



AĞAÇ ve ORMAN

TREE and FOREST

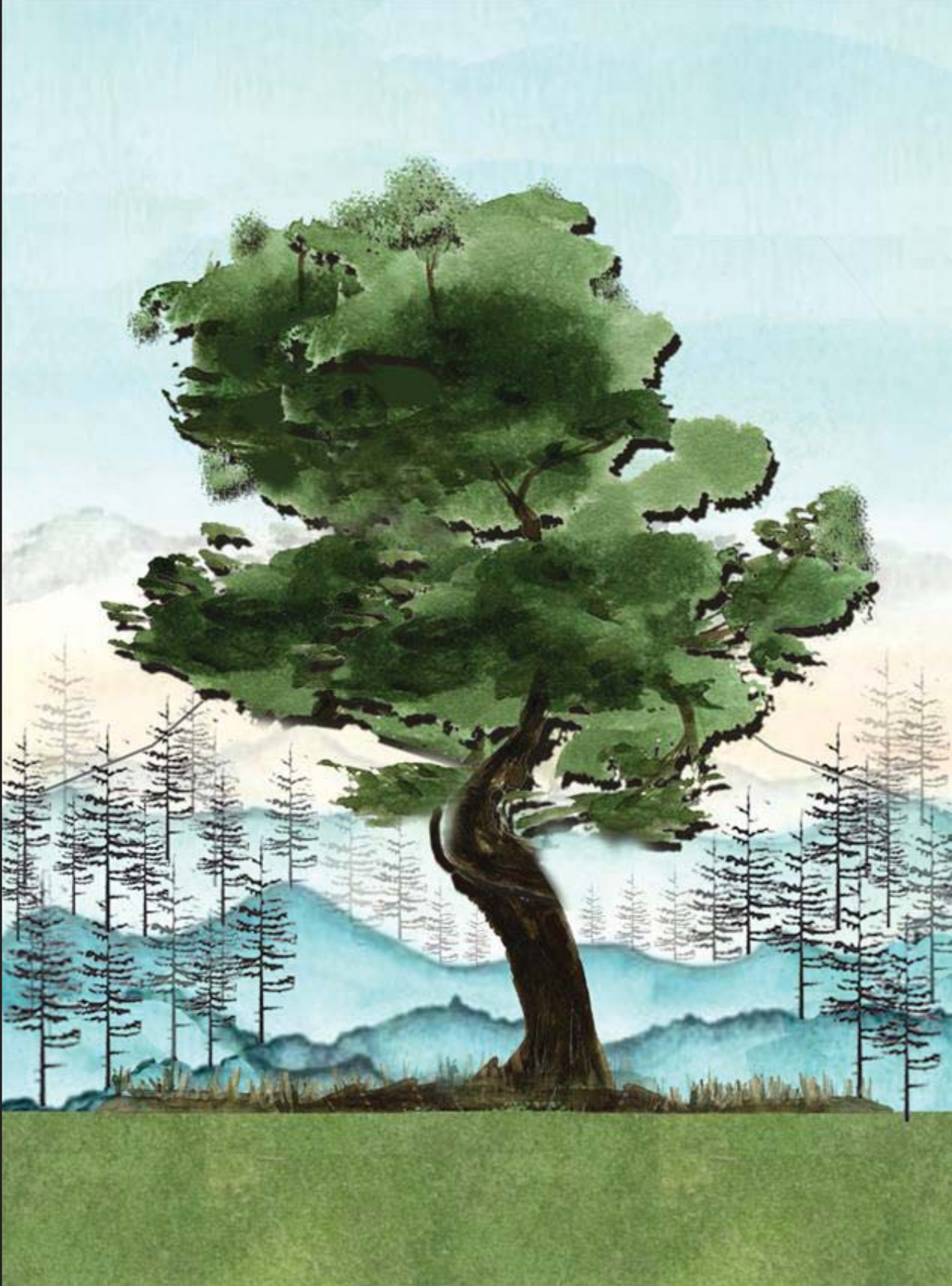
Yıl
Year 2024

Cilt
Volume 5

Sayı
Issue 2

eISSN: 2757-5349

BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
BURSA TECHNICAL UNIVERSITY



Ağaç ve Orman
Tree and Forest

Yıl (Year): 2024 - Cilt (Volume): 5 - Sayı (Issue): 2 - e-ISSN: 2757-5349

Sahibi - Owner

Bursa Teknik Üniversitesi

DERGİ YAYIN KURULU

EDITORIAL BOARD

Baş Editör – Editor in Chief

Prof. Dr. Neşat ERKAN Bursa Teknik Üniversitesi

Editör Yardımcıları – Assistan Editors

Doç. Dr. Ayşe Gül SARIKAYA Bursa Teknik Üniversitesi
Doç. Dr. Kamil ERKEN Bursa Teknik Üniversitesi
Doç. Dr. Mahmut Ali ERMEYDAN Bursa Teknik Üniversitesi
Doç. Dr. Nevzat GÜRLEVİK Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Doç. Dr. Şükrü Teoman GÜNER Bartın Üniversitesi

Alan Editörleri – Subject Editors

Prof. Dr. Abdullah Emin AKAY Bursa Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Elif Bozdoğan SERT İskenderun Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Eylem DİZMAN TOMAK Bursa Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Muhammed Said FİDAN Bursa Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Oğuzhan SARIKAYA Bursa Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Oktay GÖNÜLTAŞ Bursa Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ Bursa Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Sinan GÜNER Artvin Çoruh Üniversitesi
Doç. Dr. Ayşe Gül SARIKAYA Bursa Teknik Üniversitesi
Doç. Dr. Üyesi Bahadır ALTUN Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Doç. Dr. Zeynep PİRSELİMOĞLU BATMAN Bursa Teknik Üniversitesi
Dr. Mustafa BATUR Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü

Yazım Editörleri – Writer Editors

Arş. Gör. Edanur AYHAN Bursa Teknik Üniversitesi
Arş. Gör. Özgenur AYKIN Bursa Teknik Üniversitesi
Şaban ÇETİNER Orman Genel Müdürlüğü

Dil Editörleri – Language Editors

Prof. Dr. Anıl AKIN TANRIÖVER Bursa Teknik Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Mesut UYSAL Bursa Teknik Üniversitesi

Dizgi Editörü – Layout Editors

Dr. Öğr. Üyesi İnanç TAŞ Bursa Teknik Üniversitesi

Web

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/agacorman>

Yazışma Adresi

Bursa Teknik Üniversitesi
Mimar Sinan Yerleşkesi
Mimar Sinan Mahallesi, Mimar Sinan Bulvarı, Eflak Caddesi, No:177,
16310 Yıldırım/BURSA

Telefon

0(224) 300 37 95



İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Araştırma makalesi/Research article

- Andız pekmezi ve Antalya Akseki yöresi *Juniperus Drupacea* Labill. kozalak uçucu yağının kimyasal karakterizasyonu** / Andız Molasses and phytochemical characterization of essential oil obtained from *Juniperus drupacea* Labill. cones of Antalya Akseki region 58-63
Belkıs YAŞA, Naile ANGIN, Murat ERTAŞ

Araştırma makalesi/Research article

- Anadolu Karaçam (*Pinus nigra* Arn.)’ında iki farklı ekipmanla kabuk soyma zaman analizi** / Debarking time analysis of Anatolian black pine (*Pinus nigra* Arn.) with two different equipments 64-71
Salih PARLAK, Özgenur AYKIN, Furkan GÖKDEMİR

Araştırma makalesi/Research article

- Effects of heat treatment on elastic constants of Cedar (*Cedrus libani*) wood** / Isıl işlemin Sedir (*Cedrus libani*) odununun elastik sabitleri üzerine etkileri 72-78
Ergün GÜNTEKİN

Derleme/Review

- Türkiye’de reçine üretimi ve sivil ormancılığın rolü** / Resin production in Türkiye and the role of civil forestry 79-91
Mesut YAŞAR, Lale ÇAĞLAR, Hüda TEZ, Arif KARADEMİR

Araştırma makalesi/Research article

- Quercus* spp. ormanlarında Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) faunasının araştırılması: Oltu Örneği** / *Quercus* spp. Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) fauna is found in forests: Oltu Sample 92-97
Zihni Burak YAZAR, Tutku GENÇAL, Oğuzhan SARIKAYA

Araştırma makalesi/Research article

- Orman yangınlarında iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının değerlendirilebilmesi için AHP ve ANP yöntemleri ile ölçütlerin belirlenmesi: Türkiye Örneği** / Determination of criteria with AHP and ANP methods for the evaluation of occupational health and safety practices in forest fires: The Case of Turkey 98-105
Burcu TEZCAN, Tamer EREN

Araştırma makalesi/Research article

- A research on the Gaziantep chukar production station** / Gaziantep kınalı keklik üretim istasyonu üzerine araştırmalar 106-112
Gökhan BAL

Araştırma makalesi/Research article

- A Establishing a collection and exhibition garden with some endangered plants in Ankara (Türkiye)** / Ankara’da (Türkiye) nesli tehlike altındaki bazı bitkiler ile koleksiyon ve sergileme bahçesi kurulması 113-120
Merve YILMAZ, Özlem MAVİ İDMAN, Yasemin SEYMAN, Merve DEMİRDÖĞEN, Ayşenur Hazel YILDIRIM, Rasim AKTAŞ, Muharrem CİHAN, Şahin ÇİMEN, Pelin ACAR, Zuhâl DİLÂVER



Andız pekmezi ve Antalya Akseki yöresi *Juniperus drupacea* Labill. kozalak uçucu yağının kimyasal karakterizasyonu

Andız Molasses and phytochemical characterization of essential oil obtained from *Juniperus drupacea* Labill. cones of Antalya Akseki region

Belkıs YAŞA^{1*} , Naile ANGIN¹ , Murat ERTAŞ¹ 

^{1*}Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Bursa, Türkiye.

Sorumlu yazar:

*Belkıs YAŞA

E-mail:

belkis.yasa@btu.edu.tr

Gönderim Tarihi:

28/03/2024

Kabul Tarihi:

23/05/2024

Atıf:

Yaşa, B., Angin, N., Ertas, M. 2024. Andız pekmezi ve Antalya Akseki yöresi *Juniperus Drupacea* Labill. kozalak uçucu yağının kimyasal karakterizasyonu. Ağaç ve Orman, 5(2): 58-63.

DOI:10.59751/agacorman.1460528

Özet

İğne yapraklı ağaç ve çalı formunda olan *Cupressaceae* familyası sahip olduğu 32 cins ile geniş bir ailedir. Bu familyaya ait çok yıllık *Juniperus* cinsi bitkilerin kozalak ve yaprak yapıları ile birbirinden ayrılabilen farklı türleri mevcuttur. *Juniperus drupacea* Labill. türü Doğu Akdeniz bitkisi ve yöresel olarak "andız" ismiyle bilinmektedir. Bu çalışmada, Akdeniz Bölgesi Antalya-Akseki'den toplanmış kozalaklardan mikro dalga destekli ekstraksiyon ile uçucu yağ elde edilmesi ve kozalak uçucu yağının gaz kromatografisi (GC)- kütle spektrometresi (MS) analizi ile karakterize edilmesi ve tıbbi kullanım yönüyle fitokimyasal bileşen içeriğinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Analiz sonucunda α -pinen (%23,27), β -mirsen (%17,3), α -sedrol (%7,43), D-limonen (%7,41), germakren D (%5,04), karyofilen (%3,52) en önemli bileşenler olarak tespit edilmiştir. Bu altı ana bileşen, kozalak uçucu yağının fitokimyasal içeriğinin %62'sini temsil etmektedir. *Juniperus drupacea* Labill. türünden geleneksel yolla üretilen pekmez, yapılışı ve kullanımını günümüze kadar sürdürülen solunum yolları rahatsızlıklarında ve bazı enfeksiyonlarda etkili, besin değeri yüksek fonksiyonel bir gıda ürünüdür. Anadolu'da geniş bir coğrafyada beslenme ve sağlık amacıyla drog olarak kullanıldığı bilinmektedir.

Anahtar kelimeler: Ardıç, andız, *Juniperus drupacea* Labill, uçucu yağ, andız pekmezi.

Abstract

The *Cupressaceae* family, in the form of coniferous trees and shrubs, is a large family with 32 genera. The perennial *Juniperus* genus belonging to this family has different species that can be distinguished from each other by their berry cone and leaf structures. *Juniperus drupacea* Labill. is an Eastern Mediterranean plant locally known as "andız." In this study, it was aimed to obtain essential oil from berry cones collected from Antalya-Akseki in the Mediterranean Region by microwave-assisted extraction and characterize the berry cone essential oil by gas chromatography (GC)-mass spectrometry (MS) analysis. Additionally, phytotherapeutic usage of berry cone molasses was evaluated. As a result of the analysis, α -pinene (23,27%), β -myrcene (17,3%), α -cedrol (7,43%), D-limonene (7,41%), germacrene D (5,04%), caryophyllene (3,52%) were identified as the active ingredient. These six main components represent 62% of the phytochemical composition of berry cones essential oil. The molasses traditionally produced from *Juniperus drupacea* Labill. is a functional food product with high nutritional value that has been used for its effectiveness in respiratory ailments and certain infections, a practice that has continued to the present day. It is known to be used as a drug for nutrition and health purposes across a wide geography in Anatolia.

Keywords: Juniper, andız, *Juniperus drupacea* Labill., essential oil, andız molasses.

1. Giriş

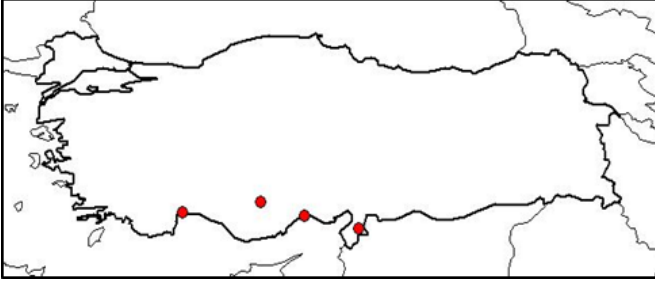
Türkiye'nin sahip olduğu coğrafik konum farklı jeolojik yapı ve özel iklim koşullarına sahiptir. Tüm bu özelliklerin floradaki biyoçeşitliliğini artırdığı ve endemik tür zenginliğine sebep olduğu bilinmektedir. Bitki tür varlığı açısından Türkiye de kayıtlı 12.141 takson sayısı her geçen gün artmaktadır (Anonim, 2022). Anadolu'nun Akdeniz Fitocoğrafik Bölgesi endemizm açısından en zengin bölge konumundadır. Buradaki biyolojik ve çevresel bazı koşullar bitki metabolizmasını uyardığı gibi, yaz kış arasındaki özellikler, gece gündüz ısı farklılıkları gibi fiziksel etkiler savunma sistemine olumlu katkılar sağlamaktadır (İstanbul Üniversitesi Eczacılık Herbariumu, 2024)

Ardıç, *Gymneosperma* (açık tohumlu) bitkilerin üyesi olan *Cupressaceae* (servigiller) ailesinden *Juniperus* cinsine ait

İğne yapraklı ağaç ve çalı formundaki taksonların ortak adıdır (Türkiye bitkileri listesi, 2012). Kuzey yarım kürede yaygın olarak görülebilen *Juniperus* cinsi Anadolu'da 7 tür ve 2 alt tür tarafından temsil edilir. Bu türler: *Juniperus drupacea*, *Juniperus communis* var. *communis*, *Juniperus communis* var. *saxatilis*, *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*, *Juniperus phoenicia*, *Juniperus foetidissima*, *Juniperus sabina*, *Juniperus excelsa* subsp. *excelsa*, *Juniperus excelsa* subsp. *polycarpos*'tur.

Juniperus türlerinin kendine özel bir türü olan *Juniperus drupacea* Labill. (andız), bir Doğu Akdeniz bitkisidir. Kendine özgü bu ardıç popülasyonunun çoğu Şekil 1'de belirtildiği üzere Türkiye'de bulunur (OGM, 2020). Lübnan ve Batı Suriye'de yalnızca daha küçük meşcereler veya dağınık bireyler halindedir. Ayrıca, Güney Yunanistan'da sınırlı belli bir bölge, doğal yetiştirme alanlarıdır (Şekil 2). Yetiştirme rakımları

ülkeye göre değişken olup genellikle 800-1600 m arasındadır. 10-12 m, boylan, çok dallı, konik taçlı bir ağaçtır. İkinci yılda, olgunlaşan yenilebilir meyvenin sert bir yemiş halinde birbirine kaynaşmış üç tohumu fiziksel büyüklüğü ile diğer ardıç türlerinden ayrılmaktadır. Orta derecede sıcak sevmekle birlikte diğer ardıçlara göre kuraklığa daha az dayanıklıdır. Deniz etkisinin ulaşmadığı, kışın şiddetli don görülen kapalı havzalarda bulunmaz. Sert ardıç ağacı özellikle sahip olduğu özellikler nedeniyle eski yapılarda olduğu gibi kereste endüstrisinde dayanıklılığı ile tercih edilmektedir (Walas vd., 2019).



Şekil 1. *J. drupacea* Türkiye’de doğal yetiştirme alanları: Antalya, Hatay, Mersin, Karaman (Tübbes-2024)
Figure 1. *J. drupacea* natural habitats in Turkey: Antalya, Hatay, Mersin, Karaman (Tübbes-2024)



Şekil 2. *Juniperus drupacea* doğal yetiştirme alanları
Figure 2. *Juniperus drupacea* natural habitats

Ardıç bitkisi ve etkileri fitoterapide kullanım olarak kadim tıpta iyi bilinmektedir. Eski Mısırlıların zihin canlandırma özelliği için kullandıkları kutsal parfümleri olan “*kyphi*”nin ana maddelerinden biri idi. Osmanlılarda ardıç tohumu, buhur karışımları içine konur, bakır, porselen, gümüş veya altından yapılan buhurdanların içinde yakılırdı (Arısan, 1995). 1844’te yayımlanan *Pharmacopoea Castrensis Ottomana* (Osmanlı ilaçları kodeksi) adlı askeri kodekste ardıç tohumu yağı kayıtlıdır (Martinetz ve Hartwig, 1998).

Kozalakların buharla damıtılmasıyla elde edilen *J. drupacea* uçucu yağı, sağlık amacıyla, solunum yolları, kalp ve dolaşım ile ilgili hastalıklarda etkili bulunmuştur. Antimikrobiyal etkisi ve mantar önleyici olarak farklı sağlık sorunlarında hekimler tarafından kullanılmıştır (Lesjak vd., 2014; Taviano vd., 2011). Bu ardıç türünün uçucu yağının kimyasal bileşimi diğer ardıç türlerinin uçucu yağ profiline göre daha kompleks

yapıda olduğu bilinmektedir. 300’den fazla bileşik içerir, ana kimyasal bileşenleri diğer *Juniperus* türlerinde olduğu gibi α -pinen, limonen, mirsen, germen ve sedrol olarak sıralanabilir (Fotiadou vd., 2023). Bu bileşenleri içeren kozalak uçucu yağı, sağlık amacıyla, solunum yolları, kalp ve dolaşım ile ilgili hastalıklarda etkili bulunmuştur (Kocakulak, 2007).

J. drupacea kozalaklarından halk arasında andız pekmezi, gilik pekmezi, ayı pekmezi vb. isimler verilen bir ekstrakt elde edilmektedir. Eylül sonu ile ekim başında, olgunlaşan andız meyveleri köylüler tarafından ağaçlardan sopalarla çırpılır (Özkan vd., 2023) Bu şekilde tabana dökülen kozalaklar pekmez yapımında kullanılır. Geleneksel Andız pekmezi yapılırken kozalaklar kırılarak suda 2 (1-3) gün bekletilir (Akıncı vd., 2004). Süzülen su yaklaşık 12 saat boyunca karıştırılarak kaynatılır. Suyun üçte biri kalana kadar süren işlem sonucu pekmez elde edilir (Satıl ve Selvi, 2022). Andız pekmezi astım, bronşit, parazit ve hemoroid tedavisine faydalı olması ve besin değerinin yüksek olması sebebiyle Anadolu’da kullanımı devam etmektedir. Andız pekmezi üretiminde çeşitli yöresel farklılıklar olduğu görülmektedir (Safkan vd., 2021). Mineral içeriği diğer pekmezlerle göre oldukça yüksektir (Kocakulak, 2007).

Bu çalışmada, Akdeniz Bölgesi Antalya-Akseki’den toplanmış kozalaklardan mikro dalga destekli ekstraksiyon ile uçucu yağ elde edilmesi ve kozalak uçucu yağının GC-MS analizi ile karakterize edilerek geleneksel yöntemlerle üretilen andız pekmezinin potansiyel tıbbi kullanım alanlarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Juniperus drupacea bitkisinin kozalakları, Akdeniz Bölgesi, Antalya, Akseki İlçesinin Kuyucak Köyü’nden Mayıs ayında toplanmıştır.



Şekil 3. *J. drupacea* (andız) kozalakları
Figure 3. *J. drupacea* (andız) cones

2.2. Yöntem

2.2.1. Uçucu yağ eldesi

Uçucu yağ analizi için 300 gr kuru drog materyali (meyve kozalakları) kırma-öğütme işlemine tabi tutulmuştur. Uçucu yağ

mikrodalga destekli ekstraksiyon yöntemi ile elde edilmiştir. Bu ekstraksiyon metodunda BTÜ Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Laboratuvarında bulunan sıcaklık hassasiyetli ve su soğutmalı mikrodalga destekli uçucu yağ ekstraksiyon cihazı (Milestone Neos) kullanılmıştır. Ekstraksiyon boyunca güç-zaman programı uygulanmıştır. Buna göre, cihaz ilk 30 dk boyunca 700W, sonraki 25 dk boyunca 450W gücünde çalıştırılmıştır. 55 dakika sonunda uçucu yağ eldesi işlemi tamamlanmıştır. Ekstraksiyon sırasında soğutma suyunun sıcaklığı 10 °C’de sabit tutulmuştur.

