescens* (Hymenoptera: Ichneumonidae) as a biocontrol agent against moth pests of stored products. In: *Agricultural University of Athens, Athens*, p. 220.
- Erkaya, İ., 2020. Predators and Parasitoids of Pine Processionary Moth (*Thaumetopoea wilkinsoni* Tams) in Western Mediterranean Region in Turkey. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 4(1), 7-13.
- Federico, R.P., Francesco, B., Leonardo, M., Elena, C., Lara, M., Sabbatini Peverieri, G., 2016. Searching for native egg-parasitoids of the invasive alien species *Halyomorpha halys* Stål (Heteroptera Pentatomidae) in Southern Europe. *Journal of Zoology*, XCIX, 1-8.
- Georgieva, M., Georgiev, G., Matova, M., Zaemszhikova, G., Mirchev, P., Boyadzhiev, P., 2020. Egg parasitoid complex

- of the pine processionary moth (*Thaumetopoea pityocampa*) on the Thasos Island, Greece. *Silva Balcanica*, 21(2), 35-44.
- Halperin, J., 1990. Mass breeding of egg parasitoids (Hym., Chalcididae) of *Thaumetopoea wilkinsoni* Tams. *Journal of Applied Entomology*, 109(4), 336-340.
- Huang, D.W., Noyes, J.S., 1994. A revision of the Indo-Pacific species of *Ooencyrtus* (Hymenoptera: Encyrtidae), parasitoids of the immature stages of economically important insect species (mainly Hemiptera and Lepidoptera). *Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Entomol.)*, 63, 1-136.
- Kitt, J., Schmidt, G., 1993. Parasitism of egg-batches of the pine processionary moth *Thaumetopoea wilkinsoni* Tams (Lep., Thaumetopoeidae) in the mountains of Lahav (Israel). *Journal of Applied Entomology*, 115, 484-498.
- Koçak, E., Emre, H.T., Şahin, A.K., Barış, A., Gökdoğan, A., Başaran, M.S., 2009. *Graphosoma lineatum* (L.) (Heteroptera, Pentatomidae)'un Farklı Besinlerdeki Biyolojik Parametrelerinin Belirlenmesi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 15(1), 47-52.
- Loyd, D.C., 1938. A study of some factors governing the choice of hosts and distribution of progeny by the chalcid *Ooencyrtus kuvanae* Howard. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B*, 229, 275-322.
- Maple, J.D., 1947. University of California Press. Berkeley.
- Masutti, L., 1964. Ricerche sui parassiti oofagi della *Thaumetopoea pityocampae* Schiff. *Ann. Centro Econ. Mont. Venetie*, 4, 205-271.
- Masutti, L., Battisti, A., Milani, N., Zanata, M., Zanazzo, G., 1993. In vitro rearing of *Ooencyrtus pityocampae* (Hym., Encyrtidae), an egg parasitoid of *Thaumetopoea pityocampa* (Lep., Thaumetopoeidae). *Entomophaga*, 38, 327-333.
- Mirchev, P., Dautbasic, M., Mujezinovic, O., Georgiev, G., Georgieva, M., Boyadzhiev, P., 2015. Structure of Egg Batches, Hatching Rate and Egg Parasitoids of the Pine Processionary Moth, *Thaumetopoea pityocampa* (Denis&Schiffmüller, 1775) (Lepidoptera: Notodontidae), in Bosnia and Herzegovina. *Acta Zoologica Bulgarica*, 67(4), 579-586.
- Mirchev, P., Georgiev, G., Boyadzhiev, P., Matova, M., 2012. Impact of entomophages on density of *Thaumetopoea pityocampa* in egg stage near Ivayvovgrad, Bulgaria. *Acta Zool. Bulg.*(4), 103-110.
- Mirchev, P., Tsankov, G., Georgiev, G., Koutsaftikis, A., Douma-Petridou, E., 1999. Comparative Investigation on the Hibernation of *Ooencyrtus pityocampae* (Mercet) (Hymenoptera: Chalcidoidea: Encyrtidae) from Different Biotopes in Bulgaria and Greece. *Acta Entomologica Bulgarica*, 5(234), 82-88.
- Mizrachi, A., 2006. Seasonal activity and aspects in reproductive behavior of *Ooencyrtus pityocampae* (Hymenoptera: Encyrtidae), an egg parasitoid of *Thaumetopoea wilkinsoni* (Lepidoptera: Notodontidae). In: Hebrew University, Jerusalem, p. 79.
- Nechols, J.R., Tracy, J.L., Vogt, E.A., 1989. Comparative ecological studies of indigenous egg squash bug, *Anasatristis* (Hemiptera: Coreidae). *Journal of Kansas Entomological Society*, 62, 177-188.
- Noyes, J.S., Hayat, M., 1984. A review of the genera of Indo-Pacific Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea). *Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Entomol.)*, 48, 131-395.
- Pourabad, R.F., Dastjerdi, H.R., Fathi, A.A., 2008. Effect of Feeding on Seeds of Five Species of Umbelliferae on the Rate of Development and Fecundity of *Graphosoma lineatum* (L.) (Heteroptera: Scutelleridae). *Research Journal of Biological Sciences*, 3(12), 1411-1414.
- Ribes, J., Pagola-Carte, S., Zabalegui, I., 2008. On Some Palearctic Carpororini (Hemiptera: Pentatomidae: Pentatominae). *Heteropterus Revista de Entomología*, 8(2), 155-169.
- Samra, S., Cascone, P., Noyes, J.S., Ghanim, M., Protasov, A., Guerrieri, E., Mendel, Z., 2018. Diversity of *Ooencyrtus* spp. (Hymenoptera: Encyrtidae) parasitizing the eggs of *Stenozygum coloratum* (Klug) (Hemiptera: Pentatomidae) with description of two new species. *Plos One*, 13(11), e0205245.
- Samra, S., Ghanim, M., Protasov, A., Branco, M., Mendel, Z., 2015a. Genetic Diversity and Host Alteration of the Egg Parasitoid *Ooencyrtus pityocampae* Between the Pine Processionary Moth and the Caper Bug. *Plos One*, 10(4), e0122788.
- Samra, S.M., Ghanim, M., Protasov, A., Mendel, Z., 2015b. Comparative study of development parameters of four *Ooencyrtus* spp. (Hymenoptera: Encyrtidae) on natural and factitious hosts. *Journal of Applied Entomology*, 140, 334-345.
- Schmidt, G.H., Tanzen, E., Bellin, S., 1999. Structure of egg-batches of *Thaumetopoea pityocampa* (Den. And Schiff.) (Lep., Thaumetopoeidae), egg parasitoids and rate of egg parasitism on the Iberian Peninsula. *Journal of Applied Entomology*, 123, 449-458.
- Shaw, M.R., 1997. Rearing parasitic Hymenoptera. The Amateur Entomologist Series. *Amateur Entomologists' Society*, 25, 1-46.
- Şimşek, Z., Kondur, Y., 2006. Çankırı Ormanlarının Zararlı Böcekleri ve Mücadele Yöntemleri. *Gazi Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 6(1), 98-119.
- Şimşek, Z., Kondur, Y., Yurt, E., 2017. Researches on Determination of the Egg Parasitoids and Efficiencies of the Pine Processionary Moth [*Thaumetopoea pityocampa* (Den.&Schiff.)] in Black Pine Forest in Çankırı (Eldivan). *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 210-218.
- Tiberi, R., 1978. Notizie preliminari sull'incidenza dei parassiti oolaggi nelle popolazioni di processionaria del pino in giovani pinele dell'Italia centrale. *Redia*, 61, 487-501.
- Tiberi, R., Niccoli, A., Roversi, P.F., Sacchetti, P., 1991. Laboratory rearing of *Ooencyrtus pityocampae* (Mercet) on eggs of *Nezara viridula* (L.) and other pentatomid eggs. *Redia*, 74, 467-469.
- Tiberi, R., Niccoli, A., Sacchetti, P., 1993. Allevamento di *Ooencyrtus pityocampae* (Mercet) 437 su uova di rincori pentatomidi. MA.F. Convegno «Piante forestali», Firenze, 5 marzo 1992 (Coord. M. Covassi) Ist Sper Pat Veg, Roma, 78-84.
- Tiberi, R., Niccoli, A., Sacchetti, P., 1994. Parassitizzazione delle uova di *Thaumetopoea pityocampa*: Modificazioni conseguenti al potenziamento artificiale di *Ooencyrtus*

- pityocampae*. In, Atti XVII Congresso nazionale Italiano di Entomologia, Udine, pp. 763-766.
- Tsankov, G., Douma-Petridou, E., Mirchev, P., Georgiev, G., Koutsafikis, A., 1999. Spectrum of Egg Parasitoids and Rate of Parasitism of Egg Batches of the Pine Processionary Moth *Thaumetopoea pityocampa* (Den.&Schiff.) in the Northern Peloponnes/Greece. J. Ent. Soc. Res., 1(2), 1-8.
- Tsankov, G., Schmidt, G.H., Mirchev, P., 1996. Parasitism of egg-batches of the pine processionary moth *Thaumetopoea pityocampa* (Den & Schiff) (Lep, Thaumetopoeidae) in various regions of Bulgaria. Journal of Applied Entomology, 120, 93-105.
- Tsankov, G., Schmidt, G.H., Mirchev, P., 1998. Studies on the egg parasitism in *Thaumetopoea pityocampa* (Den. &Schiff.) over a period of four years (1991-1994) at Marikostino/Bulgaria. Anz. Schadlingskunde., Pflanzenschutz, Umweltschutz, 71, 1-7.
- Tunca, H., Buradino, M., Colombele, E.M., Tabone, E., 2016. Tendency and consequences of superparasitism for the parasitoid *Ooencyrtus pityocampae* (Hymenoptera: Encyrtidae) in parasitizing a new laboratory host, *Philosamia ricini* (Lepidoptera: Saturniidae). Eur. J. Entomol., 113, 51-59.
- Tunca, H., Colombel, E.A., Soussan, T.B., Buradino, M., Galio, F., Tabone, E., 2015. Optimal biological parameters for rearing *Ooencyrtus pityocampae* on the new laboratory host *Philosamia ricini*. Journal of Applied Entomology, 140, 527-535.
- Tunca, H., Venard, M., Colombel, E.A., Capelli, M., Tabone, E., 2019. Life history traits of *Ooencyrtus pityocampae* (Hymenoptera: Encyrtidae) reared on *Halyomorpha halys* eggs (Hemiptera: Pentatomidae). Entomologia Generalis, 39(2), 93-101.
- Voyvot, S., 2018. Türkiye'de çam keseböceği, *Thaumetopoea pityocampa* (Denis & Schiffermuller, 1775) ve *T. wilkinsoni* (Tams, 1924) (Lepidoptera:Notodontidae)'nin yumurta parazitoitleri. In, Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,, Trabzon, p. 60.
- Wilkinson, D.S., 1926. The Cyprus Processionary Caterpillar (*Thaumetopoea wilkinsoni*, Tams). 17(2), 163-182.
- Zhang, Y.Z., Li, W., Huang, D.W., 2005. A taxonomic study of Chinese species of *Ooencyrtus* (Insecta: Hymenoptera: Encyrtidae). Zool. Stud., 44, 347-360.



Kentsel alanlarda büyük boyutlu ağaçların taşınması (İstanbul Çengelköy örneği)

Tolga Öztürk ^{1*}, Esra Şentürk ², Necmettin Şentürk ¹

¹ İÜC Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 34473, Bahçeköy/İstanbul, TR

² İÜC Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 34473, Bahçeköy/İstanbul, TR

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 24/02/2023

Kabul Tarihi: 27/03/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1255895>

* Sorumlu yazar:

tozturk@iuc.edu.tr

ÖZ

Kentsel doku içerisinde var olan yeşil alanların geliştirilmesi veya yeni yeşil alanların oluşturulmasında bitkilerin ekim – dikim çalışmaları yanında ağaç taşıma çalışmaları da söz konusu olmaktadır. Ağaçların taşınması çalışmaları; taşıma zamanları, ağaç türü, boyu, göğüs çapı, tepe tacının büyüklüğü, gövde yapısı ve taşıma çalışmalarının maliyeti çok önemlidir. Ağaçların bulunduğu yerden yeni yerine taşınması çalışmaları ön hazırlık,

ağaın sökülmesi, taşıma, dikim ve bakım çalışmalarından oluşmaktadır. Ağaç taşıma çalışmalarında mekanik ağaç taşıyıcıları, balyalama ve kasalama şeklinde farklı araçlar ve yöntemler kullanılmaktadır. Bu çalışmada İstanbul ili, Çengelköy bölgesinde yapılan konut proje sahasındaki dört adet büyük boyutlu ağaın taşıma çalışmaları incelenmiştir. Ağaçlar proje sahası içerisinde mevcut yerlerinden alınarak 48 – 77 m mesafede farklı bir yere taşınmışlardır. Ağaç boyutlarının büyük olması nedeniyle kasalama yöntemi tercih edilmiş ve 400 ton kapasiteli bir vinç yardımıyla ağaçlar taşınmıştır. Ağaçların taşınması sırasında meydana çıkan toplam maliyet 87250 \$ olarak belirlenmiştir.

Araştırma Makalesi

Anahtar Kelimeler: Ağa taşıma zamanı, peyzaj, yeşil alanlar, kasalama yöntemi

Transportation of large trees in urban areas (Istanbul Cengelkoy example)

ABSTRACT

In addition to planting and planting of plants, tree transport works are also in question in the development of green areas in the urban texture or in the creation of new green areas. In the transport of trees; transplantation times, tree type, tree height, breast-height diameter, size of the crown, stem form and the cost of transportation work are very important. Tree transportation works consist of preliminary preparation, tree removal, transportation, planting and maintenance works. Different tools and methods are used in wood transport works such as mechanical tree carriers, baling and wooden boxing. In this study, the transportation works of four large trees in the housing project area in Istanbul province, Çengelköy region, were examined. The trees were taken from their existing places within the project site and moved to a different location at a distance of 48 – 77 m. Due to the large size of the trees, the wooden boxing method was preferred and the trees were transported with the help of a crane with a capacity of 400 tons. The total cost incurred during the transportation of the trees was determined as \$87250.

Key Words: Tree transplantation time, landscape, green areas, wooden boxing.

Bu makaleye atıf:

Öztürk, T., Şentürk, E., Şentürk, N., 2023. Kentsel alanlarda büyük boyutlu ağaçların taşınması (İstanbul Çengelköy örneği). Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(1), 81-88.



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

1. Giriş

Dünya genelindeki kentsel alanlarda yaşam alanlarının ve nüfusun artışı son yüzyılda oldukça artmıştır. Günümüzde dünya nüfusunun %50'si kentsel alanlarda yaşamaktadır (Köse, 2021). Nüfusun bu şekilde kentsel alanlara kayması kentsel planlama ve uygulama çalışmalarının iyi bir şekilde yapılması zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır. Kentsel planlama çalışmalarında binalar, alt yapı, caddeler, yollar gibi birçok konu yanında insanların nefes alabilmesi, yeşil alanlarda zaman geçirebilmesi için parklar ve ormanlık alanların bulunması gerekmektedir (Öztürk ve Şentürk, 2019). Dünya genelinde birçok kent sosyal ve kültürel özgünlükleri yanında sahip oldukları yeşil alanlar bakımından da tercih edilmektedir (Ökten ve Pehlivan, 2021). Bir kent alanı içerisinde yer alan ve alması zorunlu olan yeşil alanlar çocuk oyun alanları, parklar, kent ormanları, mezarlıklar, refüj ve şevler gibi yolların çevresinde yer alan yeşil alanlardan oluşmaktadır (Çelem ve Uslu, 2006). Kentsel alanlarda bulunan veya oluşturulacak olan yeşil alanların düzenlenmesinde ekim-dikim çalışmaları yanında ağaçların mevcut yerinden taşınması şeklinde de çalışmalar yapılmaktadır. Bu sayede, özellikle büyük boyutlu ve görsel açıdan peyzaj değeri olan ağaçların yeni alanlarda kullanılması çevreye değer katmaktadır (Swackhamer and Sellmer, 2023).

Ağaçların taşıma çalışmalarının geçmişi çok eski dönemlere kadar uzanmaktadır. M.Ö. 2000 yıllarında Mısır'da ağaçlar 2400 m mesafelerde gemilerle taşınarak yeni yerlerine dikildiği belirtilmiştir (Dirik, 2014). Bunun yanında, 1870'li yıllarda Amerika'da at arabaları ile küçük boyutlu ağaçların taşındığı ve yine 1910'lu yıllarda motorlu araçların kullanılması ile daha büyük boyutlu araçların taşındığı bilinmektedir (Kumar, 2022). Ülkemizde ise ağaç taşıma çalışmalarının bilinen ilk örnekleri 1950-60 yıllarda İstanbul Belediye Başkanlığı'nın Çınar, Manolya, Fıstıkçamı, Sedir, Meşe ve Atkestanesi gibi farklı ağaç türlerini parklara taşınması ile gerçekleştirilmiştir (Ürgenç, 1988). Günümüzde kentsel alanlar içinde farklı çalışma sahalarında ve farklı boyutlardaki ağaçlar buldukları yerden başka alanlara birçok teknikle taşınabilmektedir. Bu çalışmalar,

ilgili Belediyeler yanında özel sektör tarafından da gerçekleştirilmektedir.

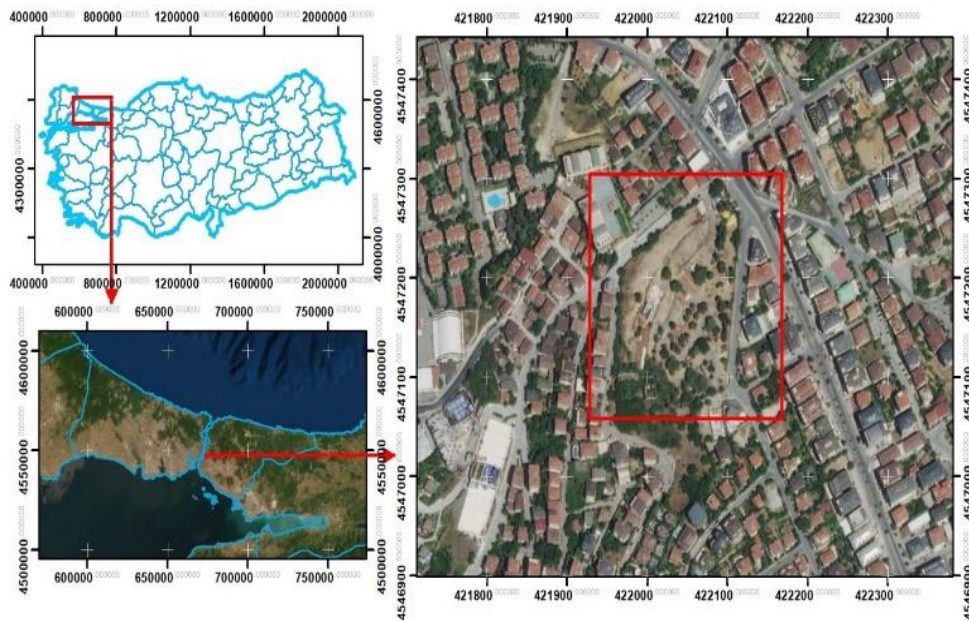
Ağaç taşıma çalışmaları sayesinde, büyük bitkilerin bulunduğu yeşil alanların kısa süre içerisinde oluşturulması mümkün olmaktadır (Özkan, 1988). Ağaçların boyutları büyüdükçe taşıma teknikleri ve maliyetleri artmaktadır (Pryor and Watson, 2016; Anonim, 2019). Bir ağacın bulunduğu yerden alınarak farklı bir alana taşınması çalışmaları tamamen bir mühendislik uygulamasıdır (Anonim, 2014). Taşınacak ağaçların önceden hazırlanması, taşımayı gerçekleştirecek metot, kullanılacak ekipmanlar, ağacın yeni yerine dikilmesi ve sonrasında yapılacak bakım çalışmaları ağacın tutma başarısını etkileyen çok önemli çalışmalardır.

Bu çalışma, İstanbul ili, Çengelköy bölgesinde yer alan bir konut proje sahasında yapılmıştır. Proje sahasında yer alan dört adet büyük boyutlu ağacın kasalama yöntemi ile yeni yerine taşınması çalışmaları detaylı bir şekilde incelenmiştir. Yapılan çalışmaların ve tekniğin ortaya konması, taşıma maliyeti ayrıca ağaçların tutma başarısı da incelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Araştırma alanı

Bu çalışma İstanbul ili, Çengelköy bölgesinde yer alan ve özel bir şirkete ait konut proje alanında yapılmıştır (Şekil 1). Proje sahasında yer alan dört adet ağaç mevcut durumlarında kazı ve inşaat çalışmalarından zarar görebilecek konumda buldukları ve ağaçların proje sahasına görsel açıdan değer katacağı düşünüldüğü için ağaçların alan içerisinde başka bir bölgeye taşınmalarına karar verilmiştir. Büyük boyutlu bu dört ağacın yine proje alanı içerisinde olan, kazı-dolgu ve inşaat işlerinden etkilenmeyecek ve onaylı projenin bitmiş peyzaj veya bitmiş bahçe kotlarına da uygun olacak şekilde, yeni yerlere taşınması ve yerlerine dikilmesi için bir planlama yapılmış ve çalışma 2022 yılı şubat ayında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanı

2.2 Yöntem

Çalışma alanındaki dört ağaç büyük boyutlu oldukları için bu ağaçların taşınması için kasalama yöntemi kullanılmıştır. Kasalama yöntemi uzun yıllardır büyük boyutlu ağaçların taşınması için en uygun yöntemdir (Buckstrup and Bassuk, 2000; Anonim, 2014; Pryor, 2014; Pryor and Watson, 2016). Taşıma için hazırlanan kasa boyutlarının büyük olması yanında ağaç boyutlarının da büyük olması ağaçların taşınmasında büyük tonajlı hareketli bir vincin kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Öncelikle, taşıma yapılacak ağaçların kök bölgeleri kazılarak kasalama yöntemi ile kök toprağı koruma altına alınmıştır. Daha sonra ağaçlar paletli vinç (400 ton taşıma kapasiteli) yardımıyla buldukları yerden kaldırılmış ve yakın mesafedeki yeni yerlerine taşınmıştır. Ağaçların taşınacağı alanlarda, taşıma işlemi öncesinde, kök bölgeleri kasa genişliğinde (5 m x 5 m) boyutlarında kazılarak, ağaçların yerleştirileceği (taşınacağı) yeni yerler belirlenmiştir. Paletli vinçle taşınan ağaçlar yeni yerlerine vinç yardımıyla yerleştirilerek sabitlenmiş ve koruma altına alınmışlardır.

Çalışma kapsamında, Türkiye’de ilk defa bu kadar büyük boyutlu ağaçların taşınması incelenmiştir. Bu açıdan bakıldığında peyzaj alanlarında bu şekilde büyük boyutlu ağaçların taşınması için yapılacak çalışmalara bir altlık oluşturması bakımından önemli bir teknik incelemedir.

3. Bulgular

3.1 Taşınacak ağaçlar ilgili bulgular

Konut proje sahası içerisinde çok katlı binalar, sosyal tesisler, yollar ve peyzaj alanları bulunmaktadır. Proje alanı içerisinde yer alan ve taşınması planlanan dört adet ağacın sağlık durumları çok iyi olup, peyzaj açısından görsel yönden değerlendirildiklerinde alana büyük bir değer katmaktadırlar. Çalışma alanı içerisinde yer alan ve taşınması gereken dört adet ağacın genel özellikleri ile taşıma işlemi sırasında gerekli olan teknik bilgiler Çizelge 1’de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Taşınacak Ağaçların Genel Özellikleri

Özellikler	1.Ağaç	2.Ağaç	3.Ağaç	4.Ağaç
Ağaç Türü	<i>Aesculus hippocastanum</i> (Atkestanesi)	<i>Cedrus libani</i> (Toros sediri)	<i>Quercus cerris</i> (Saçlı meşe)	<i>Cedrus libani</i> (Toros sediri)
Ağaç Boyu (m)	13	15	14	13
Ağaç Göğüs Çapı (cm)	67	58	41-42	68
Tepe Tacı (m)	9	6,5	10	12
Tahmini yaş (yıl)	80+	85+	100+	105+
Kök toprak ağırlığı (ton)	80	68	80	68
Ağaç ağırlığı (kg)	3660	1950	2700	2220
Kasa genişliği (m)	5	5	5	5
Kasa derinliği (m)	2,0	1,7	1,7	2,0
Kasa uzunluğu (m)	5	5	5	5
Kök toprak hacmi (m ³)	50	42,5	42,5	50
Taşıma mesafesi (m)	57	48	49	77
Taşıma eğimi (%)	2	2	2	2

1, 3 ve 4 numaralı ağaçların mevcut yerlerindeki genel durumları Şekil 2’de gösterilmiştir. Ağaçların kasalama yapılarak oluşturulan kök toprak ağırlığı 1 ve 3 numaralı ağaçlarda 80 ton, 2 ve 4 numaralı ağaçlarda 68 ton olarak hesaplanmıştır. Aynı zamanda, ağaçların dikili haldeki ağırlıkları sırasıyla 3660, 1950, 2700 ve 2220 kg olarak hesaplanmıştır. Ağaçların tepe tacı, gövde hacminin %20’sini ve kök hacmi ise gövde hacminin %15 oluşturacak şekilde belirlenmiştir (Kurtoglu, 1984; Görücü ve Eker, 2009).

3.2 Ağaçların taşımaya hazırlanması

Çalışma alanında taşınacak olan ağaçlara nakil öncesi hazırlık aşamasında kök/gövde dengesinin düzenlenmesi amacıyla küçük miktarlarda budama yapılmıştır. Gövde üzerinde bulunan kuru, zayıf, sıkışık, anormal gelişmiş, hastalıklı ve yaralı dallar budanmış ve budanan yüzeylere koruyucu macun uygulaması yapılmıştır. Ağaçlarda tepe küçültmesi yapılmamıştır. Bu çalışmada her yaşta ve boyutta ağacın taşınmasına uygun olan bir yöntem olan kasalama yöntemi seçilmiştir. Eski ve etkili bir yöntem olan kasalama yönteminde kazılarak açığa çıkarılan topraklı kök balyasının aşamalı olarak yerinde kasalanarak taşınmasını esas alan bir yöntemdir. Bu yöntem kök balyasının daha güvenli taşınmasına olanak sağladığı için özellikle kalın çaplı ağaçlarda tercih edilmektedir. Ağaç taşıma çalışmalarında kök kaybının neden olduğu su stresi ağacın uzun taşıma döneminde strese girmesine neden olabilmektedir. Ağacın kök ile taç sistemi arasındaki dengesizlik ağacın taşımadan sonra tutma başarısını etkiler. Kök yapısında kaybı en az olan ağaç kök yapısı küçülen ağaca göre tutma başarısı daha yüksek olmaktadır (Hermann, 1964; Lopushinsky and Beebe, 1976; South and Mitchell, 1999).



Şekil 2. Ağaçların genel görüntüsü

Ağaçların taşınma işlemine başlamadan önce, söz konusu ağaçların taşıma yöntemine göre topraklı kök çapı ve kök derinliği belirlenmelidir. Topraklı kök çapı ağacın göğüs yüksekliğindeki (d1.30 m) gövde çapının 8-12 katı arasındaki bir değer olarak alınmaktadır. Kök derinliği ise, kök çapının yaklaşık %40'ı olarak ön görülmektedir (Dirik, 2014). Ağacın boyutu, gövde çapı, tepe tacı, kök yapısı, toprak tipi ve alanın topoğrafyası kasa boyutuna etki etmektedir (Norman, 2018). Bu çalışmada, ağaçların topraklı kök boyutları için 5 m x 5 m olarak bir kasa düzeninin yeterli olacağı hesap edilmiştir. Bunun yanında, kök derinliği olarak da 1,70 m – 2,00 m aralığında bir derinliğin uygun olacağı belirlenmiştir.

Ağaçların kök bölgeleri kasalama yöntemindeki boyutlara (5 m x 5 m) göre kazılarak, ağaçların topraklı kök kısımları ortaya çıkarılmıştır. Bu alan belirlendikten sonra ankraj makinesi ile ağaçların topraklı kök uzunluğu boyunca 15-20 cm aralıklarla delikler açılmış ve bu deliklere boyları 6,00 m – 7,50 m aralığında değişen çelik sondaj boruları döşenerek, ağacın taşınması sırasında kullanılacak olan kasanın taban kısmı oluşturulmuştur (Şekil 3). Çelik borularla yapılan kasa tabanının altına 30 cm ve 50 cm taşıyıcı konstrüksiyon demirleri (IPE 300 ve HEA 500) kullanılarak ağaç taşıma platformu hazırlanmıştır. Daha sonra bu platforma göre topraklı kök etrafına jüt malzeme ile mantolama yapılmış ve ahşap (21 mm Filmlü Plywood) ve demir profil (NPU 80) kullanılarak kasa inşa edilmiştir (Şekil 4).



Şekil 3. 2 nolu ağacın kök bölgesinin kazılması ve 1 nolu ağacın kasa tabanının oluşturulması



Şekil 4. Kasalama çalışması

3.3 Ağaçların yeni yerlerinin hazırlanması ve taşıma çalışmaları

Çalışmayı temsil eden dört adet ağaç, çalışma alanı içerisinde zarar görmemesi ve peyzaj tasarımı için daha uygun olan başka bir yere taşınmıştır. Ağaçların taşınacağı yerde ağaç kök yapılarının tam olarak yerleştirileceği alanlar oluşturulmuştur. Bu alanlar kasa ile taşınan ağaçların köklerine herhangi bir zarar gelmeden yerleştirilebileceği ve dolgu ile ağaç güvenliğe alındıktan sonra sabitleneceği şekilde düzenlemeler yapılmıştır. Ağaçların çalışma alanında taşınacağı yerler Şekil 5'te gösterilmiştir.

Transplantasyona konu olan ağaçların; “mevcut yerlerinden kaldırılması”, “taşınması” ve “yeni yerine dikilmesi” çalışmalarında TEREX CC 2400-1 paletli vinç kullanılmıştır. Bu vinçin taşıma kapasitesi 400 ton olup, paletleri yardımıyla alan içerisinde hareket edebilmektedir. Ağaçların taşınabilmesi için özel olarak hazırlanmış olan zincirli taşıma kafesi vince monte edilmiştir. Bu sayede kök bölgesini stabil tutan kasa bu kafese bağlanarak taşıma gerçekleştirilmiştir (Şekil 6, 7 ve 8). Çalışma alanı içerisindeki söz konusu ağaçları vinç yardımıyla kaldırılarak mevcut yerinden dikilmesi gereken yeni yere askıda taşıyarak götürmüştür.



Şekil 5. Ağaçların mevcut yerlerini ve taşınacağı noktaları gösteren üç boyutlu vaziyet planı



Şekil 6. Taşıma için hazırlanan ağaçlar

Ağaçlar yeni yerlerine taşındıktan sonra öncelikle kasalar ve demir çubuklar sökülerek uzaklaştırılmıştır. Ağaç çevrede yerleştirilen kazıklara gövdesinden sabitlenerek güvenliği

sağlanmıştır. Daha sonra ağaçların çukurlarında dolgu ile sıkıştırma yapılarak kök bölgeleri tamamen kapanmıştır. Ağaçların yeni yerlerindeki görünüşleri Şekil 8’de verilmiştir.



Şekil 7. Ağaçların yeni yerlerine paletli vinç ile taşınması



Şekil 8. Ağaçların taşındıktan sonra yeni yerlerindeki görünüşleri

3.4 Taşıma İşleminin Sonra Yapılan Bakım Çalışmaları

Ağaçlar yeni yerlerine taşındıktan sonra ağaçların adaptasyonu için bakım çalışmaları yapılması gereklidir. Bu bakım çalışmalarının yapılması esnasında ilk yapılan çalışma ağaçların kazıklar yardımıyla sabitlenerek rüzgâr ve fırtına gibi olumsuz hava koşullarından etkilenmesini önlemektir. Diğer yapılan bakım çalışmaları aşağıda sırasıyla verilmiştir;

- Yeni yerlerine getirilmiş olan ağaçların, topraklı kök çevresi, daha önce hazırlanmış olan bitkisel toprak ile ağaç kök boğazı hizasına kadar doldurulmuş ve sıkıştırılmıştır.
- Yeni yerlerine getirilmiş olan ağaçların, kök çevresinde sulama çanağı oluşturulmuş ve ağaçlara, su ile karıştırılarak hazırlanmış olan kompose gübre konsantrasyonu ile can suları verilmiştir.

4. Tartışma

Kentsel doku içinde önemli bir yeri olan peyzaj alanlarının tasarlanması, mevcut alanların düzenlenmesi, nüfus yoğunluğuna göre yeni alanların oluşturulması ve ağaçlandırma gibi çalışmaların yanında, mevcut yeşil alanları ve bu alanlar içerisindeki asıl öge olan ağaçları korumak çok önemlidir. Bunun yanında, kentsel doku içerisinde planlanmış veya planlanacak yeni proje ve tasarımlar içerisinde yer almayan veya almayacak olan, ancak kent yaşamı ve insan sağlığı için çok önemli olan yetişmiş ağaçların zorunlu olarak taşınması da son yıllarda oldukça sık bir şekilde karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışma kapsamında taşınan ağaçların boyları 13 – 15 m ve çapları 41 – 68 cm aralığında değişmiştir. Kasalama yöntemi ile taşınan ağaçların ağırlıkları 68 – 80 ton aralığında değişiklik göstermiştir. Jim (1995)’in Çin’de yaptığı bir çalışmada, boyları 24 ve 20 m olan iki adet Bunyan ağacının taşınmasında kasalama çalışması yapılmıştır. Kasalama yapılan ağaçların ağırlıkları 167,6 ve 104,6 ton olarak belirlenmiştir. Böyle bir ağırlığın taşınabilmesi için mühendislik hesaplarının yapılması ve teknik donanımın ona göre ayarlanması gerekmektedir. Bu çalışmada ağaç çapları göz önünde bulundurularak kasaların boyutları 5 x 5 m olarak belirlenmiştir. Ağaçlar yeni yerlerine yerleştirilirken de kasa boyutlarına göre çukurlar açılmıştır. Taşınan 4 adet ağaç yeni yerlerine uyum sağlamışlardır. Kshirsagar et. al. (2018) tarafından Hindistan’da yapılan ağaç taşıma çalışmasında kasalama yöntemi kullanılmış ve kasa boyutları 3x3x3 ve 2x2x2 m boyutlarında uygulanmıştır. Yapılan çalışmada 14 adet ağaç taşınmış ve 4 adet ağaçta başarı sağlanamamıştır. A.B.D.’nin Kaliforniya eyaletindeki uygulamalarda 300 yaşında ve 15 m boyundaki Meşe ağacı (*Quercus lobata*) 800 m mesafede başarı ile taşınıp dikildiği literatür bilgilerinde görülmektedir. Yukarıda da açıklanmış

olduğu üzere, günümüzde göğüs çapı 120 cm'ye kadar olan çok büyük ağaçların naklinin de söz konusu olduğu belirtilmektedir (Ürgenç, 1998).

Ağaçların taşıma ve yeni yerlerine yerleştirilme çalışmaları; 2 gün paletli vincin montajı, 2 gün 4 adet ağacın yeni yerlerine taşınması ve 2 günde paletli vincin demontajı olmak üzere toplam 6 gün sürmüştür. Ağaçların alan içerisinde taşıma mesafeleri 1 nolu ağaç için 57 m, 2 nolu ağaç için 48 m, 3 nolu ağaç için 49 m ve 4 nolu ağaç için 77 m olarak ölçülmüştür. Yerinden kaldırılarak askıya alınan ağaçlar, paletli vincin kendi eksini etrafında dönmesi ve hareket etmesi ile yeni yerlerine taşınmıştır. Çalışma alanı içerisindeki bu dört adet ağacın taşıma maliyeti yaklaşık 87250 \$ olarak belirlenmiştir. Kumar (2022)'in yaptığı çalışmada taşınan ağaçların maliyetlerinin 18 \$ ile 910 \$ arasında değiştiğini belirlemiştir. Ağaç boyutu büyüdükçe taşıma maliyetleri büyük oranda artmaktadır. Diğer bir çalışmada, Kshirsagar et. al. (2018) yılında Hindistan'da yaptıkları diğer bir çalışmada 450 adet farklı boyutlardaki ağaçları taşımışlardır. Buradaki ağaç başına taşıma maliyeti 120 – 150\$ arasında değişiklik göstermiştir. Bu çalışmada taşıma maliyeti oldukça yüksek çıkmıştır. Proje sahası içerisinde taşınan dört adet ağacın maliyetinde %60 ile en fazla oranı, paletli vinç için yapılan harcama tutmaktadır. Çalışma alanına ulaşımı sağlayan yolların normal standartlardan daha dar olması nedeniyle, çalışma kapsamındaki ağaçları taşıyabilecek kapasitede olan veya taşıma kapasitesi yüksek olan mobil vinçlerin çalışma sahasına getirilememesi nedeniyle bu paletli vinç ile çalışma zorunluluğunu ortaya çıkarmış ve bu nedenle de maliyet mobil vinçler ile yapılabilecek çalışmalara göre daha fazla olmuştur. Ağaçların taşınması işleminde kullanılan paletli vinç, tırlar ile taşınarak çalışma alanına parçalar halinde getirilmiş ve alan içerisinde 2 günlük bir çalışma ile montajı yapılarak, paletli vinç taşıma işlemine hazır duruma getirilmiştir.

Ağaç transplantasyon çalışmalarının bilinçli ve planlı bir şekilde gerçekleştirilmesi çok önemlidir. Ağacın taşındığı yeni yerine adapte olabilmesi için belli bir sürenin geçmesi gerekmektedir. Yapılan bu çalışmada, proje alanı içerisinde taşınan dört adet ağacın taşıma işlemi üzerinden bir yıl geçmesine rağmen hayatiyetlerini korumaktadırlar. Watson (1996) yaptığı çalışmada ladin türü bir ağacın taşındığı alanda kök yapısının yeni yerine adaptasyonu sırasında yıllık halkalarında 2-3 yıllık bir daralma olduğunu belirlemiştir. Ağacın kendine gelebilmesi için belli bir sürenin geçmesi gerekmektedir. Ağaç taşıma çalışmaları ne kadar düzgün yapılırsa yapılırsa taşınan ağaçlardaki kayıp oranı %30-50 arasında değişiklik gösterebilmektedir (Ökten ve Pehlivan, 2021). Ağaçlar yeni yerine taşındıktan sonra rüzgâr ve fırtınalara karşı ağaçları korumak için bu çalışmada ağaçların gövdeleri belirli yüksekliklerden halatlara bağlanarak sabitlenmiştir. Aynı zamanda kök bölgeleri toprakla sıkıştırılmıştır. Fountain et. al. (1988) de yaptığı çalışmada, ağaçların ve fidanların yeni yerlerine yerleştirildikten sonra farklı sabitleme sistemleriyle bitkinin bağlanmasının öneminden bahsedilmiştir. Aynı zamanda, ağaç taşıma çalışmaları maliyet açısından da oldukça yüklü meblağları karşımıza çıkarabilmektedir. Her ağacın taşınma işlemi ayrı olmalı ve sadece o ağaç için planlama yapılmalıdır. Özellikle ağaç boyutları büyüdükçe maliyette o denli büyümektedir. Kentsel doku içerisinde ağaç taşıma çalışmalarının uzman ekipler

tarafından, ağacın boyutuna uygun makine ve ekipman kullanılarak yapılması bir gerekliliktir. Ağaç taşıma adına taşınacak ağacı aşırı bir şekilde budama yapmak, taşıma işleminde ağacın kök yapısını bozmak ve taşıma işlemi sonrasında taşınan ağacın bakımının düzgün bir şekilde yapılmaması büyük olumsuzluklardır. Taşınan ağaçların kök yapılarının büyüme hızında hacimsel olarak ilk yıllarda bir düşüş gözlemlenmektedir (Hodel et al., 2005). Ağaçların köklerinde aşırı budama yapmak ağacın dengesini bozduğu gibi, yaşamsal faaliyetlerini azaltmaktadır (Gilman, 1990).

Herhangi bir şehirde yapılması planlanan, herhangi bir proje alanında bulunan ve proje alanında değerlendirme olanağı bulunmayan ağaçlardan; "taşımaya değer olan" ağaçların konunun uzmanı kişiler tarafından tespit edilmesi gereklidir. Taşıma çalışmalarının planlanması ve alan hazırlıkları bu tür işlemlerde önemli bir yer tutmaktadır (Smallidge and Ward, 2009). Proje alanı içerisinde olup, taşımaya uygun olan ağaçların tespit edilmesinde, ağaçların türü, özellikle sağlık durumları, peyzaj ve estetik açıdan yüksek değerlere sahip olup olmadığı, bulunduğu şehirdeki peyzaj ve kentsel alan düzenlemelerinde yer verilen ve tercih edilen türlerden olup olmadığı, parsel ve proje alanı içerisinde bulunan diğer ağaçlarla olan konumu gibi faktörlerin dikkate alınması uygun olacaktır.

5. Sonuç ve Öneriler

İstanbul ili Çengelköy bölgesindeki bir konut proje alanında yer alan dört adet ağacın, aynı alan içerisinde farklı bir bölgeye taşınması bu çalışmanın konusunu oluşturmuştur. Bu ağaçların iki adeti *Cedrus libani* (Toros sediri), bir adeti *Aesculus hippocastanum* (Atkestanesi) ve bir adeti de *Quercus cerris* (Saçlı meşe)'tir. Ağaçların alan içerisinde taşınması peyzaj anlamında yapılan tasarımda yer alması ve aynı zamanda mevcut yerlerinde kazı alanlarına denk gelmesinden dolayıdır. Ağaçların taşınması çalışmaları altı gün sürmüş ve kasalama yöntemi ile ağaçlar taşınmıştır.

Bu çalışmada ağaç taşıma maliyeti yüksek bulunmuştur. Toplam harcamanın %60'lık kalemi içerisinde, paleti vincin parçalar halinde tırlar ile taşınarak çalışma alanına getirilmesi, çalışma alanında montajı, ağaçların taşınması, demontajı ve tırlara yüklenerek çalışma alanından çıkarılması sırasında yapılan harcamalar ile vincin altı günlük kira maliyeti bulunmaktadır. Toplam maliyetin %40'lık kısmı içerisinde; ağaçların mevcut yerlerindeki topraklı kök balyasının ortaya çıkarılması için çevresinin etrafındaki toprağın hafriyat çalışmalarında kullanılan iş makineleri, taşınacak ağaçların yeni yerlerinin hazırlanmasında kullanılan iş makineleri ve paletli vincin çalışma alanının hazırlanması için yapılan hafriyat çalışmalarında kullanılan iş makinelerine ait harcamalar, ankraj makinesi ile yukarıda açıklanmış olan deliklerin açılması ve boruların döşenmesi, ağaçların taşınması için kasaların ve ağaç taşıma platformlarının hazırlanması, ağaçların bakımlarının yapılması harcamaları bulunmaktadır.

Proje alanı içerisinde yer alan ve taşınan dört ağacın sağlık durumları günümüzde iyi olup, taşıma ve başarı oranı %100'dür. Ağaçların bakım çalışmaları ve sabitleme işlemleri halen devam etmektedir.

Bu çalışmanın ışığında aşağıda çeşitli öneriler getirilmiştir; -Ağaç taşıma çalışmalarında da ilk unsur iyi bir planlamadır.

-Ağacın taşınmadan önce topraklı kök alanının belirlenmesi, gövdede ve tepede gerekli olan budama ve küçültme işlemleri yapılmalıdır.
 -Ağacın yeni yerine taşınabilmesi için fiziksel özelliklerine ve topraklı kök yapısına göre yeni yerindeki hazırlıkların uygun bir şekilde yapılması gerekmektedir.
 -Ağacın yeni yerinde sabitlenmesi ve güvenceye alınmasından sonra sulama, gübreleme ve bakım çalışmalarını aksatmamak gerekir.
 -Tüm yapılan taşıma işlemlerinde iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uygun olarak hareket edilmelidir.
 -Taşıma işlemlerini konusunda uzman ekiplere yaptırmak gerekir.
 -Sağlıksız ve gelecek vaat etmeyen ağaçların taşınması ekonomik olarak uygun değildir.
 -Taşıma çalışmaları sırasında ağacın büyüklüğüne göre en uygun ekipmanın belirlenmesi gerekir. Bu durum taşıma maliyetlerini de yakından ilgilendirmektedir.

Teşekkür

Tahincioğlu Gayrimenkul Yatırım ve İnş. A.Ş. ve Nida İnşaat Turizm A.Ş.'ye makalenin arazi çalışmalarında verdikleri yardım ve desteklerden dolayı teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Anonim, 2014. Guidelines on tree transplanting. Greening, Landscape and Tree Management Section Development Bureau, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region, Hong Kong.
- Anonim, 2019. Tree transplanting. Seminar on Urban Greening in Hong Kong, Chinese University of Hong Kong.
- Buckstrup, M.J., Bassuk, N.L., 2000. Transplanting success of balled-and-burlapped versus bare-root trees in the urban landscape. *Journal of Arboriculture*, 26(6), 298-308.
- Çelem, H., Uslu, A., 2006. Kent içi yol ağaçlandırma çalışmaları: Genel değerlendirme, Kentiçi Ağaçlandırma Çalışmalarında Teknikler ve Sorunlar Paneli, Kırsal Çevre ve Ormanlık Sorunları Araştırma Derneği, 11 Kasım 2006, Ankara, 12-29.
- Dirik, G.H., 2014. Arborikültür (Kentsel ağaç kültürü). İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları Yayın No: 520, İstanbul.
- Fountain, W.M., Kaiser, C.A., Hartman, J.R., 1988. Transplanting trees and shrubs. University of Kentucky, Cooperative Extension Service, ID-80, USA.
- Gilman, E.F., 1990. Tree root growth and development. *J. Environ.Hort.* 8(4), 220-227.
- Görücü, Ö., Eker, Ö., 2009. Kahramanmaraş Baraj Havzasında Karbon Emisyonu ve Ekonomisi Üzerine Araştırmalar. II. Ormanlıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi, 19-21 Şubat 2009, Isparta.
- Hermann, R.K., 1964. Importance of top-root ratios for survival of Douglas-fir seedlings. *Tree Planters Notes*, No.64.
- Hodel, D.R., Pittenger, D.R., Downer, A.J., 2005. Palm root growth and implications for Transplanting. *Journal of Arboriculture* 31(4), 171-181.
- Jim, C.Y., 1995. Transplanting two champion specimens of mature Chinese Banyans. *Journal of Arboriculture* 21(6), 289-295.
- Köse, M., 2021. The emergence and development of urban forestry in the world and in Turkey. *Tree and Forest*, 2(2), 62-71.
- Kshirsagar, Y., Palanikumar, B., Manjunatha, T.V., Vrishini, S., 2018. Tree transplanting: success stories of trees transplanting at Karnataka, India. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.*,7(10), 2709-2716.
- Kumar, A.M., 2022. Transplantation of trees an informative manual for freshers. Chapter I, Book, ISBN: 978-93-5635-927-7, India.
- Kurtoğlu, A., 1984. Ağaç malzeme – ağırlık ilişkileri. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, B34 (1), 150-163.
- Lopushinsky, W., Beebe, T. 1976. Relationship of shoot –root ratio to survival and growth of out planted douglas-fir and ponderosa pine seedlings . *USDA For. Ser. Res. Note PNM-274*.
- Norman, K., 2018. The art of tree moving. *Arboricultural Consultant*, 51(4). 3-6.
- Ökten, Özyurt, S.S., Pehlivan, G., 2021. İleri yaşta palmye (*Washingtonia filifera*) taşıma süreçlerine dair bir uygulama, İskenderun Teknik Üniversitesi Örneği. *Akademik Ziraat Dergisi*, 10(1), 175-184.
- Özkan, B., 1988. Büyük ağaçların transplantasyonu nasıl gerçekleştirilir? *Bilim ve Teknik*, Ekim 1988, 23-25.
- Öztürk, T., Şentürk, N., 2019. Kentsel alanlarda ağaç transplantasyonu çalışmaları. II.International Eurasian Conference on Biological and Chemical Science (EurasianBioChem2019), Ankara, 28-29 Nisan 2019, 1554-1561.
- Pryor, M., 2014. Urban tree transplanting in Hong Kong. Chinese University of Hong Kong Seminar on Urban Greenery in Hong Kong, 12 July 2014.
- Pryor, M., Watson, G., 2016. Mature tree transplanting: Science supports best management practice. *Arboricultural Journal*, 38(1), 2-27.
- Smallidge, P., Ward, J.S., 2009. Northeastern tree planting & reforestation. Cornell University, Cooperative Extension, Technical Report, USA.
- South, D. B. and Mitchell, R. J., 1999. Determining the optimum slash pine seedling size for use with four levels of vegetation management on a flat woods site in Georgia. *U.S.A. Canadian Journal of Forest Research*, 29, 1039 –1046.
- Swackhamer, E., Sellmer, J., 2023. Transplanting or moving trees and shrubs in the landscape. PennState Extension, Penn State College of Agricultural Sciences, Pennsylvania.
- Ürgenç, S., 1998. Genel plantasyon ve ağaçlandırma tekniği. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 444, İstanbul.
- Watson, G.W., 1996. Tree transplanting and establishment. *Arnoldia Winter, England*, 11-16.



Synthesis and characterization of naphthalene-sulfonate hybrid structures and their effects on abiotic stress indicators in maize

Fuat Yetişsin ¹, Adem Korkmaz ²

¹ Muş Alparslan University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Plant and Animal Production, Muş, Türkiye
² Muş Alparslan University, Health Sciences, Occupational Health and Safety, Muş, Türkiye

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi : 28/02/2023

Kabul Tarihi : 08/05/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1257960>

*Sorumlu Yazar:

f.yetissin@alparslan.edu.tr

ABSTRACT

Research Article

As a result of global warming and environmental pollution resulting from human activities such as industrialization, CO₂ emissions, and mining, plants are exposed to more and more abiotic stress types day by day. As a natural consequence of this situation, yield losses and economic problems occur in agricultural plants. To contribute to the solution of these problems, firstly, it was present a simple synthetic strategy involving

naphthalene-sulfonate hybrid derivatives mediated by triethylamine. It successfully obtained a sequence of four designed molecules. Biological evaluation of hydrogen peroxide (H₂O₂) and thiobarbituric acid-reactive substances (TBARS) levels were measured in maize seedlings under abiotic stress for naphthalene-sulfonate hybrid constructions. It was observed that the **3a**, **3b**, **3c**, and **3d** derivatives reached the lowest H₂O₂ content at 0.5 mM, 0.75 mM, 0.25, and 0.25 mM concentrations, respectively. For all **3a**, **3b**, **3c**, and **3d** derivatives, the TBARS content was the lowest at concentrations between 0.25 mM and 0.5 mM, and there was no statistical difference between the two pre-treatments. In light of the findings, it was observed that all of the **3a**, **3b**, **3c**, and **3d** derivatives were effective at different levels in alleviating the adverse effects of abiotic stresses on plants. However, 0.25 mM concentration of the **3c** derivative was determined to be the most effective in reducing both H₂O₂ and TBARS levels in maize seedlings under stress.

Key Words: Oxidative stress, naphthalene derivatives, sulfonate derivatives, H₂O₂, TBARS

Naftalin-sülfonat hibrit yapılarının sentezi, karakterizasyonu ve mısırdaki abiyotik stres göstergelerine etkileri

ÖZ

Küresel ısınma ve sanayileşme, CO₂ emisyonları, madencilik gibi insan faaliyetlerinden kaynaklanan çevre kirliliği sonucunda bitkiler her geçen gün daha fazla abiyotik stres türlerine maruz kalmaktadır. Bu durumun doğal bir sonucu olarak da tarımsal bitkilerde verim kayıpları ve ekonomik sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu problemlerin çözümüne katkı sağlamak için öncelikle trietilamin aracılı naftalin-sülfonat hibrit türevlerini içeren basit bir sentez stratejisi sunulmuştur. Başarıyla tasarlanmış dört molekül dizisi elde edildi. Naftalin-sülfonat hibrit yapıları için abiyotik stres altındaki mısır fidelerinde hidrojen peroksit (H₂O₂) ve tiyobarbitürik asit-reaktif maddesinin (TBARS) düzeyleri ölçülmüştür. **3a**, **3b**, **3c** ve **3d** türevlerinin sırasıyla 0,5 mM, 0,75 mM, 0,25 ve 0,25 mM konsantrasyonlarında en düşük H₂O₂ içeriğine ulaştığı gözlemlendi. **3a**, **3b**, **3c** ve **3d** türevleri için TBARS içeriği, 0,25 mM ile 0,5 mM arasındaki konsantrasyonlarda en düşük seviyedeydi ve iki uygulama arasında istatistiksel bir fark yoktu. Elde edilen bulgular ışığında **3a**, **3b**, **3c** ve **3d** türevlerinin tamamının bitkiler üzerindeki abiyotik streslerin olumsuz etkilerini azaltmada farklı düzeylerde etkili olduğu görülmüştür. Ancak stres altındaki mısır fidelerinde hem H₂O₂ hem de TBARS düzeylerini düşürmede **3c** türevinin 0,25 mM konsantrasyonunun en etkili olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Oksidatif stres, naftalin türevleri, sülfonat türevleri, H₂O₂, TBARS

Citing this article:

Yetişsin, F., Korkmaz, A., 2023. Synthesis and characterization of naphthalene-sulfonate hybrid structures and their effects on abiotic stress indicators in maize. Anatolian Journal of Forest Research, 9(1), 89-95.



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

1. Introduction

Plants grown in their natural ecosystems can be exposed to a single stress or different stress combinations from germination to death (Hussain et al., 2019; Handayani and Watanabe, 2020). There are many studies aiming to increase the tolerance of plants against the adverse effects of abiotic stresses that cause yield losses by exogenous applications of naturally synthesized substances such as ascorbate (El-Beltagi et al., 2022), proline (Ghosh et al., 2022), hydrogen peroxide and salicylate (Sohag et al., 2020), nitric oxide (Liu et al., 2015), gallic acid (Yetişsin and Kurt, 2020), glutathione (Cai et al., 2011), α -tocopherol (Shah et al., 2021), melatonin (Li et al., 2016), and ABA (Guo et al., 2012), which have important functions in the metabolism of living things. However, the possibilities of use of newly synthesized derivatives in many areas related to humans, from cancer (Nagaraju et al. 2019) to enzyme inhibition (Anwar et al., 2020), from antibiotics (Singh et al., 2019) to antioxidants (Shirinzadeh et al., 2020), are being investigated, studies to increase the tolerance of these derivatives to abiotic stresses of plants are limited. The exogenous application of various stimulating metabolites that increase stress tolerance to plants under abiotic stresses is preferred as an efficient, effective, and inexpensive method (He et al., 2009; Shaddad, 2010).

Also, naphthalene derivatives are an aromatic conjugated system that has been extensively investigated for various applications such as anticancer, antiviral, antituberculosis, antidiabetic, and anti-neurodegenerative (Makar et al., 2019). Because of these pharmacological properties, studies on synthesizing modified naphthalene-based derivatives have become the focus of attention. Within the scope of these studies, the anticancer properties of the chalcone derivatives containing naphthaldehyde were studied by Lim et al. (2020). In particular, it has been shown that substituents such as hydroxyl, methoxy, prenyl and chloro in the structure can increase the anticancer activity (Lim et al., 2020). Antimicrobial activities of the containing naphthalene structure were investigated by various studies (Sivasankari, 2018; Eltayeb et al., 2020; Evren et al., 2020).

In addition, studies with sulfonate derivatives have attracted attention recently (Korkmaz et al., 2022^a; Korkmaz, 2022; Korkmaz and Bursal, 2022^a; Korkmaz and Bursal 2022^b; Korkmaz and Bursal 2022^c). Recently, enzyme inhibition of compounds containing the naphthalene-sulfonate structure has been studied (Korkmaz et al., 2022^b). In this study, naphthalene-sulfonate structures (**3a**, **3b**, **3c**, and **3d**) were synthesized and it was evaluated whether these synthesized derivatives have tolerance-increasing potential in plants under abiotic stress.

2. Material and Methods

2.1 Equipment and tools

N, N-Dimethylformamide (DMF) was purified in a vacuum on 4A molecular sieves. Reagents and solvents were purchased from Sigma-Aldrich and used without purification. ¹H (400 MHz) and ¹³C (100 MHz) NMR spectra were recorded on a Bruker DRX-400 high performance digital FT-NMR spectrometer. The melting points of the compounds were

determined with the ELECTRO THERMAL-IA 9100 instrument. The seeds of 523 varieties of maize (*Zea mays* L.) were provided by Sakarya Maize Research Institute. Seeds were grown in soil-filled pots in a plant growth chamber at 25 °C, 65% RH, 8/16 h dark/light and a photon intensity of 400 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Polyethylene Glycol (PEG₆₀₀₀) was used to induce stress in maize seedlings. Determination of H₂O₂ and TBARS amounts in leaves was made with a UV-Vis spectrophotometer (Thermo Scientific).

2.2 Synthesis of the naphthalen-sulfonate hybrid

In a 100 mL flask, 1-hydroxy-1-naphthaldehyde (1.0 mmol) was dissolved with 2.5 mL of DMF. Triethylamine (TEA) (1.3 mmol) was added to the flask. The reaction vessel was immersed in an ice bath. The corresponding sulfonyl chloride (1.0 mmol) was added slowly over 1 min. The reaction was controlled by Thin Layer Chromatography (TLC). After 75 minutes, the reaction vessel was poured into 15 mL of water. The resulting solid was filtered off with vacuum suction. The product was dried in a desiccator. Crystallization was carried out in a mixture of benzene:n-hexane (1:4).

2.2.1 Naphthalen-1-yl 4-bromobenzenesulfonate (3a)

m.p 103-105 °C; Mol. wt: 361.96; Cream powder (benzene-hexane (1:4); (Yield 51 %); ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃), (ppm): 7.96-7.73 (m, 5H, Ar H), 7.71-7.61 (m, 2H, Ar H), 7.58-7.37 (m, 3H, Ar H), 7.32-7.20 (m, 1H, Ar H); ¹³C NMR (100 MHz, CDCl₃), (ppm): 145.5 (Ar-C), 134.7 (Ar-C), 132.5 (2 units of Ar-C), 129.9 (2 units of Ar-C), 129.8 (Ar-C), 127.4 (Ar-C), 127.4 (Ar-C), 127.07 (Ar-C), 127.03 (Ar-C), 126.9 (Ar-C), 126.8 (Ar-C), 125.1 (Ar-C), 121.5 (Ar-C), 118.4 (Ar-C); HRMS (ESI) m/z: calculated for C₁₆H₁₁BrO₃S [M+Na]⁺= 384.96123 found 384.9508.

2.2.2 Naphthalen-1-yl 2,5-dichlorobenzenesulfonate (3b)

m.p 82-84 °C; Mol. wt: 351.97; Cream powder (benzene-hexane (1:4); (Yield 50 %); ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃), (ppm): 8.22-8.12 (d, J=8.9 Hz, 1H, Ar H), 8.06-7.99 (s, 1H, Ar H), 7.92-7.85 (m, 1H, Ar H), 7.83-7.77 (d, J=8.2 Hz, 1H, Ar H), 7.64-7.52 (dd, J=11.2, 7.6 Hz, 4H, Ar H), 7.43-7.35 (t, J=7.9 Hz, 1H, Ar H), 7.24-7.17 (d, J=7.6 Hz, 1H, Ar H); ¹³C NMR (100 MHz, CDCl₃), (ppm): 145.5 (Ar-C), 135.5 (Ar-C), 135.0 (Ar-C), 134.8 (Ar-C), 133.3 (Ar-C), 131.8 (Ar-C), 131.7 (Ar-C), 127.8 (Ar-C), 127.6 (Ar-C), 127.2 (Ar-C), 127.1 (Ar-C), 127.0 (Ar-C), 125.0 (2 units of Ar-C), 121.7 (Ar-C), 117.9 (Ar-C); HRMS (ESI) m/z: calculated for C₁₆H₁₀Cl₂O₃S [M+Na]⁺= 374.97277 found 374.9619.

2.2.3 Naphthalen-1-yl 2,4,6-trimethylbenzenesulfonate (3c)

m.p 109-110 °C; Mol. wt: 326.09; Cream powder (benzene-hexane (1:4); (Yield 54 %); ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃), (ppm): 8.20-8.12 (m, 1H, Ar H), 7.89-7.83 (m, 1H, Ar H), 7.79-7.72 (d, J=8.2 Hz, 1H, Ar H), 7.59-7.52 (m, 2H, Ar H), 7.34-7.27 (m, 1H, Ar H), 7.09-7.01 (s, 2H, Ar H), 6.90-6.84 (d, J=7.6 Hz, 1H, Ar H), 2.62 (s, 6H, 2 units of Ar-CH₃), 2.37 (s, 3H, Ar-CH₃); ¹³C NMR (100 MHz, CDCl₃), (ppm): 145.9 (Ar-C), 143.9 (Ar-C),

140.37 (Ar-C), 134.8 (Ar-C), 131.9 (2 units of Ar-C), 131.4 (Ar-C), 127.87 (Ar-C), 127.85 (Ar-C), 127.6 (Ar-C), 126.9 (Ar-C), 126.8 (2 units of Ar-C), 125.0 (Ar-C), 122.2 (Ar-C), 117.4 (Ar-C), 22.8, (2 units of Ar-CH₃), 21.1 (Ar-CH₃); HRMS (ESI) m/z: calculated for C₁₉H₁₈O₃S [M+Na]⁺= 349.09767 found 349.0869.

2.2.4 Naphthalen-1-yl naphthalene-2-sulfonate (3d)

m.p 101-103 °C; Mol. wt: 334.06; Cream powder (benzene-hexane (1:4); (Yield 56 %); ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃), (ppm): 8.54-8.46 (s, 1H, Ar H), 8.03-7.90 (m, 5H, Ar H), 7.85-7.80 (d, J=8.1 Hz, 1H, Ar H), 7.77-7.60 (m, 3H, Ar H), 7.50-7.31 (m, 3H, Ar H), 7.23-7.17 (d, J=7.6 Hz, 1H, Ar H); ¹³C NMR (100 MHz, CDCl₃), (ppm): 145.8 (Ar-C), 135.4 (Ar-C), 134.7 (Ar-C), 132.6 (Ar-C), 131.8 (Ar-C), 130.4 (Ar-C), 129.6 (2 units of Ar-C), 129.4 (Ar-C), 128.0 (Ar-C), 127.8 (Ar-C), 127.7 (Ar-C), 127.3 (Ar-C), 127.2 (Ar-C), 126.7 (2 units of Ar-C), 125.1 (Ar-C), 122.9 (Ar-C), 121.7 (Ar-C), 118.3 (Ar-C); HRMS (ESI) m/z: calculated for C₂₀H₁₄O₃S [M+Na]⁺= 357.06637 found 357.0557.

2.3 Experimental design

The seeds grown in soil-filled pots were grown to the four-leaf stage for approximately 28 days in the plant growth chamber and irrigated with 200 mL of tap water three times a week. After cutting all shoots, they were kept in tubes containing distilled water for 1 hour. There were eight different treatment groups for each Naphthalene-Sulfonate Hybrid Structure (3a, 3b, 3c, and 3d) synthesized in the experiment: (1) Control, 6-h pre-treatment with DW, followed by 12-h treatment with 5% PEG (m/v) (2) 6-h pre-treatment with 0.01 mM (m/v), followed by 12-h treatment with 5% PEG (m/v) (3) 6-h pre-treatment with 0.1 mM (m/v), followed by 12-h treatment with 5% PEG (m/v) (4) 6-h pre-treatment with 0.25 mM (m/v), followed by 12-h treatment with 5% PEG (m/v) (5) 6-h pre-treatment with 0.5 mM (m/v), followed by 12-h treatment with 5% PEG (m/v) (6) 6-h pre-treatment with 0.75 mM (m/v), followed by 12-h treatment with 5% PEG (m/v) (7) 6-h pre-treatment with 0.1 mM (m/v), followed by 12-h treatment with 5% PEG (m/v) (8) 6-h pre-treatment with 5 mM (m/v), followed by 12-h treatment with 5% PEG (m/v). After 18 hours, the samples were run through liquid nitrogen and stored at -20 °C for analysis of H₂O₂ and TBARS contents in the leaves of maize seedlings. All experiments were performed in triplicate.

2.4 Determination of hydrogen peroxide content

Velikova et al. (2000) H₂O₂ levels were determined by the measurements made. The homogenate prepared with 0.1 g leaf was homogenized with 0.01 g activated charcoal and 1.8 mL 0.1% TCA with a Qiagen tissue shredder. Then it was centrifuged for 15 minutes in a device set at +4°C, 15,000 g. After adding 1 M KI (1500 µL) and phosphate buffer (10mM, pH 7.0) in the supernatant, the absorbance reading of the mixture was taken at 390 nm.

2.5 Determination of thiobarbituric acid-reactive substances content

To determine the amount of TBARS according to Heath and Packer's (1968) method, 0.1 g maize leaves and 1.8 mL of 0.1% (m/v) trichloroacetic acid were homogenized together with a qiagen tissue lyser. The resulting homogenate was centrifuged at +4°C, 15,000 g for 5 minutes. Next, 1 mL of the supernatant was added to 4 mL of the filtered reaction solution containing 20% TCA and 0.5% thiobarbituric acid. The solution was left in an incubator set at 95°C for 30 minutes for the reaction to occur. The TBARS level was recorded with a UV-visible spectrophotometer (Thermo Scientific) making use of the difference in absorbance at 532 and 600 nm.

2.6 Statistical analysis

Numerical data were analyzed with the help of SPSS (v.17, SPSS Inc., USA). Statistical significance was expressed using Duncan's multiple range test. Statistical significance was stated as P < 0.05 in all analyzes.

3. Results

3.1 Synthesis and characterization

At the beginning of our study, 2-naphthyl, 2,5-dichlorophenyl, 2,4,6-trimethylphenyl, and 4-bromophenyl sulfonate derivatives with a naphthalene scaffold motif were modeled. Their backbones are decorated with electron-withdrawing and electron-releasing substituents. Similar synthetic protocols (Korkmaz and Bursal, 2022^a) have been applied by our group before. 1-Naphthalene-sulfonate derivatives were applied at 1.3 TEA/substrate ratio, 75 minutes, and 0-5 °C (Figure 1).

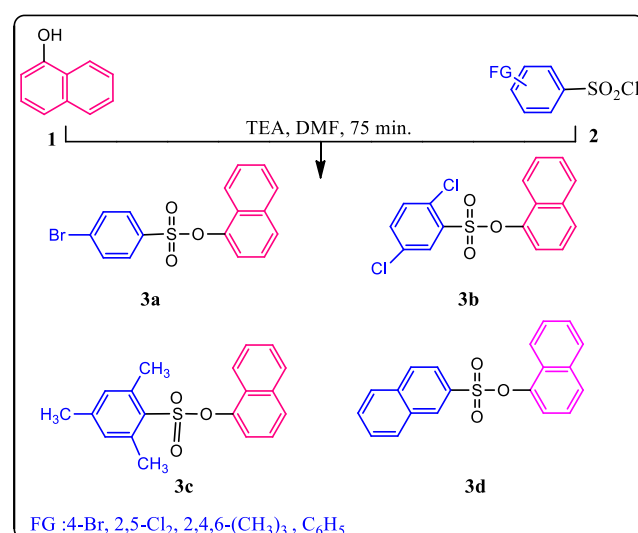


Fig. 1. The synthesis of the naphthalene-sulfonate hybrid structure

Naphthalene-sulfonate hybrid structures were purified and characterized using ¹H NMR, ¹³C NMR, and HRMS spectroscopic methods. The observed proton number of compound 3d, 14 aromatics, is consistent with the expected

number of protons in the ¹H NMR spectrum. Compound 3a has 7.77-7.60 (m, 3H, ArH), 7.50-7.31 (m, 3H, ArH), and 8.03-7.90 (m, 5H, ArH), centered three multiplets (Table 1). Additionally, doublet signals at 7.85-7.80 (d, J=8.1 Hz, 1H, ArH) and 7.23-7.17 (d, J=7.6 Hz, 1H, ArH) were observed. Also observed as a single signal at 8.54-8.46 ppm (s, 1H, ArH) of compound 3d.

Table 1. ¹H NMR spectra data of compounds 3a-d

Compounds	Chemical shift δ (ppm)	Peak types	J (Hertz)	Number of hydrogen	Types of the proton
3a	7.96-7.73	Multiplet	-	5H	Ar-H
	7.71-7.61	Multiplet	-	2H	Ar-H
	7.58-7.37	Multiplet	-	3H	Ar-H
	7.32-7.20	Multiplet	-	1H	Ar-H
3b	8.22-8.12	Doublet	8.9 Hz	1H	Ar-H
	8.06-7.99	Singlet	-	1H	Ar-H
	7.92-7.85	Multiplet	-	1H	Ar-H
	7.83-7.77	Doublet	8.2 Hz	1H	Ar-H
	7.64-7.52	Doublet of doublet	11.2 Hz, 7.6 Hz	4H	Ar-H
	7.43-7.35	Triples	7.9 Hz	1H	Ar-H
	7.24-7.17	Doublet	7.6 Hz	1H	Ar-H
3c	8.20-8.12	Multiplet	-	1H	Ar-H
	7.89-7.83	Multiplet	-	1H	Ar-H
	7.79-7.72	Doublet	8.2 Hz	1H	Ar-H
	7.59-7.52	Multiplet	-	2H	Ar-H
	7.34-7.27	Multiplet	-	1H	Ar-H
	7.09-7.01	Singlet	-	2H	Ar-H
	6.90-6.84	Doublet	7.6 Hz	1H	Ar-H
	2.62	Singlet	-	6H	2 units of Ar-H ₃
3d	2.37	Singlet	-	3H	Ar-H ₃
	8.54-8.46	Singlet	-	1H	Ar-H
	8.03-7.90	Multiplet	-	5H	Ar-H
	7.85-7.80	Doublet	8.1 Hz	1H	Ar-H
	7.77-7.60	Multiplet	-	3H	Ar-H
	7.50-7.31	Multiplet	-	3H	Ar-H
	7.23-7.17	Doublet	7.6 Hz	1H	Ar-H

=coupling constant in hertz.

Similarly, proton signals of compound 3b in the aromatic region were observed at 8.22-8.12 (d, J=8.9 Hz, 1H, ArH), 8.06-7.99 (s, 1H, ArH), 7.92-7.85 (m, 1H, ArH), 7.83-7.77 (d, J=8.2 Hz, 1H, ArH), 7.64-7.52 (dd, J=11.2, 7.6 Hz, 4H, ArH), 7.43-7.35, (t, J=7.9) Hz, 1H, ArH), and 7.24-7.17 (d, J=7.6 Hz, 1H, ArH).

It was observed that the aromatic expected proton numbers of compound 3c were similarly consistent with the observed proton numbers (8.20-8.12 (m, 1H, Ar H), 7.89-7.83 (m, 1H, Ar H), 7.79-7.72 (d, J= 8.2 Hz, 1H, Ar H), 7.59-7.52 (m, 2H, Ar H), 7.34-7.27 (m, 1H, Ar H), 7.09-7.01 (s, 2H, Ar H), 6.90-6.84 (d, J=7.6 Hz, 1H, Ar H)). In addition, 2.62 (s, 6H, 2 units of Ar-CH₃), and 2.37 (s, 3H, Ar-CH₃) of the aliphatic proton peaks were observed to be compatible with the structure. In the other compound 3a, the proton peaks were observed to be congruent as expected (see supplemental data). All ¹³C NMR signals of Compounds 3a-d were correctly determined as peaks concordant (see supplementary data). In addition, expected molecular peaks of Compounds as 3a-d HRMS masses [M+Na] values were observed. As a result, it was observed that pure-form 3a-d compounds were obtained according to spectrum analyzes (Figure 2).

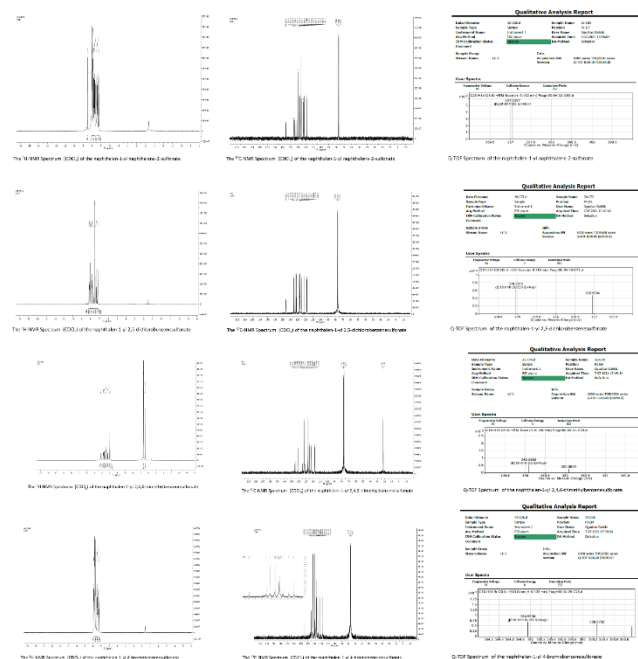


Fig. 2. The spectra of the naphthalene-sulfonate hybrid structure

3.2 Hydrogen peroxide and TBARS content

H₂O₂ levels, which have a critical importance in cell metabolism, were measured in maize seedlings under abiotic stress of different concentrations of 3a, 3b, 3c, and 3d derivatives synthesized in the present study. It was observed that the 3a, 3b, 3c, and 3d derivatives reached the lowest H₂O₂ content at 0.5 mM, 0.75 mM, 0.25, and 0.25 mM concentrations, respectively (Figure 3).

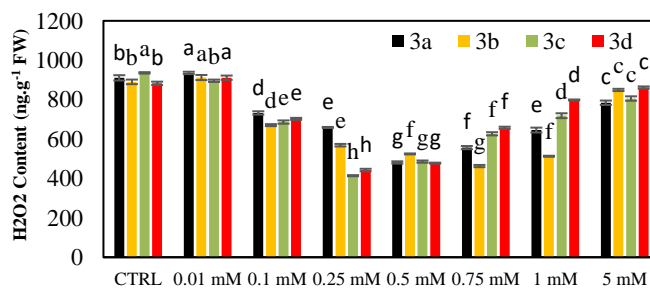


Fig. 3. Effect of pre-treatment of 3a, 3b, 3c, and 3d derivatives on H₂O₂ content in maize seedlings under abiotic stress

TBARS levels were measured in stressed maize seedlings of different concentrations of 3a, 3b, 3c, and 3d derivatives synthesized in this study (Figure 4). For all 3a, 3b, 3c, and 3d derivatives, the TBARS content was the lowest at concentrations between 0.25 mM and 0.5 mM, and there was no statistical difference between the two pre-treatments. However, it was concluded that substance 3c was the most effective of the four derivatives in reducing the level of TBARS.

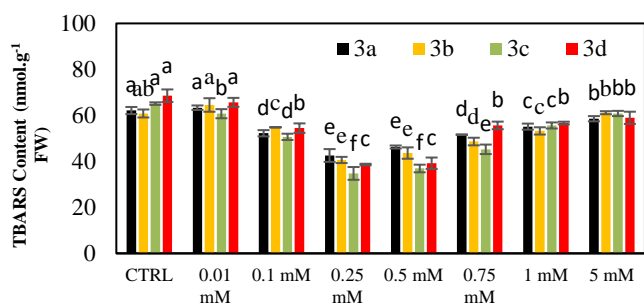


Fig. 4. Effect of pre-treatment of 3a, 3b, 3c, and 3d derivatives on TBARS content in maize seedlings under abiotic stress

4. Discussion

There are many sources that cause the formation of reactive oxygen species (ROS) in plants. The main production sites of ROS are the PSI and PSII reaction centers in chloroplast thylakoids. Apart from that, ROS formation occurs during mitochondrial respiration. In addition, peroxisomes and glycosomes participate in the generation of ROS during photorespiration and fatty acid oxidation (Gechev et al., 2006). On the other hand, it has been determined that NADPH oxidases, amine oxidases, and cell wall-associated peroxidases also contribute to the formation of ROS (Mittler, 2002). When plants are exposed to various abiotic stresses, the rate of formation of some ROS such as superoxide, hydrogen peroxide, hydroxyl radicals, and singlet oxygen increases. ROS production results in lipid peroxidation, which is the most important harmful effect of oxidative stress (Kadioğlu et al., 2011). Superoxide is not very reactive on its own, it is effective by forming H₂O₂ and hydroxyl (•OH) radicals (Halliwell and Gutteridge, 1989). During the reaction of superoxide and hydrogen peroxide to form the hydroxyl radical (Haber-Weiss reaction), increased iron or other transition metals such as copper can further increase oxidative damage by accelerating these reactions (Fenton reaction) (Smirnoff, 1993). H₂O₂, which does not have radical properties since it does not contain unshared electrons in its structure, is accepted as a signal that activates plant defence mechanisms under biotic and abiotic stress (Prasad et al., 1994; Foyer et al., 1997). It was concluded that the 3c substance was the most effective among the four derivatives in reducing the H₂O₂ level. Pre-application of a sulfonate derivative oxime to maize seedlings under cadmium stress significantly reduced H₂O₂ content compared to cadmium application (Demiralay, 2022), alleviated the adverse effects of copper stress and decreased H₂O₂ level compared to copper application (Yetişsin and Kardeş, 2022).