2.2.2. Kimyasal karakterizasyon

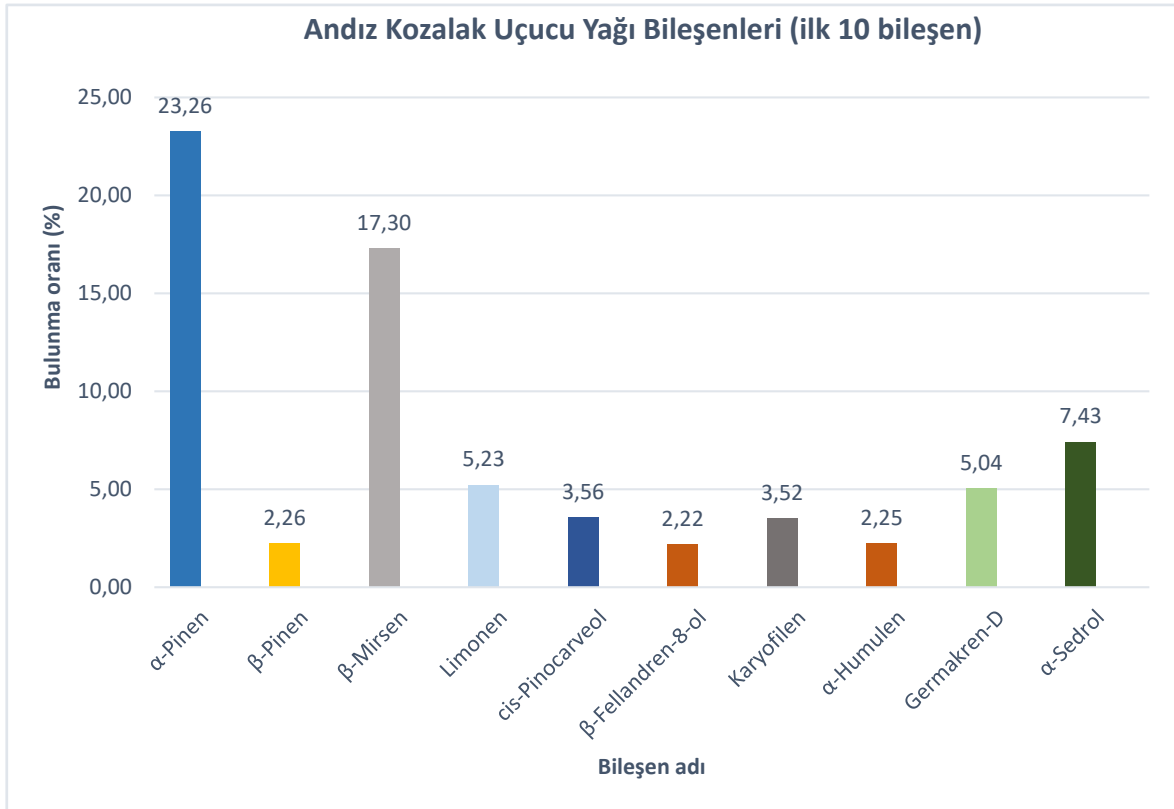
Bitkinin kozalaklarından elde edilen uçucu yağ numunesi, kromatografi saflığındaki n-hekzan ile 1:50 oranında seyreltilerek GC-MS analizi uygulanmıştır. Analizler, Agilent 7890B GC 5977B MSD cihazında yapılmış ve taşıyıcı gaz olarak Helyum (He) gazı, sabit faz olarak ise Agilent HP-5MS kapiler kolonu (0,25 µm; 30 m x 0,250 mm) kullanılmıştır. Sıcaklık programı 60 °C’de 10 dk bekletilip 3 °C/dk artış hızı ile sıcaklığın 240 °C’ye yükseltilmesi, 240 °C’de 5 dk bekletilip akabinde 1°C artış hızı ile 250 °C’ye yükseltilmesi şeklindedir. Analizde enjektör sıcaklığı 250 °C, iyonizasyon

enerjisi 70 eV olarak belirlenmiştir. Bu analiz Bursa Teknik Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarından (MER-LAB) hizmet alımı yoluyla yapılmıştır.

3. Bulgular

Juniperus drupacea Labill. kozalaklarının uçucu yağına ait GC-MS (gaz kromatografisi-kütle spektrometresi) analizinin sonucu Çizelge 1’de gösterilmiştir. Fitokimyasal karakterizasyon sonucunda kozalak uçucu yağında en fazla bulunduğu tespit edilen ilk 10 bileşenin bulunma oranları Şekil 4’te özetlenmiştir.

GC/MS analizi ile 47 bileşenin karakterize edilmiş olup tanımlanan toplam bileşen oranı %99,8 olarak hesaplanmıştır. Uçucu yağın ana bileşeni %23,26 oranında α -pinen olarak tespit edilmiştir. Diğer bileşenler sırasıyla %17,30 oranında β -mirsen, %7,43 oranında α -sedrol olarak bulunmuştur. Limonen, germakren D, pinocarveol, karyofilen, β pinen, humulen, β fellandren 8-ol ise ilk on bileşenin diğer üyeleri olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1).



Şekil 4. *J. drupacea* kozalakları uçucu yağında bulunma oranlarına göre ilk 10 bileşen
Figure 4. Percentages of ten most common components in *J. drupacea* cones essential oil

Çizelge 1: *Juniperus drupacea* kozalakları uçucu yağının GC/MS analizi bulguları
Table 1. Findings from the GC/MS analysis of the essential oil of *Juniperus drupacea* cones

No	Ablonma Zamanı (dk)	Bulunma Oranı (%)	Bileşen Adı	Moleküler Formülü
1	5,07	0,22	Trisiklen	C ₁₀ H ₁₆
2	5,40	23,26	α -Pinen	C ₁₀ H ₁₆
3	5,72	0,44	Kamfen	C ₁₀ H ₁₆
4	5,85	0,48	Verbenen	C ₁₀ H ₁₄
5	6,35	0,43	Sabinen	C ₁₀ H ₁₆
6	6,46	2,26	β -Pinen	C ₁₀ H ₁₆
7	6,88	17,30	β -Mirsen	C ₁₀ H ₁₆
8	7,25	0,19	Mentatrien	C ₁₀ H ₁₆
9	7,62	0,16	α -Terpinen	C ₁₀ H ₁₆
10	7,87	0,62	o-Simen	C ₁₀ H ₁₆
11	8,02	5,23	Limonen	C ₁₀ H ₁₆
12	9,02	0,18	γ -Terpinen	C ₁₀ H ₁₆
13	10,09	0,81	α -Terpinolen	C ₁₀ H ₁₈ O
14	10,49	0,80	Linalool	C ₁₀ H ₁₈ O
15	11,52	1,91	α -Kamfolenal	C ₁₀ H ₁₆ O
16	12,02	3,56	cis-Pinokarveol	C ₁₀ H ₁₆ O
17	12,24	2,18	Limonen 1,2-epoksit	C ₁₀ H ₁₆ O
18	12,40	0,73	Fellandren-8-ol	C ₁₀ H ₁₆ O
19	12,87	0,31	Pinokamfon	C ₁₀ H ₁₆ O
20	13,13	2,22	β -Fellandren-8-ol	C ₁₀ H ₁₆ O
21	13,55	0,86	4-Terpineol	C ₁₀ H ₁₈ O
22	13,86	0,42	p-Simenol	C ₁₀ H ₁₈ O
23	14,09	0,63	α -Terpineol	C ₁₀ H ₁₈ O
24	14,33	1,26	Mirtenol	C ₁₀ H ₁₆ O
25	14,85	0,64	Verbenon	C ₁₀ H ₁₄ O
26	15,25	0,72	Karveol	C ₁₀ H ₁₆ O
27	18,07	1,00	Borneol	C ₁₀ H ₁₈ O
28	20,72	0,94	α -Kubebene	C ₁₅ H ₂₄
29	21,79	0,45	Kopaen	C ₁₅ H ₂₄
30	23,27	1,25	β -Funebren	C ₁₅ H ₂₄
31	23,57	3,52	Karyofilen	C ₁₅ H ₂₄
32	24,00	0,34	Tujopsen	C ₁₅ H ₂₄
33	24,93	2,25	α -Humulen	C ₁₅ H ₂₄
34	25,15	0,31	β -Farnesen	C ₁₅ H ₂₄
35	25,47	0,23	γ -Kadinen	C ₁₅ H ₂₄
36	25,90	1,91	γ -Murolen	C ₁₅ H ₂₄
37	26,07	5,04	Germakren-D	C ₁₅ H ₂₄
38	26,83	0,81	α -Murolen	C ₁₅ H ₂₄
39	27,35	1,00	α -Amorfen	C ₁₅ H ₂₄
40	27,74	1,95	Δ -Kadinen	C ₁₅ H ₂₄
41	28,88	0,32	Nerolidol	C ₁₅ H ₂₆ O
42	29,97	1,05	Karyofilen oksit	C ₁₅ H ₂₄ O
43	30,20	0,99	trans-Kadinol	C ₁₅ H ₂₆ O
44	30,68	7,43	α -Sedrol	C ₁₅ H ₂₆ O
45	30,96	0,46	Humulen epoksit	C ₁₅ H ₂₄ O
46	32,58	0,38	γ -Kadinol	C ₁₅ H ₂₆ O
47	33,96	0,39	Naftalenamin	C ₁₀ H ₉ N

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, en yaygın yetiştirme yeri Anadolu'nun güney bölgeleri olan *Juniperus drupacea* bitkisinin uçucu yağ içerik profili 47 bileşik ile tanımlanmıştır. *Juniperus drupacea* Labill. kozalağından elde edilen uçucu yağın, monoterpener ve

önemli miktarda terpenoidler içerdiği ve yüksek kemoçeşitlilik profili sergilediği farklı çalışmalarda gösterilmiştir (Vourlioti vd., 2012).

Ana bileşen olarak %23,26 oranında tespit edilen α -pinen kromatografi sonuçlarında öne çıkan maddedir. Ardından mirsen bileşeni (%17,30) ve üçüncü olarak (%7,43) oranında α -sedrol bulunmuş iken bu iki bileşen önceki çalışmalarda bu türün

kozalak uçucu yağında daha az oranlarda bildirilmiştir. Akdeniz Bölgesinin farklı yörelerinden toplanan kozalaklardan elde edilen uçucu yağlarda α -pinen (%22,8-63,4), limonen (%10,7-51,1), β -pinen (%1,0-2,9), olarak rapor edilmiştir (Kocakulak, 2007). Mirsen bileşeni ise burada %1,9-3,4 oranında rapor edilmiştir. Yaprak uçucu yağlarının da analiz edildiği bir çalışmada α -pinen (%9,97-45,9), limonen (%22,7-52,5) ana bileşikler olarak belirlenmiştir (Sezik vd.,2009).

Yunanistan'da yetişen *Juniperus* türlerinin uçucu yağlarının araştırıldığı çalışmada *J. drupacea* kozalaklarında α -pinen (%25,8), germakren-D (%10,1) olarak bulunmuş, en çok bulunma oranı ise (%32,0) ile limonen olarak belirtilmiştir (Fotiadou vd.,2023). Yine, Yunanistan'da yayılış gösterdiği bölgelerden elde edilen kozalak uçucu yağı üzerine yapılan başka bir çalışmada limonen (%27,0) en çok bulunan bileşik olarak saptanmıştır (Koutsaviti vd.,2017).

Geleneksel yöntemlerle yapılan andız pekmezi; terpen ve terpenoidden zengin, fenolik bileşikler kompleks yapıda yoğun, etkin bir meyve ekstraktı olup bu daha önceki çalışmalarda içerik zenginliği bildirilmiştir (Deliorman, 2019; Özkan vd., 2021). Andız pekmezinin antibakteriyel, antiviral, antiparaziter, antiastmatik etkileri ile başta solunum yolları rahatsızlıkları olmak üzere bazı hastalıklarda tedavi edici ve kronik dönemlerde rahatlatıcı özellikleri tariflenmiştir (Kurt, 2013; Özars ve Kırık, 2018). Ayrıca ardıç türleri antiinflamatuvar, antimutajenik özellikleri ile tıbbi aktivite göstermekte olduğu bilinmektedir. Ardıç türlerinin meyve kozalakları halen farmakolojide ve modern fitoterapide balgam söktürücü, bronşit ve safra hastalıkları etkili olup bu gibi hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. (European Pharmacopoeia, 2019). *Juniperus drupacea* bitkisinin kayıtlara geçmiş geleneksel kullanımları da bu alanlara yöneliktir (İbn-i Şerif, 2017).

Ülkemizde yapılacak klinik çalışma ve araştırmalar ile bu alana daha fazla kanıt kazandırmak mümkün olabilir. Andız pekmezi kullanıma hazır yerli ürünlere dönüştürülmesi ile istifade alanı genişleyeceği düşünülebilir. Doğal, yerli ve sağlık açısından çok yönlü olumlu etkileri nedeniyle andız pekmezi tıbbi bir drog olarak değerlendirilebilir. Zengin fitokimyasal bileşenler içeren meyve ekstraktiflerine dayalı endüstriyel üretimler ile katma değerli sağlık ürünlerin elde edilmesi beklenmektedir.

Teşekkür

Bu çalışmanın özeti “Andız Molasses and Phytochemical Characterization of Essential Oil Obtained From *Juniperus Drupacea* Labill. Cones of Antalya Akseki Region” başlığıyla 5. International Mediterranean Scientific Research Congress’te sunulmuştur.

Yazar katkıları

Fikir: B.Y., N.A., M.E.; Tasarım: B.Y., N.A., M.E.; Yönetim: B.Y., N.A., M.E.; Veri toplama: B.Y., N.A., M.E.; Analizler: B.Y., N.A., M.E.; Literatür taraması: B.Y., N.A., M.E.; Kalem alma: B.Y., N.A., M.E.; Son kontrol: B.Y., N.A., M.E.

Etik kurul izni

Bu çalışmada etik kurul izni gerekmemektedir.

Kaynaklar

- Anonim, 2022. Çevresel Göstergeler, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü Ankara-2022.: <https://cevreseelgostergerler.csb.gov.tr/toplam-tur-sayisi-tehdit-altindaki-turler-endemizm-orani-i-85771> (Erişim tarihi: 21.03.2024)
- Arısan, D. A., 1995. Abdülaziz Bey Osmanlı Âdet, Merasim ve Tadırları, I-II Haz.: K. Günay, Tarih Vakfı Yurt Yay., İstanbul.
- Akinci, I., Ozdemir, F., Topuz, A., Kabas, O., Canakci, M., 2004. Some physical and nutritional properties of *Juniperus drupacea* fruits. *Journal of Food Engineering*, 65(3). 325-331.
- Deliorman, O.D.N., Gökbulut, A., 2019. In vitro enzyme inhibitory properties, antioxidant activities, and phytochemical studies on *Juniperus drupacea*. *Journal of Research in Pharmacy*, 23(1). 83-92.
- D. Martinetz, R. Hartwig., 1998. Taschenbuch der Riechstoffe, Verlag Harri Deutsch, Frankfurt a. M. Bioproducts Processing, 107: 88-96. Doi: 10.1016/J. fbp.2017.11.003 European Pharmacopoeia, Council of Europe- 2019
- Fotiadou, E., Panou, E., Graikou, K., Sakellarakis, F. N., & Chinou, I., 2023. Volatiles of All Native *Juniperus* Species Growing in Greece—Antimicrobial Properties. *Foods*, 12(18), 3506.
- İstanbul Üniversitesi Eczacılık Herbaryumu, 2024. <https://iste.istanbul.edu.tr/tr/content/turkiye-bitkileri-ve-korunmasi/turkiye-de-endemizm> (Erişim: 22.02.2024)
- Kocakulak, E., 2007. *Juniperus drupacea* Lab. uçucu yağı üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi https://acikbilim.yok.gov.tr/bitstream/handle/20500.12812/355306/yokAcikBilim_9011022.pdf?sequence=-1 (Erişim: 10.03.2024)
- Kurt, H., Keşkek, Ş. Ö., Çil, T., & Canataroğlu, A., 2013. Meme kanserli hastalarda tamamlayıcı/ alternatif tedavi kullanımı. *Türk Onkoloji Dergisi*, 28(1), 10-15.
- Lesjak, M. M., Beara, I. N., Orčić, D. Z., Petar, K. N., Simin, N. Đ., Emilija, S. Đ., & Mimica-Dukić, N. M. (2014). Phytochemical composition and antioxidant, anti-inflammatory and antimicrobial activities of *Juniperus macrocarpa* Sibth. et Sm. *Journal of Functional Foods*, 7, 257-268.
- OGM, 2020. Orman Genel Müdürlüğü, “Orman İstatistikleri 2020”, Türkiye Orman Varlığı-2020. Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara <https://www.ogm.gov.tr/tr/ormanlarimizsitesi/TurkiyeOrmanVarligi/Yayinlar/2020> (Erişim: 21.03.2024)
- Özkan, K., Karadağ, A., Sağdıç, O., 2021. Determination of the in vitro bioaccessibility of phenolic compounds and antioxidant capacity of Juniper berry (*Juniperus drupacea* Labill.) pekmez. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 45(3). 290-300.
- Özkan, K., Türkmenoğlu, G., Fakir, H., Sağdıç, O., 2023. Andız (*Juniperus drupacea*) Pekmezinin Üretimi, Çeşitli Fizikokimyasal ve Biyoaktif Özellikleri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (46). 74-81.
- Özars, M. Y., & Kırık, S., 2018. Astım tanılı çocuk hastalarda tamamlayıcı ve alternatif tedavi kullanımı: Astımda alternatif tedavi. *Ortadoğu Tıp Dergisi*, 10(4), 403-406.
- Safkan, B., Kelebek, H., Selli, S., 2021. Aroma evaluation of juniper berry (*Juniperus drupacea* L.) molasses (pekmez) by solvent-assisted flavour evaporation. *The Journal of Raw Materials to Processed Foods*, 2(1). 37-43.
- Satıl, F., Selvi, S., 2022. Traditional molasses production from different plants in Anatolia and its ethnobotanical features. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 15(1). 62-72

Sezik, E., Kocakulak, E., Özek, T., & Başer, K. (2009). Essential oils composition of *Juniperus drupacea* Lab. leaf from Turkey. *ACTA Pharmaceutica Scientia*, 51(2).

Tabib İbni Şerif Yedigâr 2017. Geleneksel Tıp Derneği, Zeytinburnu-İstanbul.

Taviano, M. F., Marino, A., Trovato, A., Bellinghieri, V., La Barbera, T. M., Güvenç, A., ... & Miceli, N. (2011). Antioxidant and antimicrobial activities of branches extracts of five *Juniperus* species from Turkey. *Pharmaceutical Biology*, 49(10), 1014-1022.

Türkiye Bitkileri Veri Servisi, 2024. (TÜBİVES) <http://194.27.225.161/yasin/tubives> (Erişim: 10.03.2024)

Vourlioti-Arapi, F., Michaelakis, A., Evergetis, E., Koliopoulos, G., Haroutounian, S.A., 2012. Essential oils of indigenous in Greece six *Juniperus* taxa: Chemical composition and larvicidal activity against the West Nile virus vector *Culex pipiens*. *Parasitology research*, (110), 1829-1839.

Walas, Ł., Sobierajska, K., Ok, T., Dönmez, A. A., Kanoğlu, S. S., Dagher-Kharrat, M. B., ... & Boratyński, A. (2019). Past, present, and future geographic range of an oro-Mediterranean Tertiary relict: The *juniperus drupacea* case study. *Regional Environmental Change*, 19, 1507-1520.



Anadolu Karaçam (*Pinus nigra* Arn.)’ında iki farklı ekipmanla kabuk soyma zaman analizi

Debarking time analysis of Anatolian black pine (*Pinus nigra* Arn.) with two different equipments

Salih PARLAK^{1*} , Özgenur AYKIN¹ , Furkan GÖKDEMİR² 

¹Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Bursa, Türkiye.

²Refa Mühendislik Ormancılık Peyzaj Çevre Enerji Tarım Gıda İnşaat Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti., Ankara, Türkiye.

Sorumlu yazar:

*Salih PARLAK

E-mail:

salih.parlak@btu.edu.tr

Gönderim Tarihi:

14/05/2024

Kabul Tarihi:

19/09/2024

Atf:

Parlak, S., Aykın, Ö., Gökdemir, F. 2024. Anadolu Karaçam (*Pinus nigra* Arn.)’ında iki farklı ekipmanla kabuk soyma zaman analizi. Ağaç ve Orman, 5(2):64-71.

DOI:10.59751/agacorman.1483730

Özet

Ormanların üretim işlevi sürdürülebilir işletmecilik bakımından son derece önem arz etmektedir. Piyasa değeri ve oluşturduğu katma değeri yüksek olan karaçam (*Pinus nigra* Arn.) odun hammaddesi bakımından önemli aslı türlerdendir. Üretim maliyetlerinin düşürülmesi işletmenin kârlılığı için zorunludur. Maliyetlerin düşürülmesi, makine ve ekipman kullanımı ile emek yoğun üretimden teknoloji yoğun üretime geçişle sağlanabilmektedir. Makine-ekipmanların ağaçların kesimi, boylanması, kabuk soyma ve taşıma işlerinde kullanılması maliyetlerin düşürülmesini ve üretim sürecinin hızlandırılmasını mümkün kılabilir. Tomruk üretiminde yapılması gereken zorunlu iş kalemlerinden olan ibrelili türlerde kabuk soyma zaman alıcı bir işlemdir. Bu çalışmada, karaçamda farklı ekipmanla kabuk soyma sürelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla kronometre sıfırlama yöntemiyle zaman ölçme tekniği kullanılarak farklı çaplardaki karaçam tomruklarında kabuk soyma iş-zaman analizi yapılmıştır. Çalışma Ankara Orman İşletme Müdürlüğü Aydos Orman İşletme Şefliği sınırları içinde yer alan 427 ve 451 numaralı bölmelerde yürütülmüştür. Çalışma sonucunda balta ve motorlu testereye takılan ekipmanla kabuk soyma süreleri belirlenmiş ve etkinlikleri ortaya konulmuştur. Kabuk soyma aparatının baltaya göre daha kısa sürede ve daha fazla soyma kapasitesi ile daha kullanışlı, pratik ve 2,8 kat daha verimli olduğu belirlenmiştir. Bu bakımdan karaçamda kabuk soyma aparatı kullanımının işgücü, verimlilik ve zaman bakımından avantaj sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Anadolu karaçamı, balta, iş-zaman analizi, kabuk soyma aparatı, *Pinus nigra* Arn.

Abstract

The production function of forests is extremely important for sustainable forestry management. The Anatolian black pine (*Pinus nigra* Arn.), which has a high market value and added value, is one of the important primary species in terms of wood raw material. The reduction of costs can be achieved by transitioning from labor-intensive production to technology-intensive production through the use of machinery and equipment. The use of machinery and equipment in tasks such as tree cutting, pruning, bark peeling, and transportation can enable cost reduction and accelerate the production process. Debarking in coniferous species, a mandatory task in log production, is a time-consuming process. In this study, it was aimed to determine the debarking times of Anatolian black pine with different equipment. For this purpose, debarking work-time analysis was carried out on Anatolian black pine logs of different diameters using the time measurement technique with the stopwatch resetting method. The study was carried out in compartments 427 and 451 located within the borders of Ankara Forest Management Directorate, Aydos Forest Management Directorate. As a result of the study, the debarking times with the equipment attached to the chainsaw and axe were determined and their effectiveness was demonstrated. It has been determined that the debarking apparatus is more useful, practical and 2.8 times more efficient with a higher peeling capacity in a shorter time than the axe. In this regard, it has been concluded that the use of debarking apparatus in Anatolian black pine provides advantages in terms of labor, efficiency and time.

Keywords: Anatolian black pine, axe, time analyze, debarking tool, *Pinus nigra* Arn.

1. Giriş

Orman işlevlerinin önemli bir kısmını odun ve odun dışı orman ürünleri üretimi oluşturmaktadır. Üretim işlevi sürdürülebilir, nitel ve nicel çok yönlü faydalanma için son derece önem arz etmektedir. Üretimin çıktılarında biri olan odun hammaddesi, orman kaynaklarının ana ürünlerindendir. Türkiye’de odun hammaddesi üretimi son yıllarda artış göstermiş ve elde edilen ürünlerin ülke ekonomisindeki payı artmıştır. Öyle ki On İkinci Kalkınma Planı (2024-2028)’nda “501. Orman kaynaklı ürün ve hizmetler sürdürülebilir orman yönetimi ilkeleri çerçevesinde ihracat odaklı çeşitlendirilecek, sektörün ekonomideki payı artırılacaktır” ile “501.7. Orman

ürünlerinin daha fazla istihdam ve katma değer sağlayan sektörlerde kullanımı artırılacaktır.” ibarelerine yer verilmiştir (SBB, 2023).

Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arn.) odun hammaddesi üretimi bakımından ülkemizde önemli aslı türlerimizdendir. Odununun sert, dayanıklı, kaliteli, kolay işlenmesi ile sahip olduğu mekanik ve fiziksel özellikleri dolayısıyla türün ekonomik ve katma değere dönüştürülme potansiyeli oldukça yüksektir (Yaltırık ve Efe, 2000; Isajev vd., 2004; OGM, 2013; Enescu vd., 2016; Sevgi vd., 2022). Bu özellikleriyle karaçam odunundan tomruk, tel ve maden direği, sanayi, kâğıtlık, lif yonga odunu, sırk, kereste, ambalaj sandığı, tel, travers, kontrplak, kâğıt hamuru, doğrama, yakacak odun gibi birçok farklı çeşitte yararlanılmakta ve bu çeşitlilik karaçama

ticari önem kazandırmaktadır. (Enescu vd., 2016; Kılıç Pekgözlü vd., 2017; OGM, 2024).

Türkiye'deki karaçam ormanları 4,2 milyon hektarla orman alanlarının %18,3'ünü oluşturmakta ve alan bakımından meşe ile kızılçamın ardından üçüncü sırada gelmektedir (OGM, 2021). Yayılış alanları dikkate alındığında ticari bakımdan yüksek değer atfedilmesine bir örnek olarak Yılmaz vd. (2020) Marmara Bölgesi Orman Bölge Müdürlükleri açık artırma ihalelerinde alıcıların ilk tercihini karaçam olduğu belirtmektedir.

Orman Genel Müdürlüğü (OGM) (2024) istatistiklerine göre 2018-2022 yıllarında ortalama olarak en fazla karaçam endüstriyel odun üretim payı %8,42 ile 2018-2019 yılları için lif

yonga odununda; 2020-2022 dönemi için ise %8,09 ile tomruk üretiminde görülmektedir (Tablo 1). Öte yandan karaçam yakacak odun üretimindeki ortalama payı en yüksek %9,13 ile 2018-2020 döneminde saha temizliğinde; 2021-2022 yıllarında ise %7,79 ile koruda görülmektedir (Tablo 2). Karaçamın endüstriyel odun üretimindeki payı ise sırasıyla 2018 yılında %22,9, 2019 yılında %21,8, 2020 yılında %21,9, 2021 yılında %21,7 ve 2022 yılında %21,0 iken yakacak odun üretimindeki payı da 2018 yılında %17,5, 2019 yılında %14,5, 2020 yılında %13,9, 2021 yılında %12,8 ve 2022 yılında %13,5 oranında gerçekleşmiştir (Tablo 3).

Tablo 1. Türkiye'de karaçam endüstriyel odun üretim miktarı (m³) (2018-2022) (OGM, 2024).

Table 1. Anatolian black pine industrial wood production amount in Türkiye (m³) (2018-2022) (OGM, 2024).

Ürün Çeşidi	2018	2019	2020	2021	2022
Tomruk	1.603.637	1.766.844	2.058.334	2.316.356	1.935.615
Tel Direği	36.602	28.321	35.928	63.624	43.059
Maden Direği	245.975	289.648	360.456	408.661	341.596
Sanayi Odunu	56.901	60.282	76.676	115.660	81.774
Kâğıtlık Odun	773.279	869.137	985.881	1.134.076	1.239.163
Lif Yonga Odunu	1.648.265	1.811.844	1.883.582	1.979.938	1.698.252
Sırık	4.398	3.173	6.478	9.753	8.239
Endüstriyel Toplam	4.369.057	4.829.249	5.407.335	6.028.068	5.347.698

Tablo 2. Türkiye'de karaçam yakacak odun üretim miktarı (ster) (2018-2022) (OGM, 2024).

Table 2. Anatolian black pine firewood production amount in Türkiye (stere) (2018-2022) (OGM, 2024).

Ürün Çeşidi	2018	2019	2020	2021	2022
Baltalık Koruya Tahvil	5.465	1.268	21.276	154	0
Koru (Etadan)	318.600	342.677	289.229	407.891	499.798
Saha Temizliği	532.244	468.783	438.704	294.109	326.021
Yakacak Toplam	856.309	812.728	749.209	702.154	825.819

Tablo 3. Türkiye'de karaçam endüstriyel ve yakacak odun üretim payı (%) (2018-2022) (OGM, 2024).

Table 3. Anatolian black pine industrial and firewood production rate in Türkiye (%) (2018-2022) (OGM, 2024).

Ürün Çeşidi	2018	2019	2020	2021	2022
Endüstrideki Pay	22,9	21,8	21,9	21,7	21,0
Yakacak Pay	17,5	14,5	13,9	12,8	13,5

Türkiye coğrafyasının sahip olduğu dağlık engebeli yapı, artan işçilik maliyetleri, orman köylüsünün durumu ile düşük iş güvenliği şartları ormancılıkta odun hammaddesi üretimini zorlaştırmakta ve geciktirmektedir. Bu bağlamda, salt maliyet güdülü emek yoğun üretimden sosyal fayda ile istihdam anlayışının gözetildiği sermaye yoğun teknoloji üretimine geçiş modern makine ve ekipman kullanımını zorunlu kılmaktadır (Acar ve Şentürk, 1996; Gülci vd., 2016; Eker, 2022).

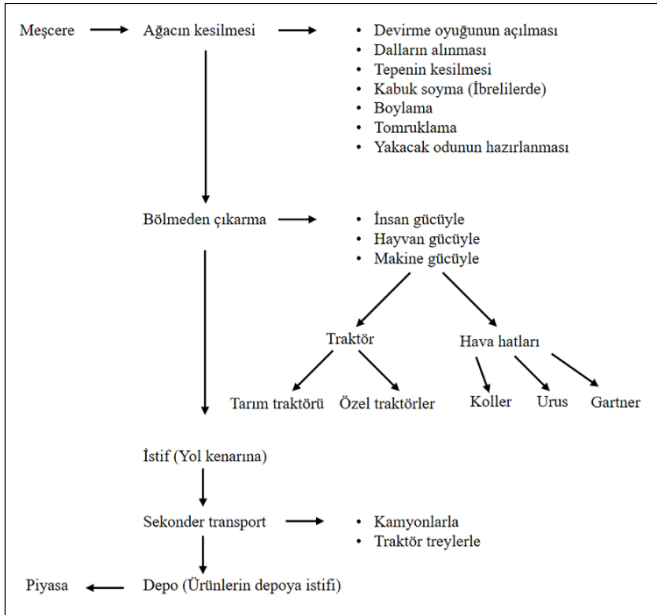
Odun hammaddesinde üretim meşcerede ağacın kesilmesi ile başlamakta ve bölmeden çıkarma, istif, sekonder transport ile depo takibinden sonra ürünün piyasaya arzı ile son bulmaktadır (Şekil 1) (Öztürk, 2006).

Tomrukta kabuk soyma üretim aşamasının önemli bir bileşeni durumundadır. Kabuk soymada amaç; kesilmiş tomrukta kabuk böcekleri zararının önlenmesi, iğne yapraklı ağaçlarda kabuğun minimum odun kaybı ile soyulması, kerestenin nis-

peten hızlı kurumasının teşvik edilmesi ve dolayısıyla depolama kusurlarının azaltılması ile nakliyelerde kerestenin ağırlığının ve bir dereceye kadar hacminin azaltılmasıdır (Gürtan, 1969; Staaf ve Wiksten, 1984; Isokangas, 2010; Routa vd., 2020; Salmi, 2020). Üretim aşamalarından biri olan kabuk soymada türe bağlı olarak, toplam hacmin %9-15'ini (kurduğunda %13-21) ve toplam ağırlığın %5-30'unu oluşturduğu göz önüne alındığında yüksek miktarda kabuk elde edilmektedir (Harkin ve Rowe, 1971; Murphy, 2020). Oduna kıyasla daha düşük değerde olsa da azalan odun ve lif kaynakları, kabuğun tüm olası kullanımlarını değerlendirme konusunda endüstriyi zorlamaktadır (Kofujita vd., 1999; Xing vd., 2006).

Kabuk soyma sürecinin genel üretim süreci içindeki zamansal payı ve buna bağlı maliyet payının yüksek olması, üretimin etkenliği açısından olumsuz bir durum olarak algılanmaktadır

(Eker ve Şefik, 2019). Elle kabuk soyma, özellikle de kabuğun donduğu kış aylarında fizyolojik olarak çok yorucu bir iştir. Bir tomruğun elle hazırlanması için gereken toplam sürenin yaklaşık %50-60'ı kabuk soyma için harcanmaktadır. Elle kabuk soymada işçilik maliyeti toplam maliyetin %99'u iken, ekipman maliyeti maksimum %1'dir. Küçük makinelerle kabuk soymada işçilik maliyeti yaklaşık %75 iken, makine maliyetlerinin toplam kabuk soyma maliyetinin %25'ini oluşturduğu tahmin edilmektedir. Elle kabuk soyma işlemine etki eden faktörler gövde boyutu, kabuğun fiziksel özellikleri, mevsimsel sıcaklık, ağaç yaşı ile kabuk soyma aletlerinin teknik tasarımı ve keskinliği olarak sıralanabilir (Staaf ve Wiksten, 1984). Optimizasyonu pratikte nadiren mümkün görünse de kabuk soyma işlemine etki eden birçok faktör vardır. Bunlar; organizasyon (kabuk soyma yeri, işgücü), tomruk miktarı (depo büyüklüğü, depolar arası mesafe, istiflerin uzunluğu ve yüksekliği, istifler arası mesafe), tomruk özellikleri (ortalama uzunluk, parça başına ortalama hacim, tür, eğrilik, kabuk sıcaklığı) ve makine ekipman özellikleridir (Staaf ve Wiksten, 1984). Teknik alandaki ilerlemeler kabuk soyma işleminin insan gücü yerine makine ile yapılmasını zorunlu kılmaktadır (Yıldırım, 1987a).



Şekil 1. Odun hammaddesi üretim aşamaları (Öztürk, 2006).

Figure 1. Timber harvesting stage (Öztürk, 2006).

Kabuk soymada iş verimliliği mevsime göre de değişebilmektedir. *Pinus ponderosa*'da yapılan çalışmada ilkbahar sonu ve yaz başında kabuk soyumunun kış mevsimine göre 5 kata kadar daha hızlı yapılabildiği belirlenmiştir (Murphy, 2020). Kabuğun oduna bağlanma mukavemeti kış mevsiminde daha fazla olduğundan soyulması daha güç olmaktadır (Einspahr vd., 1978). Bir başka çalışmada yaz ve kış mevsiminde kabuk soyma verimi arasında ortalama %46 fark olduğu bulunmuştur (Heppelmann vd., 2019). Kambiyum hücreleri çok ince bir tabakadır ve fazla baskı uygulandığında kolayca odundan ayrılır. Kambiyumun yapısı yaklaşık %35 pektin, %30 selüloz, %30 hemisesüloz, %5 de diğer polisakkaritlerden oluşmaktadır. Kabuk soyma için kambiyumun yapısının bilinmesi gerekir. Odunsu türlerde kabuğun yapışma kuvveti değişmesine

rağmen, kabuğun vejetasyon dışında oduna yapışması, vejetasyon döneminden daha kuvvetlidir. Sıcaklık ve uygulanan kuvvetin yönü de kabuğun odundan ayrılmasını etkiler. Kabuğun yapışma kuvveti çapraz bağlanan kalsiyum iyonlarından ve pektinin yapısında arabinan ve galaktan yan zincirlerin bulunmasından kaynaklanmaktadır (Chahal ve Ciolkosa, 2019). Odun bazlı endüstrilerde elde edilen en temel yan ürünlerden biri olan kabuğun oduna yapışma şiddeti genel olarak vejetasyon dönemi dışında artmakta ve bu süreçte kabuğun aşınma direnci yükselmektedir (Einspahr vd., 1978; Sillero vd., 2019). Yılın diğer zamanlarına göre kabuğun soyulması, özsuynun arttığı ilkbaharda daha kolay olmaktadır (Muphy ve Acuna, 2016). Yaşlı gövdelerde daha kalın kabuk ihtiva eden karaçamda kabuk hacmi toplam tomruk hacminin %16-24'ü kadardır (Akkemik, 2018; Wagenführ ve Wagenführ, 2021). Yapılan çalışmalarda karaçamın kabuk payının %19 ve bir ağaçtaki ortalama kabuk miktarının 99,74 kg olduğu bildirilmiştir (Dutkuner ve Koparan, 2016; Ulsan ve Eler, 2023).

Kabuğun soyulması maliyetli olmasına rağmen bazı faydaları bulunmaktadır. Kabuğun soyulması ağacın kütle ve hacmini azaltır ve tomruk kabuklu oduna kıyasla 3 kat daha hızlı kurur (Heppelmann vd., 2019). Kabuk soymanın zorluklarını tomruktaki çarpıklıklar, dal sapları, çıkıntılar ve çatallar gibi etkilerin oluşturduğu kabuk yüzeyinin yapısı ve pürüzsüzlüğü ile kabuk ve odun arasındaki yapışma şiddeti belirlemektedir (Staaf ve Wiksten, 1984). Kabuk soymada yer, zaman, ağacın tür ve yaşı, meşcerenin ekolojik şartları ve kabuk soyma yöntemi etkili olmaktadır (Eker vd., 2020). Kabuk soyma meşcere içi, ara istif yeri (rampa), depo ve fabrikalarda çeşitli yöntemlerle gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemler (1) El aletleri (balta, kabuk yontma demiri, kabuk yontma bıçağı ve kabuk yontma kaşığı), (2) Kabuk soyma makineleri, (3) Kimyasal maddeler, (4) Su tazyiki ve sürtünme tekniğidir (Gürtan, 1969).

Kabuğun meşcere içinde soyulması tomrukta oluşacak kabuk böceği zararlarının önlenmesi ve orman sağlığı açısından önemli bir uygulamadır (Werkelin vd., 2005). Orman içinde kabuk soyma işlemi; kabukların besin döngüsüne katılımı, kuruma ve su kaybına uğraması sonucu taşımada daha ağır tonajlar, depolamada yüksek kapasite, nakliyyede düşük maliyet ve kolaylık, fumigasyon maliyetlerinde azalma, kabuğun kirletici etkisinin ortadan kaldırılması ve kabuk böcekleri ile kabuk kaynaklı patojenlerin taşınmasının engellenmesiyle tomruk zararının önlenmesi gibi çeşitli avantajlar sağlamaktadır. Kabuk soyulduğunda hacim azaldığından %4-5 daha fazla tomruk taşınabilmektedir. Dezavantajlara ise; kurumadan kaynaklı ağırlık kaybı sonucu, kuru emval satışlarında mal ilavesi gerektirmesi, tomruk odun yüzeyine bulaşan kir ve kumun değer kaybına yol açması ile ek bir makine gereksinimi, gövde kayganlığı nedeniyle nakliyyede güçlük ve kurumayı geciktiren olumsuz çevre koşullarında artan maliyetler örnek verilebilir. Öte yandan kabuğun soyulmadığı durumlarda işlendiği tesiste iş güvenliği ve yangına, makine ve teçhizatlarla daha uzun temizlik ve bakım süresine, empenye edilecekse tomruğa kimyasal girişini engellemeye, odun hamurunun kirlenmesine ve kabukta kalan hastalık ve zararlılar bitki sağlığında sorunlara yol açabilir. Kabuğu soyulan tomruklar soyumdan hemen sonra daha kaygan hale

geldiğinden kaldırma ve taşıma zorlaşabilir. Ayrıca farklı alanlarda kullanılma potansiyeli olan kabuklar ormanda bırakılmaktadır (Defo ve Brunette 2006; Yan vd., 2017; Heppelmann vd., 2019; Murphy, 2020).

Birçok ağaç türünde yapılmasına rağmen karaçamda kabuk soyma ve zaman analizi konularında yeterli çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmada karaçam tomruklarında kabukların balta ve motorlu testereye takılan kabuk soyma aparatı ile soyularak iş veriminin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmanın materyalini arazi çalışmasının yapıldığı Ankara Orman İşletme Müdürlüğü Aydos Orman İşletme Şefliği sınırları içinde yer alan 427 ve 451 numaralı bölmelerde üretim amaçlı kesilen karaçam tomrukları oluşturmaktadır.

Arazi çalışmasında kabuk soyma işlemi geçici orman işçisi tarafından balta ve kabuk soyma aparatı ile yapılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Kabuk soymada kullanılan ve motorlu testereye takılan ekipmanla çalışma.

Figure 2. Working with equipment used in debarking and attached to a chainsaw.

Çalışmada, verimliliğe etki eden faktörler Denklem 1’de sıralanmış ve literatürde örnek uygulamalara benzer şekilde deneyimli bir operatöre yer verilmiştir (Polagye vd., 2007; Eker ve Özer, 2015). Balta ve kabuk soyma aparatı ile çalışan işçi 49 yaşında erkek ve geçimini ormandan sağlayan orman köylüsüdür.

$$f(\text{verimlilik}) = (\text{çap}, \text{boy}, \text{hacim}, \text{sıcaklık}, \text{ekipman}, \text{balta/aparat}, \text{operatör}, \text{zaman}) \quad (1)$$

Verimlilik fonksiyonunda yer alan hacim değişkeninin hesaplanmasında Huber eşitliği kullanılmıştır (Denklem 2) (Carus, 2002).

$$v = \frac{\pi}{40000} \times d_{0,5}^2 \times l \quad (2)$$

v : seksiyon hacmi (m^3), $d_{0,5}$: seksiyon orta çapı (cm), l : seksiyon uzunluğu (m)

Daha sonra ise hacim ve toplam kabuk soyma süresi verileri kullanılarak saatlik verimlilik (m^3/sa) hesaplanmıştır. Verimliliğin hesaplanmasında Denklem 3 kullanılmıştır.

$$V = \sum_{k=1}^n \left(\frac{v}{s} \times 60 \right) \quad (3)$$

V : verimlilik (m^3/sa), n : tomruk no, v : tomruk hacmi,

s : toplam kabuk soyma süresi (sa), 60: dakikayı saate dönüştürme katsayısı

Kabuk soymada verimliliğin genellikle çalışma süresine bağlı olarak değerlendirilmesinde, zaman tasarrufu ve daha az hata nedeniyle çalışma süresinin ölçülmesinde zaman etüdü yönteminin kullanımı tercih edilmiştir (Yıldırım, 1987b). Balta ve soyma ekipmanı ile çalışmada zaman analizinin yapılması için kronometre sıfırlama yöntemiyle zaman ölçme tekniği kullanılmıştır. Zaman ölçümünde, makine-ekipmanla çalışma zamanı dikkate alınmıştır. Ara bekleme ve diğer tomruğa geçme zamanları dikkate alınmamış, tomruğu soymaya başlama ve bitirme arasındaki süreler esas alınmıştır. Soyma süresi; balta veya motorlu testere ile tomruğa ilk müdahaleden başlanması ve tomruğun çevrilmesi dahil olmak üzere, tüm tomruktaki kabuk sıyırma işlemi bitimine kadar olan zamanı kapsamaktadır.