Free radicals formed by the effect of abiotic stresses can initiate lipid peroxidation in plants (Thompson et al., 1987). Lipid peroxidation is determined by looking at the malondialdehyde (MDA) content formed as a result of oxidative stress (Irigoyen et al., 1992). The oxidation of lipids can increase two or three times under abiotic stresses (Pastori and Trippi, 1992). It is known that H₂O₂ causes lipid peroxidation and damage to cell membranes at high concentrations (Munne-Bosch et al., 2001). In a study, it was reported that lipid peroxidation caused by Cd in rice seedlings exposed to cadmium stress was eliminated by pre-application of glutathione or salicylic acid (Cao et al., 2013). In a study conducted by Demiralay (2022), a sulfonate-derived oxime pre-treatment under cadmium stress significantly reduced the TBARS content of maize seedlings compared to cadmium application. In another study, a sulfonate derivative alleviated the negative effects of copper stress and decreased MDA levels compared to copper application (Yetişsin and Kardeş, 2022).

5. Conclusion

As a result of global warming and environmental pollution resulting from human activities such as industrialization, CO₂ emissions, and mining, plants are exposed to more and more abiotic stress types day by day. As a natural consequence of this situation, yield losses and economic problems occur in agricultural plants. In the current study to perform the synthesis, characterization, and biological evaluation of naphthalene-sulfonate hybrid constructions, H₂O₂ and TBARS levels were measured in maize seedlings under abiotic stress after synthesis of sulfonate derivatives 3a, 3b, 3c, and 3d. In light of the findings, it was observed that all of the 3a, 3b, 3c, and 3d derivatives were effective at different levels in alleviating the adverse effects of abiotic stresses on plants. However, 0.25 mM concentration of the 3c derivative was determined to be the most effective in reducing both H₂O₂ and TBARS levels in maize seedlings under stress. We recommend that the effects of the four derivatives synthesized in the present study, as well as the effects on plants, phytoremediation, phytomining, as well as the treatment of diseases, enzyme inhibition, and antibiotic effects should be investigated with more detailed studies.

Acknowledgment

Seeds of the Ada-523 maize variety were provided by Sakarya Maize Research Institute.

Declaration of Competing Interest

The authors declare no conflicts of interest.

References

- Anwar, F., Saleem, U., Ahmad, B., Ashraf, M., Rehman, A. U., Froeyen, M., Ahmad, S., 2020. New naphthalene derivative for cost-effective ache inhibitors for alzheimer's treatment: in silico identification, in vitro and in vivo validation. *Computational Biology and Chemistry*, 89, 107378.
- Cai, Y., Cao, F., Cheng, W., Zhang, G., Wu, F., 2011. Modulation of exogenous glutathione in phytochelatin and photosynthetic performance against cd stress in the two rice genotypes differing in cd tolerance. *Biological Trace Element Research*, 143, 1159-1173.
- Cao, F., Liu, L., Ibrahim, W., Cai, Y., Wu, F., 2013. Alleviating effects of exogenous glutathione, glycinebetaine, brassinosteroids and salicylic acid on cadmium toxicity in rice seedlings (*Oryza sativa*). *Agrotechnology*, 2, 1000107.
- Demiralay, M., 2022. Exogenous acetone o-(4-chlorophenylsulfonyl) oxime alleviates cd stress-induced photosynthetic damage and oxidative stress by regulating the antioxidant defense mechanism in *Zea mays*. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 28, 2069-2083.
- El-Beltagi, H. S., Ahmad, I., Basit, A., Shehata, W. F., Hassan, U., Shah, S. T., Mohamed, H. I., 2022. Ascorbic acid enhances growth and yield of sweet peppers (*Capsicum annuum*) by mitigating salinity stress. *Gesunde Pflanzen*, 74, 423-433.
- Eltayeb, N. E., Şen, F., Lasri, J., Hussien, M. A., Elsilk, S. E., Babgi, B. A., Sert, Y., 2020. Hirshfeld surface analysis, spectroscopic, biological studies, and molecular docking of (4e)-4-(naphthalen-2-yl) methyleneamino)-1, 2-dihydro-2, 3-dimethyl-1-phenylpyrazol-5-one. *Journal of Molecular Structure*, 1202, 127315.
- Evren, A. E., Yurttaş, L., Yılmaz-Cankilic, M., 2020. Synthesis of novel n-(naphthalen-1-yl) propanamide derivatives and evaluation their antimicrobial activity. *Phosphorus, Sulfur, and Silicon and the Related Elements*, 195, 158-164.
- Foyer, C.H., Lopez-Delgado, H., Dat, J.F., Scot, I.M., 1997. Hydrogen peroxide and glutathione associated mechanisms of acclimatory stress tolerance and signalling. *Physiologia Plantarum*, 100, 241-254.
- Gechev, S.T., Breusegem, F.B., Stone, J.M., Denev, I., Laloi, C., 2006. Reactive oxygen species as signals that modulate plant stress responses and programmed cell death. *BioEssays*, 28, 1091-1101.
- Ghosh, U. K., Islam, M. N., Siddiqui, M. N., Cao, X., Khan, M. A. R., 2022. Proline, a multifaceted signalling molecule in plant responses to abiotic stress: understanding the physiological mechanisms. *Plant Biology*, 24, 227-239.
- Guo W.L., Chen R.G., Gong Z.H., Yin Y.X., Ahmed S.S., He Y.M., 2012. Exogenous abscisic acid increases antioxidant enzymes and related gene expression in pepper (*Capsicum annuum*) leaves subjected to chilling stress. *Genetics and Molecular Research*, 11, 4063-80.
- Halliwell, B., Gutteridge, J.M.C., 1989. *Free radicals in biology and medicine*, Oxford, Clarendon Press. 1-25.
- Handayani T., Watanabe K., 2020. The combination of drought and heat stress has a greater effect on potato plants than single stresses. *Plant Soil Environ* 66,175-182.
- He L., Gao Z., Li L., 2009. Pretreatment of seed with h₂O₂ enhances drought tolerance of wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings, *African Journal of Biotechnology*, 8, 6151-6157.
- Heath R.L., Packer L., 1968. Photoperoxidation in isolated chloroplast: I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 125,189-198.
- Hussain H.A., Men S., Hussain S., Chen Y., Ali S., Zhang S., 2019. Interactive effects of drought and heat stresses on morpho-physiological attributes, yield, nutrient uptake and oxidative status in maize hybrids. *Scientific Reports*, 9, 1-12.
- Irigoyen, J.J., Emerich, D.W., Sacher-Diaz, M., 1992. Alfalfa leaf senescence induced by drought stress: photosynthesis, hydrogen peroxide metabolism, lipid peroxidation and ethylene evolution, *Physiologia Plantarum*, 84, 67-72.
- Kadioglu, A., Saruhan, N., Sağlam, A., Terzi, R., Acet, T., 2011. Exogenous salicylic acid alleviates effects of long-term drought stress and delays leaf rolling by inducing antioxidant system, *Plant Growth Regulation*, 64, 27-37.
- Korkmaz, A., 2022. Synthesis, characterization, ADMET prediction, and molecular docking studies of novel coumarin sulfonate derivatives. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 12, 918-932.
- Korkmaz, A., Bursal, E., 2022a. Synthesis, biological activity and molecular docking studies of novel sulfonate derivatives bearing salicylaldehyde. *Chemistry and Biodiversity*, 19, e202200140.
- Korkmaz, A., Bursal, E., 2022b. An in vitro and in silico study on the synthesis and characterization of novel bis(sulfonate) derivatives as tyrosinase and pancreatic lipase inhibitors. *Journal of Molecular Structure*, 1259, 132734.
- Korkmaz, A., Bursal, E., 2022c. Benzothiazole sulfonate derivatives bearing azomethine: synthesis, characterization, enzyme inhibition, and molecular docking study. *Journal of Molecular Structure*, 1257, 132641.
- Korkmaz, A., Rhyman, L., Ramasami, P., 2022a. Synthesis, characterization, DFT and molecular docking studies of acetone o-((2, 5-dichlorophenyl) sulfonyl) oxime. *Physical Sciences Reviews*. <https://doi.org/10.1515/psr-2021-0230>.
- Korkmaz, A., Kurtay, G., Kaya, E., Bursal, E., 2022b. Design, synthesis, spectroscopic characterizations, in vitro pancreatic lipase as well as tyrosinase inhibition evaluations and in silico analysis of novel aryl sulfonate-naphthalene hybrids. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, 1-16. <https://doi.org/10.1080/07391102.2022.2116600>.
- Li, C., Liang, B., Chang, C., Wei, Z., Zhou, S., Ma, F., 2016. Exogenous melatonin improved potassium content in malus under different stress conditions. *Journal of Pineal Research*, 61, 218-229.

- Lim, Y. H., Oo, C. W., Koh, R. Y., Voon, G. L., Yew, M. Y., Yam, M. F., Loh, Y. C., 2020. Synthesis, characterization, and anti-cancer activity of new chalcone derivatives containing naphthalene and fluorine moieties. *Drug development research*, 81, 994-1003.
- Liu, S. L., Yang, R. J., Ma, M. D., Dan, F., Zhao, Y., Jiang, P., Wang, M. H., 2015. Effects of exogenous no on the growth, mineral nutrient content, antioxidant system, and ATPase activities of trifolium repens l. plants under cadmium stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 37, 1-16.
- Makar, S., Saha, T., Singh, S. K., 2019. Naphthalene, a versatile platform in medicinal chemistry: sky-high perspective. *European journal of medicinal chemistry*, 161, 252-276.
- Mittler, R., 2002. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance, *Trends in Plant Science*, 7(9), 405-410.
- Munne-Bosch, S., Jubany-Mari', T., Alegre, L., 2001. Drought-induced senescence is characterized by a loss of antioxidant defences in chloroplasts, *Plant Cell Environment*, 24(12), 1319-1327.
- Nagaraju, B., Kovvuri, J., Kumar, C. G., Routhu, S. R., Shareef, M. A., Kadagathur, M., Kamal, A., 2019. Synthesis and biological evaluation of pyrazole linked benzothiazole- β -naphthol derivatives as topoisomerase I inhibitors with DNA binding ability. *Bioorganic & medicinal chemistry*, 27(5), 708-720.
- Pastori, G.M., Trippi, V.S., 1992. Oxidative stress induces high rate of glutathione reductase synthesis in a drought resistant maize strain, *Plant and Cell Physiology*, 33, 957-961.
- Prasad, T., Anderson, M., Martin, B. Stewart, C., 1994. Evidence for chilling-induced oxidative stress in maize seedlings and a regulatory role for hydrogen peroxide, *Plant Cell*, 6(1), 65-74.
- Shaddad M.A.K., 2010. Salt tolerance of crop plants. *Journal of Stress Physiology and Biochemistry*, 6(3), 64-90.
- Shah, W., Ullah, S., Ali, S., Idrees, M., Khan, M. N., Ali, K., Younas, F., 2021. Effect of exogenous alpha-tocopherol on physio-biochemical attributes and agronomic performance of lentil (*Lens culinaris* Medik.) under drought stress. *PloS one*, 16, e0248200.
- Shirinzadeh, H., Ghalia, M., Tascioglu, A., Adjali, F. I., Gunesacar, G., Gurer-Orhan, H., Suzen, S., 2020. Bioisosteric modification on melatonin: synthesis of new naphthalene derivatives, in vitro antioxidant activity and cytotoxicity studies. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 56. e18124.
- Singh, N., Pandey, J., Anireddy, J., 2019. Synthesis, characterization, computational analysis and antimicrobial assay of novel naphthyloxy and naphthylphenoxy derivatives. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 8(10), 784-789.
- Sivasankari, S., 2018. Synthesis, antimicrobial and antioxidant activities of some naphthalene-containing hydrazone derivatives. *World News of Natural Sciences*, 18(2), 124-132.
- Smirnoff, N., 1993. The role of active oxygen in the response of plants to water deficit and desiccation, *New Phytologist*, 125(1), 27-58.
- Sohag, A. A. M., Tahjib-Ul-Arif, M., Brestic, M., Afrin, S., Sakil, M. A., Hossain, M. T., Hossain, M. A., 2020. Exogenous salicylic acid and hydrogen peroxide attenuate drought stress in rice. *Plant, Soil and Environment*, 66, 7-13.
- Thompson, J.E., Ledge, R.L. Barber, R.F., 1987. The role of free radicals in senescence and wounding, *New Phytologist*, 105(3), 317-344.
- Velikova V., Yordanov I., Edreva A., 2000. Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants: protective roles of exogenous polyamines. *Plant Science* 151(1), 59-66.
- Yetişsin, F., Kardeş, İ., 2022. Could acetone o-(4-chlorophenylsulfonyl) oxime be a copper chelating and antioxidative molecule on maize seedlings?. *International Journal of Phytoremediation*, 24(7), 721-729.
- Yetişsin, F., Kurt, F., 2020. Gallic acid (ga) alleviating copper (cu) toxicity in maize (*Zea mays* l.) seedlings. *International Journal of Phytoremediation*, 22(4), 420-426.



Orman yangınlarına ilk müdahale ekiplerinin yerleşim planlaması: Aliğa-İzmir örneği

Burak Ercan¹, Salih Özdilim¹, Mualla Gonca Avcı^{1*}

¹ Dokuz Eylül Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 35397, İzmir, Türkiye

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 11/03/2023

Kabul Tarihi: 02/05/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1259506>

* Sorumlu yazar:

gonca.yunusoglu@deu.edu.tr

ÖZ

Araştırma Makalesi

Küresel iklim değişikliği nedeniyle orman yangınlarının sıklığı ve verdikleri zararlar giderek artmaktadır. Orman yangınlarının yol açacağı zararın en aza indirilmesinde ilk müdahalenin hızlı yapılması büyük bir önem taşımaktadır. İlk müdahalenin süresi diğer faktörleri ile birlikte büyük ölçüde ilk müdahale ekiplerinin yerlerine bağlıdır. Bu nedenle ilk müdahale ekiplerinin yerlerinin doğru belirlenmesi önemlidir. Bu çalışmanın

amacı hedef ilk müdahale süresi içinde tüm orman bölgelerine ulaşılmasını sağlayacak en az sayıdaki ilk müdahale ekip sayısını bulmak ve bu ekiplerin yerlerini belirlemektir. Bu kapsamda, ilk müdahale ekiplerinin yerlerinin belirlenmesi için iki küme kapsama modeli önerilmiştir. Her iki modelin de birinci amacı tüm alanlara hedef ilk müdahale süresi içinde ulaşabilmek için gerekli ekip sayısının minimize edilmesidir. Birinci model bu amacın yanı sıra mevcut ekip yerlerinin olabildiğince değiştirilmemesini amaçlar. İkinci modelin diğer amacı ise hedef ilk müdahale süresi içinde birden fazla ekip tarafından ulaşılabilir alan sayısını maksimize etmektir. Önerilen iki model İzmir Orman Bölge Müdürlüğü Aliğa Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı ilk müdahale ekiplerinin yerlerinin değerlendirilmesi ve bu ekipler için yeni bir yerleşim planı önerilmesi için kullanılmıştır. Buna ek olarak hedef ilk müdahale süresinin gerekli minimum ekip sayısı üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar 2023 yılı için hedeflenen ilk müdahale süresi göz önüne alındığında İzmir-Aliğa Orman İşletme Müdürlüğü'nün iki yeni ilk müdahale ekibine ihtiyacı olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Anahtar Kelimeler: İlk müdahale, kapsama modeli, orman yangınları, yer seçimi

Location planning of forest wildfire initial attack teams: A case study of Aliğa-İzmir

ABSTRACT

Due to global climate change, the frequency of forest wildfires and their damage are increasing. In order to minimize the damage caused by wildfires, the speed of initial attack is critical. The speed of initial attack teams is highly dependent on their location in addition to the other factors. For this reason, it is critical to determine the locations of the initial attack teams correctly. The aim of this study was to determine the minimum number of initial attack teams that enables access to all forest areas within the target initial attack response time and the locations of the teams. In this regard, two set covering models are proposed to determine the location of initial attack teams. The primary objective of both models was to minimize the number of teams required to reach all areas within the target first response time. In addition to this objective, the first model aims not to change the locations of existing teams as much as possible. The second objective of the second model was to maximize the number of areas accessible by multiple teams within the target first response time. The two proposed models were used to evaluate the locations of the initial attack teams of İzmir Aliğa Directorate of Forest Subdistrict and to propose a new settlement plan for the teams. In addition, the effect of the target first response time on the required minimum number of teams was analyzed. The obtained results reveal that İzmir-Aliğa Directorate of Forest Subdistrict needs two new initial attack teams, considering the first response time targeted for 2023.

Key Words: Initial attack, covering model, forest wildfires, site selection

Bu makaleye atf:

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.

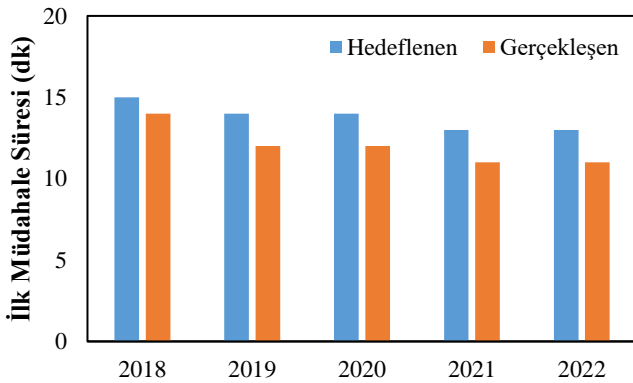


Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

1. Giriş

Küresel iklim değişikliği ve artan nüfus yoğunluğu nedeniyle, orman yangınların ekonomik, ekolojik, çevresel ve sosyal etkileri de artmaktadır. 2019 yılında Avustralya'daki şiddetli kuraklık nedeniyle çıkan yangınlar 8,34 milyon hektar alanın yanmasına, 3100 konutun zarar görmesine ve 33 kişinin hayatını kaybetmesine yol açmıştır (Davey and Sarre, 2020). Ülkemizde 2021 yılının yaz mevsiminde yaşanan aşırı sıcak ve kurak hava koşulları nedeniyle iki hafta boyunca Ege ve Akdeniz bölgeleri başta olmak üzere birçok bölgede orman yangınları çıkmış ve bu yangınlarda 139.503 hektar orman alanı zarar görmüştür (OGM, 2022). Bu yangınlar nedeniyle Antalya-Manavgat bölgesinde yaşam alanları zarar gören ve IUCN Kırmızı Listesi'nde yer alan türlerin %88'i "asgari endişe", %3,7'si "neredeyse tehdit altında", %7,4'ü ise "hassas" sınıfta yer almaktadır (Aydin-Kandemir and Demir, 2023). Muğla'da IUCN Kırmızı Listesi'nde yer alan karakulak ve yaban kedisi türlerinin yaşam alanlarının etkilendiği ve 11 bireyin yangınlardan direkt etkilendiği tespit edilmiştir (İlemin, 2021). Bu yangınlar sonrasında zarar gören orman alanlarının yeniden oluşturulması, kaybedilen bitki örtüsünün fonksiyonlarını tekrar yerine getirebilir hale getirilmesi, yangından etkilenen yerleşim yerlerinin ve tesislerin onarılması ve işler hale getirilmesi oldukça yüksek maliyete yol açmaktadır (Ayanoğlu vd., 2017; Avcı ve Korkmaz, 2021; Kemer, 2022). Bu nedenle orman yangınlarının erken tespit edilebilmesi ve ilk müdahalenin hızlı şekilde yapılması büyük önem taşımaktadır. İlk müdahalenin hızı, temel olarak ilk müdahale ekiplerinin yangın başlama noktasına olan uzaklığına bağlıdır. Dolayısıyla ilk müdahale ekiplerinin yangın sezonunda konuşlanacağı yerlerin doğru belirlenmesi yangınlara erken müdahale açısından kritik öneme sahiptir.

Ülkemizde, bir orman yangını tespit edildiği anda nöbetçi amir yangın sahasına en yakın ilk müdahale ekibini zaman kaybetmeden yangına hareket ettirir. İlk müdahale ekibi yangın şartlarını gözlemleyerek yangına uygun ve güvenli noktadan ilk müdahaleyi yapar. Yangın çıkış sebebinin tespit edilmesi için gerekli delilleri koruma altına alır ve yangının durumu ile ilgili merkeze bilgi verir. İlk müdahalede yangını söndürmek için su ya da toprak kullanılır. Çevredeki yanıcı maddeler uzaklaştırılır. Yangına ilk müdahalenin erken yapılmasının yangının söndürülmesi üzerinde büyük etkisi bulunmaktadır (OGM, 2023).



Şekil 1. Son beş yıla ilişkin ilk müdahale süresi hedefleri ve gerçekleşen değerler

Bu kapsamda ortalama ilk müdahale süresi Orman Genel Müdürlüğü (OGM) yıllık faaliyet raporlarında bir performans göstergesi olarak izlenmektedir (OGM, 2019). Yangına birinci derecede hassas bölgelerde ilk müdahale süresi için son beş yıla ait hedeflenen ve gerçekleşen değerler Şekil 1'de gösterilmiştir. Şekil 1'de görüleceği üzere, son beş yıl içinde ilk müdahale süresi için hedef 15 dakikadan 13 dakikaya indirilmiştir. Buna karşılık, son beş yılda ilk müdahale sürelerinin hedeflenen değerlerin altında gerçekleştiği görülmüştür. 2022 yılında ise ortalama ilk müdahale süresi 11 dakikaya düşmüştür.

Orman yangınlarına ilk müdahale ile ilgili literatürde birçok çalışma bulunmaktadır. Haight and Fried (2007) Kaliforniya'da 15 orman yangınına müdahale istasyonu ve 22 yangın söndürme aracının yerleşimi için bir benzetim modeli önermişlerdir. Önerilen benzetim modeli olası yangın konularını ve istasyonlar ile olası yangınlar arasındaki mesafeleri dikkate almaktadır. Geliştirilen modelin yangın söndürme araçlarını merkezi yerlerdeki az sayıda istasyona konuşlandırdığı görülmüştür. Bunu önlemek için merkezi istasyonlara atanan araçları diğer istasyonlara dağıtan basit bir sezgisel önerilmiştir. Akay, et al. (2012b) ilk müdahale ekiplerinin yangın sahasına ulaşımı için en hızlı, en güvenli ve güvenilir rotaları belirleyen coğrafi bilgi sistemi (CBS) tabanlı bir karar destek sistemi geliştirmişlerdir. Bu sistemde ekip merkezleri ve potansiyel yangın noktaları arasındaki yol şebekesi ele alınmıştır. Simülasyonlara yangın nedeniyle kapanan yol bilgisinin dahil edilmesi ile sadece en hızlı değil, en güvenli ve güvenilir güzergahlar belirlenmiştir. Akay, et al. (2012a) CBS teknikleri ile Hatay-Samandağ'da "yangın koruma alanları'nı tespit etmişlerdir. Yangın koruma alanları arazözlerin yol üzerinden yangın hortumları ile erişilebileceği mesafede olan alanlar olarak tanımlanmıştır. Sonuçlara göre Hatay-Samandağ'daki ormanlık alanın %73,44'ü yangın koruma alanı iken %26,56'sı arazözler ile erişilemez durumdadır. Sepetçi (2014) ilk müdahale ekiplerinin yangın sahasına en kısa sürede ulaşmalarını sağlayacak güzergahları CBS tabanlı bir ağ analizi yöntemi ile belirlemiştir. Önerilen yaklaşım Antalya Orman Bölge Müdürlüğüne (OBM) bağlı 13 yangın ilk müdahale ekibi dikkate alınarak 30 potansiyel yangın sahası için uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre çalışma alanında 16.831,40, 20.565,40 ve 20.565,40 hektarlık alanlara sırasıyla 20, 30 ve 40 dakikada ulaşılabilmiştir. Ateşoğlu vd. (2015) Bartın Orman İşletme Müdürlüğüne (OİM) bağlı ormanlık alanların yangın riskini analitik hiyerarşi süreci ile belirlemiştir. Çalışma alanının %15'inin yüksek, %34'ünün ise orta düzeyde yangın riskine sahip olduğu anlaşılmıştır. Mevcut yol şebekesi ile kritik müdahale süresi içinde bu alanların %67,3'üne müdahale edilebileceği tespit edilmiştir. Akay et al. (2018) ArcGIS Network Analyst eklentisini kullanarak Bursa ili Mustafakemalpaşa ilçesinde ilk müdahale ekiplerinin mevcut konularını değerlendirmiş ve kritik müdahale süresi içerisinde ulaşılabilen ormanlık alan oranını arttırmak için önerilerde bulunmuşlardır. Elde edilen sonuçlara göre mevcut durumda ele alınan ormanlık alanın %31,28'ine kritik müdahale süresi içinde ulaşılabilir hale gelmektedir. Önerilen durumda, yeni müdahale ekipleri sayesinde ormanlık alanın %71,55'i kritik müdahale süresi içinde ulaşılabilir hale gelmektedir. Rashidi et al. (2018) ilk müdahale ekiplerinin başarısını ölçmek için bir orman yangınının hücum oyuncusu, ilk müdahale ekiplerinin ise müdafaa oyuncusu olarak tanımlandığı bir Stackelberg modeli

önermişlerdir. Bu modelde hücum oyuncusunun amacı ilk müdahale ekipleri tarafından zamanında müdahale edilmeyen yangın sayısının maksimize edilmesidir. Müdafaa oyuncusunun amacı ise hücum oyuncusununkinin tam tersidir. Model New Mexico eyaletindeki Santa Fe Ulusal Ormanı için uygulanmıştır. Rodrigues et al. (2019) İspanya, Katalonya'daki ilk müdahale ekiplerinin başarı olasılığını hesaplayan bir model önermişlerdir. Önerilen model yangın başlama noktalarını, yangına müdahale şeklini ve hava koşullarını dikkate alan bir makine öğrenmesi algoritması ile eğitilmiştir. Elde edilen sonuçlar, yangının erken tespitinin, yangın alanının ulaşılabilirliğinin ve havadan müdahale desteğinin yangının kontrol altına alınma olasılığını önemli derecede etkilediğini göstermiştir. Bir diğer çalışmada, Akay et al. (2020) Balıkesir Yayla Orman İşletme Şefliğine (OİŞ) bağlı üç ilk müdahale ekibinin konumlarını ArcGIS Network Analyst eklentisini kullanarak değerlendirmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre ekipler kritik müdahale süresi içerisinde 19 potansiyel yangın noktasının 16'sına ulaşabilmektedir. Buna ek olarak, Yayla OİŞ sorumluluğundaki ormanlık alanın %83'üne kritik müdahale süresi içinde ulaşılabilirdiği tespit edilmiştir.

Bu çalışmada ilgili literatürde var olan çalışmalardan farklı olarak ilk müdahale süresi bir hedef olarak alınmış ve orman alanındaki tüm bölgelere bu hedef sürede ulaşılacak şekilde ilk müdahale ekiplerinin yerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Makalenin ikinci bölümünde çalışma sahası tanımlanmış ve mevcut ilk müdahale ekip yerleri ile ilgili bilgiler sunulmuştur. Bölüm sonunda ilk müdahale ekiplerinin yerlerini belirlemek için önerilen matematiksel modeller açıklanmıştır. Üçüncü bölüm ise matematiksel modellerin gerçek hayat verileri kullanılarak analizlerini ve elde edilen sonuçları içermektedir. Dördüncü bölümde çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır.

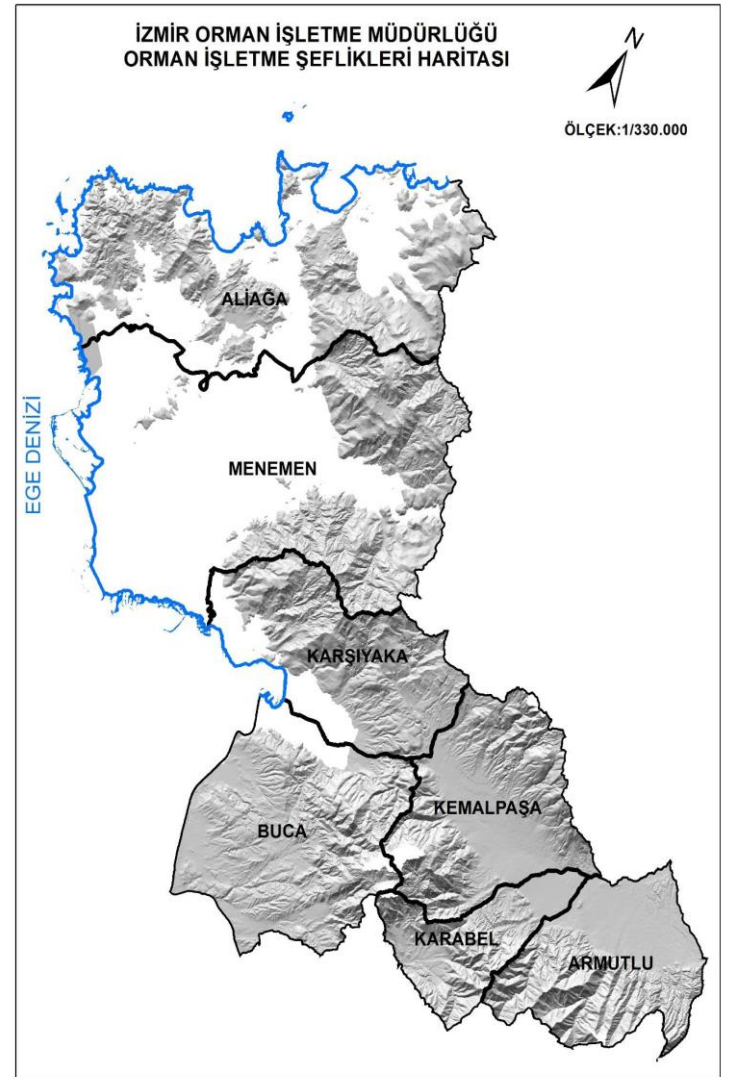
2. Materyal ve Yöntem

2.1 Çalışma sahasının tanıtımı

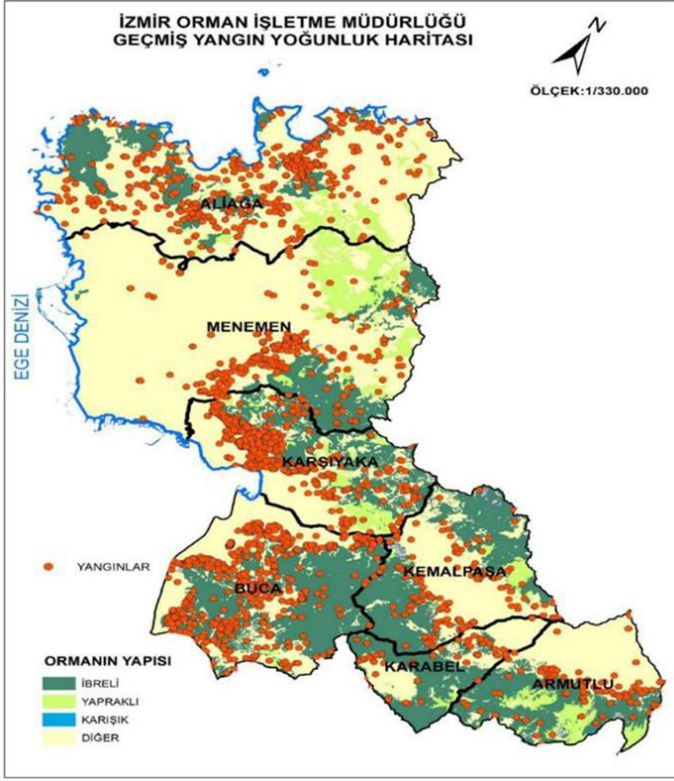
İzmir OİM'nin kapsadığı alan 89.000 hektar olup, ormanlık alanın genel alan oranı %41'dir. Ormanlık alanın yaklaşık %20'sini kızılçam ormanları oluşturmaktadır. İzmir OİM'nin İzmir OBM içindeki yeri Şekil 2'de gösterilmiştir. İzmir OİM'ye bağlı yedi OİŞ (Buca, Karşıyaka, Menemen, Aliğa, Kemalpaşa, Karabel ve Armutlu) bulunmaktadır (Şekil 3). İzmir OİM yangına hassas sahaları belirlemek için geçmiş orman yangını verilerinden yararlanarak bir konumsal risk analizi yapmıştır. Bu analiz sonucu elde edilen yangın yoğunluk haritası Şekil 4'te sunulmuştur. Yangın yoğunluğu yüksek olan alanlarda olası yangınların önlenmesi çalışmalarına ek olarak, yangın sonrası müdahale ve söndürmenin etkin yapılabilmesi için müdahale ekiplerinin konumlarının yeniden planlanması önerilmiştir (İzmir OİM, 2019). Bu kapsamda Orman Yangınlarıyla Mücadele Şube Müdürlüğü ile yapılan görüşmelerde, ormanlık alanların dağınık gruplar halinde olması ve yapılandırma faaliyetlerinin Aliğa OİŞ'den başlayacak olması sebebiyle, çalışmanın bu bölgede yapılmasına karar verilmiştir.



Şekil 2. İzmir OBM'ye bağlı işletme müdürlükleri (İzmir OBM, 2023)



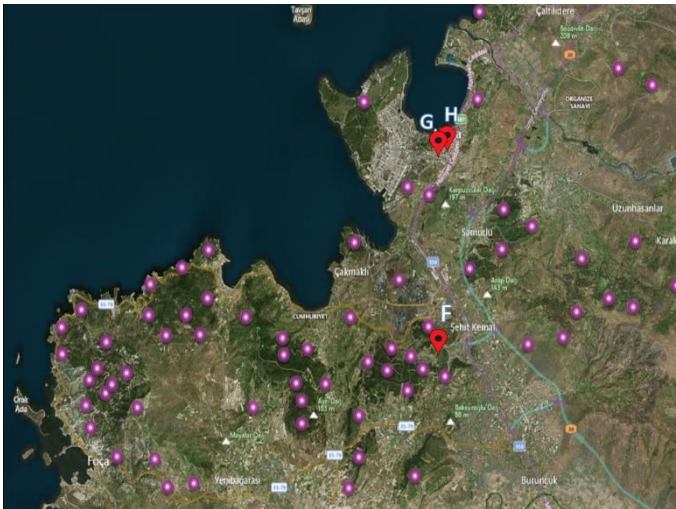
Şekil 3. İzmir OİM'ye bağlı işletme şeflikleri (İzmir OİM, 2019)



Şekil 4. İzmir Orman İşletme Müdürlüğü geçmiş yangın yoğunluk haritası (İzmir OİŞ, 2019)

2.2 Mevcut durum analizi

Aliağa OİŞ içerisinde üç ilk müdahale ekibi bulunmaktadır. Bu ekiplerin yaklaşık yerleri Şekil 5'te kırmızı renkli işaretler (F, G ve H) ile gösterilmiştir. Hedef noktaların belirlenmesinde meşcere haritasındaki bölmelerden yararlanılmıştır. Birbirine komşu üç bölme birleştirilerek bir orman bölgesi elde edilmiştir. Bu sayede uygulama alanı 66 bölgeye ayrılmıştır. Bu bölgelerin orta noktaları hedef noktalar olarak alınmıştır. Hedef noktaların yerleri Şekil 2'deki harita üzerinde mor renkli işaretler ile gösterilmiştir.



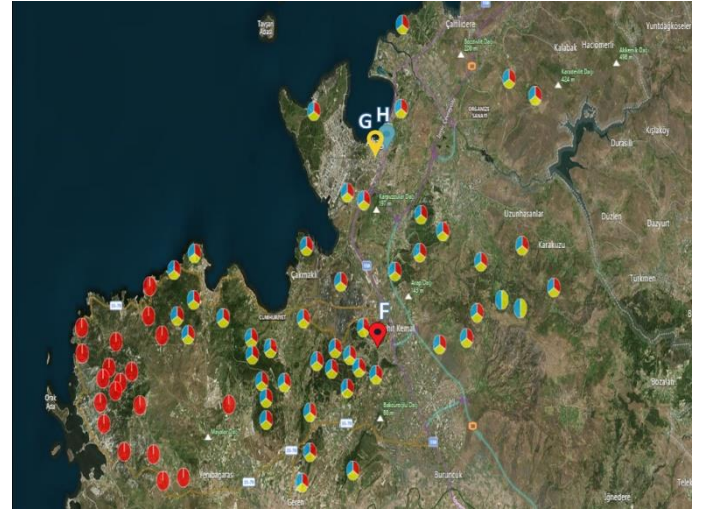
Şekil 5. Aliağa Orman İşletme Şefliğine bağlı ilk müdahale ekip yerleri ve hedef noktalar

İlk müdahale ekipleri ve hedef noktalar arasındaki uzaklıklar (d_{ij}) Google Haritalar ve T.C. Cumhurbaşkanlığı Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri (ATLAS) kullanılarak yol mesafesi olarak ölçülmüştür. Orman Yangınlarıyla Mücadele Şube Müdürlüğü çalışanlarına danışılarak ilk müdahale ekiplerinin ortalama hızının 80 km/s olduğu varsayılmıştır. Buna göre, mevcut ilk müdahale ekip yerinden hedef noktalara en kısa zamanda ulaşma süreleri (t_i) Denklem (1)'de gösterildiği şekilde hesaplanmıştır.

$$t_i = 60 \times \frac{\min(d_{ij})}{80} \quad (1)$$

Denklem (1)'de t_i hedef noktaya en yakın ilk müdahale ekip yerinden ulaşma süresini, J_c mevcut ile müdahale ekip yerlerinin kümesini, d_{ij} ise i hedef noktası ile j ilk müdahale ekip yeri arasındaki uzaklığı ifade etmektedir.

Mevcut durumdaki ortalama ilk müdahale süresinin 11,3 dakika, maksimum ilk müdahale süresinin 24,5 dakika olduğu tespit edilmiştir. Şekil 6'da mevcut ilk müdahale ekiplerinin 24,5 dakikada ulaşabileceği hedef noktalar gösterilmiştir. Hedef noktaları gösteren daireler içindeki renkler bu bölgelere 24,5 dakika ve daha az sürede ulaşabilecek ekip bilgilerini vermektedir. F, G ve H ekipleri için sırasıyla kırmızı, sarı ve mavi renkler kullanılmıştır. Örneğin, batıda kırmızı renkli dairelerle işaretlenmiş hedef noktalara 24,5 dakika içerisinde sadece F ekibi tarafından ulaşılabilir. İçerisinde üç rengin de bulunduğu dairelerle temsil edilen hedef noktalara ise 24,5 dakika içerisinde tüm ekipler tarafından ulaşılabilir.



Şekil 6. Mevcut ilk müdahale ekip yerlerinden 24,5 dakika içerisinde ulaşabilecek hedef noktalar

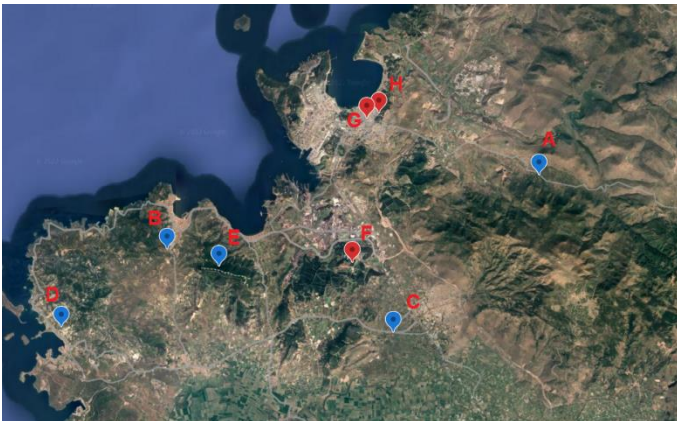
OGM'nin stratejik planında ilk müdahale süresinin 2023 yılında 13 dakikaya indirilmesi hedeflenmiştir (OGM, 2019). 2022 yılında bu hedef aşılarak ilk müdahale süresi 11 dakikaya indirilmiştir (Şekil 1). Fakat, hesaplanan maksimum ilk müdahale süresinin bu değerlerin üstünde olduğu görülmektedir. Bu nedenle Aliağa OİŞ'ye bağlı ilk müdahale ekipleri için yeni bir yerleşim planına ihtiyaç duyulmaktadır.

2.3 İlk müdahale ekipleri için aday yerlerin belirlenmesi

Bu çalışmada ilk müdahale süresi bir hedef olarak alınmış ve orman alanındaki tüm bölgelere bu hedef sürede ulaşılabilecek şekilde ilk müdahale ekip yerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu düşünceden hareketle ele alınan problem bir küme kapsama problemi olarak modellenmiştir. Küme kapsama modelinin oluşturulabilmesi için öncelikle aday ekip yerleri belirlenmelidir. Bu kapsamda İzmır OİM Orman Yangınlarıyla Mücadele şube Müdürlüğü ile yapılan görüşmeler sonucu aday ekip yerlerinin seçimi için önemli olan kriterler belirlenmiştir. Bu kriterler aşağıda açıklanmıştır:

- Mevcut Ekip Yerlerine Uzaklık: Yeni ekiplerin kapsama alanının, var olan ekiplerin kapsama alanından farklı olması için aralarında belirli bir mesafe olması istenmektedir.
- Ana Yollara Uzaklık: Ekipler müdahale sırasında anayolların yanı sıra tali yolları ve köy yollarını da kullanabilmektedir. Fakat ekiplerin yangın bölgesine hızlı bir şekilde müdahale edebilmeleri için ekip yerlerinin ana yollara yakın olması gerekmektedir.
- Hektar Başına Düşen Orman Yoğunluğu: Ekip yerlerinin, orman yoğunluğunun fazla olduğu bölgelere olabildiğince yakın olması istenmektedir.
- Geçmiş Yıllardaki Yangın Yoğunluğu: Geçmiş yıllardaki yangın çıkış noktalarına bakılarak ekiplerin bu bölgelere yakın olması istenmektedir.
- Potansiyel Yangın şiddeti: Ekiplerin, potansiyel yangın şiddetinin yüksek olduğu bölgelere yakın olması istenmektedir. Bu kriterin değerlendirilmesinde İzmır OİM potansiyel yangın şiddeti haritasından yararlanılmıştır.
- Alanın Yapısı: Ekip yeri olarak belirlenecek alanın inşaat yapımına uygun olması istenmektedir.
- Alanın Maliyeti: Ekip yeri olarak belirlenecek alanın maliyeti düşük olması istenmektedir.

Orman Yangınlarıyla Mücadele şube Müdürlüğü çalışanlarına danışılarak yukarıdaki kriterler doğrultusunda yeni ilk müdahale ekipleri için beş aday yer belirlenmiştir. Bu aday yerlerin yaklaşık konumları şekil 7'de mavi renkli işaretler (A, B, C, D ve E) ile gösterilmiştir. Kırmızı renkli işaretler ile gösterilen mevcut ekip yerleri de aday yerler olarak dikkate alınmıştır. Sonuç olarak toplamda sekiz aday ekip yeri belirlenmiştir.



şekil 7. Aday ilk müdahale ekip yerlerinin yaklaşık konumları

Aday ekip yerleri ve hedef noktalar arasındaki uzaklıklar Google Haritalar ve ATLAS kullanılarak yol mesafesi olarak llmştır. Bu uzaklıklar varsayılan hız olan 80 km/s'e bölünerek aday ekip yerlerinden hedef noktalara ulaşılma süreleri hesaplanmıştır. Bir aday ekip yerinden bir hedef noktaya ulaşım süresi hedef ilk müdahale sresinden kk ya da eşit olması bu aday yerin ilgili hedef noktayı kapsadığı anlamına gelir. Her hedef nokta - aday ekip yeri ikilisi (i, j) için kapsama bilgisi 0-1 değerlerinden oluşan bir kapsama matrisinde (a_{ij}) tutulmuştur. Eğer j aday ekip yeri i hedef noktasını kapsıyorsa $a_{ij} = 1$, aksi halde $a_{ij} = 0$ 'dir.

2.4 İlk müdahale ekip yerlerinin belirlenmesi

Küme kapsama problemi belirli bir kapsama uzaklığı kısıtı altında tüm bölgelerin kapsanması için gerekli minimum tesis sayısını bulmayı amaçlar (Daskin, 2013). Orman yangınları ile mücadele alanında küme kapsama tabanlı modeller geliştiren birkaç çalışma bulunmaktadır. Rashidi et al. (2017) ormanlık alanlarının yangına hassasiyet derecelerinin analizinde en ktu durum senaryolarının oluşturulması için bir matematiksel model önermişlerdir. Bu model kapsama temelli bir model olup ormana maksimum zararı verebilecek yangın başlama noktalarını belirler. Minas et al. (2015) yanıcı madde yönetimi ve yangına müdahale hazırlığının bütünleşik planlaması için bir matematiksel model önermişlerdir. Bu modelde yangına müdahalede kullanılan kaynakların orman alanına erişimi kapsama temelli bir yaklaşım ile modellenmiştir. Bao et al. (2015) yangın gözetleme kulelerinin yerlerini belirlemek için üç kapsama modeli geliştirmişlerdir. Birinci model tüm ormanlık alanı kapsayacak şekilde kule sayısının minimizasyonunu, ikinci model belirli bir bütçe kısıtı altında kapsanan alanın maksimizasyonunu, üçüncü model ise minimum maliyetle maksimum kapsamayı amaçlamaktadır. Zeferino (2020) havadan müdahale kaynaklarının yerlerini belirlemek için bir matematiksel model geliştirmiştir. Matematiksel modelin amaç fonksiyonu hem ilk müdahale hem de ve büyük yangınlara müdahale durumlarında havadan kapsanan alanların beklenen değerini maksimize etmektedir. Maraş et al. (2023) Milas-Muğla bölgesinde heliportların yerlerini belirlemek için iki kapsama modeli geliştirmişlerdir. Bu modelleri kullanarak tüm orman sahasının kapsanması için gerekli minimum sayıda heliportun yerlerini belirlemişlerdir. Geliştirilen modellerden ilki helikopterlerin ilk müdahale operasyonlarını dikkate almaktadır. İkinci modelde ise büyük yangınlarda helikopterler tarafından kullanılacak yangın havuzlarının yerleri seçim kararı da modele dahil edilmiştir.

Bu alışma kapsamında ilk müdahale ekiplerinin yerlerinin belirlenmesi için iki model önerilmiştir. Bu modeller M1 ve M2 olarak adlandırılmıştır. İki modelin de birincil amaı tüm orman bölgelerine hedeflenen süre içinde müdahale edilmesini sağlayan minimum ekip sayısının bulunmasıdır. M1'in ikinci amaı mevcut ekiplerin yerlerinin olabildiğince az değeritirilmesi, M2'nin ikinci amaı ise hedef süre içerisinde birden fazla ekip yerinden ulaşılabilir hedef nokta sayısının maksimize edilmesidir. M1 ve M2 aşağıda açıklanmıştır:

Kümeler:

I : Hedef noktaların kümesi

J_c : Mevcut ekip yerlerinin kümesi

J_n : Aday ekip yerlerinin kümesi

J : Tüm ekip yerlerinin kümesi ($J = J_c \cup J_n$)

Parametreler:

a_{ij} : $i \in I$ hedef noktasına $j \in J$ ekip yerinden hedef ilk müdahale süresi içinde ulaşılabilirse 1, aksi halde 0

ε : küçük bir sayı

Karar değişkenleri:

X_j : $j \in J$ ekip yeri olarak seçilmişse 1, aksi halde 0

S_i : $i \in I$ hedef noktasına birden fazla ekip tarafından hedef ilk müdahale süresi içinde ulaşılabilirse 1, aksi halde 0

M1:

$$\text{Min} \sum_{j \in J_c} X_j + (1 + \varepsilon) \sum_{j \in J_n} X_j \quad (1)$$

Öyle ki

$$\sum_{j \in J} a_{ij} X_j \geq 1, \quad \forall i \in I \quad (2)$$

$$x_j \in \{0,1\}, \quad \forall j \in J \quad (3)$$

M1'in amaç fonksiyonunun (2) birinci terimi ilk müdahale ekibi sayısını minimize ederken ikinci terimi mevcut ekip yerlerinin olabildiğince az değiştirilmesini sağlar. $\varepsilon < 1/|J_n|$ olduğunda bu amaç fonksiyonu minimum ekip sayısını verir (Daskin, 2013). Kısıt (3) her $i \in I$ hedef noktasına hedef ilk müdahale süresi içinde müdahale edebilecek en az bir ekibin olmasını sağlar. Kısıt (4) karar değişkenlerinin 0 veya 1 tam sayısı değerini alabileceğini ifade eder.

M2:

$$\text{Min} (|I| + 1) \sum_{j \in J} X_j - \sum_{i \in I} S_i \quad (1)$$

Öyle ki

$$\sum_{j \in J} a_{ij} X_j - S_i \geq 1, \quad \forall i \in I \quad (2)$$

$$X_j \in \{0,1\}, \quad \forall j \in J \quad (3)$$

$$S_i \in \{0,1\}, \quad \forall i \in I \quad (4)$$

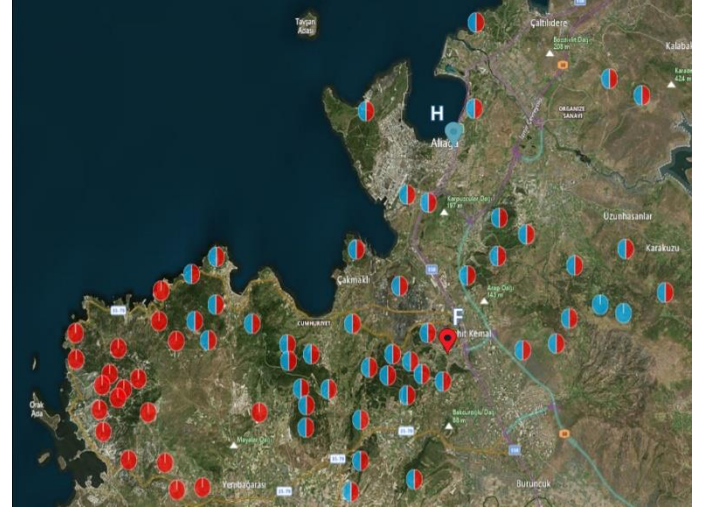
M2'nin amaç fonksiyonunun (5) birinci terimi ekip sayısını minimize ederken ikinci terimi hedef süre içerisinde birden fazla ekip tarafından ulaşılabilir durumda olan hedef nokta sayısını maksimize etmektedir. Bu amaç fonksiyonu ilk terimin katsayısı $(|I| + 1)$ olduğunda minimum ekip sayısını verir (Daskin ve Stern, 1981). Kısıt (6) her $i \in I$ hedef noktasına hedef süre içinde müdahale edebilecek en az bir ekibin olmasını garanti eder. Karar değişkenlerinin yapısı (7) ve (8) numaralı kısıtlarda tanımlanmıştır.

3. Bulgular

Bu çalışmada öncelikle mevcut ilk müdahale süresini hedef değer olarak belirleyerek mevcut ilk müdahale ekiplerinin yeri önerilen modeller kullanılarak değerlendirilmiştir. Daha sonra hedef ilk müdahale süresinin 12 dakikaya düşürülmesi durumunda gerekli ilk müdahale ekibi sayısı ve bu ekiplerin yerleri belirlenmiştir. Son olarak hedef ilk müdahale süresinin gerekli ekip sayısı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Tüm analizlerde modeller Matlab üzerinden Gurobi 9.5.1 ile çözülmüştür. İki model için de çözüm süreleri bir saniyenin altındadır.

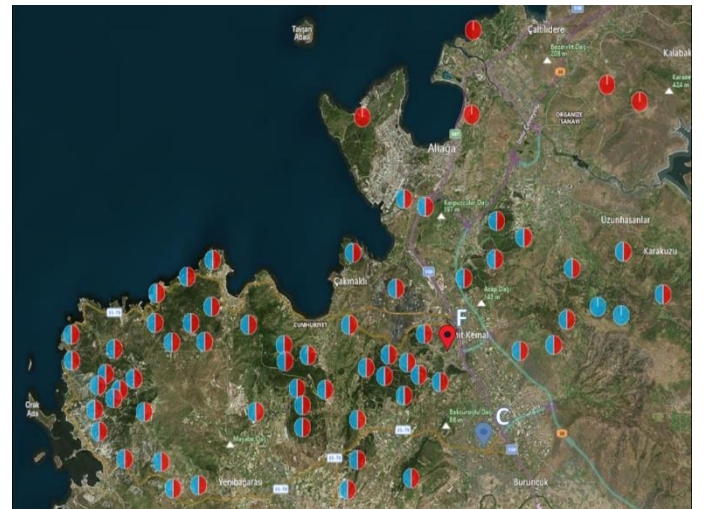
3.1 Mevcut ekip yerlerinin değerlendirilmesi

Bu bölümde mevcut ilk müdahale ekiplerinin yerleri M1 ve M2 modelleri ile değerlendirilmiştir. Bu modellerde hedef ilk müdahale süresi mevcut durumdaki ilk müdahale süresi olan 24,5 dakika olarak belirlenmiştir. M1'den elde edilen sonuçlara göre F ve H ekip yerleri açık kalmış, G ekip yeri ise kapatılmıştır (Şekil 8). Önerilen modeller ekip sayısını minimize etmeyi amaçladığı için birbirine çok yakın olan G ve H ekip yerlerinden birinin kapatılması beklenen bir durumdur.



Şekil 8. Mevcut hedef ilk müdahale süresi (24,5 dk) kısıtı altında M1 modeli ile elde edilen ekip yerleşimi

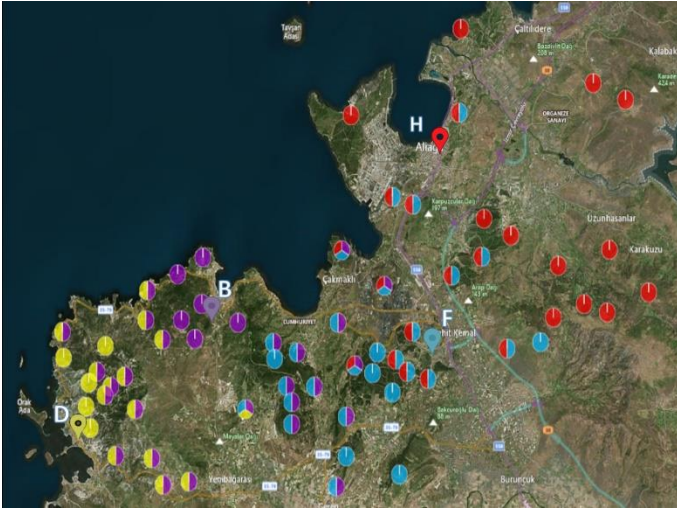
Aynı hedef süre kısıtı (24,5 dakika) altında problem M2 modeli ile çözüldüğünde G ve H ekip yerlerinin kapatılırken C ekip yerinin açıldığı görülmüştür (Şekil 9). M2'nin ikincil amacı hedef süre içinde birden fazla ekip yerinden ulaşılabilir olan hedef nokta sayısının maksimizasyonudur. Şekil 8 ve 9 karşılaştırıldığında M2 modeli ile elde edilen çözümde hedef ilk müdahale süresi içinde birden fazla ekip tarafından ulaşılabilir hedef nokta sayısının daha fazla olduğu görülmektedir. Buradan hareketle G ve H ekip yerlerinin kapatılarak C yerine taşınması daha güvenli bir yerleşim alternatifi olarak önerilebilir.



Şekil 9. Mevcut hedef ilk müdahale süresi (24,5 dk) kısıtı altında M2 modeli ile elde edilen ekip yerleşimi

3.2 Önerilen ekip yerleşimi

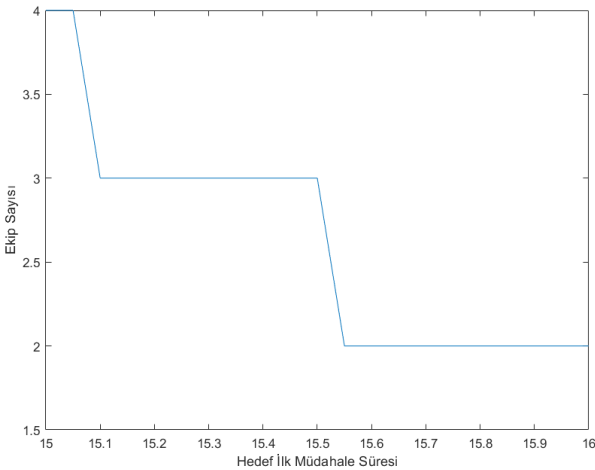
OGM stratejik planında ilk müdahale süresinin 2023 yılında 13 dakikaya indirilmesi hedeflenmiştir (OGM, 2019). Bu hedef doğrultusunda ilk müdahale ekiplerinin sayısının ve yerlerinin gözden geçirilmesi gerekmektedir. Orman yangının tespiti ve müdahale kararının verilmesi için bir dakikalık tolerans süresini göz önüne alarak hedef ilk müdahale süresi 12 dakika olarak belirlenmiş ve yerleşim problemi tüm aday ekip yerleri dikkate alınarak *M1* ve *M2* modelleri çözülmüştür. *M1*'den elde edilen sonuçlara göre F ve H ekip yerine ek olarak B ve D ekip yerleri açılmıştır. G ekip yeri ise kapatılmıştır. *M2*'den de aynı sonuç elde edilmiştir. Önerilen ekip yerleşimi Şekil 10'da harita üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 10. Hedef ilk müdahale süresinin 12 dakika olması durumunda önerilen ekip yerleşimi

3.3 Hedef ilk müdahale süresinin ekip sayısına etkisi

Hedef ilk müdahale süresinin kısaltılması için daha fazla ilk müdahale ekibi gerekmektedir. Bu bölümde hedef ilk müdahale süresi ile ekip sayısı arasındaki ilişki incelenmiştir. Bunun için her defasında hedef süreyi 0,05 dakika artırarak *M1* ve *M2* modelleri çözülmüştür. *M1* için elde edilen sonuçlar Şekil 11'de gösterilmiştir.



Şekil 11. Hedef ilk müdahale süresinin ekip sayısına etkisi

Sonuçlara göre iki ilk müdahale ekibi ile hedef süre 15,55 dakikaya kadar düşürülebilmektedir. Hedef sürenin 15,1 ile 15,5 dakika arasında olması durumunda üç ekip gerekmektedir. 15,1 dakikanın altındaki hedef süreler ise ancak dört ekip ile ulaşılabilmektedir.

Bu analiz *M2* modeli için de yapılmış ve aynı sonuçlar elde edilmiştir.

4. Sonuç ve Öneriler

Mevcut ilk müdahale ekip yerleri önerilen modeller ile değerlendirildiğinde bu ekip yerlerinin mevcut hedef ilk müdahale süresini (24,5 dakika) gerçekleştirmeye uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Modellerin amacı ekip sayısını minimize etmek olduğu için elde edilen çözümlerde birbirlerine çok yakın konumda bulunan G ve H ekip yerlerinden biri kapatılmış ve ekip sayısı ikiye düşürülmüştür. Diğer yandan, *M2* modelinde birden fazla ekip tarafından müdahale edilebilir bölge sayısını arttırmak için G ve H ekip yerleri kapatılıp C yerine taşınmıştır. Bu çözüm *M1* modelinin çözümü ile aynı ekip sayısını vermiş fakat daha az riskli bir alternatif çözüm olarak değerlendirilebilir.

Hedef ilk müdahale süresinin 12 dakikaya indirilmesi durumunda tüm hedef noktaların kapsanması için dört ekip gerekmektedir. Bu koşul altında *M1* ve *M2* modellerinden elde edilen çözümler birbirinin aynıdır. Belirlenen ekip yerlerinden ikisinin mevcut ekip yerleri olduğu görülmüştür. Bu analize ek olarak hedef müdahale süresinin açılacak ekip sayısı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre ekip sayısının üçe çıkarılmasının hedef sürenin kısaltılmasında kısıtlı bir etkisi bulunmaktadır. Hedef sürenin 15 dakika ve altına düşürülebilmesi için dört ekibe ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle Aliğa OİŞ'nin B ve D konumlarında iki yeni ekip yeri kurmak için bir yatırım planlaması yapması önerilmektedir.

İlgili literatürdeki ilk müdahale ekibi yerleşim planlaması çalışmalarında alternatif yerleşimler en kısa yol algoritmaları kullanılarak değerlendirilmekte ve ilk müdahale süreleri en aza indirilmeye çalışılmaktadır (Sepetçi, 2014; Akay et al., 2018; Akay et al. 2020). Bu kapsamda alternatif yerleşim planlarının oluşturulmasında uygun bir deney tasarımı yapmak kritik bir önem taşımaktadır. Deney tasarımının uygun olmaması durumunda optimum yerleşim alternatifi belirlenen yerleşim alternatifleri arasında yer almayabilir. Bu durum optimum yerleşimin gözden kaçırılmasına neden olabilir. Bu çalışmada önerilen modeller ise hedef ilk müdahale süresini bir girdi olarak kullanır ve bu hedefi karşılayacak minimum ekip sayısını verir. Böylece ilk müdahale süresi hedefi doğrultusunda optimum ekip sayısı ve bu ekiplerin yerleşimi elde edilir. Buna ek olarak, modellerin amaç fonksiyonlarında yapılacak küçük değişikliklerle uygulayıcıların ihtiyaçlarına uygun optimum çözümler elde edilebilir. Örneğin, bütçenin kısıtlı olması durumunda *M1* modeli kullanılarak mevcut ekip yerlerinin olabildiğince değiştirilmemesi sağlanabilir. Diğer yandan *M2* modeli ile birden fazla ekip tarafından ulaşılabılır orman sahaları arttırılarak ilk müdahale başarı olasılığı arttırılabilir.

Teşekkür

Yazarlar başta Saki Çelik olmak üzere İzmir Orman İşletme Müdürlüğü Orman Yangınlarıyla Mücadele Şube Müdürlüğü çalışanlarına değerli yorumları ve önerileri için teşekkür ederler.

Kaynaklar

- Akay, A.E., Doucas, K., Erdaş, O., Oğuz, H., Sivrikaya, F. 2012a. Using GIS Techniques to Determine Fire Protection Zones Considering Forest Road Network. 4th International Symposium FORMEC 2012., 8 – 12 Ekim 2022, Dubrovnik, Hırvatistan, pp. 7.
- Akay, A. E., Erdoğan, A. Taş, İ. 2020. Assessment of firefighting teams by using gis-based network analysis method: A case of Yayla Forest in Turkey, Turkish Journal of Forest Science, 4(2), 424-435.
- Akay, A. E., Karas, I. R., Kahraman, I. 2018. Determining the locations of potential firefighting teams by using GIS techniques. International Conference On Geomatic & Geospatial Technology (Ggt 2018): Geospatial And Disaster Risk Management. Copernicus Gesellschaft Mbh.
- Akay, A. E., Wing, M. G., Sivrikaya, F., Sakar, D. 2012b. A GIS-based decision support system for determining the shortest and safest route to forest fires: a case study in Mediterranean Region of Turkey. Environmental monitoring and assessment, 184, 1391-1407.
- Ateşoğlu, A., Melemez, K., Uğur, B. 2016. Orman yangınına hassas bölgelerde arazöz ile müdahale oranının belirlenmesi (Bartın Orman İşletmesi örneği). Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 16(2), 132-143.
- Avcı, M., Korkmaz, M. 2021. Türkiye’de orman yangını sorunu: Güncel bazı konular üzerine değerlendirmeler. Türkiye Ormancılık Dergisi, 22(3), 229-240.
- Ayanoğlu, S., Dölarıslan, M., Gül, E. 2017. Sadece bir yangın mı? Ekolojik ve sosyo-ekonomik açıdan orman yangınları. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 10(2), 32-35.
- Aydin-Kandemir, F., Demir, N. 2023. 2021 Turkey Mega Forest Fires: Biodiversity measurements of the IUCN Red List wildlife mammals in Sentinel-2 based burned areas. Advances in Space Research, 71(7), 3060-3075.
- Bao, S., Xiao, N., Lai, Z., Zhang, H., Kim, C. 2015. Optimizing watchtower locations for forest fire monitoring using location models. Fire safety journal, 71, 100-109.
- Daskin, M. S. (2013). Network and Discrete Location: Models, Algorithms, and Applications. 2. Baskı, John Wiley & Sons.
- Daskin, M. S., Stern, E. H. (1981). A hierarchical objective set covering model for emergency medical service vehicle deployment. Transportation Science, 15(2), 137-152.
- Davey, S. M., Sarre, A. 2020. The 2019/20 Black Summer bushfires. Australian Forestry, 83(2), 47-51.
- Haight, R. G., Fried, J. S. 2007. Deploying wildland fire suppression resources with a scenario-based standard response model. INFOR: Information Systems and Operational Research, 45(1), 31-39.
- İlemin, Y. 2021. Mortality Record of Caracal and Habitat Loss for Wildcat, Depending on Catastrophic Wildfires of Year 2021 in Southwestern Turkey. Biology Bulletin, 48(2), 92-95.
- İzmir Orman Bölge Müdürlüğü, 2023. İzmir Orman Bölge Müdürlüğü Haritası, <https://izmirobm.ogm.gov.tr/SiteAssets/Sayfalar/Forms/EdiForm/B%C3%B6lge3.png> (Son erişim: 11 Nisan 2023).
- İzmir Orman İşletme Müdürlüğü, 2019. Yangın yönetim planı (2019 – 2023). <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane-sitesi/Pages/Yangin-Yonetim-Planlari.aspx> (Son erişim: 11 Nisan 2023).
- Kemer, N. 2022. Orman Yangınları ve Sonrası: Orman Ekosistem Restorasyonu. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (33), 373-381.
- Maraş, E. E., Dönmez, K., Emecen, Y. 2023. GIS-Based Determination of the Optimal Heliport and Water Source Locations for Forest Fire Suppression Using Multi-Objective Programming. Aerospace, 10(3), 305.
- Mınas, J., Hearne, J., Martell, D. 2015. An integrated optimization model for fuel management and fire suppression preparedness planning. Annals of operations Research, 232, 201-215.
- Orman Genel Müdürlüğü, 2019. Orman Genel Müdürlüğü Stratejik Plan (2019-2023) <https://www.ogm.gov.tr/tr/stratejik-plan> (Son Erişim: 3 Mart 2023).
- Orman Genel Müdürlüğü, 2022. Orman Genel Müdürlüğü 2021 Yılı Faaliyet Raporu. <https://www.ogm.gov.tr/tr/faaliyet-raporu> (Son Erişim: 3 Mart 2023).
- Orman Genel Müdürlüğü, 2023. Orman Yangınlarının Önlenmesi ve Söndürülmesinde Uygulama Esasları (285 Sayılı Tebliğ), <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/mevzuat/tebligler> (Son Erişim: 11 Nisan 2023).
- Rashidi, E., Medal, H., Gordon, J., Grala, R., Varner, M. 2017. A maximal covering location-based model for analyzing the vulnerability of landscapes to wildfires: Assessing the worst-case scenario. European Journal of Operational Research, 258(3), 1095-1105.
- Rashidi, E., Medal, H., Hoskins, A. 2018. An attacker-defender model for analyzing the vulnerability of initial attack in wildfire suppression. Naval Research Logistics (NRL), 65(2), 120-134.
- Rodrigues, M., Alcasena, F., Vega-García, C. 2019. Modeling initial attack success of wildfire suppression in Catalonia, Spain. Science of the total environment, 666, 915-927.
- Sepetçi, V. 2014. Coğrafî bilgi sistemi yardımıyla orman yangınlarına ilk müdahale sürelerinin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon Kocatepe Üniversitesi.
- Zeferino, J. A. 2020. Optimizing the location of aerial resources to combat wildfires: a case study of Portugal. Natural Hazards, 100(3), 1195-1213.



Kirazpınar kayın ormanlarının 2014-2017 yılları arasındaki güncel polen dağılımının incelenmesi (Kırklareli, Türkiye)

Nurgül Karlıoğlu Kılıç^{1*}, Rüya Yılmaz Dađdeviren¹, Elif Ayşe Yıldırım¹

¹ İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Orman Botaniği Anabilim Dalı, İstanbul

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi:03/02/2023

Kabul Tarihi: 08/05/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1247128>

Sorumlu yazar:

nurgulk@iuc.edu.tr

ÖZ

Araştırma Makalesi

Bu çalışma Kirazpınar kayın ormanlarında bulunan polen izleme istasyonundaki polen tuzaklarının 2011-2017 yılları arasındaki güncel polen dağılımının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Kirazpınar kayın ormanlarında üç örnek alanda (orman kenarı, orman içi ve açık alan) bulunan Tauber tipi polen tuzaklarında, Avrupa Polen İzleme Protokolüne uygun olarak güncel polen yoğunlukları (cm²/yıl) hesaplanmıştır. Örnek alanlarda bulunan yıllık polen yoğunluğu verilerine göre, en yüksek polen yoğunluğu 2015-2016 yıllarında orman içinde tespit edilmiştir. Araştırma alanında en fazla polen yoğunluğu odunsu taksonlara ait bulunmuştur. Odunsu bitki taksonları içinde en fazla polen yoğunluğu sırasıyla *Fagus*, *Crataegus* ve yaprağını dökten *Quercus* cinslerine aittir. Otsu bitki taksonlarından ise en fazla polen yoğunluğu sahip olanlar; Asteraceae ve *Geranium* taksonlarıdır. Tuzakların etrafındaki ilk 10,5 m mesafedeki vejetasyona bakıldığında en fazla polen yoğunluğuna sahip taksonların güncel vejetasyonu yansıttığı görülmüştür. Bu çalışma ile Doğu kayınına (*Fagus orientalis*) ait yıllık polen yoğunluğu 2011-2017 yılları için belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Güncel polen izleme, polen yoğunluğu, Avrupa Polen İzleme Protokolü, *Fagus*

Investigation of modern pollen distribution of Kirazpınar beech forests between 2014 and 2017 (Kırklareli, Türkiye)

ABSTRACT

This study was carried out to investigate the modern pollen distribution of the pollen monitoring station in Kirazpınar Beech forests between the years 2014-2017. In the Kirazpınar beech forests, the modern pollen influx (cm²/year) were calculated in Tauber type pollen traps located in three sample areas (forest edge, forest and open area) in accordance with the European Pollen Monitoring Protocol. According to the annual pollen influx data in the sample areas, the highest pollen influx was detected in the forest between 2015-2016. The highest pollen influx was found for arboreal taxa. Among the arboreal plant taxa, the highest pollen influx belongs to *Fagus*, *Crataegus* and deciduous *Quercus* respectively. In non-arboreal plant taxa, the highest pollen influx belongs to Asteraceae and *Geranium*. When the vegetation at the first 10.5 m distance around the pollen traps was examined, it was seen that the taxa with the highest pollen influx reflected the modern vegetation. With this study, the annual pollen influx of Oriental beech was determined for the years 2011-2017.

Key Words: Modern pollen monitoring, pollen influx, European Pollen Monitoring Protocol, *Fagus*

Bu makaleye atıf:

Karlıoğlu Kılıç, N., Yılmaz Dağdeviren, R., Yıldırım, E.A., 2023. Kirazpınar kayın ormanlarının 2014-2017 yılları arasındaki güncel polen dağılımının incelenmesi (Kırklareli, Türkiye). *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 9(1), 104-110.



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

1. Giriş

Güncel polen izleme çalışmaları, bir bölgedeki vejetasyonun polen üretiminin belirlenmesinde kullanılan önemli bir araçtır. Polen ve vejetasyon arasındaki ilişkinin anlaşılması, birim toprak yüzeyine düşen odunsu ve otsu bitki taksonlarının polen yoğunluğunun belirlenmesi ile mümkün olmaktadır. Bu amaçla ilk polen izleme alışması Hicks (1994) tarafından yapılmış ve 1995 yılında güncel polen izleme alışmaları Avrupa Polen İzleme Protokolüne uygun olarak standart bir yöntemle bağlanmıştır. Türkiye'nin Avrupa Polen İzleme Sistemine dahil olduğu ilk alışma Karlıoğlu (2011) tarafından gerçekleştirilmiştir (Karlıoğlu ve Akkemik, 2012; Karlıoğlu et al., 2014; Karlıoğlu et al., 2015). Bu çalışmadan sonra Türkiye'nin pek çok bölgesinde polen izleme çalışmaları devam etmiş ve polen izleme istasyonları farklı lokasyonlarda kurulmuştur (şenkul et al., 2018; şenkul and Karlıoğlu Kılıç, 2019; Karlıoğlu Kılıç ve ark., 2019; Karlıoğlu Kılıç et al., 2021; Karlıoğlu Kılıç et al., 2022). Bu istasyonlardan biride, 2010 yılında Karlıoğlu Kılıç (2015) tarafından Kirazpınar Kayın ormanlarında bulunan polen izleme istasyonudur. Ülkemizin önemli ağaç türlerinden biri olan Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) Kuzey Anadolu'da yaygın olarak bulunmaktadır (Yılmaz, 2021). Doğu kayını ülkemizde saf ve karışık meşcereler kurarak önemli orman varlığı oluşturmakta, hem odun hammaddesi hem de odun dışı orman ürünü olarak kullanılmaktadır. Asli ağaç türlerinden Doğu kayınının polen yoğunluğunun bilinmesi ormancılık çalışmaları açısından oldukça önem taşımaktadır. Bu hedef doğrultusunda, ilk kez Kirazpınar kayın ormanlarının 2011-2013 yılları arasındaki polen yoğunlukları Karlıoğlu et al. (2021) tarafından belirlenmiştir. Bu alışma ise, Kirazpınar Kayın ormanlarında devam eden polen izleme çalışmasının 2014-2017 yıllarına ait polen yoğunluklarını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Böylece Doğu kayınına ait yıllık polen yoğunluğu 2011-2017 yılları için belirlenmiş olacaktır.

2. Materyal ve Yöntem

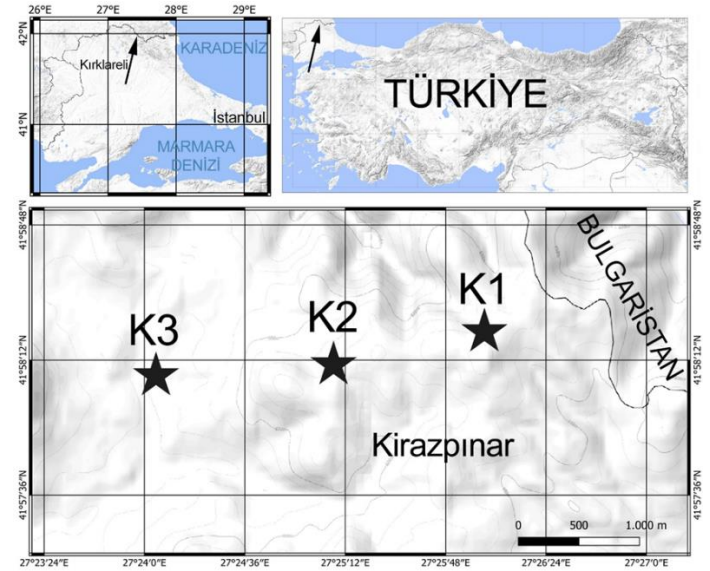
2.1 Çalışma alanı

Bu alışma, Trakya'nın kuzeyinde bulunan Istranca dağları üzerinde yer alan Kırklareli'nin Kirazpınar civarındaki doğal Doğu kayını ormanlarında gerçekleştirilmiştir (şekil 1). Bu ormanların yükseltisi 500-600 m arasındadır. Kirazpınar kayın ormanlarındaki en önemli odunsu bitkiler; *Acer campestre* L. (ova akçaağacı), *Alnus glutinosa* L. (kızılağaç), *Carpinus betulus* L. (gürgen), *Carpinus orientalis* Mill. (doğu gürgen), *Corylus avellana* L. (fındık), *Fagus orientalis* Lipsky (doğu kayını), *Rhododendron ponticum* L. (mor iekli ormangülü), *Mespilus germanica* L. (muşmula), *Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl. (sapsız meşe), *Quercus hartwissiana* Steven (Istranca meşesi), *Quercus robur* L. (saplı meşe) ve *Sorbus torminalis* (L.) Crantz (üvez) türleridir.