Mayıs ayında yapılan çalışmada ilk gün balta, ikinci gün motorlu testereye takılan kabuk soyma aparatı ile 3 ve 4 metre boyunda 10 adet karaçam tomruğu soyulmuş ve çalışma esnasında kabuk soyma süresini etkileyen hava sıcaklığı çevresel faktörler ölçülmüş fakat soyma süresine etkisi sabit kabul edilmiştir. Dijital termometre ile her tomruk soyulmaya başladığında sıcaklık değerleri kaydedilmiştir. Kabukları soyulan tomrukların çapı (cm), boyu (m), ölçülen işlem zamanı kronometre yardımıyla ölçülmüştür (Tablo 4,5). Toplanan veriler doğrultusunda iki farklı kabuk soyma yöntemi arasında, metreküp birim başına ortalama soyma süreleri değerlendirilerek ormancılık açısından verimli ve ekonomik yöntem belirlenmeye çalışılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Tomruk üretiminde kabuk soyma işlemini konu alan çalışmaların çoğunluğu iş verimi esasına dayanmaktadır (Öztürk, 2006; Eker ve Öztürk, 2022). Tomrukların meşcere içinde kabukların soyulması çeşitli makine ve ekipmanla yapılmakta ve bu işlem toplam üretim süresinin %50’sinden fazlasını kapsamaktadır (Eker vd., 2020). Elle kabuk soyma işlemi yoğun emek gerektirmektedir (Grobbelaar ve Manyuchi, 2000). Ülkemizde genellikle balta ile kabuk soyma işlemi yapılırken, 2000’li yıllarda kabuk soyma aparatının kullanıma başlanmasıyla iş verimi artmıştır (Şefik, 2019). Kışın kabuğun oduna yapışma kuvveti arttığından kabuk soyma veriminin yaz mevsiminde kışa göre daha fazla olduğu bilinmektedir (Muphy ve Acuna, 2016; Heppelmann vd., 2019). Mayıs ayında yapılan bu çalışma soyma zamanı olarak literatür ile uyumludur.

Çalışmada soyma işleminde baltanın kullanıldığı veriler Tablo 4’de yer almaktadır.

Tablo 4. Kabuk soymada balta verileri.
Table 4. Data of debarking with axe.

Tomruk No	Tomruk Çapı (cm)	Tomruk Boyu (m)	Tomruk Hacmi (m ³)	Toplam Kabuk Soyma Süresi (sn)	Sıcaklık (°C)
1	36	4	0,407	533	7
2	38	4	0,454	605	7
3	28	4	0,246	550	9
4	32	3	0,241	582	13
5	42	4	0,554	737	13
6	46	4	0,665	835	16
7	26	4	0,212	448	16
8	30	4	0,283	512	17
9	26	3	0,159	461	17
10	24	3	0,136	534	17

İlk altı tomrukta öğleden önce, sonraki dört tomrukta ise öğleden sonra kabuk soyma işlemi yapılmıştır. İşçi altı tomruğun soyulmasının ardından öğle molasına girmiştir. Bu altı tomruğun ortalama boyu 4 m ve ortalama çapı 37 cm olarak hesaplanmıştır. Soyma süresine bakıldığında ise öğleden önce 37 cm çaplı, 4 m boyda bir karaçam tomruğunun balta ile kabuk soyumu ortalama 640 sn'de tamamlanmıştır. Sabahki iş veriminin devam etmesi durumunda, öğleden sonraki soymayı 410 sn'de tamamlanması gerekirken ortalama boyu 3,5 m ve ortalama çapı 26,5 cm olan tomruğun soyumu ise 490 sn'de tamamlanabilmektedir. Sabah ve öğleden sonraki zaman dilimi arasındaki iş verimindeki %18'lik düşüş, işçinin yorulmasına ve hava sıcaklığına bağlı performans azalışına bağlı olabilir. İşçinin sabah saatlerinde dinç ve hava sıcaklığının daha az etkili olması nedeniyle soyma süresi kısalabilmektedir. Öğle molasına yaklaşan işçinin enerjisindeki azalma da kabuk soyma süresinin artışına sebep olabilir.

Kabuğun odundan kolay ayrıldığı su yürüme dönemlerinde kabuklar odundan daha kolay ayrıldığından soyma daha kısa sürede yapılabilmektedir. Yaz aylarında ise kabuk oduna yapışık durumda ve ayrılması güç olduğundan süre uzayabilmektedir. Kızılçamda yapılan çalışmada kabuk soyma işleminde birim miktardaki tomruk başına ortalama iş verimi balta 0,63-2,90 m³/sa arasında değişmektedir (Gürtan, 1969; Önal, 2013; Gülci vd., 2017; Çağlar, 2021; Eker ve Öztürk, 2022). Tarafımızdan yapılan çalışmada 1 m³ ürünün elde edilmesinde gereken zaman 28,7 dk'dır. Buna göre iş verimi balta 2,09 m³/sa olup benzer çalışmalarla paralellik göstermektedir. Çalışmanın ikinci gününde sahada kabuk soyma aparatı ile işlem yapılmış ve elde edilen veriler Tablo 5'e işlenmiştir.

Tablo 5. Kabuk soymada kabuk soyma aparatı verileri.
Table 5. Data of debarking with debarking tool.

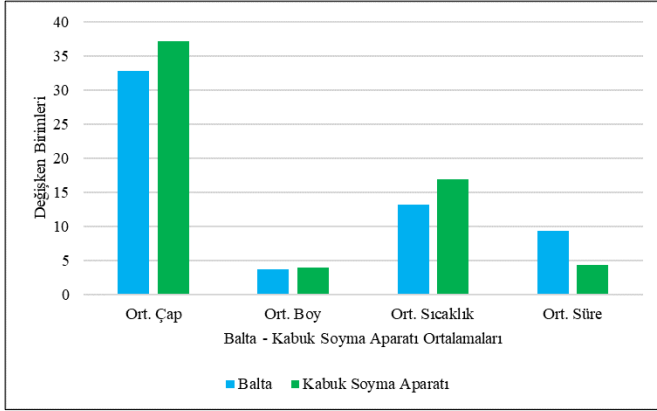
Tomruk No	Tomruk Çapı (cm)	Tomruk Boyu (m)	Tomruk Hacmi (m ³)	Toplam Kabuk Soyma Süresi (sn)	Sıcaklık (°C)
1	36	4	0,407	211	12
2	36	4	0,407	221	12
3	42	4	0,554	273	14
4	38	4	0,454	264	16
5	48	4	0,724	359	17
6	42	4	0,554	313	17
7	30	4	0,283	228	17
8	34	4	0,363	242	21
9	30	4	0,283	300	21
10	36	4	0,407	355	22

Tablo 5'te görüldüğü gibi farklı çaplarda tomruklar soyma aparatı ile soyulmuştur. İlk tomruk soyulmaya başlandığında 12 °C olan sıcaklık, son tomruğun soyulması sırasında 22 °C olarak ölçülmüştür. Yapılan bu çalışmada 1 m³ tomruğun soyulması için gereken zaman 10,4 m³/dk'dır. Buna göre iş verimi kabuk soyma aparatında 5,8 m³/sa olup benzer çalışma-

lara çok yakın bulunmuştur. Türlerle göre kabuk kalınlığı değiştiğinden, ağaç türü ve çevresel şartlar, operatörün kişisel özellikleri de soyma süresini etkileyebilmektedir. Kabuk soyma işlemi tamamlandıktan sonra ara dinlenmeye girilmiştir. Elde edilen veriler önceki yapılan çalışmalarla uyum göstermektedir. Yapılan çalışmalarda kabuk soyma işleminde birim miktardaki tomruk başına ortalama iş verimi kabuk

soyma aparatında 0,95-5,22 m³/sa arasında değiştiği, kızılçamda 25 mm kabuk kalınlığına kadar soyma aparatının baltaya göre 3-5 kat daha verimli olduğu belirlenmiştir (Eker ve Acar 2014; Mülâyim, 2019; Eker vd., 2020).

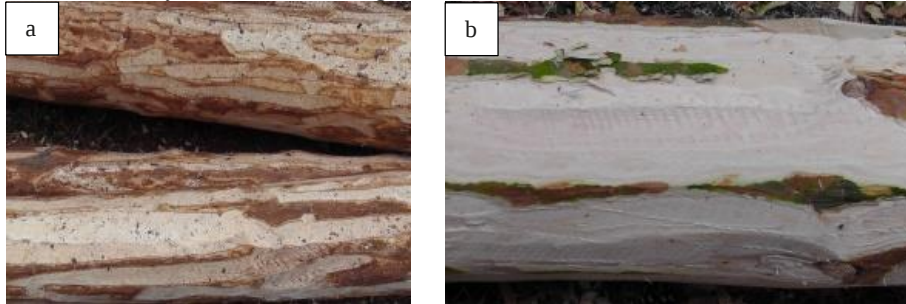
Kabuk soyma süreleri kullanılan yöntem, tomruğun çapı ve boyuna göre farklılık göstermektedir. Soyma aparatı ile 37,2 cm ortalama çap ve 4 m boydaki tomruğun soyulması 275 sn sürmektedir. Balta ile soymada ise aynı çapa sahip ve öğleden önceki iş performansı dikkate alındığında bile 640 sn'de tamamlanmaktadır. Bu halde aynı çaptaki bir tomruk soyma aparatı ile %57 daha hızlı soyulabilmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Kabuk soymada ortalama çap/boy/süre/sıcaklık kıyası.

Figure 3. Compare of average diameter/length/duration/temperature in debarking.

Şekil 3'te görüldüğü gibi, ortalama çap, ortalama boy ve ortalama sıcaklık parametreleri daha yüksek olmasına rağmen



Şekil 4. Kabuk soymada odun dokusuna verilen zarar (a: Balta, b: Aparat).

Figure 4. Damage to wood tissue during debarking (a: Axe, b: Tool).

4. Sonuç ve Öneriler

Çalışmanın materyalini oluşturan karaçam (*P. nigra*) odun hammaddesi üretimi bakımından önemli aslı türlerimizdendir. Literatür verileriyle de uyumlu olmak üzere, çalışma sonucunda her iki yöntemde karaçamda kabuk soyma işlemlerinde soyma süresine etki eden faktörler tomruk çapı ve boyu olduğu belirlenmiştir. İşçinin yorgunluk seviyesi ve sıcaklık gibi çevresel faktörler ihmal edilmiştir. Balta ile kabuk soymada sarf edilen iş gücünün %57 daha fazla olduğu ve bunun sonucunda da işçinin daha fazla yorulduğu veriminin düştüğü tespit edilmiştir. Gözlemsel olarak soyma aparatıyla yapılan çalışmada kabuk daha homojen soyularak odun dokusunun daha az zarar gördüğü belirlenmiştir. Soyma süresinin daha kısa ve fazla iş gücü gerektirmeden yapılabilmesi nedeniyle

kabuk soyma aparatı ile yapılan soyma, baltanın iş verimine göre daha yüksektir. Elde edilen verilerden kabuk soyma aparatının baltaya göre daha etkin, kullanışlı ve iş veriminin daha yüksek olduğu görülmektedir. Hâkim görüş baltaya kıyasla kabuk soyma aparatının 3,2-5,3 kat daha verimli olmasıdır (Gülci vd., 2017; Eker vd., 2020; Eker ve Öztürk, 2022). Tarafımızdan yapılan çalışmada da motorlu testere ile kabuk soymanın baltaya göre 2,8 kat daha verimli olduğu belirlenmiştir.

Balta ile kabuk soymada odun dokusuna baltanın fazla dalması sonucunda kıymık kopmaktadır. Özellikle kabuğun incelendiği uç kısımlara doğru, soyma aparatı ile daha homojen ve odun dokusuna fazla zarar vermeden soyma mümkün olabilmektedir (Şekil 4). Yapılan çalışmalarda da kabuk soymada genellikle bir miktar odun lif kaybının meydana geldiği belirtilmektedir (Murphy, 2020). Tomruktaki kalan kabuk arttıkça tomruktan kopan odun dokusu azalmaktadır. Kabuğun aşırı soyulması sonucu yüksek miktarda odun dokusu kaybı meydana gelebilir (Gagnon vd., 2013). Soyma kalitesi konusunda yapılan çalışmalarda odunda kalan "artık kabuk" tolerans değerleri %0,2-2 arasında (Murphy, 2020), vejetasyon döneminde %1, kışın ise %1,5 (Gagnon vd. 2013) olması gerektiği vurgulanmaktadır. Tomruktaki kalan kabuk miktarı %0,5'ten az ise iyi; %0,5-1 arasında ise orta; %1'den fazla ise kötü soyum olarak değerlendirilmekte (McEwan vd., 2017) ve %5'i aşmaması gerektiği bildirilmektedir (MPI, 2024). Yaptığımız çalışmada tomruktaki kalan kabuk değerlendirilme dışı bırakılmış ancak gözlemsel olarak balta ile soyumlarda daha fazla odun kıymığı koparıldığı gözlemlenmiştir.

kabuk soyma aparatının daha kullanışlı, pratik ve daha verimli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Tomruk üretim çalışmaları orman köylülerinin gelirleri için önemlidir. Tomruk üretim sürecinin önemli bir parçasını oluşturan kabuk soyma işleminin daha hızlı yapılması iş veriminin, dolayısıyla gelirlerinin artmasını sağlayacaktır.

Yazar katkıları

Fikir: S.P.; Tasarım: S.P.; Yönetim: S.P.; Veri toplama: F.G.; Analizler: Ö.A.; Literatür taraması: S.P. Kaleme alma: S.P., F.G., Ö.A.; Son kontrol: S.P., Ö.A.

Çıkar çatışması

Yazarlar olarak bu yayınlı ilgili herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz.

Etik kurul izni

Bu çalışmada etik kurul izni gerekmemektedir.

Kaynaklar

- Acar, H., Şentürk, N., 1996. Dağlık orman alanlarındaki üretim çalışmalarında mekanizasyon. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, 46(1-2-3-4): 77-94.
- Akkemik, Ü., 2018. *Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe. İç: Akkemik, Ü. (Ed.), Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıları, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, ss. 122-123.
- Carus, S., 2002. Bazı hacim formüllerinin seksiyon, gövde ve bağlı uzunluklara göre kıyaslanması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, 3(1): 101-114.
- Chahal, A., Ciolkosa, 2019. A review of wood-bark adhesion: methods and mechanics of debarking for wood biomass. *Wood and Fiber Science*, 51(3): 1-12. DOI: 10.22382/wfs-2019-xxx.
- Çağlar, S., 2021. Work efficiency and physical workload during the manual debarking of Scotch pine trees. *International Journal of Forest Engineering*, 32(3): 246-255. DOI: 10.1080/14942119.2021.1927471.
- Defo, M., Brunette, G., 2006. A log drying model and its application to the simulation of the impact of bark loss. *Forest products journal*, 56(5): 71-77.
- Dutkuner, İ., Koparan, İ., 2016. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ve karaçam (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana*) kabuk miktarı ve kullanım olanakları. International Multidisciplinary Congress of Eurasia, 11-13 July 2016, pp.692-703, Odessa.
- Einspahr, D. W., Harder, M. L., Parham, R. A., 1978. Bark and wood properties of pulpwood species as related to separation and segregation of chip/bark mixtures. Project 3212, Report eleven: a summary report to members of the Institute of Paper Chemistry.
- Eker, M., 2022. Determining the appropriate tool for in-stand debarking with analytical hierarchy process. *European Journal of Forest Engineering*, 8(2): 85-92. DOI: 10.33904/ejfe.1216881.
- Eker, M., Acar, H. H., 2014. Kesim ve bölmeden çıkarma işlerinde birim çalışma zamanlarının irdelenmesi. II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 22-24 Ekim 2014, ss.291-299, Isparta.
- Eker, M., Çoban, H. O., Acar, H. H., 2020. Time study and productivity analysis of chainsaw mounted log debarker in southern pine forests of Turkey. *International Journal of Agricultural Sciences*, 10(11): 1-11.
- Eker, M., Özer, D., 2015. Selection of debarking technique for pine logs in cut-to-length harvesting method. Proceedings of the 48th FORMEC Symposium, 4- 8 October 2015, Austria.
- Eker, M., Öztürk, E., 2022. Bazı kabuk soyma araçlarının verim ve kabuk soyma kalitesi açısından karşılaştırılması. *Turkish Journal of Forestry*, 23(4): 278-289. DOI: 10.18182/tjf.1168983.
- Eker, M., Şefik, M., 2019. Motorlu tırpana montajlı kabuk soyma aracının (motosoyar) geliştirilmesi ve denenmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 20(4): 411-420. DOI: 10.18182/tjf.609571.
- Enescu, C. M., de Rigo, D., Caudullo, G., Mauri, A., Houston Durrant, T., 2016. *Pinus nigra* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: San-Miguel-Ayán, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (Ed.), European Atlas of Forest Tree Species, European Commission, Luxembourg, pp. 16-127.
- Gagnon, R., Couturier, J. P., Gagné, P., Ding, F., Ibrahim, F., 2013. Method and System for Detecting the Quality of Debarking at the Surface of a Wooden Log. Google Patents. California. p.46.
- Grobbelaar, F. R., Manyuchi, K. T., 2000. Eucalypt Debarking: An International Overview with a Southern African Perspective. Forest Engineering Southern Africa, South Africa.
- Gulci, N., Akay, A. E., Erdaş, O. 2016. Investigation of timber harvesting operations using chainsaw considering productivity and residual stand damage: The Case of Bahçe Forest Enterprise Chief. *Journal of The Faculty of Forestry-Istanbul University*, 66(2): 357-368. DOI 10.17099/jffiu.11250.
- Gülci, N., Akay, A. E., Erdaş, O., 2017. Productivity assessment of alternative timber debarking methods. *Şumarski List*, 141(9-10): 469-476. DOI: 10.31298/sl.141.9-10.3.
- Gürtan, H., 1969. Değişik Tipli Balta ve Kabuk Yontma Demirlerinin İş Verimleri. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları. Ankara.
- Harkin, J. M., Rowe, J. W., 1971. Bark and Its Possible Uses. Forest Products Laboratory US Forest Service, Madison.
- Heppelmann, J. B., Labelle, E. R., Wittkopf, S., Seeling, U., 2019. In-stand debarking with the use of modified harvesting heads: a potential solution for key challenges in European forestry. *European Journal of Forest Research*, 138(6): 1067-1081. DOI: 10.1007/s10342-019-01225-y.
- Isajev, V., Fady, B., Semerci, H., Andonovski, V., 2004. EUFOR-GEN Technical Guidelines for Genetic Conservation and Use for European Black Pine (*Pinus nigra*). International Plant Genetic Resources Institute. Rome. p.6.
- Isokangas, A., 2010. Analysis and management of wood room (Doctoral Dissertation), University of Oulu Faculty of Technology, Linnanmaa.
- Kılıç Pekgözlü, A., Gülsoy, S. K., Ayçiçek, Y., 2017. Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) odununun lif morfolojisi ve kimyasal yapısı üzerine ağaç gövde yüksekliğinin etkisi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(2): 74-81. DOI: 10.24011/barofd.342069.
- Kofujita, H., Ettyu, K., Ota, M., 1999. Characterization of the major components in bark from five Japanese tree species for chemical utilization. *Wood science and technology*, 33(3): 223-228. DOI: 10.1007/s002260050111.
- McEwan, A., Brink, M., Spinelli, R., 2017. Factors affecting the productivity and work quality of chain flail delimbing and debarking. *Silva Fennica*, 51(2): 1-14. DOI: 10.14214/sf.1599.
- MPI, 2024. Forest Products Export Standards - Phytosanitary Requirements of China, <https://www.mpi.govt.nz/export/export-requirements/icpr-importing-countries-phytosanitary-requirements/forestry-products-importing-countries-phytosanitary-requirements/china/>. (Erişim: Mayıs, 2024).
- Murphy, G., 2020. In-Forest Debarking: A Review of The Literature. GE Murphy & Associates Ltd., New Zealand.
- Murphy, G., Acuna, M., 2016. Effect of harvesting season, system and equipment on in-forest *Pinus radiata* bark removal in Australia and New Zealand. *International Journal of Forest Engineering*, 28(1): 10-17. DOI: 10.1080/14942119.2016.1253269.
- Mülayim, A., 2019. Balıkesir yöresinde odun hammaddesinin kesim ve hazırlanması işlerinde çalışma veriminin belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi), Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.
- OGM, 2013. Orman Atlası. <https://www.orkoop.org.tr/link/atlas.pdf>. (Erişim: Nisan, 2024).