2.2 Güncel polen analizleri

Kirazpınar kayın ormanlarında güncel polen dağılımının belirlenmesi amacıyla ilk polen tuzağı 2011 yılında vejetasyonun farklılık gösterdiği 3 örnek alana (K1: orman

kenarı, K2: orman içi, K3: açık alan) Karlıoğlu Kılıç et al. (2015) tarafından konulmuş ve 2011-2013 yılları arasında iki yıllık polen izleme çalışması bu örnek alanlarda gerçekleştirilmiştir (şekil 1). 2013-2014 yılları arasında yapılan arazi çalışmasında bu örnek alanlardaki polen tuzakları bulunamamıştır. Bu alışma ise, aynı örnek alanlarda bulunan Tauber tipi (Tauber, 1974) polen tuzaklarında 2014-2017 yılları arasındaki polen izleme çalışmasını kapsamaktadır.



şekil 1. Kirazpınar Kayın ormanlarına konulan polen tuzaklarının lokasyon haritası

Araziden üç yıl boyunca alınan tuzaklar İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Orman Fakültesinde bulunan Palinoloji laboratuvarına getirilerek güncel polen analizine başlanmıştır. Polen tuzaklarında bulunan karışım Avrupa Polen İzleme Protokolüne göre 250 μ m'luk elekten süzülerek, karışıma her biri 9666 adet spor içeren 2 adet *Lycopodium* spor tablet eklenmiştir (Hicks et al., 1996; Stockmarr, 1971). Bilinen sayıda *Lycopodium* spor tabletin karışıma eklenmesi preparatta yer almayan diğer polenlerin tahmin edilmesi ve birim alana düşen polen yoğunluğunun ($\text{cm}^2/\text{yıl}$) hesaplanmasında kullanılmaktadır (Hicks et al., 1996; Hicks et al., 2001; Tonkov et al., 2001). *Lycopodium* eklenen karışım santrifüj tüplerine aktararak sedimana ulaşılana kadar 4000 devirde 10 dk santrifüj yapılmış ve son aşama olan asetoliz sıvısı sedimana eklenmiştir. Sediman tüplerine gliserin eklenerek güncel polen preparatları hazırlanmıştır. Polen preparatlarındaki polen ve *Lycopodium*'ların teşhis ve sayımları Leica DM750 marka ışık mikroskopunda, x40, x100 immersiyon objektifi ve 10x oküleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Polen teşhislerinde Palinoloji laboratuvarında bulunan atlaslar ve referans polen preparatları kullanılmıştır (Wodehouse, 1935; Erdtman, 1952; Erdtman, 1957; Faegri and Iversen, 1964; Iwanami et al., 1988; Moore et al., 1991; Beug, 2004; Hesse et al., 2009). Polen yoğunlukları odunsu bitki polenleri (AP) ve otsu bitki polenleri (NAP) için hesaplanarak grafikleri TILIA (Grimm, 2019) programında ayrı ayrı çizilmiştir.

3. Sonuçlar

3.1. Polen tuzaklarının çevresindeki bitki türleri

Kirazpınar kayın ormanlarında bulunan polen tuzaklarının K1 (orman kenarı), K2 (orman içi) ve K3 (açık alan) etrafındaki bitki türlerinin belirlenmesi polenlerin ne kadarlık bir mesafeden taşındığının bilinmesi için önemlidir. Bu nedenle her bir örnek alana yerleştirilen polen tuzağı etrafında 0,5 m'den başlayarak 1 metre aralıklarla belirlenen ilk 10,5 m'lik vejetasyon kayıt halkaları Avrupa Polen İzleme Programına göre oluşturulmuştur (Çizelge 1).

K1 örnek alanında odunsu bitkiler *Fagus orientalis* Lipsky, *Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl ve *Rhododendron*

ponticum L. ile temsil edilmektedir. Otsu bitki taksonlarından polen tuzağına en yakın olan türler *Poa nemoralis* L. ve *Trachystemon orientalis* (L.) G. Don türleridir.

K2 örnek alanında polen tuzağı çevresinde en fazla bulunan odunsu bitki taksonları *Fagus orientalis*, *Sambucus nigra* L. ve *Crataegus monogyna* Jacq. türleridir. Otsu bitki taksonlarından ise polen tuzağı çevresinde en fazla *Poa nemoralis*, *Dactylis glomerata* L., *Geum urbanum* L., *Veronica beccabunga* L., *Lapsana communis* L. ve *Viola odorata* L. bulunmaktadır.

K3 örnek alanındaki polen tuzağı çevresine en yakın odunsu bitki taksonları *Carpinus orientalis*, *Acer campestre* L. ve *Crataegus monogyna* türleridir. Otsu bitki taksonlarından polen tuzağına en yakın olanlar *Poa nemoralis* ve *Dactylis glomerata* türleridir.

Çizelge 1. Polen tuzaklarının çevresindeki ilk 10,5 m'lik vejetasyon halkalarında bulunan odunsu ve otsu bitki taksonlarının listesi

Polen Tuzağına Uzaklık (m)	K1	K2	K3
0-0.5 m	<i>Fagus orientalis</i> Lipsk, <i>Quercus petraea</i> (Mattuschka) Liebl, <i>Poa nemoralis</i> L. <i>Trachystemon orientalis</i> (L.) G. Don, <i>Rhododendron ponticum</i> L., <i>Euphorbia amygdaloides</i> L.	<i>Fagus orientalis</i> , <i>Trachystemon orientalis</i> , <i>Sambucus nigra</i> L., <i>Rubus scaber</i> Weihe et Nees, <i>Poa nemoralis</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Geum urbanum</i> L., <i>Veronica beccabunga</i> L., <i>Lapsana communis</i> L., <i>Viola odorata</i> L.	<i>Carpinus orientalis</i> Mill., <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Acer campestre</i> L., <i>Poa nemoralis</i> <i>Rosa arvensis</i> Huds., <i>Euphorbia amygdaloides</i> L., <i>Potentilla argentea</i> L., <i>Bromus inermis</i> Leyss.
0.5-1.5 m	<i>Fagus orientalis</i> , <i>Quercus petraea</i> , <i>Poa nemoralis</i> , <i>Trachystemon orientalis</i> , <i>Rhododendron ponticum</i> , <i>Euphorbia amygdaloides</i>	<i>Fagus orientalis</i> , <i>Trachystemon orientalis</i> , <i>Sambucus nigra</i> , <i>Rubus scaber</i> , <i>Poa nemoralis</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Geum urbanum</i> , <i>Veronica beccabunga</i> , <i>Lapsana communis</i> , <i>Viola odorata</i> ,	<i>Carpinus orientalis</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Acer campestre</i> , <i>Rosa arvensis</i> Huds. <i>Euphorbia amygdaloides</i> , <i>Potentilla argentea</i> , <i>Bromus inermis</i>
1.5-2.5 m	<i>Fagus orientalis</i> , <i>Quercus petraea</i> , <i>Poa nemoralis</i> , <i>Trachystemon orientalis</i> , <i>Rhododendron ponticum</i> , <i>Euphorbia amygdaloides</i>	<i>Fagus orientalis</i> , <i>Trachystemon orientalis</i> , <i>Sambucus nigra</i> , <i>Rubus scaber</i> , <i>Poa nemoralis</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Geum urbanum</i> , <i>Veronica beccabunga</i> , <i>Lapsana communis</i> , <i>Viola odorata</i> ,	<i>Carpinus orientalis</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Acer campestre</i> , <i>Rosa arvensis</i> , <i>Euphorbia amygdaloides</i> , <i>Bromus inermis</i>
2.5-3.5 m	<i>Fagus orientalis</i> , <i>Quercus petraea</i> , <i>Poa nemoralis</i> , <i>Trachystemon orientalis</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Euphorbia amygdaloides</i> , <i>Galium odoratum</i> (L.) Scop	<i>Fagus orientalis</i> , <i>Trachystemon orientalis</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Rubus scaber</i> , <i>Poa nemoralis</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Lapsana communis</i> , <i>Viola odorata</i> , <i>Plantago major</i> L.	<i>Carpinus orientalis</i> , <i>Fagus orientalis</i> , <i>Crataegus monogyna</i> <i>Rosa canina</i> L., <i>Quercus frainetto</i> Ten., <i>Corylus avellana</i> L.
3.5-4.5 m	<i>Fagus orientalis</i> , <i>Quercus petraea</i> , <i>Poa nemoralis</i> , <i>Trachystemon orientalis</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Euphorbia amygdaloides</i> , <i>Galium odoratum</i>	<i>Fagus orientalis</i> , <i>Trachystemon orientalis</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Rubus scaber</i> , <i>Poa nemoralis</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Lapsana communis</i> , <i>Viola odorata</i> , <i>Plantago major</i>	<i>Carpinus orientalis</i> , <i>Fagus orientalis</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Quercus frainetto</i> , <i>Corylus avellana</i>
4.5-5.5 m	<i>Fagus orientalis</i> , <i>Quercus petraea</i> , <i>Poa nemoralis</i> , <i>Trachystemon orientalis</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Euphorbia amygdaloides</i> , <i>Galium odoratum</i>	<i>Fagus orientalis</i> , <i>Trachystemon orientalis</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Rubus scaber</i> , <i>Poa nemoralis</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Lapsana communis</i> , <i>Viola odorata</i> , <i>Plantago major</i>	<i>Carpinus orientalis</i> , <i>Fagus orientalis</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Rosa canina</i> , <i>Quercus frainetto</i> , <i>Corylus avellana</i> ,
5.5-6.5	<i>Fagus orientalis</i> , <i>Quercus petraea</i> , <i>Poa nemoralis</i> , <i>Trachystemon orientalis</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Euphorbia amygdaloides</i> , <i>Galium odoratum</i>	<i>Fagus orientalis</i> , <i>Trachystemon orientalis</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Rubus scaber</i> , <i>Poa nemoralis</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Lapsana communis</i> , <i>Viola odorata</i> , <i>Plantago major</i>	<i>Carpinus orientalis</i> , <i>Fagus orientalis</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Rosa canina</i> , <i>Quercus frainetto</i> , <i>Corylus avellana</i> ,

Çizelge 1. Devamı,

6.5-7.5	<i>Fagus orientalis</i> , <i>Quercus petraea</i> , <i>Poa nemoralis</i> , <i>Trachystemon orientalis</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Euphorbia amygdaloides</i> , <i>Galium odoratum</i>	<i>Fagus orientalis</i> , <i>Trachystemon orientalis</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Rubus scaber</i> , <i>Poa nemoralis</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Lapsana communis</i> , <i>Viola odorata</i> , <i>Plantago major</i>	<i>Carpinus orientalis</i> , <i>Fagus orientalis</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Rosa canina</i> , <i>Quercus frainetto</i> , <i>Corylus avellana</i> ,
7.5-8.5	<i>Fagus orientalis</i> , <i>Quercus petraea</i> , <i>Poa nemoralis</i> , <i>Trachystemon orientalis</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Euphorbia amygdaloides</i> , <i>Galium odoratum</i>	<i>Fagus orientalis</i> , <i>Trachystemon orientalis</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Rubus scaber</i> , <i>Poa nemoralis</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Lapsana communis</i> , <i>Viola odorata</i> , <i>Plantago major</i>	<i>Carpinus orientalis</i> , <i>Fagus orientalis</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Rosa canina</i> , <i>Quercus frainetto</i> , <i>Corylus avellana</i> ,
8.5-9.5	<i>Fagus orientalis</i> , <i>Quercus petraea</i> , <i>Poa nemoralis</i> , <i>Trachystemon orientalis</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Euphorbia amygdaloides</i> , <i>Galium odoratum</i>	<i>Fagus orientalis</i> , <i>Trachystemon orientalis</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Rubus scaber</i> , <i>Poa nemoralis</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Lapsana communis</i> , <i>Viola odorata</i> , <i>Plantago major</i>	<i>Carpinus orientalis</i> , <i>Fagus orientalis</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Rosa canina</i> , <i>Quercus frainetto</i> , <i>Corylus avellana</i> ,
9.5-10.5	<i>Fagus orientalis</i> , <i>Quercus petraea</i> , <i>Poa nemoralis</i> , <i>Trachystemon orientalis</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Euphorbia amygdaloides</i> , <i>Galium odoratum</i>	<i>Fagus orientalis</i> , <i>Trachystemon orientalis</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Rubus scaber</i> , <i>Poa nemoralis</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Lapsana communis</i> , <i>Viola odorata</i> , <i>Plantago major</i>	<i>Carpinus orientalis</i> , <i>Fagus orientalis</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Rosa canina</i> , <i>Quercus frainetto</i> , <i>Corylus avellana</i> ,

3.2 Polen tuzaklarından elde edilen polen yoğunlukları

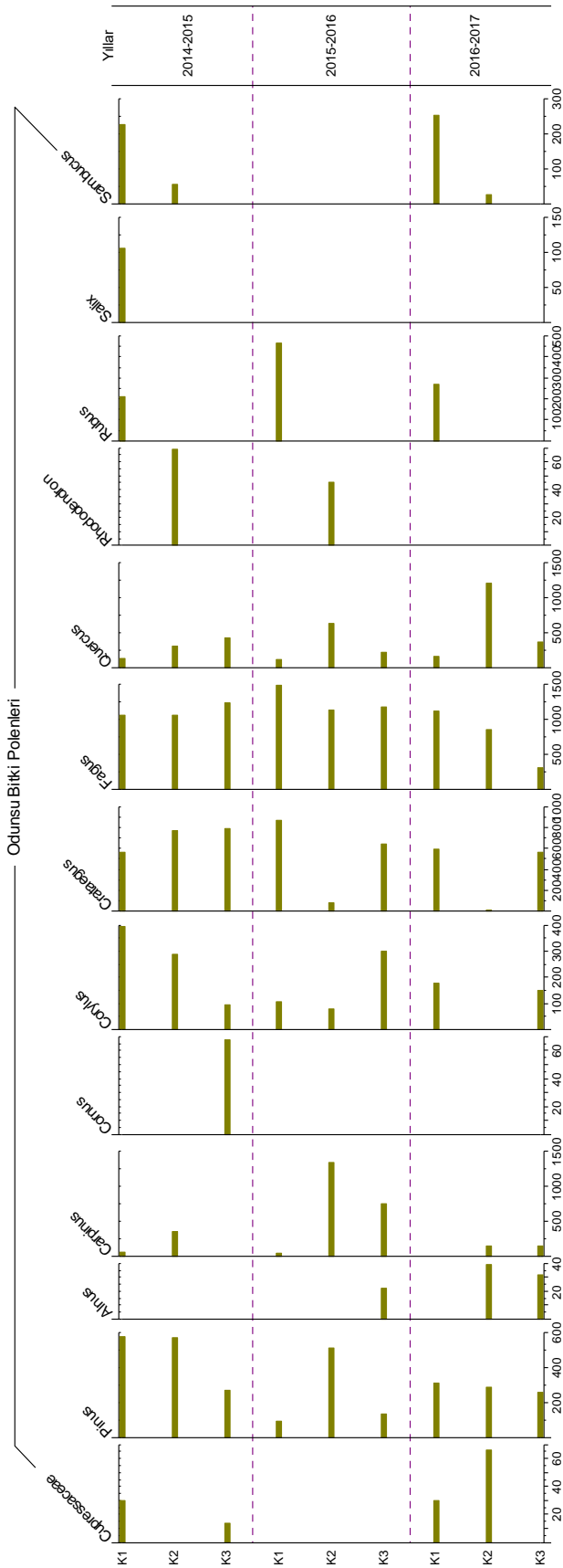
Bu çalışmada, Kirazpınar kayın ormanlarında bulunan K1, K2 ve K3 örnek alanlarındaki polen tuzakları için 2014-2015, 2015-2016 ve 2016-2017 yıllarına ait yıllık polen yoğunlukları (cm²/yıl) hesaplanmıştır (Şekil 2-3).

2014-2015 yılları arasında örnek alanlardaki polen yoğunluğu verilerine göre; K1 örnek alanında odunsu taksonlar içinde en fazla polen yoğunluğu 1061 cm²/yıl ile *Fagus* (kayın) cinsine aittir. Bu cinsi 576 cm²/yıl polen yoğunluğu ile *Pinus* (çam) ve 561 cm²/yıl polen yoğunluğu ile *Crataegus* (alıç) takip etmektedir. Otsu bitki taksonlarından en fazla polen yoğunluğu 333 cm²/yıl ile *Plantago* cinsinde tespit edilmiştir. Bu cinsi, 227 cm²/yıl ile Asteraceae familyası takip etmektedir. K2 örnek alanında en fazla polen yoğunluğu 1065 cm²/yıl ile *Fagus* cinsinde tespit edilmiştir. Bu taksonu, 573 cm²/yıl polen yoğunluğu ile *Pinus* ve 355 cm²/yıl ile *Carpinus* (gürgen) cinsleri izlemektedir. Otsu bitki taksonlarından en fazla polen yoğunluğu 710 cm²/yıl ile Asteraceae familyasında tespit edilmiştir. K3 örnek alanında odunsu bitki taksonları içinde en fazla polen yoğunluğu 1243 cm²/yıl ile *Fagus* cinsine aittir. Bu cinsi, 794 cm²/yıl polen yoğunluğu ile *Crataegus* ve 424 cm²/yıl polen yoğunluğu ile *Quercus* (meşe) cinsleri takip etmektedir. Otsu bitki taksonlarından en fazla polen yoğunluğu 274 cm²/yıl ile *Potentilla* cinsinde tespit edilmiştir. Bu cinsi, 260 cm²/yıl ile Asteraceae familyası izlemektedir (Şekil 2-3).

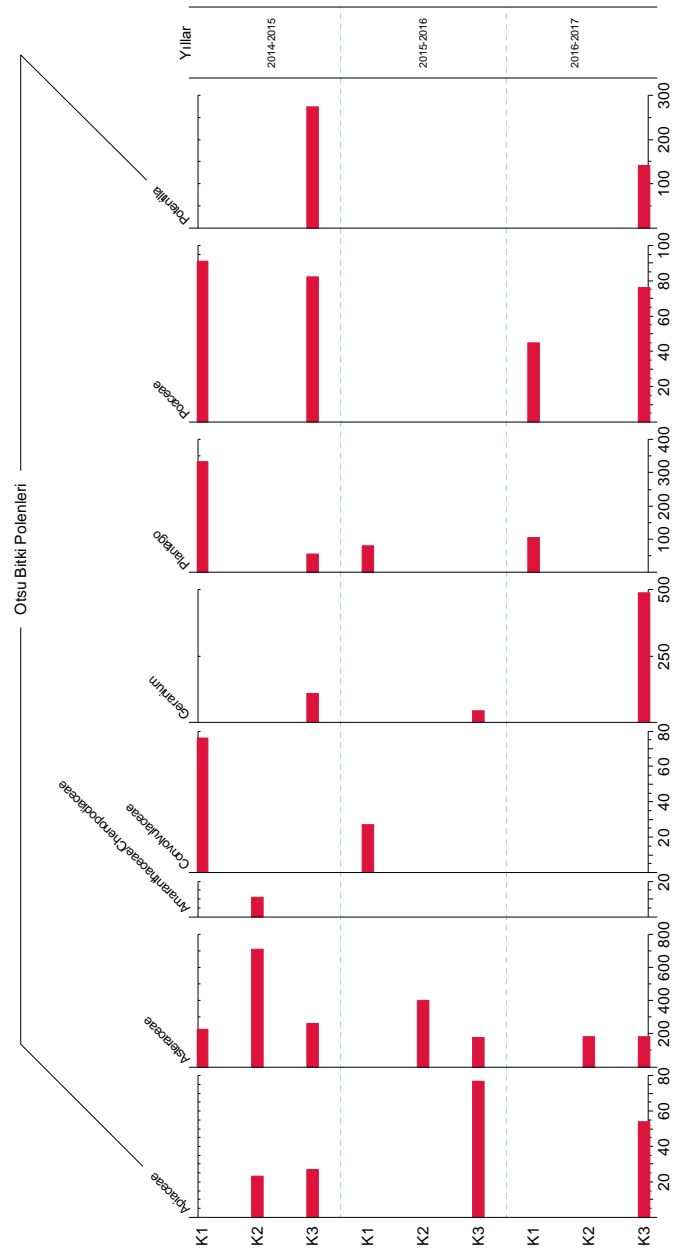
2015-2016 yılları arasında bu örnek alanlardaki polen yoğunluğu verilerine göre; K1 örnek alanında en fazla polen yoğunluğu 1491 cm²/yıl polen yoğunluğu ile yine *Fagus* cinsine ait bulunmuştur. *Crataegus* cinsi 865 cm²/yıl polen yoğunluğu ile ikinci sıradadır. K2 örnek alanında odunsu bitki taksonlarından en fazla polen yoğunluğu 1343 cm²/yıl ile *Carpinus* cinsinde tespit edilmiştir. Bu taksonu 1142 cm²/yıl polen yoğunluğu ile *Fagus* ve 627 cm²/yıl polen yoğunluğu ile *Quercus* cinsi takip etmektedir. Otsu bitki taksonlarından en fazla polen yoğunluğu 403 cm²/yıl ile Asteraceae familyasında bulunmuştur. K3 örnek alanında en fazla polen yoğunluğu 1173 cm²/yıl ile *Fagus* cinsinde tespit edilmiştir. Bu cinsi, 753

cm²/yıl ile *Carpinus* ve 642 cm²/yıl ile *Crataegus* cinsi 642 cm²/yıl ile takip etmektedir. Otsu bitki taksonlarından en fazla polen yoğunluğu 177 cm²/yıl ile Asteraceae familyasıdır (Şekil 2-3).

2016-2017 yılı örnek alanlardaki polen yoğunluğu verilerine göre; K1 örnek alanında en fazla polen yoğunluğu 1119 cm²/yıl ile *Fagus* cinsine aittir. Bu cinsi, 597 cm²/yıl ile *Crataegus* ve 313 cm²/yıl ile *Pinus* cinsleri izlemektedir. Otsu bitki taksonlarından en fazla polen yoğunluğu 184 cm²/yıl ile Asteraceae familyası için tespit edilmiştir. K2 örnek alanında en fazla polen yoğunluğu 1208 cm²/yıl ile *Quercus* cinsine ait bulunmuştur. Bu cinsi, 854 cm²/yıl ile *Fagus* takip etmektedir. Otsu bitki taksonlarından en fazla polen yoğunluğu 184 cm²/yıl ile yine Asteraceae familyasında tespit edilmiştir. K3 örnek alanında odunsu bitki taksonlarından en fazla polen yoğunluğu 563 cm²/yıl ile *Crataegus* cinsinde bulunmuştur. Bu cinsi, 368 cm²/yıl polen yoğunluğu ile *Rhododendron* (orman gülü) izlemektedir. Otsu bitki taksonlarından en fazla polen yoğunluğu ise 487 cm²/yıl ile *Geranium* cinsinde tespit edilmiştir (Şekil 2-3).



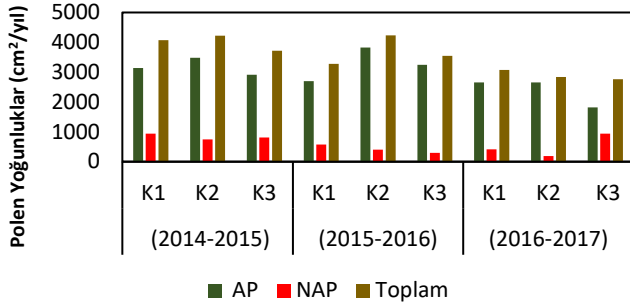
Şekil 2. Kirazpınar kayın ormanlarında 2014-2017 yılları arasında Tauber tipi polen tuzaklarından elde edilen odunsu bitki (AP) yıllık polen yoğunlukları



Şekil 3. Kirazpınar kayın ormanlarında 2014-2017 yılları arasında Tauber tipi polen tuzaklarından elde edilen otsu bitki (NAP) yıllık polen yoğunlukları

4. Tartışma

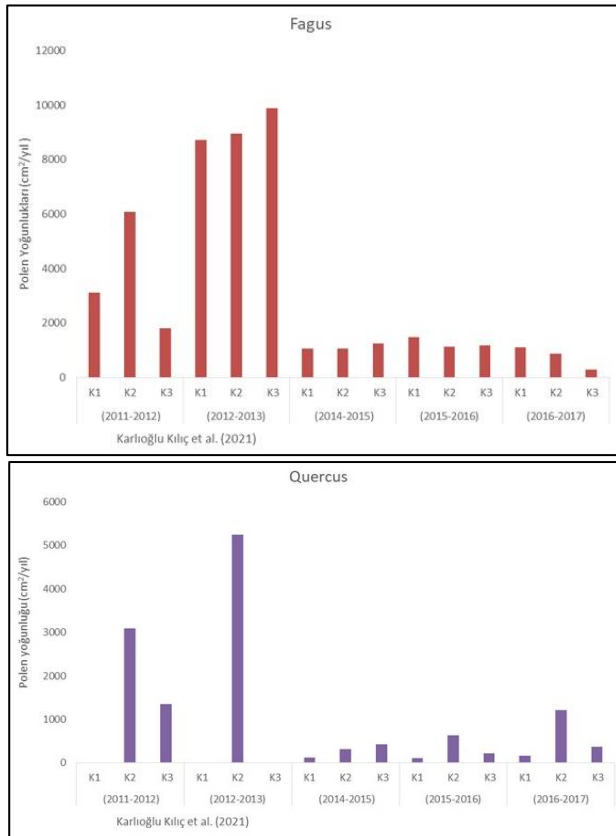
Kirazpınar kayın ormanlarında bulunan polen tuzaklarından elde edilen polen yoğunlukları odunsu ve otsu bitki taksonları için ayrı ayrı hesaplanarak üç yıllık (2014-2017) güncel polen izlemesi çalışması tamamlanmıştır. Elde edilen verilere göre toplam polen yoğunluğu en fazla K2 (orman içi) örnek alanında 2015-2016 yılında tespit edilmiştir. Araştırma alanında en fazla polen yoğunluğu odunsu taksonlara ait bulunmuştur. Tüm yıllar karşılaştırıldığında üç örnek alan için en fazla polen yoğunluğu 2014-2015 yılında tespit edilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Kirazpınar kayın ormanlarında toplam odunsu bitki (AP) ve otsu bitki (NAP) polen yoğunluklarının kıyaslanması (2014-2017)

Odunsu bitki taksonları içinde en fazla polen yoğunluğu sırasıyla *Fagus*, *Crataegus* ve *Quercus* cinslerine aittir. Bu polen izleme istasyonunda Karlıoğlu et al. (2021) tarafından yapılan çalışmada da benzer şekilde aynı taksonların polen yoğunlukları yüksek bulunmuştur. Otsu bitki taksonlarından ise en fazla polen yoğunluğuna sahip olanlar Asteraceae ve *Geranium* taksonlarıdır. Tuzakların etrafındaki ilk 10,5 m mesafedeki vejetasyona bakıldığında en fazla polen yoğunluğuna sahip taksonların güncel vejetasyonu yansıttığı görülmüştür.

Fagus ve *Quercus* cinslerinin 2011-2013 yıllarına ait polen yoğunlukları verisi Karlıoğlu Kılıç et al. (2021) alınarak 2011-2017 yılları için polen yoğunlukları karşılaştırılmıştır. Bu cinslerin polen yoğunluklarının son yıllarda düşüş eğilimi gösterdiği görülmektedir (Şekil 5).



Şekil 5. *Fagus* ve *Quercus* cinslerinin 2011-2017 yıllarına ait polen yoğunlukları

Kirazpınar kayın ormanlarında 2014-2017 yıllarında en fazla polen yoğunluğu sırasıyla; orman içinde, orman kenarında ve açık alanda tespit edilmiştir. Bu çalışma ile kayın ormanlarının güncel polen izlemesi 2011-2017 yılları için ortaya konulmuştur.

Kaynaklar

- Beug H.J., 2004. Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und Angrenzende Gebiete. Dr Friedrich Pfeil, München.
- Erdtman, G., 1952. Pollen Morphology and Plant Taxonomy-Angiosperms. The Chronica Botanica Company, Waltham, Mass., U.S.A.
- Erdtman, G., 1957. Pollen and Spore Morphology / Plant Taxonomy-Gymnospermae, Pteridopyhta, Bryophyta. Stockholm.
- Faegri, K., Iversen, J., 1964. Textbook of Pollen Analysis. II Edition, Munksgaard, Copenhagen, Denmark.
- Hicks, S., 1994. Present and Past Pollen Records of Lapland Forests. Review of Palaeobotany & Palynology, 82, 17-35.
- Hicks, S., Ammann, B., Latalowa, M., Pardoe, H., Tinsley, H., 1996. European Pollen Monitoring Programme: Project Description and Guidelines. University of Oulu, 28.
- Hicks, S., Tinsley, H., Huusko, A., Jensen, C., Hattestrand, M., Gerasimides, A., Kvavadze, E., 2001. Some comments on spatial variation in arboreal pollen deposition: First records from the Pollen Monitoring Programme (PMP). Review of Palaeobotany and Palynology, 117, 183-194.
- Hesse, M., Zetter, R., Halbritter, H., Weber, M., Buchner, R., Frosch-Radivo, A., Ulrich, S., 2009. Pollen Terminology an illustrated handbook. Austria, Springer, Wien, New York.
- Iwanami, Y., Sasakuma, T., Yamada, Y., 1988. Pollen: Illustrations and Scanning Electronmicrographs. Kodonsha-Tokyo.
- Karlıoğlu, N., 2011. Istranca ve Belgrad ormanlarında güncel polen dağılımının incelenmesi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Karlıoğlu, N., Akkemik, Ü., 2012. İ.Ü. Orman Fakültesi Araştırma Ormanı'nda Eylül 2007-Ağustos 2009 dönemi güncel polen dağılımı. Journal of the Faculty of Forestry, Istanbul University, 62(2), 145-158.
- Karlıoğlu, N., Caner, H., Akkemik, Ü., 2014. Modern pollen distribution at İğneada waterlogged forests between the periods September 2007-August 2009. Eurasian Journal of Forest Science, 2(2), 7-17.
- Karlıoğlu, N., Caner, H., Akkemik, Ü., Köse, N., Kındap, T., 2015. Modern pollen monitoring of native trees in Belgrad forest, Istanbul (Northwestern Turkey). Comptes rendus de l'Académie bulgare de Sciences, 68(1), 39-48.
- Karlıoğlu, N., Caner, H., Akkemik, Ü., Flipova-Marinova, M., 2015. Kırklareli Demirköy ve Kirazpınar civarındaki doğal *Fagus orientalis* (Doğu kayını) Lipsky ormanlarında güncel polen dağılımının incelenmesi, 17026 numaralı İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Sonuç Raporu.
- Karlıoğlu Kılıç, N., 2019. Seven years of arboreal pollen monitoring in the İğneada waterlogged forests (NW Turkey). Eurasian Journal of Forest Science, 7(3), 311-320.

- Karlıoğlu Kılıç, N., Şenkul, Ç., Memiş, T., Doğan, M., 2019. Salurtepe Dağı (Elmalı-Antalya) ardıç ormanında güncel polen dağılımının incelenmesi. Coğrafya Dergisi, 38, 11-22.
- Karlıoğlu Kılıç N., Caner H., Akkemik ., Filipova-Marınova M. 2021. Two-Year Record of Pollen Monitoring in *Fagus orientalis* Forest (NW TURKEY). Comptes Rendus De L Academie Bulgare Des Sciences, 74(3), 379-388.
- Karlıoğlu Kılıç, N., Yılmaz Dağdeviren, Yıldırım, E.A., Berberoğlu, E. Çakır, Ç., 2022. Kargı Köyü Sığla ormanında (Burdur, Türkiye) güncel polen dağılımının incelenmesi, Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 8(2), 80-88.
- Moore, P.D., Webb, J.A., Collinson, M.E., 1991. Pollen Analysis. Blackwell, Oxford.
- Şenkul, Ç., Karlıoğlu Kılıç, N., 2019. Modern pollen distribution of Çığlıkara *cedrus libani* forest (Southwest of Turkey). Comptes rendus de l'Académie bulgare de Sciences, 72(6), 758-767.
- Şenkul, Ç., Karlıoğlu Kılıç, N., Doğan, M., Eastwood, W.J., 2018. Modern pollen distribution of the Teke Peninsula forests: The case of the rdbek Highland. Eurasian Journal of Forest Science, 6(4), 58-75.
- Tauber, H., 1974. A static non-overload pollen collector. New Phytologist, 73, 359-369.
- Tonkov, S., Hicks, S., Bozilova, E., Atanassova, J., 2001. Pollen monitoring in the Central Rila Mts., Southwestern Bulgaria: case studies from pollen traps, surface samples for the period 1994–1999. Rev Palaeobot Palynol, 117, 167–182.
- Wodehouse, R. P., 1935. Pollen Grains. Hafner Publishing Company, New York.
- Yılmaz H., 2014. *Fagus L.* (Editör: ., Akkemik), Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıları I. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, 670-671.



A study on the empirical parceling planning of 2B lands that have lost their forest characteristics

Selim Taşkaya^{1*}

¹ Artvin Çoruh University, Department of Architecture and Urban Planning, 08000, Artvin/Türkiye

ARTICLE INFO

Received: 22/04/2023

Accepted: 11/05/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1286486>

* Corresponding Author:

selim_taskaya@artvin.edu.tr

ABSTRACT

Within the scope of forest maps used as forest areas, the areas whose borders and forest cadastre have been made may lose their forest area character in time, either partially or as a whole. First of all, without losing its quality, necessary works should be carried out for all kinds of renewal and protection of the forest area. However, the areas that have lost their qualification despite all kinds of improvement works are included in

the scope of 2B land in our country by the law numbered 6831 and are included in the evaluation as areas that have lost their forest quality. The cadastral transactions are carried out and registered in the name of the treasury on the legal or real person. Next is the planning process. If the planning 2B land is in the existing zoning plan, a local revision is made, if it is adjacent, an additional, and if it is far from the existing plan, local location zoning planning is made within itself, and parcellation planning is created. The planning process, on the other hand, is to create the closed equilibrium surface that will occur depending on the area that does not depend on any variable, especially the 2B terrain, the X variable, which is called the topographic observation data with the empirical method, and the function that will emerge depending on it, the Y variable. With the empirical method, the necessity of preparing subdivision plans as a result of the reduction of irregular lines and curves as a matrix resulting from the transfer of X and Y coordinates has been researched.

Key Words: Forest land loss, empirical method, parceling plans, 2B lands

Research Article

Orman vasfını yitirmiş 2B arazilerin ampirik yöntemle parselasyon planlanması üzerine bir araştırma

ÖZ

Orman alanları olarak kullanılan orman haritaları kapsamında sınırları ve orman kadastrosu yapılmış olan alanlar zaman içerisinde kısmi ya da bütüncül olarak orman alanı vasfını kaybedebilir. Öncelikle vasfını kaybetmeden, ormanlık alanla ilgili her türlü yenileme, koruma için gerekli çalışmalar yapılmalıdır. Ancak, her türlü iyileştirme çalışmasına karşın vasfını yitiren alanlar ülkemizde 6831 sayılı kanun uyarınca 2B arazi kapsamına alınarak orman vasfını yitiren alanlar olarak değerlendirme kapsamına alınır. Kadastro işlemleri yapılarak hazine adına tüzel ya da gerçek kişilik üzerine tescillenir. Sonrasında işlem planlama sürecidir. Planlama 2B arazi mevcut imar planı içerisinde ise lokal revize, bitişik ise ilave, mevcut plandan uzakta ise kendi içerisinde lokal mevzi imar planlaması yapılarak parselasyon planlaması oluşturulur. Planlama işlemi ise özellikle 2B arazi olarak ortaya çıkan hiçbir değişkene bağlı olmayan alanı, ampirik yöntemle topoğrafik gözlem verisi olarak adlandırılan X değişkeni ve buna bağlı ortaya çıkacak fonksiyon Y değişkenine bağlı olarak meydana gelecek kapalı denge yüzeyini oluşturmaktır. Ampirik yöntemle, X ve Y koordinatlarının taşınması sonucu meydana gelen düzensiz doğru ve eğrilerin matris olarak indirgenmesi sonucu ile nasıl parselasyon planları hazırlanması gerekliliği üzerine araştırma yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Orman arazi yitimi, ampirik yöntemler, parselasyon planları, 2B araziler

Citing this article:

Taskaya, S., 2023. A Study on the empirical parceling planning of 2B lands that have lost their forest characteristics. Anatolian Journal of Forest Research, 9(1), 111-122.



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

1. Introduction

Land use in Turkey and in which sectors it will be used is a controversial issue. When the said distribution is taken into consideration and evaluated under the conditions of Turkey, it is seen that a significant part of it, even almost all of it, is realized on forest lands. This can be illegal as well as legal ways and public interest, agricultural purposes, sector incentives, creating added value, having strategic values, etc. It is also made through allocations or transfers based on various reasons such as The reason why transfers and allocations were made and discussions arose because of them is the reason for the loss of forest quality in terms of science and science and the lack of benefit in preserving the lands as forest, which is included in Article 169 of our Constitution and Article 2 of the Forest Law No. 6831, which was arranged in parallel with this. exists. According to Article 2/B of the Forest Law; Whether a place has completely lost its forest quality is evaluated by the forest cadastral commissions and the places that have completely lost their forest quality before 1981 are taken out of the forest borders on behalf of the Treasury by the provision of Article 2/B of the Forest Law No. 6831. In particular, 2/B allows change and land shift based on various dates, and the discussions are concentrated here (Dursun, 2009). The problem, known as the 2/B problem among the public, is the title deed problem in the settlements formed by illegal construction in the areas covered by this article of Law No. 6831. Because, according to the current law, title deeds cannot be given to the owners of buildings located in such places by the State. What is expected to solve this title deed problem is a constitutional amendment. However, there is another property issue about 2/B that is not brought to the fore or perhaps is not well known to most people. This is the problem: because a title deed immovable was later transferred to the 2/B area, the title deed was canceled by a court decision, and the titleholders became occupiers in these immovables, and on top of that, they were faced with a criminal penalty (occupation fee) (Dinç, 2012).

Cadastral procedures are carried out to determine the border, geometric condition, and area of forests. According to the 11th article of today's Forest Law, state forests that have been cadastralized and finalized are registered in the name of the treasury without any tax or fee. The registration here does not mean the registration in the land cadastre law. In short, the term "registration of forests" means the limitation of forests (Ateş, 2010; Polat, 2012). Areas whose boundaries are determined by the Council of Ministers, upon the proposal of the Ministry of Forestry and Water Affairs, from the places where there is no scientific and scientific benefit in conservation as a forest, but on the contrary, it is determined that it is beneficial to be converted into agricultural land; Ministers for the provision of resettlement for the people of villages and neighborhoods in or adjacent to state forests, which must be removed from their settlements due to their stay in a dam or pond reservoir areas and absolute protection areas of dams for drinking water purposes, in military forbidden zones, in areas where there is a danger of earthquake or erosion or landslide. According to the procedures and principles to be determined by the Board, it is taken out of the forest borders by the General Directorate of Forestry and registered in the name of the Treasury in the land registry (Yeşilyurt, 2013). These areas fall under the control of the

Ministry of Environment and Urbanization. In these areas, the provision of Article 22 of the Law No. 3402 stating that the cadastral sites cannot be subjected to cadastre for the second time shall not be applied. A sufficient number of forest cadastral commissions are assigned by the General Directorate of Forestry to determine these areas. During this determination, the announcement period is one week; The objection period is applied as one month. The periods specified in this paragraph shall apply to the forest cadastre implementations to be carried out within the scope of this paragraph. The resettlement works and transactions of the villages or neighborhoods that are decided to be transferred and settled within the scope of this paragraph are carried out jointly by the relevant public administration and the Ministry of Environment and Urbanization (Ayaz, 1998; Yeşilyurt, 2013; Url1, 2023). Planned, objective, self-sacrificing, and exploratory approaches should be exhibited in the preparation for the sale of the lands taken out of the forest because they have lost their forest quality in our country and in the evaluation studies to be carried out by public institutions for this purpose. Suggestions for solutions to be developed about these lands; It should contribute to the sustainable use of forest resources, not encourage the occupiers of forest lands, provide an advantage to the public sector and everyone should be assured that the work done is transparent (Uğurcu, 2018).

2. Theoretical Framework and Scope

When 2/B lands turn into a normal area by the relevant law, cadastral studies are carried out first. After the cadastral work is done and the cadastral borders are determined, the procedures will be converted to the same steps to be made in the areas with or without zoning.

The purpose of the cadastre is to establish the land registry stipulated by the Turkish Civil Code No. 4721, by determining the legal status of immovable properties by specifying the borders of the immovable properties on the land and the map based on the cadastral or topographic cadastral map of the country according to the country coordinate system, to establish the infrastructure of the spatial information system. , 2008).

As a 2/B land, the land that has lost its forest character is usually registered in the name of the treasury, and the border is determined by the purpose of the cadastre. This process is carried out in light of various factors. The cadastral part can be considered a separate issue.

With the loss of forest quality, forest areas are used for different purposes with the provision of subparagraph (B) of the first paragraph of Article 2 of Law No. 6831. Determining and monitoring the horizontal and vertical changes in these areas over time is an important part of determining the areas taken out of the forest (Can, 2019). In the joint provisions of the law concerning all forests, there are provisions for the protection of all forests in the country and for increasing the forest existence, regardless of the owner, such as afforestation and zoning works and extinguishing forest fires. The follow-up of the acts prohibited by this law and the penal provisions envisaged in connection with these acts are regulated in the last part of the Law (Yaşar, 2022).

If we summarize the scope and limits of the study, after a certain piece of land loses its forest quality and becomes a

normal piece of land, it is the process of regulating the resulting raw land piece by cadastralizing the land according to the zoning planning rules according to its proximity to the zoning or adjacent border. Forest areas are generally available in areas that are out of zoning. The land that becomes 2/B will be out of zoning in this case. Apart from this, it is available in the forested area within the zoned area. At this point, the land that will become 2/B land will be in the zoned area.

It is to seek an answer to the question of how to arrange these areas, which are formed by 2/B lands, which are irregular when viewed. If the arrangement of the lands is within the zoned area, the local revision plan or plan amendment is made, while the parceling process is carried out by making an additional zoning plan on the piece of land coming from 2/B, which is close to the zoning area but not zoned. The area where only facilities such as vineyards, gardens, dairy farms, and cheese farms bordering the zoned area can obtain a construction permit is considered a contiguous area. The process of arranging the pieces of land coming from the 2/B lands, which are both unzoned and outside the contiguous area, is done within the scope of the location zoning plan.

The aim is to provide an empirical estimation of horizontal and vertical lengths in a closed convex plane of scattered parcels, which have been cadastralized by coming from 2/B at certain points, and which are in a raw state by the zoning concepts of the lands. In this way, it is to provide new parcellation characters.

3. Material and Method

In experimental research, it is desired to determine the values of a certain function against the values of the independent variables known, given, or obtained by observation. Those who do experimental studies want to have an equation and graph between independent variables and function values, to see it constantly, to use it in every measure, and to compare it for convenience. If the number of observations is equal to the number of unknown coefficients or constants in the equation, there is a definite solution with algebraic and simultaneous equations (Evinay, 1972). For example, no matter what type of study, model formation emerges as a result of the correlation of dependent and independent variables with each other, and empirical modeling occurs (Vural, 2022). A data model is created by creating a certain equation according to the purpose of the study. Empirical experiments usually approximate the outcome of the event to the most correct one based on the available data. Empirical results show that the effect of other variables is in line with expectations to a large extent (Aslan, 2022). In the empirical view, if an X variable is not the cause of the Y variable, then any shock to X will not affect Y (Bozkurt, 2007; Ersin, 2022). Experimental modeling can be done by controlling it with different estimation tests (Abdi, 2022).

The planning process is started with balancing in the convex area, whose land size is determined as an empirical model, for which the cadastral process is performed as a 2/B land. After a measured quantity is cleared of gross and systematic errors, the reasons (usually irregular errors) that cause the measurement to be corrected are tried to be determined. Irregular errors that cause corrections are formed by the combination of many parameters (Bayrak, 2010).

$$\text{Correction} = \text{Exact Value} - \text{Measure} = \begin{cases} V_1 = X - L_1 \\ V_2 = X - L_2 \end{cases} \quad (1)$$

(Bayrak, 2010)

Each correction value consists of elementary corrections.

$$\begin{aligned} V_1 &= V_{11} + V_{12} + V_{13} + \dots + V_{1n} \\ V_2 &= V_{21} + V_{22} + V_{23} + \dots + V_{2n} \\ &\cdot \\ &\cdot \\ V_n &= V_{n1} + V_{n2} + V_{n3} + \dots + V_{nn} \end{aligned} \quad (2)$$

(Bayrak, 2010)

Some or only one of these elementary corrections may be greater than the others and be repeated in all measures. The effect of this parameter on the dimensions is the same. If VI corrections are affected by the same VII value, these measures become dependent on each other, and the measure showing this dependence is called correlation. If this dependence is due to the physical environment, it is called physical correlation, if it is due to the functional model written for the measures, it is called mathematical correlation. Physical correlation occurs when there is a physical relationship between the measures. Mathematical correlation, on the other hand, may occur due to mathematical models even if the measures are independent of each other (even if there is no physical correlation) (Bayrak, 2010).

Suppose that a sufficiently large number of sides of a rectangle whose sides are x and y are measured. Let's collect the dimensions of x in L1 and the measurements of y in the vector L2. Correlation between x and y can be obtained by utilizing corrections with the help of exact values (Bayrak, 2010).

$V = Ax - L$ If the functional model in matrix format is taken as the main starting point in empirical modeling, unknowns are solved. By adding the balancing unknowns obtained from the solution of normal equations to the approximate values of the unknowns, the exact values of the unknowns are obtained (Bayrak, 2011).

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ \dots \\ V_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 & b_1 & c_1 & \dots \\ a_2 & b_2 & c_2 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_n & b_n & c_n & \dots \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} d_x \\ d_y \\ \dots \\ d_u \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} l_1 \\ l_2 \\ \dots \\ l_n \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$A^T A x - A^T L = 0 \quad (4)$$

$$X = (A^T A)^{-1} A^T L \quad (5)$$

(Bayrak, 2011)

Exact value of unknowns = Approximate value of unknowns + Balancing unknowns, So, line, $Y = ax + b$, parabol $Y = ax^2 + bx + c$ and higher order polynomial $Y = a + bx + cx^2 + dx^3 + ex^4 + \dots$ (6) (Evinay, 1970; Url, 2023).

The mathematical approach to closing an area is provided with correct, parabola and iteration, and order is ensured in planning.

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ \dots \\ u \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \\ \dots \\ u_0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} d_x \\ d_y \\ \dots \\ d_u \end{bmatrix} \tag{7}$$

$$\begin{aligned} x &= x_0 + d_x \\ y &= y_0 + d_y \\ \dots & \\ u &= u_0 + d_u \end{aligned} \tag{8}$$

(Bayrak, 2011)

With the matrix solution, the piece of land from 2/D is empirically created as a result of the operations in the priority order.

4. Finding and Discussion

The lands accepted as forests are determined in our country within the framework of the law numbered 6831. Protection and ensuring its sustainability are carried out in the light of this law. Despite the painstaking work required for sustainability, when it is believed that sometimes this characteristic of the soil cannot continue as a result of different factors such as soil or water, a piece of land emerges as areas that have lost their forest area within the scope of article 2/B of this law. Although the piece of land obtained in this way was first cadastralized as a forest cadastre at the time of the forest area, when it turns into a normal piece of land within the scope of 2/B, a cadastral work is done again within the scope of the cadastral law no 3402, and it is registered in the name of the treasury to a large extent.

Sometimes, there may be cases where it is registered as a real person.

In our study, the following question is sought. It is how these pieces of land, which only have a cadastre, will become regular and under what factors. Zoning works are done as a planning process around 3 axes.

- Revised Zoning Planning
- Additional Zoning Planning
- Site Zoning Planning

The regularization of the piece of land that emerges as 2/B should first start with the surrounding of the relevant area as convex. It is only possible with empirical data obtained in the field. Because there is no plan on paper. The aim is to make the most ideal planning on paper. Empirically, as a result of these observations, the most ideal plan can be created, especially by the connection of the transformation coefficient matrix with the road network and the general construction conditions in the plan.

Revised zoning plans are the type of plan that is made when the zoning plan is certain and the need in the zoning plan. While the additional zoning plan is adjacent to the existing zoning plan, the local zoning plan is called local planning in a region not adjacent to the existing zoning plan. The word adjacent area, on the other hand, means the areas where permissions can be granted for the construction of facilities such as vineyards, gardens, and animal husbandry, which are adjacent to a certain region around the existing zoning area. After the necessary definitions, if the pieces of land have lost their forest character and emerged, how to plan the pieces of land, are examined from different views;

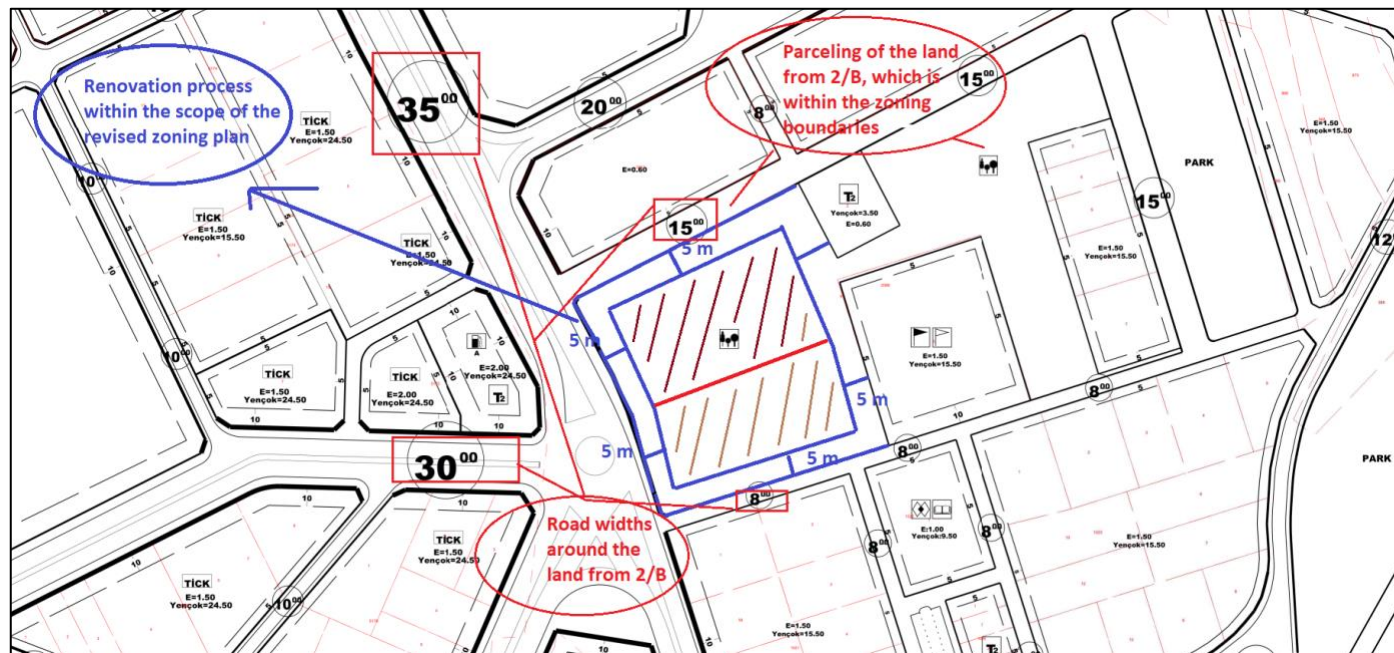


Figure 1. 2/B area view that has lost its forest area in the zoning plan

From the zoning plan image in Figure 1 to the question of how the piece of land within the scope of 2/B within the scope of the zoning area will be arranged convexly in an empirical way when the outer edge of the land is accepted as the outer edge of the land, how many sides will the area be closed and the fixed

distance to the zoning road as a basis. how it will be subdivided is determined. Accompanied by the coefficients matrix;

$$X = (A^T * A)^{-1} * (A^T * L)$$

Based on the matrix of X coefficients that will find the unknown, the matrix defined by A shows how many matrices

there are according to the number of line segments that will make the land from 2/B closed. The L matrix, on the other hand, is fixed and is used to provide the parcellation of the distances of the zoning blocks according to the cross-sectional length of the zoning road network of the parcelling.

it is an area that has lost its forest character, and since this land that has lost its forest quality is within the zoning area, apart from providing a minimum 7 meters cross-sectional road width, the cross-sectional length of the road that has been worked in the plan first is fixed as an L matrix. considered an approach.

In the illustration in Figure 1, the area shown in blue around

$$X = \begin{pmatrix} 1 & \dots & \dots & \dots & 5 \\ \dots & 1 & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & 1 & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & 1 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & 1 \end{pmatrix}^T * \begin{pmatrix} 1 & \dots & \dots & \dots & 5 \\ \dots & 1 & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & 1 & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & 1 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & 1 \end{pmatrix}^{-1} * \begin{pmatrix} 1 & \dots & \dots & \dots & 5 \\ \dots & 1 & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & 1 & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & 1 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & 1 \end{pmatrix}^T * \begin{pmatrix} 8 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} = 1.3 \text{ number of parcels} \quad (10)$$

Since the piece of land will be made convex with the 5 intersecting lines from the 8-meter road processed in the south plan, the A coefficients matrix symmetric unit matrix, the last column beginning is 5. At the zoned points, however, the section of the road is taken at the beginning of the L coefficients matrix by taking the number of meters from the front where the cross-section is processed. The number of parcels is generated depending on the starting value of the X coefficients matrix L entering and the number of correct cuts of the area to be covered,

so that the front drawing parts of the piece of land transformed from 2/B, with a minimum of 7-meter road cross-section, are in the form of a garden, corresponding to 5 meters. For each 3.5-meter road cross-section increase, the number of plots increases by 0.5 according to the X coefficients matrix. The parcel amount is formed in the light of the road cross-section of 15 meters in the north of the 2/B land and 35 meters in the west. When an average of 4 to 10 parcels come together, a zoning island is formed.

$$X = \begin{pmatrix} 1 & \dots & \dots & \dots & 5 \\ \dots & 1 & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & 1 & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & 1 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & 1 \end{pmatrix}^T * \begin{pmatrix} 1 & \dots & \dots & \dots & 5 \\ \dots & 1 & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & 1 & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & 1 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & 1 \end{pmatrix}^{-1} * \begin{pmatrix} 1 & \dots & \dots & \dots & 5 \\ \dots & 1 & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & 1 & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & 1 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & 1 \end{pmatrix}^T * \begin{pmatrix} 35 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} = 5 \text{ number of parcels} \quad (11)$$

It shows that when the L coefficients matrix is entered from the cross-section amount of the road in the west of the area, it will correspond to the number of 5 parcels as a front. When the number of parcels equals 1.3 on the 8-meter south facade, the number of parcels and parcellation are performed by rounding

to the next number of parcels. No matter which factor is put in the row and column digits of the matrix shown with dots, such as the pulling distance, the result will not change because the coefficients matrix is found over the unit matrix.

Table 1. The number of parcels to be formed with the cross section of the plan zoning road

X Coefficients Matrix (Number of parcels)	A Matrix (Number of lines)	L Matrix (Road cross section length) (m)
1	4	7
2	5	14
3	6	21
4	7	28
5	8	35
6	9	42
7	10	49
8	11	56
9	12	63
10	13	70
11	14	77
12	15	84
13	16	91
14	17	98
15	18	105

While the plotting of the cutting line edges in Table 1 is systematically created as zoning islands according to the road cross-section and the corresponding number of parcels,

rounding according to the number of upper and lower parcels in the matrix based on the correct number may sometimes be one or two parcels more or less relatively.

In particular, if no changes will be made in the cross-sections of the road within the scope of the revised zoning plan, or only in the existing zoning plans, the parcel is produced in the part

facing the road front, according to the processed cross-section width on the lands that have lost the forest quality.

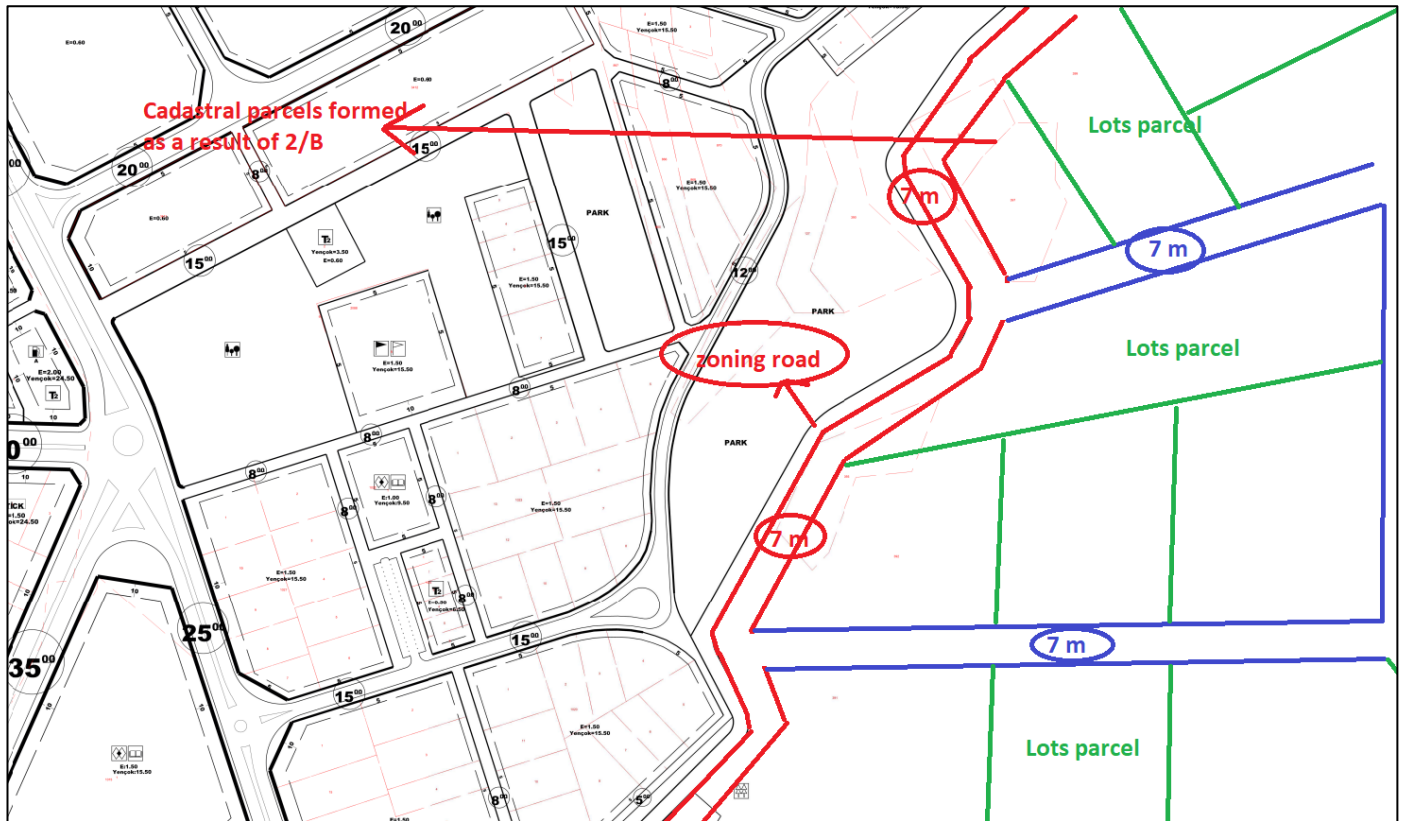


Figure 2. 2/B area view that has lost its forestry character outside the zoning plan

As seen in Figure 2, it is an example of an additional zoning plan. While the relevant land was a forest area before, the process of regulating the land removed from the forest area is simpler according to article 2/B of Law No. 6831. By entering a minimum 7-meter road cross-section, parcellation can be done

by creating islands between 4 and 10 parcels. In the additional zoning plan, each straight edge is taken as a basis and the broken points during the convex transformation of the area are entered into the coefficients matrix as 4 and six parts from the base edge,

$$X = \begin{bmatrix} 1 & \dots & \dots & 4 \text{ and under} \\ \dots & 1 & \dots & \dots \\ \dots & \dots & 1 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & 1 \end{bmatrix}^T * \begin{bmatrix} 1 & \dots & \dots & 4 \text{ and under} \\ \dots & 1 & \dots & \dots \\ \dots & \dots & 1 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & 1 \end{bmatrix}^{-1} * \begin{bmatrix} 1 & \dots & \dots & 4 \text{ and under} \\ \dots & 1 & \dots & \dots \\ \dots & \dots & 1 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & 1 \end{bmatrix}^T * \begin{bmatrix} 7 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} = 1 \text{ number of parcels} \quad (12)$$

As in this type of image, the size of the area coming from 2/B and the dominance of the cadastral base are determined empirically by observation and relative.

The extracted area is called the localization plan. The extracted area has been made convex to cover it with 5 straight segments. The number of parcels corresponding to the road-facing side of the line segment has been inferred, with a minimum of 7 meters of road network laid on the L matrix.

In Figure 3, a forest area adjacent to the existing zoning plan is located in the adjacent area. While the first two ways were revised and additional examples were given, the area that lost its forest character was removed as 2/B in the middle of the forest.

$$X = \begin{bmatrix} 1 & \dots & \dots & \dots & 5 \\ \dots & 1 & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & 1 & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & 1 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & 1 \end{bmatrix}^T * \begin{bmatrix} 1 & \dots & \dots & \dots & 5 \\ \dots & 1 & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & 1 & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & 1 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & 1 \end{bmatrix}^{-1} * \begin{bmatrix} 1 & \dots & \dots & \dots & 5 \\ \dots & 1 & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & 1 & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & 1 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & 1 \end{bmatrix}^T * \begin{bmatrix} 7 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} = 1 \text{ number of parcels} \quad (13)$$

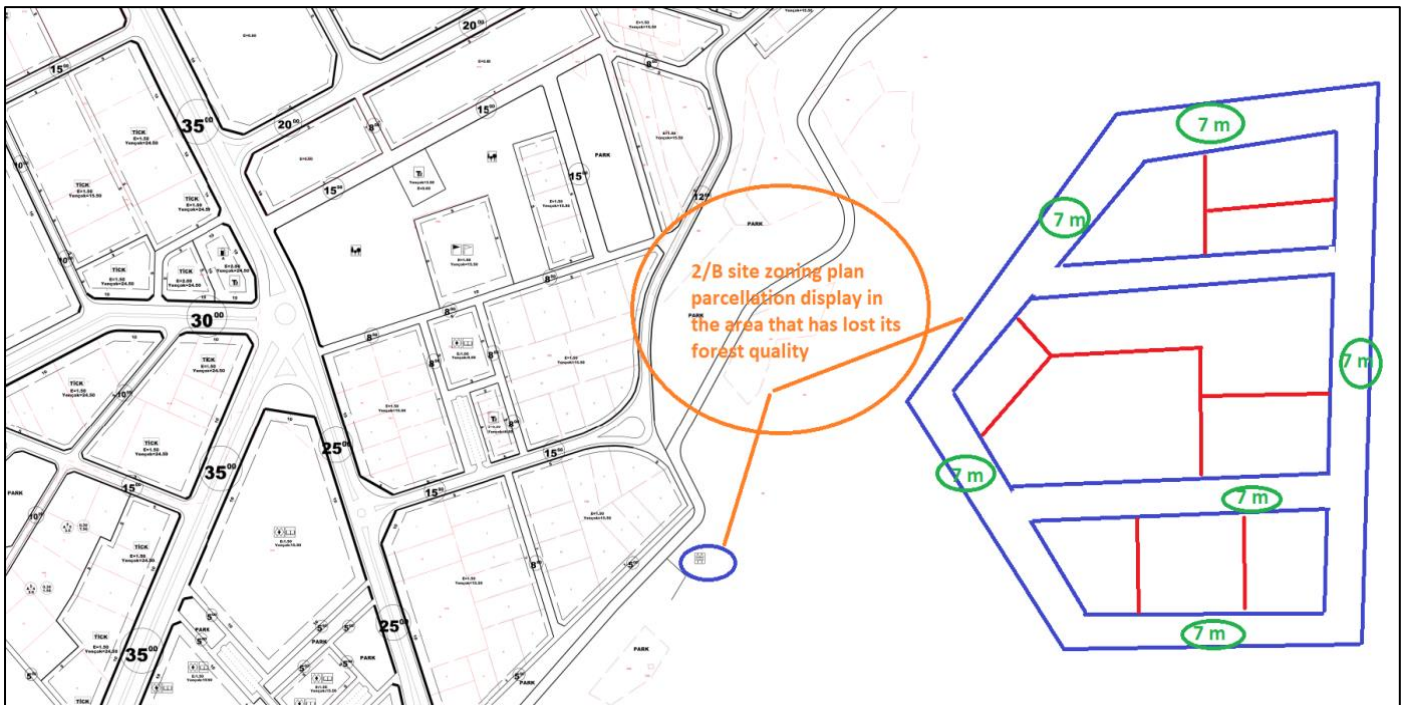


Figure 3. 2/B area view that has lost its forestry character in the adjacent area outside the zoning plan

The average number of parcels formed in the section facing 7 meters will appear as 1.

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ \dots \\ u \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \\ \dots \\ u_0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} d_x \\ d_y \\ \dots \\ d_u \end{bmatrix} \tag{14}$$

After the number of parcels is removed, approximately 4 to 10 parcels will be placed on the zoning island by adding iteration to the average zoning island line segment.

In the image, the area zoning plan gives the same X coefficients matrix, although the amount of outer edge cut-off is 5. Still, some of the inner zoning islands appear as 4.

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ \dots \\ u \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 + 1_n \\ 2 + 2_n \\ \dots \\ N + N_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ \dots \\ n \end{bmatrix} \tag{15}$$

As a result, the piece of land from 2/B is planned by adding 1 to the increasing number of parcels.

In Figure 4., a modification will be announced in the plan, which has emerged as a 2/B land only in the area that has lost its forest character, within the zoning boundaries, and will be announced as a mini revision plan when planning is requested. A matrix of L coefficients will be created when a large amount of determination is made in the plan as a minimum double lane with at least a minimum cross-section of 7 meters. As the number of outer edges of 2/B in red, in the planning consisting of the number of cutting 10 pieces;

$$X = \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 1 & \dots & \dots & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 10^{-T} \\ \dots & 1 & \dots & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ \dots & \dots & 1 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ \dots & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & \dots \\ \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & \dots \\ \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 1 & \dots & \dots & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 10 \\ \dots & 1 & \dots & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ \dots & \dots & 1 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ \dots & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & \dots \\ \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & \dots \\ \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}^{-1} * \begin{bmatrix} 1 & \dots & \dots & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 10^{-T} \\ \dots & 1 & \dots & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ \dots & \dots & 1 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ \dots & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & \dots \\ \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & \dots \\ \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 7 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} = 1,47 \text{ number of parcels} \tag{16}$$

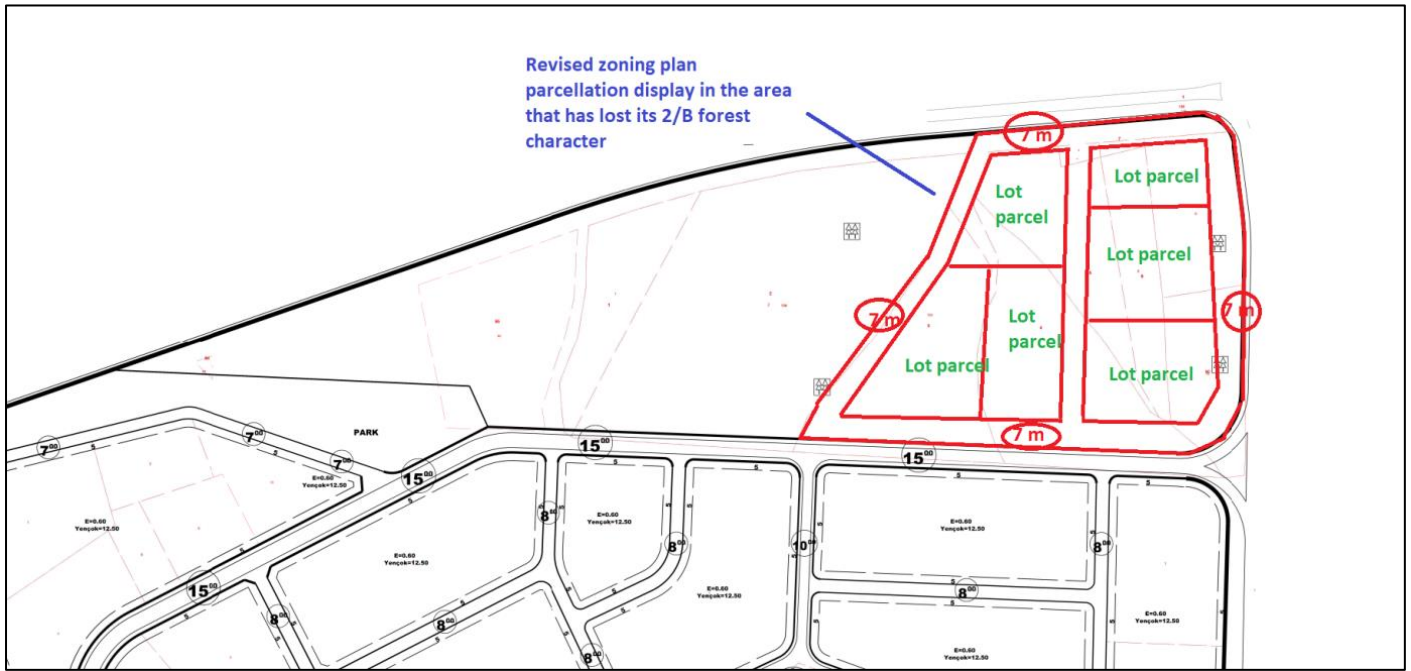


Figure 4. 2/B area view that has lost its forest area in the zoning plan

No matter how the X coefficients matrix comes from either the unit or the zero matrices since it will be a symmetrical unit matrix, the number of parcels in each iteration will continue as 1 and.

In Figure 5., the planning of the area that has no cadastral base, which has been designated as 2/B land within the existing

un-zoned contiguous area, has been determined as an approximately quadrangular convex area with a 4x4 matrix by forming 4 lines segments according to the number of segments that cut the right line approximately enough for the size of the land.

The amount of parcel that will coincide with the side facing the side is determined.

$$X = \begin{bmatrix} 1 & \dots & \dots & 4 \\ \dots & 1 & \dots & \dots \\ \dots & \dots & 1 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & 1 \end{bmatrix}^T * \begin{bmatrix} 1 & \dots & \dots & 4 \\ \dots & 1 & \dots & \dots \\ \dots & \dots & 1 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & 1 \end{bmatrix}^{-1} * \begin{bmatrix} 1 & \dots & \dots & 4 \\ \dots & 1 & \dots & \dots \\ \dots & \dots & 1 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & 1 \end{bmatrix}^T * \begin{bmatrix} 7 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} = 1 \text{ and } X = \begin{bmatrix} 1 & \dots & \dots & 4 \\ \dots & 1 & \dots & \dots \\ \dots & \dots & 1 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & 1 \end{bmatrix}^T * \begin{bmatrix} 1 & \dots & \dots & 4 \\ \dots & 1 & \dots & \dots \\ \dots & \dots & 1 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & 1 \end{bmatrix}^{-1} * \begin{bmatrix} 1 & \dots & \dots & 4 \\ \dots & 1 & \dots & \dots \\ \dots & \dots & 1 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & 1 \end{bmatrix}^T * \begin{bmatrix} 10 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} = 1 \text{ number of parcels} \tag{17}$$

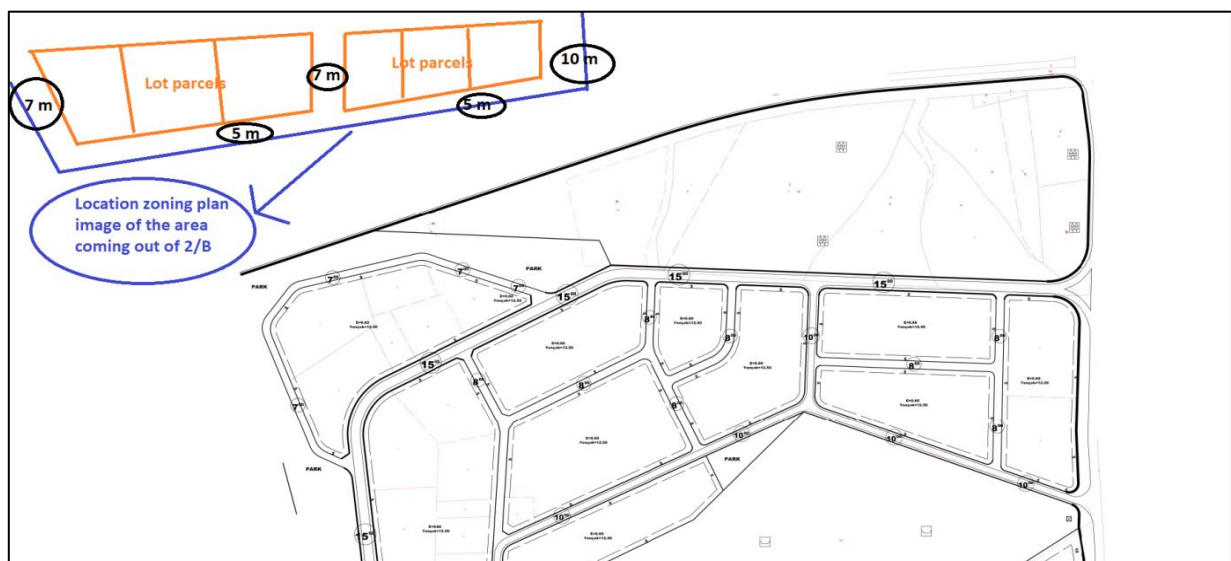


Figure 5. 2/B area view that has lost its forestry character in the adjacent area outside the zoning plan

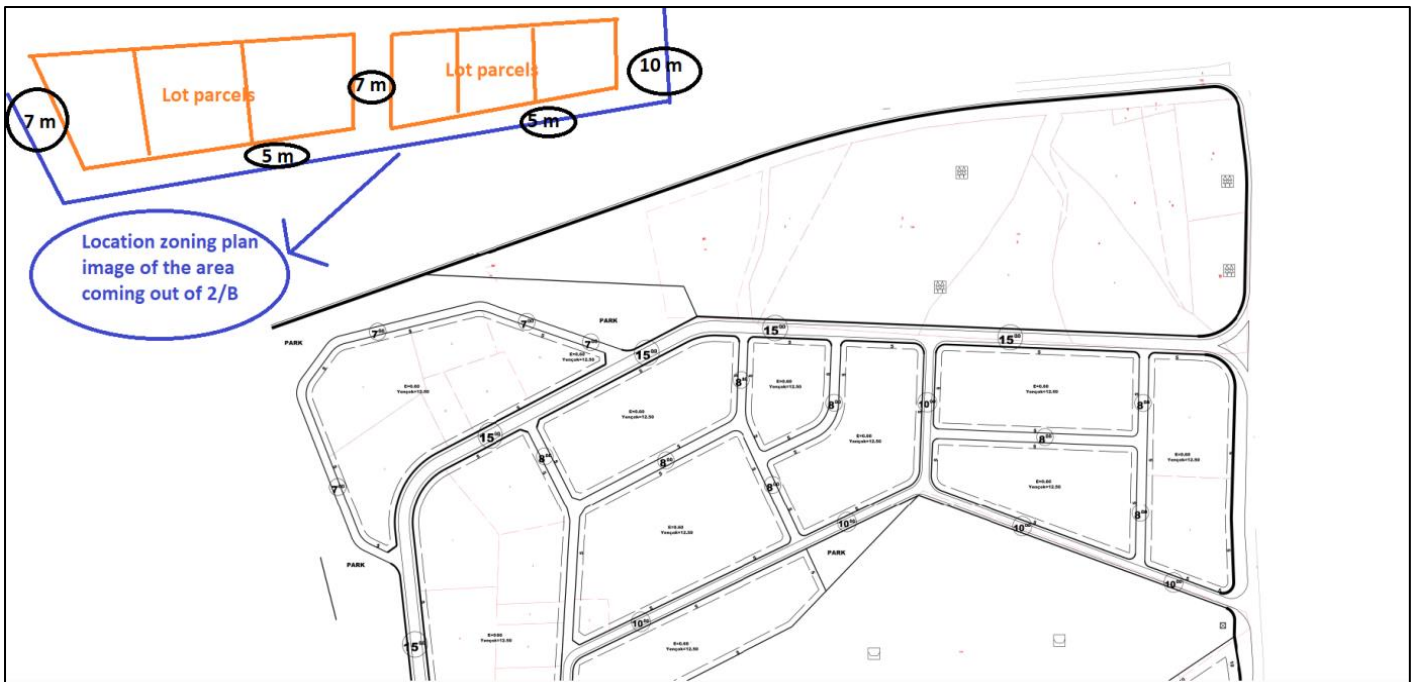


Figure 6. 2/B area view that has lost its forest area except for the zoning plan and the adjacent area

In Figure 6., the process is determined according to the number of cuts in the form of $1 + 1n$, according to the size of the area coming from the 2/B land, a certain amount of which has lost its forest character, except for the zoning and

contiguous areas. When looking to the south of the area, the reason why 5 meters is exceptionally reduced to 7 meters is due to the slope of the area according to the topography. Regardless, it is continued with the same iteration.

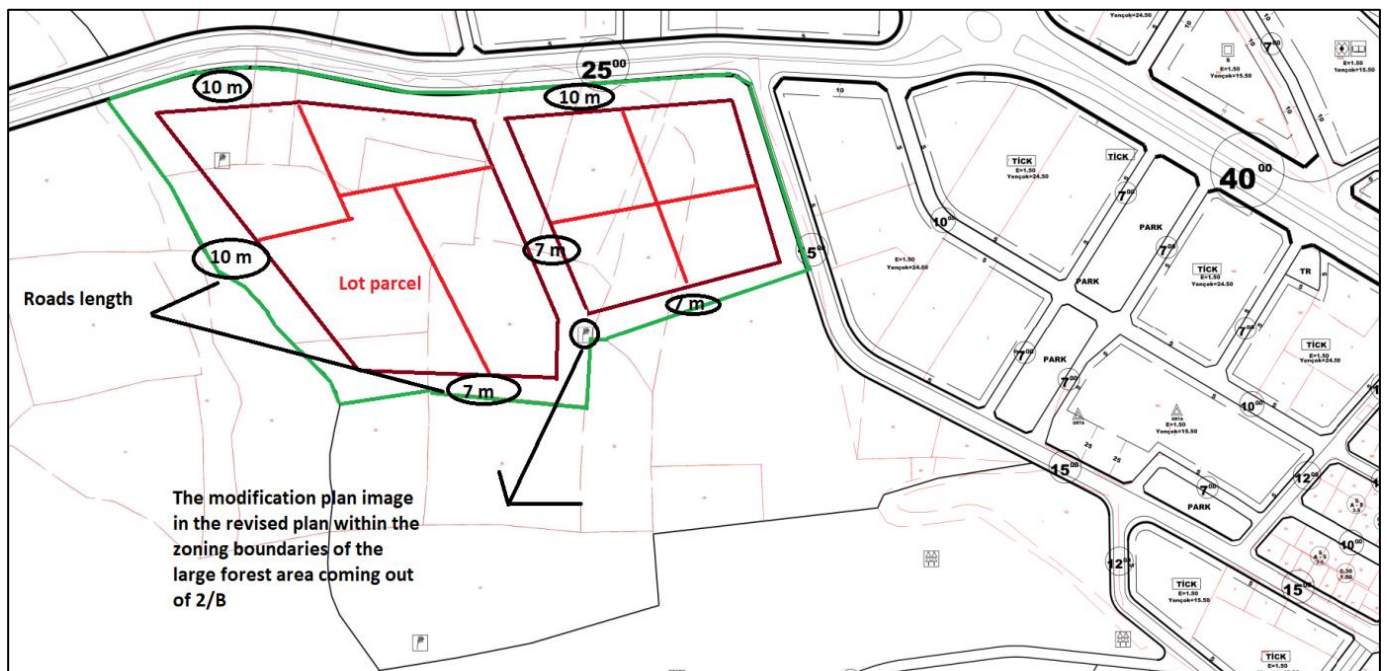


Figure 7. 2/B area view that has lost its forest area in the zoning plan

In Figure 7., most of the lands that have a cadastral base and have lost their forest quality as 2/B are determined as part of the treasury-registered planning part towards the land size.

After this determination, road network planning is determined by considering the topography in meters. The number of correct pieces corresponding to the land situation in terms of average size;

In Table 2., the area size that will form the basis of the X coefficients matrix is shown by determining the convex line segment to be used proportional to the size of the area declared in the parcellation of the 2/B land.

Figure 8., it is shown how the parceling of the undetermined region should be done by simply finding 2 zoning blocks together with two zoning parcels, each corresponding to each zoning island, with the 4x4 unit matrix will be arranged as convex.

On the other hand, in Figure 9., both outside the zoning and the adjacent areas, in or out of the village areas, by combining with the most appropriate line relative to the size of the land in the nearby region, starting from the unit matrix, the number of islands such as the number of parcels, and then the number of islands such as the number of islands, is the lowest path. The parceling process is done by determining the number of parcels based on the L unit constant matrix from the cross-section

Table 2. The relationship between the number of straight pieces and the size of the area

Line Segment	Field Size (m ²)
1-3	1000-3000
3-5	3000-5000
5-7	5000-7000
7-9	7000-9000
9-11	9000-11000
11-13	11000-13000
13-15	13000-15000
15-17	15000-17000
17-19	17000-19000
19-21	19000-21000

$$X = \begin{pmatrix} 1 & \dots & \dots & 4 \\ \dots & 1 & \dots & \dots \\ \dots & \dots & 1 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & 1 \end{pmatrix}^T * \begin{pmatrix} 1 & \dots & \dots & 4 \\ \dots & 1 & \dots & \dots \\ \dots & \dots & 1 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & 1 \end{pmatrix}^{-1} * \begin{pmatrix} 1 & \dots & \dots & 4 \\ \dots & 1 & \dots & \dots \\ \dots & \dots & 1 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & 1 \end{pmatrix}^T * \begin{pmatrix} 7 + 1_n \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} = 1 \text{ 1 number of parcels} \tag{18}$$

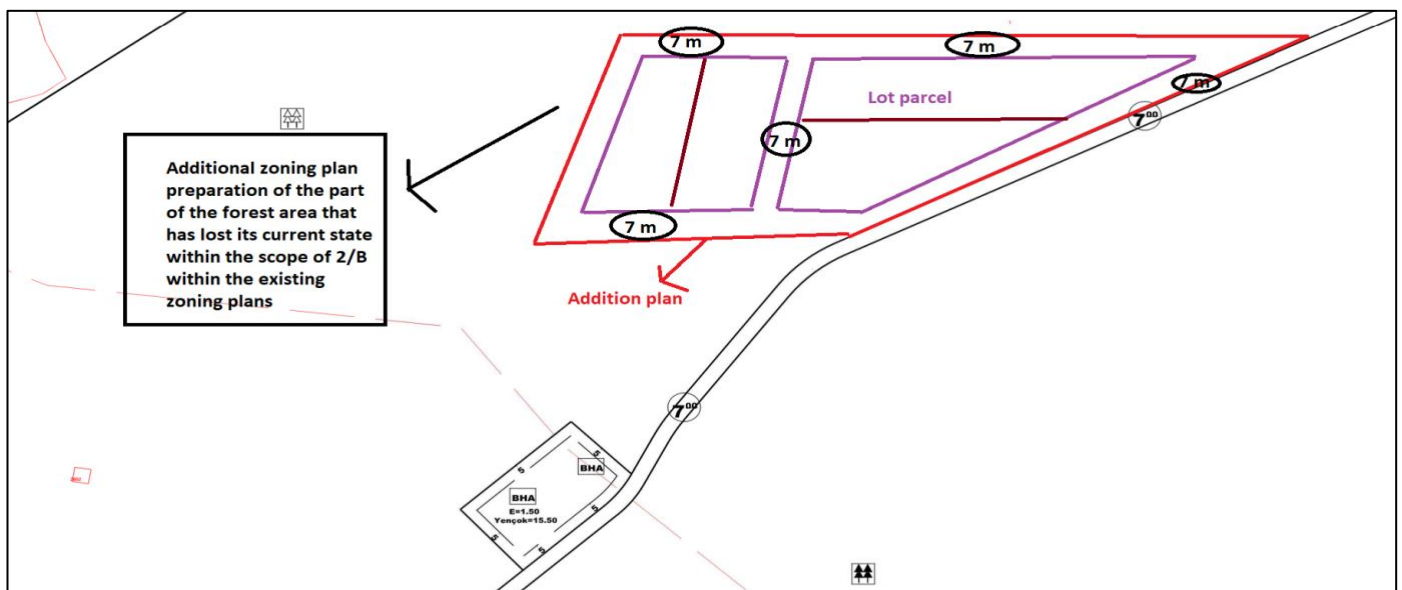


Figure 8. The view of the 2/B area that has lost its forest area outside the zoning plan and within the adjacent area

5. Conclusion and Recommendation

2/B lands appear as lands that have lost their forest character in our country and are generally registered in the name of the treasury. In our study, on the other hand, the question of how these areas can be subdivided technically and their function becomes high, without looking at the part of the cadastre of the lands coming from 2/B or to whom the immovables will be registered, has been examined. The empirical method was preferred as the mathematical model. This approach was preferred to transfer the observations on the field to the plan with the empirical approach by balancing with the help of matrices.

• The land area from 2/B is shown as 3 types of revised, additional and local zoning plans in the planning.

- The variance between the unit matrix and the number of lines,
- The number of parcels that will correspond to at least 7 meters between the unit matrix and the road cross-section,
- The relationship between the unit matrix and the number of lines and the size of the land,

Thanks to the factors, the priority plan area as the main cluster, then the zoning island in the field and the number of parcels within the island were investigated. Our suggestion, on the other hand, is to give sufficient withdrawal distances to forested lands that have not lost their quality while finding straight lines and cross-section distances with the planning coefficients matrix and avoiding high-rise structures.

In the study, only the research about parcellation and proper planning of the land has been included without entering the legend features in the sense of urbanization.

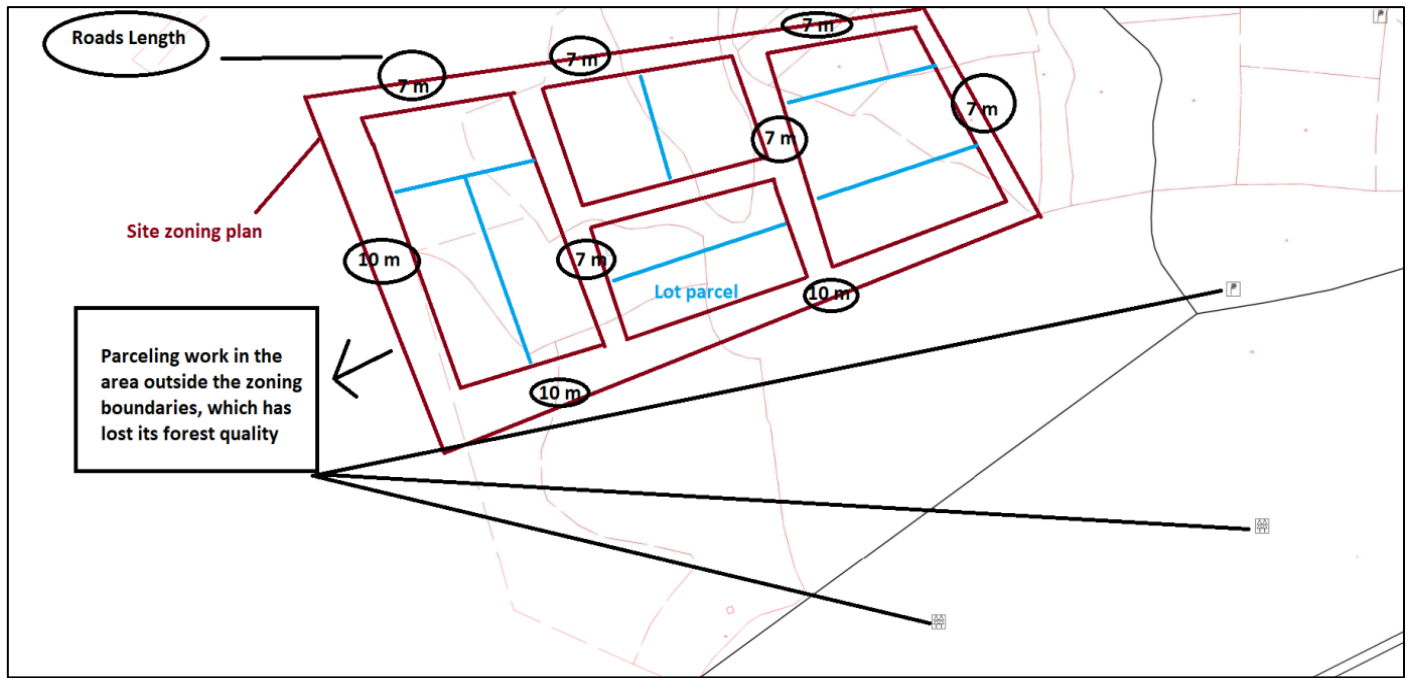


Figure 9. 2/B area view that has lost its forest area except for the zoning plan and the adjacent area

Acknowledgement

I would like to thank all the map service technical staff of Elazığ Municipality.

References

- Abdi, L.A., 2022. An empirical analysis of the relationship between exchange rate and export trade in Somalia, Istanbul Commerce University Graduate School of Social Science Department of Economics, Master's Thesis, Istanbul.
- Aslan, O., 2022. Determinants of fiscal space: An empirical analysis for OECD countries, Hacettepe University Graduate School of Social Sciences Department of Economics, Master's Thesis, Ankara.
- Ateş, T., 2010. Legal status of forests and 2/B., Adalet Publishing House, Ankara, p. 54-56.
- Ayaz, H., 1998. A research on the problems of the areas taken out of the forest and the results of their applications, KTU Forestry Faculty Seminar Series No:3, Trabzon.
- Bayrak, T., 2010. Balancing calculation-I lecture notes, Gümüşhane.
- Bayrak, T., 2011. Balancing calculation-II lecture notes, Gümüşhane.
- Bozkurt, H., 2007. Time series analysis, Bursa: Ekin Publishing House.
- Can, E., 2019. Multi-dimensional modeling of the change in the areas taken out of the forest by using lidar data, Istanbul University Cerrahpaşa Graduate Education Institute, Department of Forestry Engineering, Master Thesis, Istanbul.
- Dinç, H., 2012. Investigation of the status of persons whose title deeds were annulled by court decision based on article 2/B of the forest law no. 6831, Maltepe University Institute of Social Sciences, Department of Human Rights, Master Thesis, Istanbul.
- Dursun, M., 2009. Legal status of the areas taken out of the forest boundary (2B), Akdeniz University Institute of Social Sciences, Department of Private Law, Master's Thesis, Antalya.
- Ersin, I., 2022. Empirical studies on monetary transfer channels, Istanbul Medeniyet University Graduate School of Education, Department of Economics, PhD Thesis, Istanbul.
- Evinay, K., 1972. Empirical equations, Journal of mapping, issue:78, order:485, page:5-9. (<https://www.harita.gov.tr/makaleler>) Access Date: 11/04/2023.
- Evinay, K., and Evinay, A., 1970. Determinant of empirical equations that best fit observation values, Journal of mapping, issue:74, order:518, page:5-54. (<https://www.harita.gov.tr/makaleler>) Access Date: 11/04/2023.
- Polat, Z.A., 2012. Investigation of the sale of lands that have been cadastralized and lost forest qualification to right owners in accordance with article 2/B of the forest law no. 6831, Bülent Ecevit University, Institute of Science and Technology, Department of Geodesy and Photogrammetry Engineering, Master's Thesis, Zonguldak.
- TKGM, 2005. 1st Art. of cadastre law no. 3402 amended by law no. 5304 of 22/02/2005.
- Uçakcıoğlu, E., 2008. An analysis on the renewal of cadastre maps, Afyon Kocatepe University, Institute of Science and Technology, Department of Geodesy and Photogrammetry Engineering, Master's Thesis, Afyon.
- Uğurcu, V., 2018. Land use status in Manisa Province, Alaşehir district, Investigation of the effects of forest cadastre 2/B substance application on forest and agricultural lands, evaluation and examination of socio-economic results,

Manisa Celal Bayar University Institute of Science,
Department of Agricultural Sciences, Master Thesis,
Manisa.

Vural, E., 2022. The effect of oil prices on the stock market: An empirical analysis, Gebze Technical University, Institute of Social Sciences, Department of Economics, Master Thesis, Gebze.

Yaşar, M., 2022. Protection of forests by criminal law under law No. 6831, Istanbul University Institute of Social Sciences, Department of Public Law, Master's Thesis, Istanbul.

Yeşilyurt, A., 2013. Problems and solution approaches for sustainable use of areas excluded from forest boundaries, Karadeniz Technical University, Institute of Science and Technology, Department of Surveying Engineering, Master's Thesis, Trabzon.

Url 1:

<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=6831&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=3> Access Date: 11/04/2023.

Url 2: <https://www.harita.gov.tr/uploads/files/articles/gozlem-degerlere-en-iyi-uyan-ampirik-denklemlerin-determinantlayini-724.pdf>. Access Date: 11/04/2023.



Uşak kent merkezinde yılın sıcak döneminde termal konfor koşullarının mekânsal dağılımının belirlenmesi ve gelecek projeksiyonları

Ahmet Erkan Metin¹

¹Uşak Üniversitesi, Banaz Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü Uşak, Türkiye

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 25/04/2023

Kabul Tarihi : 13/05/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1287455>

*Sorumlu Yazar:

erkan.metin@usak.edu.tr

ÖZ

İklimin insan etkileri ya da doğal olaylar sonucu değişikliğe uğradığı bilinmektedir. İklim değişikliği yerkürede bulunan tüm varlıkları etkilemekte ve doğanın dengesini değiştirmektedir. Bu değişim ekosistem hizmetleri ve insan sağlığı üzerinde etkili olabilmektedir. Bu bağlamda iklim değişimlerinde antropojenik faktörlerin yoğun olduğu kent merkezleri gibi yerleşim alanları kritik öneme sahip olmaktadır. Yapılan çalışmada Uşak kentinin yılın sıcak dönemleri olarak kabul

edilen Mayıs- Eylül ayları arasındaki termal konfor koşullarının mekânsal dağılımı belirlenerek, iklim projeksiyonlarına göre geleceğe yönelik öngörüler verilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla çalışmada 1991-2020 dönemine ait meteorolojik ölçüm verileri ile RCP4.5 ve RCP8.5 iklim senaryolarından elde edilen veriler kullanılmıştır. Çalışma yöntemi olarak RayMan modelinden elde edilen Fizyolojik Eşdeğer Sıcaklık (FES) indisinden faydalanılmıştır. Çalışmada termal konfor koşullarının mekânsal dağılımının belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) kullanılarak; yükselti, arazi kullanımı, güneş radyasyonu, ortalama radyant sıcaklık (MRT) ve rüzgâr hızı altlık haritalarıyla hesaplama yapılmıştır. Yapılan analizler sonucu çalışma alanı olarak belirlenen kentte günümüzde "hafif sıcak" ve "sıcak" stresleri yaşanırken, RCP4.5 senaryosuna göre yakın gelecekte "sıcak" stresinin artacağı, RCP8.5 senaryosuna göre uzak gelecekte "sıcak" ve "çok sıcak" streslerinin baskın olacağı, kentte görülen "kentsel ısı adası" etkisinin genişleyeceği belirlenmiştir. Çalışma sonucunda termal konforun değişmesi ve yaşanabilecek konforsuz koşullar oluşmasının önüne geçilebilmesine yönelik önemli bir eylem olan peyzaj planlama kapsamında önerilerde bulunulmaya çalışılmıştır.

Araştırma Makalesi

Anahtar Kelimeler: İklim değişikliği, kent peyzajı, termal konfor, fizyolojik eşdeğer sıcaklık (FES), ekoloji

Determination of the spatial distribution of thermal comfort conditions in Uşak city center during the hot period of the year and future projections

ABSTRACT

It is known that climate changes as a result of human impacts based on various human activities or natural events. Climate change affects all beings on the earth and changes the balance of nature. This change can have an impact on ecosystem services and human health. In this context, residential areas such as urbans where anthropogenic factors are in tense in climate changes have critical importance. In this study, the spatial distribution of thermal comfort conditions between May and September, which are accepted as the hot periods of the year in Uşak city, was evaluated within the scope of current, near future and distant future conditions and future predictions were tried to be given according to climate projections. For this purpose, meteorological measurement data for the period 1991-2020 and data obtained from RCP4.5 and RCP8.5 climate scenarios were used in the study. Physiological Equivalent Temperature (PET) index obtained from the RayMan model was utilized as the study method. In the study, Geographical Information System (GIS) was used to determine the spatial distribution of thermal comfort conditions; elevation, land use, solar radiation, mean radiant temperature (MRT) and wind speed were calculated with base maps. As a result of the analysis, it was determined that while the city determined as the study area is experiencing "slightly hot" and "hot" stresses today, "hot" stress will increase in the near future according to the RCP4.5 scenario, and "hot" and "very hot" stresses will be effective in the distant future according to the RCP8.5 scenario, and the urban heat island will expand. As a result of the study, it was tried to make suggestions within the scope of landscape planning, which is an important action to prevent the change of thermal comfort and uncomfortable conditions that may occur.

Key Words: Climate change, urban landscape, thermal comfort, physiological equivalent temperature (PET), ecology

Bu makaleye atf:

Metin, A.E., 2023. Uşak kent merkezinde yılın sıcak döneminde termal konfor koşullarının mekânsal dağılımının belirlenmesi ve gelecek projeksiyonları, Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(1) 123-131.



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

1. Giriş

İklim değişikliği üzerine yapılan çalışmalar uzun yıllar öncesine dayansa da her dönem güncelliğini kaybetmeyen çalışmalar olarak karşımıza çıkmaktadır. 19. yüzyılın sonlarından günümüze kadar küresel boyutta en sıcak yılların son 10 yıl içerisinde gözlenmesi, günümüzde iklim değişikliğinin ve sonuçlarının her alanda sorgulanmaya ve tartışılmaya başlamasını sağlamıştır. İklim değişikliği senaryolarının küresel ölçekten bölgesel ölçğe indirgenerek incelenmesi özellikle enerji, tarım ve su kaynaklarının yönetiminde geleceğe yönelik planlamalarda önem taşımaktadır (Önol vd., 2009).

İklim değişikliğinin nedenlerinden olan sera gazı salımı, toprak ve yeşil alanların geçirimsiz yüzeylerle kaplanması, ormansızlaşma, arazilerin vasfı dışında kullanımı gibi antropojenik faktörler özellikle yoğun kent yerleşimlerinde mikroiklim koşullarında olumsuz etkilere neden olmaktadır. Kentsel alanların iklim koşullarının çevresinde bulunan kırsal alanlara göre farklılık gösterdiği dünyanın farklı ülkelerinde yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur. Oke vd. (1973) St. Lawrence Lowland (Kanada)'da, Karl vd. (1988) Amerika Birleşik Devletleri Kıtası 1219 numaralı istasyonda, Unger (1999) Szeged (Hungary)'de, Hinkel vd. (2003) Borrow (Alaska)'da, Bonacquisti vd. (2006) Roma (İtalya)'da, Çalışkan ve Türkoğlu (2014), Bulgan ve Yılmaz (2017) Erzurum (Türkiye)'de, Toy vd. (2021) Eskişehir (Türkiye)'de, Çağlak vd. (2021) Bolu (Türkiye)'de yaptıkları çalışmada kentsel alanların kırsal alanlara göre daha sıcak olduğunu ortaya koymuştur.

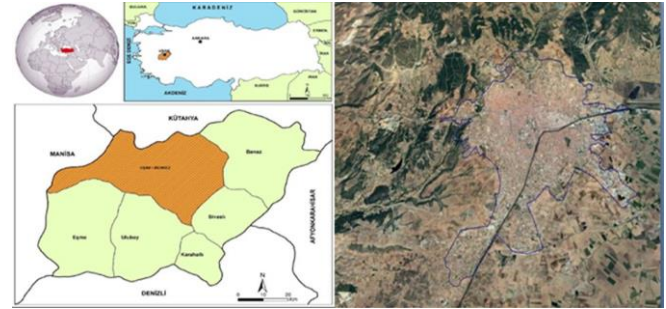
İklim insan faaliyetlerini etkileyen önemli bir unsur olmaktadır (Çınar, 1999). İklim koşullarındaki değişimler, tüm iklim elemanlarının ortak etkisi olan termal konfor koşullarında değişimlere yol açmaktadır. Termal konfor, insanların buldukları termal ortamda kendilerini rahatsız hissetmeyip, konforlu hissettiği durum olarak tanımlanabilmektedir (Toy, 2010; Çağlak, 2021). Termal konforun en yaygın kullanılan göstergesi hava sıcaklığı olmakla birlikte hava sıcaklığının her zaman diğer çevresel ve kişisel faktörlerle ilişkili olarak değerlendirilmesi önerilmektedir (Zengin vd., 2010). Termal konfor koşullarını somut bir şekilde açıklamak için 200'den fazla indisin geliştirildiği bilinmektedir (Landsberg, 1972; Epstein ve Moran, 2006). Fizyolojik Eşdeğer Sıcaklık (FES: PET: Physiological Equivalent Temperature) indisi özellikle kentsel alanlarda dış ortam termal koşullarının belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan, termal ortamın insan üzerine yaptığı tüm etkileri (hava sıcaklığı, rüzgâr hızı, nispi nem, kısa ve uzun dalga güneş radyasyonu) ve insan vücudunun termofizyolojik şartlarını ayrı değerler olarak ele almak suretiyle, radyasyon modeli olan RayMan yazılımı ile hesaplanmaktadır (Höppe, 1999; Matzarakis vd., 2000; Matzarakis vd., 1999). FES indisi insan termal konforunu farklı iklim tiplerinde hesaplamak için ideal bir araç olarak kabul edilmektedir (Toy, 2010). Bahsi geçen faktörlerden dolayı çalışmada FES indisi kullanılmıştır.

İnsan yaşamı ve faaliyetleri ile iklim arasında kuvvetli bir ilişki bulunmaktadır. Bahsi geçen ilişki nedeni ile termal konfor koşullarının mekânsal dağılışı ve geleceğe ilişkin projeksiyonlarının geliştirilmesi özellikle yoğun yerleşimlerin bulunduğu kentlerde alınabilecek önlem ve planlamaların belirlenmesi açısından belirleyici olmakla birlikte kritik öneme sahiptir. Bu amaçla Uşak iline ait 1991-2020 yıllarını kapsayan

meteorolojik veriler elde edilerek yılın sıcak dönemleri olarak kabul edilen Mayıs- Eylül ayları arasındaki termal konfor koşullarının mekânsal dağılışı belirlenmiş, RCP4.5 ve RCP8.5 iklim senaryoları kapsamında geleceğe yönelik öngörüler verilmeye çalışılmıştır. Çalışma yöntemi olarak RayMan modelinden elde edilen FES indisinden faydalanılmıştır. Termal konfor koşullarının mekânsal dağılımının belirlenmesine ilişkin coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kullanılmıştır. Arazi kullanımı, yükselti, güneş radyasyonu, ortalama radyant sıcaklık (MRT) ve rüzgâr hızı altlık haritaları kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır. Yapılan çalışmada Uşak kentinin termal konfor koşullarının mekânsal dağılımı ve termal konfor koşullarının geleceğe yönelik tahminleri incelenmiştir. Kentsel alanda termal koşulların değişmesi ile ortaya çıkabilecek olumsuz durumların öngörülmesi ve olası önlemler sunulmaya çalışılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Uşak kenti Türkiye'nin batısında Ege Bölgesi'nin iç kesimlerinde yer almaktadır. İl, Ege ve İç Anadolu Bölgeleri (38° 13' ve 38° 56' Kuzey enlemleri, 28° 48' ve 29° 57' Doğu boylamları; deniz seviyesinden 907 m yükseklik) arasındaki geçiş noktasında yer almaktadır (Uşak Valiliği, 2022). Uşak kentinin lokasyon haritası Şekil 1'de verilmektedir.



Şekil 1. Uşak kentinin lokasyon haritası

Uşak, Akdeniz ve karasal iklim arasında Akdeniz geçiş iklimine sahiptir (Türkeş vd., 2002). Köppen- Geiger iklim sınıflandırmasında kışları ılık, yazları çok sıcak ve kurak iklim (Csa), De Martonne göre; yarı kurak-nemli arası ve Thornthwaite'e göre yarı kurak-az nemli iklim(C1) koşulları tespit edilmiştir (Bölük, 2016). Çalışmada Uşak il merkezinde bulunan 916 m rakımdaki Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonundan (OMGİ no.:17188) elde edilen 81 yıllık (1939-2020) meteorolojik veriler kullanılmıştır. Verilerin elde edildiği OMGİ konumu Şekil 2'de verilmektedir.



Şekil 2. Meteoroloji istasyonunun kentteki konumu

Akdeniz iklimi ile karasal iklim geçiş özelliklerini yansıtan kentin meteorolojik verilerinin elde edildiği periyotta (1939 – 2020) yıllık ortalama sıcaklık değerinin 12,5°C, en düşük sıcaklık değerinin (Ocak)-19,9°C, en yüksek sıcaklık değerinin (Temmuz) 40,2°C, yıllık yağış miktarının 557,6 mm. ortalama bağıl nemin %65 ve ortalama rüzgâr hızının 1,9 m/s olduğu görülmektedir. En yüksek sıcaklık değeri temmuz ayında (40,2°C), en düşük sıcaklık değeri ocak ayında (-19,9°C), en yüksek nem oranı (%77) aralık ayında en düşük nem oranı (%54) temmuz ve ağustos ayında, en fazla yağış (84,6 mm.) aralık ayında, en az yağış (12,6 mm.) ağustos ayında görülmektedir (Veriler Uşak Meteoroloji Müdürlüğü'nden elde edilmiştir).

Temsili Konsantrasyon Rotaları (RCP)

Gelecekteki iklimi tahmin etmek, iklim değişikliğini etkileyebilecek fiziksel, sosyal ve ekonomik faktörler hakkında varsayımlarda bulunmayı gerektirmektedir. Temsili Konsantrasyon Rotaları (RCP) çeşitli senaryolar içerisinde varsayımlarda bulunabilmek için geliştirilen bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. RCP nüfus artışı, ekonomik gelişme, çevresel sürdürülebilirlik, teknolojik gelişme yönündeki davranışlarla ilgili çeşitli varsayımlar içermektedir (Çağlak ve Türkeş, 2022). Bu senaryolar troposfer, arazi yüzeyi, hidroloji, aerosoller, okyanus ve deniz buzu, kara karbon döngüsü, okyanus biyokimyası ve kimya gibi sistemleri içeren bir kara sistem yapılandırması olarak ifade edilmektedir. IPCC tarafından geliştirilen RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarının küresel ölçekte en çok tercih edilen senaryolar olduğu bilinmektedir (IPCC, 2013). Türkiye için en çok tercih edilen HADGEM2-ES projeksiyon verileri kullanılmıştır (Gürkan vd., 2016). RCP 8.5 RCP'lerin üst sınırını ve daha yüksek sera gazı emisyonlarını temsil etmektedir (Riahi vd., 2011). Küresel ölçekte en çok tercih edilen senaryolar olduğu için yapılan bu çalışmada RCP4.5 ve RCP8.5 senaryoları kullanılmıştır.

Çalışmada günümüz (1991 – 2020) termal konfor koşullarının hesaplanması için Uşak kent merkezindeki meteoroloji istasyonun saatlik; hava sıcaklığı (°C), nispi nem (%), rüzgâr hızı (m/s) ve bulutluluk (octa) verileri kullanılmıştır. RCP 4.5 ve RCP8.5 senaryolarının günlük olarak; hava sıcaklığı (°C), nispi nem (%), rüzgâr hızı (m/s) ve solar radyasyon (W/m²) verileri kullanılarak yakın ve uzak gelecek projeksiyonları hesaplanmıştır. Termal konfor koşulları radyasyon modeli olan ve dünyada yaygın kullanılan RayMan (Pro) yazılımından elde edilen FES indisine göre belirlenmiştir. FES indisi kişinin termal konforunu vücudun ısı enerjisine göre hesaplarken, insan vücudunun termofizyolojik şartlarını (giysi tipi ve yapılan aktivite) dikkate alarak, termal ortamın kişi üzerindeki tüm etkilerini (hava sıcaklığı, bağıl nem, rüzgâr hızı, kısa ve uzun dalga boylu güneş radyasyonu) hesaplamaktadır (Höppe, 1999; Matzarakis vd., 1999). FES indisine göre termal his ve stres düzeyleri Çizelge 1'de verilmektedir

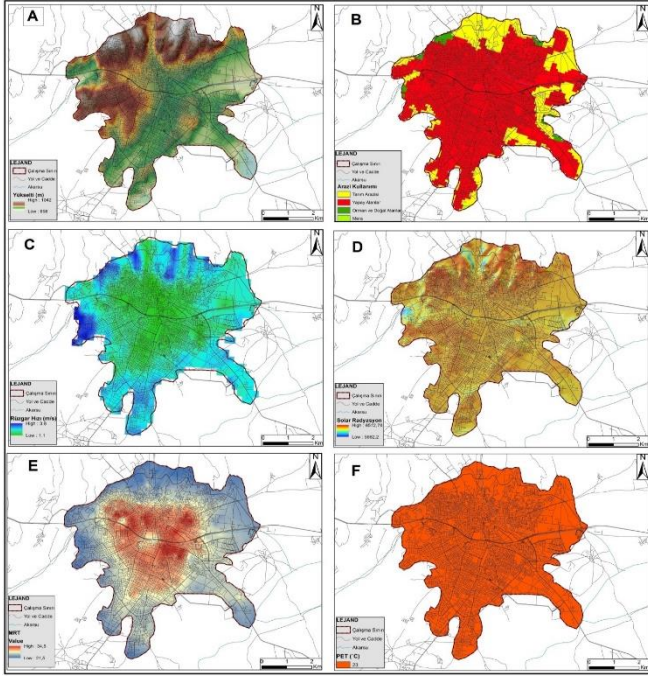
Çizelge 1. FES indisinin termal his ve stres seviyeleri (Matzarakis vd., 1999; Höppe, 1999)

Termal Stres düzeyi	Sıcaklık Hissi	FES (°C)
Aşırı soğuk stresi	Çok soğuk	< 4,0
Güçlü soğuk stresi	Soğuk	4,1–8,0
Orta soğuk stresi	Serin	8,1–13,0
Hafif soğuk stresi	Hafif serin	13,1–18,0
Termal stres yok	Konforlu	18,1–23,0
Hafif sıcak stresi	Hafif sıcak	23,1–29,0
Orta sıcak stresi	Sıcak	29,1–35,0
Güçlü sıcak stresi	Çok Sıcak	35,1–41,0
Aşırı sıcak stresi	Aşırı sıcak	>41,0

Yapılan çalışmada termal konfor koşullarının mekânsal dağılımını ortaya koymak amacı ile altık haritalar oluşturulmuştur. Altık olarak kullanılan haritalar Şekil 3'te verilmektedir.

Tüm altık haritalar Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımlarından ArcGIS10.5 programında üretilmiştir. Yükselti haritası (A) raster olarak AsterGDEM sitesinden temin edilen sayısal yükseklik modelinden üretilmiştir (Jet propulsion Laboratory). Arazi kullanımı (B) altlığı Corine verilerinden elde edilmiştir (Copernicus, 2023). Arazi kullanım özelliğine göre kentsel alanlarda kısa mesafelerde iklimsel koşullar değişiklik göstermektedir. Bundan dolayı arazi kullanımı dikkate alınmıştır. Rüzgâr hızı (C) altlığı meteoroloji istasyonundan elde edilen verilerle arazi kullanım özelliğine göre düzenlenmiştir (Troen ve Petersen, 1989). Solar radyasyon (D) altlığı arazi kullanımı özelliğine göre sayısal yükseklik raster altlığı kullanılarak ArcGIS10.5 programından "Area Solar Radiaton" aracı kullanılarak enlem, boylam, kullanılan saat dilimine göre elde edilmiştir. Ortalama radyasyon sıcaklık (E) altlığı arazi kullanımı, yükselti, solar radyasyon altlıkları kullanılarak M.R.T. yazılımında hesaplanmış ve ArcGIS 10.5 programında haritalanmıştır (Cohen vd., 2020). FES değeri altlığı ise meteoroloji istasyonundan elde edilen veriler hesaplanarak tüm yüzeye aynı değer şeklinde dağıtılmıştır. Tüm altık haritalar ve termal konfor haritaları 20 metre çözünürlükte hazırlanmıştır (Şekil 3).

Termal konfor şartlarının mekânsal dağılımında yöntem olarak birbirinden farklı 3 iklim tipine sahip bölgede uygulanan ve %95 üzerinde güvenilir olduğu belirlenmiş olan yeni geliştirilen bir model yaklaşımı kullanılmıştır (Çağlak, 2021). Bu yöntemde termal konfor koşullarının mekânsal dağılımında etkili olan altık haritalarda (Şekil 3) parametrelerin etki düzeylerine göre hesaplanması ve dağılımları ArcGIS 10.5 programında "Raster Calculator" aracı ile elde edilmiştir (Koopmans vd., 2018; Perkhurova vd., 2019; Koopmans vd., 2020).



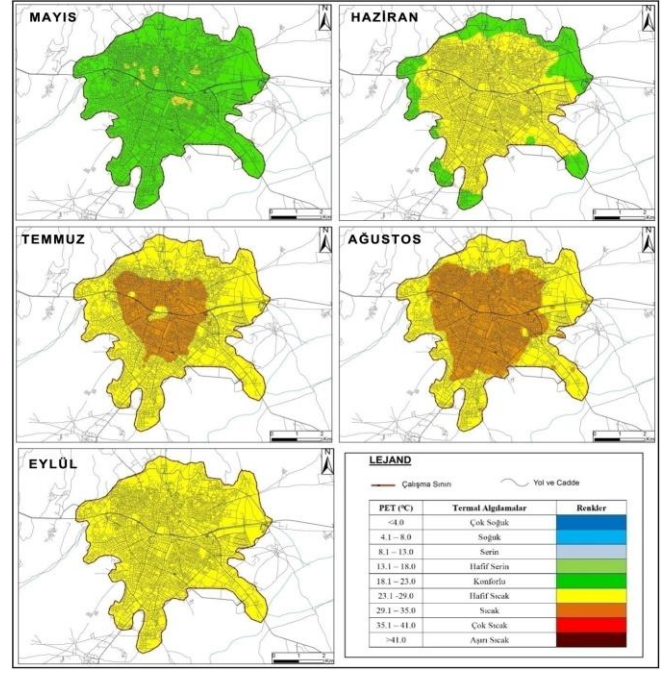
Şekil 3. Termal konfor koşullarının mekânsal dağılımının belirlenmesinde kullanılan altlık haritalar (A: Yükselti (metre), B: Arazi Kullanımı, C: Rüzgâr Hızı (m/s), D: Solar Radyasyon (W/m^2), E: Ortalama Radyan Sıcaklık (Tmrt, °C), F: İstasyon değerlerine göre PET değeri, °C)

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışma alanındaki termal konfor koşullarının mekânsal dağılımı RCP4.5 ve RCP8.5 senaryosuna göre projeksiyon verileri dikkate alınarak 30 yıllık periyotlarla (1991-2020 günümüz, 2021-2050 yakın gelecek, 2069-2098 uzak gelecek) incelenmiştir. Çalışma alanının termal konfor koşulları yılın sıcak dönemleri olarak belirlenen Mayıs ayı ve Eylül ayı dahil olmak üzere beş aylık dönemlerde haritalandırılarak açıklanmaya çalışılmıştır.

3.1. 1991 – 2020 yıllarını kapsayan dönemde termal konfor koşullarının mekânsal dağılımının belirlenmesi (Günümüz koşulları)

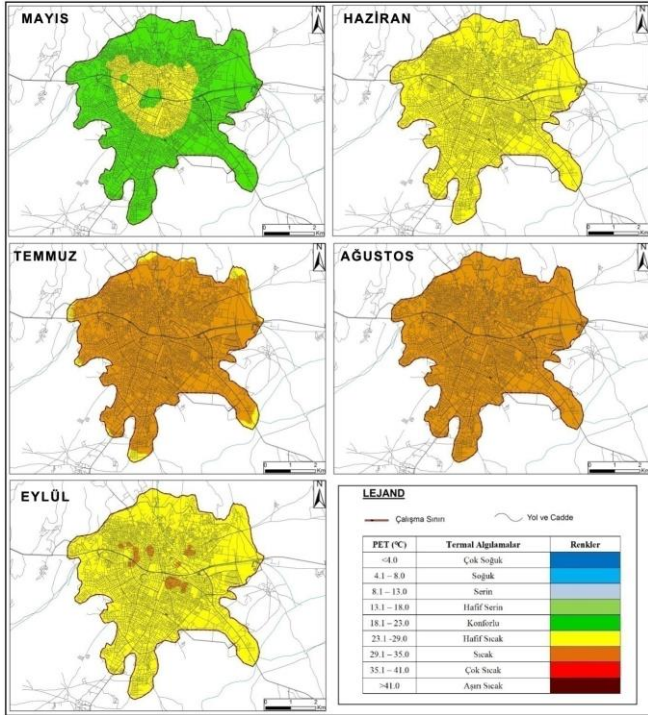
Uşak kentinde yılın sıcak dönemlerinde (Mayıs-Eylül) günümüz termal konfor koşullarının mekânsal dağılımı Şekil 4’te gösterilmektedir. Günümüz koşullarında Mayıs ayında kentin büyük kısmında "konforlu" koşulların algılandığı, yüksekliğin azaldığı ve binaların, nüfusun, trafiğin, geçirimsiz yüzeylerin, yüksek katlı yapıların yoğun olduğu alanlarda "hafif sıcak" stresinin algılandığını söylemek mümkün olmaktadır. Haziran ayında kentte yapılaşmanın yoğun olduğu alanlarda "hafif sıcak" stresinin algılandığı, yapılaşmanın azaldığı, tarım arazilerinin, orman ve doğal alanların bulunduğu kent çeperlerinde ise "konforlu" koşulların algılandığı söylenebilmektedir. Temmuz ayında çalışma sahasında görülen "sıcak" stresi algısının Ağustos ayında alanda genişleyerek nerdeyse yoğun yerleşim alanlarının tamamına hâkim olduğu görülmektedir. Eylül ayında ise kentin tamamında "hafif sıcak" stresi algılanmaktadır (Şekil 4).



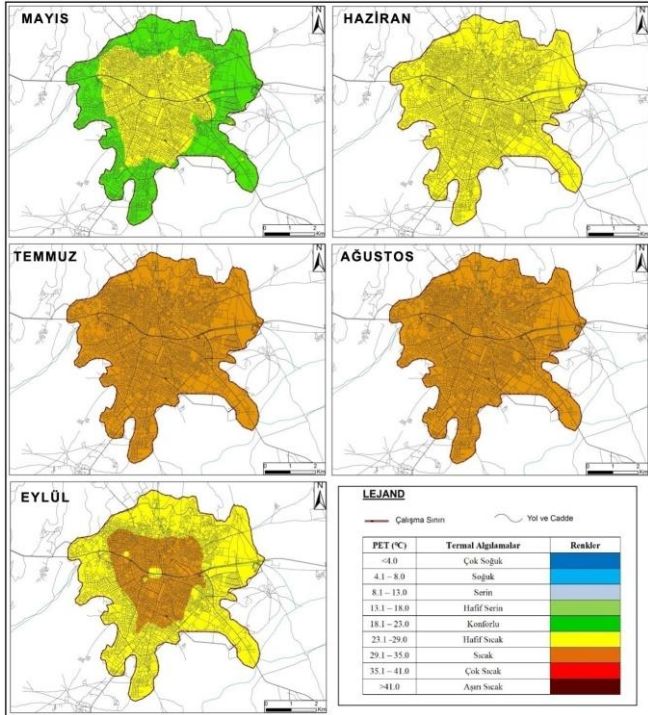
Şekil 4. Uşak kent merkezinde termal konfor koşullarının yılın sıcak dönemlerinde dağılımı (1991 – 2020)

3.2. 2021 - 2050 yıllarını kapsayan dönemde termal konfor koşullarının mekânsal dağılımının belirlenmesi (Yakın gelecek koşulları)

Çalışma alanında yakın gelecek RCP4.5 senaryosuna göre Mayıs ayında nüfus, bina ve trafik yoğunluğunun olduğu kent merkezinde "hafif sıcak" stresinin, Eylül ayında ise yaklaşık olarak çalışma alanının tamamında "hafif sıcak" stresinin günümüz koşullarına göre artacağı öngörülmektedir. Haziran ayında kentin tamamında "hafif sıcak" stresinin, Temmuz ve Ağustos ayında kentin tamamında "sıcak" stresinin algılanması beklenmektedir (Şekil 5). RCP8.5 senaryosuna göre Mayıs ayında kent merkezinin büyük kısmında "hafif sıcak" stresinin hâkim olacağı, Eylül ayında ise nüfus, bina, trafik, geçirimsiz yüzeyler ve yüksek katlı yapıların yoğun olduğu kent merkezinde "sıcak" stresinin algılanacağı öngörülmektedir. Haziran ayı için kentin tamamında "hafif sıcak" stresinin, Temmuz ve Ağustos ayı için kentin tamamında "sıcak" stresinin algılanması beklenmektedir (Şekil 6).



Şekil 5. Uşak kent merkezinde yakın gelecekte termal konfor koşullarının yılın sıcak dönemlerinde RCP4.5 senaryosuna göre dağılımı (2021 - 2050)

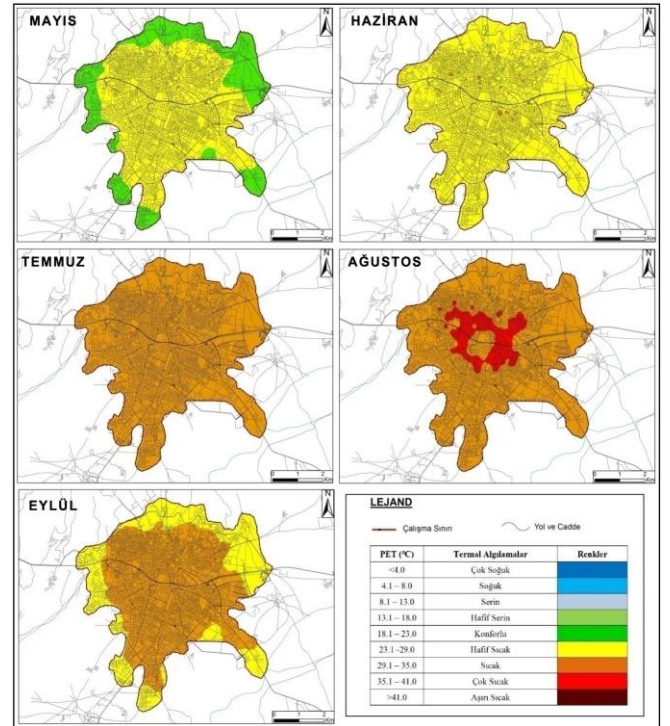


Şekil 6. Uşak kent merkezinde yakın gelecekte termal konfor koşullarının yılın sıcak dönemlerinde RCP8.5 senaryosuna göre dağılımı (2021-2050)

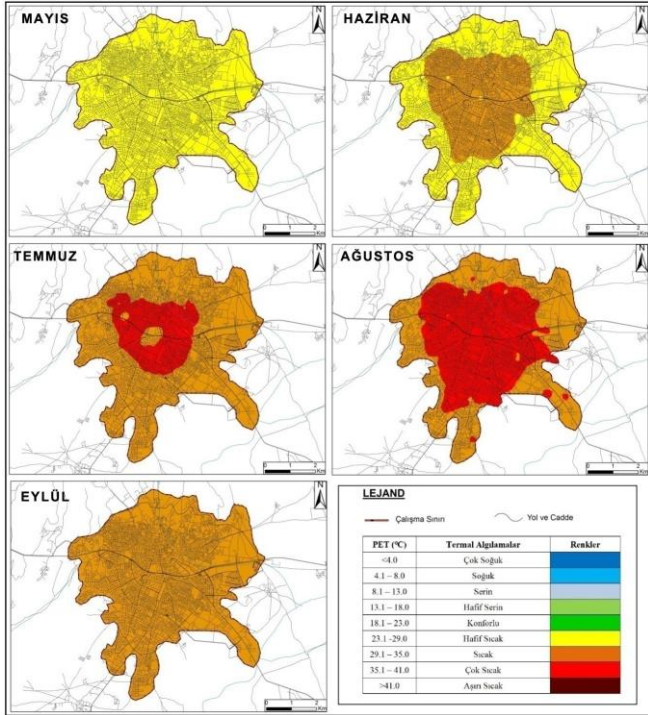
3.3. 2069-2098 yıllarını kapsayan dönemde termal konfor koşullarının mekânsal dağılımının belirlenmesi (Uzak gelecek koşulları)

Uzak gelecek için Uşak kentinin sıcak aylarında sıcak stresi algılanan alanların genişleyeceği ve algılanan sıcak algı

derecesinin artacağı öngörülmektedir. Mayıs ayında RCP4.5 senaryosuna göre konforlu algıların yapılaşmanın seyrek olduğu, tarım arazilerinin, orman ve doğal alanların bulunduğu kent çeperlerinde hissedilebileceği, RCP8.5 senaryosuna göre ise konforlu algıların hissedilemeyeceği beklenmektedir. RCP4.5 senaryosuna göre haziran ayında tüm alanda "hafif sıcak" stresinin yaşanacağı, RCP8.5 senaryosuna göre ise yapılaşmanın görüldüğü çoğu alanda "sıcak" stresinin yaşanabileceği öngörülmektedir. RCP4.5 senaryosuna göre temmuz ayında çalışma sahasının tamamında "sıcak" stresi, eylül ayında tarım arazilerinin, orman ve doğal alanların bulunduğu ve yapılaşma yoğunluğunun az olduğu alanlar hariç "sıcak" stresi yaşanacağı öngörülmektedir, ağustos ayında kentleşmenin, nüfusun, trafiğin, geçirimsiz yüzeylerin, yüksek katlı yapıların yoğun olduğu alanlarda "çok sıcak" stresi yaşanabileceği öngörülmektedir. RCP8.5 senaryosuna bakıldığında konforlu sayılabilecek alanların kalmadığı, mayıs ayında çalışma sahasının tamamında "hafif sıcak" stresinin, eylül ayında "sıcak" stresinin hâkim olabileceği öngörülmektedir. Kentte nüfusun, trafiğin, geçirimsiz yüzeylerin, yüksek katlı yapıların yoğun olduğu alanlarda haziran ayı için "sıcak" stresinin, Temmuz ayı için "çok sıcak" stresinin yaşanabileceği, Ağustos ayında ise "çok sıcak" stresinin sahaya hâkim olabileceği beklenmektedir (Şekil 7; Şekil 8).



Şekil 7. Uşak kent merkezinde uzak gelecek için yılın sıcak dönemlerinde termal konfor koşullarının RCP4.5 senaryosuna göre dağılımı (2069-2098)



Şekil 8. Uşak kent merkezinde uzak gelecekte yılın sıcak dönemleri için termal konfor koşullarının RCP8.5 senaryosuna göre dağılımı (2069 - 2098)

3.4. Termal konfor koşullarının günümüz, yakın gelecek ve uzak gelecek mekânsal dağılımlarının değerlendirilmesi

Uşak kentinde günümüzde mayıs ayında görülen ve kentin yaklaşık tamamında yaşanan (%98) "konforlu" koşulların RCP4.5 senaryosuna göre yakın ve uzak gelecekte azalacağı (günümüz %98, yakın gelecek RCP4.5 = %80, uzak gelecek RCP4.5 = %28), RCP8.5 senaryosuna göre yakın gelecekte azalarak (yakın gelecek RCP8.5 = %55) uzak gelecekte konforlu

alanların yerini "hafif sıcak" stresinin yaşanması muhtemel alanlara bırakacağı öngörülmektedir. Kentte günümüz koşullarında haziran ayında çalışma sahasının %24'ünde görülen "konforlu" alanların yerini RCP4.5 ve RCP8.5 yakın ve uzak gelecek senaryolarına göre "hafif sıcak" stresine bırakacağı beklenmektedir (Çizelge 3).

Kentte günümüzde haziran (%76), temmuz (%74), ağustos (%52) ve eylül (%100) aylarında yaşanan "hafif sıcak" stresinin RCP4.5 yakın gelecek senaryosuna göre haziran ayında kentin tamamında (%100) yaşanacağı, temmuz ayında kent alanının sadece %4'lük kısmında hissedilirken %96'luk bölümünde yerini "sıcak" stresine bırakacağı, Ağustos ayında kentin tamamında "sıcak" stresi algılanacağı, Eylül ayında ise kentin %97'sinde "hafif sıcak" %3'ünde "sıcak" stresi yaşanacağı öngörülmektedir. Bahsi geçen aylar için RCP4.5 uzak gelecek senaryosuna göre kentte sıcak stresinin algılandığı alanların artacağı (Haziran %99 "hafif sıcak" stresi %1 "sıcak" stresi, Temmuz %100 "sıcak" stresi, Ağustos %89 "sıcak" stresi, %11 "çok sıcak" stresi, Eylül %67 "sıcak" stresi) öngörülmektedir (Çizelge 3).

Haziran, temmuz, ağustos ve eylül ayları için yakın gelecek RCP8.5 senaryosu değerlendirildiğinde; haziran ayında çalışma alanının tamamında "hafif sıcak" stresinin, temmuz ve ağustos ayında alanın tamamında "sıcak" stresinin eylül ayında ise alanın %72'sinde "hafif sıcak" %28'inde sıcak stresinin algılanacağı öngörülmektedir. Bahsi geçen aylar için RCP8.5 uzak gelecek senaryosuna bakıldığında, haziran ayı için Çalışma alanının %60'ında "hafif sıcak", %40'ında sıcak stresi, temmuz ayı için %80 "sıcak" %20 "çok sıcak" stresi, ağustos ayı için %48 sıcak, %52 çok sıcak stresi, eylül ayı için alanın tamamında "sıcak" stresi yaşanması öngörülmektedir (Çizelge 3).

Uşak kenti için yılın sıcak döneminde termal konfor koşullarının mekânsal dağılımı ve gelecek projeksiyonları incelendiğinde konforlu koşula sahip alanlarının azalacağı, "hafif sıcak", "sıcak" ve "çok sıcak" stresi yaşanabilecek alanların artacağı öngörülmektedir.

Çizelge 3. Uşak kent merkezi termal konfor koşullarının mekânsal dağılımının günümüz-yakın gelecek ve uzak gelecek projeksiyonlarına göre dağılım oranları (%)

Aylar/Aralıklar	Günümüz (1991 - 2020)			Yakın Gelecek (2021 - 2050)						Uzak Gelecek (2069 - 2098)						
	Konforlu	Hafif Sıcak	Sıcak	RCP4.5			RCP8.5			RCP4.5				RCP8.5		
				Konforlu	Hafif Sıcak	Sıcak	Konforlu	Hafif Sıcak	Sıcak	Konforlu	Hafif Sıcak	Sıcak	Çok Sıcak	Hafif Sıcak	Sıcak	Çok Sıcak
M	98	2		80	20		55	45		28	72			100		
H	24	76			100			100			99	1		60	40	
T		74	26		4	96			100			100			80	20
A		52	48			100			100			89	11		48	52
E		100			97	3		72	28		33	67			100	

4. Tartışma ve Sonuç

Kentlerde görülen aşırı nüfus yoğunluğu, sanayileşme, motorlu taşıt yoğunluğu, ekolojik unsurların göz ardı edilmesi

ile yapılan plansız ve yoğun yapılaşmaya bağlı olarak yatay hava hareketlerinin azalması, ısınma ve soğutma amaçlı enerji tüketimi sonucu sera gazı salınımı, kentlerde bulunan toprak ve bitki türleriyle kaplı alanların geçirimsiz yüzey malzemeleriyle

kaplanması ile konveksiyonun azalması, kent sınırlarının genişlemesi ile doğal orman ve tarım arazilerinin yerini binalar ve beton, asfalt gibi malzemeler ile yapılan yollara bırakması, tarım ve orman arazilerinin vasfı dışında kullanılması, yüksek binalar nedeni ile Dand kanyonu geometrisi oluşumu, fosil yakıt kullanmaya bağlı olarak kirletici gaz ve partiküllerin atmosfere salınımı, vb. nedenlerden kaynaklı kentlerde iklim koşulları değişmekte, yeryer ısı adası oluşumları gözlenebilmektedir. Bahsi geçen faktörlerin etkisi iklim değişikliğine bağlı olarak yoğunlaşabilmektedir. Dünyada kentleşme ile iklim parametrelerindeki değişimler arasındaki ilişkiyi ve nedenlerini inceleyen çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Oke, 1973; Huang vd., 1987; Garcia vd., 2007; Chen vd., 2014; Kaplan vd., 2018; Toy vd., 2018; Tonyaloğlu, 2019; Metin ve Çağlak, 2022).

Uşak kenti için yapılan çalışmada termal konfor koşullarının mekânsal dağılımı açıklanarak, geleceğe yönelik iklim senaryoları oluşturulmuştur. Yapılan analizler sonucu kentteki yeşil alanların az, yapılaşmanın yoğun, binaların yüksek, geçirimsiz yüzeylerin yaygın olduğu alanlarda termal konfor koşullarının olumsuz yönde etkilendiği ortaya çıkmıştır. Çalışmada kullanılan senaryolar doğrultusunda bahsi geçen faktörlerin her geçen yıl kent iklimini olumsuz yönde etkileyeceği öngörülmektedir. Bu olumsuz etkilerin sonuçları insan sağlığı, tarım, ekonomi gibi pek çok alanda hissedilebilecektir.

Çalışma sonucunda günümüzde sadece mayıs ayında konforlu şartların olduğu, diğer aylarda "hafif sıcak" ve "sıcak" streslerin algılandığı görülmüştür. Yakın gelecek dönemleri incelendiğinde kentte konforlu koşulların azalacağı, "hafif sıcak" ve "sıcak" stresi algılanan alanların artacağı, uzak gelecekte ise özellikle yoğun yapılaşmanın fazla, toprak ve yeşil alanların az olduğu kent alanında "hafif sıcak" ve "sıcak" stresinin hâkim olmasının yanı sıra "çok sıcak" stresinin yaşanabileceği öngörülmektedir.

Çalışmanın sonuçları literatürde yer alan çalışmalarla karşılaştırıldığında benzer sonuçlar elde edildiği görülmektedir (Mcgregor vd., 2002; Matzarakis ve Endler 2010; Kolokotroni vd. 2012; Larsen vd., 2019; Şensoy, 2020; Çağlak, 2022; Çağlak ve Türkeş, 2022). Şensoy vd. (2020) yapmış olduğu "Antalya'nın Termal Konfor Özellikleri, İklim Model Verileri Kullanılarak Gelecek Projeksiyonları ve Turizme Etkileri" çalışmasında FES indislerinde artış eğilimi olduğunun, Çağlak ve Türkeş (2022) "Yeni Bir Yaklaşımla Termal Konfor Koşullarının Günümüzde ve Gelecek İklim Koşullarındaki Mekânsal Dağılımının Analizi: Bolu Kenti Örneği" çalışmasında gelecek dönem için "çok sıcak" stresinin etkili olacağını ve kentsel ısı adasının genişleyeceğinin tespitini yapmıştır. Çalışma sonuçlarımız daha önce yapılan çalışmalarla benzer sonuçları ortaya koymaktadır.

Kentlerde nüfus artışı paralelinde ekolojik unsurların göz ardı edilerek ile doğal alanlar yapay alanlara dönüşmekte, geçirimsiz yüzeyler artmakta, kent içi hava hareketleri azalmakta ve bunun bir sonucu olarak kentlerde farklı mikroiklim koşullarının olduğu görülmektedir. Mikroiklim değişimlerinin birikimsel etkisi tüm dünya iklimini etkileyebilmektedir.

Termal konfor koşullarına sahip olan yerleşim alanlarında sağlık giderlerinin, ısınma ve soğutma giderlerinin azalmasının yanı sıra kentsel ısı adası oluşumları azalmakta ve bu bağlamda çevrenin ekolojik dengesinin korunması gerçekleştirilebilmektedir

(Zengin, 2010). İklim parametreleri ve termal konfor üzerinde özellikle kentleşmenin neden olduğu olumsuz etkilerin azaltılabilmesi için olanaklar dahilinde tüm kentler için ve özellikle mevcut imkanlara sahip olan çalışmanın yapıldığı Uşak kenti için;

- Enerji tasarrufu ve sera gazı salımının azaltılması bağlamında binaların yakın çevrelerine kışın yaprak döken geniş yapraklı ağaç türleriyle ağaçlandırma yapılması,
- Kent havasını soğutmaya ve enerji maliyetlerini azaltmaya katkısı olduğu bilinen (Türkeş, 2022) yeşil çatıların (bitkisel çatı&ekolojik çatı) apartmanlar, gökdelenler, AVM'ler, kamu ve yerel yönetim binaları, organize sanayilerde uygulanması,
- Bitki ve toprak kaplı alanlara daha fazla yer verilmesi, kentsel tarım alanlarının oluşturulması, verimli arazilerin tarım amacı dışında kullanılmaması,
- Bina konumlarının rüzgâr yönüne göre planlanması, yatay mimarinin yönetimlerce teşvik edilerek artırılması,
- Özellikle son yıllarda yaşanan pandemi süreci ve deprem riski nedeni ile yaygınlaşan tek katlı yapılarda çatı bahçeleri ile birlikte, yağmur suyu depolarına yer verilmesi,
- Fosil yakıt gibi yenilenemeyen kaynakların kullanımını azaltılarak kentlerin sahip olduğu termal su ve güneş enerjisi gibi alternatif enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılması,
- Yasal tedbirler ile fosil yakıt ve fazla enerji tüketiminin önüne geçilmeye çalışılması önerilmektedir.

Kentlerde yapılacak peyzaj planlamaları, tasarımlar ve alınacak kararların sadece günümüz sorunlarını gidermeye yönelik değil, gelecekte yaşanabilecek sorunlara kaynak olabilecek iklim değişimini yavaşlatmaya hatta engel olmaya da yönelik sonuçlar getirebileceği düşünülmektedir. Bu doğrultuda özellikle yoğun kentleşme hareketlerinden kaynaklanan iklim değişiminin, kentsel ısı adası oluşumunun önlenmesi için kentlerin termal konfor koşullarının mekânsal dağılımları ve geleceğe ilişkin projeksiyonlarının geliştirilmesi ve bu doğrultuda uygulanabilir önerilerin sunulması son derece önemlidir.

Kaynaklar

- Bonacquisti, V., Casale, G.R., Palmieri, S., Siani, A.M., 2006. A canopy layer model and its application to Rome. Science of the Total Environment, 364(1-3), 1-13.
- Bölük, E., 2016. Turkish climate according to Köppen Climate Classification. MGM. Publications, Ankara. https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari/koppen.pdf Erişim: 01.01.223.
- Bulgan, E., Yılmaz, S., 2017. Farklı kent dokularının yaz aylarında biyoklimatik konfora etkisi: Erzurum örneği. Journal of the Institute of Science and Technology, 7(4), 235-242.
- Chen, A., Yao, X.A., Sun, R., Chen L., 2014. Effect of urban green patterns on surface urban cool islands and its seasonal variations. Urban Forestry & Urban Greening, 13(4), 646-654.
- Cohen, S., Palatchi, Y., Palatchi, D.P., Bar, L.S., Lukyanov, V., Yaakov, Y., Matzarakis, A., Tanny, J., Potcher, O. (2020). Mean radiant temperature in urban canyons from solar calculations, climate and surface properties – theory,

- validation and 'mr.t.' software. Building and Environment, 178, 1-8.
- Copernicus, 2023. Arazi örtüsü verileri. <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>. Erişim: 09.03.2023.
- Çağlak, S., 2022. Amasya kentinin biyoklimatik konfor koşullarının mekânsal dağılımı ve gelecek projeksiyonları. Mavi Atlas, 10(1), 182-197.
- Çağlak, S., Türkeş, M., 2022. Yeni bir yaklaşımla termal konfor koşullarının günümüzde ve gelecek iklim koşullarındaki mekânsal dağılımının analizi; Bolu kentiörneği. Coğrafi Bilimler Dergisi/ Turkish Journal of Geographical Sciences, 20(2), 338-358.
- Çağlak, S., Aydemir K.P.K., Kazancı, G., 2021. Effects of urbanization on bioclimatic comfort conditions; Bolu Example. City Health Journal, 2(2), 47-55.
- Çağlak, S., 2021. İklim değişikliğinin biyoklimatik konfor şartları üzerine etkileri ve olası sonuçları. Basılmamış doktora tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Samsun. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tez690729.jsp>.
- Çalışkan, O., Türkoğlu, N., 2014. The trend of thermal conditions and the effect of urbanization on thermal comfort conditions in Ankara. Journal of Geographical Sciences, 12(2), 119-132.
- Çınar, İ., 1999. Fiziksel planlamada biyoiklimsel veriler kullanarak biyokonforun oluşturulması üzerine Fethiye merkezi yerleşimi üzerinde araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı.
- Epstein, Y., Moran, D.S., 2006. Thermal comfort and the heat stress indices. Industrial Health, 44(3), 388-398.
- Garcia, C.O.R., Jauregui, O.E., Toudert, D.Y., Tejada, M.A., 2007. Detection of the urban heat island in Mexicali, B.C., México and its relationship with land use. Atmosfera, 20(2), 111-131.
- Gürkan, H., Arabacı, H., Demircan, M., Eskioğlu, O., Şensoy, S., Yazıcı, B., 2016. GFDL-ESM2M modeli temelinde RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre Türkiye için sıcaklık ve yağış projeksiyonları. Coğrafi Bilimler Dergisi, 14(2), 77-88.
- Hinkel, M.K., Nelson, F.E., Klene, A., Bell, J.H., 2003. The urban heat island in winter at Barrow, Alaska. International Journal of Climatology, 23(15), 1889-1905.
- Höppe, P., 1999. The physiological equivalent temperature-a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. International Journal of Biometeorology, 43(2), 71-75.
- Huang, Y.J., Akbari, H., Taha, H., Rosenfeld, A.H., 1987. The potential of vegetation in reducing summer cooling loads in residential buildings. Journal of Applied Meteorology, 26(9), 1103-1116.
- IPCC 2013. Climate Change 2013, The physical science basis, working group I contribution to the fifth assessment report of the inter government mental panel on climate change, Cambridge University Press, England. http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_ALL_FINAL.pdf. Erişim: 13.01.2023.
- Jet propulsion Laboratory: <https://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp>. Erişim: 09.03.01.2023
- Kaplan, G., Avdan U., Avdan Z.Y., 2018. Urban heat island analysis using the landsat 8 satellite data: A case study in Skopje, Macedonia. The 2nd International Electronic Conference on Remote Sensing (ECRS 2018), 22 March-5 April 2018.
- Karl, T.R. , Diaz, H.H. , Kukla, G., 1988. Urbanization: Its detection and effect in the united states climate record. Journal of Climate 1(11), 1099-1123.
- Kolokotroni, M., Ren, X., Davies, M., Mavrogianni, A., 2012. London's urban heat island: Impact on current and future energy consumption in office buildings. Energy and Buildings, 47(1), 302-311.
- Koopmans, S., Ronda, R., Steeneveld, G.J., Holstlag, A.A.M., Tank, A.M.G. 2018. Quantifying the effect of different urban planning strategies on heat stress for current and future climates in the agglomeration of the Hague (The Netherlands). Atmosfera, 9(3), 1-20.
- Koopmans, S., Heusinkveld, B.G., Steeneveld, G.J. 2020. A standardized physical equivalent temperature urban heat map at 1-m spatial resolution to facilitate climate stress tests in the Netherlands. Building and Environment, 181(1931), 1-13.
- Landsberg, H.E., 1972. The assessment of human bioclimate, a limited review of physical parameters. World Meteorological Organization, Technical Note No. 123, WMO-No.331, Geneva.
- Larsen, S.F., Filippin, C., Barea, G., 2019. Impact of climate change on energy use and bioclimatic design of residential buildings in the 21st century in Argentina, Energy and Buildings, 184(1), 216-229.
- Matzarakis A., Mayer H., Iziomon M.G., (1999). Applications of a universal thermal index: Physiological equivalent temperature. International Journal of Biometeorology, 43(2), 76-84.
- Matzarakis, A. Rutz, F., Mayer, H., 2000. Estimation and calculation of the mean radiant temperature within urban structures. In: Biometeorology and urban climatology at the turn of the millenium (ed. by R.J. de Dear, J.D. Kalma, T.R. Oke and A. Auliciems): Selected Papers from the Conference ICB-ICUC'99, Sydney, WCASP-50, WMO/TD No. 1026, 273-278.
- Matzarakis, A., Endler, C., 2010. Climate change and thermal bioclimate in cities: Impacts and options for adaptation in Freiburg, Germany. International Journal of Biometeorology, 54(4), 479-483.
- Metin, A.E. and Çağlak, S., 2022. Assessment of the effect of land use change on bioclimatic comfort conditions in Uşak Province. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 46(5), 632-641.
- Oke, T.R., 1973. City size and the urban heat island. Atmospheric Environment, 7(8), 769-779.
- Önol, B., Ünal, Y.S., Dalfes, N., 2009. İklim değişimi senaryosunun Türkiye üzerindeki etkilerinin modellenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi Dergisi Seri D. Mühendislik. 8(5), 169-177.
- Perkhurova, A. A., Konstantinov, P.I., Varentsov, M.I., Shartova, N.I., Samsonov, T.E., Krainov, V.N., 2019. Real-

- time microscale modeling of thermal comfort conditions in Moscow region. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 386, 012046.
- Riahi, K., Rao, S., Krey, V., Cho, C., Chirkov, V., Fischer, G., Kindermann, G., Nakicenovic, N., Rafaj, P., 2011. RCP8.5-A scenario of comparatively high green house gas emissions. *Climatic Change*, 109(1), 33-54.
- Şensoy, S., 2020. Turizm sektörünün geleceği açısından sıcaklık indisleri ile termal biyoklimatik indisler arasındaki ilişkiler: Antalya Örneği. (Yayınlanmamış Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi /Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Ana Bilim Dalı, Ankara.
- Tonyaloğlu, E. E., 2019. Kentleşmenin kentsel termal çevre üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi, Efeler ve İncirliova (Aydın) örneği. *Türkiye Peyzaj Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 1-3.
- Toy, S., 2010. Biyoklimatik konfor değerleri bakımından doğu anadolu bölgesi rekreasyonel alanların incelenmesi. Basılmamış Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Erzurum YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tez274669.jsp> Erişim: 27.01.2023.
- Toy, S., Durmuş, D. B., Çağlak, S., 2018. Eskişehir’de (biyo) iklime duyarlı kentsel tasarım örneği. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(2), 353-361.
- Toy, S., Çağlak, S., Esrigü, A., 2021. Assessment of bioclimatic sensitive spatial planning in a Turkish city, Eskişehir. *Atmosfera Early Online Release*, 34(4), 719-735.
- Troen, I., Petersen, E. 1989. European Wind Atlas. National Laboratory Roskilde, ISBN: 87-550-1482-8.
- Türkeş, M., (2022). İklim değişikliğine karşı yeşil çatılar. <https://yesilgazete.org/iklim-degisikligine-karsi-yesil-catilar/>. Erişim: 15.04.2023.
- Türkeş, M., Sümer, U.M., Kılıç, G., 2002. Persistence and period city in the precipitation series of Turkey and associations with 500 h Pageo potential heights. *Climate Research*, 21(1), 59-81.
- Unger, J., 1999. Urban-rural air humidity differences in Szeged, Hungary. *International Journal of Climatology*, 19(13), 1509-15015.
- Uşak Valiliği, 2022. <http://www.usak.gov.tr/iklim>. Erişim: 02.02.2023.
- Zengin, M., Kopar, İ., Karahan, F., 2010. Determination of bioclimatic comfort in Erzurum-Rize expressway corridor using GIS. *Building and Environment*, 45(1), 158-164.



Kurutma ve iklimlendirme parametrelerinin ahşap malzeme ve ahşap konstrüksiyon uygulamasına etkilerinin araştırılması

Mustafa Altıok ¹, Musa Atar ², Mustafa Aktaş ¹, İhsan Küreli ¹, H. İsmail Kesik ¹, Ramazan Bülbül ^{1*}, Hilal Ulaşan ¹

¹Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Ağaççşleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

²Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi:03/05/2023

Kabul Tarihi : 30/05/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1291064>

*Sorumlu Yazar:

ramazanbulbul@gazi.edu.tr

Öz

Bu çalışmada, ağaç işleri endüstrisinde yaygın bir şekilde kullanılan ve Türkiye coğrafyasında yeterince yetişmesi nedeniyle sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve sapsız meşe (*Quercus petrea* L.) odunları kullanılarak, kurutma ve iklimlendirme parametrelerinin ahşabın bazı fiziksel ve mekanik özelliklerine ve ahşap konstrüksiyon uygulamalarına etkisi araştırılmıştır. Deney örneklerinin hazırlanmasında kullanılan üç ahşap türünden kaba ölçülerdeki yeterli miktarda taslak parçalar ısıt işlem fırınında 100°C lik sıcaklıkta ve ritmik buhar püskürtmeli fırın ortamında 360 saat süre ile kurutulmuştur. Kurutulmuş üç odun türü taslak parçalardan 1260 adet deney örneği ilgili standartlara göre hazırlanmış ve araştırma yönteminde bildirildiği gibi kullanılmıştır. Deney örnekleri tümü sırasıyla 20°C/%65 iklim şartında (iklimlendirme odasında) 168 saat (bir hafta) bekletilip, örneklerin üçte birisine testler uygulanmıştır. Kalan örneklerin tamamı ardışık (münavebeli) olarak 40°C/%35 iklim şartında 168 saat süreyle bekletilip ikinci üçte biri test edilmiş ve en son kalan kısım (son üçte biri) 10°C/%50 iklim şartında yine aynı süreyle bekletilmiş ve fiziksel ölçümler ile mekanik testler uygulanmıştır. Böylece test örneklerinin ardışık (münavebeli) iklim şartlarında bulunması ile bir yıllık mevsimsel dış ortam döngü şartlarını ve bu şartların ahşap malzeme özelliklerine ve ahşap uygulamalar üzerindeki etkisi belirlenmiştir. Sonuç olarak, kurutulmuş ve her üç iklim şartında bekletilmiş deney örneklerindeki rutubet denge düzeyinin kurutulmamış deney örneklerine göre daha düşük düzeyde olduğu, daha az deformasyona uğradığı, genel olarak mekanik direnç değerlerinde artış belirlenirken özellikle kavelalı ve zıvanalı konstrüksiyon uygulamalarında önemli düzeyde stabilite sağlandığı tespit edilmiştir.

Araştırma Makalesi

Anahtar Kelimeler: Ahşap malzeme, kurutma, ardışık iklim şartı, fiziksel ve mekanik özellikler, iklimlendirme odası

Investigation of the effects of drying and air conditioning parameters on wood material and wooden construction application

Abstract

In this study, drying, and conditioning parameters of the wood were determined by using Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.), Eastern beech (*Fagus orientalis* L.), and sessile oak (*Quercus petrea* L) woods, which are widely used as a material in the Woodworking Industry and are sufficiently grown in Turkey. Its effects on some physical and mechanical properties and wood construction applications were investigated. Draft pieces in rough sizes from three wood species used in the preparation of the test samples were dried in a heat treatment oven at 100°C and in a rhythmic steam jet oven environment for 360 hours. 1260 test specimens from three dried wood species were prepared according to the relevant standards and used as stated in the research method. All of the test samples were kept at 20°C/65% climatic conditions (air conditioning room) for 168 hours (one week), respectively, and tests were applied to one-third of the samples. All of the remaining samples were kept consecutively (alternately) at 40°C/35% climatic condition for 168 hours and the second third of them were tested and the last remaining part (last one-third) was kept at 10°C/50% climatic condition for the same time and the test was applied. Thus, the one-year seasonal outdoor cycle conditions and the effects of these conditions on wood material properties and wood applications were determined by the presence of test specimens in successive (alternating) climatic conditions. As a result, it was determined that the moisture balance level of the samples prepared from dried wood and kept in all three climatic conditions consecutively was lower than the undried wood, less deformation was observed, and a significant level of stability and increase was achieved in the mechanical resistance values and in the successive climatic conditions of dowel and tenon construction applications has been done.