- OGM, 2021. 2020 Türkiye Orman Varlığı, <https://www.ogm.gov.tr/tr/ormanlarimiz-sitesi/TurkiyeOrmanVarligi/Yayinlar/2020%20T%C3%BCrkiye%20Orman%20Varligi%C4%B1%C4%9F%C4%B1.pdf>. (Erişim: Nisan, 2024).
- OGM, 2024. Üretim, Satış ve Stok Faaliyetleri. <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/kitaplik/uretim-satis-ve-stok-faaliyetleri>. (Erişim: Nisan, 2024).
- Önal, Y. E., 2013. Odun hammaddesi üretim operasyonlarında kullanılan teknolojinin enerji tüketimi, emisyon ve gürültü etkilerinin incelenmesi (Yüksek Lisans Tezi), Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Öztürk, T., 2006. Türkiye’de odun üretiminin iş aşamaları. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, 56(2): 109-121.
- Polagye, B. L., Hodgson, K. T., Malte, P. C., 2007. An economic analysis of bio-energy options using thinnings from overstocked forests. *Biomass and Bioenergy*, 31(2-3): 105-125. DOI: 10.1016/j.biombioe.2006.02.005.
- Routa, J., Brännström, H., Laitila, J., 2020. Effects of storage on dry matter, energy content and amount of extractives in Norway spruce bark. *Biomass and bioenergy*, 143: 1-10. DOI: 10.1016/j.biombioe.2020.105821.
- Salmi, P., 2020. Membrane filtration of debarking plant wastewater (Master’s Thesis), LUT University LUT School of Engineering Science, Lappeenranta.
- SBB, 2023. On İkinci Kalkınma Planı (2024-2028), https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/12/On-Ikinci-Kalkinma-Plani_2024-2028_11122023.pdf. (Erişim: Nisan, 2024).
- Sevgi, O., Tecimen, B., Okan, T., 2022. Doğal, aynı yaşlı ve saf karaçam (*Pinus nigra* Arnold) ormanlarında büyüme özellikleri: alaçam dağları örneği. İç: Sevgi, O., Tecimen, H. B., Okan, T. (Ed.), Karaçam. Türkiye Ormancılar Derneği, Ankara, ss. 444-466.
- Sillero, L., Prado, R., Andrés, M. A., Labidi, J., 2019. Characterisation of bark of six species from mixed Atlantic forest. *Industrial Crops and Products*, 137: 276-284. DOI: 10.1016/j.indcrop.2019.05.033.
- Staaf, A., Wiksten, N. A., 1984. Tree Harvesting Techniques. Springer Science+Business Media, Dordrecht.
- Şefik, M., 2019. Motorlu tırpana montajlı kabuk soyma aracının geliştirilmesi ve denenmesi (Yüksek Lisans Tezi), Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Isparta.
- Uluslan, M. D., Eler, Ü., 2023. Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) meşcerelerinde tek ağaçta kabuk kalınlığı değişiminin incelenmesi: Isparta yöresi örneği. *Turkish Journal of Forestry*, 24(3): 188-196. DOI: 10.18182/tjf.1267002.
- Wagenführ, R., Wagenführ, A., 2021. Holzatlas. Carl Hanser Verlag GmbH & Co, München.
- Werkelin, J., Skrifvars, B.J., Hupa, M., 2005. Ash-forming elements in four scandinavian wood species. part 1: summer harvest. *Biomass and Bioenergy*, 29(6): 451-466. DOI: 10.1016/j.biombioe.2005.06.005.
- Xing, C., Deng, J., Zhang, S. Y., Riedl, B., Cloutier, A., 2006. Impact of bark content on the properties of medium density fiberboard (MDF) in four species grown in eastern Canada. *Forest products journal*, 56(3): 64-69.
- Yaltırık, F., Efe, A., 2000. Dendroloji: Ders Kitabı Gymnospermae-Angiospermae (II. Baskı). İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Yan, T., Zhu, J., Yang, K., Yu, L., Zhang, J., 2017. Nutrient removal under different harvesting scenarios for larch plantations in northeast China: Implications for nutrient conservation and management. *Forest Ecology and Management*, 400: 150-158. DOI: 10.1016/j.foreco.2017.06.004.
- Yıldırım, M., 1987a. Ormancılıkta iş düzenleme. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, 37(4): 33-51.
- Yıldırım, M., 1987b. Ormancılık işlerinde zaman etüdü değerlendirilmesi. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, 37(3): 67-85.
- Yılmaz, T., Köse, M., Arslan, M., Okan, T., Köse, C., 2020. Orman Bölge Müdürlükleri açık artırma satışlarına katılan alıcıların beklentileri: Marmara Bölgesi örneği. *Eurasian Journal of Forest Science*, 8(4): 338-352. DOI: 10.3195/ejefs.823310.



Effects of heat treatment on elastic constants of Cedar (*Cedrus libani*) wood

Isıl işlemin Sedir (*Cedrus libani*) odununun elastik sabitleri üzerine etkileri

Ergün GÜNTEKİN^{*1} 

¹Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Bursa, Türkiye.

Sorumlu yazar:

*Ergün GÜNTEKİN

E-mail:

ergun.guntekin@btu.edu.tr

Gönderim Tarihi:

14/05/2024

Kabul Tarihi:

22/07/2024

Atf:

Güntekin, E. 2024. Effects of Heat Treatment on Elastic Constants of Cedar (*Cedrus libani*) Wood. Ağaç ve Orman, 5(2): 72-78.
DOI:10.59751/agacorman.1483782

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effects of heat treatment on the elastic constants of Cedar (*Cedrus libani*) wood. Heat under atmospheric pressure at three different temperatures (150, 180 and 210 °C) and three different time levels (2, 5 and 8 hours) was applied to Cedar wood specimens and its Modulus of elasticity (E_L , E_R , E_T) shear modulus (G_{LR} , G_{LT} , G_{RT}) and Poisson's ratios (ν_{LR} , ν_{LT} , ν_{RL} , ν_{RT} , ν_{TL} , ν_{TR}) were evaluated by compression tests conducted on 20 x 20 x 60 mm samples using bi-axial extensometer. It was observed that the modulus of elasticity, shear modulus, and compression strength of the tested specimens were significantly affected by the temperature and time parameters of the heat treatment. Treatment of heat for low temperatures and short periods yielded some increase in modulus of elasticity but an increase in time and temperature resulted in a significant decrease. Heat treatment has a devastating influence on the shear modulus. Poisson's ratios were less sensitive to the heat treatment. Heat treatment significantly alters the modulus of elasticity, shear modulus and compression strength of Cedar wood.

Keywords: Cedar wood, elastic constants, heat treatment.

Özet

Bu çalışmanın amacı ısı işlemin Sedir (*Cedrus libani*) odununun elastik sabitleri üzerindeki etkilerinin araştırılmasıdır. Sedir odunu örnekleri atmosferik basınç altında üç farklı sıcaklıkta (150, 180 ve 210 °C) ve üç farklı zaman seviyesinde (2, 5 ve 8 saat) ısıya maruz bırakılmıştır. Elastikiyet modülü (E_L , E_R , E_T), kesme modülü (G_{LR} , G_{LT} , G_{RT}) ve Poisson oranları (ν_{LR} , ν_{LT} , ν_{RL} , ν_{RT} , ν_{TL} , ν_{TR}) 20 x 20 x 60 mm numuneler üzerinde gerçekleştirilen basma testlerinde çift eksenli ekstensometre kullanılarak belirlenmiştir. Test edilen numunelerin elastikiyet modülü, kesme modülü ve basma dirençleri ısı işleminde sıcaklık ve zaman parametrelerinin önemli bir etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Düşük sıcaklıklar ve kısa süreler için ısı işlemi, elastikiyet modülünde bir miktar artış sağlamış, ancak süre ve sıcaklığın artması, önemli ölçüde azalmaya neden olmuştur. Isıl işlem, kesme modülü üzerinde yıkıcı etkiye sahiptir. Poisson oranlarının ısı işleme daha az duyarlı görülmüştür. Isıl işlem sedir odununun elastikiyet modülü, kayma modülü ve basma direncini önemli ölçüde değiştirmektedir.

Anahtar kelimeler: Sedir odunu, elastik sabitler, ısıl işlem.

1. Introduction

Wood modification using a heat-treatment process offers benefits regarding durability and dimensional stability but alters the mechanical properties of wood. Nowadays, utilization of heat-treated wood is getting more interest in architectural design (Kuzman, et al., 2015). The need for sustainable building materials, decrease in durable timber, deforestation of sub-tropical forests and restrictive regulations are increasing the demand for heat-treated wood (Boonstra, 2008). In the process, temperatures up to 160–250 °C are applied to wood, depending on the species used and the desired material properties (Kocaefe et al., 2008). Thermal modification results in some loss in mechanical properties, which restricts the use in structural applications (Fajdiga et al., 2016), due to the damage that occurs in the cell-wall components (Fengel and Wegener, 2003; Windeisen et al., 2007).

The increase in demand for heat-treated wood has led to the development of different processes in different countries. This increase can also be seen in the number of scientific studies conducted. Esteves and Pereira (2009) summarized the se-

lected properties for heat-treated wood. In general, this process mainly results in the darkening of color, low equilibrium moisture content, mass loss, dimensional stabilization, and low mechanical properties.

Elastic constants are significant in the design of wood members in structures. All elastic constants of heat-treated wood are scarce. The available information is limited to a few references. While mechanical properties in the L direction for some heat-treated wood species have been reported, the information on the perpendicular directions is unknown.

Nine independent elastic constants are necessary input parameters for numerical analysis, such as finite element models. All elastic constants of cedar wood have been studied by Güntekin (2023). Although heat-treated wood has been restricted in structural applications, elastic constants can be used to model non-structural applications such as outdoor furniture. In this study, elastic constants for heat-treated Cedar wood were evaluated using compression tests under constant moisture conditions. Compression strength in three orthotropic directions was also determined.

2. Materials and Method

Clear wood specimens were cut from Cedar logs, which are grown in a forest district in the southwestern Turkey. The diameter of the logs was approximately 50 cm. The logs were sawn into 25 mm thick radial or tangential planks. Specimens were exposed to heat applied in a temperature-controlled oven under atmospheric pressure at three different temperatures (150, 180 and 210 °C) and three different time levels (2, 5 and 8 hours). Commercial heat treatment processes are applied in oxygen-free atmosphere. The presence of oxygen will lead to oxidative reactions. As a result of oxidation, wood subjected to heat treatment tends to lighten with time. Before testing and after the heat treatment process, specimens were conditioned in climatic chambers at 65 % relative humidity (RH) at a temperature of 20±1 °C. To minimize the influence of the MC change, specimens were tested immediately after removal from the climatic chamber. MC of the wood was calculated by the oven-drying method. The apparent densities of the samples were determined using a stereo-metric method based on measurements of the sample volume and mass.

Elastic moduli (E_i) in three anisotropic directions (L, R, T), three shear modulus (G_{ij}), and six Poisson's ratios (ν_{ij}) were determined using a bi-axial extensometer on 20 x 20 x 60 mm samples (Figure 1 and 2) subjected to compression. Strength values (C.S.) were also calculated. The speed of testing was 2 mm/min. The stress-strain diagrams were recorded and used to calculate the elastic constants. The E_i was the ratio of the stress (σ) to the strain (ε) measured in the linear elastic region (Equation 1).

$$E_i = \frac{\Delta\sigma_i}{\Delta\varepsilon_i} = \frac{\sigma_{i,2} - \sigma_{i,1}}{\varepsilon_{i,2} - \varepsilon_{i,1}} \quad i \in R, L, T \quad (1)$$

The ν_{ij} , defined as in Equation 2:

$$\nu_{ij} = -\frac{\varepsilon_j}{\varepsilon_i}, \quad i, j \in R, L, T \quad \text{and } i \neq j \quad (2)$$

where, ε_i represents the active strain in the loading direction, and ε_j is the passive (lateral) strain.

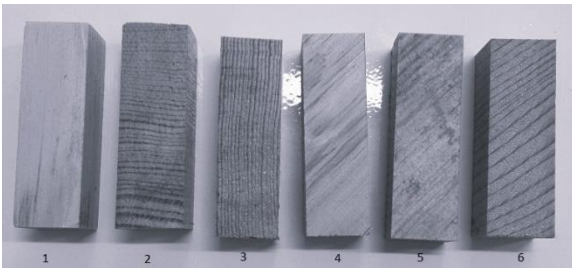


Figure 1. Samples and properties determined (1- E_L , ν_{LR} , ν_{LT} , L direction compression strength, 2- E_R , ν_{RL} , ν_{RT} , R direction compression strength, 3- E_T , ν_{TL} , ν_{TR} , T direction compression strength, 4- G_{LR} , 5- G_{LT} , 6- G_{RT}).

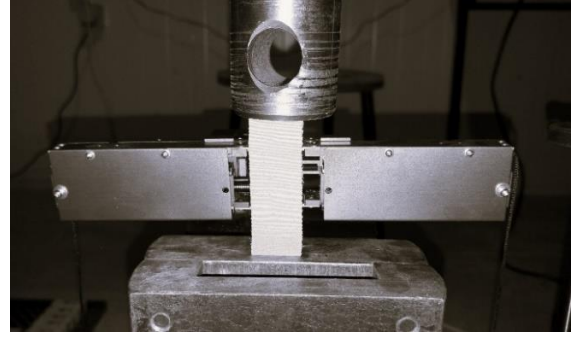


Figure 2. Compression test using bi-axial extensometer.

The maximum C.S. value was taken as 0.2% yield using Equation 3.

$$\sigma_{CS} = P_{max}/A \quad (3)$$

where, σ_{CS} is compression strength (in N/mm²), P_{max} is the % 0.2 yield load (N), and A is the cross-sectional area (mm²). The G_{ij} of the specimens with a 45° angle in the LR, LT and RT planes were determined using equations 4-6.

$$G_{LR} = \frac{\tau_{LR}}{\gamma_{LR}} = \frac{\sigma_V}{2(\varepsilon_H - \varepsilon_V)} \quad (4)$$

$$G_{LT} = \frac{\tau_{LT}}{\gamma_{LT}} = \frac{\sigma_V}{2(\varepsilon_H - \varepsilon_V)} \quad (5)$$

$$G_{RT} = \frac{\tau_{RT}}{\gamma_{RT}} = \frac{\sigma_V}{2(\varepsilon_H - \varepsilon_V)} \quad (6)$$

where, σ_V is the vertical stress, ε_H is the horizontal strain, and ε_V is the vertical strain. Aira et al. (2014) explain how to calculate shear modulus from angled specimens in compression tests. In order to interpret the effects of temperature and duration of exposure on the properties measured of the clear wood samples, the analysis of variance (ANOVA) procedure was applied using IBM SPSS statistical analysis software.

3. Results and Discussion

Calculated values for the E_i and C.S. of heat-treated Cedar wood as affected by heat treatment are presented in Tables 1-3. Average densities of the control samples tested in this study specimens ranged from 0.48 to 0.56 g/cm³, which is identical to the densities of cedar wood presented in the literature (Demetci, 1986; As et al., 2001; Bal et al., 2012, 2013; Aydın, 2021; Efe, 2021). The bending modulus of elasticity (MOE) of untreated cedar wood reported in the literature varied from 7000 to 10000 N/mm² (Demetci, 1986; As et al. 2001; Bal et al., 2012, 2013; Aydın, 2021; Efe, 2021) for the higher densities Brunetti et al., (2001) reported that the MOE of Atlas cedar wood, which has similar density values, is slightly over 10000 N/mm². Mass loss or reduction in the densities is the most profound effect attained by the heat treatment, which has also been observed for cedar wood (Tables 1-3).

Values of the E_i of the tested samples were decreased by up to % 25 when the temperature was raised to 210 °C. The decrease is the greatest in the T direction. Test results show that 150 °C - treatments increase the E by up to % 15 while 180 and 210 °C - treatments decrease the E values by up to % 20 in the longitudinal direction. The effect is similar in the radial direction but more severe in the tangential direction.

Test results show that 150 and 180 °C - treatments increase the C.S. by up to 12%, while 210 °C - treatments decrease the

compression strength by up to 12% in the longitudinal direction. The effect of heat treatment on C.S. is entirely different in perpendicular directions. In radial directions, all treatments yielded some amount of decrease while in the tangential directions only 180 and 210 °C - treatments decreased the compression strength.

Table 1. E and C.S. values calculated in the L direction.

T	D	d_{12} (g/cm ³)	MC (%)	E (N/mm ²)	C.S. (N/mm ²)
150	0	0.49	12.6	7410 (12)	43.4 (6.4)
	2	0.48	10.1	8112 (13)	46.2 (8.0)
	5	0.48	9.1	8286 (9)	48.5 (9.2)
	8	0.48	9.0	7895 (10)	49.6 (4.5)
180	0	0.49	12.2	7800 (10)	42.4 (7.2)
	2	0.46	6.9	7480 (7)	45.3 (5.8)
	5	0.46	6.3	7390 (10)	46.0 (4.3)
	8	0.44	6.1	7321 (8)	44.2 (5.0)
210	0	0.52	12.1	7912 (9)	45.1 (6.9)
	2	0.50	5.9	7205 (8)	43.8 (5.2)
	5	0.48	4.5	6711 (10)	42.0 (6.2)
	8	0.46	4.5	6302 (11)	41.2 (5.7)

Table 2. E and C.S. values calculated in the R direction

T	D	d_{12} (g/cm ³)	MC (%)	E (N/mm ²)	C.S. (N/mm ²)
150	0	0.49	12.4	902 (8.2)	8.2 (7.8)
	2	0.48	10.4	942 (9.9)	8.0 (5.3)
	5	0.48	9.5	924 (9.4)	7.5 (6.8)
	8	0.46	9.1	916 (9.8)	7.2 (8.8)
180	0	0.51	12.2	912 (10.7)	7.9 (9.7)
	2	0.47	7.1	862 (12.8)	7.4 (5.5)
	5	0.46	6.5	842 (11.6)	7.2 (9.3)
	8	0.45	6.3	829 (11.6)	6.9 (6.1)
210	0	0.56	11.9	892 (12.2)	9.1 (6.6)
	2	0.53	7.1	825 (10.3)	8.5 (7.9)
	5	0.50	4.8	742 (12.4)	7.6 (8.6)
	8	0.49	4.5	720 (12.0)	6.9 (6.8)

* Values in parentheses are coefficient of variations

Table 3. E and C.S. values calculated in the T direction

T	D	d_{12} (g/cm ³)	MC (%)	E (N/mm ²)	C.S. (N/mm ²)
150	0	0.50	12.22	690 (10.5)	8.0 (8.5)
	2	0.49	10.11	710 (10.9)	8.4 (8.6)
	5	0.48	9.10	760 (9.6)	8.3 (10.6)
	8	0.48	9.00	788 (10.1)	8.4 (7.1)
180	0	0.48	11.97	700 (11.4)	8.6 (4.6)
	2	0.45	6.98	658 (10.5)	8.3 (5.1)
	5	0.44	6.76	639 (10.7)	8.1 (7.7)
	8	0.43	6.29	612 (9.8)	8.0 (6.4)
210	0	0.51	12.66	690 (9.7)	7.9 (4.4)
	2	0.48	7.14	610 (8.0)	7.6 (8.0)
	5	0.47	5.41	566 (10.9)	7.0 (6.4)
	8	0.46	5.29	530 (11.7)	6.8 (3.6)

* Values in parentheses are coefficient of variations

In the literature, the effect of heat treatment on compressive strength seems contradictory. While some studies (Ünsal and Ayrılmış, 2005; Korkut et al., 2008a; Korkut et al., 2008b) reported a negative effect of heat treatment on C.S., the others (Boonstra and Blomberg, 2007; Altınok et al., 2010) revealed a positive effect with heat treatment.

A slight increase in the C.S. in the L direction was also reported for poplar, beech, and ash woods after the heat treatment (Windeisen et al., 2008; Taghiyari et al., 2012). Heat treatment has a more profound effect on the strength of the wood than elasticity (Esteves and Pereira, 2009). According to Esteves and Pereira (2009) exposure to low temperatures yields an increase in the bending MOE values while exposure

to high temperatures results a decrease. Studies conducted by Kubojima et al. (1998) and Altınok et al., (2010) confirm this idea. A study by Yang et al. (2016) showed that heat treatment has no significant influence on C.S. in the L direction of Japanese cedar.

Xie et al. 2020 reported a significant reduction (up to 38-33%) in bending strength, C.S., and MOE of Toona wood treated at 220 °C for 6 hours. Akyürek et al. (2020) also reported a significant decrease in the C.S. of black pine wood after heat treatment at 250 °C for 2 hours. Contrary to those reported above, some researchers reported particular increases in the C.S. after heat treatment (Kol, 2010, Perçin et al., 2016). ThermoWood Handbook (2003) also reports a 30% increase for in C.S. of spruce wood treated at 195 °C for 3 hours.

The radial mechanical properties of wood are mainly controlled by the hemicellulose in the S_1 and S_3 layers, while S_2 layer governs the mechanical properties in the L directions (Bergander and Salmén, 2002). The strength properties can be reduced due to thermal degradation and mass loss after heat treatment. The decrease in strength can be explained by the depolymerization reactions of wood polymers (Kotilainen, 2000) or the decomposition of the cell wall components (Yıldız et al., 2006). According to Hillis (1984), the primary source of strength reduction is the degradation of hemicelluloses, which are less heat-resistant than cellulose and lignin. The increase in strength during heat treatment is usually attributed to the increase in crystallinity of cellulose and cross-linking reactions (ThermoWood Handbook, 2003).

FTIR analysis conducted on the heat-treated cedar wood samples by Tufan (2016) revealed that the highest increase in the crystallinity index occurred at 180 °C, and the lowest increase occurred at 120 °C while the index started to decrease after reaching 210 °C.

The average values of G_{ij} for heat-treated Cedar wood are presented in Tables 4-6. The shear behavior of heat-treated wood is not well understood. In general, the shear behavior of wood is controlled by density and MC, temperature, and fiber direction (Brandner et al., 2007). While the decrease in densities of the heat-treated wood may negatively contribute to G_{ij} values, low MC values may have a positive effect. In general, most of the treatments decreased the values of G_{ij} , but the decrease is severe in the RT plane. Test results show that – heat treatments with temperatures of 150 and 180 °C insignificantly increased the G_{LR} in the initial stages and decreased afterward. The final G_{RT} values of treated samples were significantly reduced (up to 64%) comparing to the G_{RT} of the control samples. A study by Kubojima et al., (1998) indicated that the shear modulus in longitudinal and radial directions increased for low temperatures and short periods of exposure and decreased for high temperatures and longer exposures.

Esteves and Pereira (2009) summarized that heat treatment may cause micro-cracks and other anatomical changes, such as an increase in porosity. Extreme reduction of G_{ij} values for cedar wood in the RT plane can be due to such anatomical changes.

Table 4. G_{RT} values of heat-treated Cedar wood.

T °C	D (hour)	d_{12} (g/cm ³)	MC (%)	G_{RT} (N/mm ²)
150	0	0.47	12.6	354 (18)
	2	0.45	10.1	184 (24)
	5	0.45	9.1	129 (14)
	8	0.42	9.1	127 (22)
180	0	0.46	12.2	244 (14)
	2	0.44	6.9	210 (15)
	5	0.43	6.3	155 (29)
	8	0.42	6.1	137 (15)
210	0	0.49	12.1	328 (18)
	2	0.47	5.9	174 (17)
	5	0.45	4.5	192 (6)
	8	0.42	4.5	189 (15)

* Values in parentheses are coefficient of variations

Table 5. G_{LT} values of heat-treated Cedar wood.

T °C	D (hour)	d_{12} (g/cm ³)	MC (%)	G_{LT} (N/mm ²)
150	0	0.47	12.6	790 (5)
	2	0.45	10.1	782 (5)
	5	0.44	9.1	780 (4)
	8	0.43	9.0	741 (8)
180	0	0.48	12.1	808 (16)
	2	0.46	6.8	669 (6)
	5	0.43	6.3	616 (8)
	8	0.42	6.1	547 (4)
210	0	0.49	12.1	1133 (14)
	2	0.47	6.0	903 (10)
	5	0.45	4.5	769 (27)
	8	0.42	4.4	788 (3)

* Values in parentheses are coefficient of variations

Table 6. G_{LR} values of heat-treated Cedar wood.

T °C	D (hour)	d_{12} (g/cm ³)	MC (%)	G_{LR} (N/mm ²)
150	0	0.48	12.5	868 (2)
	2	0.45	10.0	899 (6)
	5	0.44	9.1	894 (6)
	8	0.42	9.0	852 (6)
180	0	0.49	12.0	1084 (3)
	2	0.46	6.6	1147 (11)
	5	0.43	6.4	787 (3)
	8	0.42	6.1	742 (5)
210	0	0.49	12.1	1282 (4)
	2	0.47	5.9	899 (9)
	5	0.45	4.4	906 (16)
	8	0.41	4.3	923 (5)

* Values in parentheses are coefficient of variations

Poisson's ratios are less investigated elastic constants, because their determination requires delicate instruments. The value of Poisson's ratios is dependent on specific gravity and MC (Ross, 2010). The effects of heat treatment on Poisson's ratios are presented in Table 5. There is no information concerning the effects of heat treatment on Poisson's ratios for wood materials. Although there are fluctuations in the Poisson's values, statistical analysis resulted in insignificant effects of heat treatment on the Poisson's ratios.

The Poisson's ratio is 0.3 accepted as isotropic material property for numerical analysis of wood. It was found that the Poisson's ratio varies from 0.05 in the RL plane to 0.499 in the LT plane for control groups. In general, calculated the Poisson's ratios in the RL and TR planes are identical and higher in the LR, LT, RT and TL planes than those reported for softwood species by Ross (2010). A high coefficient of

variations for Poisson's ratios was obtained which is also observed in the investigations of Hering et al. (2012); Ozyhar et al. (2013); Jeong et al. (2010); Mizutani and Ando (2015).

4. Conclusions

The results of the study are generally compatible with the literature. Wood is generally accepted as a material with orthotropic symmetry, which comprises nine independent elastic constants. Heat treatment significantly alters physical, chemical and mechanical properties of wood. Lower temperatures and duration of exposures resulted in some improvements in elastic constants probably due to lower EMC. Longer and higher treatment conditions significantly decreased E_i , G_{ij} and C.S. values measured. Poisson's ratios seem to be not sensitive to the heat treatment applied. The fact that the wood is cylindrical orthotropic and variation in the formation and arrangement of wood cells may have caused a fluctuation in Poisson's ratios.

Table 7. Poisson's ratios affected by heat treatment.

(°C)	Hour	ν_{LR}	ν_{LT}	ν_{RL}	ν_{RT}	ν_{TL}	ν_{TR}
150	Control	0.468 (18)	0.491 (13)	0.049 (16)	0.499 (15)	0.052 (13)	0.396 (14)
	2	0.477 (15)	0.518 (16)	0.051 (17)	0.510 (16)	0.051 (11)	0.388 (13)
	5	0.450 (13)	0.517 (11)	0.052 (12)	0.512 (14)	0.061 (15)	0.397 (13)
	8	0.416 (13)	0.511 (13)	0.059 (11)	0.522 (14)	0.065 (14)	0.375 (15)
	Control	0.451 (14)	0.472 (16)	0.040 (15)	0.594 (14)	0.047 (12)	0.461 (12)
180	2	0.410 (17)	0.482 (15)	0.046 (14)	0.633 (13)	0.059 (15)	0.482 (15)
	5	0.492 (15)	0.495 (15)	0.048 (11)	0.646 (15)	0.052 (14)	0.474 (12)
	8	0.482 (14)	0.514 (13)	0.053 (13)	0.642 (16)	0.053 (16)	0.495 (15)
	Control	0.463 (12)	0.475 (15)	0.058 (14.29)	0.529 (15)	0.061 (15)	0.571 (12)
210	2	0.485 (15)	0.492 (14)	0.056 (14)	0.522 (15)	0.059 (13)	0.573 (14)
	5	0.494 (15)	0.508 (10)	0.059 (10)	0.585 (12)	0.063 (14)	0.571 (9)
	8	0.517 (14)	0.511 (12)	0.061 (11)	0.588 (17)	0.069 (12)	0.597 (14)

Yazar katkıları

Fikir: E.G.; Tasarım: E.G.; Yönetim: E.G.; Veri toplama: E.G.; Analizler: E.G.; Literatür taraması: E.G. Kaleme alma: E.G.; Son kontrol: E.G.

Etik kurul izni

Bu çalışmada etik kurul izni gerekmemektedir

Kaynaklar

Aira, J. R., Arriaga, F., Gonzalez, G. I. 2014. Determination of the elastic constants of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) wood by means of compression. *Biosystems Engineering*, 126, 12-22.

Akyurek, S., Akman, M., Ozalp, M. 2021. Effects of heat treatment on some chemical compound and mechanical properties of black pine wood. *Wood Research*, 66(4):621-629.

Altinok, M., Özalp, M., Korkut, S. 2010. The effects of heat treatment on some mechanical properties of laminated beech (*Fagus orientalis* L.) wood. *Wood Research*, 55(3): 131-142.

As, N., Koc, K.H., Dogu, A.D., Atik, C., Aksu, B., Erdinler, E.S. 2001. Anatomical, physical, mechanical and chemical properties of trees of industrial importance growing in Turkey. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 51(1): 71–88.

Aydın, T.Y. 2021. Evaluation of heating temperature and time on bending properties of Taurus cedar wood. *Turkish Journal of Forestry*, 22(4): 432-438.

Bal, B.C., Bektas, İ., Kaymakci, A. 2012. Some physical and mechanical properties of juvenile wood and mature wood of Taurus cedar. *KSU Journal of Engineering Sciences*, 15(2): 17–26.

Bal, B.C. 2013. Effects of heat treatment on the physical properties of heartwood and sapwood of *Cedrus libani*. *BioResources*, 8(1): 211-219.

Bergander, A., Salmén, L. 2002. Cell wall properties and their effects on the mechanical properties of fibers. *Journal of Materials Science*, 37: 151-156.

Boonstra, M., Blomberg, J. 2007. Semi-isostatic densification of heat-treated radiata pine. *Wood Science and Technology*, 41: 607-617.

Brandner, R., Gehri, E., Bogensperger, T., Schickhofer, G. 2007. Determination of modulus of shear and elasticity of glued laminated timber and related examinations. In: International Council for Research and Innovation in Building and Construction - Working Commission W18 - Timber Structures Meeting Forty. Germany.

Brunetti, M., de Capua, E. N., Macchioni, S. M. 2001. Natural durability, physical and mechanical properties of Atlas cedar (*Cedrus atlantica* Manetti) wood from Southern Italy. *Annals of Forest Science*, 58: 607–613.

Demetci, E. 1986. Studies on some physical and mechanical properties of Taurus cedar (*Cedrus libani* a. Rich.) wood. Forestry Research Institute Publications, Technical Bulletin Series, No: 180, Ankara.

Efe, F. 2021. A study on the determination of some physical and mechanical properties of wood of Taurus cedar. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 8(1): 43–52.

Esteves, B., Pereira, H. 2008. Wood modification by heat treatment: a review. *BioResources*, 4 (1): 370-404.

Fajdiga, G., Zafosnik, B., Gospodarcic, B., Straze, A. 2016. Compression test of thermally treated beech wood: Experimental and Numerical Analysis. *BioResources*, 11(1): 223-234.

Fengel J., Wegener, G. 2003. Wood: chemistry, ultrastructure, reaction. Verlag Kessel, Munchen

Finnish Thermowood Association, 2003. ThermoWood Handbook. Helsinki, Finland. https://asiakas.kotisivukone.com/files/en.thermowood.palvelee.fi/downloads/tw_handbook_080813.pdf (Accessed May 8, 2022).

Hering, S., Keunecke, D., Niemz, P. 2012. Moisture-dependent orthotropic elasticity of beech wood. *Wood Science and Technology*, 45: 927-938.

Hillis, W.E. 1984. High-temperature and chemical effects on wood stability. *Wood Science and Technology*, 18: 281–293.

Jeong G.Y., Hindman, D.P., Zink-Sharp, A. 2010. Orthotropic properties of loblolly pine (*Pinus taeda*) strands. *Journal of Material Science*, (45):5820–5830.

Kocaefe, D., Poncsak, S., Dore, G., Younsi, R. 2008. Effect of heat treatment on the wettability of white ash and soft maple by water. *Holz Roh Werkst*, 66: 355–361.

Kol, H.S. 2010. Characteristics of heat-treated Turkish pine and fir wood after thermo wood processing. *Journal of Environmental Biology*, 31(6): 1007-1011.

Korkut, S., Akgül, M., DüNDAR, T. 2008a. The effects of heat treatment on some technological properties of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) wood. *Bioresource Technology*, 99: 1861-1868.

Korkut, S., Kök, M., Korkut, D., Gürleyen T. 2008b. The effects of heat treatment on technological properties in Red-bud maple (*Acer trautvetteri* Medw.) wood. *Bioresource Technology*, 99:1538-1543.

Kotilainen, R. 2000. Chemical changes in wood during heating at 150–260 °C. Ph.D. thesis, Jyväskylä University. Research report 80, Finland.

Kubojima, Y., Okano, T., Ohta, M. 1998. Vibrational properties of Sitka spruce heat-treated in nitrogen gas. *Journal of Wood Science*, 44: 73-77.

Kuzman, M.K., Kutnar, A., Ayrilmis, N., Kariz, M. 2015. Effect of heat treatment on mechanical properties of selected wood joints. *European Journal of Wood and Wood Products*, 73: 689–691.

Mizutani, M., Ando, K. 2015. Influence of a wide range of moisture contents on the Poisson's ratio of wood. *Journal of Wood Science*, 61: 81-85.

Ozyhar, T., Hering, S., Niemz, P. 2013a. Moisture-dependent orthotropic tension compression asymmetry of wood. *Holzforschung*, 67(4): 395–404.

Percin, O., Peker, H., Atilgan, A. 2016. The effect of heat treatment on some physical and mechanical properties of beech (*Fagus orientalis* Lipsky) wood. *Wood Research*, 61(3): 443-456.

Ross, R. J. 2010. Wood handbook: wood as an engineering material. General Technical Report (GTR). Forest Products Laboratory, Forest Service, USDA.

Taghiyari, H.R., Enayati, A., Gholamiyan, H. 2012. Effects of nano silver impregnation on brittleness, physical and mechanical properties of heat-treated hardwoods. *Wood science and technology*, 47(3): 467-480.

Tufan, M.Z. 2016. Chemical and Physical Properties of Modified Cedar Wood. Unpublished MSc. Thesis. Suleyman Demirel University, Graduate School of Natural and Applied Sciences. Isparta, Turkey.

Ünsal, O., Ayırlmis, N. 2005. Variations in compression strength and surface roughness of heat-treated Turkish river red gum. *Journal of Wood Science*, 51: 405-409.

Windeisen, E., Strobel, C., Wegener, G. 2007. Chemical changes during the production of thermo-treated beech wood. *Wood Science and Technology*, 41:523-536.

Windeisen, E., Bachle, H., Zimmer, B., Wegener, G. 2008. Relations between chemical changes and mechanical properties of thermally treated wood. *Holzforschung*, 63(6): 773-778.

Xie, J., Chen, L., Shao, H., He, L., Jiang, Y., Lu, D., Xiao, H., Chen, Y., Huang, X., Hao, J., Tu, L., Lin, T., Xiao, Y., Chen, G., Qi, J. 2020. Changes in Physical-Mechanical Properties and Chemical Compositions of *Toona Sinensis* Wood Before and After Thermal Treatment. *Wood Research*, 65(6): 877-884.

Yang, T.H., Chang, F.R., Lin, C.J., Chang, F.C. 2016. Effects of Temperature and Duration of Heat Treatment on the Physical, Surface and Mechanical Properties of Japanese Cedar Wood. *BioResources*, 11(2): 3947-3963.

Yildiz, S., Gezer, E.D., Yildiz, U.C. 2006. Mechanical and chemical behavior of spruce wood modified by heat. *Building and Environment*, 41(12): 1762-1766.



Türkiye’de reçine üretimi ve sivil ormancılığın rolü

Resin production in Turkey and the role of civil forestry

Mesut YAŞAR^{1*}, Lale ÇAĞLAR¹, Hüda TEZ¹, Arif KARADEMİR^{1,2}

¹Varaka Kâğıt Sanayi A.Ş., Balıkesir, Türkiye.

²Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Bursa, Türkiye

Sorumlu yazar:

*Mesut YAŞAR

E-mail:

mesut.yasar@varaka.com

Gönderim Tarihi:

07/09/2024

Kabul Tarihi:

01/10/2024

Atıf:

Yaşar, M., Çağlar, L., Tez, H., Karademir, A. 2024. Türkiye’de reçine üretimi ve sivil ormancılığın rolü. Ağaç ve Orman, 5(2): 79-91. DOI:10.59751/agacorman.1544108

Özet

Reçine, çok önemli bir odun dışı orman ürünü olmasına rağmen ne yazık ki ülkemizde mevcut potansiyeli değerlendirilememektedir. Bilindiği üzere, ibrelî ağaçlar tarafından genelde savunma amaçlı ve yaralanmalara karşı üretilen bitki özütüne reçine denmektedir. Özellikle Akdeniz, Ege ve Marmara Bölgesi reçine oranı yüksek olan ibrelî ağaç türlerimiz açısından oldukça zengin bir varlığa sahiptir. Bu türler içerisinde ulusal ağaçlarımızdan olan özellikle kızılçam ve yüksek reçine salgılayan sahil çam ormanları dikkat çekmektedir. Reçine konusunda ülkemizde çok değerli bilimsel çalışmalar yapılmıştır, ancak konu henüz kritik eşiği aşamamış ve sürdürülebilir sektör haline geçememiştir. Bu çalışmada, genel olarak reçine üretim metodları değerlendirilerek, ülkemizde konu hakkında yapılmış çalışmalar gözden geçirilmiştir. Reçine üretiminin artması, katma değerli ürünlere dönüştürülmesi, sanayide değerlendirilmesi, markalaşma ve bu konuda dışa bağımlılığın tamamen sonlandırılması için yapılması gerekenler detaylı olarak değerlendirilmiştir. Reçine piyasasında milli, yerli ve inovatif bir ekonomi oluşturulabilmesi için özellikle kamu, sanayi ve üniversite iş birliğinde uzun soluklu projeler ve çalışmalar yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Konu, özellikle sivil, endüstriyel ve fonksiyonel ormancılık noktasında tartışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Endüstriyel ormancılık, kırsal kalkınma, odun dışı ürünler, reçine.

Abstract

Resin, despite being a highly significant non-timber forest product, is unfortunately underutilized in our country. Resin is a plant extract produced primarily by coniferous trees for defensive purposes and in response to injuries. Particularly, the Mediterranean, Aegean, and Marmara regions are rich in coniferous tree species with high resin content. Among these species, national trees such as the Turkish Red pine and the high-resin-producing Maritime pine forests are noteworthy. Although valuable scientific research on resin has been conducted in our country, the topic has yet to cross a critical threshold and become a sustainable sector. This study reviews the methods of resin production in general and examines existing research on the subject within the country. It provides a detailed evaluation of the necessary steps to increase resin production, convert it into value-added products, utilize it in industry, develop branding, and completely end dependence on foreign sources. To establish a national, local, and innovative economy in the resin market, long-term projects and collaborations involving public, industrial, and academic sectors are needed. The topic is discussed particularly in the context of civil, industrial, and functional forestry.

Keywords: Industrial forestry, rural development, non-timber products, resin.

1. Giriş

Uzun yıllar yakacak ve yapacak odun üretimi için işletilen ormanların artık öne çıkan kullanım alanları çeşitlenmiştir. Ekolojik ve rekreasyonel fonksiyonlar yanında, günümüzde “Odun Dışı Orman Ürünleri” (ODOÜ) olarak tanımlanan reçine, sığla, mantar, uçucu bileşenler ve ilaç hammaddeleri gibi ürünlerin elde edilmesi giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu bağlamda reçine üretimi, ODOÜ’nün önemli bir bileşenini oluşturmaktadır (Karademir, 2023). Genellikle reçine, canlı ibrelî ağaçlardan çeşitli yaralama yöntemleriyle, odun ekstraksiyon reçinesi olarak ve kağıt fabrikaları geri dönüşüm sülfat reçinesi olarak elde edilmektedir. Yarı saydam, sarıdan siyaha kadar değişen renklerde, yoğun kıvamı, yüksek yapışkanlığı bulunan ve akışkan bir üründür. Ağaç bünyesinde bulunan özel yapıdaki epitel hücreler tarafından sentezlenen reçine, uçucu ve uçucu olmayan reçine asitlerinden oluşmakta, bileşiminde %20-30 oranlarında uçucu olan tere-

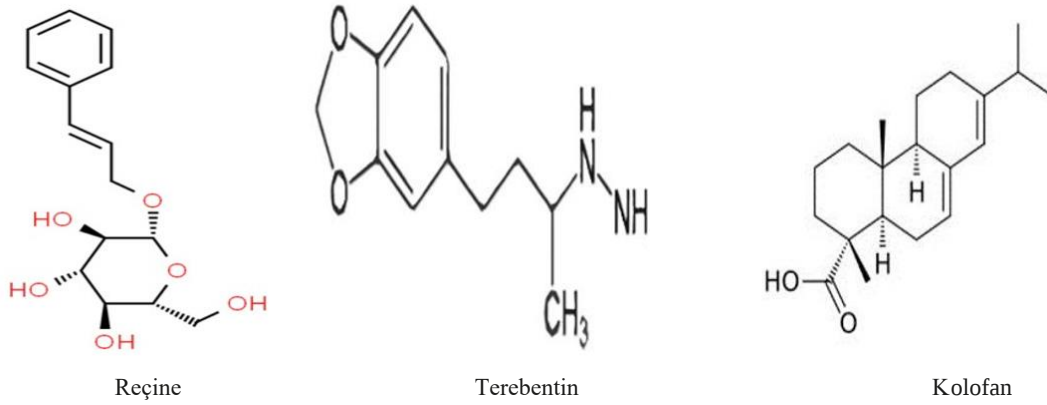
bentin ve %70-80 oranlarında kristalleşen kolofan bulunmaktadır. Reçine, terebentin ve kolofanın çok fazla kimyasal bileşenleri bulunmaktadır. Bunlardan bazıları şekil 1’de verilmiştir. %70-80’lik kısmı oluşturan kolofan katı forma sahip olmakla birlikte diterpen hidrokarbonlardan oluşmaktadır (Güner, 2015; Deniz vd., 2019). Suda çözünmeyip sadece eter, alkol, klorlu hidrokarbon ve hidrokarbonlarda çözünürler. Kolofanın değerinin belirlenmesinde açık sarıdan koyu kahverengiye uzanan renkler, bazı harflerle kodlanmıştır. Bu harfler sırasıyla X, WW, WG, N, M, K, I, H, G, F, E ve B’dir. X açık sarı ile kodlanırken E ise koyu kahverengi olarak kodlanmıştır (Watkins, 1971).