Key Words: Wood material, drying, sequential climatic condition, physical and mechanical properties, air conditioning room

Bu makaleye atıf:

Altunok, M., Atar, M., Aktaş, M., Küreli, İ., Kesik, H.İ., Bülbül, R., Ulaşan H., 2023. Kurutma ve iklimlendirme parametrelerinin ahşap malzeme ve ahşap konstrüksiyon uygulamasına etkilerinin araştırılması. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(1) 132-140.



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

1. Giriş

Ahşap malzeme doğal bir polimerdir. Orman ürünleri arasında “odun” ya da “kereste” adı altında ilk sırada yer alır. Taze kesilmiş odun bünyesinde fazla miktarda su içerir ve kurutulmadan yapar bir malzeme olarak kullanılamaz. Su (nem), odun bünyesinde iki farklı pozisyonda yer alır. Bunlardan birincisi; hücre lümen boşluklarında serbest su olarak bulunur ve kuruma sırasında önce ve hızla serbest su odunu terk eder. Malzemenin boyutsal değişiminde (çekme-şişme) bir rolü yoktur. İkincisi; odun hücresinin çeperlerinde yer alan ve selüloz molekülleri ile bağ kurarak tutunan bağıl sudur. Bağıl su, odun hücresinde %28-%31 civarında bulunur ve ahşabın çalışmasına bu su sebep olur. Kuruma sırasında serbest suya göre odunu daha zor ve uzun sürede terk eder. Odundan ayrılış hızına göre iç ve dış çatlaklar, hücre çökmeleri ve şekil bozuklukları gibi kusurlara sebep olur (Örs, 2001).

Taze kesilmiş bir odun (tomruk ve kereste) bünyesinden suyu dış ortama verip kurutulabildiği gibi, kurutulmuş bir odun da dış ortamın rutubetini bünyesine tekrar alarak bir higroskopik denge kurmaya çalışır. Ancak, her bir ağaç türü odununun rutubet alma-verme davranışı birbirinden farklıdır. Özellikle ilk ve tamamen kurutmadan sonraki su alış-veriş oranının daha da azaldığı bilinir. Bu durum histerize olayı olarak adlandırılır (Berkel, 1970). Histerize olayı ahşap malzemenin kurutularak kullanımının önemini ortaya koymaktadır.

Ahşap sistem ve ürünler genellikle hava kuru su denge rutubetindeki (%10-12) keresteden yapım işlemleri uygulanarak üretilirler. Kereste rutubeti bulunduğu ortamın denge rutubetinden daha yüksekte olması halinde, planya, freze, torna vb. makinelerde işlenmesi (kesme, biçme, rendeleme) sırasında şekil bozuklukları (çarpılma) meydana gelebilmekte, işlenen yüzeylerde kesilme değil lif kopmasından kaynaklanan kabarcıklar ortaya çıkmakta ve kesicilerde sıkışmalara sebep vermekte olduğu tüm sektör çalışanları tarafından dile getirilir. Yani kurutulmamış ve denge rutubet yüzdesi fazla olan ahşap malzemenin işleme süreçlerinin birçok zorlukları olduğu gibi rutubeti yüksek ahşap elemanların birleştirilerek ürüne dönüşüm sırasında tutkallı birleşimlerde ve laminasyonda zayıf yapışma ve kuruduktan sonra açılmalar (delaminasyon) olabilmektedir. Kapak, çekmece, kapı pencere kanadı vb. hareketli elemanların gövde ile arasında bırakılan çalışma boşluğunun (ürüne göre 2 mm ve daha fazla) rutubet değişimine bağlı olarak azalması veya artması görünüş bozukluğu ve fonksiyonel deformasyonlara neden olabilmektedir. Tüm bu nedenlerden dolayı, ahşap malzemenin üretilen sistemler ve ürünler hangi çevresel ortamda kullanılacak ise, o ortamın denge rutubetinde kurutulmuş olması ideal olarak tavsiye edilmektedir.

Ahşap malzemenin önce kurutulması ve daha sonra kurutmanın farklı iklim şartlarındaki kullanımlar için önemi birçok araştırmaya konu olmuş, olmaya da devam etmektedir. Bazı mekanik özelliklerin farklı iklim şartlarındaki araştırıldığı çalışmada, yapışma mukavemeti açısından test sonuçları; ardışık değişen iklim şartları sürecinde olumsuz etkilenmiş ve bireysel sürece (tek iklim şartındaki bekletmeye) göre yüzde 7 azalmıştır. Ağaç türü olarak çamda meşeye göre yüzde 14 daha yüksek dayanım elde edilmiştir. Elastiklik modülü (MOE) açısından; ardışık süreçte olumsuz etkilenmiş ve bireysel sürece göre %1,4 azalmıştır. Ahşap türü olarak meşeye göre yüzde 10,5 tutkal türü olarak ise PA300 tutkalına göre yüzde 32,6 daha

yüksek elastikiyet göstermiştir. Tutkal hattında uzama deformasyonu açısından; sıralı süreç olumsuz etkilenmiş ve bireysel sürece kıyasla yaklaşık yüzde 19 azaldığı tespit edilmiştir (Kürel, 2020).

Farklı iklim (sıcaklık ve nispi nem) ortamlarında bekletmeden sonraki özellik değişimlerin incelendiği çalışmada; iklimlendirilmiş numunelerin üretim ortamındaki numunelere kıyasla düşük nemin etkisiyle boyutlarının küçüldüğü ve artan bağıl nem nedeniyle şişerek büyüdüğü belirlenmiştir. Beş katmanlı lamine numunelerinin boyutsal değişiklikleri yaklaşık %6 ile en yüksek iken, üç katmanlı numunelerinki sadece %1 ile en düşük olmuştur. Eğilme mukavemeti, 20/65 ikliminden gelen değerlere kıyasla 40/35 ikliminde bir artış kaydetmiştir. Ahşabın türüne bağlı olarak bu %13 ile %27 olarak gerçekleşmiştir. Elastiklik modülünün artışı sert ağaçlar için yaklaşık %13 ve çam için sadece %1 gerçekleşmiştir. Bağıl nemin %95'e yükseltilmesi, eğilme mukavemetini %18'e kadar azaltmış ve eğilmede elastisite modülünü %3 ile %7 arasında düşürdüğü tespit edilmiştir (Altunok, 2013).

Değişen iklim şartlarında yayvan yapraklı ve iğne yapraklı odun özellikleri mukayese edilmiş, özellikle yayvan yapraklı odunda daha yüksek şişme ve boyutsal artış belirlenmiştir. Bu özellikler, iğne yapraklı odunda daha düşük miktarlarda gerçekleşmiştir (Schnider, 2009).

Yapılan farklı bir araştırmada, üretim ve kullanım sırasında iklim şartları arasındaki farkın, ahşap sistem ve ürün elemanlarının mukavemet değerleri üzerinde önemli bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir (Altunok, 2012).

Farklı bağıl nemlerde (%50, %65, %80 ve %95) şartlandırılan ahşap numuneler 200°C'de 2, 4, 8, 10 ve 24 saat ve 100°C, 150°C ve 200°C'de 24 saat ısıtma tabii tutulan ladin odununun mekanik özellikleri, boyutsal kararlılığı ve rengi üzerindeki etkilerini incelemişler. Sonuçta, ısıtma işleminin esas olarak ahşap dokuların koyulaşmasına, ahşabın boyutsal stabilitesinin iyileştirilmesine ve mekanik özelliklerinin azalmasına neden olduğunu göstermektedir (Bekta, 2003).

Ortotropik bir malzeme olarak karakterize etmek için farklı nem koşullarındaki kayın ağacının bağımsız elastiklik özellikleri belirlenmiştir. Bazı Poisson oranları dışında tüm elastik parametreler, artan nem içeriği ile rijitlikte bir azalma görülmüştür (Hering, 2012).

Yapısı nedeniyle bünyesinde rutubet bulduran ağaç malzemenin, kullanım yerine bağlı olarak %19'dan %5'e kadar inen kuruluğa ihtiyaç gösterdiği, kuruluğun mekanik dayanımdan stabilizeye, yüzey işlemlerinden doğal dayanıma kadar birçok avantajı beraberinde getirdiği ve bu avantajların yapısal ahşapta çok daha öne çıktığı vurgulanmıştır (Görgün, 2023).

Ahşabın tam kurutulması hem teknik ve teknolojik hem maliyet, hem de yapısal zorluklar içermektedir. Bu araştırmanın amacı; ısıtma işlem fırınında üç tür odundan taslak parçalar (örnekler için uygun ölçülerde) tam olarak kurutulmuş (%4-5 arası denge rutubetine kadar) ve bu kuruluğa malzemenin standart boyutlarda hazırlanmış ölçüm ve test örnekleri (numuneler) birbiri ardı sıra (ardışık olarak) farklı iklim ortamlarında bekletilerek, bu iklim şartı değişimine bağlı örneklerin mekanik-fiziksel özellikleri ve biçimsel (şekilsel bozulmalar) değişimleri sayısal değerler olarak belirlemek ve bu değerler yardımı ile kurutulmuş ahşabın mevsimsel iklim şartlarındaki oldukça azalmış özellik ve davranışlarını ortaya

koymaktır. Bu araştırmada belirlenmiş olan üç iklim şartı (20°C/%65, 40°C/%35, 10°C/%50) hem mevsimsel ortamın sıcaklık ve nispi nemini (İlkbahar-Sonbahar, Yaz ve Kış), hem de ahşap sistem ve ürünlerin kullanıldığı ortamları (ısıtılmayan kapalı mekan ve çevresi açık ortam, soba ile ısıtılan mekan ve kalorifer ile ısıtılan mekan) sembolize etmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Materyal

2.1.1 Ağaç malzeme

Bu araştırmada, 0,52 g/cm³ yoğunluğundaki sarıçam (*Pinus silvestris* L.), 0,64 g/cm³ yoğunluğundaki Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve 0,69 g/cm³ yoğunluğundaki sapsız meşe (*Quercus petraea* L.) odunları kullanılmıştır. Çalışma konusu üç tür kereste; birinci sınıf özelliklere ve hava kurusu rutubette sahip olarak Ankara Keresteciler Sitesi'nden rasgele yöntemle temin edilmiştir. Ahşap malzeme seçiminde düzgün lifli, budaksız, normal yetişmiş (bölge çizgisi, reaksiyon odunu, çürüme, böcek ve mantar enfeksiyonu bulunmayan) olmasına dikkat edilmiştir.

2.1.2 Tutkal

Poliüretan (PUR) esaslı tutkal: Bal renginde, tek bileşenli, solvent içermeyen ahşap yapıştırıcıdır. Havadaki ve malzemelerdeki nem ile kürleşir ve bağlanır. Düşük viskoziteye sahiptir ve uygulaması kolaydır. Hızlı kürlenir, suya ve kimyasal korozyona dayanıklıdır. DIN EN 204 (2016) standartlarına göre yapıştırıcı D4 suya dayanıklıdır. Nemli yüzeylerde de boşluk dolgu malzemesi olarak kullanılabilir. Yüksek sıcaklığa dayanıklıdır ve yapışma gücünü kaybetmez. İşlenmiş kereste, seramik ve ahşap panel ürünleri gibi sert malzemelerin metal, taş, beton, bazı sentetik malzemeler ve lamine yüzeylere yapıştırılmasında uygulanabilir. Yapıştırma sırasında yüzey ve ortam sıcaklığı +50°C'nin üzerinde olmalıdır. İyi bir yapışma için yüzeylerden birinin rijit olması çok önemlidir. Yapıştırıcı bir veya iki yüzeye ince bir tabaka halinde eşit olarak uygulanmalıdır. Yapıştırılacak malzemeler 10 dakika içerisinde birbirine yapışmalı ve en az 15-20 dakika preslenmelidir. Nihai kürlenme 24 saatte tamamlanır. Yapıştırıcı soğuk koşullarda uygulanır. 25°C'de yoğunluğu 1,1 g/cm³, pH'ı 7 ve viskozitesi 3300–4000 cP idi. 20°C'de ve yüzde 65 bağıl nemde 30 dakikada katılaşır. Yapıştırıcının her iki yüzeye de 150 g/m² oranında uygulanması önerilmektedir (URL-1).

Polivinil asetat tutkalı (PVAc): Daha çok montaj işlerinde tercih edilen ve çözücü içermeyen tek bileşenli, soğuk olarak uygulanabilmesi, kolay sürülmesi, çabuk sertleşmesi, kokusuz ve yanmaz oluşu ve işlenmesi sırasında kesici aletleri yıpratmaması gibi avantajlı özellikleri yanında mekanik direnci sınırlı olup uygulandıktan sonra sıcaklık arttıkça yumuşamakta ve 70°C den itibaren bağlantı maddesi görevini gerektiği gibi yapamamaktadır. Birleştirilecek yüzeylerden yalnız birinin tutkalanması ve ahşap türü ile birleşme yüzeyinin durumuna göre 150-200 gr/m² tutkal kullanılması iyi bir birleştirme için yeterli olmaktadır (Örs, 1987). PVAc tutkalı uygulamasında TS 3891 (1983)'de belirtilen esaslara uyulmuş olup, yoğunluğu 1,1

gr/cm³, viskozitesi 16-20 sn/DIN/cup, pH değeri 5, kül miktarı %3, masif ahşap malzemenin birleştirilmesinde odun rutubeti %6-15, presleme süresi soğuk tutkallamada 20°C' de 20 dakika, 80°C'de 2 dakika olarak verilmekte, 60°C'nin üzerinde presleme yapılması önerilmemekte ve presleme ortamında soğuyuncaya kadar dinlendirilmesi önerilmektedir

2.2 Dene örneklerinin hazırlanması

Dene örneklerinin hazırlanmasında kullanılan üç ahşap türünden kaba ölçülerdeki yeterli miktarda taslak parçalar ısıtılmış fırında 100 °C lik sıcaklıkta ve ritmik buhar püskürtmeli fırın ortamında 360 saat süreyle kurutulmuştur (Şekil 1). Kurutulmuş üç ahşap türü taslak parçalardan 1260 adet dene örneği ilgili standartlara göre hazırlanmış ve araştırma yönteminde bildirildiği gibi kullanılmıştır. Bu araştırma kapsamında irdelenen ahşap teknolojisinde kurutma ve iklimlendirme parametrelerinden bazıları, kullanılan ahşap türleri, tutkal çeşidi ve uygulama teknikleri Çizelge 1' de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme deseni

Dene ve Ölçüm	Standart	T	A T	İ Ş	Ö S	Toplam
Denge rutubeti içeriği	TS 2472		3	3	10	90
Yoğunluk	TS 2472		3	3	10	90
Çarpılma miktarı	TS EN 1309-3		3	3	10	90
Laminasyonda açılma	TS EN 391	2	3	3	10	90+90
Eğilme ve Elastiklik	TS EN 310 - TS 2478		3	3	10	90
Şok direnci,	TS 2477		3	3	10	90
Basınç direnci,	TS 2595		3	3	10	90
Yapışma direnci	DIN 53255 - TS EN 319	2	3	3	10	90+90
Kavelalı diyagonal basınç	ASTM-D 1037	2	3	3	10	90+90
Zıvanalı diyagonal basınç	ASTM-D 1037	2	3	3	10	90+90
TOPLAM						1260

T:Tutkal, AT: Ahşap Türü, İŞ: İklim Şartı, ÖS: Örnek Sayısı

2.3 Yöntem

Dene örneklerinin hazırlanmasında kullanılan üç ahşap türünden kaba ölçülerdeki yeterli miktarda taslak parçalar ısıtılmış fırında 100°C'lik sıcaklıkta ve ritmik buhar püskürtmeli fırın ortamında 360 saat süreyle kurutulmuştur. Kurutulan taslak ahşaptan sarıçamın denge rutubetinin %4, meşenin ve kayının %5 civarında olduğu belirlenmiştir.

2.3.1 Ardışık iklim şartında bekletme

Hazırlanan dene örneklerinin tümü sırasıyla 20°C/%65 iklim şartında (iklimlendirme odasında) 168 saat (bir hafta) bekletilip, örneklerin üçte birine Çizelge 1'de verilen testler

uygulanmıştır. Kalan örneklerin tamamı ardışık (münavebeli) olarak 40°C/%35 iklim şartında 168 saat süreyle bekletilip (Fotoğraf.2), ikinci üçte biri test edilmiş ve en son kalan kısım (son üçte biri) 10°C/%50 iklim şartında yine aynı süreyle bekletilmiş ve test uygulanmıştır. Böylece, tüm örneklerin 1/3'üne sadece 20°C/%65 iklim şartından sonra test ve ölçüm uygulanmış, kalan kısım 40°C/%35 iklim şartında bekledikten sonra (ardışık) 2/3'ü iki iklim şartını da yaşadığından sonra test ve ölçüm uygulanmış, en son kalan 1/3 kısmı 10°C/%50 iklim şartında beklettikten sonra (ardışık) her üç iklim şartında bulunmuş olarak test ve ölçüm uygulanmıştır.



Şekil 1. Kurutma (ısıtıl işlem) fırını (1 m³)



Şekil 2. İklimlendirme odası (30 m³)

2.3.2 Fiziksel özellikler

Rutubet tayini: Bu proje kapsamında TS 2472 (1976) de belirtilen esaslara göre 20x20x30 mm ebatlarındaki ölçüm/test örnekleri ile rutubet tayini “Yöntem” maddesindeki I., II., III., ve IV. Adımlardaki işlemler esas alınarak gerçekleştirilir. Her bir adım sonundaki rutubet miktarı değişimi (m) mevcut olan rutubet değerindeki ahşap malzeme ağırlığı W_w , tam kuru ağırlığa W_o oranı ile hesaplanır.

$$m = \frac{W_w}{W_o} W_w = W_m - W_o \quad m = \frac{(W_m - W_o) \times 100}{W_o} g \quad \text{Burada;}$$

W_m : Rutubetli ahşabın ağırlığı,

W_w : Ahşaptaki su miktarı,

W_o : Tam kuru ağırlık,

m : Rutubet yüzdesi.

Yoğunluk tayini: Her bir ahşap türü ve her bir iklim şartında yoğunluk ölçümleri “Yöntem” maddesindeki I., II., III., ve IV. Adımlardaki işlemler esas alınarak gerçekleştirilir. Yoğunluk tayininde, TS 2472 (1976)’de belirtilen esaslara uygun olarak ölçüm/test gerçekleştirilir ve örneklerden elde edilecek veriler aşağıdaki denklemde yerine konularak her bir adımdaki yoğunluk değişimi hesaplanır. Buna göre, her bir adımdaki yoğunluk (δ);

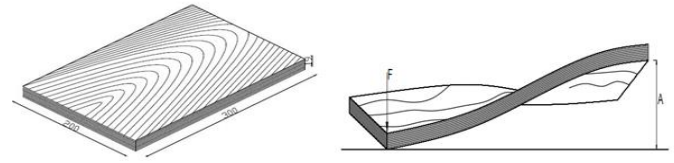
$$\delta = \frac{m}{v} g/cm^3 \quad \text{Eşitliğinden hesaplanır. Burada;}$$

m = Örnek ağırlığı (g),

v = Örnek hacmi (cm^3).

Çarpılma miktarının belirlenmesi: Çarpılma (şekil bozukluğu) miktarının ölçülmesinde TS EN 1309-3 (2018) esas alınır. Her bir ahşap türü ve iklim şartı için 19x200x300 mm boyutlarında deney ölçüm örnekleri hazırlanır (Şekil 3). Her bir iklim şartındaki bekletme sonunda düzlemde sapma olarak

çarpılma 0,01 hassasiyetli kumpasla ölçülerek. Ölçüm sonuçları kaydedilir ve değişim miktarı belirlenir.



Şekil 3. Ahşap malzemede çarpılma örneği boyutları ve ölçümü

Laminasyonda açılma (delaminasyon): Test örnekleri her üç türden tam kurutulmuş lamine ahşap bloklarından TS EN 391 (2006) standardında belirtildiği gibi; blok uçlarının iç kısmından liflerine dik 50 mm genişlik, 100 mm uzunluk ve 10 mm kalınlıkta iki eleman her iki tutkal çeşidi ile lamine edilmiş iklimlendirme cihazında 20°C/%65, 40°C/%35, 10°C/%50 nispi nem şartlarında bir hafta süreyle bekletilir. Bu örneklerde tutkal derzi ölçümleri yapılır. Daha sonra örnekler sirkülasyon hızı 2 m/s ilâ 3 m/s arasında ve 60°C-70°C sıcaklıkta olan hava akımının bulunduğu etüvde değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulur. Kurutma süresince örnekler bir birinden en az 50 mm aralıklı ve hava akımına paralel konumda yerleştirilmelidir. Kurutmadan sonra her bir örneğin tutkal derzlerinin açılan kısımları uzunluk olarak 0,01 hassasiyetle ölçülür ve toplam örnek derzi uzunluğuna bölünerek açılma oranı % olarak hesaplanır.

2.3.3 Mekanik özellikler

Eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü tayini: TS 2474 (1976) ve TS 2478 (1976) esaslarına göre eğilme ve eğilmede elastiklik modülü belirlemek için 20x20x340 mm boyutlarında her bir ahşap türünde ve her bir iklim şartında ardışık olarak bekletilmiş örnekler, Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Ağaççileri Endüstri Mühendisliği Mekanik Test Laboratuvarındaki Üniversal test cihazında üç noktadan eğilme direnci deneyi gerçekleştirilmiştir (Şekil 4). Deney cihazının yük kapasitesi 5 ton olup elektro-mekanik sistemde çalışmaktadır. Yükleme hızı bilgisayar ile ayarlanabilmektedir. Testlerde statik yükleme hızı 2 mm/dk olacak şekilde ayarlanmıştır. Testler sonucunda, kırılma anındaki maksimum kuvvetler Newton (N) cinsinden kaydedilmiş ve eğilme direnci aşağıdaki denklem yardımı ile hesaplanmıştır.

$$oe = \frac{3FxLs}{2xaxb^2}$$

Oe : Eğilme direnci (N/mm^2),

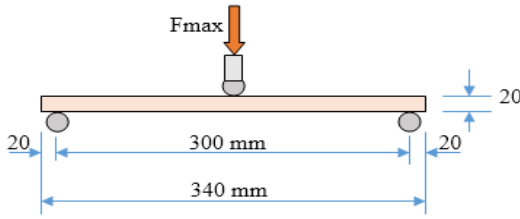
F_{max} : Kırılma anındaki kuvvet (N),

300(Ls): Dayanak açıklığı (mm),

340: Örnek boyu,

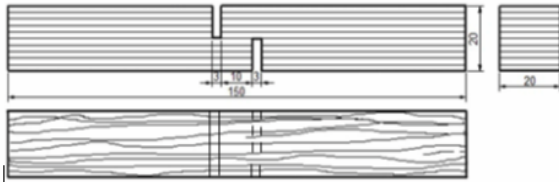
20: Örnek genişliği (mm),

20: Örnek kalınlığı (mm).



Şekil 4. Üç noktadan eğilme direnci deneyi

Lamine ahşap örneklerde yapışma direncinin tayini: Lamine ahşapta yapışma direnci TS EN 205 (2017) standardına göre tayin edilir. Şekil 5'de görüldüğü gibi kontrol ve test örnekleri 20x20x150 mm boyutlarında tam kurutulmuş ahşap malzemelerden hazırlanır. Her bir iklim şartında ardışık olarak bekletilmiş örnekler 1,5-2 dk. Kopana kadar devam edip sabit bir çekme kuvveti uygulanır. Kuvvet uygulaması örnek kopuncaya kadar devam ettirilir ve kopma anındaki maksimum kuvvet (F) olarak kayıt edilir. Yapışma direnci (σ_y) aşağıdaki denklem ile hesaplanır.



Şekil 5. Yapışma direnci örneği (mm)

$$\sigma_y = F_{max} / a \times b$$

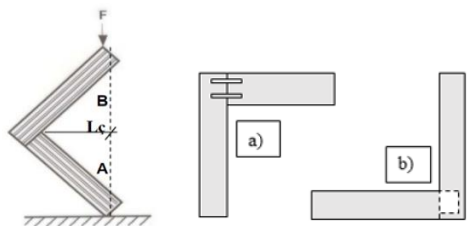
Burada;

δ_y : Yapışma direnci (N/mm^2),

F_{max} : Kırılma kuvveti (N),

a.b: Yapışma yüzey alanı (mm^2).

Kavelalı ve zıvanalı birleşmeli örneklerde diyagonal basınç kuvvetinin belirlenmesi: Her bir ahşap türü ve tutkal çeşidi ile tam kuru haldeki ahşaptan hazırlanmış ve her bir iklim şartında ardışık olarak bekletilmiş örnekler diyagonal basınç kuvveti ASTM-D 1037 (1975) esaslarına göre uygulanır (Şekil 6).



Şekil 6. Diyagonal basınç testi düzeneği (a-Kavelalı köşe birleşme örneği, b- Zıvanalı köşe birleşme örneği)

3. Deneysel bulgular

3.1 Fiziksel özelliklerde değişim

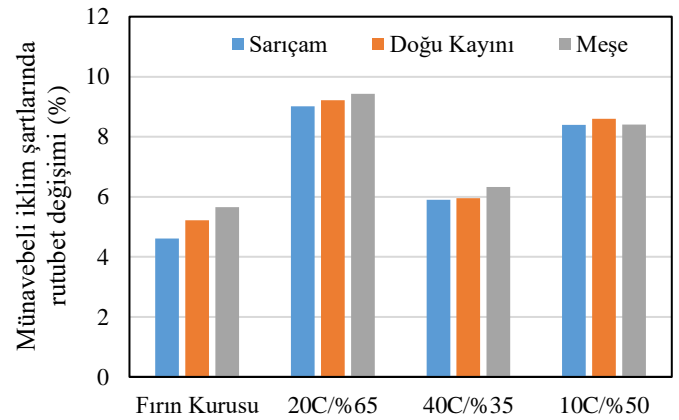
Kurutma ve iklimlendirme parametrelerinin ahşap malzeme ve ahşap konstrüksiyon uygulamasına etkilerinin araştırılması çalışmasında rutubet oranı, yoğunluk miktarı, çarpılma miktarı ve laminasyonda açılmaya ait fiziksel değişim değerlerine ait

sonuçların ortalamaları aşağıdaki grafiklerde (Şekil 7,8,9,10) verilmiştir.

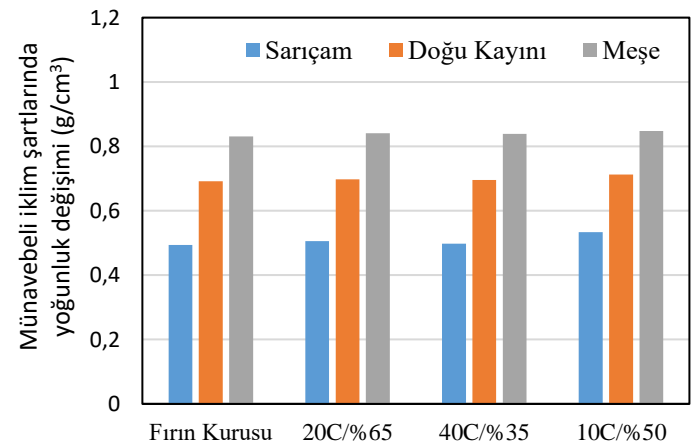
3.1.1 Rutubet ve yoğunluk değişimi

100°C sıcaklıktaki kurutma (ısı işlem) fırınında 15 gün boyunca (360 saat) %4,61-55, 65 denge rutubetine kadar kurutulmuş olan taslak parçalardan elde edilen üç ahşap türünden rutubet oranı ölçüm örnekleri 20°C/%65 – 40°C/%35 ve 10°C/%50 iklim şartlarında ardışık (münavebeli) olarak bekletilmiş ve her bir iklim şartında bekletmeden sonra belirlenen denge rutubeti değerleri Şekil 7'de, denge rutubetine bağlı olarak değişen yoğunluk değerleri Şekil 8'de verilmiştir. Şekil 7'ye göre; 20°C/%65 iklim şartında tüm ahşap örneklerde denge rutubeti %9 civarında, 40°C/%35 iklim şartında %5-6 civarında ve 10°C/%50 iklim şartında ise %8 civarında ölçülmüştür.

Üç değişik iklim şartındaki denge rutubetine bağlı olarak farklılık göstermesi gereken yoğunluk değerleri; her bir ahşap türünde fırın kuru halde kazanılan yoğunluk değerleri her üç iklim şartında da stabil hale geldiği, sarıçamda 0,494-0,533 g/cm^3 , kayında 0,692-0,712 g/cm^3 ve meşede ise 0,831-0,848 g/cm^3 gibi birbirine çok yakın değerler arasında gerçekleştiği Şekil 6'da verilmiştir.



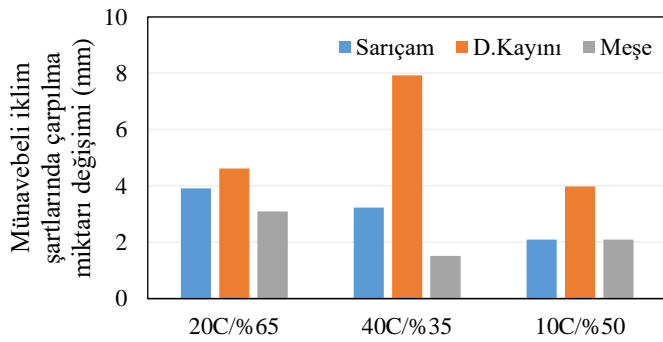
Şekil 7. Ardışık elde edilmiş denge rutubeti değerleri



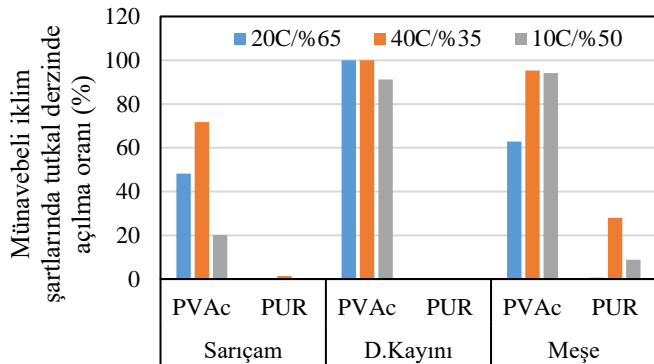
Şekil 8. Ardışık elde edilmiş yoğunluk değerleri

3.1.2 Çarpılma ve laminasyonda açılma oranı

Suni kurutmadan sonraki her üç ahşap türünden tam düzlemsel örnekler her üç iklim şartında tekrar rutubet alıp-verip radyal ve teğet yöndeki farklı oranlarda boyut artışından-daralmasından kaynaklanan iç gerilmeden dolayı tam düzlemsel halini kaybedip oluklanma, bükülme gibi düzlemden saparak çarpıldığı Şekil 9'da rakamlar ile ifade edilmiştir. Burada en büyük çarpılma 40°C/%35 iklim şartında bekletilmiş kayın örneklerde 7,93 mm, en küçük çarpılma da yine kayın örneklerde ve aynı iklim şartında bekletilmiş meşe örneklerde 1,51 mm olarak gerçekleşmiştir. Her üç iklim şartında bekletilmiş örneklerde en çok kayında en az da meşede çarpılma meydana geldiği belirlenmiştir.



Şekil 9. Ardışık elde edilmiş çarpılma değerleri



Şekil 10. Ardışık elde edilmiş delaminasyon değerleri

Münavebeli iklim şartlarında tutkal derzinin açılma oranı ile çarpılma (çalışma) arasında önemli bir ilişki olduğu bilinmektedir. Her üç ahşabın denge rutubeti değişimi sırasında meydana gelen şişme-daralma iç gerilmesi hem çarpılmanın hem de laminasyonda (tutkalı birleşme derzlerinde) açılmanın kaynağını oluşturmaktadır. Tutkal derzi açılması fırın kurusundan sonra üç iklim şartında bekletmelerde en çok PVAc tutkalı birleşmelerde meydana geldiği, PUR tutkalı birleşmelerde ve ahşap olarak ta meşede ya hiç açılmadığı ya da en az açılma olduğu belirlenmiştir (Şekil 10).

3.2 Mekanik özelliklerde değişim

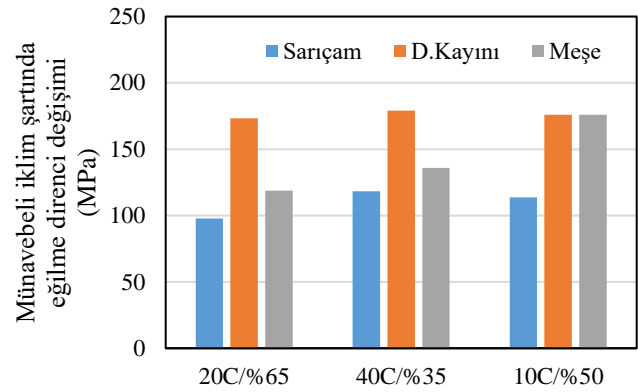
Fırın kurusu üç ahşap türünden örnekler üç farklı iklimlendirme şartında ardışık olarak beklettikten sonra uygulanan mekanik

testlerden elde edilen sonuçların ortalamaları Şekil 11 ve Şekil 12'de verilmiştir.

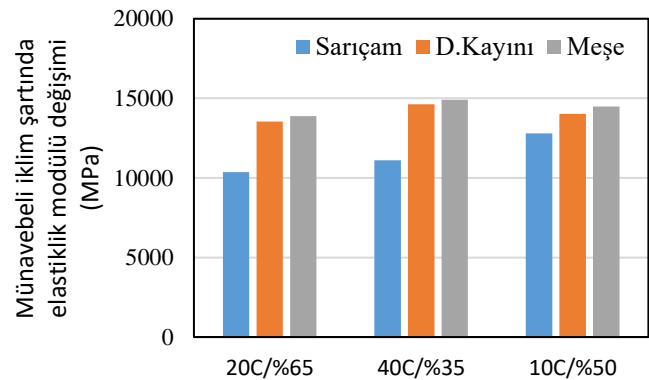
3.2.1 Eğilme direnci ve elastiklik modülü değişimi

Şekil 11'de verilen grafiğe göre; suni olarak kurutma işleminden sonra hazırlanan ve ardışık (münavebeli) olarak üç farklı iklim ortamında bekletilmiş örneklerde en yüksek eğilme direnci kayın örneklerde 175,34–179,02 MPa değerleri arasında elde edilmiştir. Daha sonra eğilme direnci sırasıyla meşede 118,83–176,02 MPa ve sarıçamda 97,89–118,21 MPa olarak gerçekleşmiştir.

Şekil 12'de verilen grafiğe göre elastiklik modülü, en yüksek meşede 13878,92-14900,37 MPa, daha sonra kayında 13550,11–14625,28 MPa ve sarıçamda ise 10358,69–12800,02 MPa arasında elde edilmiştir. Kayın ve meşe elastiklik modülü bakımından her üç iklim şartında birbirine yakın değerde iken, sarıçamda 20°C/%65, 40°C/%35 ve 10°C/%50 iklim şartlarında sırasıyla artarak değiştiği görülmüştür.



Şekil 11. Ardışık elde edilmiş eğilme direnci değerleri

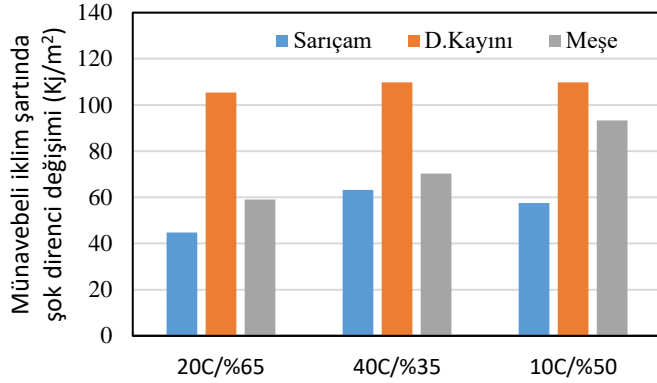


Şekil 12. Ardışık elde edilmiş eğilme direnci değerleri

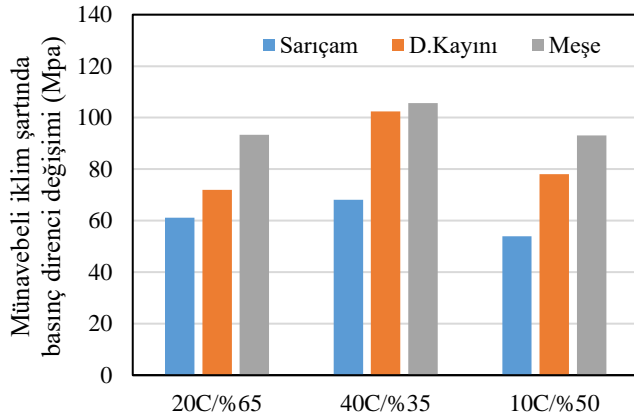
3.2.2 Şok direnci ve basınç direnci değişimi

Şekil 13'te verilen grafiğe göre şok direnci en yüksek Doğu kayınında elde edilmiş ve ardışık üç iklim şartında 105,31-109,82 kJ/m² arasında birbirine yakın değerlerde gerçekleşmiştir. Meşede ardışık iklim şartlarında artarak 58,99–93,33 kJ/m² arasında, sarıçamda ise en düşük olmak kaydıyla 20°C/%65 iklim şartlarında 44,75 kJ/m², 40°C/%35'te 63,19 kJ/m² ve 10°C/%50'de tekrar azalarak 57,51 kJ/m² olarak elde edilmiştir.

Şekil 14'te verilen grafiğe göre basınç direnci; en yüksek her üç iklim şartında da meşede 93,12–105,66 MPa olarak elde edilmiş, daha sonra sırasıyla kayında 71,99–102,42 MPa ve Sarıçamda ise 53,98–68,08 MPa olarak gerçekleşmiştir. Tüm odun türlerinde 20°C/%65'e göre basınç direnci, 40°C/%35'te artmış, 20°C/%65'te ise düşmüş olarak belirlenmiştir.



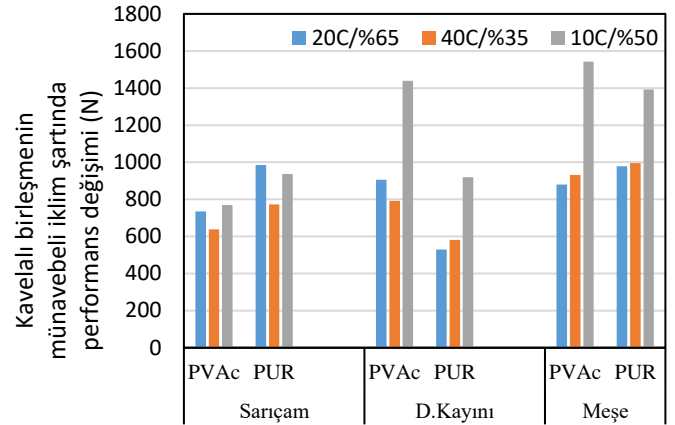
Şekil 13. Ardışık elde edilmiş şok direnci değerleri



Şekil 14. Ardışık elde edilmiş basınç direnci değerleri

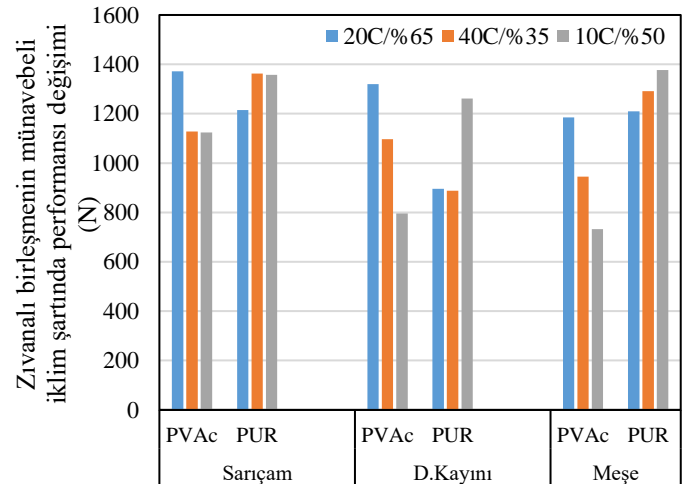
3.2.3 Kavelalı birleşme ve zıvanalı birleşme performansı değişimi

Şekil 15'te verilen grafiğe göre kavelalı birleşmeli örneklerde kuvvet performansı; en yüksek PVAc tutkalı ve 10°C/%50 iklim şartında bekletilmiş meşede (1543,46 N) ve en düşük ise PUR tutkalı 20°C/%65 iklim şartında bekletilmiş Doğu kayınında (529,69 N) elde edilmiştir. Her iki tutkal ile tutkallanmış ve 40°C/%35 şartında bekletilmiş sarıçam örneklerde kuvvet performansı diğer iklim şartlarında bekletilenlerden daha düşük, PUR tutkalı örneklerde kuvvet performansı PVAc ye göre daha yüksek gerçekleşmiştir. Ayrıca, her iki tutkal ile tutkallanmış 40°C/%35 ve 10°C/%50 iklim şartlarında bekletilmiş Doğu kayını ve meşe örneklerde ardışık olarak kuvvet performansı artışı belirlenmiştir.



Şekil 15. Ardışık elde edilmiş kavelalı birleşme performansı değerleri

Şekil 16'daki grafiğe göre zıvanalı birleşmeli meşe örneklerde kuvvet performansı; en yüksek PUR tutkalı, 10°C/%50 iklim şartında bekletilenlerde (1377,51 N), en düşük ise PVAc tutkalı 10°C/%50 iklim şartında bekletilenlerde (732,64 N) elde edilmiştir. Genel olarak her iki tutkal ile tutkallanmış ve üç iklim şartında bekletilmiş sarıçam örnekler ve PUR tutkalı ile tutkallanmış ve her üç iklim şartında bekletilmiş meşe örneklerde ardışık olarak artan yüksek kuvvet performansı belirlenmiştir.

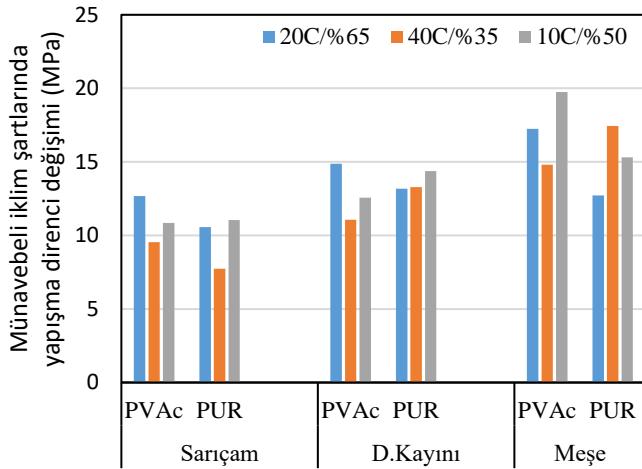


Şekil 16. Ardışık elde edilmiş zıvanalı birleşme performansı değerleri

3.2.4 Yapışma direnci değişimi

Yapışma direnci, ahşap malzemenin yapısı, yoğunluğu, bünyesinde içerdiği rutubet miktarı ve tutkalın yapısal özelliklerine bağlı olarak değişen bir uygulama değeri olduğu bilinmektedir. Şekil 17'de verilen grafiğe göre en yüksek PVAc tutkalı 10°C/%50 iklim şartında bekletilmiş meşede 19,75 MPa en düşük ise PUR tutkalı 40°C/%35 iklim şartında bekletilmiş Sarıçam örneklerde 7,74 MPa olarak belirlenmiştir. Her iki tutkal ile tutkallanmış tüm ahşap örneklerde 40°C/%35 iklim şartında bekletilmiş örneklerde yapışma direnci diğer iki iklim

şartında bekletilmiş örneklerle göre daha düşük gerçekleştiği (PUR tutkallı meşe örnekler hariç) görülmektedir.



Şekil 17. Ardışık elde edilmiş yapışma direnci değerleri

4. Sonuç ve Öneriler

4.1 Sonuçların değerlendirilmesi

Rutubet ve yoğunluk değişimi: Literatürde önceden kurutulmamış ahşabın 20°C/%65 iklim şartında denge rutubetinin %12, 40°C/%35 iklim şartında %6,5 ve 10°C/%50 iklim şartında ise %9,5 olabileceği verilmiştir (1). Ahşap malzemenin kurutulup daha sonra tekrar rutubet alması sürecinde sarıçamda yaklaşık %3, Doğu kayınında %2,8 ve meşede %2,6 oranında daha düşük düzeyde denge rutubeti sağlanmıştır (histereze olayı). Bunun nedeni, odunun önce yüksek sıcaklıkta kuruması sırasında selüloz moleküllerindeki serbest hidroksil (OH) gruplarının fırın kurutma sıcaklığından etkilenerek su molekülleri ile bağlanma yetisi olan higroskopik özelliğinin azalmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Suni kuruma ile higroskopik özelliği azalmış ve daha düşük düzeyde rutubet dengesi kuran her üç ahşaptan yoğunluk kurutulmadan sonraki 20°C/%65 iklim şartında denge rutubetine bağlı olarak %2,4 artmış, 40°C/%35 şartında değişmemiş, 10°C/%50 iklim şartında ise %8'lik bir artış kaydetmiştir. Bu küçük yüzde oranlardaki değişim ihmal edilebilecek kadar düşük olup, kurutulmadan sonra denge rutubetinin düşük düzeyde gerçekleşmesi ile adeta yoğunluklar da iklim şartına göre değişmez hale geldiği söylenebilir (Şekil 9).

Çarpılma ve laminasyonda açılma oranı değişimi: Çarpılmanın fırın kurusundan sonra en çok Doğu kayınında sırasıyla üç iklim şartında 4,61 mm, 7,93 mm ve 3,98 mm meydana geldiği belirlenmiştir. 10°C/%50 iklim şartında ardışık olarak işlem görmüş örneklerin denge rutubetlerinin düşük düzeyde kalması ve önceki iki iklim şartında tükenmiş olan iç gerilme enerjisinden dolayı çarpılma miktarları çok düşük düzeyde gerçekleşmiştir. Kayında çarpılmanın yüksek olmasının nedeni, üç odun içerisinde en yüksek hacimsel daralma oranına sahip ve iç gerilme enerjisinin çok yüksek olmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Tutkal derzi açılmasının (delaminasyonun) özellikle en fazla ahşap türü olarak kayında ve tutkal çeşidi olarak PVAc'li birleşmelerde meydana gelmesinin nedeni tutkalin rutubete

bağlı olarak yapışma bağının tekrar çözülmesi ve açılması (dönüşümlü yapışma), kayın odununu ise en büyük çalışma hassasına sahip olmasından kaynaklanmaktadır. PUR tutkallı dönüşümsüz ve nem kürlenmeli sertleşerek yapıştığı için iklimsel değişimden etkilenmediği ve PVAc'ye göre daha yüksek bir yapışma direncine sahip olduğu söylenebilir.

Eğilme direnci ve elastiklik modülü değişimi: İklim şartlarının eğilme direnci değerleri değişimine Doğu kayını ve Sarıçamda çok fazla etkisinin olmadığı görülürken, meşede sırasıyla 20/65, 40/35 ve 10/55 şartlarda bir artış olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeninin, meşe örneklerin rutubet geçirgenliğinin diğer odun türü örneklerle göre tülleşmeden dolayı daha düşük düzeyde olması ve başlangıçta kurutulmuş örnekler iklim şartlarındaki tekrar rutubet alma-verme sürecinde fazla bir değişmediğinden iyice rijitleşerek eğilme direncinin artmış olabileceği söylenebilir.

Elastiklik modülündeki değişimin az olmasının nedeninin, eğilme direncinde olduğu gibi önceden kurutulmuş olan ahşap malzeme iklim şartları arasında rutubet alış-veriş olayından fazla etkilenmeden, her üç malzemede de elastikliğin kendi içerisinde stabil hale geldiğinden kaynaklandığı söylenebilir.

Şok direnci ve basınç direnci değişimi: Her üç iklim şartında bekletilmiş Doğu kayınında şok direncinin en yüksek ve birbirlerine yakın değerlerde çıkmasının nedeni önceden fırın kuruluk düzeyine kadar kurutulup iklim şartlarında bekletme sürecinde tekraren düşük düzeyde rutubet alarak rutubetin selüloz ve lignini daha az etkilemesine bağlı olarak şok direncinde stabilite sağlamış olabileceğinden kaynaklandığı söylenebilir. Bu değişim kayına göre daha az geçirgen olan meşede fırın kurusundan sonra su alma kabiliyetinin iyice azalmasından dolayı şok direnci 20°C/%65 iklim şartından başlamak üzere 40°C/%35 ve 10°C/%50 iklim şartlarında artarak gelişmiştir. Sarıçamdaki yüksek su geçirgenlik kabiliyetinin ön kurutulmadan sonra da bir miktar devam etmesinden kaynaklanan nispi nemin yüksek olduğu 20°C/%65 iklim şartında şok direncinin düştüğü, kuru iklim şartı 40°C/%35'te çok yüksek çıktığı ve tekrar nispi nemin arttığı 10°C/%50 iklim şartında ise buna bağlı olarak düştüğü söylenebilir.

Kavelalı birleşme ve zıvanalı birleşme performansı değişimi: Kavela ve zıvana birleşmeli uygulamalarda diyagonal kuvvet performansının genelde tüm ahşap türlerinde 10°C/%50 iklim şartında bekletilmiş örneklerde yüksek çıkmasının nedeni, iklim şartının ardışık sıralamada en sonuncu olması ve örneklerin ön kurutulmadan sonra iç yapısal çalışma enerjisini iyice yitirerek çalışmayıp tutkal bağlarının sağlam kalmasından ve sağlam kalmış yapışma derzinin daha çok diyagonal kuvvet taşımasından kaynaklandığı söylenebilir.

Yapışma direnci değişimi: Her iki tutkal ile tutkallanmış tüm ahşap örneklerden 40°C/%35 iklim şartında bekletilmiş örneklerde yapışma direnci diğerinin diğer iki iklim şartında

beleştirilmiş örnekler göre daha düşük gerçekteşmesinin nedeni, bu iklim şartında iyice rutubet kaybetmiş (kurumuş) örneklerdeki iç gerilmeden dolayı çalışan ahşap bünye ile tutkal katmanının elastikliği aynı olmadığından (farklı elastiklikteki tutkal ve ahşap bünye) ve tutkal katmanının aşırı kurumasından dolayı iyice gevreklediğinden test sırasında daha düşük kuvvetler karşısında yapışma derzinde kopma meydana geldiği söylenebilir.

4.2 Öneriler

Kurutma ve iklimlendirme parametrelerinin ahşap malzeme ve ahşap konstrüksiyon uygulamalarına etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada elde edilen veriler doğrultusunda ahşap malzemeden sistem tasarımcıları ve uygulamacılara kısaca:

Ahşap malzeme kullanılmadan önce kurutulduğunda (suni yöntemle kurutulması tercih edilir) imalat sonrası kullanım ortamlarında içinde bulunduğu nispi nemden az etkilenip, düşük düzeyde rutubet dengesi kurarak bundan dolayı daha az çalıştığından ya da çalışmadığından ahşaptan geliştirilmiş endüstriyel ürünlerde deformasyonun azalması sağlanabilir (Şekil 8).

Endüstriyel üretimden önce kurutulmuş ahşap malzeme gerek depolanma süreçlerinde gerekse ürüne dönüşüp kullanım süreçlerinde farklı ardışık ortam ve iklim şartlarında beklediği sırada kurutma aşamasında azalmış olan higroskopik davranışından dolayı daha az çalışma, çarpılma vb. deformasyonlara uğradığı tespit edilmiştir.

Kurutulmuş ahşabın fiziksel özelliklerinin ve mekanik direnç değerlerinin ardışık iklim şartlarında çok büyük oranda stabilize kazandığı ve arttığı tespit edilmiştir. Bu nedenle, dış ortam şartlarında kullanılacak ahşap ürünlerin (park, bahçe, kent mobilyası, ahşap oyun parkı düzenlemeleri vb.) imalatı için kurutulmuş kereste önerilir.

Teşekkür

Bu makale, Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen 7827 ID numaralı, FCD-2022-7827 kodlu ve "Kurutma ve iklimlendirme parametrelerinin ahşap malzeme ve ahşap konstrüksiyon uygulamalarına etkilerinin araştırılması" adlı çok disiplinli araştırma projesinden üretilmiştir. BAP koordinasyon birimine teşekkürler arz olunur.

Kaynaklar

- Altunok M, Wetzig M, Niemz P., 2012, Verklebtes Thermoholz İm Feuchtraum Verwenden. Holz-Zentralblatt (20), 519-520.
- Altunok M At Al, 2013, Untersuchung Des Strukturellen Verhaltens Von Furnierschichtholz (LVL) Unter Verschiedenen Klimatischen Bedingungen. Holztechnologie 54.
- ASTM-D 1037, 1975, Standart Methods of Evaluating Properties Of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials, American National Standart.
- Berkel, A., Ağaç Malzeme Teknolojisi Kitabı, Kutulmuş Matbaası, 1970.

- Bekhta, P. And Niemz, P., Effect of high temperature on the change in color, dimensional stability and mechanical properties of spruce wood, Vol. 57, No. 5, 2003, Pp. 539-546. <https://doi.org/10.1515/HF.2003.080>
- DIN 53255 2017, Testing of wood adhesives and glued wood joints - Mechanical delamination tests by grooving and chopping.
- DIN EN 204, (2016), Classification of Thermoplastic Wood Adhesives for Non-Structural Applications.
- Görgün, H. V. ve Ünsal, Ö., 2023. Yapısal ahşap - rutubet ilişkisi. Bab Journal Of FSMVU Faculty of Architecture And Design. 4 (1), S. 53-63.
- Hering, S., Keunecke, D. & Niemz, P. 2012. Moisture-dependent orthotropic elasticity of beech wood. Wood Sci Technol, 46, 927-938.
- Kürelİ İ., Altunok M., 2020 Investigation of bonding performance of polyurethane (pur) based adhesives to different climate conditions, Politeknik Dergisi, 23(4), 407-412.
- Örs, Y., Kama Dişli Birleşmeli Masif Ağaç Malzemede Mekanik Özellikler, Yardımcı Ders Kitabı, K.T.Ü., Orman Fakültesi, S 29-34, Trabzon, 1987.
- Örs, Y., Keskin H., Ağaç Malzeme Bilgisi, Atlas yayınevi, s:58-59, 2001.
- Schnider T, Niemz P, Hurst A 2009, Verklebung Von Wärmebehandeltem Buchenholz. Zukunft HOLZ, Kapital 10.2: Kleber Und Bindemittel, S. 833-838.
- TS 2471, (1976). Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Rutubet Miktar Tayini, TSE, Ankara.
- TS 2472, 1976. Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Hacim Yoğunluk Değerinin Tayini, TSE, Ankara.
- TS 2477, (1976). Odunun çarpmada eğilme dayanımının tayini, TSE, Ankara.
- TS 2478, 1976. Odunun Statik Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini, TSE, Ankara.
- TS EN 2479, (2005). Odunun Statik Sertliğinin Tayini, TSE, Ankara.
- TS 2595, 1977. Wood-Determination of Ultimate Stress In Compression Parallel to Grain, TSE, Ankara.
- TS 3891, 1983. "Yapıştırıcılar-polivinil asetat esaslı emülsiyon (malzeme için)", TSE, Ankara.
- TS EN 1309-3, 2018. Yuvarlak ve Biçilmiş Yapacak Odun (Kereste)- Boyutları Ölçme Metodu- Bölüm 3: Özellikler ve Biyolojik Degradasyonlar, TSE, Ankara.
- TS EN 205, 2017. Yapıştırıcılar - Yapısal Olmayan Uygulamalar İçin Ahşap Yapıştırıcılar - Bindirmeyele Yapıştırılmış Eklerin Çekmeyle Kayma Mukavemetinin Tayini, TSE, Ankara.
- TS EN 310, 1999. Ahşap Esaslı Levhalar-Eğilme Dayanımı ve Eğilme Elastikiyet Modülünün Tayini, TSE, Ankara
- TS EN 320, 2011. Yonga Levhalar ve Lif Levhalar-Vida Tutma Mukavemetinin Tayini, TSE, Ankara.
- TS EN 325, 2012. Ahşap Esaslı Levhalar - Deneysel Parça Boyutlarının Tayini, TSE, Ankara.
- TS EN 391, 2006. Tutkallanmış Lâmine Kereste – Tutkal Hatlarından Tabakaların Ayrılması Deneyi, TSE, Ankara.
- URL-1.<http://www.apeltutkal.com/Betakimya.com.Tr/>. (Retrieved: 28.01.2019).



Pazarı olmayan orman ekosistem hizmetlerinin ekonomik değerinin belirlenmesi

Şeyma Yetiş Pehlivan

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Andırın Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, Orman Ürünleri Programı

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 15/03/2023

Kabul Tarihi :08/06/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1265836>

*Sorumlu Yazar:

seymayetis@ksu.edu.tr

ÖZ

Derleme Makale

Bu çalışmanın amacı, günümüzde önemi gittikçe artan pazarı olmayan orman ekosistem hizmetlerinin ekonomik değerinin belirlenmesinde en yaygın kullanılan kavramlardan inceleyerek, ormancılıkta sık kullanılan değer belirleme yöntemlerini açıklamaktır. Bu amaçla öncelikle, ekosistem ve ekosistem hizmetleri kavramından, daha sonra bu kavramlarla ilişkili değer, değer belirleme ve değer belirleme metotları irdelenmiştir. Ayrıca son yıllarda ülkemizde pazarı olmayan orman kaynaklarının ekonomik değerinin tahmininde en çok uygulamada yer bulmuş Seyahat Maliyeti Yöntemi, Koşullu Değer Belirleme Yöntemi, Hedonik Fiyatlandırma Yöntemi ve Seçim Deneyle Yöntemi'nden bahsedilmiştir. Ayrıca bu yöntemlerin uygulama aşamalarına değinilerek, yöntemlerdeki kısıtlayıcı faktörlerde ele alınmıştır. Bunun sonucunda orman kaynaklarının ürettiği pazarı olmayan ürün ve hizmetlerin ekonomik değerinin belirlenmesi, sürdürülebilir ve fonksiyonel orman kaynakları yönetimine yönelik etkin kararların alınmasında karşılaştırılabilir bilgiler sağlayacaktır. Son olarak pazarı olmayan orman ekosistem hizmetleri, kullanım amaçları ve yasal düzenlemelerle yeniden oluşturulmalı ve bu hizmetlerin ormancılık sektörüne gerçek katkısı ortaya koyulmaya çalışılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Ekosistem, değerleme metotları, orman kaynakları, ekonomik değer

Determining the economic value of non-market forest ecosystem services

ABSTRACT

The purpose of this study is to explain the valuation methodologies typically used in forestry by elaborating on the most often employed principles for assessing the economic value of forest ecosystem services, which are becoming increasingly essential. First, the notion of ecosystem and ecosystem services is discussed, followed by the value, valuation, and valuation methods associated with these concepts. In addition, the Travel Cost Method, the Contingent Value Determination Method, the Hedonic Pricing Method, and the Selection Experiments Method, which have found the most use in estimating the economic value of forest resources that do not have a market in our country, are discussed. Additionally, the application phases of these methods and their limitations are outlined. As a result, determining the economic value of non-marketable products and services produced by forest resources will provide comparable information in making effective decisions for sustainable and functional forest resources management. Lastly, forest ecosystem services that do not have a market should be reconstructed with their intended purpose and legal regulations, and the true value of these services to the forestry sector should be sought out.

Key Words: Ecosystem, valuation methods, forest resources, economic value

Bu makaleye atıf:

Yetiş Pehlivan, Ş., 2023. Pazarı Olmayan Orman Ekosistem Hizmetlerinin Ekonomik Değerinin Belirlenmesi, Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(1). 141-148.



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

1. Giriş

Dünya genelinde insan nüfusunun hızlı artışı ve buna bağlı olarak doğal ekosistemler üzerinde artan devlet yatırımları, yasa ve yasadışı faaliyetler çevre üzerinde de çok büyük bir baskı oluşturmaktadır. Ekosistemler üzerinde doğrudan etkisi olan bu baskı ve tehlikeler habitat kaybına sebep olmaktadır (Kılıç, 2019). Ayrıca küresel iklim değişikliği, nüfus artışı ve buna paralel olarak artan gıda ve enerji talebi, genişlemekte olan kentsel alanların varlığı ve diğer birçok faktör, dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de doğal kaynaklar ve biyolojik çeşitlilik açısından ciddi tehditler oluşturmaktadır. Ekosistem bozulmaları ve insan refahının azalması sonucunda, ekosistem hizmetlerinin geri dönüşü olmayan bir şekilde kaybedilmesine neden olabilmektedir. Bu sebeple insanoğlunun karşıya kaldığı bu büyük zorluklardan biri, belki de en önemlisi, doğal kaynakları, küresel nüfusun artan ihtiyaçları ile ekosistem sağlığının korunması açısından en iyi yönetme şeklinin ortaya çıkarılması olacaktır. 2000'li yılların başlarında Binyıl Ekosistem Değerlendirmesi kavramı ortaya çıkmış ve çeşitli bilim insanlarının dikkatini çekerek her geçen gün uluslararası gündemde giderek artan bir öneme kavuşmuştur (MEA, 2005).

Geçmişte orman kaynakları yalnızca odun hammaddesi sağlayan kaynaklar olarak değerlendirilirken, zamanla değişen ve gelişen ihtiyaçlar ve beklentiler sonucunda ormanlardan yararlanma biçimleri de farklılık göstermeye başlamıştır. Özellikle bu önemli farklılıklar 20. yüzyıldan itibaren gelişmiş ülkelerin orman kaynaklarına bakış açısında meydana gelmiştir. Orman kaynaklarına yönelik ulusal ve uluslararası ölçekte talepler hızlanmaya başlamış ve böylece orman kaynakları sadece odun hammaddesi sağlayan bir kaynak olarak görülmemiş; bununla birlikte, kaliteli ve nitelikli su sağlama, çevre koruma, biyolojik çeşitlilik sağlama, karbon üretme ve rekreasyon gibi ekolojik ve sosyokültürel hizmetlere de sahip birer kaynak olarak görülmeye çalışılmıştır. Bu duruma paralel olarak orman kaynaklarından çok yönlü yararlanma ve sürdürülebilirlik ilkesiyle faydalanma anlayışı gelişmeye başlamıştır (Türker, 2008; Demirci, 2017). Ormanların işlevlerinin belirlenmesi, sürdürülebilir orman yönetimi açısından oldukça önemlidir. Ayrıca ülkemizde yapılan planlamalara bakıldığında sosyal ve teknik açıdan sorunlar yaşamamak için bu işlevlerin birbiri içine girmesini engellemek ve ortamına uygun işlevlerin kullanılması gerekmektedir (Kırış ve Toprak 2007). Bu açıdan ormanlar, yalnızca odun hammaddesi olarak düşünülmemiş; ekolojik işlevlerinin yanında, sosyal ve ekonomik işlevleri açısından da değerlendirilmektedir (Özkazanç, 2022).

Orman kaynaklarının sunmuş olduğu pazarı olmayan ürün ve hizmetlerin çok önemli bir bölümünün piyasada değeri oluşmamaktadır. Bu amaçla ekonomik değerlerinin belirlenmesi için yapılacak çalışmalardan elde edilecek veriler, orman kaynakları yönetimine katkıda bulunabilecek çalışmalar olarak ortaya çıkmaktadır (Geray, 2000).

Bu çalışma ile ormanların sunmuş olduğu ekosistem hizmetlerinin ekonomik değerinin belirlenmesinde en yaygın kullanılan kavramlardan bahsedilerek, ormancılıkta sık kullanılan değer belirleme yöntemlerinden bahsedilecektir.

2. Ekosistem ve Ekosistem Hizmeti Kavramı

Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi (1992) ekosistemi; “*bitki, hayvan ve mikro-organizma toplulukları ile bunların cansız çevrelerinin işlevsel bir birim olarak karşılıklı etkileşen dinamik bir kompleksi*” olarak tanımlar. Diğer bir ifadeyle, bitki ve hayvanların ve içinde yaşadıkları peyzajın etkileşim halinde olduğu yerel bir ağıdır. Ayrıca ekosistemler, canlı yaşamı için önemli fayda, mekan, ürün ve hizmet sağlayan birimler olarak da ifade edilmektedir. Dünya üzerinde yaşayan bütün canlılar için önem teşkil eden ekosistem aslında yaşamın çeşitli sorunlarına çözüm önerileri getirmekle de bilinmektedir (WRI, 2002). Bu açıdan bakıldığında, insan ve doğa arasındaki ilişkinin temelini “fayda ve hizmet” kavramının oluşturduğu da görülebilmektedir. Bu doğal sürecin ayrılmaz bir parçası olan insan faktörü ise ekolojik sistemin sürdürülebilirliği konusundaki rolü olumsuz olmuştur (Uygur Erdoğan, 2020). Günümüzde karşılaştığımız insan faktörlü ormansızlaşma, kuraklık, çölleşme, erozyon ve biyolojik çeşitliliğin azalması gibi büyük ölçekli sorunlar antik çağlarda da görüldüğü gibi; günümüz modernleşme sürecinde de ekosistem üzerinde daha geri dönüşü olmayan değişimlere yol açacağı bilinmektedir (WRI, 2002). Bu sebeplerden dolayı, ekosistemde meydana gelen insan kaynaklı bozulmaların ancak çevre koruma bilincinin yaygınlaşması ile azaltılabileceği düşünülmektedir (Ehrlich, 1968).

Toplumların hayat sürecini etkileyen bu değişimlerle ilgili farkındalık olgusu 1960'lı ve 1970'li yıllarda doğal kaynaklar sorunsalı ve çevre kirliliği gibi temel farkındalıklar dikkate alınarak politikalarla geliştirilmeye çalışılmıştır (Braat and De Groot, 2012). 1970'lerin sonlarına uzanan ekosistem hizmeti kavramı, insanlığın doğrudan ve dolaylı olarak ekosistem fonksiyonlarından elde ettiği faydaların tümü olarak tanımlanmaktadır (Costanza et al., 1997). 1990'lara gelindiğinde ise ekosistem hizmetlerinin ekonomik değerlerini tahmin etmeye yönelik çalışmalar hızlı bir şekilde artış göstermiştir (Costanza and Daly, 1992; Wilson and Carpenter, 1999).

20. yüzyılın son çeyreğinde ise doğal kaynakların daha rasyonel ve sürdürülebilir kullanımına yönelik yapılan girişimler 21. yüzyıla girildiğinde de devam etmiş ve 2001 yılında Birleşmiş Milletler tarafından kurulan Binyıl Ekosistem Değerlendirmesi adlı program kapsamında konuyla ilgili detaylı çalışmalar başlatılarak 2005 yılında bir rapor yayınlanmıştır. Raporla ekosistemlerin değişimi ve insan sağlığıyla ilişkileri, ekosistemlerin sağladığı hizmetler ve sınıflandırması gibi konular yer almıştır (MEA, 2005). Bu raporun kilit sonuçlarından biri araştırmaya konu olan 24 ekosistem hizmetinden 15'inin küresel olarak bir düşünüş durumunda olduğu ve bunun gelecekteki insan refahı üzerinde nasıl olumsuz bir etkiye sahip olacağı düşüncesidir (MEA, 2003). Bu durumdan hareketle literatürde yaygın kullanılan ekosistem hizmetlerinin ne olduğunun ve nasıl sınıflandırılacaklarının açık bir şekilde açıklanması gerekmektedir.

2.1. Ekosistem hizmetlerinin sınıflandırılması

Binyıl Ekosistem Hizmetleri Değerlendirme Raporuna göre ekosistem hizmetleri 4 grup altında incelenmektedir (MEA, 2005) (Çizelge 1).

Çizelge 1. Ekosistem hizmetleri sınıflandırılması ve Hizmet çeşitleri (MEA (2003) ve MEA (2005)'ten yararlanılarak hazırlanmıştır)

Ekosistem Hizmetleri Sınıflandırılması	Hizmet Çeşitleri
Destekleyici Hizmetler	Oksijen üretimi, toprak oluşumu, besin zinciri vd.
Düzenleyici Hizmetler	Erozyon kontrolü, hava kalitesinin ve iklimin düzenlenmesi, tozlaşmanın düzenlenmesi vd.
Kültürel Hizmetler	Rekreasyon, eğitim, kültürel miras, estetik değerler vd.
Tedarik Hizmetleri	Gıda, su, biyolojik hammadde, genetik kaynaklar vd.

Ekosistem hizmetleri ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında yukarıda yer alan sınıflandırmalar ve bu amaca göre belirlenen sınıflandırmaları temel alan çeşitli araştırmalar bulunmaktadır (Casado-Arzuaga et al., 2014).

3. Değer, Değer Belirleme ve Değer Belirleme Metotları

Türk Dil Kurumu (2022)'na göre değer kavramı, “*bir varlığın para ile ölçülebilen karşılığı, bedel, paha, valör*” olarak tanımlanmıştır. Bekiroğlu (1998)'na göre bir varlığın değeri onun fayda ya da önem derecesini göstermektedir. Ekonomik değerler açısından bakıldığında ise Adam Smith tarafından “kullanım” ve “mücadele” değerleri şeklinde iki sınıflandırma yapılmıştır. Kullanım değeri nesnenin faydasını, mücadele değeri ise nesneye sahip olmak için satın alma gücünü ifade eder. Değer kavramının farklı sınıflandırmalar ekonomik değer oluşumunu da etkilemektedir (Geray, 1998; Kaya 2002). Ekonomik anlamda değer kavramının açıklanmasında fayda, emek ve kıtlık kavramları kullanılmıştır. Ayrıca değer; bir mal ya da hizmetin bir diğeri ile mübadelesi yapılırken, mübadeleyi yapan kişinin düşüncesi sonucunda ortaya çıkan bir niteliktir. Mücadele olmayınca yalnızca fayda bulunmakta, değer ise söz konusu olmamaktadır (Mehmet Cavid Bey, 1900). Günümüzde genel kabul görmüş bir değer teorisinden gerçek manada bahsetmek zordur. Ekonomi disiplininde değer teorileri farklı sınıflandırmalara tabi tutulmuştur.

“Değer belirleme” kavramı literatür incelendiğinde “kıymet takdiri” olarak da kullanılmakta İngilizce’de “valuation” sözcüğü ile ifade edilmektedir. Dilimizde ise, “paha biçmek”, “kıymet takdir etmek”, “bir malın ya da hizmetin değerini ya da derecesini hesaplamak” anlamlarında kullanılmaktadır. Değer belirlemede, kişisel olarak ilgilenilen, tanımlanmış bir mala veya hizmete, fayda ve kullanışlılığı göz önünde bulundurarak bir değer (kıymet) vermektir (Bekiroğlu, 1998; Deniz, 2012).

Masiero et al., (2019)'na göre değer belirlemenin amacı, insanların ekosistem süreçlerinden temin ettikleri faydalar konusundaki tercihlerini parasal olarak ölçmektir. Toplumsal talebin orman kaynaklarına olan ilgisi değer belirleme ihtiyacını da artırmıştır. Geçmişe bakıldığında orman kaynaklarının

ekonomik değeri yalnızca odun hammaddesi ve fiziksel ürünler olarak görülmesi aslında pazar ortamının bulunması ve mübadele yoluyla fiyatının oluşmasından kaynaklanmaktaydı. Fakat günümüz koşullarında ormanlardan odun hammaddesi üretimi dışında elde edilen faydaların değerini tahmin etmek mümkün hale gelmektedir (Emorton, 2003). Bu sebeple piyasada doğrudan alınıp satılmamasına rağmen insanlığın refahına olumlu katkılar sunabilen düzenleyici ve habitat fonksiyonları ile örtüşebilen, çevresel değerlere ait değerlere pazarlanamayan mal ve hizmetler denilmektedir (Deniz, 2012). Son yıllarda pazarda fiyatı bulunmayan orman ürün ve hizmetleri kapsamında toplumun ormandan beklentileri artmaktadır. Bu beklentilerin sürdürülebilir karşılığının sağlanabilmesi için etkin kaynak yönetimiyle birlikte ormanın ürettiği ürün ve hizmetlerin ekonomik değerinin bilinmesi çok büyük önem taşımaktadır (Deniz, 2012).

Doğrudan pazarlanabilen, kullanım değerine sahip olan, pazarda sabit bir fiyatı oluşabilen ürünler pazarı olan mal ve hizmetler olarak değerlendirilmektedir. Ormanlıkta pazarı olan orman ürünlerini; yakacak odun, tomruk, sanayi odunu gibi odun hammaddesi oluştururken, kök, yaprak, mantar, süs bitkileri gibi odun dışı orman ürünleri ile otlatma gibi diğer hizmetler oluşturmaktadır (Türker, 2008).

Ormanlıkta pazarı olan mal ve hizmetler değerlendirilirken yapılan bilimsel çalışmalara bakıldığında orman işletmesinin temel sermayesini arazi ve odun hammaddesi oluşturmaktadır. Orman arazisinin değerinin tayininde işlev gören unsurlardan biri olan ürünün pazar değerinin büyük bir çoğunluğunu arazi ve üzerindeki ağaç serveti oluşturmaktadır. Orman arazisinin gerçek değerini tahmin etmek kolay bir iş olmamakla beraber, bu amaca ulaşmak için kullanılacak belli başlı yöntemler Fırat (1971) tarafından; (i) Arazi Maliyet Değeri Yöntemi, (ii) Arazi Mücadele (Değişim) Değeri Yöntemi ve (iii) Arazi Hasıla Değeri Yöntemi olarak ifade edilmiştir.

Arazi maliyet değeri; orman toprağını orman yetiştirmeye elverişli duruma getirmek için yapılan tüm masraflara yani giderlere denilmektedir. Arazi mücadele (değişim) değeri; orman arazisinin değerini en iyi ifade eden, arazinin alım ve satım sonucunda pazarda ortaya çıkan değer yani serbest pazar ekonomisi içerisinde arazinin satış değeri olarak ifade edilmektedir. Son olarak arazi hasıla değeri yöntemi ise; ormanlıkta arazi değerini hesaplamada en çok tercih edilen yöntem olup, arazinin verim gücüne dayalı olan hesap şeklini oluşturmaktadır (Türker, 2008).

Orman işletmeciliğinde sabit sermayenin en önemli kısmını oluşturan bir faktör de ağaç serveti değerinin belirlenmesidir. Bu değer tayin edilmesinde kullanılan yaklaşımlar ise; (i) Kesim (Kullanış) Değeri, (ii) İstikbal (Bekleyiş) Değeri ve (iii) Maliyet Değeri şeklinde sıralanabilir (Fırat, 1971).

Kesim (kullanış) değeri; meşceredeki ağaç servetinin hasat edilmesi halinde pazardaki satış sonucunda elde edilecek safi değerdir yani ağaç servetinin dikili haldeki pazar değerini ifade etmek için kullanılmaktadır. İstikbal (bekleyiş) değeri; mevcut meşcerenin bugünden kesim yaşına kadar ve kesim yaşında elde edilmesi beklenen gelirle, yine o tarihe kadar gerçekleşecek giderlerin, değer tayin edildiği yıla indirgenmiş (iskonto edilmiş) miktarlarının karşılaştırılmasıyla bulunmaktadır. Bu değer orta yaşlı meşcerelerde hesaplanmaktadır. Maliyet değeri ise; var olan meşcerenin tesisi ve bakımı için yapılacak olan masrafların faizleriyle birlikte hesap günündeki tutarından

başlayıp, aynı zamana kadar alınan hasılların faizleriyle birlikte düşürülmesi suretiyle, elde edilen değere denilmektedir (Türker, 1992; Türker, 2008).