Reçine, ibrelî ağaçlarda farklı miktarlarda salgılanmakta olup, aynı ağacın farklı bölgelerinde de çeşitli oranlarda bulunur. Ağaç gövdesinin alt ve üst kısımları arasında reçine üretiminde belirgin farklılıklar gözlemlenebilir. Özellikle yaralanmış ya da stres altında bulunan bölgeler, daha yüksek düzeyde reçine salgılar. Reçine miktarı, mevsimsel değişimler-

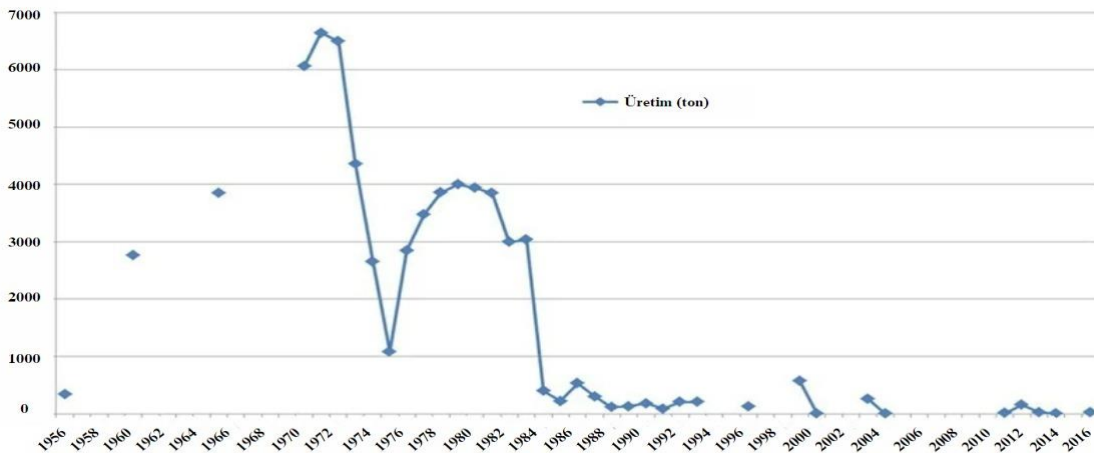
den de etkilenir. Yaz aylarında artan sıcaklık ve kuraklık koşulları, reçine üretimini önemli ölçüde artırabilir. Türkiye’de ton başına reçine üretim miktarları verilmiştir (Şekil 2). Ayrıca, reçine yoğunluğu ağacın yaşı ve sağlık durumu ile doğrudan ilişkilidir. Genç ağaçlar genellikle daha az reçine üretirken, yaşlı ağaçlarda bu üretim daha yüksek seviyelerde olabilmektedir. İbrelî bir ağaçta kökten tepeye ve özden kenarlara bakıldığında; kök, diri odun, kozalak, yaprak ve dallarda farklı oranlarda reçine salgılandığı gözlemlenmiştir (Anonim, 2024b). Günümüzde organik ve doğal bir ürün olması nedeniyle reçine ve reçine bazlı ürünler, dünya genelinde artan bir popülerlik kazanmaktadır. SEKA fabrikalarının faaliyet gösterdiği yıllarda yerli reçine üretimi, kâğıt üretim süreçlerinin bir parçası olarak entegre edilmiş, bu sayede ithalata bağımlılık azaltılmaya çalışılmıştır. Ancak, bu dönemdeki reçine üretimi, ülkenin toplam ihtiyacını karşılamaktan uzak kalmış ve büyük ölçüde kısıtlı kaynaklara dayanmıştır (Çelik, 2019). Bununla birlikte, SEKA’nın kapatılması, Türkiye’deki yerli reçine üretiminin azalmasına ve buna bağlı olarak ithalat bağımlılığının artmasına neden olmuştur. SEKA, kâğıt ve selüloz üretiminin yanı sıra önemli kimyasalların, özellikle reçi-

nelerin, yerli üretiminde kritik bir rol oynamaktaydı. Tesislerin faaliyete son vermesiyle birlikte, Türkiye, ihtiyaç duyduğu reçineleri yurtdışından tedarik etmeye yönelmiştir. Bu artan ithalat bağımlılığı, döviz kaybına yol açmakta ve ekonomik dengenin bozulmasına sebebiyet vermektedir. Yurtdışından gerçekleştirilen alımlar, ülke ekonomisi üzerinde olumsuz etkiler yaratmakta; istihdam kaybı ve teknolojik gelişim açısından da sorunlara yol açabilmektedir. Bu bağlamda, yerli üretimin desteklenmesi ve geliştirilmesi, ekonomik sürdürülebilirlik ve ulusal sanayi politikaları açısından kritik öneme sahiptir.

Türkiye’de reçine ve diğer odun dışı orman ürünleri üzerine yapılan akademik ve kurumsal çalışmalar dikkat çekici düzeydedir. Ülkemizde, kızılçam reçinesinin kimyasal analizi (Deniz, 1987), asit-pasta yöntemiyle reçine üretimi (Deniz, 2014), Toros Göknarı reçinesinin kimyasal analizi (Güner, 2015), doğal reçinenin baskı mürekkebi üretiminde kullanımı (Karademir vd., 2020) gibi önemli araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, Orman Genel Müdürlüğü ve araştırma enstitüleri tarafından da konu üzerinde ciddi araştırmalar yapılmıştır (Tablo 1).



Şekil 1. Reçine kimyasal yapısı (Anonim, 2024a), terebentinin kimyasal yapısı (Anonim, 2024b), Kolofan kimyasal yapısı (Anonim, 2024c).
Figure 1. Resin chemical structure (Anonim, 2024a), turpentine chemical structure (Anonim, 2024b), Colophane chemical structure (Anonim, 2024c).



Şekil 2. Türkiye’de reçine üretim miktarları (ton) (Karademir, 2017).
Figure 2. Amount of resin production in Türkiye (tons) (Karademir, 2017).

Tablo 1. Orman Genel Müdürlüğü ve araştırma enstitüleri tarafından yürütülen çalışmalar.
Table 1. Studies carried out by the General Directorate of Forestry and research institutes.

Proje/Çalışma	Yürütücü Kurum	Referans
Reçine Üretim Kapasitesinin Artırılması 2020	Orman Genel Müdürlüğü	OGM 2020
Reçine Kalitesinin İyileştirilmesi 2020	Orman Araştırmaları ve Eğitim Enstitüsü	Orman Araştırma 2020
Çevresel Etkilerin Azaltılması 2020	Orman Genel Müdürlüğü	EFFICIENT 2020
Reçine Eylem Planı 2017-2021	Tarım ve Orman Bakanlığı	Tarım ve Orman Bakanlığı 2017

Bu çalışmalar içerisinde özellikle 2017-2021 yılları arasında uygulanan Reçine Eylem Planı, Türkiye'deki doğal reçine üretimini artırma ve dışa bağımlılığı azaltma amacıyla önemli bir adım olmuştur (Kaya ve Demirtaş, 2017). Bu plan kapsamında, 10 Orman Bölge Müdürlüğü'nde toplam 1.558 ton ham reçine üretilmiş ve ekonomiye kazandırılmıştır. Türkiye'de özel sektör bu alanda faaliyet göstermekte olup, İVA Reçine Biyokütle Sanayi A.Ş (Anonim, 2024d) ve Huş Mühendislik (Anonim, 2024e) gibi firmalar akma ve kök reçinesi üretimi ile sektöre katkı sağlamaktadırlar. Ancak üretim miktarı henüz sınırlı olup, reçinenin bileşenlerine ayrılması ve modifikasyonu konusunda ekonomik hareketlilik sağlanamamıştır.

1.1. Reçinenin tarihçesi ve kullanım alanları

Yapılan arkeolojik kazılar ve araştırmalar reçinenin insanlar tarafından çok eski tarihlerden beri kullanıldığını göstermiştir. Ağaçlardan ve bitkilerden elde edilebilen yapışkan ve akışkan kıvamlı maddeler reçine olarak adlandırılmıştır. Bu bitki ekstraktının farklı sakızlar, yağlar, vakslar ve balzamlar ile özel terkiplerle karıştırılarak çok farklı amaçlar için kullanıldığı bilinmektedir. Gerek reçinenin ağaçtan salgılanması gerekse kimyasal içeriğinin farklı olması onu diğer maddelerden ayırmıştır (Langenheim, 1990).

1.1.1. Tarihçe

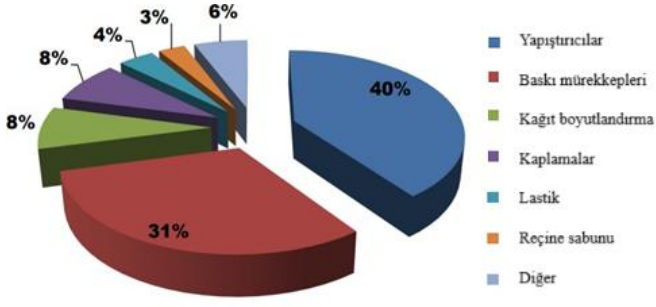
Antik Dönem'de Mısır'da mumyalama, Yunan ve Roma'da parfüm ve şarap koruma amacıyla kullanılan reçinenin (Klein, 2018; Smith, 2020), Orta Çağ'da tıbbi tedavi ve metal kaplamada değerlendirildiği raporlanmıştır (Wright, 2019). Modern Dönem'de ise reçine sanayide çok daha geniş alanlarda kullanılmıştır (Smith, 2020). Günümüzde akma ve ekstrakt reçine yanında kimyasal kâğıt hamuru üretiminin yan ürünü olarak elde edilen reçine, dünyada endüstriyel üretilmekte ve çok geniş alanlarda kullanılmaktadır (Şekil 3). Deniz (2012), Türkiye'de reçine üretimini üç döneme ayırmaktadır. 1874 yılına kadar olan dönem, plansız ve düzensiz reçine elde etme olarak tanımlanır. 1874-1959 yılları arasında

ise planlı bir döneme geçiş yapılmış ve 9 maddelik bir yönetmelikle devlet ormanlarında üretim başlamıştır. 1959'dan itibaren başlayan asıl planlı dönem ise günümüze kadar devam etmiştir (Şad, 1976). 2000'li yıllarda SEKA fabrikalarının kapanması ve özel sektörün de kâğıt hamuru üretiminden çıkmasıyla Türkiye'de yerli kâğıt hamuru üretimi durmuştur. Bu durum, sülfat reçine üretiminin de sona ermesine neden olmuş ve reçine konusunda ithalat bağımlılığını artırmıştır. 2016 yılı verilerine göre, Türkiye'nin reçine ve reçine türevi ürünlerde toplam 20 bin ton ithalat yaptığı raporlanmıştır (Karademir, 2017). Ancak, günümüzde ihtiyacın artmasından dolayı bu ithalat miktarının yaklaşık 40 bin ton seviyesine yükseldiği tahmin edilmektedir. Bu artış, özellikle yerli üretimin yetersizliği ve büyüyen endüstriyel talep ile ilişkilendirilebilir. Türkiye'de yerli reçine üretiminin artırılması amacıyla çeşitli eylem planları ve projeler geliştirilmesine rağmen, ithalata olan bağımlılık halen yüksek seviyelerde devam etmektedir. Güncel verilere göre, ithalat miktarının iki katına çıkması, yerli üretimin bu talebi karşılamada yetersiz kaldığını ve dışa bağımlılığın giderek arttığını göstermektedir. Bu durumu tersine çevirmek için daha fazla yatırım ve üretim kapasitesinin artırılması, ayrıca teknolojik iyileştirmelerle yerli reçine üretiminin teşvik edilmesi gerektiği açıktır. Özellikle 2020'lerde yürütülen projelerin sonuçları, bu ithalat bağımlılığını azaltma potansiyeline sahiptir, ancak günümüzdeki ithalat oranları bu hedefin henüz tam olarak gerçekleştirilemediğini göstermektedir.

1.1.2. Kullanım alanları

Reçine, çok zengin bileşenlere sahip değerli organik bir maddedir. Bazı özel işlemlerden geçirilerek çok farklı formlarda kimyasallara, ana ve yan katkı ürünlerine dönüştürülebilir ve çok geniş bir yelpazede kullanılabilir. Özellikle petrol ürünü malzemelere dünyada getirilen sınırlama ve kısıtlama nedeniyle reçinenin çok daha popüler olacağı ve reçine piyasasının hareketleneceği beklenmektedir (Karademir, 2012).

Ülkemizde de çok çeşitli alanlarda kullanılan reçinenin Avrupa'da değerlendirildiği temel sanayi kolları aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3)



Şekil 3: Avrupa'da reçinenin kullanıldığı bazı alanlar (Mahendra, 2019).

Figure 3. European rosin market by applications (Mahendra, 2019).

2. Reçine Elde Etme Yöntemleri

Tüm ibrelî ağaçlar reçine salgılamalarına rağmen her ağaçtan ticari olarak reçine elde edilemez. Kızılçam, sarıçam ve karaçamalarda gövde odunu reçine miktarlarının sırasıyla (%) 7,32, 6,81 ve 4,48 olduğu raporlanmıştır (Karademir, 2012, 2017). Özellikle kızılçam ve sahil çamından ülkemizde diğer türlere göre daha yüksek miktarlarda reçine hasadı yapıldığı bilinmektedir. Bu ağaçların, iklim koşulları ve toprak yapısı bakımından Akdeniz, Ege ve Marmara bölgelerinde doğal olarak

yaygın olması ülkemiz açısından bir avantaj olarak değerlendirilmektedir. Joye ve arkadaşları 1973 yılında yaptıkları bir çalışmada Türkiye'de reçinenin açık yara, kapalı yara, sülfat reçinesi ve ekstraksiyon yöntemleriyle elde edilerek çeşitli alanlarda kullanıldığını ifade etmişlerdir (Joye vd., 1973). Günümüzde ülkemizde sadece akma ve ekstrakt reçine ne yazık ki henüz çok düşük seviyelerde üretilmektedir (Karademir, 2017). Dünyada ise yaklaşık 1 milyon ton kolofan ve 300 bin ton terebentin üretilmektedir. Konu hakkında ülkemizde uygulamalı yapılmış yeni detaylı çalışmalar mevcuttur (Angın ve Ertaş, 2021; Karademir, 2023).

2.1. Akma reçine

Çam ağaçlarından reçine eldesi konusunda en eski ve bilindik yöntem, akma reçine yöntemidir. Akma reçine, açık yara veya kapalı delik metoduyla elde edilebilir. Bu yöntemde, dikili ve canlı çam ağaçlarının gövdelerine farklı yöntemlerle ve çeşitli büyüklüklerde pencereler açılarak ya da delinerek ağaçların yaralanması sağlanır. Şekil 4'de ağaç gövdesine açılan pencereler ve uygulamaları görülmektedir (Karademir, 2023).

Akma reçine yöntemi, tüm süreçleriyle (ağaç seçimi/ kesim ve delme işlemleri, reçine akışını sağlama, ekstraksiyon ve temizleme, distilasyon, kimyasal işleme, kalıplama ve paketlenme) iş gücü fazla olan geleneksel yapıda bir üretim modelidir (Angın ve Ertaş, 2021). Dünyada reçine üretimi yapılan başlıca çam türleri ve bu türlerin üretici ülkeleri tablo 3'de verilmiştir (Coppin ve Hone, 1995; Karademir 2023).



Şekil 4: Akma reçinede uygulama aşamaları (Karademir, 2023).

Figure 4: Application stages in flow resin (Karademir, 2023).

Tablo 3. Dünyada reçine üretimi yapılan başlıca çam türleri ve üretici ülkeleri (Coppen ve Hone, 1995; Karademir 2023).
Table 3. Main pine species and producer countries of resin production in the world (Coppen and Hone, 1995; Karademir 2023).

Ülke	Akma Reçine Üretimi Yapılan Çam Türleri
ABD	<i>Pinus elliottii Engelm, Pinus palustris Mill.</i>
Portekiz, İspanya, Fransa, İtalya	<i>Pinus pinaster Ait.(Syn. P. maritima Poir.)</i>
İspanya, Yunanistan	<i>Pinus halepensis Mill.</i>
Hindistan, Pakistan	<i>Pinus roxburghii Sarg. (Syn. P. longifolia)</i>
Çin	<i>Pinus massoniana D. Don, Pinus tabuliformis Carr.</i>
Orta Amerika	<i>Pinus caribaea var hondurensis Barrett-Golfari, Pinus oocarpa Schiede.</i>
Yeni Zelanda	<i>Pinus radiata D. Don</i>
Türkiye	<i>Pinus brutia Ten, Pinus pinaster Ait.</i>

Açık yara metodunda, yaranın mevsim şartlarına göre belli sürelerde tazelenmesi, pasta uygulanması, reçine torbalarının toplanması ve temizlenmesi gerekir. Açık yara metodunda reçinenin terebentini büyük oranda uçar ve kaybedilirken, biriken reçinede de yağmur suyu, böcekler, dal, yaprak ve toz gibi çok çeşitli kirlilikler birikir. Oyma delik metodunda ise yara tazeleme, tekrar asit pasta uygulama işlemine ihtiyaç ol-

mazken, biriken mahsul sezon sonunda tek seferde toplanabilir. Bu açılardan oyma delik metodunda işçilik maliyetleri çok ciddi derecede düşürülebilir. Ayrıca oyma delik metodunda terebentin kaybedilmediğinden ürün daha akışkan formda ve çok daha temiz toplanır (Penezoğlu, 2011; Karademir, 2012). Uygulanan farklı reçine elde etme yöntemlerinin karşılaştırılması ve uygulanan uyarıcılar tablo 4’de verilmiştir (Deniz, 2017; Önal, 1995).

Tablo 4. Reçine üretiminde farklı yöntemlerin karşılaştırılması (Deniz, 2017; Önal, 1995).
Table 4. Comparison of different methods in resin production (Deniz, 2017; Önal, 1995).

Yöntemler	Kullanılan uyarıcılar	Yara açma veya kabuk yontma periyodu, gün	Yara boyutu ve kızılaltı	Verim kg/ağaç
1. Mazek çizgi - kontrol	-	5	30 x 40	1.777
2. Amerikan kabuk yontma (geniş yara, saha yöntemi)	% 60’lık asit pasta	12-15	Göğüs çapı x 4-5cm	1.928
3. Kabuk yontma, asit pasta (dar yara)	% 60’lık asit pasta	12-15	40 x (10-12-14)	0.914
4. Amerikan kabuk yontma (geniş yara, saha yöntemi)	% 50’lik H ₂ SO ₄ çözeltisi püskürtme	10-12	Göğüs çapı x 4-5cm	1.555
5. Mazek çizgi	%2.5’luk maya çözeltisi	5	30 x 40	1.485

2.2. Sülfat reçinesi

Sülfat reçinesi, kâğıt endüstrisinde kullanılan ve kükürt bileşenleri ile üretilen özel bir reçine türüdür. Bu reçine, kükürt dioksit gazının kâğıt hamurundaki lignin ve diğer bileşenlerle reaksiyona girmesiyle elde edilir (Naslund ve Österlund, 2009). Sülfat reçinesi, kâğıt ve karton üretiminde geniş bir

uygulama yelpazesine sahiptir. Reçinenin lignin ve diğer bileşenleri bağlama kapasitesi, kâğıdın dayanıklılığını artırarak ürünün kalitesini önemli ölçüde iyileştirir (Chirat, 2011). Sülfat reçinesinin kâğıdın mekanik özelliklerini ve dayanıklılığını artırma gibi belirgin avantajları bulunmaktadır. Ancak, bu avantajların yanı sıra, üretim sürecinde kükürt bileşenlerinin salınımı çevresel sorunlara yol açabilir ve bu durum, çevre yönetiminde ek önlemler alınmasını gerektirir (Zhang vd.

2015). Dünya genelinde, ABD, Finlandiya, İsveç, Almanya ve Brezilya gibi ülkeler sülfat reçinesi üretiminde önemli bir kapasiteye sahiptir (Chirat, 2011). ABD, kâğıt üretiminde büyük bir rol oynamakta olup, çeşitli eyaletlerde geniş çaplı sülfat reçinesi üretim tesislerine ev sahipliği yapmaktadır. Finlandiya ve İsveç de, kâğıt endüstrisinde köklü bir geçmişe sahip olup, bu ülkelerde de önemli miktarda sülfat reçinesi üretilmektedir (Zhang vd. 2015). Almanya, Avrupa'da büyük bir kâğıt üreticisi olarak sülfat reçinesi üretiminde önemli bir oyuncu iken, Brezilya geniş orman kaynakları sayesinde kâğıt ve reçine üretiminde büyüyen bir kapasiteye sahiptir (Chirat, 2011).

2.3. Ekstraksiyon reçinesi

Ekstraksiyon reçinesi, kesim sonrası toprakta kalan, yanan çam kökleri ve kullanılmayan köklerin yongalanarak çözücülerle işlenmesiyle elde edilir. Bu yöntemin atıl durumdaki ürünleri değerlendirdiği, farklı hammadde tedarik yöntemi ve üretim tekniği açısından endüstriyel üretime daha uygun olduğu bildirilmiştir (Linlin vd., 2005). Kullanılan köklerin değerlendirilmesi, çevreye, bölge halkına ve ekonomiye önemli katkılar sağlar (Güle, 2019). Ülkemizde bir firma (İVA Reçine Biyokütle Sanayi A.Ş.) (Anonim, 2024d) bu yöntemle reçine üretmekte olup, konu hakkında önemli akademik çalışmalar da yapılmıştır (Atik vd., 2019; Anıl, 2024; Bildik, 2021). Taze kesilmiş ağaç kökü aslında belli süre canlılığını devam ettirecek, oluşan yarayı kapatmak için yüksek miktarda reçine salgılayacak ve böylece kökteki toplam reçine

oranı %20 seviyelerine kadar çıkabilecektir. Yerel halkın benzer kökleri baltalar ile daha da yaralayarak, çıra elde ettikleri geleneksel bir metot olarak bilinmektedir. Aynı zamanda bekletilen kökler kuruyacağı için, sökülmeleri ve araziden kaldırılma maliyetleri de ciddi oranda düşecektir. Dolayısıyla köklerin mümkünse en az iki yıl sonra araziden kaldırılması reçine üretimini çok daha sürdürülebilir konuma getirecektir (Karademir, 2017).