Pazarı olmayan orman mal ve hizmetlerinin değerlerini belirleme çalışmaları ise ormancılık ekonomisi biliminin uzun yıllar boyunca önemli uğraş alanlarından birini oluşturmaktadır. Dolaylı değer belirleme tekniklerinin ilki olan Üretim fonksiyonu yaklaşımı ekosistemin ekolojik fonksiyonlarının piyasa faaliyetlerine katkıları yoluyla tahmin etmek için kullanılan en bilinen fiyatlandırma yaklaşımlardan biridir. Yaklaşım istenen ve istenmeyen birçok çevresel ve ekonomik çıktıyı üretmek için birden çok çevresel girdiyi birleştirmede coğrafi birimlerin görelî etkinliğini karakterize eden bir bölgesel çevresel-ekonomik üretim fonksiyonu (REEPF) yaratır. İnsan refahını bir doğal kaynağın niteliğindeki veya miktarındaki ölçülebilir bir değişiklikle ilişkilendirme girişimini içerir (Maler, 1992). Bu yaklaşımı kullanmanın temel varsayımı, çevresel kalitedeki değişikliklerin pazarlanan ürünlerin miktarını ve kalitesini azaltabileceği veya artırabileceği şeklindedir. Ayrıca üretim fonksiyonu yaklaşımı, bir havzadaki ürün ve hizmetlerin değerlerinden para kazanmak için, çevresel girdi ile ortaya çıkan çıktı arasında bir ilişki kurar ve daha sonra çevresel girdiyi değerlendirmek için kullanılan çıktının mevcut piyasa fiyatlarını kullanır. Çevresel girdideki değişimin, ortaya çıkan çıktı ile ilgili mal üretimini değiştirdiği durumlarda, üretim fonksiyonu yöntemi, tüm üretim ayarlamalarını dikkate alarak değişimden önceki ve değişimden sonraki kâr arasındaki farkı ölçmektedir. Bu yaklaşım iki aşamalı bir adımdan oluşmaktadır. İlk adım, çevrenin ekonomik aktivite üzerindeki fiziksel etkileri belirlemesi oluşturmaktadır. İkinci adım, ekolojik fonksiyonun parasal değerini tahmin etmekten oluşmaktadır. Örneğin, sulama kanallarının siltasyonun maliyeti, suyun tarımsal faaliyetler açısından uygunluğunun azalması olarak ifade edilebilir (Aylward and Barbier, 1992). Filipinler'de bir kıyı bölgesi için alternatif kalkınma planlarının değerlendirmesini yapan Hodgson and Dixon (1988) yaptıkları çalışmada, kıyı kesimlerinin karasal ve deniz ekosistemleri ve dolayısıyla turizm ve deniz balıkçılığı üzerindeki ekolojik etkenlerin etkisini tahmin etmek için bir üretim fonksiyonu yaklaşımı kullanmıştır. Çalışmanın sonucunda mercan örtüsü, tür çeşitliliği ve balık biyokütlesi hakkındaki bilgiler kullanılarak regresyon analizi yoluyla tomrukçuluk nedeniyle artan sedimantasyondan kaynaklanan balık avında azalma tahmin edilmiştir.

Üretim fonksiyonu yaklaşımının diğer bir yaygın uygulaması, orman bozulmasının hidroelektrik enerji üretimi ve tatlı su temini üzerindeki etkisini değerlendirmektir. Aylward et al., (1999), Kosta Rika'daki Arenal havzasıyla ilgili bir vaka çalışmasında, yüksek arazilerdeki orman dönüşümünün hidrolojik etkilerini değerlendirmek için üretim fonksiyonu yaklaşımını kullanmışlardır. Briones (1986) tarafından yapılan bir çalışmada ise; Filipinler'de Aşağı Agno Nehri üzerine inşa edilecek çok amaçlı bir barajın su havzası yönetiminin hidroelektrik, sulama suyu ve taşkın kontrolü sağlamanın yanı sıra iyileştirilmiş su kalitesinin faydaları üzerine yapılmıştır. Çalışma, bir su havzası yönetim planının (ağaçlandırma, toprak erozyonu kontrolü ve orman korumayı içeren) tanıtılmasıyla, baraj rezervuarındaki maden atıklarının neden olduğu tortullaşma hasarının maliyetlerinin 30 milyon dolardan 14 milyon dolara düşürüldüğünü göstermektedir.

Dolaylı değer belirleme tekniklerinden bir diğeri ise, ilgili (benzer) mallar yaklaşımıdır. Bu yaklaşım temel amacı, piyasa değeri olmayan bir ürün veya hizmetin piyasada değeri olan ürün ve hizmetle ilişkilendirilmesi esasına dayanması oluşturmaktadır. Yani bu ilişki pazarlanan ürünün fiyatı hakkındaki bilgileri kullanarak, pazarlanmayan ürünün değerini ortaya çıkarmaktır. İlgili mallar yaklaşımı, üç benzer fiyatlandırma aracından oluşur: Takas değişimi yaklaşımı, Doğrudan ikame yaklaşımı ve Dolaylı ikame yaklaşımı şeklindedir (Lette and Boo, 2002).

Takas değişimi (değeri) yaklaşımı; resmi pazarda yaygın olarak ticareti yapılmayan birçok orman ürünü vardır. Örneğin; yabani meyveler, yapı malzemesi olarak kullanılan lifler, yabani mantarlar gibi bazı orman ürünleri ticari olmayan bir şekilde değişim yoluyla takas edilebilir. Eğer orman ürünüyle takas edilen ürün veya hizmet ticari pazarda satılıyorsa, piyasa değeri olmayan orman ürününün fiyatı, iki ürün veya hizmet arasındaki değiş tokuş sırasındaki mübadele ilişkisiyle ilişkilendirilebilir. Örneğin; lokal bir bitkinin tropikal ormanlardan toplandığı, yerel olarak tüketildiği ancak yerel pazarda satılmadığı bir durum düşünüldüğünde, bu malın doğrudan piyasa fiyatlarından değerlendirmek mümkün değildir. Ancak ağırlığı bilinen lokal bir bitkinin bir takas işlemiyle rutin olarak pazarda satılan bir ürünle yer değiştirdiği bilirse, pazarlanan malın piyasa fiyatı, pazarlanmayan malın değerini dolaylı olarak tahmin etmek için kullanılabilir (Bishop, 1999).

Doğrudan ikame yaklaşımı; doğrudan kullanılan orman ürünlerinin piyasada bir fiyatı yoksa bu durumda kullanımlarının değeri benzer malların piyasa fiyatına yaklaşık olarak tahmin edilebilir. Pazarlanan malın değerinin pazarlanmayan malın değerini ne ölçüde yansıttığı, büyük ölçüde iki mal arasındaki benzerlik veya ikame derecesine bağlıdır. Mallar tam ikame ise yani birbirinin yerini ne kadar iyi tutarlarsa ekonomik değerleri de o kadar yakın olmaktadır (Diamond and Hausman, 1994).

Dolaylı ikame yaklaşımı ise; doğrudan ikame yaklaşımına benzer olmakla birlikte ondan ayıran en büyük özelliği üretim fonksiyonu yaklaşımıyla doğrudan yerine geçme yaklaşımının birleşmesinden oluşmaktadır. Pazarlanmayan bir orman ürününün yakın ikamesi varsa, pazarlanmayan orman ürününün değerini ikame malın değerinden türetmek mümkün olabilmektedir. Ancak, ikame malın değeri doğrudan piyasadaki belirlenemezse, ikame malın girdi olarak kullanımındaki bir değişikliğin neden olduğu ekonomik çıktı değerindeki değişikliği analiz ederek bu değeri dolaylı olarak elde etmek mümkün olabilmektedir (Bishop, 1999).

Son olarak dolaylı değerlendirme tekniklerinden biri olan Maliyete dayalı değerlendirme yaklaşımıdır. Maliyete dayalı değerlendirme teknikleri, fiyatlandırılması yapılan çevresel ürün veya hizmetin sağladığı faydaların sürdürülmesini sağlayacak farklı önlemlerin maliyetlerini değerlendirir. Bu maliyet tahminleri daha sonra söz konusu piyasa dışı çevresel faydalar için vekil olarak kullanılmaktadır (Dixon et al., 1994). Maliyete dayalı değerlendirme yaklaşımı; fırsat maliyetine dayalı yaklaşımlar, orijinal fayda düzeyini yeniden üretmenin maliyetlerini inceleyerek çevresel değerleri ölçen yaklaşımlar (örneğin; değiştirme, restorasyon ve yeniden yerleştirme maliyet yöntemleri) ve çevresel bozulmayı önlemek için yapılan ön ödemeleri inceleyen önleyici harcama yaklaşımları olmak üzere üç temel yaklaşımdan oluşmaktadır (Bann, 2002).

Maliyete dayalı değerlendirme tekniklerinden ilki olan fırsat maliyetine dayalı yaklaşımlar; piyasa dışı faydaların değeri için kaba bir vekil olarak tahmini üretim maliyetlerini kullanmaktadır. Bu yaklaşımın temel mantığını, çevresel ürün ve hizmetlerin toplanıp hasat edilmesi işleminde harcanan zamanın işçi kullanılarak yapılan alternatiflerin karşılaştırılması olayına dayanmaktadır (Hodgson and Dixon, 1988).

Maliyete dayalı değerlendirme tekniklerinden bir diğeri ise, çevresel değerleri ölçen yaklaşımlardır. Bu yaklaşım daha çok alternatif değer biçilmeye çalışılan ürün veya hizmetin faydasını, onun yerine koyulabilecek bir başka ürün veya hizmetin sağlamış olduğu aynı faydanın maliyetini tahmin ederek ortaya koymaya çalışan bir yaklaşım şeklindedir (Turan, 2007).

Son maliyete dayalı değerlendirme yaklaşımlarından biri olan önleyici harcama yaklaşımları ise belirli bir alandan elde edilen faydaların seviyesinde azalmayı önleme maliyetlerini tahmin ederek çevresel mal ve hizmetlere bir değer vermektedir. Bu yaklaşım, ormanların dolaylı kullanım değerlerini değerlendirmek için yaygın kullanılan bir yöntem olmaktadır. Örneğin, toprak bozulmasını durdurmayı veya tersine çevirmeyi amaçlayan toprak koruma önlemleri için öngörülen harcamalar, ormanların doğal besin döngüsü ve su havzası koruma işlevleri tarafından üretilen faydaların kaba bir temsili olarak kullanılabilen bir yaklaşım olmaktadır. Kısaca önleyici harcama yaklaşımı, bir orman alanına yapılacak olan hizmette hasar meydana gelmeden önce önleme veya hafifletme maliyetlerine odaklanmaktadır (Browder et al., 1996).

3.1. Orman kaynaklarının ekonomik değerlerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler

Günümüzde pazarı olmayan orman kaynaklarının ekonomik değerinin tahmininde literatürde ve uygulamada sık kullanılan Seyahat Maliyet Yöntemi (SMY), Koşullu Değer Belirleme Yöntemi (KDBY), Hedonik Fiyatlandırma Yöntemi (HFY) ve Seçim Deneyleri Yöntemi (SDY)'nden bahsedilecektir.

3.1.1. Seyahat maliyet yöntemi (SMY)

Parayla alınıp satılabilen ürün ve hizmetlerin bulunmadığı durumlarda, genellikle piyasa fiyatı mekanizması dışında kalan, ürün ve hizmetin değerini belirlemeye yarayan bir yöntemdir. Rekreatyonele kullanım değerinin tahmin edilmesinde tercih edilen başlıca yöntemdir (Karasin, 2005). Yöntem ilk olarak Harold Hotelling'in ABD Milli Park Servisi'ne yazdığı bir mektupla çalışmalarda kullanılmasını önerdiği için 1949'dan bu yana kullanılmaktadır (Shogren, 2013). Bu yöntem belirli bir alana ziyaretçiler tarafından yapılan ziyaretin maliyetini veri olarak kullanarak, pazarı olmayan rekreatyonele kaynakların değerini ölçmeye yaramaktadır (Hackett, 2006).

Seyahat maliyet yöntemi (SMY), dört temel adımdan meydana gelmektedir. İlk olarak, rekreatyonele alanlarının sağlamış oldukları faydaların ekonomik olarak ölçülmesi aşaması olmaktadır. İkinci adım, yeni bir rekreatyonele alanın maliyetine karşı dışsallıklarının karşılaştırılması yapılarak ekonomik etkinliğinin bulunmasıdır. Yani alana yapılan ziyaretlerin sayısını ziyaret başına maliyetlerle ilişkilendirilmesidir. Üçüncü adım, çevre koşullarındaki bir değişikliğin ekonomik değerinin ölçülmesidir. Son olarak

dördüncü adım ise, farklı olanaklara sahip ancak benzer özellikler taşıyan rekreatyonele hizmetlerine sahip alanların ekonomik değerlerinin ölçülerek karşılaştırılması olmaktadır (Alkay ve Ocakçı, 2003).

1950'lerin sonlarında ABD'de seyahat maliyeti yönteminin ilk uygulamalarından bu yana, yöntem sürekli olarak geliştirilmiştir. Bu geliştirilmelere rağmen, belirli sınırlılıkları mevcuttur. İlk olarak seyahat süresi ve maliyeti ile ilgili verilerin tanımlanmasından kaynaklanan sorunlardır. İkincisi ziyaretçinin sosyo-ekonomik yapısını ortaya koyan verilerin tanımlanmasından kaynaklanan sorunlar olmaktadır. Üçüncüsü ziyareti gerçekleştirilen alanın rekreatif olanaklarının tanımlanmasından kaynaklanan sorunlar olmaktadır. Dördüncüsü ilk üç kısmı oluşturan ve tanımlanması gereken veriler kullanılarak ortaya konulan talep yapısının tanımlanmasından kaynaklanan sorunlardır. Son olarak ise ekonometrik nedenlere dayanan tahmin problemlerini oluşturmaktadır (Alkay ve Ocakçı, 2003).

3.1.2 Koşullu değer belirleme yöntemi (KDBY)

Koşullu değer belirleme yöntemi (KDBY), çeşitli ekosistem ve çevresel hizmet türlerinin ekonomik değerlerini değerlendirmek için kullanılan bir tekniktir. KDBY'de insanların belirli bir çevresel hizmet için ödeme yapma istekliliği dikkate alınır. İnsanların birçoğu hiçbir zaman gidemeyecek olsalar bile sulak alan, orman gibi çevresel değerlerin korunmasını, bu alanların iyileştirilmesini isterler ve bunun karşılığında da ödemeye hazır buldukları bir bedel bulunmaktadır. Ancak bu bedel, çoğunlukla bu malı doğrudan doğruya kullanmadıkları için fiyat olarak piyasa mekanizması içinde ortaya çıkmamaktadır. Ancak bu mal veya hizmetin varlığını sürdürmesi için ödemeyi kabul ettikleri bedel, piyasa fiyatı yerine geçebilmektedir (Sommer and Sohngen, 2006).

Koşullu değer belirleme yönteminin temel amacı, hem mal ve hizmetlerin miktarında ve kalitesinde meydana gelecek değişimlere karşı kişilerin ödeme isteklerini tahmin etmek, hem de ödeme isteği üzerinde etkisi bulunan değişkenleri tespit etmeye çalışmaktır (Haab and McConnell, 2002).

Koşullu değer belirleme yöntemi çalışmaları beş aşamada gerçekleştirilmektedir. Bu aşamalar sırasıyla; hipotetik pazarın kurulması, verilerin toplanması, ortalama ödeme istekliliği, ödeme eğilimi değer fonksiyonunun tahmin edilmesi ve son olarak toplam değer hesaplanması şeklinde olmaktadır (Hanley et al., 2007).

Metodun temelini değeri belirlenecek olan mal veya hizmetin koşullarındaki değişim hakkında kurumsal, fiziksel ve finansal tüm bilgilerin yer aldığı kuramsal senaryo ve buna dayalı olarak soruları içermektedir. Bu sorulara alınan cevaplar ise kaynağın niceliğine/ niteliğine bağlı olarak oluşturulacak değer doğrudan ölçülmesini sağlamaktadır (Kaya, 2002). Koşullu değer belirleme yöntemi pasif kullanım değeri olan veya kullanım değeri olmayan varlıkların da değerini ölçmek için kullanılan yöntemdir (Loomis and Helfand, 2003).

Koşullu değer belirleme çalışmasının avantajının yanında karşı karşıya olduğu problemler ise şu şekilde sıralanabilir. Birinci problem, gönüllü ödeme toplamlarının ekolojik varlıkların kaybının tazminini uygun bir şekilde yansıtmayacak olmasıdır. İkinci problem, "bütün-parça durumu" olarak değerlendirilmesinde yaşanan sorunlar olmaktadır. Üçüncü bir

problem, bu çalışmaların insanların fiili olarak ne yaptığına değil de ne söylediğine bağlı olmasıdır. Diğer bir problem ise çevrenin karmaşık ve birbirleriyle ilişki içinde olan özelliklerinin yoğunlaştırılarak, koşullu değerlendirme yöntemi gibi yöntemlerle hipotetik değer biçilmesi durumunda çevreye ilişkin birçok bilginin yok olmasıdır (Uzunyayla, 2017).

3.1.3 Hedonik fiyatlandırma yöntemi (HFY)

Biçimsel olarak hedonik fiyatlandırma yöntemi 1939 yılında A. Court tarafından oluşturulmuştur. Çevresel değer belirleme alanında kullanımı ise Sherwin Rosen tarafından 1974'te ortaya atılmış ve geliştirilmiştir (Triplett, 2006). Hedonik fiyatlandırma yöntemi aslında belirli bir malın fiyatını, malın sahip olduğu bütün özelliklerinin oluşturduğu değer toplamı olarak yorumlayan ve her bir özelliğin bütün değerlerini regresyon analizi kullanarak tahmin etmeye çalışan bir yöntemdir (Shimizu et al., 2010).

Hedonik fiyatlandırma yönteminin temelinde, fiyatı olan bir malın "nitelikler demeti" olarak kabul edilmesi ve bu niteliklerin bazılarının pazarda fiyatı olmadığı ancak örtük fiyatların olduğu görüşü yatmaktadır. Kişiler bazı malları, satın almak istedikleri farklı nitelikleri de taşıdığı için tercih etmektedir. Bu niteliklerin içinde kendi başına bir fiyatı olmayan bazı mal ve hizmetler de bulunmaktadır ve fiyatı olan mal ve hizmetler üzerinde de etki yaratmaktadır. Bu şekilde pazarı olmayan mal ve hizmetlerin örtük fiyatlarının, fiyatın yerine geçen onu tamamlayan başka mal ve hizmetlerle birlikte alınıp satılmaktadır. Böylece fiyatı olan veya olmayan mallar üzerinde bir ikili ilişki kurularak, fiyatı olmayan mal ve hizmetler için bir değer tahmini yapılabilmektedir (Kaya, 2002).

HFY'nin belirli dezavantajları da mevcuttur. Bunları şu şekilde sıralayacak olursak; öncelikle model tam etkin bir mal piyasası üzerine kurulduğu için alt piyasalarda fiyatlar değişikçe tüketicinin yanlış seçeneklere yönelmemesi için piyasa hakkında tam bilgili olması gerekmektedir. İkincisi, verilerin yüksek sayıda olması, bunların matematiksel işlemleri ve verilerin girilmesinde hem zaman alıcılık hem de maliyetli olması diğer bir kısıtlılığı oluşturmaktadır. Üçüncüsü, değişkenlerin seçiminde malın özellikleri, piyasa iyi bir şekilde araştırılmalıdır. Aksi takdirde gerekli olan bir değişken ihmal edilirse tanımlama hatasıyla karşılaşılabilir. Son olarak ise mikro veri bankalarının yeterli olmaması sebebiyle verilere ulaşmada sıkıntı yaşanabilmektedir (Damador, 1995). Hedonik fiyatlandırma yöntemi (HFY)'nin kullanıldığı çalışmalara bakıldığında ise ormanlık alanların, milli parkların, kentsel yeşil alanların konut fiyatları üzerindeki etkileri ekonomik çerçeveden tahmin edilmeye çalışılmaktadır. Çalışmalarda çeşitli modeller kullanılarak bu modellerin komşuluk, manzara, konutun yapısal özellikleri ve ulaşılabilirlik gibi değişkenler ön plana çıkmaktadır (Küçükbekir, 2021).

3.1.4. Seçim deneyleri yöntemi (SDY)

Son yıllarda belirtilen tercih yöntemlerinin içerisinde çok sık kullanılan bir yöntem olan SDY, pazarı olmayan ürün ya da hizmetlerin değerini belirlemede kişisel seçim cevaplarını, tahmini parametrelere dönüştüren bir değer belirleme yöntemi olarak kullanılmaktadır. İlk olarak 1970'li yıllarda tüketici seçimlerini analiz etmek ve pazarlama araştırması yapmak

amaçlı kullanılan bir yöntem olmuştur. Daha sonra çeşitli yıllarda çevre ekonomisi, ormancılık ekonomisi alanında sıklıkla kullanılmıştır (Rolfe et al., 2000).

Kişilerin bir senaryoya göre seçim yapması ve doğal kaynakların hem aktif hem de pasif kullanım değerlerinin hesaplanması açısından Koşullu değer belirleme yönteminin kullanımıyla sık sık karıştırılmaktadır. Her iki yönteminde ankete dayalı olması ve uygulamalarının benzerlik taşıması nedeniyle birbirlerine benzemektedirler. Aralarındaki fark ise veri analizlerinin farklı olması ve değer belirleme sorularının farklılık göstermesi oluşturmaktadır (King et al., 2000).

SDY, çevresel bir kaynağın bir bütün şeklinde kazanım ya da kaybindan çok, yönetim alternatiflerinin nitelik aşamalarındaki marjinal değişimleri ortaya koymakla ilgilenmektedir. Ayrıca yöntem, çevresel faydaların marjinal değerlerini bir bütün olarak değerlendirme olanağı ile kaynak yöneticilerinin yönetim alternatiflerinin refah etkileriyle de ilgilenmektedir. Bu durum ise kaynakların yönetim planlarının oluşturulması açısından önem teşkil etmektedir (Othman et al., 2004).

SDY'nde deneklerden nitelikleri tanımlanan durumlar arasından seçim yapmalarını istenmektedir. Böylelikle deneklerin senaryonun nitelikleri üzerindeki tercihleri anlaşılmasına çalışılmaktadır (Adamowicz et al., 1998). Seçim deneyleri yönteminin uygulamada sahip olduğu belirli kısıtlılıkları da mevcuttur. Bunları şu şekilde sıralayacak olursak; bazı deneklerin seçenekler arasında tercih yapmakta zorlanması olabilmektedir. İkincisi, istatistiksel analizlerde çeşitli yanılgılar ortaya çıkabilmektedir. Üçüncüsü, çok fazla sayıda seçenek oluşturulduğunda, deneklerin seçimleri mantıksız olabildiği gibi yapılan çalışmaya ilgi de azalabilmektedir. Dördüncüsü, SDY ödeme eğilimlerinin belirlenmesi için daha karmaşık istatistiksel analiz tekniklerine gereksinim duymaktadır. Son olarak değer belirleme sonuçları kuramsal senaryolara dayalı olduğu için araştırmanın tasarımı yanlış oluşturulursa hatalı sonuçlara ulaşma ihtimali yüksek olmaktadır (Hanley et al., 2001).

4. Sonuç

Her bilim dalının uğraş alanını oluşturan esas bir kavram vardır. Bu kavram o bilim dalının temelini oluşturmaktadır. Ekonomi biliminin temelinde de kıt kaynakların sınırsız gereksinimleri karşılaması ve bireyin, toplumun en üst düzeye çıkaracak kaynak dağılımının oluşmasına katkı sunmak yatmaktadır. Çevre sorunlarının temelinde ise bu doğal kaynakların sınırsız olduğunu oluşturan yanlış algı ve bu yargının yanlışlığı anlaşıldıktan sonra ortaya çıkan olgular ekosistem hizmetinin çökmesine, kendi kendini yenileme yeteneğini kaybetmesine neden olacağını söylemek mümkündür (Özdemir, 2006).

Ülkemizde pazarı olmayan orman ürün ve hizmetlerinin değerinin tahmin edilmesi konusunda yaşanan sorunlar göz önüne alındığında, bu çalışma ormancılıkta ekonomik değer belirleme de kullanılan yöntemler açısından kavramsal bir çerçeve oluşturmaktadır. Değer belirleme yöntemleri, önemli bir kaynak teşkil eden ormanların sunmuş olduğu fakat pazarda değeri belirlenemeyen mal ve hizmetlerin değerlendirilmesinde kullanım alanı bulmaktadır (Ayhan ve Erkan, 2021).

Orman kaynaklarının sağlamış olduğu ürün ve hizmetlerde seçilen değerlendirme yöntemleri ile değerinin belirlenmesi

yöneticilerin daha rasyonel kararlar almasına katkı sağlayarak, ülkenin ekonomisine de katkıda bulunacaktır. Türkiye’de bu alanda yapılan çalışmalar yetersiz kalmaktadır. Ormanların ürettiği pazarı olmayan ürün ve hizmetlerin ekonomik değerinin belirlenmesi için yapılan değer belirleme çalışmaları etkin kaynak yönetimde önemli bir veri oluşturmaktadır (Deniz, 2020). Ayrıca ekonomik büyüme kavramının Gayri Safi Milli Hasıla (GSMH) artışı ile ölçüldüğü de bilinmektedir. Orman kaynaklarının korunması ve sürdürülebilirliği için katlanılan maliyet GSMH’den ayrı tutulamayacağı da bir gerçektir. Ülkemizde son yıllarda GSMH hesaplaması yapılırken tarım, ormancılık ve balıkçılık sektörleri için ortak değerlendirme yapıldığından ormancılık sektörünün tek başına GSMH’ya katkısını belirleyebilmek güçtür. Ayrıca GSMH hesaplarında sadece piyasası (pazarı) olan odun ve odun dışı ürün ve hizmetleri dikkate alarak GSMH hesaplaması yapılmaktadır. Pazarı olmayan ekosistem hizmetlerinin dikkate alınmadığı ormancılık sektörünün GSMH’ya olan katkısının %2 dolaylarında olduğu ifade edilmektedir (Daşdemir, 2015). Oysaki yine orman ekosistemlerinin ürettiği ancak parayla ölçülemeyen, pazarı olmayan hizmetlerin de bilançoaya dahil edilmesi durumunda ormancılık sektörünün GSMH’daki payının çok daha artacağı söylenebilir. Ayrıca gelecek nesiller tarafından da kullanılmasını sağlamak için bu orman ekosistem hizmetlerinin ekonomik değerinin belirlenmesi ve yasal düzenlemelere eklenmesi orman kaynaklarının planlaması açısından önem kazanacaktır.

Kaynaklar

- Adamowicz, W., Boxall, P., Williams, M., Louviere, J., 1998. Stated preference approaches for measuring passive use values: Choice experiments and contingent valuation. *American Journal of Agricultural Economics*, 80(1), 64-75.
- Alkay, E., Ocakçı, M., 2003. Kentsel yeşil alanların ekonomik değerinin ölçülmesinde kullanılabilecek yöntemlerin irdelenmesi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Dergisi*, 2(1), 60-68.
- Ayhan, E., Erkan, N., 2021. Pazarı olmayan mal ve hizmetlerin ekonomik değerini belirleme yöntemleri ve ormancılıkta kullanımı. *Ağaç ve Orman*, 2(2), 72-81.
- Aylward, B., Barbier, E., 1992. What is Biodiversity Worth to a Developing Country? Capturing the Pharmaceutical Value of Species Information. London Environmental Economics Centre Discussion Paper. International Institute for Environment and Development, London, pp. 3-33.
- Aylward, B., Echeverría, J., Allen, K., Mejías, R., I.T. Porras. 1999. Market and Policy Incentives for Livestock Production and Watershed Protection in Arenal, Costa Rica. CREED Working Paper no. 25, pp. 1-79.
- Bann, B. C. 2002. An overview of valuation techniques: Advantages and limitations, Special Report, ASEAN Centre for Biodiversity, 9 pages, Los Baños, Laguna.
- Bekiroğlu, S., 1998. Arazi ve orman değerinin saptanması konusunda araştırmalar (Ayvalık Örneği), Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Bishop, J.T., 1999. Valuing forests: A review of methods and applications in developing countries. International Institute for Environment and Development, London, 23-34.
- Braat, L.C., De Groot, R., 2012. The ecosystem services agenda: bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development, and public and private policy, *Ecosystem Services*, 1, 4-15.
- Briones, N.D., 1986. Estimating Erosion Costs: A Philippine Case Study in the Lower Agno River Watershed, in: Page, K.W., Easter, J.A., Dixon, Hufschmidt, M.A. (Eds.), *In Watershed Resources Management*, Boulder, CO: Westview Press, pp. 191-204.
- Browder, J.O., Matricardi, E.A.T., W.S. Abdala., 1996. “Is sustainable tropical timber production financially viable? A comparative analysis of mahogany silviculture among small farmers in the Brazilian Amazon” in *Ecological Economics* 16(2), 147-159.
- Casado-Arzuaga, I., Onaindia, M., Madariaga, I., Verburg, P.H., 2014. Mapping recreation and aesthetic value of ecosystems in the Bilbao Metropolitan Greenbelt (northern Spain) to support landscape planning, *Landscape Ecology*, 9, 1393-1405.
- Costanza R., Daly H.E., 1992. Natural capital and sustainable development, *Conservation Biology*, 6(1), 37-46.
- Costanza R., d’Arge, R., de Groot, R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O’Neill R.V., Paruelo J., Raskin R. G., Sutton P., van den Belt M., 1997. The value of the world’s ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253-260.
- Damador, G., 1995. *Basic Econometrics*, Oxford University Press, New York, pp. 379-611.
- Daşdemir, İ., 2015. *Ormancılık İşletme Ekonomisi*. Bartın Üniversitesi, Yayın No:10, 407 sayfa.
- Demirci, U., 2017. Orman kaynaklarının toplam ekonomik değerinin tahmini: Camili biyosfer rezerv alanı örneği. Doktora Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Artvin.
- Deniz, T., 2012. Erozyon kontrolü çalışmalarında değer analizi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Deniz, T., 2020. Ormancılıkta pazarı olmayan mal ve hizmetlerin değerlerinin belirlenmesi ile ilgili temel kavramlar. *Avrasya Terim Dergisi*, 8(3), 109-119.
- Diamond, P.A., Hausman, J.A., 1994. Contingent valuation: Is some number better than no number? *Journal of Economic Perspectives*, 4(8), 45-65.
- Dixon, J.A., Scura, L.F., Carpenter, R.A., Sherman, P.B., 1994. *Economic Analysis of Environmental Impacts*. Earthscan: London.
- Ehrlich, P.R. (1968). *The population bomb*, Rivercity press, New York, pp. 5-476.
- Emerton, L., 2003. Tropical forest valuation: Has it all been a futile exercise? Paper Submitted To The XII World Forestry Congress, Quebec City, Canada, pp. 207-215.
- Fırat, F., 1971. *Ormancılık İşletme İktisadı*, İ.Ü. Yayın No: 1541, O. F. Yayın No: 156, İstanbul, 336 sayfa.
- Geray, U., 1998. *Ekonomi*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Geray, U., 2000. Kamu malı niteliğinin önemi ve su yönetimi. *Sürdürülebilir Orman Kaynakları Yönetimi Sempozyumu*, Antalya. pp. 109-119.
- Haab, T.C., McConnell, K.E., 2002. *Valuing Environmental and Natural Resources. The Econometrics of Non-Market Valuation*, Cheltenham, Edward Elgar Publishing Limited, UK, pp. 1-318.

- Hackett, S.C., 2006. Environmental and Natural Resources Economics: Theory, Policy and the Sustainable Society (3rd ed.). M.E. Sharpe, Inc, New York.
- Hanley, N., Mourato, S., Wright, R.E., 2001. Choice modelling approaches: a superior alternative for environmental valuation?, *Journal of Economic Surveys*, 15(3), 435-459.
- Hanley, N., Shogren, J.F., White, B., 2007. Environmental Economics in Theory and Practice UK: Palgrave Macmillan, pp. 8-180.
- Hodgson, G., J. A. Dixon., 1988. Logging Versus Fisheries and Tourism in Palawan. Occasional Paper No.7, East West Environment and Policy Institute: Honolulu, 1-112.
- Karasin, L., 2005. The travel cost method: Background, summary, explanation and discussion, 47, 777-780.
- Kaya, G., 2002. Pazarı olmayan ürünler çerçevesinde orman kaynaklarının değerinin belirlenmesi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Kılıç, 2019. Ekosistem servislerinin değerlendirme yöntemleri kapsamında sulak alan servisleri değerlendirme yaklaşımları. Dönem Projesi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Kırış, R., Toprak, S., 2007. İklim değişiminde ormanların rolü. Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi, 379-384.
- King, D.M., Mazzotta, M., Markowitz, K.J., 2000. Ecosystem valuation. <http://www.ecosystemvaluation.org/> (Erişim Tarihi: 13.03.2022).
- Küçükbeğir, E., 2021. Hedonik fiyatlama yöntemiyle Uzungöl Tabiat Parkı'nın ekonomik değer tahmini. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Lette, H., Boo, H., 2002. Economic Valuation of Forests and Nature, National Reference Centre for Agriculture, Nature Management and Fisheries, Netherland, 24-69.
- Loomis, J., Helfand, G. 2003. Environmental Policy Analysis for Decision Making (The Economics of Non-Market Goods and Resources), USA: Kluwer Academic Publishers. pp. 8-344.
- Maler, K.G., 1992. Production Function Approach in Developing Countries. Vincent, J.R., Crawford, E.W., Hoehn, J.P. (Eds.), Valuing Environmental Benefits in Developing Countries, Michigan State University, East Lansing, Special report 29.
- Masiero, M., Pettenella, D., Boscolo, M., Kanti Barua, S., Animon, I., Matta, R., 2019. Valuing Forest Ecosystem Services: A Training Manual For Planners And Project Developers. Food and Agriculture Organization of The United Nations, pp. 1-184.
- MEA, 2003. Ecosystems and Human Well-Being: A Framework for Assessment. Island Press: Washington DC.
- MEA, 2005. Ecosystem and Human WellBeing: Synthesis. Island Press, Washington, DC.
- Mehmet Cavid Bey, 1900. İlm-i İktisad. Osmanlı Türkçesinden çeviren: Sema Alpun Çakmak, sadeleştiren: Orhan Çakmak), Liberte yayımları 48, Ankara.
- Othman, J., Bennett, J., Blamey, R., 2004. Environmental values and resource management options: A choice modelling experience in Malaysia, *Environment and Development Economics*, 9: 803-824.
- Özdemir, E., 2006. Çevre sorunlarının ekonomik niteliği bağlamında dışsallıkların ortadan kaldırılması (Orman kaynaklarının dışsal faydalarının içselleştirilmesi)Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Özkazanç, O., 2022. Orman kaynaklarının sunduğu ekosistem hizmetlerine ilişkin toplumsal bilinç düzeyinin araştırılması: Malatya ve Kahramanmaraş illeri örneği. Yüksek lisans tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş.
- Rolfe, J., Bennett, J., Louviere, J., 2000. Choice modelling and its potential application to tropical rainforest. *Preservation, Ecological Economics*, 35, 289-302.
- Shimizu, C., Takatsuji, H., Ono, H., nishimura, K.G., 2010. Structural and temporal changes in the housing market and hedonic housing price indices: A case of the previously owned condominium market In The Tokyo Metropolitan Area, *International Journal Of Housing Markets and Analysis*, 3(4), 351-368.
- Shogren, J.F., 2013. Encyclopedia of Energy, Natural Resource and Environmental Economics, Elsevier Science, pp. 2-213.
- Sommer, A., Sohngen, B., 2006. Pricing the Environment: An Introduction. Available online: <http://ohioline.osu.edu/ae-fact/0009.html> (accessed 17.05.2020).
- TDK, 2022. Türk Dil Kurumu Sözlükleri, <https://sozluk.gov.tr/> (erişim tarihi: 12.10.2022).
- Triplett, J. E., 2006. Handbook on Hedonic Indexes and Quality Adjustments in Price Indexes: Special Application to Information Technology Products, Paris: OECD Publishing, pp. 7-238.
- Turan, M., 2007. Fayda-Maliyet analizi kapsamında Kızılcahamam Soğuksu Milli Parkı incelemesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Türker, M.F., 1992. Maçka Devlet Orman İşletme Müdürlüğü ormanlarından odun hammaddesinin yakacak odun amacıyla tüketilmesinin sosyo-ekonomik analizi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Türker, M.F., 2008. Ormanlık İşletme Ekonomisi, I. Baskı, Derya Kitabevi, Trabzon. 255 sayfa.
- Uygur Erdoğan, B., 2020. Ekosistem hizmetleri kavramının havza ölçeğinde değerlendirilerek planlamaya entegrasyonu. *D.Ü Ormanlık Dergisi* 16(2),196-216.
- Uzunyayla, F. 2017. Ekosistem hizmetlerinin parasal değerini belirleme yöntem ve tartışmalarına ilişkin bir inceleme. *Ekonomik Yaklaşım*, 28(105): 19-61.
- Uzunyayla, F., 2018. An examination of the methods and discussions on estimation of monetary value of ecosystem services. *Ekonomik Yaklaşım*, 28(105), 19-19.
- Wilson, M.A., Carpenter, C.R., 1999. Economic valuation of freshwater ecosystem services in the US. *Ecological Applications*, 9,772-783.
- WRI, 2002. World Resources 2000-2001: People and Ecosystems: Fraying web of life, 10 G St., NE, Washington, pp. 8-375.



Polonya/Türkiye ormanları ve ormancılığının kapsam ve uygulama açısından karşılaştırılması

Selda Gedik^{1*}, Özden Görücü², Sultan Bekiroğlu Öztürk³, Ömer Eker², Yıldız Güneş⁴

¹ Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Koyulhisar Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, Sivas

² Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

³ İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği, İstanbul

⁴ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Kahramanmaraş

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 21/03/2023

Kabul Tarihi: 01/06/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1268519>

* Sorumlu yazar:

sgedik@cumhuriyet.edu.tr

ÖZ

Derleme Makale

Bu çalışmanın amacı, birbirinden farklı kültürel, tarihi, sosyoekonomik ve coğrafik yapıya sahip olan Türkiye ve Polonya orman varlığı ve ormancılık uygulamalarını karşılaştırmalı olarak incelemektir. Böylece farklı ülkelerin deneyimlerinden yararlanarak, küresel ölçekte ormancılık uygulamalarının avantajlı yönlerinin artırılması, dezavantajlı yönlerinin ise azaltılmasına yönelik öneriler geliştirilmiştir. Ormancılık

uygulamalarının karşılaştırılmasında orman varlığı, ağaç türleri, orman kaynaklarının yönetimi, ormancılığın tarihi gelişimi, orman mülkiyeti, mevzuatı, orman sektörünün ülke ekonomisindeki yeri, istihdam olanakları, doğa koruma ve milli parklar, orman sertifikasyonu vb. konularındaki özellikler dikkate alınmıştır. Çalışma; betimleyici araştırma niteliği taşımaktadır. Araştırma sonucunda Türkiye ve Polonya'daki ormancılık uygulamalarından ormancılık istihdam olanakları, doğa koruma ve milli parkların sayısı, sertifikalı orman alanı miktarı, avcılık ve orman alanı miktarı yönünden farklılıklar olduğu görülmüştür. Türkiye'nin sertifikalı orman ürünü ve orman kaynaklarını artırması gerekmektedir. Ormanlar ve ormancılığın değerinin topluma kazandırılması için orman içinde eğitim kurumları sayısının artırılmasına ihtiyaç vardır. Bu sayede orman yangınlarının sayısının da azaltılacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Orman, ormancılık, orman kaynakları, orman yönetimi, Polonya, Türkiye

Poland/Turkey forests and comparison of forestry within content and application

ABSTRACT

The purpose of this study is to compare scientifically forest existing and forestry practices in Turkey and Poland which have different cultural, historical, socio-economic and geographical features. Thus, it was developed suggestions for increasing the positive aspects of the forestry practices and for reducing the negative aspects of the forestry practices on a global scale by using from the experiences of different countries. There are some features used in the evaluation of the forestry practices. These include the forest existing, tree species in the forests, the management of the forest resources, the historical development of the forestry, the forest ownership, the written law, and position in the economy of the country, employment opportunities, the nature protection and the national parks, the forest certification. This study was a descriptive research. As a result of the research, it shows differences that the forestry employment opportunities, the nature protection and the number of the national parks, quantity of the certified forest area, the hunting and quantity of the total forest area. Turkey needs to increase its certificated forest products and product resources. In Turkey, it needs to be increasing the number of educational institutes in the forest to create the awareness of the forestry and forests. Thus, it is considered that the number of forest fires may be decreased.

Key Words: Forest, forestry, forest resources, forest management, Poland, Türkiye

Bu makaleye atf:

Gedik, S., Görücü, Ö., Öztürk Bekiroğlu, S., Eker, Ö., Güneş, Y., 2023. Polonya/Türkiye ormanları ve ormancılığının kapsam ve uygulama açısından karşılaştırılması. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(1), 149-170.



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

1. Giriş

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'ne (The Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO)) göre ormanlar 0,5 hektar (ha) dan fazla ve 5 m'den yüksek ağaçların %10'dan fazla olarak ağaç örtüsü şeklinde bulunduğu, tarımsal veya kentsel arazi kullanımında olmayan araziler olarak tanımlanmaktadır (Eurostat, 2020). Ormanlık; ormanların sunduğu ürün ve hizmetlerden yararlanarak, yenilerinin oluşumunu sağlayıp, belirli amaçları gerçekleştirmeye yarayan orman ekosisteminde yapılan iş ve işlemleri ifade etmektedir. Yapılan işlerin temel ilkesi ormanın devamlılığını sağlamaktır. Ormanlık çalışmaları ekonomik, biyolojik, teknik ve sosyal yönlerden belirli nitelikler taşımaktadır (Çağlar, 2012).

Ormanlar çok fonksiyonlu yararlanmayı amaçlayan başta endüstriyel ve yakacak odun üretimini sağlayan doğal kaynakları oluşturmaktadır. Ormanlar, sosyal anlamda; fiziksel ve zihinsel sağlığın düzenlenmesini, rekreasyonel alanlar oluşturmayı, ekonomik anlamda; toplumun ihtiyaçlarını karşılayacak odun ve odun dışı ürünlerini üretmeyi, ekolojik anlamda da; flora ve fauna için biyotop oluşturmayı ve biyoçeşitliliği barındırma vb. açılardan önemli kaynaklardır (Tyrväinen et al., 2005).

Toplumun orman kaynaklarından beklentileri çok yönlüdür. Toplum ormanları; ağaç ve yeşillik, temiz hava kaynağı, biyolojik çeşitliliğin korunmasını sağlayan bir ekosistem olarak görmektedir (Birben ve ark., 2018). Sürdürülebilir orman yönetimi ve kaynakların rasyonel bir şekilde yönetilmesi ve işletilmesi ile ormanlardan çok yönlü yararlanılması, (ekonomik, ekolojik, sosyal ve kültürel) ve bu şekilde tüm ihtiyaçların karşılanması mümkündür (Karaltı, 2001).

Toplumun ve devletin, ormanlardan ekonomik olarak çok çeşitli beklentileri bulunmaktadır. Ormanlardan istenilen odun ve oduna dayalı ürünlere talep başta gelmektedir. Oduna dayalı ürünlerin temel ihtiyaçlardan olması ve sağlıklı bir materyal olması bu ürünlere olan ilginin artmasını sağlamaktadır (Erdönmez ve ark., 2010). Ayrıca ormanların ekonomik katkısı yanında orman ekosistemlerinin topluma sunduğu hizmetlerin değeri son yıllarda daha da önemli hale gelmiştir. Bu kapsamda orman ekosistemlerinin sağladığı hizmetlerden biri, küresel ısınmanın etkisini azaltmak üzere atmosferdeki karbondioksitin tutulmasını sağlamaktır. Ormanlar atmosferdeki karbondioksiti özümser ve oksijen üretimini sağlayarak, karbon havuzları/yutakları adı verilen, canlı ve ölü ağaçları, çalılırları ve diğer bitkileri, kökleri, orman zeminini ve toprakları içeren farklı depolarda depolarlar (Kahyaoglu ve ark., 2019). Ormanlar ayrıca temiz su kaynaklarını barındıran ve oluşturan ekosistemlerdir. Bu bağlamda orman ekosistemleri, su üretimi, su kaynaklarını koruma ve su kalitesini artırma açısından da değerli bir kaynaktır. Gelecekte ülkeler arası savaşlara neden olacağı kabul edilen kıt kaynaklar arasında görülen suyun sürdürülebilir temini için ormanlar kıymetli doğal kaynaklardır (Görücü ve ark., 2021). Araştırmalar, köylerden kentlere olan yoğun göç olgusu, dünya nüfusunun ve insan ihtiyaçlarının hızla büyümesi ve daha fazla yerleşim alanlarına ihtiyaç duyulması gibi nedenlerle, ormanlar üzerindeki baskının giderek arttığını göstermektedir. Çünkü bireylerin çığ gibi büyüyen ihtiyaçlarını karşılayabilmek için daha fazla konut, endüstri, tarım ve otlama alanlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu artan arazi ihtiyacı ise orman arazilerinden yararlanmayı zorunlu kılmaktadır. Bununla

birlikte planlı ormancılık çalışmaları ile biyolojik çeşitliliği korumak, yangın, sel, çığ gibi sorunları en aza indirmek, orman kaynaklarının kullanımını geleceğe uygun şekilde düzenlemek ve sürdürülebilir faydalanmayı sağlamak mümkündür (Sezer, 2020; Erdaş, 2008).

Polonya'da orman kaynaklarına olan yaklaşım tarihsel, sosyal ve ekonomik süreçlerin bir sonucu olarak önemli bir dönüşüm geçirmiştir. Ormanların yönetimi orman dengesinin korunması, sürdürülebilir kalkınma ve doğanın korunması prensiplerine dayanmaktadır. Orman varlığı önce %40'lardan %21'lere daha sonra da %29,7'ye yükselmiştir (Zajaczkowski et al., 2020). Türkiye'de de benzer şekilde cumhuriyetin ilanından sonra tespit edilen orman varlığı %6,4 iken günümüzde %29,6'lara çıkmaktadır (Gümüş, 2021). Türkiye'nin orman envanteri çalışmaları 1963 yılında başlamıştır. Orman varlığı ile ilgili veriler ortaya çıkarılmaya başlanmıştır (OGM, 2015). İki ülkenin de orman varlığı zaman içinde artış göstermiştir.

Polonya ova ve yaylalarında en sık görülen tür çam (*Pinus sylvestris*)'dir (TCSO, 2017). 40 ila 80 yaşları arasındaki orman meşcereleri en sık Polonya'da görülmektedir. Orman meşcerelerinin ortalama yaşı 60 tır. Yaş gittikçe artmakta olup 80 yaş ve üzeri büyük ağaçların varlığı çoğalmaktadır (LASYS, 2020).

Türkiye ormanlarının asli ağaç türlerinden yayılışı en fazla bulunan tür meşe (*Quercus*) dir (OGM, 2020a). Baskın ağaç türü bakımından farklılıklar bulunmaktadır. Fakat genel yayılış açısından benzer ağaç türleri görülmektedir. Polonya ormanlarının toplumun sosyal hizmetleri için ayrılmış %11'lik alan bu amaç için kullanılmaktadır. Bu açıdan ilk on ülke içinde yer almaktadır (FAO, 2020b). Türkiye'de ise sosyokültürel amaçlar için ayrılan orman oranı tüm orman alanının %9,2'lik kısmını oluşturmaktadır (OGM, 2020a). Sosyal amaçlar için orman alanı yüzdeleri oranı benzerlik göstermektedir.

Polonya'da avcılık, Polonya kültürünün kalıcı bir parçasıdır. Bu, ulusal sanata ve edebiyata da yansımıştır. Avcılık, kalıcı toplumsal ve ahlaki değerleri oluşturmuştur. Günümüzdeki avcılar bu değerleri geliştirmek ve zenginleştirmek için her türlü çabayı göstermektedir (LASYS, 2018).

Polonya ve Türkiye farklı kültürel, tarihi, sosyoekonomik ve coğrafik yapıya sahip ülkelerdir. Doğal olarak bu iki ülkenin orman varlığı ve ormancılık uygulamaları da birbirinden farklıdır. Bu çalışmada, insan yaşamını olumlu yönde etkileyen orman varlığı ve ormancılık uygulamaları Türkiye ve Polonya göz önüne alınarak karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmada; orman varlığı, ağaç türleri, orman kaynakları yönetimi, ormancılığın tarihi gelişimi, odun üretimi, orman yangınları, ormancılık mevzuatı ve orman mülkiyeti, orman sektörünün ülkeler ekonomisindeki yeri, sektörde istihdam olanakları, doğa koruma ve milli parklar, ormancılık sertifikasyonu, biyoçeşitlilik, odun dışı orman ürünleri, avcılık ve yaban hayatı, ormanlarda verilen faydalanma izinleri ve ormancılık eğitimi gibi konular değerlendirilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Çalışma alanı

Araştırma alanı Türkiye ve Polonya'dır. Resmi adları ile Türkiye Cumhuriyeti ve Polonya Cumhuriyeti, Dünya üzerinde

kuzey yarım kürede, doğu boylamları arasında ve Avrupa Kıtasında yer almaktadır.

Polonya, orta Avrupa'da 49°-54° 50' kuzey enlemleri ve 14° 08'-24° 09' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Bu ülke Avrupa'nın nüfus bakımından en kalabalık 5. ülkesidir Nüfusu 37.958,138 kişiden oluşmaktadır (URL-1). Alan bakımından Avrupa'nın dokuzuncu ülkesidir (312.696 km²). Bu ülkenin doğusunda Rusya, güneyinde Çekya, Batısında Almanya ve kuzeyinde Baltık Denizi bulunmaktadır (Şekil 1). Yaz ayları sıcak, kış ayları soğuk ve uzun olan bu ülkenin kuzeyinde ve doğusunda kış ayları serttir, ancak yaz ayları bol yağışlıdır. Polonya güney sınırlarını teşkil eden Karpat Dağları haricinde yükseltisi 300 m'nin altındaki ovalardan oluşmaktadır (ortalama yükselti 173 m) (Kozioł and Beza, 2020).

Türkiye coğrafi konum olarak 35°-42° kuzey enlemleri ile 25°-44° doğu boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 1). Türkiye anakara yüzölçümü 783.577 km²'dir, bu anakaraya göller ve adalar dâhil edilirse toplam yüzölçümü 814.578 km²'ye ulaşmaktadır. Türkiye'nin nüfusu 85.279,553 kişiden oluşmaktadır (TÜİK, 2023). Türkiye yüzölçümü bakımından dünyanın 37. ülkesidir. Türkiye üç tarafı denizlerle kaplı (Ege Denizi, Karadeniz ve Akdeniz) olmak üzere Suriye, Irak, İran, Gürcistan, Ermenistan, Yunanistan ve Bulgaristan ile komşudur. Türkiye coğrafyasının %50'sinden fazlası dağlarla kaplıdır. Bu nedenle ortalama yükselti 1.132 m'dir. Türkiye coğrafi olarak

Asya, Avrupa ve Afrika kıtalarının birbirine bağlandığı alanda yer almaktadır (Şekil 1) (Doğan ve Doğan, 2022).

Araştırma yapılan ülkelerde; Polonya'nın 9.483.000 milyon ha ve Türkiye'nin de 23.110.000 ha orman alanı bulunmaktadır (FAO, 2020a; OGM, 2021).

2.2 Yöntem

Bu çalışmada Türkiye ve Polonya orman kaynakları, ormancılık uygulamaları, ormancılık mevzuatı ve orman mülkiyeti konuları ilgili literatür ve arazi gezileri, gözlemlerden yararlanılarak karşılaştırılmıştır. Bu nedenle bu çalışma kapsam bakımından karşılaştırmalı araştırma niteliğindedir. Karşılaştırmalı araştırma, farklı ülkelerin veya kültürlerin belirli bir konu veya özellikler bakımından karşılaştırılmasını hedefleyen araştırmalardır. Bu araştırmalarda belli bir olgu veya sorun göz önüne alınarak, aralarında benzerlikler ve farklılıklar olan iki veya daha fazla örnek karşılaştırılmaktadır. Amaç, ele alınan konu veya olgunun daha iyi anlaşılmasını sağlamaktır. Betimleyici araştırmalarda hipotez test edilmediği için bulgulara nitel yöntemlerle ulaşılmaktadır (Böke, 2009). Bu çalışmada elde edilen veriler doküman analizi yönteminden yararlanılarak değerlendirilmiştir. Doküman analizi yönteminde araştırma konusuyla ilgili gözlem, görüşme ve dokümanlar sistemli bir şekilde analiz edilmektedir (Kıral, 2020).



Şekil 1. Türkiye ve Polonya coğrafi konumu (HGM, 2023).

3. Bulgular

Araştırma alanı Polonya ve Türkiye ormanlarıdır. Araştırma konusu ise bu ülkelerin ormancılık uygulamalarının ve ormanlarının genel durumu hakkında bilgi ve karşılaştırmasını oluşturmaktadır. Araştırma konu başlıklarına göre değerlendirmeler aşağıda verilmiştir.

3.1 Orman varlığı

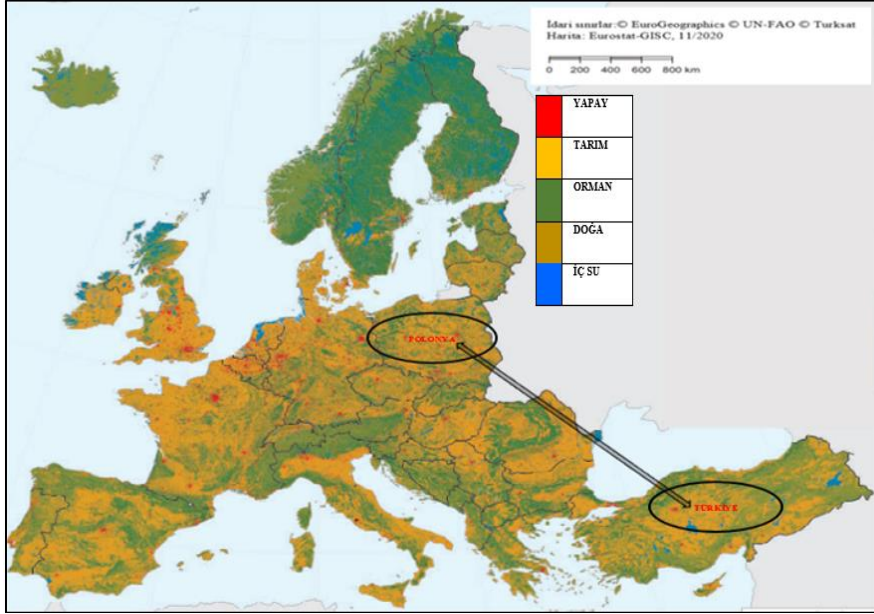
Avrupa, dünyanın orman zengini bölgelerinden biridir (European Commission, 2023). Avrupa Birliğindeki arazi örtüsü

türleri haritası (Şekil 2) de gösterilmiştir. Bu harita arazi örtü türü ile coğrafi özellikler (dağ vb.) arasındaki güçlü ilişkiyi ve tarım alanı daha düşük paya sahip olan ülkelerde orman alanlarının daha yüksek paya sahip olduğunu göstermektedir (Eurostat, 2020).

Orman alanı genişliği bakımından AB ülkelerinden İsveç, 30,3 milyon ha'lık alanla ilk sırada, İspanya'da 28 milyon ha alanla ikinci ve Finlandiya 23,2 milyon ha alanla üçüncü ülkedir. Polonya ise 9.483 milyon (ha) orman alanı ile dokuzuncu sırada yer almaktadır (Eurostat, 2020; FAO, 2020b). Polonya, orman alanı genişliği bakımından Avrupa'da ilk 10'a giren bir ülke olmasına rağmen kişi başına düşen orman alanı

(0,24 ha) bakımından sonlarda yer almaktadır (LAS, 2018; Zajac et al., 2014). Ayrıca Polonya ormanlarının büyük bir kısmı (8.889,000 ha) ağaçlandırma yoluyla elde edilmiştir ve bu

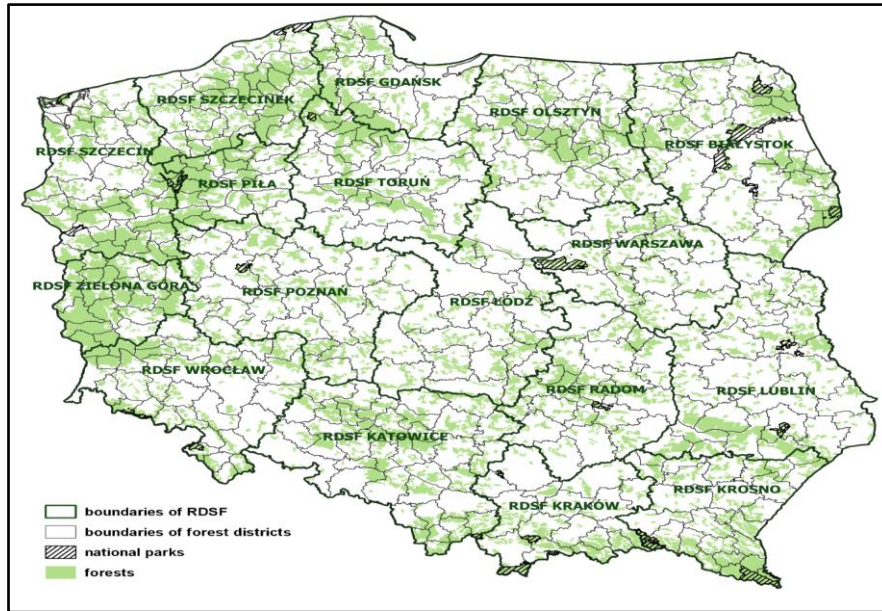
ormanlar piyasa değeri olan ve biyolojik üretim sağlayan bir doğal kaynak olarak görülmektedir. 2020 yılına ait Polonya orman varlığı haritası Şekil 3 de verilmiştir.



Şekil 2. Avrupa ülkeleri arazi örtüsü (Eurostat, 2020).

Türkiye'de orman alanı 23.110.000 ha ve kişi başına düşen orman alanı 0,27 ha'dır (OGM, 2021). Türkiye'de de ormanlar ekonomik değeri olan ve çok yönlü ürün sağlayan yenilenebilir doğal kaynak olarak kabul edilmektedir. 2020 yılına ait Türkiye orman varlığı haritası Şekil 4 de verilmiştir.

Polonya'daki ve Türkiye'deki orman varlığının; toplam alanı, ülke toprakları içindeki payı, kişi başına düşen miktarı ve yöneten kurum ile ilgili bilgiler Çizelge 1 de verilmiştir.



Şekil 3. Polonya orman varlığı haritası (Gołos and Hilszczański, 2020).



Şekil 7. Krakow/Polonya/Sarıçam ormanları (Foto. Gedik S.)



Şekil 8. Krakow/Polonya/Çam ormanı ve altındaki odun dışı orman ürünleri/ Yaban mersini (Foto. Gedik S.)

3.3 Orman kaynakları yönetimi

Polonya'daki ormanların % 82,13'ü devlet tarafından yönetildiği için insan yaşam kalitesini şekillendiren kamu malı olarak kabul edilmektedir (FAO, 2020a). Polonya devlet orman yönetim kurumu (The State Forests Holding Management) 90 yıldan daha eskidir. Kurum geleneksellik ile modernliği birleştirerek günümüze kadar faaliyet göstermiştir ve halen devam etmektedir. Polonya, 1918'de bağımsızlığını kazanmasından sonra, yeni orman idaresini oluşturmaya yönelik ilk kararlarını almıştır (LASYS, 2020). Polonya'da, devlete ait ormanların yönetiminden 6 Ekim 2020'de kurulmuş olan Çevre ve İklim Bakanlığı sorumludur. Çevre ve İklim Bakanlığının ormancılıkla ilgili birimleri; orman ve avcılık dairesi başkanlığı, doğa koruma başkanlığı, yenilenebilir enerji kaynakları dairesi başkanlığı, çevresel araçlar başkanlığı, atık yönetim başkanlığı birimleri yer almaktadır. Devlete ait ormanlar ulusal orman holdingi (UOH), devlete ait olmayan ormanların yönetimi ise

alanı 1945-2014 arası yıllarda %13'ten %28,2'nin üzerine çıkmıştır (LASYS, 2018).

Türkiye ormanlarının asli ağaç türlerinin yayılış oranı bakımından geniş yapraklılardan meşe (*Quercus*) (%29,42), iğne yapraklılardan kızılçam (*Pinus brutia*) (%22,74) ve karaçam (*Pinus nigra*) (%18,31) başta gelir. Türkiye'nin 2014 yılında karışık ormanı, toplam ağaç türü karışım durumunda %11 seviyelerinde iken 2020 yılı itibarıyla bu oran yükselerek %20'ye çıkmıştır (OGM, 2020a). Türkiye ormanlarında en fazla yayılış gösteren iğne yapraklı ağaç türleri; sarıçam (*Pinus sylvestris*), karaçam (*Pinus nigra*), kızılçam (*Pinus brutia*), ladin (*Picea*), sedir (*Cedrus*), en fazla yayılış gösteren geniş yapraklı ağaç türleri de; meşe (*Quercus*), doğu kayını (*Fagus orientalis*), dişbudak (*Fraxinus*), kestane (*Castanea*), gürgen (*Carpinus*) oluşturmaktadır (Başar ve ark., 2021; OGM, 2021).

ilçe valisi tarafından yürütülmektedir (Gołos and Hilszczański, 2020). Ormancılık, orman arazilerinin korunması ve avcılık alanlarında sorunların tespiti ve bunları çözmek için öneriler geliştirilmesi, hükümetin ormancılık ve tam yetkili temsilcisinin ana görevidir (MCE, 2021).

Polonya'da devlet ormanlarının yönetim modeli, üç kademeli bir yapıya dayanmaktadır. İlk kademede Çevre Bakanı tarafından atanan orman yönetim genel direktörü; yönetmelikler ve kararlar çıkararak organizasyonu yönetmektedir. İkinci olarak orman yönetimini sağlayan orman bölge müdürlükleridir. Görevleri, alt birimleri denetlemek ve faaliyetlerini koordine etmektir. Üçüncü olarak orman işletmeleridir.

Ormanın yönetimi orman amenajman planlarına göre yürütülmektedir. Orman bölge müdürü, işletme bölgesindeki ormanın durumundan sorumludur. Polonya'daki UOH (Ulusal Orman Holdingi) bünyesindeki 17 adet Orman Bölge Müdürlüğü, Białystok, Gdańsk, Katowice, Kraków, Krosno, Lublin, Łódź, Olsztyn, Piła, Poznań, Radom, Szczecin, Szczecinek, Toruń, Warsaw, Wrocław, Zielona Góra kentlerinde yer almaktadır. Orman bölgeleri orman birimlerine ayrılmıştır. Bu yapıya ilişkin ayrıca yardımcı işlevler, ulusal veya bölgesel düzeyde faaliyet gösteren ayrı bölümler tarafından yerine getirilmektedir. Bölge müdürlükleri bünyesinde 430 adet orman işletme müdürlüğü bulunmaktadır (LASYS, 2020). Çizelge 2 de devlet ormanları yönetim kurumu ve birimleri verilmiştir.

Günümüz Türkiye'sinde ormanların yönetimi T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından gerçekleştirilmektedir. Ormancılıkla ilgili birimler; merkez birimleri (Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü), bağlı ve ilgili kuruluşlar (Atatürk Orman Çiftliği Müdürlüğü, Orman Genel Müdürlüğü), taşra birimlerinden (Araştırma Kuruluşları, Bölge Müdürlükleri) oluşmaktadır (URL-2, 2023).

Tarım ve Orman Bakanlığı'nın bağlı kuruluşlarından OGM'nin görevleri arasında mevcut ormanları korumak, geliştirmek, sürdürülebilirliğini sağlamak, ormanları yangın, böcek gibi zararlılardan korumak, ağaçlandırma, erozyon kontrolü, çölleşme ile mücadele, orman kadastrosu ile ilgili işleri yapmak, özel ağaçlandırma, havza projeleri yapmak, biyolojik çeşitliliği korumak, üretilen orman ürünlerini yurt içinde ve yurt dışında pazarlanmasını sağlamak gibi birçok görevi bulunmaktadır (OGM, 2022b).

Çizelge 2: Devlet ormanların sürdürülebilir yönetimini sağlayan birimler (LASy, 2020; OGM, 2023).

Ülke	Bakanlık	Ulusal Ormanlık Holdingi	
		Taşra Birimleri	Merkez Birimleri
Polonya	İklim ve Çevre	Bölge Müdürlüğü (17 adet) İşletme Müdürlüğü (430 adet)	Yardımcı Birimler (7)
		Devlet Ormanları Bilgi Merkezi, Çevre Projeleri Koordinasyon Merkezi, Orman Gen Bankası, Orman Kültürü Merkezi, Orman Teknoloji Merkezi, Orman Yönetim Geliştirme ve Uygulama Merkezi, Orman Yönetimi Departmanı	
Türkiye	Tarım ve Orman	Orman Genel Müdürlüğü	
		Taşra Birimleri	Merkez Birimleri
		Orman Bölge Müdürlüğü (30 adet)	Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (12 adet)
Teftiş Kurulu, İç Denetim Birimi, Hukuk Müşavirliği, Ağaçlandırma, Destek Hizmetleri, Dış ilişkiler, Eğitim ve Araştırma, Ekosistem Hizmetleri, Fidanlık ve Tohum İşleri, Havacılık, İnşaat ve İkmal, İşletme ve Pazarlama, İzin ve İrtifak, Kadastro ve Mülkiyet, Orman İdaresi ve Planlama, Orman ve Köy İlişkileri, Orman Yangınlarıyla Mücadele, Orman Zararlılarıyla Mücadele, Personel, Silvikültür, Strateji Geliştirme, Toprak Muhafaza ve Havza Islahı Daire Başkanlıkları			

Tarım ve Orman Bakanlığı'nın merkezi kuruluşlarından Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü Türkiye'nin milli park, tabiat anıtı, tabiat koruma alanlarının belirlenmesi, korunması, yönetilmesi, geliştirilmesi işleriyle ilgili birimdir (Milli Parklar Kanunu, 1983). Av yönetimi, biyolojik çeşitlilik, doğa koruma, hassas alanlar, idari işler ve koordinasyon, milli parklar, yaban hayatı bağlı daire başkanlıklarıdır (URL-2, 2023). Türkiye'de ormanların tamamına yakını devlet tasarrufunda olup OGM tarafından idare edilmektedir. OGM bünyesinde 30 adet orman bölge müdürlüğü, Adana, Amasya, Ankara, Antalya, Artvin, Balıkesir, Bolu, Bursa, Çanakkale, Denizli, Elazığ, Erzurum, Eskişehir, Giresun, Hatay Isparta, İstanbul, İzmir, Kahramanmaraş, Kastamonu, Kayseri, Konya, Kütahya, Mersin, Muğla, Sakarya, Sinop, Şanlıurfa, Trabzon ve Zonguldak kentlerinde yer almakta ve bu bölge müdürlükleri bünyesinde 245 adet orman işletme müdürlüğü bulunmaktadır (OGM, 2023).

Özel mülkiyete ait orman alanı yaklaşık 30 bin ha'dır. Türkiye ormanları, en küçük işletme birimi olan orman işletme şefliği bazında, 10-20 yıllık dönüş süreleri ile hazırlanan orman amenajman planları ile işletilmektedir. Amenajman planlama çalışmaları sırasında; ormanlardaki örnek alanlarda alan, servet, artım, ağaç türü, verimlilik ve kapalılık durumlarını içeren envanter çalışmaları yapılmakta ve bu veriler sayısal ortamda değerlendirilerek amenajman planları hazırlanmaktadır (SOY K&G Raporu, 2019).

Polonya ve Türkiye'de devlete ait ormanların korunması, geliştirilmesi, sürdürülebilirliğinin sağlanması ve işletilmesi sorumluluğunu üstlenen UOH ve OGM'nin merkez ve taşra birimleri Çizelge 2 de verilmiştir. OGM'nin taşra teşkilatını; orman bölge müdürlükleri, orman işletme müdürlükleri ve orman işletme şeflikleri oluşmaktadır (OGM, 2020b). OGM'ye bağlı taşrada faaliyet gösteren 30 Orman Bölge Müdürlüğü, 12 Orman Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 245 Orman İşletme Müdürlüğü bulunmaktadır (Çizelge 2). Orman İşletme Müdürlüklerine bağlı 1416 Orman İşletme Şefliği bulunmaktadır (SOY K&G Raporu, 2019).

3.4 Orman varlığı ve ormancılığın tarihsel gelişimi

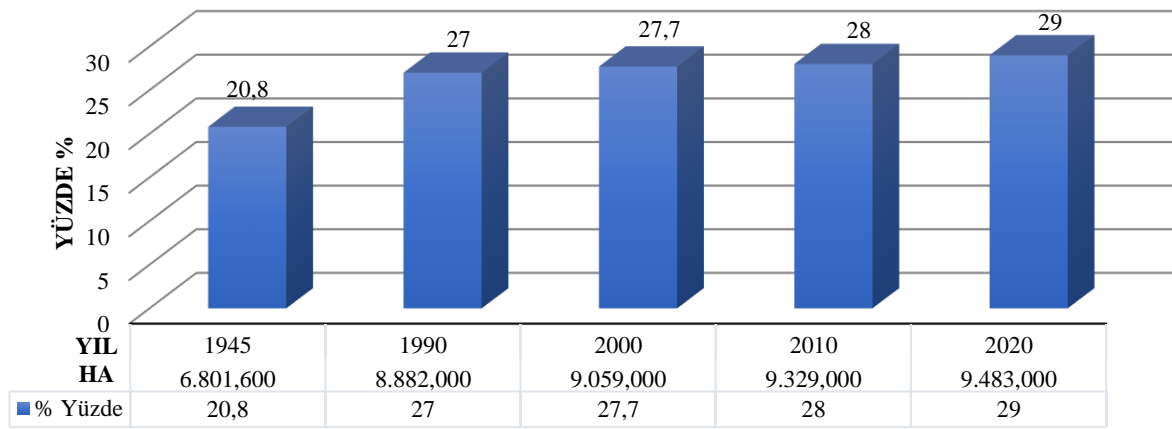
Polonya'da önce tarımın büyümesi ve oduna olan talebin artması sonucu orman varlığı azalmıştır. Öyle ki 1800'lü yılların sonlarında ülke topraklarının %40'ı kadar olan orman varlığı 1945 den %21'lere kadar düşmüştür. Ancak daha sonraları orman varlığı artış göstererek %29,6 seviyesine ulaşmıştır. Orman alanındaki bu artış, 1945-1970 yıllarında ağaçlandırma çalışmalarına hız verilmesi sonucunda gerçekleşmiştir (Zajączkowski et al., 2020). Ayrıca son 30 yılda Çevre, Doğal Kaynaklar ve Orman Bakanlığı'nın oluşturduğu 'Orman Örtüsünün Arttırılması Ulusal Programı' ile ağaçlandırmalara devam edilmiştir. Bu program, orman araştırma enstitüsü tarafından geliştirilmiş ve 23 Haziran 1995 tarihinde bakanlar kurulu tarafından uygulanması tavsiye edilmiştir. Bu programın temel amacı, ülke orman örtüsünün 2050 yılına kadar %33 düzeyine çıkartmaktır (LASy, 2020).

Şekil 9 da görüleceği üzere 1945-2020 yılları arasında Polonya'da orman varlığı %8,2 artmıştır. 2020 yılında ülke orman alanı 9.483,000 milyon ha'dır ve bu alan ülke genel alanın %29,7'sini oluşturmaktadır. 1990 yılında 8.882,000 milyon ha olan orman alanı, son 30 yılda 601.000 ha (%6) artmıştır (FAO, 2020b; Kaliszewski and Jabłoński, 2022).

Türkiye'de ormancılık konusu ile sistemli bir şekilde ilgilenilmeye Fransa'dan getirilen uzmanlar aracılığıyla 1857 yılından itibaren başlanmıştır. Bu tarihlerde bir yandan ormancılık öğretimi için okul açılmış, bir yandan ormancılık teşkilatının temelleri atılmıştır. Ancak Orman Umum (Genel) Müdürlüğü 22 yıl sonra 1869 yılında kurulmuş ve Maliye Bakanlığına bağlanmıştır. OGM'nin kurulmasının ardından 1870 yılında Orman Nizamnamesi çıkarılmıştır. Ardından ormancılık faaliyetleri ile bakanlık nezdinde ilgilenilmeye 1872 yılında Orman ve Maadin (Maden) Bakanlığı ile başlanmıştır (Benli, 2014). 1923-1939 yılları arasında ormancılık faaliyetleri (Ticaret Bakanlığı-Maliye Bakanlığı-Orman ve Maden Bakanlığı-Ticaret ve Tarım Bakanlığı-Orman, Maden ve Tarım Bakanlığı-Ticaret ve Tarım Bakanlığı-İktisat Bakanlığı) bağlı olarak görev yapmıştır (Ekizoğlu ve Erdönmez, 2011). Türkiye

Büyük Millet Meclisi Hükümeti döneminde ormancılık hizmetleri İktisat Vekâletine bağlı Orman ve Maden Umum Müdürlüğü tarafından yürütölmeye başlanmıştır. 1923 yılından sonra ormancılıkla ilgili faaliyetler İktisat Bakanlığı, Tarım Bakanlığı, Orman Bakanlığı, Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarım-Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Çevre ve Orman Bakanlığı, Çevre-Orman ve Şehircilik Bakanlığı, Orman ve Su İşleri Bakanlığı kapsamında yürütölmüştür. Çağdaş anlamda ormancılığa geçişi sağlayan 3116 sayılı orman kanunu 1937 yılında çıkartılmış, ancak bundan yaklaşık 20 yıl sonra (1956) bu kanun yerini günümüzde yürürlükte olan 6831 sayılı orman kanununa bırakmıştır (Gümüş, 2014). 6831 sayılı orman kanunu çeşitli tarihlerde çıkarılan bazı yasalarla değişikliğe uğramıştır. Bu değişiklikler; 09/12/1959 tarihli ve 7395 sayılı Kanun, 19/07/1971 tarihli ve 1444 sayılı Kanun, 20/06/1973 tarihli ve 1744 sayılı Kanun, 05/06/1975 tarihli ve 1906 sayılı, 14/04/1982

tarihli ve 2655 sayılı Kanun, 23/09/1983 tarihli ve 2896 sayılı Kanun, 17/10/1983 tarihli ve 2924 sayılı Kanun, 05/06/1986 tarihli ve 3302 sayılı Kanun, 22/05/1987 tarihli ve 3373 sayılı Kanun, ayrıca 6831 Sayılı Orman Kanunu; 1988 de 3493, 1995 de 4079 ve 4114, 2000 de 4569 ve 4570, 2001 de 4629, 2003 de 4915 ve 4999, 2004 de 5177, 5192 ve 5218, 2008 de 5728 ve 5801, 2009 da 5831, 2010 da 5995 ve 6001, 2011 de 6111 ve 6217 sayılı yasalar ve KHK/657 ve KHK/666, 2012 de 6292 ve 6306, 2013 de 6444 ve 6462 sayılı yasalar ile Anayasa Mahkemesinin 22/5/2013 tarihli ve E.: 2012/108, K.: 2013/64 ve 27/12/2012 tarihli ve E.: 2011/139, K.: 2012/205 sayılı Kararları ile, 2014 de 6527 ve 6552 sayılı yasalarla, 05/04/2023 de 7442 Kanun Numarası ile değişikliğe uğramıştır (Eryılmaz ve Tolunay, 2015).

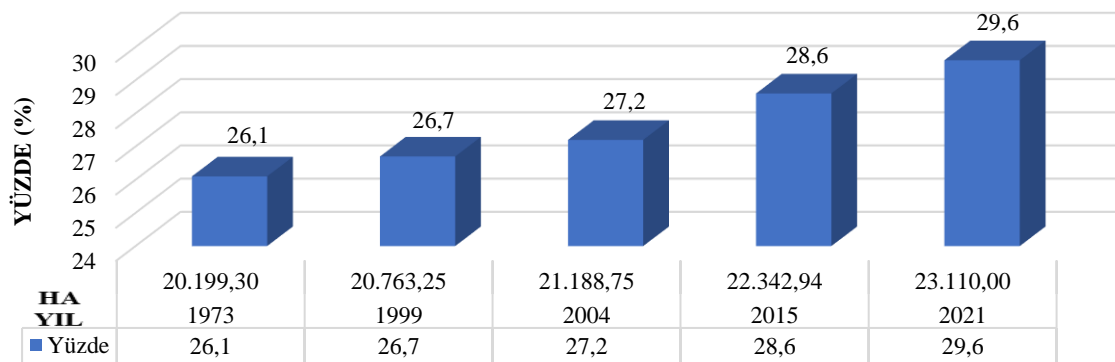


Şekil 9. 1945-2020 Döneminde Polonya orman varlığı değişimi (Hektar) (FAO, 2020b; Kaliszewski and Jabło'nski, 2022).

Şekil 10 da envanter sonuçları verilmiştir. 1963-1972 yılları arasında tüm ülke ormanlarının "Orman Amenajman Planları" yapılmış ve elde edilen orman envanter sonuçlarına göre ülke genel ormanlık alanı 20,2 milyon ha'dır. 1973 yılından sonra yenilenen orman amenajman planlardaki bilgilerden yararlanılarak 1999 yılında ülke orman alanının 20,8 milyon ha olduğu belirtilmiştir. 2004 yılı envanter değerlendirme sonuçlarına göre ülke orman alanı 21,2 milyon ha'dır ve ülke genel alanının %27,2'sini oluşturmaktadır. 2005-2012 yılları

arasında ülke orman alanı 21,7 milyon ha'ya yükselmiştir (ülke genel alanının %27,7). 2015 yılında ülke orman alan miktarı 22,3 milyon ha olarak tespit edilmiştir (ülke genel alanının %28,6) (OGM, 2015).

2021 yılında ülke orman alanı 23,110 milyon ha'dır ve bu alan ülke genel alanının 29,6 sını oluşturmaktadır. Şekil 10 dan göröleceği üzere 1973 yılında 20,1 milyon ha olan orman alanı, son 47 yılda 2,7 milyon ha artmıştır (OGM, 2020a).



Şekil 10. 1973-2021 döneminde Türkiye orman varlığı değişimi (Hektar) (URL-4, 2022; TOD, 2020)

3.5 Odun üretimi

Polonya'da 2021 de ormanlardan 42,2 milyon m³ odun üretimi yapılmıştır. 2020 ile karşılaştırıldığında, toplam odun üretiminde %6,5 artış olmuştur. Kereste kaynaklarının yarısından fazlası (%51) III. ve IV. yaş sınıflarındaki meşcerelerdir (Statistics Poland, 2021).

Kişi başına hasat edilen odun hacmi 0.79 m³ dür. Polonya, AB ülkeleri arasında 3,4 milyon m³ yuvarlak odun ithal ederek 7. sırada yer almıştır. Yuvarlak odun ihracatı bakımından da 1,9 milyon m³ olarak gerçekleştirmiştir (AB'de 8. sıra) (Zajac et al., 2014). Hasat edilen endüstriyel odunlardan yaklaşık %46'sı tomruktur (Kobuszynska, 2017).

Endüstriyel gelişmelerin yoğunluk kazanmasından kaynaklı odun ve yan ürünlerinin tüketim payı artmıştır. Biyokütlenin kullanımının artması, çevre dostu ürünlere yönelik talebi oluşturmuştur. Böylece yenilenebilir enerjiye olan talebin artmasını etkilemektedir (Wieruszewski et al., 2022). Odun tüketiminin işletmeden kaynaklanan orman ürünleri atıkları bu işletmede veya sanayinin diğer kollarında biyokütle olarak kullanılabilir (Valavanidis, 2019). Bu şekilde olan atık ürünler doğrudan briket ve pelet üretimine veya yakacak olarak değerlendirilmektedir. Kereste fabrikalarında üretilen biyokütle, Avrupa ülkelerinde giderek daha önemli bir ısı ve elektrik kaynağı haline gelmektedir. Avrupa Parlamentosu tarafından kabul edilen 'AB İklim ve Enerji Paketi 2030' da yer alan gerekliliklerden biri de yenilenebilir enerji kaynaklarını artırmaktadır. AB üyesi ülkeler bu hedef doğrultusunda hareket etmektedir. Polonya'da fosil yakıtların kullanımını terk ederek enerji sağlamak için biyokütlenin kullanılmasının artırılması amaçlanmaktadır (Wieruszewski et al, 2022).

Türkiye'de 2020 yılında ormanların yıllık cari artımı 47,4 milyon m³ (hektarda 2,07 m³) olarak hesaplanmıştır (OGM, 2021). 2021 yılında endüstriyel odun olarak 27.735.268 m³, yakacak odun 4.115.687 m³ olmak üzere toplam üretim 31.850.955 m³ odun üretimi yapılmıştır. 2021 yılında 47.600.000 m³ artım, 31.850.955 m³ üretim yapılmıştır (Atmış ve Alan, 2022).

Çizelge 3 de Türkiye'de orman ürünlerinin üretim miktarları verilmiştir. Buna göre en fazla üretim yapılan ürün; lif yonga odunu, en az üretim yapılan da tel direk olmuştur. 2021 yılında üretilen orman ürünü miktarı Polonya ve Türkiye'de yakın değerlerde olmuştur.

Çizelge 3. Türkiye'nin 2021 yılı endüstriyel odun üretimi (m³) (URL-4, 2022)

Odun Çeşidi	Üretim Miktarı
Tomruk	10.327.486
Tel Direk	99.211
Maden Direk	1.254.837
Sanayi Odunu	1.195.476
Kağıtlık Odunu	4.453.280
Lif Yonga Odunu	10.388.354
Sırık	16.624
Toplam	27.735.268

3.6 Orman yangınları

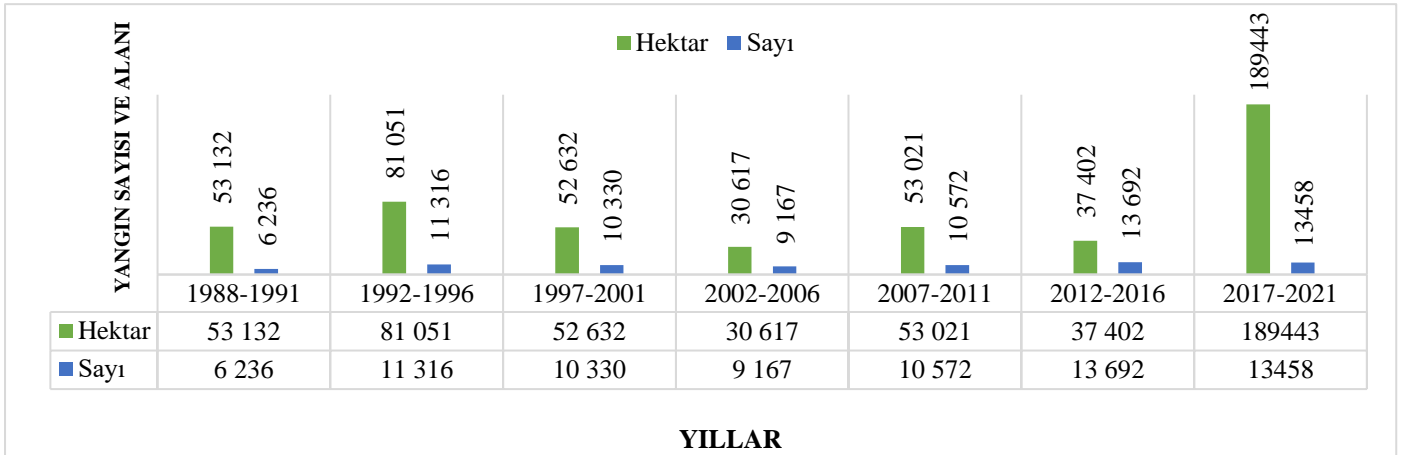
Polonya'da orman yangınına neden olan faktörler; ülkede var olan abiyotik, biyotik ve antropojenik tehditlerden kaynaklanmaktadır. Abiyotik faktörlerden; Polonya'nın sahip olduğu özel konumu ile bağlantılı hava anormalliklerinden, aşırı hava sıcaklıkları, yüksek yağışlar ve kuvvetli rüzgarların sık meydana gelmesi etkilidir. Biyotik faktörlerden; böcekler ve bulaşıcı hastalıkların kitlesel zararları ormanları olumsuz etkileyen ve yangın riskini oluşturan etkenlerdir. Avrupa'da, 'Ortak Araştırma Merkezi' (İtalya, Ispra'da bulunan) 2006–2015 verilerine göre, yıllık ortalama orman yangını sayısı bakımından (8.260 adet) Polonya, Portekiz ve İspanya'dan sonra üçüncü sıradadır. Yanan orman alanı miktarı açısından da yıllık ortalama yanmış alanı (3.745 ha) ile dokuzuncu sıradadır. Polonya'nın orman yangın durumu incelendiğinde yüzey yangınlarının %90 sarı çamın baskın tür olduğu orman meşcerelerinde meydana gelmektedir (Szczygieł et al., 2020). Uydulardan alınan verilere göre 2022 yılında Polonya'da 39 orman yangını çıkmıştır, 675 ha alan yanmıştır. Uydu verilerine göre 2022 yılında Türkiye'de 195 orman yangını meydana gelmiş, 17.055 ha alan yanmıştır (San-Miguel-Ayaz et al., 2023). Yangınlar ormanlar için en büyük tehditlerden biri olarak kabul edilmektedir.

Türkiye'de orman yangınları daha çok Ege, Akdeniz ve Marmara bölgelerinde görülmektedir. Mevsimsel etmenlerden; sıcaklık, yağış, bağıl nem ve rüzgâr gibi iklim elemanları yangınlar için elverişli bir ortam oluşturmaktadır (Doğanay ve Doğanay, 2004). İnsan kaynaklı yangınlar da oluşmaktadır. Kıyı bölgelerinde yaz sezonunun da görülen yoğun nüfus hareketi yangının sayısını artıran etmendir. Türkiye'de 2001-2020 dönemi orman yangınlarının sebepleri belirlendiğinde yangınların %40 sebebinin bilinmediği, %35,3 ihmal-dikkatsizlik, %11,8 yıldırım, %8 kasıtlı ve %4,9 kaza ile meydana gelmiştir. İklim değişikliği ve nüfusun yangın riski olan bölgelerde yoğun olması riskin her zaman varlığına neden olmaktadır. Orman yangınlarının zararını en aza indirebilmek için ormanların yangın riskine karşı daha dayanıklı hale getirilmesi ve yangın yönetim planlamasına geçilmesi önerilmektedir (Avcı ve Korkmaz, 2021).

Türkiye'de meydana gelen orman yangınlarının toplam alanı hektar ve sayı olarak şekil 11 de verilmiştir. 2017-2022 yılları arasında yanan orman alanı miktarı önceki yıllara göre artış göstermiştir. Geçmiş yıllarla son yıllardaki (2017-2021) yanan orman alanları kıyaslandığında (1992-1996 yılları arasındaki) en yüksek yanan orman alanından dahi fazla olduğu görülmektedir.

3.7 Orman mülkiyeti

Avrupa'daki ormanların mülkiyet yapısı, küçük aile işletmelerinden, kamuya ait ormanlardan yatırımcıların sahip olduğu büyük mülklere kadar önemli ölçüde değişmektedir (Eurostat, 2020).



Şekil 11. 1988-2021 yılları arası Türkiye de meydana gelen orman yangın sayısı ve yanan alan miktarı (ha) (URL-5, 2021)

Polonya’da devlet ormanları baskın durumdadır. %76,9’u devlet ormanları, geriye kalan %18,1’i özel ormanlar, %2’si ulusal park, %1,2’si özel sektöre (özel işletmeler, kuruluşlar ve kurumlar) ait ormanlar, %0,9’u belediye sahipliğindeki ormanlar, %0,9’u kamuya (kamu işletmeleri, kuruluşlar ve kurumları) ait diğer ormanlar olarak Polonya ormanlarının mülkiyetinin sahiplerini oluşturmaktadır (TCSO, 2019). 1989 yılında siyasi sisteminin değişmesi nedeniyle Polonya’daki kamu ormanları özelleştirilmek istenmiştir, ancak bu girişim toplum tarafından kabul görmemiştir. Böylece ülke ormanlarının ancak %18’den biraz fazlasını özel ormanlar oluşturmaktadır. Ancak özel ormanlar çok parçalı durumdadır (ortalama 1 ha). Özel ormanlar, Polonya ormancılık sektöründe önemli bir aktör değildir. Bu nedenle, özel ormanlar hakkında çok fazla araştırma mevcut değildir (Adamczyk et al., 2015).

Türkiye’de ormanların mülkiyet ve sınırlarının belirlenmesi ile ilgili ilk kapsamlı Kanun 1937 yılında yürürlüğe konulmuştur. Ancak 1945 yılına gelindiğinde o tarihte var olan özel ve tüzel ormanların tamamına yakını devletleştirilmiştir. 1956 yılında çıkarılan orman kanununa göre orman mülkiyeti bakımından ormanlar devlet ormanları, hükmü şahsiyeti haiz amme müesseselerine ait ormanlar ve hususi ormanlar olarak 3 gruba ayrılmıştır. Günümüzde Türkiye’deki ormanların yaklaşık %0,2 kadarı (30,000 ha) özel mülkiyete tabidir. Kalan orman alanının tamamı devlet yönetiminde bulunmaktadır (Ayaz ve Gümüş, 2016; Gümüş, 2004). Günümüz Polonya ve Türkiye’indeki orman alanlarının mülkiyet yapısı Çizelge 4 de verilmiştir.

Çizelge 4. Polonya ve Türkiye Ormanlarının Mülkiyeti Durumu (TCSO, 2019; Ayaz ve Gümüş, 2016)

Polonya		Türkiye	
Orman Mülkiyet Türü	Yüzde (%)	Orman Mülkiyet Türü	Yüzde (%)
Özel Orman Mülkiyeti	18,1	Özel Orman Mülkiyeti	0,2
Devlet Orman Mülkiyeti	81,2	Devlet Orman Mülkiyeti	99,8

3.8 Yürürlükteki orman kanunu

Polonya’da orman kanunu devlet ormanları ve diğer mülkiyet türlerindeki ormanların yönetim ilkelerini tanımlamaktadır. Orman teşkilatının yapısı, 1994 yılında yayınlanan Çevre Bakanlığı yönetmeliği ve tüzüğü ile tanımlanmıştır (LAS, 2020). Orman kaynaklarının korunması, artırılması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması için çıkarılan günümüzde kullanılan önemli iki yasa bulunmaktadır. Bunlar; 2001 tarihli Orman Yasası ve 2004 tarihli Doğa Koruma Yasasıdır. Polonya’da, ormanın rekreasyon faaliyetlerinin çeşitlenmesi, toprak ve su koruma işlevi ve küresel ısınmanın etkilerini hafifletmesi gibi işlevlerine olan sosyal talepler, orman yöneticileri için ormancılıkla ilgili düzenlemeleri beraberinde getirmiştir. Orman Kanunu; orman kaynaklarının bakımı, korunması ve artırılmasına ilişkin esasları içermektedir. Kanun, ormanların iklim, hava, su,

toprak, yaşam koşulları ve insan sağlığı ile ekolojik denge üzerindeki olumlu etkilerinin korunmasını, ormanların özellikle doğal alanların korunması, artan kirlilik riskine maruz kalan toprakların, yüzey ve yer altı sularının korunması, sürdürülebilirlik ilkesine uygun olarak orman ürünleri ve diğer orman ürünlerinin üretiminin yerine getirilmesini sağlamaktadır (Szramka and Adamowicz, 2020).

Türkiye’de geçmişten günümüze ormancılıkla ilgili çok sayıda kanun çıkartılmıştır. Bu kanunlar, orman tanımı, sınırları, istimlak ve mübadele, koruma, işletme ve planlama, izin ve irtifak, kadastro ve mülkiyet, bilgi sistemleri, personel, strateji geliştirme, fidanlık ve tohum işleri, teftiş kurulu, idari ve mali işler, hukuk müşavirliği konuları ile ilgilidir. Bununla birlikte Türkiye’de ‘Orman Kanunu’ başlığı ile ilki 17.02.1937 de ki 3116 sayılı Kanun¹, ikincisi de 08.09.1956 tarihli yürürlüğe konan 6831 sayılı Kanundur². 3116 sayılı Orman Kanunu Türkiye’de teknik ormancılığa geçişin miladı olarak

¹ 3116 Sayılı Kanun: Sayı 3537. Tarih: 18/02/1937.

² 6831 Sayılı Kanun: Sayı 9402. Tarih: 31/8/1956.

kabul edilmektedir. Bu kanun, 6831 sayılı Orman Kanunu'nun çıkartılması ile yürürlükten kaldırılmıştır. Bu kanun ormanların tarifi, işletme ve yönetimi, kadastrosu, korunması, iyileştirilmesi, genişletilmesi ve diğer ormancılık amaçları ile ilgili konuları kapsamaktadır. 6831 sayılı Orman Kanunu halen yürürlüktedir, ancak bazı maddeleri değişikliğe uğratılmıştır. Ancak orman kanunundaki değişikliklerin genellikle ormanları koruma fonksiyonunu geri planda bırakan ve yasal düzenlemeler yoluyla ormanlardan maddi getiri sağlayacak şekilde yapıldığı görülmektedir (Birben, 2008).

3.9. Ormancılık sektörünün ülke ekonomisindeki yeri

Polonya, yüksek orman potansiyeline sahip AB ülkelerinden biridir. AB içerisinde hammadde kaynakları açısından dördüncü ve kereste üretiminde beşinci sırada yer almaktadır. Ayrıca Polonya orman ürünleri i ve dış pazarla rekabet edebilecek durumdadır. Ahřap işleme endüstrileri Polonya ekonomisinin gelişimi için önemlidir. Polonya'daki ahşap endüstrisi ve yan sanayi, mobilya, kâğıt hamuru ve kâğıt endüstrisi ve kâğıt işleme hariç, gayri safi yurtiçi hasılanın %0,6'sını oluşturmaktadır (Gołos and Hilszczański, 2020).

2022 yılı verilerine göre Türkiye'de tarım, ormancılık ve balıkığın yıllık Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH) içindeki payı %6,5 oranındadır (TÜİK, 2022). Türkiye'nin orman ürünleri endüstrisinin bir bölümünü oluşturan mobilya sektöründe 2020 yılı ihracat düzeyi 3.422.000.000 Amerikan Doları (\$) olmuştur (Anonim, 2020). Bu sektörde en fazla ihracat yapılan lke Irak olmuştur. Türkiye'nin 2017 yılı itibarıyla orman ürünleri sektörünün GSYH içindeki payı %2,4'tür (Koç ve ark., 2017).

3.10 Ormancılıkta istihdam olanakları

Polonya orman birimleri ulusal, bölgesel ve yerel düzeylerde faaliyet göstermekte ve 2017 yılında yaklaşık 26.000 çalışanı istihdam etmiştir. Bu sayının 2.400  (%25) işçi olmayan pozisyonlarda, 2.200 kişi (%8) ise işçi pozisyonlarında istihdam edilmiştir. Yaklaşık 17.000 kişi (%66) orman hizmetleri birimleri çalışanlarıdır. Ormanı korumak, yönetmek ve sürdürülebilirliğini sağlayan birimlerde ki çalışanlar; orman bölge müdürü, orman bölge müdür yardımcısı, orman mühendisi, orman korucusu, orman korucu yardımcısı ve memurlardan oluşmaktadır. Orman bekçilerinin görevi atandığı ormanı korumaktır. 400 hektardan 3.000 hektara kadar büyüklükteki ormanı korumakla görevlidir. Ormancılıkta devlet ormanlarının ekonomik yönden işletilmesi ile ilgili özel sektörü kullandığı da görülmektedir. Her biri 9'dan fazla işçi çalıştıran 672 işletme bulunmaktadır. Bu işletmelerin çoğunluğu 49'dan fazla kişi istihdam etmektedir (Pecyna et al., 2019). Ormancılık yaklaşık her yıl 25 bin kişiye istihdam sağlamaktadır (LAS, 2020).

Polonya dünyanın en büyük 10. mobilya üreticisi ve 4. büyük mobilya ihracatçısı durumundadır. Polonya ahşap endüstrisi, ekonominin gelişmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Polonya'nın ahşap pazarının bira yıl içinde daha fazla gelişmesi beklenmektedir. Ahşaba dayalı en önemli sektörler; kereste endüstrisi, mobilya imalatı, selüloz-kâğıt endüstrisi ve karton imalatıdır. Mobilya endüstrisinde Çin, Almanya ve İtalya'dan sonra Polonya gelmektedir. lke,

AB'nin en büyük lif levha üreticisi ve AB'deki ikinci sunta üreticisidir. Ortalama ahşap endüstrisi satış değeri yılda 90 milyar PLN (22,5 milyar ABD Doları) tutarındadır. Ahşap endüstrisi, Polonya'nın gayri safi yurt içi hasılanın içinde %2'sini oluşturmaktadır (Kobuszynska, 2017).

Türkiye'de devlet ormancılık rgt bünyesinde 36.106 personel istihdam edilmektedir. Ayrıca 2018 yılı verilerine göre orman üretim işçiliğinde 72.174' orman kooperatifi yesi, 68.820 si kooperatif dışı çalışan olmak üzere toplam 140.994 kişiye kısmi istihdam yaratılmıştır (OGM, 2018). Orman mühendisleri odasına kayıtlı serbest meslek mensubu olarak, ormancılık sektöründe 5531 sayılı "Orman Mühendisliği, Orman Endüstri Mühendisliği ve Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Hakkında Kanun" kapsamındaki özel büro ve firmalarda 1.348 aktif kayıtlı çalışan orman mühendisi ve orman endüstri mühendisi bulunmaktadır (OMO, 2022). Türkiye'nin ahşap işleme sektöründeki istihdam miktarı azımsanmayacak seviyededir. Bu sektörde yaklaşık 7.000 kereste fabrikasının bulunduğu ve yaklaşık 30.000 mobilya imalatçısı olmak üzere toplam 150.000 kişinin bu sektörde istihdam edildiği tahmin edilmektedir. Özellikle nüfusun artması, köylerden şehirlere yapılan gler, gelir düzeyindeki artışlar ve artan ihracat ile son yıllarda mobilya sektörü önemli oranda büyümüştür (Soy K&G Raporu, 2019).

3.11 Doğa koruma ve milli parklar

Ekonomik faaliyetlerin baskısına rağmen Polonya'da doğal evre önemli düzeyde (karaların oranı %39,58 ve deniz sularının oranı %21,8) korunmaktadır. Polonya'da toplam 3.063 korunan alan, 1002 Natura 2000 alanı-145 özel koruma alanı (kuşlar direktifi) ve 867 önemli topluluk (habitat direktifi) ve ayrıca ulusal yasalar uyarınca belirlenmiş 2.061 alan bulunmaktadır (Biodiversityeuropa, 2023). Ülkede yüksek koruma statüsündeki alanların daha düşük seviyedeki koruma alanları ile mekansal bağlantısı ekolojik koridorlarla (tampon zonlarla/bölgelerle) sağlanmaktadır. Günümüz Polonya'sında 23 milli park ve tampon bölge, 122 peyzaj parkı ve tampon bölge, 1.499 doğa koruma alanı ve tampon bölge, 419 korunan peyzaj alanı, 260 doğa ve peyzaj kompleksi, 174 dokümantasyon meşeresi, 79/409/CEE sayılı kuşlar direktifi kapsamında belirlenen 138 özel koruma alanı (SPA), 92/43/CEE sayılı habitat direktifi kapsamında belirlenen 843 özel koruma alanı (SAC), 7 örtüşen alan (PLH) (bölge içindeki SPA'lar ve SAC'ler ile ortak sınırlar) ve 16 Ramsar bölgesi bulunmaktadır (Zbierska, 2022; LAS, 2018).

Polonya'da UOH, ormanlarda dinlenmek isteyenler için 20.000 km'den fazla yürüyüş parkuru, yaklaşık 4.000 km bisiklet parkuru ve yaklaşık 7.000 km'lik at parkuru hazırlamıştır. Turistler için ayrıca 600'den fazla orman kamp alanı oluşturmuştur. Polonya devlet ormanlarında, ateş yakmaya izin verilen 400'den fazla yer bulunmaktadır. Araba ile seyahat eden turistler için 3.000'den fazla araç park yeri hazırlanmıştır (DGLP, 2019). Polonya'daki ormanlarda motorlu araç, at arabası veya motosiklet ile ormana girmek yasaktır. Sadece umuma açık yollarda izin verilmektedir. Ormanlarda ata binmeye sadece orman bölge müfettişi tarafından belirlenen orman yollarında izin verilmektedir. Araçlar orman yollarına sadece işaretili yerlere park

edebilmektedir. Bu düzenlemeler, resmi veya ekonomik faaliyetlerini yürüten kişiler, seçilmiş kurumların çalışanları veya diğer kişileri de kapsamaktadır (örn. kamu güvenliği ve düzeninden sorumlu makamlar, av işletmeciliği kapsamında faaliyet yürüten kişiler, ormanlık alanlarda bulunan arı kovanlarının sahipleri ve ormanlık alanlardaki tarım arazilerini kullanan kişiler) (Kozioł and Beza, 2020). Hatta çoğu yerlerde ormancılığa giriş yapılabilecek yol girişlerine kapılar konulmuştur. Doğal göllerin olmaması, su kuşları habitatları için ve su-bataklık bitki örtüsünün başlıca nehir vadileri ve eski nehir yataklarında olmasına neden olmuştur (Liro et al., 1995). Ayrıca Polonya'da korunan alanların çevresinde artan insan yerleşimleri, ekolojik bütünlüklerine yönelik tehditleri potansiyel olarak artırmaktadır (Zbierska, 2022).

Türkiye'de Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü taşra teşkilatında tüm ülkeyi kapsayacak şekilde 15 bölge müdürlüğü kurulmuştur. Bu bölge müdürlükleri içinde 2022 yılı itibarıyla 48 milli park (05.02.1958-10.06.2022), 261 tabiat parkı (1.12.1983- 10.06.2022), 113 tabiat anıtı (19.12.1988-28.10.2021), 31 tabiatı koruma alanı (7.04.1987-5.08.2020), 85 yaban hayatı geliştirme sahası (16.10.2005-19.08.2021) ve 105 sulak alan (bu sulak alanların 14 ü Ramsar alanı, 59'u ulusal ve 32 si mahalli önemi haiz sulak alandır) yer almaktadır. Ayrıca; 184.487 ha Ramsar alanı, 869.697 ha

ulusal öneme haiz alan, 247. 705 ha muhafaza ormanı, 10.266 ha şehir (kent) ormanı, 43.279 ha gen koruma ormanı, 1.540 ha tohum bahçesi, 40.697 ha tohum meşçeresi bulunmaktadır (URL-3, 2023).

Türkiye'de ki tabiat parklarında ve milli parklarda kamp yapılabilmekte ve karavanla konaklanabilmektedir (DKMP, 2021). Korunan alanlar fotoğraf turizmi için oldukça zengin bir çeşitliliğe sahiptir (Korkusuz ve Özdemir, 2020). Türkiye'deki korunan alanlar çok sayıda yönetsel sorunlarla karşı karşıyadır (Kuvan, 2005). Gelişmekte olan ülkelerde görülen bu sorun ile korunan alanlar, sürdürülebilir olmayan, doğal/kültürel çevreyi yok eden yatırımların tehdidi altındadır (Kurdoğlu, 2007). Korunan alanlar biyoçeşitlilik yönünden değerlendirildiğinde önemli alanlardır. Korunan alanlardaki ve ormanlardaki ölü ve içi boş ağaçlar da birçok tür için önemli yaşam alanını oluşturmakta ve ekosistemin sağlığı için büyük önem taşımaktadır. Türkiye'deki yaşlı içi boş meşelerin biyolojik çeşitliliğinin yüksek olduğu belirtilmektedir (Korkmaz ve ark., 2018). Polonya ve Türkiye'nin korunan alan düzeyleri Çizelge 5 de verilmiştir. Çizelge 5 den görüleceği üzere Türkiye'de 2021 yılı itibarıyla 643 korunan alan 4.176,577 ha'lık alanı kapsamaktadır. Polonya'daki korunan alan sayısı ve korunanların büyüklüğü Türkiye'nin korunan alan sayısı ve alanından daha fazladır.

Çizelge 5. Polonya ve Türkiye'nin korunan alan çeşitleri ve düzeyleri (URL-3, 2023; Zbierska, 2022; OGM, 2020a; LAS, 2018; Liro et al., 1995)

POLONYA			TÜRKİYE		
Korunan Alan Statüsü	Adet	Alan (ha)	Korunan Alan Statüsü	Adet	Alan (ha)
Milli Parklar	23	315,100	Milli Parklar	48	884,566
Doğa Koruma Alanı	1499	169,200	Tabiat Parkı	261	106,775
Peyzaj Parkı	122	2.604,700	Tabiat Anıtı	113	9,239
Özel Koruma Alanı	843	3.851	Tabiat Koruma Alanı	31	1.162,788
Korunan Peyzaj Alanı	419	7.058,000	Sulak Alanlar	105	1.068,967
Yaban Hayvanı Koruma Alanı	3655	150, 509	Yaban Hayatı Geliştirme Sahası	85	944,222
Toplam	6.561	10.301,360	Toplam	643	4.176,577

3.12 Sertifikasyon

Günümüzde 15.800'den fazla şirketin 'Orman Sertifikasyonu Onaylama Programı' (Programme for the Endorsement of Forest Certification: PEFC) sistemi içinde gözetim zinciri sertifikası bulunmaktadır. Orman sertifikasyonu sistemi bağımsız birimler tarafından yapılan orman ürünlerini etiketleme yoluyla, sürdürülebilir orman yönetiminin teşvik edilmesini amaçlayan kuruluştur. Bu kuruluş uluslararası düzeyde, sivil toplum ve kâr amacı gütmeyen bir organizasyondur. Bu sistem ilgili kurullar tarafından ortaklaşa geliştirilen, yerel koşullara ve önceliklere göre ayarlanmış ulusal orman sertifikalandırma sistemlerini tanımlar. Bu sistem altında hem ormanlar hem de tedarik zinciri sertifikalandırılmış olup, bu da ahşabın, ormandan nihai ürüne kadar izlenmesine olanak tanımaktadır (Bartniczak and Raszowski, 2018). PEFC-Polonya ile ilgili çalışmalar 2003 yılında başlamış, 2008 yılında resmîyet kazanmış ve Polonya'daki PEFC planının yöneticisi olan ormancılık araştırma enstitüsüne bağlanmıştır (PEFC, 2023). 2011 yılında, Polonya orman bölge müdürlükleri PEFC için başvuruda bulunmaya başlamış ve tüm orman müdürlüklerine PEFC sertifikası verilmiştir (Kruk and

Kornatowska, 2014). Devlet ormanları bölge müdürlüklerine verilmiş birçok uluslararası sertifika ile tanınmaktadır. Orman sertifikasyonu programlarının onaylanması programı-Polonya (PEFC-Polish) sistemi, ormanların ve orman arazilerinin yönetilmesi, orman biyolojik çeşitliliğini, üretkenliğini, yenilenme kapasitesini, canlılığını şimdi ve gelecekte, ilgili ekolojik, ekonomik ve yerel, ulusal ve küresel düzeyde sosyal işlevleri olan ve diğer ekosistemlere zarar vermeyen sürdürülebilir orman yönetimi içindir. Ayrıca Białystok Devlet Ormanları Bölge Müdürlüğü kapsamında, 31 orman bölgesinden 28'ine orman yönetim kurulu (Forest Stewardship Council: FSC) sertifikası verilmiştir (PEFC-Polish, 2023). Polonya odun üretimi, orman yönetimi de dahil eko-sertifikasına tabidir. 2010 yılında 17 Bölge Müdürlüğü'nden 15'i FSC sertifikasına sahiptir (Kruk and Kornatowska, 2014). Polonya ormanlarının %97,7'sine FSC sertifikası verilmiştir. Ormanlara FSC sertifikasının verilmesi ile birlikte doğal orman alanlarının önemi artmıştır. Uluslararası FSC ve PEFC sertifikalarına sahip olması ülke ormanlarının, sürdürülebilir ve ekolojik olarak sağlıklı orman yönetimini kanıtlayan belge niteliğindedir (Referowska-Chodak and Kornatowska, 2021).

PEFC-Türkiye 2020 yılında kurulmuştur. PEFC-Türkiye, yerel ormanlar için belgelendirme sistemi ve orman ürünlerine bağlı üretim gözetim zinciri için standartlar ve prosedürler geliştirir yayımlar ve isteyenler için uygunluğunu denetler. PEFC Türkiye, belgelendirmeye ek olarak, PEFC markası ile ormanlar için ve gözetim zinciri (CoC: Chain of custody) katılımcıları için güvenilirlik sunar, ayrıca güvenilirlik zincirindeki hakların düzenli aktarımını denetleyerek sürdürülebilir çevre ve ürünler konusunda halka bilgi sağlar (PEFC-Türkiye, 2023). Türkiye’de 2020 yılından itibaren orman yönetim sertifikası verilen 10 tane orman bölge müdürlüğünde ve ek olarak 2 tane de orman işletme müdürlüğünde orman yönetim konseyi (Forest Stewardship Council: FSC) sertifikasına sahip birim bulunmaktadır. Türkiye’nin 2020 yılından itibaren FSC orman yönetimi sertifikasına sahip orman alanı büyüklüğü toplam olarak 6.436.597,23 ha olarak tespit edilmiştir. Böylece Türkiye’nin FSC ile sertifikalanan orman alanının toplam orman alanı içindeki payı %28’e ulaşmıştır. Türkiye’nin orman ürünleri endüstrisi alanında da FSC sertifikası bulunan birçok iş grubu bulunmaktadır. İş gruplarından en fazla kâğıt ve kâğıt ürünleri sanayinde tercih edilmiştir. Ayrıca 2020 yılı itibarıyla 28 farklı orman ürünü grubunda FSC ve CoC sertifikası bulunduğu belirlenmiştir. Türkiye’de en çok tercih edilen sertifikasyon sistemi FSC olup, en hızlı gelişim kâğıt ve kâğıt ürünleri sanayinde gerçekleşmiştir (Komut, 2020; FSC, 2020). Orman ürünleri ithal eden firmalar FSC ve PEFC sertifikası bulunan ürünleri tercih etmektedir. Orman ürünlerinden ithal edilen kereste ürünlerinde Rusya, İsveç, Finlandiya, Letonya, Estonya’dan gelen partilerin FSC veya PEFC sertifikalı, Brezilya’dan gelen kontrplak partileri de FSC sertifikalıdır (Türkoğlu ve Tolunay, 2013).

3.13 Biyoçeşitlilik

Avrupa’nın biyolojik sıcak noktalarının çoğu Doğu Avrupa’da bulunmaktadır (Czajkowski et al., 2009). Ormanların %60’ı çamdan (*Pinus*) oluşmaktadır. Orman alanının %68’ini kozalaklı ağaçlar oluşturmaktadır (Wysoccka-Fijorek et al., 2022). Polonya ormanlarının hâkim ağaç türü sarıçam (*Pinus sylvestris*)’dir. İğne yapraklı türlerden Avrupa göknarı (*Abies alba*), Avrupa ladini de (*Picea abies*) yer almaktadır. Ülke ormanlarının %38’i karışık ormanlardan oluşmaktadır. Karışık orman şeklinde sarıçam (*Pinus sylvestris*)+göknar (*Abies*), huş (*Betula*)+avrupa kayını (*Fagus sylvatica*), sarıçam (*Pinus sylvestris*)+huş (*Betula*) yayılışı görülen tipleridir (Pach et al., 2016).

Polonya ormancuları orman formları bakımından karışık orman formuna önem vermektedir. Meşe (*Quercus*), dişbudak (*Fraxinus*), akçaağaç (*Acer*), çınar (*Platanus*), karaağaç (*Ulmus*), huş (*Betula*), kayın (*Fagus*), kızılğaç (*Alnus*), kavak (*Populus*), gürgen (*Carpinus*), titrek kavak (*Populus tremula*), ıhlamur (*Tilia*) ve söğüt (*Salix*) yayılış gösteren geniş yapraklı ağaç türleridir. Flora, fauna ve mantar türlerinin %65’i Polonya’nın ormanlarında bulunmaktadır (LAS, 2022).

Polonya flora türlerinin %15’inden fazlası nadir ve tehlike altında kabul edilmektedir (Liro et al. 1995). Bunların içinde doğal turba bataklıkları ekosistemlerinde yaşayan boreal relik türler önemli bir orana sahiptir. Bu türler Polonya’da izole edilmiş küçük popülasyonlarda bulunmaktadır (Kazmierczakowa ve Zarzycki, 2001). Bu bitkilerin arasında

Polonya’da nesli tükenmekte olan relik türlerinden biri tüylü söğüt (*Salix lapponum L.*)dür (Pogorzelec et al., 2014).

Türkiye’de üç flora bölgesi bulunmaktadır. Avrupa-Sibirya flora bölgesi, Akdeniz flora bölgesi ve İran-Turan flora bölgeleri görülmektedir (Davis, 1968). Flora çeşitliliğinin fazla olması tür çeşitliliğinin artmasını sağlamıştır.

Türkiye’de 12.000’den fazla bitki taksonu bulunmaktadır. Bu taksonların 3.649 (%31,82) endemik türlerden oluşmaktadır (Güner ve ark., 2012; Şenkul ve Kaya, 2017). Türkiye’de bu kadar bitki çeşitliliği görülmesinin nedeni coğrafi şartlarının farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Kısa mesafelerde yüksekliğin değişmesi, denizellik ve karasallık etkisi, toprak tiplerinin farklılaşması gibi nedenlerden kaynaklı tür ve gen çeşitlenmesi artış göstermiştir. Anadolu’nun eskiden beri göç yolu üzerinde olması da bir diğer çeşitliliği sağlayan etmen olmuştur (Özhatay ve ark., 2009).

Ülke ormanlarında 150 çeşit orman ağacı türü bulunmaktadır (OGM, 2006). Türkiye biyoçeşitlilik zenginliği açısından Avrupa’da dokuzuncu sırada yer almaktadır. Türkiye 120 memeli, 400’ü aşkın kuş türü, 130 kadar sürüngen, 400’e varan balık türüne ev sahipliği yapmaktadır. Endemik türleri barındıran ve genetik çeşitliliğin yaşandığı bir ülkedir. Anavatanı Anadolu olan alageyik ve sülün haricinde bozayı, yaban domuzu, kurt ve vaşak ormanlarda bulunan diğer memelilerdendir (Demirayak, 2002).

Avrupa-Sibirya (Euro-Siberian) flora alanındaki ülkedeki orman vejetasyonu içinde meşe (*Quercus sp.*) ormanları, meşekayın (*Quercus-Fagus*) ormanları yaygın olarak bulunur. Önemli taksonlardan gürcü meşesi (*Quercus petraea subsp. iberica*), sapsız meşe (*Quercus petraea subsp. petraea*), macar meşesi (*Quercus frainetto*), saplı meşe (*Quercus robur subsp. robur*), ıstıranca meşesi (*Quercus hartwissiana*), doğu kayını (*Fagus orientalis*), adi gürgen (*Carpinus betulus*), doğu gürgeni (*Carpinus orientalis*), Anadolu kestanesi (*Castanea sativa*), ova akçaağacı (*Acer campestre*), kayın gövdeli akçaağaç (*Acer trautvetteri*), çınar yapraklı akçaağaç (*Acer platanoides*), Toros akçaağacı (*Acer hyrcanum*), adi kızılğaç (*Alnus glutinosa subsp. glutinosa*), akçaağaç yapraklı üvez (*Sorbus torminalis*), gümüşü ıhlamur (*Tilia tomentosa*), Kafkas ıhlamuru (*Tilia rubra subsp. caucasica*) gibi ağaçlar bulunur (Davis et al, 1971). Akdeniz (Mediterranean) flora alanındaki orman vejetasyonunda kızılçam (*Pinus brutia*), fıstıkçamı (*Pinus pinea*) ve Anadolu palamut meşesi (*Quercus ithaburensis subsp. macrolepis*) türleri saf ya da karışık ormanları yer almaktadır. Kızılçam (*Pinus brutia*) ve karaçam (*Pinus nigra*) ormanları, boylu ardıç (*Juniperus excelsa*), kokulu ardıç (*Juniperus foetidissima*) ve karaçam (*Pinus nigra*) karışık ormanları yaygındır (Davis, 1971). Irano-Turanian (İran-Turan) flora alanındaki orman vejetasyonunu karaçam (*Pinus nigra*), meşe (*Quercus sp.*) ve ardıç (*Juniperus*) ormanları ile iç kesimlerde step vejetasyonu oluşturmaktadır. Karaçam ormanları kokulu ardıç (*Juniperus foetidissima*), boylu ardıç (*Juniperus excelsa*), tüylü meşe (*Quercus pubescens*), titrek kavak (*Populus tremula*) türleri ile karışık ormanlar oluşturmaktadır (Davis et al., 1971; Aksoy ve ark., 2017).

3.14 Odun dışı orman ürünleri

Polonya’nın başlıca odun dışı ürünleri; reçine, kabuk, mantar, yaban mersini (*Vaccinium myrtillus*), ayı üzümü

(*Arctostaphylos uva-ursi L.*), orman meyveleri ve yosunlardır. Ancak 1940-1970 yılları arasında sarıçamdan reçine üretimi azalmıştır. 1993'den bu yana reçine üretimine son verilmiştir. Polonya, Batı ve Kuzey Avrupa ülkelerine göre daha fazla odun dışı orman ürünü çeşitliliği barındırmaktadır. Ayrıca ormandan toplanan meyveler ve mantarların ekonomik değeri yüksektir. Orman mantarları ülkede en fazla talep gören yan üründür. Yaban mersini, ayı üzümü, toplanan diğer ürünlerdendir. Orman meyvelerinin ve mantarın gelirleri toplam orman ürünleri gelirlerinin içindeki payı bazı yıllarda %4'lere kadar çıkmıştır. Ayrıca süs amaçlı bitki kısımları (yosunlar gibi) yoğun olarak değerlendirilmektedir. Otsu bitkilerden plantasyona geçilerek yoğun şekilde hasat yapılmaktadır. Polonya'da hasadı yapılan odun dışı orman ürünlerinden atık kabuklar, bahçecilik için ormancılık sektörü dışında kullanılmaktadır. Ülkede gübre üretiminde çam ağaçlarının kabukları kullanılmaktadır. Kabuklar toprak düzenleyici ve organik gübre üretiminde değerlendirilmektedir (Kalinowski, 2019). Polonya ve Türkiye'de bulunan odun dışı orman ürünleri (ODOÜ) Çizelge 6 da verilmiştir.

Türkiye'deki biyolojik çeşitlilik ormanlar içinde zengin ODOÜ kaynaklarının yer almasına olanak sağlamaktadır. Bu kapsamda özellikle defne (*Laurus nobilis L.*), çam fıstığı (*Pinus pinea*), kekik (*Origanum*), kestane (*Castanea*), kimyon (*Cuminum cyminum L.*), anason (*Pimpinella anisum*), adaçayı (*Salvia officinalis*), biberiye (*Rosmarinus Officinalis*) ve ihlamur (*Tilia*) ülke ihracatında öne çıkan ürünlerden bazılarıdır (Kurt ve ark., 2016). Ülke ihracatında önemli yeri olan ODOÜ'nden kestane (*Castanea*), kekik (*Origanum*), defne (*Laurus nobilis L.*) yaprağı, çam fıstığı (*Pinus pinea*) ilk sıralarda yer almakta ve ulusal ekonomiye önemli katkılar sağlamaktadır (Korkmaz ve Duman, 2019).

Çizelge 6 da görüleceği üzere iki ülke arasında ODOÜ bakımından benzerlikler de farklılıklar da bulunmaktadır. Türkiye'nin başlıca ODOÜ; kekik (*Origanum*), defne (*Laurus nobilis L.*), adaçayı (*Salvia officinalis*), biberiye (*Rosmarinus Officinalis*), ahlat (*Pyrus elaeagnifolia*), meyan (*Glycyrrhiza glabra*), mantar ve kestane (*Castanea*) dir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Polonya ve Türkiye'deki yaygın odun dışı orman ürünleri (Kalinowski, 2019; Başar ve ark., 2021; OGM, 2021).

POLONYA	TÜRKİYE
Reçine üretimi	Kekik
Mantar	Defne
Kabuk	Adaçayı
Yaban mersini	Biberiye
Ayı Üzümü	Ahlat
Orman meyveleri	Meyan
Yosunlar	Mantar

Kılıç ve Üner, 2009'da Türkiye'nin ODOÜ'nden 347 bitkinin iç piyasada ve dış ticarete değerlendirildiğini belirtmektedir. ODOÜ'lerinin yoğun olarak üretildiği Ege bölgesinde en çok işlenen ürünler kekik (*Origanum*), defne (*Laurus nobilis L.*), adaçayı (*Salvia officinalis*) ve biberiye (*Rosmarinus Officinalis*) dir. Defne (*Laurus nobilis L.*) (granül, sabun), adaçayı (*Salvia officinalis*) (çay, gıda takviyesi, granül, sabun), biberiye (*Rosmarinus Officinalis*) (granül, çay, gıda takviyesi) olarak değerlendirilmektedir. Alıç (*Crataegus monogyna*), hardal (*Rhaphospermum arvense*), hatmi (*Althaea*

officinalis L.), ihlamur (*Tilia*), meyan (*Glycyrrhiza glabra*), ısırgan otu (*Urtica spp.*), kantaron (*Hypericum perforatum*), safran (*Crocus sativus*) en fazla işletmeler tarafından işlenen odun dışı orman ürünleri arasındadır (Başar ve ark., 2021).

3.15 Avcılık ve yaban hayatı

Polonya'da hayvan popülasyonlarının büyüklüğü, avlama şekli ve hayvanlardan kaynaklanan zararları önleme yöntemleri ve kuralları, Polonya ve AB yasaları ile düzenlenmektedir. Bu ülkede avcılık 1995 tarihli "Avcılık Yasası" ile düzenlenmiştir. Avcılık, ekoloji kurallarına ve sürdürülebilir orman, tarım ve balıkçılık yönetimi, Polonya Avcılık Derneği'ne bağlı ormancılar ve avcılara aittir (Łabudzki et al., 2009).

Av yönetimi, av hayvanlarının korunması, yetiştirilmesi ve avlanması ile ilgili faaliyetleri kapsamaktadır. Avlanma bölgelerinde kiracılar yer almaktadır. Avlanma, yöneticiler tarafından yıllık av planlarına ve uzun vadeli av ve üreme planlarına göre yürütülmektedir. Av bölgesi olarak adlandırılan yerler, avlanma koşullarının bulunduğu bölge üzerinde en az 3.000 ha'lık bir alandan oluşmaktadır (özel durumlarda avlanma bölgeleri daha küçük bir alanı kapsayabilir). Avcılık yönetimindeki ormancıların sorumlulukları şunlardır; ormanlarda av yapılacak arazileri hazırlayarak, meşcere ve orman kenarlarında tür kompozisyonunu zenginleştirerek avlanma alanlarını yönetmek, besin sorunu yaşamamaları için özellikle kış aylarında hayvanları beslemek, yemlemek, hayvanların tarlalarda ve ormanlarda verdiği zararları sınırlamaktır. Devlet ormanlarının av hayvanları yetiştirme merkezleri bulunmaktadır. Bu merkezlerde orman hayvanlarının yönetiminde ormancılar önemli bir rol oynamaktadır. Ormancılar tarafından yönetilen alanlardan, 147 av hayvanı yetiştirme merkezi olmak üzere, 232 avlanma bölgesi bulunmaktadır. Bu bölge 1.800.000 ha'dan fazla bir alanı kaplamaktadır. Devlet ormanlarının avlanma bölgeleri, yerli ve yabancı avcılar arasında oldukça popülerdir. Devlet ormanları av hayvanları yetiştirme merkezleri yılda 50 binin üzerinde av düzenlemektedir. Ormancıların buradaki görevi, yeterli av popülasyonu yönetiminin yürütülmesi için gerekli olan orman hayvanlarının sayısının tahmin edilmesine katılmaktır (LASYS, 2020). Avcılar sadece yönetmeliklere, tüzüklere ve yasalara uymakla kalmayıp, aynı zamanda eski gelenekleri besleyerek ve çağlar boyunca kabul görmüş etik standartlara göre hareket etmektedirler (LASYS, 2018).

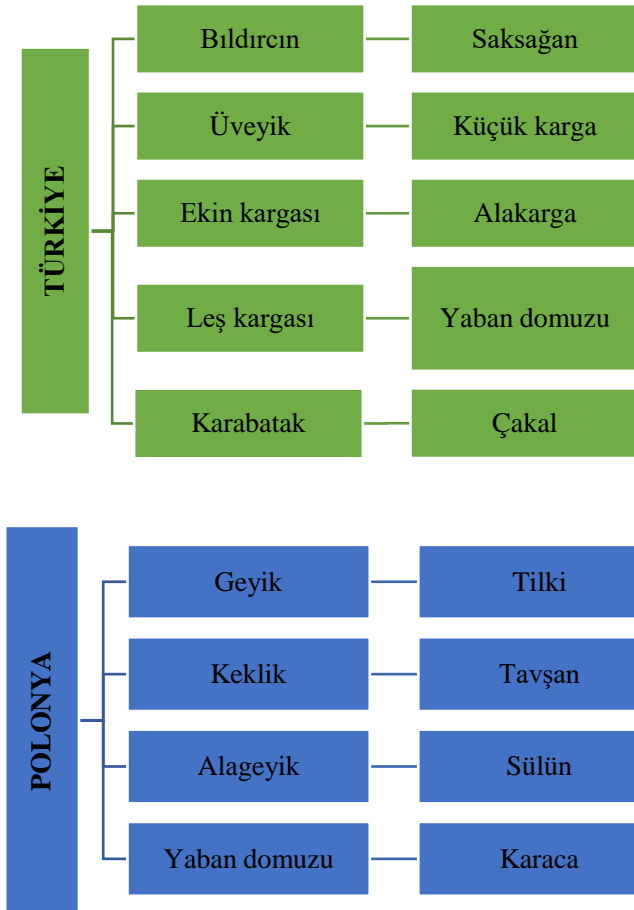
Polonya'da ormancılar, bir yandan ormanların sürdürülebilirliğini, diğer yandan da hayvan popülasyonlarının uygun şekilde büyümesini ve korunmasını sağlamaktadır (GUS, 2021). Polonya'da avlanmak için gerekli olan koşullardan biri, Polonya Avcılık Derneği'ne üye olmaktır. 2016/2017 av sezonunda, 120.000 den fazla avcı 93.000 geyik, 213.000 karaca ve 310.000 yaban domuzu avlamıştır. Avlanan vahşi av hayvanları 13.200 ton ağırlığındadır ve piyasa değeri 27 milyon Euro'nun üzerindedir (Gołos and Hilszczański, 2020). Ancak bu ülkede av hayvanlarının popülasyonu büyük ölçüde azalmıştır. Bu nedenle av hayvanlarının daha önce yaşadıkları ormanlık alanlara yeniden yerleşimi sağlanmaktadır. Yeniden yerleştirmeye 1925 yılına kadar Polonya bölgesinde neredeyse tamamen yok edilen Avrupa Bizonu örnek olarak verilebilir. 2018 yılı verilerine göre 1.820 Avrupa Bizonu Polonya'da koruma altında bulunmaktadır (Koziol and Beza, 2020).

Günümüzde ayrıca kara orman tavuğunun yeniden yerleştirilmesi etkinliği yürütölmektedir. Yeniden kazandırılan hayvan türlerine; gri keklik, tavşan yetiştiriciliği ve alageyik de gösterilebilir (LAS, 2018).

Türkiye'nin ilk özel av turizmi 1970 yılına dayanmaktadır ve yaban domuzu avcılığı için Avrupa'dan avcılarının gelmesi ile başlamıştır. İlk gelen avcılar bedel ödemedi avlanma yapmıştır. Daha sonra 1977 yılında yeni düzenlemelerin yapılması ile günümüzde yabancı avcılarının seyahat acentelerine ödeme yapmaları şeklinde uluslararası avcılık yeniden yapılandırılmıştır. 1977 yılında yaban domuzu avcılığı ile uluslararası av turizmine başlanmıştır (Başkaya, 1999).

Türkiye'de 2003 yılında yayınlanan 4915 sayılı Kara Avcılığı Kanunu'nun çıkarılması ile kanunda sürdürülebilir av ve yaban hayatı yönetimi, korunması, geliştirilmelerini, avlanmalarının kontrol altına alınması, avcılığın düzenlenmesi konularını içeren düzenlemeler oluşturulmuştur (Kara Avcılığı Kanunu, 2003). Avlanma ayları Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü tarafından ağustos ve nisan aylarında belirlenmektedir (DKMP, 2022).

Çizelge 7. Polonya ve Türkiye'de avlanılan hayvanlar (Gołos and Hilszczański, 2020; DKMP, 2022)



Avlanma için avcılarının avcılık belgesi olması, avlanma için ücretinin ödenmesi ve gerekli iznin alınması zorunluluğu bulunmaktadır. 2021-2022 ağustos av sezonu için avlanmaya açılan av hayvanları (çizelge 7 de) verilmiştir (OGM, 2021). Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü 2019 yılı

verilerine göre Türkiye'deki avcı sayısı 300 bin civarındadır. Türkiye Avcılar Kulübüne kayıtlı avcı üye sayısı 20.587 kişiden oluşmaktadır (Özer, 2020). Ancak Uzuner, 2015'de Türkiye'deki avcı sayısının 4 milyona ulaştığı ve zorunlu harcamalar bağlamında avcılığın milli gelir içindeki payını %2,2 civarında olduğunu belirtmektedir. Polonya ve Türkiye'de avı yapılan hayvanlar Çizelge 7 de verilmiştir.

Çizelge 7 ye göre Polonya ve Türkiye'de avlanılan hayvan türleri değişiklik göstermektedir. Benzer olarak avlanılan yaban domuzu bulunmaktadır. Türkiye'de avlanılan hayvan türü daha fazladır fakat göröldüğü gibi küçük boyutlu hayvanlardan oluşmaktadır.

3.16 Ormanların ormancılık dışındaki amaçlar için tahsisi

Polonya'da 1980 tarihli Çevre Koruma ve Kalkınma Kanunu'nda ve daha sonra da 2004 tarihli Doğayı Koruma Kanunu'nda çiftçilerin kendi arazilerinde ađaç kesmek için izin alma zorunluluğu getirilmiştir. Doğayı Koruma Yasası, yeşil alanların ve ağaçlarla kaplı alanların korunması, ađaç veya çalının kaldırılmasına, değiştirilmesine ilişkin izinler ve yasa dışı faaliyetlere ilişkin kısıtlayıcı hükümler içermektedir. Ormanlardan ađaç ve çalı kesmek, sökmek izinle yapılan eylemlerdendir (Kozioł and Beza, 2020). Belirli orman hasat işlemleri için gerekli olan ücretlerin ödemesi yapılmaktadır. Hasat izinleri, lisansları ve diğer yasal belgelerin verilmesi mevzuatla düzenlenmiştir. Ormandan hasat edilen ürünlerin taşınmasının yapılabilmesi için taşıma kartları, irsaliye, kereste etiketi, nakliye belgesi bulundurulmalıdır. Polonya'da kereste ticareti için herhangi bir izin veya ruhsata gerek duyulmamaktadır (Nepcon, 2017). Ormanda veya yakınlarında olmak üzere 400 tane belirlenmiş alanda kamp ateşi yakılmasına izin verilmektedir. Bu kamp alanları dışında ateř yakılması yasaklanmıştır (LAS, 2018). Ormanlarda ata binmeye, yalnızca orman bölge müfettişi tarafından belirlenen orman yollarında izin verilmektedir (Kozioł and Beza, 2020).

Türkiye'de devlet ormanlarında yapılacak madencilik faaliyetleri 6831 Sayılı Orman Kanununun 16. maddesinde düzenlenmiştir. Ayrıca bu maddeye ilişkin uygulama yönetmeliği de yürürlüktedir. Bu kanuna göre devlet ormanlarında ve devlet ormanları sınırları içindeki 'tohum meşcereleri, gen koruma alanları, muhafaza ormanları, orman içi dinlenme yerleri, endemik ve korunması gereken nadir ekosistemlerin' bulunduğu alanlarda madencilik faaliyetlerine izin verilebilmektedir. Türkiye'de hazineye ait orman ve orman sayılan arazilerde madencilik faaliyetleri yapılabilmesi için OGM'den izin alınması gerekli olup, orman izinleri Kanada ve bazı diğer ölkelerde olduğu gibi ücretsiz ya da çok küçük ücretlere tabii olmayıp, önemli miktarlarda bedel tahsisi ile gerçekleştirilmektedir (Aktan ve ark., 2017).

6831 sayılı Orman Kanunu'nun 17/3'üncü maddesi gereğince; orman sayılan alanlarda 'kamu yararı ve zaruret olması' halinde; savunma, ulaşım, enerji, haberleşme, su, atık su, petrol, doğalgaz, altyapı, katı atık bertarafı ve düzenli depolama tesislerinin; baraj, gölet, sokak hayvanları bakımevi ve mezarlıkların; devlete ait sağlık, eğitim ve spor tesisleri, ceza infaz kurumları ve bunlarla ilgili her türlü yer ve binaya izin verilebilmektedir (Tokmak, 2019). Ayrıca 19/4/2012 tarihli ve 6292 sayılı Kanunla 6831 sayılı Orman Kanunu'nun Ek 9. maddesine eklenen üçüncü fıkraya gereğince gerçek veya özel

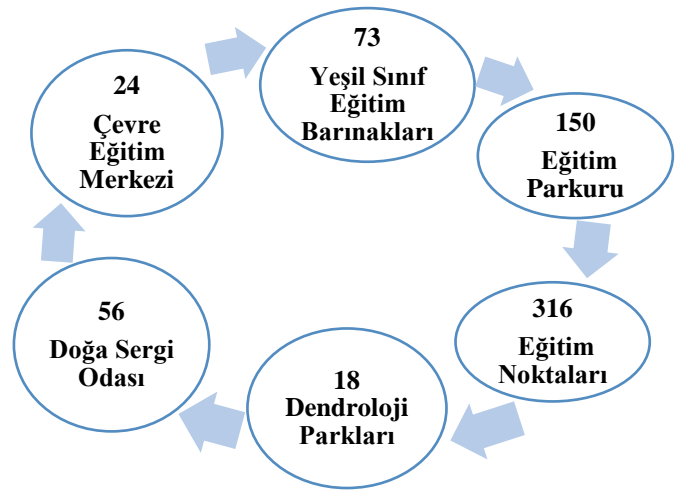
hukuk tüzel kişileri ya da vakıflar tarafından kurulan yükseköğretim kurumları hariç olmak üzere; yükseköğretim kurumlarına eğitim ve araştırma maksatlı tesisler yapılması için bu Kanunun 17. maddesinin üçüncü fıkrası esaslarına göre orman sayılan alanlardan bedelli izin verilebilir (URL-6, 2023). Ormanlarda altyapı tesisi, enerji santrali, madencilik, turizm gibi amaçlar için 2019 yılında 22.373 ha, 2020 yılında 47.001 ha alan olmak üzere 2012 ile 2020 yılları arasında 342.846 hektar alan ormancılık dışı amaçlar için tahsis edilmiştir (Atmış, 2021; Atmış ve ark., 2022).

Orman Kanunu'na göre hayvanların izinsiz bir şekilde ormana sokulması yasaktır. Orman Kanunu'nun 19. Maddesine göre kuraklık gibi istisnai durumlarda orman köylüleri izin alarak belirlenen hayvan türleri, belirlenen ormanlarda ve belirli sürelerde hayvanlarını otlatabilmektedir. Devlet ormanlarından geçmek zorunda olup yaylak, kışlak ve yaylaya hayvanını çıkarmak zorunda kalan köylüler hayvanların geçişi için izin almalıdır. Bu kurallara uymayıp ormana hayvan sokan veya başıboş hayvanın gezmesine müsaade eden, belirlenen yolları kullanmayan, ormana zarar veren kişiler yaptırımla karşılaşmaktadır (Elvan, 2010). Türkiye devlet ormanlarında her çeşit bitkinin; yaprak, çiçek, meyve, tohum, polen, kök, yumru ve soğanları ile mantar, kozalak, balzam, ur ve benzerlerini sökmek, kesmek ve toplamak için izin alınması zorunludur (URL-7, 2023).

3.17 Ormancılık eğitimi

Polonya'da ormancılık konusunda eğitimler liseden itibaren başlamaktadır. Bu alanda eğitim veren Varşova'da Pines Forest School, ulusal ve uluslararası öğrenciler için İngilizce eğitim vermektedir. Üniversite düzeyinde de lisans, yüksek lisans ve doktora seviyelerinde eğitimler sağlanmaktadır. Yükseköğretim düzeyinde Varşova'da (Warsaw University of Life Science), Krakow'da (Agricultural University of Cracow), Poznan'da (University of Life Sciences in Poznań), Białystok'da (Białystok Technical University), Lublin'de (University of Life Sciences in Lublin), Olsztyn'de (University of Warmia and Mazury in Olsztyn) orman fakülteleri bulunan üniversitelerdir (WP, 2022; Study, 2022).

Polonya'da ormancılık konusunda lise ve üniversite eğitimlerinin yanında toplumun orman sevgisi ve bilincini artırmak için eğitimler sağlayan kuruluşlar bulunmaktadır. Bu kuruluşlar orman içinde kurulmuş olup, ormanlarla ilgili eğitimler vermektedir. Eğitim kurumları olan orman kompleksleri şeklinde isimlendirilen yerlerde doğa koruma, orman kaynaklarının ekonomik istikrarlılığı, ormanların katılımcı yönetimi gibi hedefleri göz önünde tutan kamu kaynaklı yönetim, planlama ilkelerine uygun eğitimler sağlanmaktadır. Genellikle bu kuruluşlarda halka ücretsiz eğitim ve turizm altyapısı sunulmaktadır. Bu amaçlarla eğitim (Şekil 12 de) veren kurumlar kurulmuştur (Bieniek, 2014).



Şekil 12. Polonya'daki ormancılık eğitimi veren diğer kurumlar (Bieniek, 2014)

Türkiye'nin ormancılık eğitimi üniversiteden itibaren başlamaktadır. Ormancılık eğitimi konusunda ilk adımlar orman mektebinin kurulması ile 1857 yılında başlamıştır. Orman fakültelerinden İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi 1948 yılında orman mektebinin isminin değişmesi ile ilk açılan yükseköğretim kurumudur. Daha sonra 1963 yılında Trabzon'da Karadeniz Teknik Üniversitesi kurulmuştur. İlerleyen süreçte orman fakültelerinin sayısı artırılmıştır ve günümüze kadar 12 tane olmuştur. Bugün ormancılıkta Türkiye'de ön lisans, lisans, yüksek lisans ve doktora seviyesinde eğitim veren üniversiteler bulunmaktadır. Ön lisans düzeyinde yetiştirilenler; uygulayıcı teknik personel, lisans ve lisansüstü düzeylerinde yetişenler; yönetici personel olarak görev yapmaktadır. Ön lisans düzeyindeki eğitim Meslek Yüksekokulları kapsamında 2 yıl, lisans düzeyinde eğitim orman fakültelerinde ve eğitim süresi 4 yıl olarak verilmektedir (Eryılmaz ve Tolunay, 2015). Orman varlığının korunmasını sağlamak amacıyla orman muhafaza memuru yetiştirmek için ormancılık ve orman ürünleri başta olmak üzere orman işletmeciliği, ormancılık, orman ürünleri, odun dışı orman ürünleri, fidan yetiştiriciliği, fidan yetiştirme, fidan ve fidecilik, budama ve aşılama, avcılık ve yaban hayatı, av ve yaban hayatı ön lisans (2 yıllık) bölümleri ile eğitim verilmektedir.

Orman fakülteleri; Artvin, Bartın, Bursa, Çankırı, Düzce, Isparta, İstanbul, İzmir, Kahramanmaraş, Karabük, Kastamonu, Trabzon illerinde bulunmaktadır. Orman fakültelerinde orman mühendisliği ve orman endüstri mühendisliği, peyzaj mimarlığı eğitim verilen bölümlerdir. Orman fakültelerinin amacı orman alanlarının korunmasını, ormandan elde edilecek ürünler ve topluma sağlayacak katkılarının öğretilmesidir (Sevgi, 2021).

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada birbirinden farklı iklim, coğrafik ve sosyoekonomik koşullara sahip Polonya ve Türkiye'nin orman varlığı ve ormancılık uygulamaları hakkında genel değerlendirme yapılmış ve benzerlik-farklılıklar ortaya konulmuştur.

Türkiye alan olarak Polonya'dan daha büyüktür, ancak her iki ülkede orman alanının toplam alan içindeki payı ve kişi başına düşen orman alanı miktarı birbirine yakındır (FAO, 2020a; OGM, 2021). Polonya'nın orman varlığını 2050 yılına kadar %33'lere çıkarma hedefi bulunmaktadır (LAS, 2020; OGM, 2022a). Türkiye'de her yıl orman varlığını artırmak için çalışmaktadır. Zira bu kapsamda orman varlığı 1973-2020 yılları arasında 2.733.704 ha artmıştır.

Polonya orman yönetiminin mono-kültür uygulamaları terk ederek karışık orman varlığını artırmaya çalışmakta olduğu görülmüştür. Türkiye'de saf ormanları ise %59 oranındadır. Ormanlık alanlarını karışım şekillerine göre değerlendirildiğinde saf orman alanı Türkiye'de daha fazladır (OGM, 2020a; TOD, 2020).

Polonya ile Türkiye'de yetişen orman ağacı türlerinin bazıları benzerdir. Ancak baskın iğne yapraklı türler değişiklik göstermektedir. Polonya'da sarıçam, Avrupa ladini, Avrupa göknarı baskınken, Türkiye'de kızılçam, karaçam ve ardıç en fazla alana sahip iğne yapraklı türlerdir (LAS, 2020; OGM, 2020a). Bu farklılığın temel nedenleri enlem, boylam ve iklim farklılıkları olup Polonya'nın Türkiye'nin kuzeyinde bulunmasından kaynaklanmaktadır. Bitki çeşitliliğinin devamı için mevcut bitki türlerinin sürdürülebilirliğinin sağlanması, endemik ve nesli tehlikede olan türlere gerekli özen gösterilmeli ve koruma altına alınmalıdır.

Polonya'da kamu ormanlarının varlığı azalarak, özel orman oranı artmıştır. Polonya'nın özel orman varlığı Türkiye'den daha fazladır. Türkiye'de ise devlete ait orman alan oranı Polonya'dan daha yüksektir (TCSO, 2017; OGM, 2020a). Avrupa'daki ormanların yaklaşık %53'ü kamu mülkiyetindedir (SOEF, 2021). Polonya ve Türkiye'deki kamu mülkiyetindeki ormanların payı Avrupa ortalamasının (%53) üstündedir.

Orman yönetim kurumlarının geçmişi Polonya'da 90 yıl öncesine dayanmaktadır. Türkiye'de ise bugünkü yapısına Cumhuriyetin ilanından sonra 1937 yılında çıkarılan 3204 sayılı kanunla gelmiştir. OGM'ye bağlı olarak görev yapan alt birimler Türkiye'den farklılık göstermektedir. Farklı olarak bilgi merkezi, çevre projeleri koordinasyon merkezi, gen bankası, orman kültür merkezi, orman yönetim geliştirme ve uygulama merkezi, bilgi teknolojileri orman yönetim merkezi birimleri bulunmaktadır. Polonya orman bölge müdürlüğü sayısı 17, orman işletme müdürlüğü olarak 430 tanedir (LAS, 2020; Diker ve Savaş, 1947). Orman alanı Türkiye'den daha az olmasına rağmen, orman işletme müdürlüğü sayısı Türkiye'den daha fazladır. Türkiye'nin ise 245 orman işletme müdürlüğü bulunmaktadır. Bu sayının artırılmasının orman yönetiminin faydasına olacağı düşünülmektedir. Orman işletmelere ait birimlerin Polonya'daki gibi çeşitlendirilmesi ve farklı birimlerin açılması ormanlığın gelişmesini ve farklı bir boyut kazanmasını sağlayabilecektir. Polonya'nın orman yönetimindeki daire başkanlıkları (Yenilenebilir enerji kaynakları daire başkanlığı, Atık yönetimi daire başkanlığı) örnek gösterilebilir.

Polonya'nın orman bölge müdürlüklerinin %90'a yakın kısmının, odun üretim sürecinden başlayarak, orman yönetimi ve orman ürünleri sanayinde FSC ve PEFC orman yönetim sistemine dahil olduğu görülmektedir. Türkiye'nin ise bu sürecin başında olduğu ancak ormanlarının %28'lik kısmının orman yönetim sistemine dahil olduğu çıkarımına varılmıştır (Kruk and Kornatowska, 2014; LAS, 2020; Komut, 2020;

FSC, 2020). Türkiye'nin bu adımda daha geriden geldiği görülmektedir. Avrupa standartlarını yakalayabilmek ve uluslararası standartlara ulaşabilmek için orman alanlarının, üretilen ürünlerin ve orman ürünleri sanayisinin FSC ve PEFC orman yönetimine daha hızlı uyum sağlaması önerilmektedir.

Polonya'nın orman kanunu 1991 yılında çıkarılmıştır. Türkiye'de ise cumhuriyetin ilanından sonra ilk düzenleme 1937'de yapılmış daha sonra yürürlükte bulunan orman kanununun 1956 yılında çıkarılması ile bugünkü haline ulaşmıştır (LAS, 2020; Orman kanunu, 1937; Orman Kanunu, 1956). Türkiye'nin ormancılık tarihini Polonya'dan daha eskiye dayanmaktadır. Polonya'nın ikinci dünya savaşına girmesi ülkenin ekonomik olarak geride kalmasına neden olmuştur. Bu durum ormancılık sektöründe de kendini göstermiştir. Türkiye'nin ormancılık konusundaki geçmişi ve tecrübesi Polonya ormancılık uygulamalarından eski olduğu görülmektedir. Geçmişe dayanan 6831 sayılı orman kanununa rağmen maddelerinde yapılan değişiklikler ormancılığın gelişimini olumsuz etkileyebilmektedir.

Polonya'nın 2022 yılında yanan orman alanı miktarı ve yangın sayısı Türkiye'den az gerçekleşmiştir. Polonya da yangın yönetim sistemlerine önem verilmesi olumlu sonuçlar yaratmıştır. 2022 yılında 39 yangın meydana gelmiş ve 675 ha alan yanmıştır. Polonya'nın ve Türkiye'nin orman yangını sayısı ve yanan alan miktarı kıyaslandığında yanan orman alanı ve orman yangını sayısı Türkiye'den az durumdadır. Polonya'nın yeterli organizasyon ile birlikte yangın riski değerlendirmeleri, yangından korunma sisteminin etkinliğinin temeli oluşturmaktadır. Polonya'nın yangın söndürme faaliyetlerini optimize ederek, ormandaki meteorolojik ve fiziksel koşullara dayalı olarak orman yangın riskinin tahmin edilmesi ile ilgili çalışmaları devam etmektedir.

Polonya ve Türkiye'deki ormanlardan çeşitli ODOÜ elde edilmektedir. Ancak her iki ülkede üretilen ODOÜ birbirinden farklıdır. Bu kapsamda Türkiye'deki ormanlardan mantar, kekik, ahlat, biberiye, defne, meyan üretimi, Polonya ormanlarında yaban mersini, ayı üzümü, orman meyveleri, kabuk, mantar ve yosunlar elde edilmektedir (Kalinowski, 2019; Başar ve ark., 2021). Odun dışı orman ürünleri bakımından benzer olarak orman meyveleri her iki ülkede de değerlendirilmektedir. Farklılıklar olarak da yaban mersini, yosunların ve kabukların değerlendirilmesi Polonya'da görülürken Türkiye ormanlarında yaygın olarak görülmemektedir.

Polonya ormanlarının ekoturizm amacıyla kullanılması için yürüyüş parkurları, bisiklet parkurları, at parkurları, kamp alanları, karavanla konaklama gibi farklı etkinliklerin yapılması amacıyla düzenlenmeler yapılmaktadır. Türkiye'deki ekoturizm etkinliklerini OGM ve DKMP'nin belirlediği alanlarda kamp alanlarının oluşturulması, yürüyüş parkurları, ekoturizm yürüyüş güzergahlarının oluşturulması, kuş gözlemciliği, bisiklet yolları, fotoğraf çekimi gibi sıralayabiliriz (SFIC, 2015; DKMP 2021, Korkusuz ve Özdemir, 2020). Polonya ile benzer ekoturizm etkinlikleri yapılmaktadır. Orman patikalarında atlı yürüyüşler Türkiye'de kısıtlı olarak yapılmaktadır. Ekoturizm etkinliklerinin Türkiye'de çeşitliliğinin ve kapsadığı alanı artırarak insanlar için ekoturizm amacıyla değerlendirilebilecekleri alanların artırılması önerilmektedir. İnsanların şehir merkezlerinin stresinden uzaklaşıp doğal bir

çevre arayışında olmaları bu alanların daha fazla talep görmesine neden olmaktadır.

Polonya'da 147 av hayvanı geliştirme alanı bulunmaktadır. Türkiye'de ise 85 yaban hayatı geliştirme sahası bulunmaktadır (OGM, 2020a; Liro et al., 1995; LASY, 2020). Polonya'da avcılık hem avlanma amaçlı hem de avcılık dernekleri aracılığıyla, eğitimler, stajlar, lisans eğitime, yüksek lisans, doktora eğitimindeki tezlere yardımcı olarak katkı sağlanmaktadır. Polonya'da nesli tehlike altındaki türlerden Avrupa bizonu, kara orman tavuğu, gri keklik, tavşan alageyik türlerini koruma altına alarak, çoğaltılmasını doğaya bırakılması da sağlanmaktadır (Koziol and Beza, 2020; LASY, 2018). Avcılık Türkiye'den daha farklı olarak Polonya'da bir kültür haline gelmiştir. Özel avlaklar ülkede geniş yer tutmaktadır. Türkiye'de Polonya'daki kadar yaygın olarak avcılık yapılmamaktadır. Avlanılan hayvan türleri iki ülkede de değişiklik göstermektedir. Polonya'da geyik, yaban domuzu, karaca, tilki alageyik avı daha fazla yapılırken Türkiye'de yaban domuzu, çakal, bildircin, karga, üveyik gibi türlerin avlanmasına izin verilmektedir (GUS, 2021; OGM, 2021). Yaban hayvanı popülasyonu Polonya'da daha fazla olduğundan avcılık da hala yaygındır. Türkiye'de ise avcı sayısı fazla av sayısı daha azdır. Av hayvanı geliştirme alanı Türkiye de Polonya'dan azdır. Bu konu da avcılığın geliştirilmesi için yaban hayatı geliştirme sahasının artırılması ve nesli tehlike altında olan türlerin de koruma altına alınması gerekmektedir. Polonya'dan korunan alanların daha az olduğu görülmektedir. Çevre bilincini artırabilmek, nesli tehlikedeki bitki ve hayvan türlerini koruyabilmek amacıyla insanların bu konuda bilinçlendirilmeleri sağlanabilir. Biyolojik çeşitliliğin devamlılığını sağlayacak önlemler alınmalıdır. Polonya'da yaygın olan birçok hayvan türü Türkiye'de nesli tükenen veya nesli azalan türlerdendir.

Korunan alanlar Polonya'da ülkenin %23,7'sini kaplamaktadır. Korunan alanların yüksek paya sahip olması, Polonya'yı orman korumada liderlerden biri yapmaktadır (Zajac et al., 2014). Türkiye'nin korunan alan miktarı %12,92 olarak verilmektedir. Polonya'dan daha düşük seviyelerdedir (Liro et al., 1995; DKMP, 2022). Polonya'nın orman varlığı Türkiye orman varlığından az olmasına rağmen korunan alan sayısı ve alanı daha fazladır.

Polonya AB ülkelerine (Almanya, Fransa ve İsveç gibi) ve İngiltere, Rusya, Ukrayna ve Amerika Birleşik Devletleri'ne hammadde sağlayan bir ülkedir (Kobuszynska, 2017). Türkiye'de ise işlenmiş orman ürünlerinin ihracatını AB ülkelerine (Yunanistan, İtalya) ve Orta Doğu'ya (Katar, İran, İsrail, Irak) ve Bulgaristan, Azerbaycan, Ukrayna, Kıbrıs, Gürcistan gibi ülkelere yapmaktadır (Koç ve ark., 2017; Akyüz ve ark., 2012). İki ülkeninde ihracat yaptığı ülkeler değişkenlik göstermektedir. Polonya ve Türkiye'nin konumlarının birbirinden uzak olması ormancılık sektöründeki ihracatı geliştirememiştir. Bundan sonraki süreçlerde her iki ülkeye de katkı sağlaması açısından Polonya'nın ormancılık sektöründe ön planda olduğu kağıt ve ahşap ürünleri sanayinde ticari ilişkilerin çeşitlenmesi ve korunması sağlanabilir.

Türkiye levha ürünleri üretiminde rekabet gücü yükselen sanayi sektörlerinden biri haline gelmiştir. Orman ürünleri endüstrisinde MDF en fazla ihracatı yapılan levha ürünüdür. Yonga levha, kaplama levha, kontrplak, ahşap levha üretimi giderek artış görülen diğer ürünlerdir. Bu ürünler ülkenin

kalkınmasına yardımcı olabilecek sektörlerdendir (Akyüz, 2006). Polonya ve Türkiye'nin ekonomilerinin serbestleştirilmesi sonucu büyüme oldukları belirtilmiştir ve GSYH artışının ana faktörü Polonya'da işgücü verimliliğindeki iyileşme, Türkiye'de ise istihdam düzeyindeki yükselme olarak tespit edilmiştir. Polonya-Türkiye arasındaki ticari ilişkiler 1999 yılında başlamıştır (Curie, 2017). Mobilya, kağıt ve orman ürünleri sektörlerinde Polonya ile yapılan ihracat sonucu 2015 yılında 14.337\$, 2016 yılında 15.353\$, 2017 yılının ilk yarısında 10.456\$ ülke ekonomisine gelir sağlanmıştır (İTKİB, 2017). Ticari ilişkilerin orman ürünleri sanayinde çeşitlenmesi ve geliştirilmesi ülke ekonomisine büyük katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Sonuç olarak bu çalışma göstermiştir ki orman varlığı ve ormancılık uygulamaları bakımından orman alanı yüzdesi, bazı ağaç türleri ve orman alanlarının devlet tarafından yönetilmesi bakımından, benzerlikler olduğu tespit edilmiştir. Ancak toplam orman alanı ve kişi başına düşen orman miktarı açısından, yaşlı orman varlığı, ağaç türlerinin yayılış oranı, ormanın mülkiyet durumu, ormancılık mevzuatının yayınlanma tarihi, orman ürünleri ihracat değerleri, ormancılık istihdam olanakları, doğa koruma ve milli parkların sayısı ve çeşidi, sertifikalı orman alanı miktarı, odun üretimi, orman yangınları sayısı ve alanı, biyoçeşitlilik, odun dışı orman ürünleri, avcılık, ormanlardan verilen izinler, ormancılık eğitim sistemi bakımından farklılıklar olduğu görülmüştür.

Ormana olan talebin artması ticari ilişkileri düşünmemizi etkileyebilecek bir etkidir. Polonya gibi gelişmekte olan Avrupa ülkeleri ile bu ticari bağlantıların geliştirilmesi Türkiye'yi ekonomik olarak olumlu yönde etkileyebilir. Biyoçeşitliliğin ve ormancılığın sürdürülebilirliğini sağlamak için Polonya'daki gibi korunan alanların sayısı ve miktarı (ha) artırılması önerilmektedir. Kişi başına düşen orman alanının artırılması da öneriler arasındadır. Bunun için orman alanı miktarının artırılması gerekmektedir. Farklı konularda ormancılıkla ilgili daire başkanlıklarının kurulması sürdürülebilir ormancılığın sağlanmasına etki edecektir. Doğal yaşlı ormanlar gibi, nesli tehlike altında bulunan bitki ve hayvan popülasyonlarının olduğu alanların yaşam alanının genişletilerek koruma altına alınması önerilebilir. Korunan alanlarda ve ekoturizm sahalarında doğaya ve canlılara zarar vermeden toplum sağlığına katkı sağlayacak etkinliklerin sayısı artırılabilir. Sertifikalı orman sayısının artırılması ve sertifikalı orman ürünleri üretiminin artırılması önerilmektedir. Diğer ülkelerde yapılan ormancılık uygulamalarının anlaşılması ve karşılaştırılması açısından bu çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

Polonya ormanlarının incelemesinde katkı sağlayan University of Agriculture in Krakow Orman Fakültesi, Orman Ekosisteminin Korunması Ana Bilim Dalında görev yapan PhD, DSc. Eng. Assistant Professor Bartłomiej Bednarz'a teşekkür ederim.

Kaynaklar

- Adamczyk, W., Jodłowski, K., Socha, J., 2015. Forest land ownership change in Poland. Cost action fp1201 facesmap country report, European Forest Institute Central-East and South-East European Regional Office, Vienna. 27 pages. [Online publication].
- Aksoy, N., Tuğ, G.N., Eminağaoğlu, Ö., 2017. Türkiye'nin vejetasyon yapısı. Türkiye'nin Ağaç ve Çalıkları Kitabı, 54-68.
- Aktan, M., Çimen, N., Özçelik, Y., 2017. Madencilik amaçlı orman izinlerinin Türkiye ve Dünyadaki mevzuat uygulamalarının karşılaştırılması. Türkiye. 25, 11-14.
- Akyüz, C.K., 2006. Avrupa Birliği sürecinde Türkiye orman ürünleri sanayinin rekabet düzeyi. ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 8(9), 83-94.
- Akyüz, C.K., Aydın, A.S., Yıldırım, İ., 2012. Orman ürünleri ihracatının çekim modeli ile incelenmesi. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 12 (1) 8-19.
- Anonim, 2020. ticaret.gov.tr. (Erişim tarihi: 21.12.2022).
- Atmış, E., 2021. Türkiye'de ormansızlaşmanın boyutları. Elektrik mühendisliği. Sayı-469. 16-21.
- Atmış, E., Alan, M., 2022. Türkiye ormancılığı 2022: Türkiye'de ormansızlaşma ve orman bozulması. Aşırı odun üretimi, 53-75.
- Atmış, E., Erdönmez, C., Özkazanç, N.K., 2022. Türkiye ormancılığı 2022: Türkiye'de ormansızlaşma ve orman bozulması. Türkiye'de ormansızlaşma, 37-50.
- Avcı, M., Korkmaz, M., 2021. Türkiye'de orman yangını sorunu: Güncel bazı konular üzerine değerlendirmeler. Türkiye Ormancılık Dergisi. 22(3), 229-240.
- Ayaz, H., Gümüş, C., 2016. Türkiye'de orman mülkiyeti yaşanan sorunlar ve çözüm önerileri. Karadeniz Araştırmaları Enstitüsü Dergisi, 2/2, 212-236.
- Bartniczak, B., Raszowski, A., 2018. Sustainable forest management in Poland. Management of environmental quality: An International Journal Vol. 29 No. 4. 666-677. Emerald Publishing Limited. 1477-7835.
- Başar, H., Bilgin, F., Arslan, M.B., 2021. Ege Bölgesi odun dışı orman ürünleri sanayinin mevcut durumu. Ormancılık Araştırma Dergisi, 8(1), 69-79.
- Başkaya, Ş., 1999. Av Turizmi. Orman ve Av, 1(1), 19-21.
- Benli, M., 2014. Türkiye Cumhuriyeti'nde ormancılık politikaları (1923-1946). Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tarih Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. s 378.
- Bieniek, P., 2014. Forests in Poland: sustainable forest management and education on forest. Lifelong Learning Programme. Szczecińska Szkoła Wyższa Collegium Balticum.
- Birben, Ü., 2008. Türkiye'de 1937 yılından sonra ormancılık mevzuatında yaşanan gelişmeler ve toplumsal yaşamla etkileşimler, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 58 (1)1-16. İstanbul.
- Birben, Ü., Ünal, E.H., Karaca, A., 2018. Orman kaynaklarına ilişkin toplumsal algının incelenmesi (Çankırı kent merkezi örneği). Turkish Journal of Forestry 19(1). 76-82.
- Biodiversity Europa, 2023. Polonya. <https://biodiversity.europa.eu/countries/poland>. (Erişim tarihi: 09.10.2022).
- Böke, K., 2009. Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri-Detaylı ve açıklamalı anlatım. Sosyal Bilimlerde Araştırma (içinde). 5. Baskı, Editör Kaan Böke, ISBN 6051060677, 9786051060675 Alfa Yayınları, 455 s.
- Gümüş, C., 2014. Osmanlıdan günümüze ormancılık politikalarının ormancılık örgütlenmesi üzerine etkileri ve güncel sorunlar, II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 'Akdeniz Ormanlarının Geleceği: Sürdürülebilir Toplum ve Çevre' 22-24 Ekim 2014 - Isparta.
- Czajkowski, M., Buszko-Briggs, M., Hanley, N., 2009. Valuing changes in forest biodiversity. Ecological Economics. 68(12), 2910-2917.
- Curie, M., 2017. Poland and Turkey as the successful catching-up countries and their bilateral trade in 2000-2015. Adam Akademi, 7(1), 23-49.
- Çağlar, Y., 2012. Türkiye ormancılık tarihi. ODTÜ Yayıncılık. ISBN 978-605-4362-66-0.
- Davis, P.H., 1971. Distribution patterns in Anatolia with particular reference to endemism, plant life South-West Asia, Botanical Society of Edinburg. 15-28.
- Davis, P.H., Harper, P.C., Hedge, I.C., 1971. Paper on distr. patterns and phytogeography plant life of South-West Asia, The Botanical Society of Edinburg.
- Davis, P.H., 1968. Flora of Turkey and The East Aegean Islands. Edinburg University Press. Vol. 1-10.
- Demirayak, F., 2002. Biyolojik çeşitlilik-doğa koruma ve sürdürülebilir kalkınma. TÜBİTAK Vizyon 2023 projesi çevre ve sürdürülebilir kalkınma paneli.
- DGLP, 2019. Warszawa.Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych, State Forests in numbers 2018. Available from: <http://www.lasy.gov.pl/pl/informacje/publikacje/dopoczytania/lasy-panstwowe-w-liczbach-1/lasypanstwowe-w-liczbach-2018.pdf> (2 February 2020). (Erişim tarihi: 18.05.2022).
- Diker, M., Savaş, K., 1947. Yurdda orman azalması. T.C. Tarım Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayınlarından. Sayı 73: Ankara, 31 sayfa.
- DKMP, 2021. Tarım ve Orman Bakanlığı. Doğa Koruma ve Milli Parklar Müdürlüğü. Korunan alanlar ücret tarifesi.
- DKMP, 2022. <https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Belgeler>. (Erişim Tarihi: 10.12. 2022).
- Doğan, M., Doğan Sertkaya, Ö., 2022. Türkiye'nin jeopolitiği. Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi, 5 (2), 320-339.
- Doğanay, H., Doğanay, S., 2004. Türkiye'de orman yangınları ve alınması gereken önlemler. Doğu Coğrafya Dergisi. 9(11), 31-48.
- Ekizoğlu, A., Erdönmez, C., 2011. Ormancılık Tarihi. İÜ Orman Fakültesi, Yayınlanmamış Ders Notu. İstanbul.
- Elvan, O.D., 2010. Ormanlarda otlatma kabahatinin hukuki açıdan incelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, Sayı: 2, 37-58.
- Erdaş, O., 2008. Tarihsel süreci içerisinde felsefi görüşlerin eğitime bakışı çağdaş eğitim ve ormancılıkta çağdaş eğitimden beklentiler, 150. Yılında Türkiye'de ormancılık eğitimi. 3. Ulusal Ormancılık Kongresi, Ankara. 15-29.
- Erdönmez, C., Özden, S., Atmış, E., Akesen, A., Ekizoğlu, A., Kuvan, Y., 2010. Ormancılık Politikası. TOD Eğitim Dizisi Yayın No 6, Ankara.

- Eryılmaz, A.Y., Tolunay, A., 2015. Ormancılık Politikası. Fakülte Kitabevi Yayınları: 165. Ormancılık Dizisi: 1. Isparta.
- European Commission, 2023. https://environment.ec.europa.eu/topics/forests_en Erişim Tarihi: 12.05.2023.)
- Eurostat, 2020. Agriculture, Forestry and Fishery Statistics-2020 edition. Erişim Tarihi: 31.01.2023). <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/12069644/KS-FK-20-001-ENN.pdf/a7439b01-671b-80ce-85e4-4d803c44340a?t=1608139005821>. (Erişim tarihi: 02.03.2023).
- FAO, 2015. Global Forest Resources Assessment 2015 Main report.
- FAO, 2020a. Global Forest Resources Assessment Report, Poland. Rome. Poland statistical report. BSR Policy briefing. 1/2020.
- FAO, 2020b. Global Forest Resources Assessment 2020: Main report. Rome.
- FSC, 2020. Forest stewardship council. fsc.org. (Erişim tarihi: 01.06.2022).
- Gołos, P., Hilszczański, J., 2020. Social and economic importance of the forestry and wood sector in Poland. Centrum balticum foundation reserves all the rights of this publication.
- Görücü, Ö., Eker, Ö., Yalçınkaya, S.C., 2021. Yamula baraj havzasında su üretiminin ormancılık sektörü açısından ekonomik analizi. Turkish Journal of Forest Science, 5(1), 23-35.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., Babaç, M.T., 2012. Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul.
- GUS, 2021. Rocznik Statystyczny Leśnictwa, Statistical Yearbook of Forestry. Główny Urząd Statystyczny Statistics Poland, Warsaw. ISSN 2657-3199. Publication available on the website: stat.gov.pl. (Eriřim tarihi: 22.07.2022).
- Gümüş, C., 2004. Ormancılık Politikası Cilt-II, Ormancılıkla İlgili Ulusal ve Uluslararası Yasal Düzenlemeler. Karadeniz Teknik Üniversitesi Matbaası.
- Gümüş, C., 2014. Osmanlı'dan günümüze ormancılık politikalarının ormancılık örgütlenmesi üzerine etkileri ve güncel sorunlar. II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu 'Akdeniz ormanlarının geleceği: sürdürülebilir toplum ve çevre' 22-24 Ekim- Isparta.
- Gümüş, C., 2021. Orman Kitabı. Ege Orman Vakfı Yayını. İzmir. s 322.
- HGM, 2023. Harita Genel Müdürlüğü. Dünya siyasi haritası. <https://www.harita.gov.tr/urun/dunya-siyasi-haritasi-/207>. (Erişim tarihi: 16.05.2023).
- İTKİB, 2017. Türkiye - Polonya Dış Ticaret Raporu. İTKİB genel sekreterliği tekstil, deri, halı AR – GE şubesi Eylül 2017.
- Kahyaoglu, N., Güvendi, E., Ertuğrul, M.H., Karahan, S., 2019. Amenajman planlarına göre karbon birikimi ve oksijen üretimi miktarlarının değerlendirilmesi (Torul Orman İşletme Müdürlüğü Örneği). III. International Mediterranean Forest and Environment Symposium. IMFES 2019 03-05 October- Kahramanmaraş Oral Presentations, 207-211.
- Kalinowski, M., 2019. Non-wood forest products in Poland: abundance and use (bark, resin, fruits, mushrooms, tourism and recreation). Polish forest – its condition and processes. Forest Research Institute (Instytut Badawczy Leśnictwa, IBL).
- Kaliszewski, M., Jabłoński, M., 2022. Is it possible for Poland to achieve the policy goal of 33% forest cover by mid-century? Sustainability, 14, 6541.
- Karaltı, L., 2001. Orman kaynaklarının korunmasında hedef kitlenin eğitimi. II. Ulusal Orman Fakülteleri Öğrenci Kongresi Bildirileri, 3-4 Mayıs 2001.
- Kara Avcılığı Kanunu, 2003. Resmigazete. resmigazete.gov.tr. Erişim tarihi: 02.08.2022.
- Kılıç, M., Üner, M., 2009. Orman ekosistemlerini iyileştirme ve biyolojik çeşitliliği artırma çalışmaları. Orman Genel Müdürlüğü İkinci Odun Dışı Orman Ürünleri Paneli, 31-34.
- Kıral, B., 2020. Nitel bir veri analizi yöntemi olarak doküman analizi. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, SAYI: 15. 2020: 170- 189.
- Kobuszynska, M., 2017. Forestry and wood products in Poland. Global Agricultural Information Network. USDA foreign agricultural service.
- Koç, H.K., Dilik, T., Kurtoğlu, A., 2017. Türkiye orman ürünleri endüstrisine stratejik bir bakış. IV. Ulusal Ormancılık Kongresi. 'İnsan-Doğa Etkileşiminde Orman ve Ormancılık, (1.c). Ankara.
- Komut, S., 2020. Sürdürülebilirlik çerçevesinde Türkiye'deki orman ve orman ürünleri sertifikasyonu. Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi, 11(Ek), 257-265.
- Korkmaz, M., Akyol, A., Turkoğlu, T., Bergner, A., Tolunay, A., 2018. Perspective on forest biodiversity indicators for protected areas: a comparison of Turkish and Swedish forest expert opinions. Applied Ecology and Environmental Research 16(3): 3595-3609.
- Korkmaz, M., Duman, E.A., 2019. Türkiye'de bazı odun dışı orman ürünlerinin dış ticaretine yönelik değerlendirmeler. Turkish Journal of Forestry, 20(4), 401-410.
- Korkusuz, T., Özdemir, M., 2020. Turistik ürün çeşitlendirmede sosyal medyanın etkisine bir örnek: Doğu Ekspresi. Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 143-160.
- Kozioł, C., Beza, M., 2020. The second country report on forest genetic resources Poland. The Kostrzyca Forest Gene Bank Miłków, 300, 58-535.
- Kruk, H., Kornatowska, B., 2014. Sustainable forest management in Poland – theory and practice. Folia Forestalia Polonica, series A, 56 (1), 45–55.
- Kurdoğlu, O., 2007. Dünyada doğayı koruma hareketinin tarihsel gelişimi ve güncel boyutu, Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 8 (1), 59-76.
- Kurt, R., Karayılmazlar, S., Imren, E., Cabuk, Y., 2016. Türkiye ormancılık sektöründe odun dışı orman ürünleri: İhracat analizi, Journal of Bartın Faculty of Forestry, 18 (2), 158-167.
- Kuvan, Y., 2005. Korunan alan yönetiminde etkinliğin önemi ve değerlendirilmesi, Korunan Doğal Alanlar Sempozyumu, 8-10 Eylül 2005. SDÜ, Isparta.
- Łabudzki, L., Kamieniarz, R., Górecki, G., Skubis, J., Wierzbicka, A., 2009. Hunting in Poland as part of the

- sustained development of rural areas. *Folia Forestalia Polonica*, series A, 2009, Vol, 51(1), 85–90.
- LASY, 2018. Polonya devlet orman holdingi, resmi sitesi. Polonya. Forest in Poland. <https://www.lasy.gov.pl>. Forests in Poland 2018. Published by The State Forests Information Centre Warszawa. (Erişim tarihi: 09.05.2022).
- LASY, 2020. Polonya Devlet Orman Holdingi, resmi sitesi. Polonya. <https://www.lasy.gov.pl>. (Erişim tarihi: 02.03.2023).
- LASY, 2022. <https://www.lasy.gov.pl>. (Erişim tarihi: 07.12.2022).
- Liro, A., Glowacka, I., Jakubowski, W., Kaftan, J., Matuszkiewicz, A.J., Szack, J., 1995. National Ecological Network. Econet – Poland. Foundation IUCN Poland Warsaw.
- MCE, 2021. Ministry of Climate and Government, Republic of Poland. Polish voluntary national contribution towards achieving the Global Forest Goals and United Nations Strategic Plan for Forests. Erişim linki: https://www.un.org/esa/forests/wp-content/uploads/2022/05/VNC_Poland_May2022.pdf. (Erişim tarihi: 07.01.2023).
- Milli Parklar Kanunu, 1983. Erişim tarihi: <https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Belgeler/MEVZUAT/2873%20Say%C4%B1%C4%B1%20Milli%20Parklar%20Kanunu/1%202873%20Say%C4%B1%C4%B1%20Milli%20Parklar%20Kanunu.pdf>.
- Nepcon, 2017. Timber legality risk assessment Poland. This risk assessment has been developed by nepcon with support from the life programme of the European Union, UK aid from the UK government and FSC TM.
- OGM, 2006. Orman Varlığımız. OGM Yayınları, 160 Sayfa. Ankara.
- OGM, 2015. Türkiye orman varlığı. <https://www.ogm.gov.tr/tr/ormanlarimizsitesi/TurkiyeOrmanVarligi/Yayinlar/2015%20T%C3%BCrkiye%20Orman%20Varligi%20C4%B1%20C4%9F%C4%B1.pdf>.
- OGM, 2018. İşletme pazarlama dairesi başkanlığı Kayıtları 2018. OGM Teşkilat Şeması. Orman Genel MÜdürlüğü Web Sayfası, <http://www.ogm.gov.tr>. Erişim tarihi: 15.11.2022).
- OGM, 2020a. Türkiye Orman Varlığı. Ankara. ISBN 978-605-7599-68-1. Baskı Yeri: OGM Ofset.
- OGM, 2020b. Orman Genel MÜdürlüğü Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükümünde Kararnamenin Değiştirilerek Kabulü Hakkında Kanun.
- OGM, 2021. Tarım ve Orman Bakanlığı. [tarimorman.gov.tr](http://www.tarimorman.gov.tr). Ankara. (Erişim tarihi: 19.05.2022).
- OGM, 2022a. Türkiye orman varlığı haritası, jpg. <https://www.ogm.gov.tr/tr/ormanlarimiz/Turkiye-Orman-Varligi>. (Erişim Tarihi: 04.06.2022).
- OGM, 2022b. Orman Genel MÜdürlüğünün Görevleri <https://www.ogm.gov.tr/tr/kurulusu-muz/genel-bilgiler>. (Erişim tarihi: 27.06.2022).
- OGM, 2023. Kuruluşumuz. <https://www.ogm.gov.tr/tr/kurulusumuz/tasra-birimleri>. (Erişim tarihi: 27.09.2022).
- OMO, 2022. Orman Mühendisleri Odası Kayıtları. <https://ormuh.org.tr/>. (Erişim tarihi: 22.07.2022).
- Özer, O., 2020. Türkiye'nin av turizmi potansiyeli konusunda bir değerlendirme. *Journal of Gastronomy, Hospitality and Travel (JOGHAT)*, 3(1), 71-86.
- Özhatay, N., Kültür, Ő., Aslan, S., 2009. Check-list of additional taxa to the supplement flora of Turkey IV, *Turkish Journal of Botany*. 33, 191-226.
- Pach, M., Bielak, K., Giergiczny, M., Jaroszewicz, B., Kurek, T., Lesinski, J., Piszczek, M., Pluta, P., Skrzyszewski, J., 2016. Overview of mixed forests in Poland. COST Action FP1206 EuMIXFOR Country Report, 18.
- Pecyna, A., Buczaj, A., Lachowski, S., Choina, P., Goździewska, M., Galińska, E.M., 2019. Occupational hazards in opinions of forestry employees in Poland. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 26 (2), 242–248.
- PEFC, 2023. <https://www.pefc.org/events-training/pefc-week-2023-in-collaboration-with-the-sfi-annual-conference>. (Erişim tarihi: 10.03.2023.).
- PEFC-Polish, 2023. Polish forest certification system submitted for assessment. <https://www.pefc.org/discover-pefc/our-pefc-members/national-members/pefc-poland>. (Erişim tarihi: 27.01.2023).
- PEFC-Türkiye, 2023. PEFC-Türkiye, 2023. <https://www.pefc-turkiye.org/>. (Erişim tarihi: 02.03.2023).
- Pogorzelec, M., Głębocka, K., Hawrylak-Nowak, B., Parzymies, M., 2014. Reproduction and diversity of the endangered *Salix lapponum* L. populations in Eastern Poland. *Turkish Journal of Botany*, 38, 1239-1247.
- Referowska-Chodak, E., Kornatowska, B., 2021. Effects of forestry transformation on the landscape level of biodiversity in Poland's Forests. *Forests*, 2021, 12, 1682.
- San-Miguel-Ayanz, J., Durrant, T., Boca, R., Maianti, P., Libertá, G., Oom, D., Branco, A., de Rigo, D., Ferrari, D., Roglia, E., Scionti, N., 2023. Advance report on forest fires in Europe, Middle East and North Africa 2022, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Szramka, H., Adamowicz, K., 2020. Forest development and conservation policy in Poland. *Folia Forestalia Polonica*, Series A – Forestry, 62 (1), 31–38.
- Sevgi, O., 2021. Ormanlılık yükseköğretim kurumlarında isim değiştirme süreçleri. *Yükseköğretim Dergisi*, 11(1), 1–9.
- Sezer, İ.Ç., 2020. Doğa koruma çalışmalarında temsilci türler. *Bilim ve Teknik Dergisi*, Sayı: 636. S 40.
- SFIC, 2015. Forests in Poland. The State Forests Information Centre Warsaw.
- SOEF, 2021. Forest Europe, 2020: The State of Europe's Forests 2020 report. www.foresteurope.org.
- SOY K&G Raporu, 2019. Türkiye Ormanlılığı: 2019, 164+20 Sayfa, Kuban Matbaacılık Yayıncılık, Ankara.
- Statistics, Poland, 2021. Forestry in 2021. The Spokesperson for the President of Statistics Poland.
- STUDY, 2022. https://study.gov.pl/studyfinder?field_area_tid=10&field_leve_lid=21&field_language_tid=. (Erişim tarihi: 01.08.2022).
- Szczygieł, R., Kwiatkowski, M., Kołakowski, B., Piwnicki, J., 2020. Dynamic forest fire risk evaluation in Poland. *Folia Forestalia Polonica*, Series A – Forestry, 62 (2), 139–144.
- Şenkul, Ç., Kaya, S., 2017. Türkiye endemik bitkilerinin coğrafi dağılışı. *Türk Coğrafya Dergisi*. 69;109-120.
- TCSO, 2017. The Central Statistical Office, Poland, Report. Publication available on the website: stat.gov.pl. ISSN 1506-0632. (Erişim tarihi: 12.10.2022).

- TCSO, 2019. The Statistical Yearbook of the Republic of Poland. stat.gov.pl. Erişim tarihi: (10.08.2022).
- TOD, 2020. Türkiye Ormancılar Derneği'nin 95. Kuruluş Yıldönümünde: Orman Varlığımız ve Ormanlık Üretim Faaliyetleri. Editör: K. Ok, ISBN: 978-975-93478-8-8, 82 sayfa, Ankara.
- Tokmak, B., 2019. Devlet ormanlarında kurulan enerji tesislerinin izin süreci ve uygulamada yaşanan sorunlar. Yüksek lisans tezi. Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Tyrvaainen, L., Pauleit, S., Seeland, K., Vries, S., 2005. Benefits and uses of urban forests and trees. In *Urban Forests and Trees*, New York: Springer. 81-114.
- TÜİK, 2022. Türkiye istatistik kurumu resmi web adresi verileri. data.tuik.gov.tr. (Erişim tarihi: 18.05.2023).
- TÜİK, 2023. Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayali-Nufus-Kayit-Sistemi-Sonuclari-2022-49685>. (Erişim tarihi: 11.05.2023).
- Türkoğlu, T., Tolunay, A., 2013. Türkiye'deki orman ürünleri ithalatçısı işletmelerin sertifikalı orman ürünlerine ilişkin görüşleri. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 2013, 14: 95-101.
- URL-1, 2023. Nüfusa göre Avrupa Birliği üye devletler listesi. https://tr.wikipedia.org/wiki/N%C3%BCfusa_g%C3%B6re_Avrupa_Birli%C4%9Fi_%C3%BCye_devletler_listesi. (Erişim tarihi: 11.05.2023).
- URL-2, 2023. <https://www.tarimorman.gov.tr/Sayfalar/AnaSayfa.aspx/birimler>. (Erişim tarihi: 02.03.2023).
- URL-3, 2023. Korunan Alan İstatistikleri. <https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Menu/18/Korunan-Alan-Istatistikleri>. (Erişim tarihi: 01.03.2023).
- URL-4, 2022. Orman Genel Müdürlüğü İstatistikler. <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler>. (Erişim tarihi: 20.05.2023).
- URL-5, 2021. Orman Genel Müdürlüğü. Orman yangınları istatistikleri. <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler>. Erişim Tarihi: 21.05.2023.
- URL-6, 2023. Kanun. https://www.anayasa.gov.tr/Kararlar/GenelKurul/Basvuru_Karari/2017-169.pdf (Erişim tarihi: 19.05.2023).
- URL-7, 2023. Orman ürünlerinden faydalanmak isteyenlere verilecek izinlere ait yönetmelik. <https://www.mevzuat.gov.tr>. (Erişim tarihi: 19.05.2023).
- Uzuner, A.Z., 2015. Avcıların harcama eğilimlerinin ve milli gelire katkısının belirlenmesi (İstanbul örneği). Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 141 s. İstanbul.
- Valavanidis, A., 2019. Concept and practice of the circular economy. Turning goods at the end of their service life into resources, closing loops in industrial ecosystems and minimizing waste. Available online: <http://chem-tox-ecotox.org/wp-content/uploads/2018/07/CIRCULAR-ECONOMY-REVIEW-JULY2018.pdf> (Erişim tarihi 16.04.2021).
- Wieruszewski, M., Górna, A., Mydlarz, K., Adamowicz, K., 2022. Wood biomass resources in Poland depending on forest structure and industrial processing of wood raw material. *Energies* 2022, 15, 4897.
- WP, 2022. wikipedia.org. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_forestry_universities_and_colleges#Poland. (Erişim tarihi: 05.22.2022).
- Wysocka-Fijorek, E., Gołos, P., Janeczko, K., 2022. Between biodiversity conservation and the supply for broadleaved wood: A case study of state forests national forest holding (Poland), *Forests* 2022. 13(3), 438.
- Zajac, S., Kaliszewski, A., Młynarski, W., 2014. Forests and forestry in Poland and other EU countries. *Folia Forestalia Polonica. Series A*, Vol. 56 (4), 185–193.
- Zajaczkowski, G., Jabłoński, M., Jabłoński, T., Szmidla, H., Kowalska, A., Małachowska, J.İ., Piwnicki, J., 2020. Raport o stanie lasów w Polsce. Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych. Zajaczkowski, J. EKSPERT – program wspomagający dobór drzew i krzewów do zadrzewień. Katedra Hodowli Lasu SGGW. Pobrano z lokalizacji.
- Zbierska, A., 2022. Landscape changes in protected areas in Poland. *Sustainability*, 2022. 14, 753.



Bolu Gölçük'teki doğal ve egzotik sucul bitki türleri için risk yönetimi planı

Necmi Aksoy¹, Neval Güneş Özkan^{1*}, Nihan Koçer², Haldun Müderrisoğlu³, Engin Eroğlu³

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

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

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

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 16/03/2023

Kabul Tarihi: 08/05/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1266251>

* Sorumlu yazar:

nevalgunes@duzce.edu.tr

ÖZ

Bu çalışma Bolu Gölçük Gölü Tabiat Parkı için göl içerisinde bulunan istilacı ve yabancı türlerle ilgili eylem planının hazırlanması kapsamında yapılmıştır. Nisan-Ekim 2022 tarihleri arasında, göl içerisinde ve kıyı alanlarında floristik çalışmalar yürütülerek, gölün doğal ve yabancı bitki türleri ile bunların oluşturduğu toplumlar Braun-Blanquet yöntemine göre belirlenmiştir. Arazi çalışmaları sonucunda göl içi ve kıyısında yayılış yapan 22 familya ve 38 cinse ait 47 takson ile sucul 3, kıyı-çamur vejetasyonunda 2 olmak üzere 5 bitki toplumu belirlenmiştir. Bu toplumlar içerisinde yayılış yaptığı belirlenen yabancı bitki türleri ve bu türlerden istilacı olma potansiyeline sahip olanlar ile ilgili risk yönetimi önerileri yapılmıştır.

Araştırma Makalesi

Anahtar Kelimeler: Bolu, Gölçük, flora, sucul vejetasyon, yabancı türler

Risk management plan for natural and exotic aquatic plant species in Bolu Gölçük

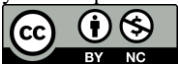
ABSTRACT

This study was carried out within the scope of preparing an action plan about the invasive and alien species in the lake for the Bolu Gölçük Lake Nature Park. Between April and October 2022, floristic studies were carried out in the coastal areas of the lake, and the natural and alien plant species of the lake and the societies formed by them were determined according to the Braun-Blanquet method. As a result of field studies, 47 taxa belonging to 22 families and 38 genera distributed in and around the lake and 5 plant communities, 3 in aquatic vegetation and 2 in coastal-mud vegetation, were determined. Risk management recommendations have been made for alien plant species determined to be distributed in these communities and those with the potential to be invasive.

Key Words: Bolu, Gölçük, flora, aquatic vegetation, alien species

Bu makaleye atıf:

Aksoy, N., Güneş Özkan, N., Koçer, N., Müderrisoğlu, H., Eroğlu, E., 2023. Bolu Gölçük'teki doğal ve egzotik sucul bitki türleri için risk yönetimi planı. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(1), 171-182.



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

1. Giriş

Biyolojik istilalar, biyolojik çeşitliliği azaltan ve ekosistemin işleyişini bozan büyük tehditlerdir. Tatlı su ekosistemleri için biyotik değişim çok daha önemlidir. Çünkü bazı sucul bitkiler büyük bir biyokütle oluşturarak, istilacı hale gelebilir ve yerli bitkilerin yerini alabilirler (Sala et al., 2000; OEPP/EPPO, 2021). Bu özellikler ekosistem üzerinde büyük baskı oluşturabilir. Yabancı türlerin biyolojik çeşitlilik ve ekosistemler üzerindeki baskısını azaltmak için daha fazla çaba sarf edilmelidir. Bunları öncelik sırasına koymak, yönetmek ve kontrol etmek için küresel olarak bütünleşik yaklaşımlara ihtiyaç vardır (Latombe et al., 2017). Bu nedenle öncelikle yabancı türlerin doğru bir şekilde tespit edilmesi ve kayıt altına alınması gerekmektedir. Bundan sonra da aktif izleme yapılması gereklidir.

Sucul habitatlar, akarsu ve göl ekolojik sistemlerinin önemli bir bileşenidir ve çoklu sosyo-ekolojik fonksiyonlara hizmet eder (Dufour et al., 2019). Bu habitatlarda yoğun bitki popülasyonları su hareketini ve ışık girişini azaltarak anaerobik koşullar yaratır ve tortuları hapseder. Büyüme mevsiminin sonunda büyük miktarlarda biokütlenin ayrışması, su kalitesinin bozulmasına ve tüm ekosistemin besin dengesini değiştirerek ikincil ötrofikasyonun yoğunlaşmasına önemli ölçüde katkıda bulunur. Ayrıca, bu türler yerel su bitkileri ve hayvan popülasyonlarını etkiler. Bazı sucul bitkilerin yoğun toplulukları yerli türlerin yerini alabilir ve sucul bitki örtüsü çeşitliliğinin azalmasına neden olabilir. Makrofitler için bu etki genellikle yer, ışık ve besinler için rekabetle ilişkilidir, bu da yerli türlerin istilacı türler tarafından yer değiştirmesine yol açar ve sucul bitki örtüsünün çeşitliliğinin azalmasına neden olur (Kolada et al., 2022). Bazı sucul bitkiler birçoğ anatomik, morfolojik ve ekolojik özelliği ile diğerlerinden daha rekabetçi olabilmektedir (Sárbu et al., 2006). İstilacı makrofit bitkilerin bir çoğu ötrofikasyonun yüksek olduğu alanlarda daha fazla vejetatif olarak üremektedir (Hrvnák, 2002; Xie et al., 2010). Dolayısıyla sucul habitatlarda bu durumun nedeni ve ötrofikasyonun sucul türlerin popülasyon başarısı üzerindeki etkileri belirlenmelidir.

Yabancı ve istilacı bitkilerin taşınmasında gıda ve süs bitkileri ithalatı, olta balıkçılığı, kampçılık, göçmen kuşlar gibi birçoğ yol vardır. Bölgede kampçılık ve olta balıkçılığı gibi yoğun rekreasyon faaliyetleri, doğal bitkilerin dağılımı için olası risk faktörleridir. Bu faktörlerin ve etkilerinin belirlenmesi için risk analizi çalışmaları yapılmalıdır. Biyolojik çeşitliliğin korunmasına yönelik tehditlerden biri olarak görülen; aynı zamanda sağlık, toplum ve çevre üzerinde olumsuz sonuçları olan yabancı türlerin doğal habitatlara girişi ve yayılması önemle üzerinde durulması gereken bir konudur. Bu çalışma, ülkemizde rekreasyonel faaliyetlerin yoğun olarak yürütüldüğu Bolu Gölcük'teki doğal ve egzotik bitki türlerinin belirlenmesi ve yabancı türlerle mücadelede bir risk yönetim planı oluşturulması amacı ile yapılmıştır.

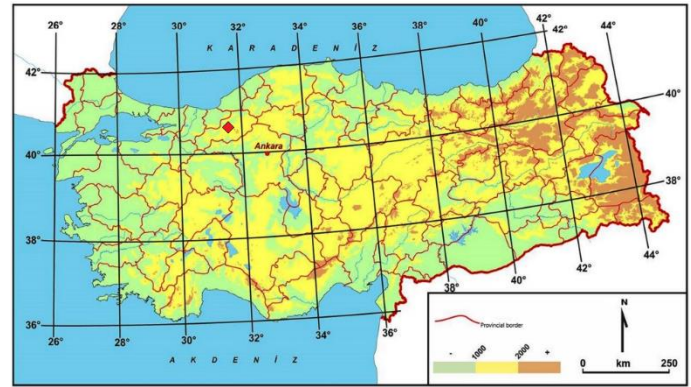
2. Materyal ve Yöntem

2.1 Materyal

Bolu şehir merkezinin 13 kilometre güneyinde yer alan Gölcük Tabiat Parkı, ülkemizin 262, Bolu'nun 8 tabiat parkından biridir. 40° 37' 03" - 40° 42' 25" kuzey enlemleri ve

31° 29' 31" - 31° 38' 18" doğu boylamları arasında bulunan alan 376,24 ha büyüklüğe sahiptir. Tabiat Parkı içerisindeki göl, yapay olarak oluşturulmuş bir set gölüdür. Yükseltisi 1217 metre olan gölün yüzey alanı 4,5 hektar, çevresi ise yaklaşık 1300 metredir (Uzun ve Müderrisoğlu, 2010; Tarımorman 2022a; Tarımorman 2022b; KP 2022), (şekil 1). Göl ve etrafı Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından, 11.07.2011 tarihinde tabiat parkı olarak ilan edilerek koruma altına alınmıştır (Tarımorman 2022b), (şekil 2).

Çalışma alanı Davis'in grid sistemine göre A3 karesi içerisindeki Davis (1965-1988). Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölgesinde yer almaktadır. Genel vejetasyon tipi olarak ormanlar görülmektedir. Alan çam, göknar, kayın, gürgen ve karışık türlerden oluşan ormanlarla çevrilidir.



şekil 1. Gölcük Tabiat Parkı'nın konumu



şekil 2. Çalışma alanından genel görünüm

2.2 Yöntem

Gölcük Tabiat Parkı'nda göl içerisinde bulunan istilacı ve yabancı türlerin belirlenmesi amacıyla araştırma materyali olarak çiçeksiz bitkiler (eğrettiler) 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 alınarak Tarım ve Orman Bakanlığı'nın Biyolojik İzleme Tebliği'ne uygun olarak preslenmiştir (Resmi gazete, 2019). Tekniğine uygun olarak kurutulan bitki örnekleri teşhis edilerek Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Herbaryumu (DUOF) koleksiyonuna dahil edilmiştir. 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 Őekilleri için Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler) kaynağından (Güner ve ark., 2012) yararlanılmıştır.

Vejetasyon alımı için araştırma alanı ve yakın çevresinde yapılmış floristik çalışmalar, benzer ekosistemlerde yapılan flora ve vejetasyon çalışmaları derlenmiştir. Araştırma alanında göl (sucul vejetasyon) ve çevresinden (kıyı-çamur vejetasyonu) toplam 21 adet örnek parsel alınmıştır. Örnek alanların büyüklükleri “en küçük alan” yöntemine göre belirlenmiştir (Kılınç, 2005; Van der Maarel, 2005). Bunun sonucunda örnek

alan büyüklükleri, araştırma alanında yer alan sucul vejetasyon için 2x2 m², göl çevresi (kıyı-çamur vejetasyonu) için 4x4 m² olarak uygulanmıştır. Örnek parsel seçimleri ve vejetasyon çizelgelerinin hazırlanması Braun-Blanquet yöntemine göre yapılmıştır (Kılınç, 2005).

3. Bulgular

3.1 Floristik bulgular

Vejetasyon döneminde yapılan arazi çalışmaları sonucunda göl içi ve kıyısında yayılış yapan 22 familya ve 38 cinse ait 47 takson belirlenmiştir (izelge 1).

Çizelge 1. Gölcük Tabiat Parkı sucul (akuatik) ve kıyı-çamur vejetasyonlarının florası, Türkçe isimleri, fitocoğrafik bölgesi ve habitatları

Familya ve Tür Adı	Türkçe Adı	Habitat	Doğal/ Yabancı	Fitocoğrafik Bölge	Kayıt Şekli
ALISMATACEAE					
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	akalkulağı	amur	Doğal	Avrupa-Sibirya	Teşhis
ASTERACEAE					
<i>Lapsana communis</i> L.	şebrek	amur	Doğal	-	Teşhis
<i>Pilosella piloselloides</i> (Vill.) Soják	kösetırnakotu	amur	Doğal	-	Teşhis
<i>Taraxacum macrolepium</i> Schischk.	karsıtlığı	amur	Doğal	-	Teşhis
BORAGINACEAE					
<i>Myosotis lithospermifolia</i> Hornem.	taşboncukotu	amur	Doğal	-	Teşhis
<i>Echium vulgare</i> L.	engerekotu	amur	Doğal	Avrupa-Sibirya	Teşhis
BRASSICACEAE					
<i>Rorippa sylvestris</i> (L.) Besser	akandura	amur	Doğal	Geniş yayılışlı	teşhis
BUTOMACEAE					
<i>Butomus umbellatus</i> L.	bataklıkgülü	Sucul	Doğal	Avrupa-Sibirya	Teşhis
CYPERACEAE					
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem.&Schult.	delisaz	amur	Doğal	Geniş yayılışlı	Teşhis
<i>Scirpus sylvaticus</i> L.	topakbedri	amur	Doğal	Geniş yayılışlı	Teşhis
EQUISETACEAE					
<i>Equisetum arvense</i> L.	atkuyruğı	amur	Doğal		Teşhis
FABACEAE					
<i>Medicago lupulina</i> L.	bitikotu	amur	Doğal	Geniş yayılışlı	Teşhis
<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Desr.	kokuluyonca	amur	Doğal	Geniş yayılışlı	Teşhis
<i>Medicago polymorpha</i> var. <i>vulgaris</i> (Benth.) Shinnars	kırkyonca	amur	Doğal	Geniş yayılışlı	Teşhis
<i>Trifolium repens</i> var. <i>giganteum</i> Lag.-Foss.	aktüçgül	amur	Doğal	Geniş yayılışlı	Teşhis
<i>Trifolium pratense</i> L.	ayırüçgülü	amur	Doğal		Teşhis
GERANIACEAE					
<i>Geranium pyrenaicum</i> Burm.f.	geliñarřafi	amur	Doğal	Geniş yayılışlı	Teşhis
HOLARAGACEAE					

Familiya ve Tür Adı	Türkçe Adı	Habitat	Doğal/ Yabancı	Fitocoğrafik Bölge	Kayıt Şekli
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	sucivanperçemi	Sucul	Yabancı (geçici)		Teşhis
JUNCACEAE					
<i>Juncus effusus</i> L.	cilotu	Çamur	Doğal		Teşhis
LAMIACEAE					
<i>Mentha longifolia</i> subsp. <i>longifolia</i> (L.) L.	pünk	Çamur	Doğal	Geniş yayılışlı	Teşhis
LEGUMINOSAE (FABACEAE)					
<i>Vicia sepium</i> L.	derebaklası	Çamur	Doğal	Avrupa-Sibirya	Teşhis
LYTHRACEAE					
<i>Lythrum salicaria</i> L.	hevbulma	Çamur	Doğal	Avrupa-Sibirya	Teşhis
NYMPHAEACEAE					
<i>Nuphar lutea</i> (L.) Sm.	sarnilüfer	Sucul	Doğal		Teşhis
<i>Nymphaea</i> "Hermine"	nilüfer	Sucul	Yabancı		Teşhis
<i>Nymphaea</i> "Mangkala Ubol"		Sucul	Yabancı		Teşhis
<i>Nymphaea rubra</i> Roxb. Ex Andrews		Sucul	Yabancı		Teşhis
PLANTAGINACEAE					
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L.	sugedemesi	Çamur	Doğal		Teşhis
<i>Veronica beccabunga</i> L.	atteresi	Çamur	Doğal		Teşhis
<i>Plantago major</i> L.	sinirotu	Çamur	Doğal		Teşhis
PRIMULACEAE					
<i>Lysimachia verticillaris</i> Spreng.	hilalkargaotu	Çamur	Doğal	Avrupa-Sibirya	Teşhis
POACEAE					
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	tavusotu	Çamur	Doğal	Avrupa-Sibirya	Teşhis
<i>Dactylis glomerata</i> subsp. <i>hispanica</i> (Roth)Nyman	kılıdomuzayrığı	Çamur	Doğal	Geniş yayılışlı	Teşhis
<i>Festuca heterophylla</i> Lam.	dağçayırı	Çamur	Doğal	Avrupa-Sibirya	Teşhis
<i>Glyceria notata</i> Chevall.	kıvrıktatlıçim	Çamur	Doğal		Teşhis
<i>Hordeum bulbosum</i> L.	boncukarpa	Çamur	Doğal	Geniş yayılışlı	Teşhis
<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	italyançimi	Çamur	Doğal		Teşhis
<i>Lolium perenne</i> L.	çim	Çamur	Doğal	Avrupa-Sibirya	Teşhis
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	kamış	Sucul	Doğal	Avrupa-Sibirya	Teşhis
<i>Poa nemoralis</i> L.	ormansalkımı	Çamur	Doğal	Geniş yayılışlı	Teşhis
<i>Poa pratensis</i> L.	çayıralkımotu	Çamur	Doğal		Teşhis
POLYGONACEAE					
<i>Polygonum amphibium</i> L.	yerdeğıştiren	Çamur	Doğal		Teşhis
<i>Polygonum persicaria</i> L.	söğütotu	Çamur	Doğal	Geniş yayılışlı	Teşhis
<i>Rumex conglomeratus</i> Murray	ekşikulak	Çamur	Doğal	Geniş yayılışlı	Teşhis
<i>Rumex crispus</i> L.	labada	Çamur	Doğal	Geniş yayılışlı	Teşhis
RANUNCULACEAE					
<i>Ranunculus repens</i> L.	tiktakdana	Çamur	Doğal	Geniş yayılışlı	Teşhis
TYPHACEAE					
<i>Typha latifolia</i> L.	cil	Çamur	Doğal		Teşhis

Familiya ve Tür Adı	Türkçe Adı	Habitat	Doğal/ Yabancı	Fitocoğrafik Bölge	Kayıt Şekli
URTICACEAE					
<i>Urtica dioica</i> L.	ısırgan	Çamur	Doğal	Avrupa-Sibirya	Teşhis

3.2 Vejetasyon bulguları

Vejetasyon analizi sonucunda çalışma alanında su içi ve kıyı-çamur vejetasyonu olmak üzere 2 ana vejetasyon tipine dahil 5 toplum belirlenmiştir.

3.2.1 Su içi vejetasyonu (Köklü yüzen tatlı su toplumu)

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 Bolu Gölçük Gölü'nde yayılış gösteren *Myriophyllum spicatum* Soo (1927), *Myriophyllo-Nymphaetum* ve *Nupharetum lutei* olmak üzere 3 bitki toplumu belirlenmiş ve sintaksonomik bakımdan Potamogetonetea Klika in Klika et Novák 1941 (Mucina et al., 2016) sınıfa dahil edilmiştir.

3.2.1.1 *Myriophyllum spicatum* Soo (1927) (*Myriophyllum spicatum* toplumu):

Myriophyllum spicatum'un genel habitatu durgun sular, göller, hendekler, yavaş akan dereler ve su kaynaklarıdır (Efloras, 2022). Gölçük göletinde su derinliği yaklaşık 30-100 cm olan yerlerde belirlenmiştir. Bu bitki toplumunun yayılışı

Türkiye'de ilk defa bu çalışma ile tespit edilmiş ve kaydedilmiştir.

Taksonun örnek alanlardaki örtü derecesi % 75-100 arasında değişmektedir. Toplumda *Myriophyllum spicatum* baskın türdür. Fitososyolojik strüktüründe iştirakçi herhangi bir takson bulunmamaktadır. Dolayısı ile bu alanlarda bu taksonun saf toplum oluşturduğu görülmektedir (Şekil 3), (Çizelge 2).



Şekil 3. *Myriophyllum spicatum* Soo (1927) (*Myriophyllum spicatum* toplumu)

Çizelge 2. *Myriophyllum spicatum* Soo (1927) (*Myriophyllum spicatum* toplumu)

Örnek Alan No	3	4	5	8	2	14			
Örnek Alan Genişliği (m ²)	4	4	4	4	4	4			
Yükseklik (m)	1209	1209	1209	1209	1209	1209			
Bakı	-	-	-	-	-	-			
Eğim (%)	0	0	0	0	0	0			
Ot Katının Genel Görünüşü (%)	95	95	100	100	95	75			
Takson Sayısı	1	1	1	1	1	1	Bulunma	Bulunma (%)	Bulunma Sınıfı
Birliğin Ayrıcı Türleri									
<i>Myriophyllum spicatum</i>	5	5	5	5	4	4	6	100	V

3.2.1.2 *Myriophyllo-Nymphaetum* (*Myriophyllum spicatum*-*Nymphaea* "Mangkala Ubol" toplumu):

Alanın doğal türü *Myriophyllum spicatum* ile egzotik *Nymphaea* "Mangkala Ubol", yeni bir yabancı toplum oluşturmuştur.

Bu toplum dört örnek alanla temsil edilmektedir. Taksonların örnek alanlardaki örtü derecesi %75-100 arasında değişmektedir. Toplumun ayrıcı türleri *Myriophyllum spicatum*, *Nymphaea* "Mangkala Ubol", *Nymphaea* "Hermine", *Nymphaea rubra*'dır. Fitososyolojik strüktüründe iştirakçi herhangi bir takson bulunmamaktadır (Şekil 4), (Çizelge 3).



Şekil 4. *Myriophyllo-Nymphaetum* (*Myriophyllum spicatum*-*Nymphaea* "Mangkala Ubol" toplumu)

Çizelge 3. *Myriophyllo-Nymphaeatum* (*Myriophyllum spicatum*- *Nymphaea "Mangkala Ubol"* toplumu)

Örnek Alan No	6	9	7	12			
Örnek Alan Genişliği (m ²)	4	4	4	4			
Yükseklik (m)	1209	1209	1209	1209			
Bakı	-	-	-	-			
Eğim (%)	0	0	0	0			
Ot Katının Genel Görünüşü (%)	100	100	90	75	Bulunma	Bulunma (%)	Bulunma Sınıfı
Takson Sayısı	2	2	2	1			
Birliğin Ayırıcı Türleri							
<i>Myriophyllum spicatum</i>	3	3	2	0	3	75	IV
<i>Nymphaea "Mangkala Ubol"</i>	0	3	0	4	2	50	III
<i>Nymphaea "Hermine"</i>	3	0	0	0	1	25	II
<i>Nymphaea rubra</i>	0	0	4	0	1	25	II

3.2.1.3 *Nupharetum lutei* (*Nuphar lutea* toplumu):

Sürekli su altında kalan, çok dallanmış veya dallanmamış rizomlu, gövdelerinden çok uzun saplı oval yaprakları su yüzeyine kadar yükselerek yüzer pozisyonda bulunan, sarıççekli nilüfer (*Nuphar lutea*) Bolu Gölcük Gölü Tabiat Parkı'nın tek doğal nilüfer taksonudur. Alana sonradan getirilen diğer egzotik nilüfer taksonları nedeniyle, bu doğal sucul bitki toplumu tehdit altında bulunmaktadır.

İki örnek alanla temsil edilen bu toplumda taksonun örnek alanlardaki örtü derecesi % 90'dır. Toplumun baskın türü *Nuphar lutea*'dır. Fitososyolojik strüktüründe iştirakçi herhangi bir takson bulunmamaktadır (Şekil 5), (Çizelge 4).

Nuphar lutea baskın durumda görünse de, gölün genel alanındaki yayılışı değerlendirildiğinde, alanın doğusunda *Myriophyllum spicatum*'un bu populasyona doğru yayılmaya başladığı gözlenmiştir.



Şekil 5. *Nupharetum lutei* (*Nuphar lutea* toplumu)

Çizelge 4. *Nupharetum lutei* (*Nuphar lutea* toplumu)

Örnek Alan No	11	15			
Örnek Alan Genişliği (m ²)	4	4			
Yükseklik (m)	1209	1209			
Bakı	-	-			
Eğim (%)	0	0	Bulunma	Bulunma (%)	Bulunma Sınıfı
Ot Katının Genel Görünüşü (%)	90	90			
Takson Sayısı	1	1			
Birliğin Ayırıcı Türleri					
<i>Nuphar lutea</i>	5	4	2	100	V

3.2.2 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 Gölcük Gölü'nde yayılış gösteren kıyı-çamur vejetasyon tipine ait *Trifolio-Typhetum latifoliae* ve *Mentha longifolia*- *Glycerietum notatai* olmak üzere 2 bitki toplumu belirlenmiş ve sintaksonomik sınıflandırması aşağıda verilmiştir.

3.2.2.1 *Trifolio-Typhetum latifoliae* (*Trifolium repens*-*Typha latifolia* toplumu):

Göl kenarındaki düzlüklerde ve küçük dere ağızlarında, göl yüzeyindeki suların mevsimsel değişimi ile oluşan toplumlardır. Su değişimine ve gelişimine göre, *Typha latifolia*'nın hakimiyeti artmaktadır.

Beş örnek alanla temsil edilen bu toplumda taksonların örnek alanlardaki örtü derecesi % 40-100 arasında değişmektedir. Toplumun ayırıcı türleri *Trifolium repens* var. *giganteum*, *Typha latifolia*, *Rorippa sylvestris*, *Ranunculus repens*'dir. *Lolium multiflorum*, *Poa nemoralis*, *Veronica beccabunga*, *Taraxacum macrolepium*, *Glyceria notata*, *Rumex crispus*, *Rumex conglomeratus*, *Butomus umbellatus*, *Geranium pyrenaicum*, *Eleocharis palustris*, *Dactylis glomerata* subsp. *hispanica*, *Lolium perenne*, *Scirpus sylvaticus* gibi taksonlar iştirakçi taksonlardır (Şekil 6), (Çizelge 5).



Şekil 6. *Trifolio-Typhetum latifoliae* (*Trifolium repens*-*Typha latifolia* toplumu)

Çizelge 5. *Trifolio-Typhetum latifoliae* (*Trifolium repens*-*Typha latifolia* toplumu)

Örnek Alan No	69	67	68	70	71			
Örnek Alan Genişliği (m ²)	16	16	16	16	16			
Yükseklik (m)	1209	1209	1209	1209	1209			
Bakı	-	-	-	-	-			
Eğim (%)	0	0	0	0	0			
Ot Katının Genel Görünüşü (%)	100	100	100	95	40			
Takson Sayısı	14	12	13	19	11	Bulumma	Bulumma (%)	Bulumma Sınıfı
Birliğin Ayrıcı Türleri								
<i>Trifolium repens</i> var. <i>giganteum</i>	4	3	3	2	2	5	100	V
<i>Typha latifolia</i>	1	0	2	2	2	4	80	IV
<i>Rorippa sylvestris</i>	+	+	1	1	0	4	80	IV
<i>Ranunculus repens</i>	0	2	2	1	0	3	60	III
İştirakçiler								
<i>Lolium multiflorum</i>	3	2	1	1	0	4	80	IV
<i>Poa nemoralis</i>	5	0	2	+	0	3	60	III
<i>Veronica beccabunga</i>	+	1	2	0	0	3	60	III
<i>Taraxacum macrolepium</i>	+	0	0	+	2	3	60	III
<i>Glyceria notata</i>	0	+	2	0	0	2	40	II
<i>Rumex crispus</i>	1	+	0	0	0	2	40	II
<i>Rumex conglomeratus</i>	0	0	+	+	0	2	40	II
<i>Butomus umbellatus</i>	0	0	+	+	0	2	40	II
<i>Geranium pyrenaicum</i>	r	0	0	+	0	2	40	II
<i>Eleocharis palustris</i>	0	0	+	2	0	2	40	II
<i>Dactylis glomerata</i> subsp. <i>hispanica</i>	3	3	0	0	0	2	40	II
<i>Lolium perenne</i>	1	3	0	0	0	2	40	II
<i>Scirpus sylvaticus</i>	0	+	0	0	1	2	40	II
<i>Trifolium pratense</i>	0	0	0	2	+	2	40	II
<i>Hordeum bulbosum</i>	0	0	0	1	0	1	20	II
<i>Poa pratensis</i>	0	1	0	0	0	1	20	II
<i>Pilosella piloselloides</i>	0	0	0	1	0	1	20	II
<i>Lysimachia verticillaris</i>	0	0	0	0	1	1	20	II
<i>Medicago lupulina</i>	0	0	0	0	2	1	20	II
<i>Medicago polymorpha</i> var. <i>vulgaris</i>	0	0	0	0	1	1	20	II
<i>Polygonum persicaria</i>	0	0	0	0	+	1	20	II
<i>Melilotus officinalis</i>	0	0	0	1	0	1	20	II
<i>Equisetum arvense</i>	+	0	0	0	0	1	20	II
<i>Echium vulgare</i>	0	0	0	+	0	1	20	II
<i>Lapsana communis</i> subsp. <i>alpina</i>	0	0	0	+	0	1	20	II
<i>Urtica dioica</i>	0	0	0	+	0	1	20	II
<i>Myosotis lithospermifolia</i>	0	0	+	0	0	1	20	II

3.2.2.2 *Mentha longifolia*-*Glycerietum notatai* (*Mentha longifolia*-*Glyceria notata* toplumu):

Dört örnek alanla temsil edilen bu toplumdaki taksonların örnek alanlardaki örtü derecesi % 50-100 arasında değişmektedir. Toplumun ayırıcı türleri *Glyceria notata*, *Rumex crispus*, *Rumex conglomeratus*, *Mentha longifolia* subsp. *longifolia*, *Poa nemoralis*, *Veronica beccabunga*, *Lolium multiflorum*'dur. Topluma katılan iştirakçi türler ise *Rorippa sylvestris*, *Plantago major* subsp. *major*, *Ranunculus repens*, *Typha latifolia*, *Vicia sepium*, *Trifolium repens* var. *giganteum*, *Veronica anagallis-aquatica*, *Agrostis stolonifera*, *Dactylis glomerata* subsp. *hispanica*, *Lolium perenne*, *Festuca heterophylla* gibi taksonlardır (Şekil 7), (Çizelge 6).



Şekil 7. *Mentha longifolia*-*Glycerietum notatai* (*Mentha longifolia*-*Glyceria notata* toplumu)

Çizelge 6. *Mentha longifolia*-*Glycerietum notatai* (*Mentha longifolia*-*Glyceria notata* toplumu)

Örnek Alan No	13	1	10	66			
Örnek Alan Genişliği (m ²)	16	16	16	16			
Yükseklik (m)	1209	1209	1209	1209			
Baki	-	-	-	-			
Eğim (%)	0	0	0	0			
Ot Katının Genel Görünüşü (%)	100	100	50	100	Bulunma	Bulunma (%)	Bulunma Sınıfı
Takson Sayısı							
Birliğin Ayırıcı Türleri							
<i>Glyceria notata</i>	4	3	1	+	4	100	V
<i>Rumex crispus</i>	0	1	+	+	3	75	IV
<i>Rumex conglomeratus</i>	+	1	+	0	3	75	IV
<i>Mentha longifolia</i> subsp. <i>longifolia</i>	3	3	0	0	2	50	III
<i>Poa nemoralis</i>	2	0	0	1	2	50	III
<i>Veronica beccabunga</i>	0	0	0	+	1	25	II
<i>Lolium multiflorum</i>	0	0	0	2	1	25	II
İştirakçiler							
<i>Rorippa sylvestris</i>	+	1	1	+	4	100	V
<i>Plantago major</i> subsp. <i>major</i>	0	+	+	+	3	75	IV
<i>Ranunculus repens</i>	1	2	1	+	3	75	IV
<i>Typha latifolia</i>	1	2	2	0	3	75	IV
<i>Vicia sepium</i>	0	2	1	0	2	50	III
<i>Trifolium repens</i> var. <i>giganteum</i>	0	0	2	4	2	50	III
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	+	+	0	0	2	50	III
<i>Agrostis stolonifera</i>	0	+	+	0	2	50	III
<i>Dactylis glomerata</i> subsp. <i>hispanica</i>	0	0	0	3	1	25	II
<i>Lolium perenne</i>	0	0	0	2	1	25	II
<i>Festuca heterophylla</i>	2	0	0	0	1	25	II
<i>Juncus effusus</i>	0	0	1	0	1	25	II
<i>Lythrum salicaria</i>	0	0	+	0	1	25	II
<i>Eleocharis palustris</i>	0	0	1	0	1	25	II

4. Tartışma ve Sonuç

Bolu Gölçük Gölü'nde göl içi ve kıyısında yapılan flora ve vejetasyon çalışmaları sonucunda 22 familya ve 38 cinse ait 47 takson ile; 3'ü su içi vejetasyonu, 2'si kıyı-çamur vejetasyonuna dahil olmak üzere 5 toplum belirlenmiştir.

Bu toplumlardan göl içerisinde yayılış yaptığı tespit edilen 3 toplumdan *Myriophylletum spicati* Soo (1927) ve *Nupharetum lutei* gölün doğal taksonlarından oluşan toplumdur. *Myriophyllo-Nymphaetum* ise yabancı bir bitki toplumdur.

Myriophyllum spicatum'un Türkiye'de doğal olup olmadığı tartışmalıdır. Bazı kaynaklarda ölkemizde doğal olarak yayılış yapan bir tür olduğu (POWO 2022); bazı kaynaklarda ise ölkemize yayıldığı belirtilmektedir (Chamberlain 1972; Güner ve ark., 2012). Uludağ et al. (2017)'ye göre de geçici yabancı (casual) olarak tanımlanmıştır. Çalışma alanından ilk kez 1998 yılında Nursel İkinci (Nİ1700) tarafından, 1250 m'den toplanmıştır (İkinci ve Güner, 2007). 2010-2018 yılları arasında yoğun rekreasyon faaliyetlerine bağlı olarak küçük işletme ve konaklama için gerçekleştirilen yapılaşma sebebi ile suda ötrifikasyon artışı başta olmak üzere, ekosistemin dengesini bozan diğer faktörler de artmıştır. Bunun sonucu olarak göl florasında doğal olarak bulunan Su civanperçemi (*Myriophyllum spicatum*), yanlış temizleme ve mücadele işlemleri uygulanması ile populasyon yoğunluğu artarak sucul vejetasyonda baskın duruma geçmiştir (şekil 8).

Özellikle; 2014-2020 yılları arasında rekreasyon alanına çim ekimi, egzotik ağaç ve alırlardan oluşan süs bitkilerinin dikimi gibi peyzaj uygulamaları ile; 2018 yılında "Nilüfer Bahçesi" kurulması amacıyla 55 çeşit (kültivar) nilüfer türünün göle yerleştirilmesi (Köroğlu gazetesi, 2022), gölün doğal ekosisteminin bozulmasına sebep olmuştur.



şekil 8. Göldeki ötrifikasyon ve *Myriophyllum spicatum*'un göldeki baskınlık durumu

Nilüfer Bahçesi" kurmak amacıyla alana getirilen; *Nymphaea rubra*, *Nymphaea* "Mangkala Ubol", *Nymphaea* "Hermine" vb. nilüfer kültür varyeteleri; sucul vejetasyonda *Myriophyllum spicatum* ile yeni toplumlar oluşurmaya başlamıştır. Yapmış olduğumuz sucul vejetasyon alımlarında, *Myriophyllum spicatum-Nymphaea* "Mangkala Ubol" taksonlarının baskın olduğu yeni bir bitki toplumu (*Myriophyllo-Nymphaetum*) oluştuğu tespit edilmiştir. *Myriophyllum spicatum*'un gölün doğal ekosistemindeki dengelyi bozacak şekilde baskın duruma geçmesi, göl yüzeyini kaplayarak göl tabanına yeterli güneş işığının düşmesini engelleyici etkilerle, hassas sucul ekosistemin çökmesine neden olmaktadır. Bu egzotik türlerin ölkemiz için istilacı olma potansiyeline karşın izlenmeleri gerekmektedir.

Myriophyllum spicatum, işgalci konumda olduğu Kuzey Amerika göllerinde; diğer su bitkilerini gölgeler ve onların yerini alarak yoğun istilalar halinde büyür. Bir besin kaynağı olarak yerini aldığı doğal bitkilerden daha az değerlidir. Yüksek yoğunluklara ulaştığında, balıklar için besin kaynağı olan böceklerin daha az gelişmesine sebep olur. Büyük yırtıcı balıklar için yiyecek arama alanını kaybettirdiği için de balıkçılıkta verimi düşürür. Sebep olduğu diğer bir etki ise, bitkinin büyük örtülerinin çürümesi nedeniyle sudaki oksijen seviyelerinin azalmasıdır. Yoğun paspaslar halindeki bitki kalıntıları su hareketini engeller ve yüzmeye, tekne gezintisine, balık tutma ve su kaynağı gibi eğlence aktivitelerini kısıtlamaktadır (GISD, 2022).

Myriophyllum spicatum için mekanik doğrayıcılar veya biçerdöverler, kısa sürede büyük miktarlarda biokütleyi etkili bir şekilde kaldıracaktır. Ancak bitki parçalarını yoğun şekilde yayabileceğinden dikkatli olunmalıdır. Ayrıca temizleme hasadı yılda birkaç kez yapılmalıdır. İstila ve yayılmasını kontrol etmek için su altı vakumlama ile birlikte bitki ve köklerin rotosürülmesi kullanılmalıdır. Su seviyesi manipölasyonu ve düşüşleri populasyon kontrolünde etkili bir şekilde kullanılabilir. Göl tabanına sabitlenmiş cam elyafı, polipropilen veya polivinil klorür (PVC) gibi özel olarak yapılmış malzeme tabakalarından oluşan alt bariyerler, güneş işığını engelleyerek bitki büyümesini önleyebilir (GISD, 2022).

Geçmiş yıllarda alanda Su civanperçemi bitkisinin temizlenmesine yönelik çalışmaların yürütüldüğü ancak başarı sağlanamadığı bilinmektedir (şekil 9). Özellikle Kuzey Amerika'daki göllerde uygulanan mekanik temizleme yöntemi Bolu Gölçük Tabiat Parkı'nda uygulanmalı ve bitki daha önceki denge durumuna gelecek şekilde alandan uzaklaştırılmalıdır. Gölçük Gölü Havzası'nda çamur, riparian, ayır ve orman gibi diğer ekosistemler ile birlikte bütüncül ekolojik restorasyona gidilmelidir. Bunun için izelge 7 ve izelge 8a ve b'de verildiği şekilde yeni bir risk yönetim sisteminin oluşturulması gerekmektedir. Bu eylem ve risk yönetim planına göre alandaki yabancı türlerin alandan çıkarılarak, tüm havzanın ekolojik restorasyona alınması ve alanın yeniden optimum rekreasyonel taşıma kapasitesine ulaştırılması sağlanabilir.

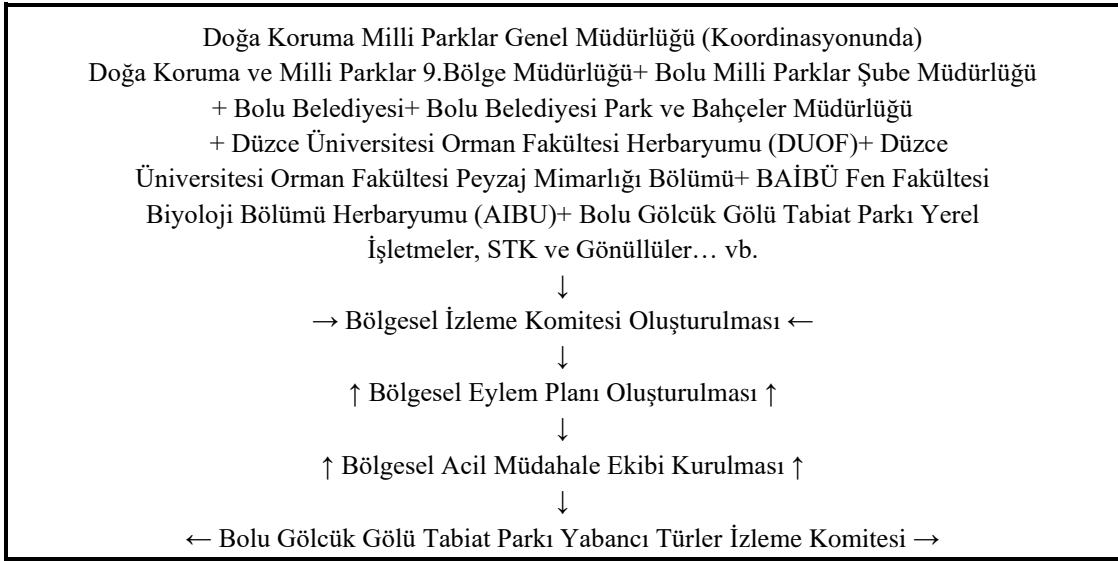
Ölkemizde karasal istilacı bitki türleri veya hassas ekosistemlerde yabancı türlerin etkilerinin izlenmesi ve mücadele eylem planları çok azdır. Bunlara TERİAS Projesi, (Karasalistilacılar, 2022) örnek verilebilir. Özellikle bu türlerin biyolojik çeşitliliğe etkisi bölgesel ve yerel eylem planları ile belirlenebilir. Daha önce deniz bitkileri için hazırlanan eylem planına (Gündoğdu ve ark., 2004) dayanılarak Bolu Gölçük Gölü Tabiat Parkı için bir eylem planı hazırlanmıştır (izelge 7 ve izelge 8).

Bolu Gölçük Tabiat Parkı'nda *Myriophyllum spicatum* ve yabancı türler için eylem planı, bölgesel ve yerel kuruluşlar ile birlikte uygulamaya konmalıdır. Bu amaçla, Bolu Gölçük Gölü Tabiat Parkı örneğinde, bir eylem planının hazırlanması ve uygulanması; zengin bir biyolojik çeşitliliğe sahip Bolu Bölgesi için büyük önem taşımaktadır. Doğal ekosistemlere etki eden, yabancı türler için eylem planı ile sucul ekosistem kaynaklarının korunmasının sürdürülebilir biçimde sağlanması amacıyla uygulanacak eylem planı, ekosistem bozulmasına bağlı olarak yayılıcı türler ile yabancı türlerin yayılışımın izlenmesini ve engellenmesini hedeflemektedir.



Şekil 9. Su civanperçemi bitkisi temizleme çalışması (Bolubeltr, 2022)

Çizelge 7: Bolu Gölcük Tabiat Parkı'nda yerli (*Myriophyllum spicatum*) ve yabancı istilacı türler için eylem planının uygulanması şeması



Çizelge 8. Bolu Gölcük Gölü sucul bitkilerinin, habitatların korunması ve izlenmesi bölgesel eylem planı**a. Bölgesel Acil Müdahale Ekibi****b. Bölgesel İzleme Komitesi**

DÜZCE ÜNİVERSİTESİ ORMAN FAKÜLTESİ HERBARYUMU (DUOF) -Yabancı Türlerin İzlenmesi -Yabancı Türler ile ilgili, Eğitim, Poster, Broşür, Afiş vb. hazırlama	BOLU BELEDİYESİ -Bolu Gölcük Tabiat Parkı Yerel İşletmeleri ile ilgili yönetmel ve kurumsal iletişimi sağlamak	BOLU BELEDİYESİ PARK VE BAHÇELER MÜDÜRLÜĞÜ -Bolu Gölcük Gölü Tabiat Parkı'nda Yabancı Türlerle ilgili her türlü izleme sistemi, iletişim, personel ve eğitim vd. işlerin koordinesi ve yapılması	DÜZCE ÜNİVERSİTESİ ORMAN FAKÜLTESİ PEYZAJ MİMARLIĞI BÖLÜMÜ -Ekolojik Restorasyon ve Rekreasyon Taşıma Kapasitesinin Belirlemesi
---	--	--	--

Teşekkür

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

Kaynaklar

Altınayar, G., 1988. Su Yabancı Otları, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.

- Baytop, A., 1998. İngilizce-Türkçe Botanik Kılavuzu, Üniversite Yayın No: 4058, Eczacılık Fak. Yayın No: 70, İstanbul.
- Bolubeltr, 2022. <https://www.bolu.bel.tr/golcuk-istilacibitkiler-temizleniyor/> (erişim tarihi 14.12.2022).
- Chamberlain D. F., 1972. *Myriophyllum* L. in Davis, P.H. (ed.), Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol. 4, pp. 1-657. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Dufour S., Rodríguez-González P.M., 2019. Riparian Zone / Riparian Vegetation Definition: Principles And Recommendations. Report, COST Action CA16208 CONVERGES, 20 pp. Yaşar Selman Gültekin ve Pınar Gültekin tarafından tercüme edilmiştir. (Sulak Alan / Sulak Alan Bitki Örtüsü Tanımı: Esaslar ve Öneriler). https://converges.eu/wp-content/uploads/2019/12/Riparian_definitions_Turkish.pdf. (erişim tarihi 14.12.2022).
- Davis, P. H., 1965-1985. Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol.1-9., Edinburgh University Press.
- Davis, P. H., Mill, R. R., Tan, K. (ed.), 1988. Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol.10 (Supplement), Edinburg University Press.
- Efloras, 2022. http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=2&taxon_id=200015097 (accessed 14.12.2022).
- Fiori, A., 1993. Flora Italiana Illustrata.
- GISD, 2022. Global Invasive Species Database. <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=278> (accessed 14.12.2022).
- Gündoğdu, V., Sarıkaya, D., Özcan, N. H., 2004. Deniz bitkileri eylem planı: İzmir ili örneği. Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 21(1-2), 53-58.
- Güner, A., Aslan, S. (Eds.), 2012. Türkiye Bitkileri Listesi:(Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları.
- 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). Turkish Journal of Botany, 31(2), 87-107.
- Karasalistilacilar, 2022. Ham Bostan-Terias Projesi (karasalistilacilar.org), <https://karasalistilacilar.org/it-dolambaci/> (erişim tarihi 14.12.2022).
- Kılınç, M., 2005. Bitki Sosyolojisi (Vejetasyon Bilimi), Palme Yayınları, Ankara.
- 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). <https://doi.org/10.3391/ai.2022.17.4.04>.
- Korkmaz, H., Mumcu, Ü., 2013. Türkiye sulak alan vejetasyonunun genel floristik, ekolojik ve fitososyolojik özellikleri. III. Sulak Alanlar Kongresi, Samsun / Türkiye.
- Koroglugazetesi, 2018. "Gölcük Nilüfer Cenneti Olacak" Köroğlu Gazetesi, Bolu (koroglugazetesi.com), <https://www.koroglugazetesi.com/golcuk-nilufer-cenneti-olacak> (erişim tarihi 14.12.2022).
- KP, 2022. <https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/bolu/gezilecek-yer/golcuk-tabiat-parki> (erişim tarihi 09.12.2022).
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.06.013>.
- 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.
- OEPP/EPPO, 2021. PM 9/19 (1) Invasive alien aquatic plants. EPPO Bulletin, 44(3), 457-471.
- POWO, 2022. Plants of the World Online, Kew Science. <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:430465-1#distributions> (erişim tarihi 14.12.2022).
- 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. DOI: 10.1126/science.287.5459.1770.
- 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., 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. <https://bolge9.tarimorman.gov.tr/Menu/55/Bolu-Golcuk-Tabiat-Parki> (erişim tarihi 09.12.2022).
- 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.
- Uluocak, N., 1984. Toprak Koruması ve Yem Niteliği Bakımından Türkiye'nin Önemli Doğal Otlak Bitkileri-II. Baklagiller, İstanbul.
- Uzun, S., Müderrisoğlu, H., 2010. Kırsal rekreasyon alanlarında kullanıcı memnuniyeti: Bolu Gölcük Orman içi dinlenme yeri örneği. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri: A, (1), 67-82.
- Van der Maarel, E., 2005. Vegetation ecology—an overview. Vegetation Ecology, 3, 1-51.
- 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, <http://dx.doi.org/10.1007/s10750-010-0402-9>.