3. Reçine Veriminde Etkili Faktörler

Türkiye'de Akdeniz ve Ege Bölgeleri'nde yetişen çeşitli çam türleri, özellikle kızılçam (*Pinus brutia*) ve sahil çamı (*Pinus pinaster*), reçine üretimi açısından önemli doğal kaynaklar arasında yer almaktadır. Sahil çamı, özellikle kıyı bölgelerinde, tuzlu hava koşullarına dayanıklı bir şekilde gelişir. Türkiye'de sahil çamı, Ege Bölgesi'nde Muğla'nın Bodrum, Fethiye ve Marmaris çevresinde; Akdeniz Bölgesi'nde Antalya'nın Alanya ve Kemer gibi yerlerinde; Marmara Bölgesi'nde ise Çanakkale'nin Bozcaada ve Gökçeada adalarında yayılış göstermektedir. Bu bölgelerdeki iklim koşulları ve toprak yapısı, bu çam türlerinin geniş alanlara yayılmasına ve yüksek reçine verimi elde edilmesine olanak tanımaktadır. Kızılçam ve sahil çamı, reçine bileşenlerinin zenginliği ve ekonomik değeri nedeniyle ormancılık sektöründe büyük öneme sahiptir. Kızılçamın Türkiye'deki yayılışı şekil 5'de gösterilmiştir (Karademir, 2023).



Şekil 5. Kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) Türkiye'deki yayılışı (Karademir, 2023).
Figure 5. Distribution of red pine (*Pinus brutia* Ten.) in Turkey (Karademir, 2023).

Reçine üretiminde, ağacın konumu, hava koşulları ve kullanılan yöntemler, terebentin ve kolofan üretiminde belirleyici faktörlerdir. Açık yara yönteminde reçinenin havayla temasının önlenmesi ve yüksek sıcaklıkların (40°C üzeri) terebentin kaybına neden olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Uygulanan yöntemler, uyarıcı kimyasallar, uygun ağaç çapı (26 cm ve üzeri) ve güney bakışı seçimi, terebentin oranını artırabilir (Aydın, 2017; Odabaş-Serin vd., 2017; Karademir 2023). Hasat edilen ham reçine, endüstriyel kullanıma göre işlenir ve terebentin ile kolofan oranları optimize edilerek

kullanıma hazırlanır. Kirliliklerin, örneğin ağaç kabukları, böcekler ve yaprakların, reçinede bulunmaması, ürün kalitesinin korunması açısından önemlidir (Yıldızbaşı vd., 2023).

4. Reçine Üretiminde Dünya'da Türkiye'de Durum

Çin, küresel reçine üretiminin %70'ini sağlayarak pazar ve fiyatlarında belirleyici rol oynamaktadır, bu durum fiyat istikrarı ve tedarik güvenliği açısından riskler yaratmaktadır (Palma vd., 2012). Portekiz, dünya reçine ticaretinde önemli bir ülke

olmasına rağmen, üretimde düşüş yaşamaktadır. Bu düşüş, yanlış uygulamalar ve artan işgücü maliyetleriyle ilişkilidir (Coppen ve Hone, 1995). Endonezya ise, son yıllarda üretimini artırarak önemli bir üretici haline gelmiştir. Türkiye ise, reçine talebini karşılamakta yetersiz kalmakta ve 22.233 ton ithalat yapmakta, bu ithalat 255 milyon USD seviyelerine ulaşmaktadır (TÜİK, 2015). Türkiye'nin sürdürülebilir reçine üretimi yaparak dışa bağımlılığı azaltması gerektiği vurgulanmaktadır (Karademir, 2012; Atik vd., 2019; Karademir, 2023). Grand View Research (2024) raporlarına göre, doğal reçine pazar büyüklüğünün 2023'te 5,80 Milyar ABD doları değerinde olduğu ve 2024-2032 yılları arasında %9,81'lik bir yıllık bileşik büyüme yaparak 2032 yılına kadar 13,47 Milyar ABD dolarına ulaşacağı beklenmektedir.

4.1. Reçine sanayisinin önemi

Çevre kanunu (2006/2872) organik ve çevre dostu malzemelerin kullanımını teşvik eden düzenlemeleri içermektedir. Petrol esaslı malzemeler yerine organik kaynaklı malzemelerin kullanımına yönelik teşvikler artmakta, toplumun bilinçlenmesi için medya kanallarından yararlanılmakta ve ilgili projeler yürütülmektedir. Sentetik reçineler, doğal reçinelerle fiziksel benzerlik taşısa da kimyasal olarak farklıdır ve olası sağlık riskleri nedeniyle Avrupa Birliği tarafından bazı alanlarda kullanımı sınırlandırılmıştır. Doğal reçineler, sürdürülebilir yönetim uygulamalarıyla tükenme riski taşımamaktadır. Bu reçineler, genellikle bol miktarda bulunan kaynaklardan elde edilir ve bu kaynakların yönetimi, çevresel etkilerin minimize edilmesine yardımcı olur (Siriwardana, 2021). Reçine üretiminde uygulanan sürdürülebilir orman yönetimi ve hasat stratejileri, bu kaynakların uzun vadeli varlığını güvence altına alır ve tükenme riskini önemli ölçüde azaltır (Aramendi ve Barreiro, 2020). Özellikle doğal reçine toplama süreçleri, doğru yönetildiğinde orman ekosistemlerine zarar vermeden ve kaynakların yenilenmesini destekleyerek çevresel sürdürülebilirlik sağlar (Schroeder ve Krug, 2018). Global ölçekte reçine üretimindeki genel eğilimler ve yönetim stratejileri, bu kaynakların tükenme riskini önlemek için sürekli olarak değerlendirilmektedir (Gonzalez ve Mendoza, 2019). Bu nedenle, doğal reçinelerin sürdürülebilir kullanımı ve yönetimi, kaynakların korunması açısından kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda, sürdürülebilir ormancılık uygulamaları ve reçine üretimini teşvik eden politikalar, yerel ekonomiye katkı sağlayarak dışa bağımlılığı azaltabilme potansiyeline sahiptir (Erdin ve Bozkurt, 2013).

5. Reçine Üretiminde Artmasında Sivil Ormancılığın ve Reçine Ormanlarının Rolü

Reçine üretiminin artırılması, orman yönetimi ve sivil ormancılıkla direkt ilişkilidir. Özellikle Avrupa'da, ormanların özel sektör tarafından uzun dönemli işletilmesi ve özel ormanların kurulması, reçine üretiminin geliştirilmesi ve piyasanın elde tutulması açısından önemli bir strateji olarak karşımıza çıkmaktadır.

5.1. Sivil ormancılık ve reçine üretimi

Sivil ormancılık, ormanların yönetimi ve işletilmesi süreçlerine sivil toplumun ve yerel toplulukların aktif katılımını sağ-

layan, bu aktörlerin doğal kaynaklarla iç içe bir şekilde çalışmasını teşvik eden bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım, sürdürülebilir orman yönetimini desteklemekle kalmaz, aynı zamanda doğal kaynakların korunmasına yönelik çabaları da güçlendirir (Tsoumani, 2020). Sivil ormancılık uygulamaları, yerel toplulukların orman yönetimine etkin bir şekilde katılmalarını sağlamaktadır. Bu katılım, reçine toplama ve işleme süreçlerinde yerel bilgi ve deneyimin etkin kullanımını kapsamaktadır. Yerel toplulukların sürece dahil edilmesi, yalnızca reçine ormanlarının korunmasını sağlamakla kalmaz, aynı zamanda bu ormanların sürdürülebilir yönetimini de teşvik eder. Ayrıca, toplulukların orman kaynaklarının yönetiminde daha fazla sorumluluk almalarını ve bu kaynakların uzun vadeli korunması için motive olmalarını sağlar (McCall ve Dunn, 2021). Avrupa'da, özel sektöre ait ormanların yönetimi ve reçine üretimi için çeşitli politika ve stratejiler uygulanmaktadır. Özel sektör, ormanların uzun dönemli işletilmesinde büyük rol oynamaktadır. Bu, reçine üretiminde kalite ve verimlilik açısından önemli avantajlar sağlamaktadır (European Forest Institute, 2020). Avrupa'daki birçok ülke (tablo 5), özel sektörün ormanları işletmesini ve reçine üretimini teşvik eden destekler sunmaktadır. Bu destekler, ormanların sürdürülebilir yönetimi ve reçine üretiminin artırılması için gerekli yatırımları teşvik etmektedir (Schmidt vd., 2021). Ülkemizde de Avrupa'ya benzer çalışmaların yapılması ve hızla uygulamaya alınması konu açısından büyük önem arz etmektedir. Avrupa'da ve dünyada sivil/endüstriyel ormancılık/plantasyonda öne çıkan ülkeler ve kapasiteleri tablo 5'te verilmiştir.

Global ormancılık sektöründe makineleşme, modernizasyon ve teknolojinin artan kullanımı, endüstrinin verimliliğini artırarak birçok büyük şirketin küresel ölçekte öne çıkmasını sağlamıştır. International Paper (ABD), Stora Enso (Finlandiya-İsveç) Weyerhaeuser (ABD), Sappi (Güney Afrika) ve Suzano (Brezilya) gibi şirketler, ormancılık sektöründe ileri teknolojileri kullanarak verimli ve sürdürülebilir üretim süreçleri geliştirmiştir (FAO, 2023; World Bank Group, 2023). Bu firmalar, dijital haritalama, uzaktan algılama, yapay zekâ ve robotik sistemler gibi modern teknolojileri kullanarak ormancılık süreçlerini optimize etmekte ve verimliliklerini artırmaktadır. Otomasyon ve robotik sistemler, özellikle ağaç kesme, taşıma ve işleme süreçlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. John Deere ve Ponsse gibi şirketler, yüksek kapasiteli ve otonom işleyebilen ormancılık makineleri üretmektedir (RISI, 2023). Ayrıca, küresel pozisyonlama (GPS; Global Positioning System), dronlar ve uydu teknolojileri, ormancılık alanlarının izlenmesi ve yönetiminde devrim yaratmış, bu teknolojilerle ormanların sağlık durumu, yangın riskleri ve ağaç kesim planları daha etkin bir şekilde yönetilir olmuştur (Pöyry, 2023). Modern teknolojilerin ormancılık sektöründeki etkileri oldukça derindir. Bu teknolojiler, üretim süreçlerinin hızını ve verimliliğini artırarak maliyetleri düşürmüş, aynı zamanda ormanların korunması ve yenilenmesi gibi sürdürülebilir uygulamaların yaygınlaşmasını sağlamıştır. Örneğin, IBM ve Microsoft gibi teknoloji devleri, ormancılık sektöründe veri analitiği ve yapay zekâ (AI) çözümleri sunarak karar destek sistemlerinin geliştirilmesine katkıda bulunmaktadır (FAO, 2023; World Bank Group, 2023). Bu gelişmeler, global ormancılık sektöründe hem çevresel sürdürülebilirliği desteklemekte hem de ekonomik verimliliği artırmaktadır. Modern teknolojilerin kullanımıyla birlikte ormancılık hem çevresel

hem de ekonomik boyutlarda önemli ilerlemeler kaydetmiştir. Ülkemizin orman envanteri, yapısı, arazi karakteristiği ve iklim çeşitliliği başta olmak üzere çok sayıda parametre göz önünde bulundurularak modern sistemlere geçmek şarttır.

Tablo 5. Avrupada ve dünyada sivil/endüstriyel ormancılık/plantasyonda öne çıkan ülkeler ve kapasiteleri
Table 5. Prominent countries and capacities in civil/industrial forestry/plantation in Europe and the world

Ülke	Ormancılık/ Plantasyon Türü	Yıllık Kapasite (Milyon m ³)	Öne Çıkan Ürünler	Açıklamalar	Kaynaklar
Brezilya	Endüstriyel Plantasyon Or- mancılığı	200+	Kâğıt hamuru, kereste, biyoyakıt, reçine	Dünyanın en büyük oka- liptüs ve akasya plantas- yonlarına sahip; kâğıt ha- muru üretiminde lider	FAO
Amerika Birleşik Devletleri (ABD)	Endüstriyel Or- mancılık	300+	Kâğıt, kereste, mo- bilya, biyoyakıt, re- çine	Dünyanın en büyük en- düstriyel ormancılık kapa- sitesine sahip güneydeki çam plantasyonları öne çı- kıyor	FAO, 2023
Kanada	Endüstriyel Or- mancılık ve Plantasyon	150+	Kereste, kâğıt hamuru, odun peleti, mobilya,	Büyük doğal orman re- zervlerine sahip ve sürdür- ülebilir ormancılıkta lider	FAO, 2023
İsveç	Sivil/Endüstri- yel Ormancılık	80+	Kâğıt hamuru, kereste, biyoyakıt	Sürdürülebilir ormancılık politikalarıyla tanınır; kâğıt ve biyoyakıt üreti- minde önemli bir oyuncu.	FAO, 2023
Çin	Endüstriyel Plantasyon Or- mancılığı	250+	Kereste, kâğıt hamuru, odun peleti, mobilya, reçine	Hızla büyüyen plantasyon alanlarıyla dünyanın önde gelen orman ürünleri üreti- cisi	FAO, 2023
Endo- nezya	Endüstriyel Plantasyon Or- mancılığı	120+	Kâğıt hamuru, kâğıt, kereste, reçine	Güneydoğu Asya'nın en büyük plantasyon alanla- rına sahip; kâğıt hamuru üretiminde dünya lideri	FAO, 2023

5.2. Sivil ormancılık ve endüstriyel orman plantasyonları: Türkiye'deki gelişmeler

Türkiye'de sivil ve endüstriyel ormancılıkla ilgili ülkemizde ciddi akademik çalışmalar yer almaktadır. Yıldırım ve Gürlevik (2013), çalışmalarında Türkiye'de endüstriyel ormancılığın mevcut durumunu ve ormancılık sektörü üzerindeki etkilerini ele almışlardır. Ayrıca, sektörde karşılaşılan sorunları tartışmış ve bu sorunların çözümüne yönelik önerilerde bulunmuşlardır. Öztürk (2018), Türkiye'de sivil ormancılığın gelişimi üzerine yaptığı çalışmada, bu alandaki yasal düzenlemeler ve sivil toplum kuruluşlarının sürece katkıları üzerinde durmuştur. Çalışmada, sivil ormancılığın geleceği için stratejik önerilerde bulunmuştur. Keleş ve Başkent (2007), endüstriyel ormancılık kavramını tanımladıkları çalışmalarında, Türkiye'deki uygulama alanlarını incelemişlerdir. Bu çalışma, endüstriyel ormancılığın ekonomik katkılarını değerlendirmiş ve Türkiye'deki potansiyel uygulama alanlarını vurgulamıştır. Gültekin (2014), Türkiye'deki endüstriyel ormancılık faaliyetlerinin eko-verimlilik açısından değerlendirilmesini konu alan çalışmada, bu faaliyetlerin çevresel sürdürülebilirliğini incelemiştir. Gültekin, ayrıca endüstriyel ormancılığın eko-verimlilikle olan ilişkisini irdele-

miş ve bu alandaki potansiyel iyileştirme yollarını tartışmıştır. Bu kaynaklardan da anlaşılacağı gibi, Türkiye'de sivil ormancılık ve endüstriyel orman plantasyonları, ormancılık ve kâğıt endüstrisi alanında önemli ilerlemeler görülmektedir. Bu bağlamda, "Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü" ve "Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü" önemli araştırma ve geliştirme faaliyetleri yürütmektedir. İzmit Hızlı Gelişen Türler Araştırma Enstitüsü, özellikle hızlı büyüyen ağaç türlerinin yetiştirilmesi üzerine odaklanmaktadır. Bu enstitü, hızlı büyüyen türlerin çevresel koşullara adaptasyonunu ve verimliliğini artırmayı hedeflemektedir. Araştırmalar, bu türlerin ekonomik ve ekolojik avantajlarını ortaya koyarak, orman kaynaklarının daha verimli kullanılmasını sağlar (Tuncer ve Aydın, 2021). Tarsus Okaliptüs Araştırma Enstitüsü ise, okaliptüs ağaçlarının yetiştirilmesi üzerine yoğunlaşmaktadır. Okaliptüs türleri, hızlı büyüme özellikleri ve yüksek selüloz içeriği nedeniyle endüstriyel orman plantasyonlarında yaygın olarak tercih edilmektedir. Enstitü, okaliptüs ağaçlarının çeşitli ekolojik koşullarda performansını değerlendirip ve endüstriyel kullanımlar için optimizasyon çalışmaları yapmaktadır (Demir ve Yalçın, 2019). Bu araştırma enstitüleri, Türkiye'de sivil ormancılık ve endüstriyel orman plantasyonları

alanında bilgi ve teknoloji geliştirme süreçlerine önemli katkılarda bulunur. Sürdürülebilir orman yönetimi ve kaynak kullanımı açısından bu tür araştırmalar, ülkenin orman kaynaklarının etkin bir şekilde yönetilmesine ve geliştirilmesine yardımcı olur. Türkiye’de sivil ormancılık ve endüstriyel orman plantasyonları, çeşitli projeler ve araştırmalarla gelişim göstermiştir. Bu bağlamda, özellikle okaliptüs ağaçlarının rolü ve Türkiye’deki önemli projeler detaylı bir şekilde incelenmelidir. Okaliptüs, sivil ormancılık projelerinde önemli bir yere sahiptir ve çevresel sorunların çözümünde etkin olarak kullanılmaktadır. Türkiye’de, okaliptüs ağaçlarının erozyon ve bataklık kontrolü gibi işlevleri öne çıkmaktadır. Karabucak Ormanı gibi projeler, bu ağaçların erozyonun önlenmesi ve bataklıkların kurutulmasındaki başarısını göstermektedir. Ayrıca, bu projeler ekoturizm ve eğitim fırsatları sunarak toplumsal bilinci artırmakta ve doğal alanların korunmasına katkıda bulunmaktadır. Okaliptüs, hızlı büyüme kapasitesi sayesinde kısa sürede büyük ormanlık alanlar oluşturabilir ve bu özellik, sivil ormancılık projelerinde etkili bir kaynak yönetimi sağlar. Ekonomik açıdan, okaliptüs Türkiye’nin kâğıt ve ambalaj sanayisi gibi sektörler için önemli bir hammadde kaynağıdır. Ayrıca, yakacak odun ve kerestelik odun gibi çeşitli ürünler için kullanılabilmesi, yerel ekonomilere katkıda bulunur. Çevresel katkılar açısından, okaliptüs ormanları rüzgâr perdesi işlevi görür ve ekosistemler için nektar üretir, bu da çevresel dengeyi destekler (Baya vd. 2023). Türkiye’de endüstriyel orman plantasyonları, Tema Vakfı’nın desteğiyle ve Ali Nihat Gökyiğit’in önderliğinde başlatılmıştır. Orman Bakanlığı tarafından desteklenen proje, akademik ve uzman desteğiyle hazırlanmış olup, ENAT A.Ş. tarafından 2005 yılında uygulanmaya konulmuştur. ENAT, 2019 yılına kadar Bursa, Çanakkale ve Gelibolu bölgelerinde toplam 1450 hektar arazi temin etmiş ve ağaçlandırma çalışmaları gerçekleştirmiştir. Bu alanlarda çeşitli yaşlarda sahil çamı ve kızılçam fidanları bulunmaktadır. 2023 yılından itibaren, bu ağaçlarda seyreltme kesimleri yapılacak ve boşalan araziler yeniden ağaçlandırılacaktır. Ayrıca, Mopak Kâğıt tarafından yürütülen proje, *Eucalyptus grandis* ağaçlarıyla endüstriyel ormanlar kurma girişimidir. Mopak’ın Dalaman Tesisleri’nde imzalanan anlaşma ile başlatılan bu proje, doğal orman baskısını azaltmayı ve ithalatı engellemeyi hedeflemektedir. Projenin 10 bin kişiye iş sağlaması ve 22 milyon dolar tasarruf sağlaması beklenmektedir (Tema Vakfı, 2023). Türkiye’deki endüstriyel ormancılığın desteklenmesi ve hızlı büyüyen ağaç

türlerinin kullanımı, çevresel ve ekonomik faydaların artırılması açısından büyük önem taşımaktadır. İzmit Araştırma Enstitüsü ve Tarsus Araştırma Enstitüsü gibi araştırma kuruluşlarının katkılarıyla, bu alandaki uygulamalar daha etkili hale gelmektedir.

5.3. Tarımsal ormancılık (agroforestry)

Tarımsal üretim ve orman yönetimini birleştirerek sürdürülebilir arazi kullanım sistemleri oluşturan bir yaklaşımdır. Tarımsal ormancılık, ekosistem hizmetleri, karbon depolama, ekonomik ve sosyal faydalar gibi pek çok alanda önemli katkılar sunmaktadır. Jose (2009), tarımsal ormancılığın ekosistem hizmetleri üzerindeki olumlu etkilerini inceleyerek, bu uygulamaların toprak verimliliğini artırma, su kalitesini iyileştirme ve biyolojik çeşitliliği koruma gibi önemli yönlerine odaklanmıştır. Montagnini ve Nair (2004), tarımsal ormancılık sistemlerinin karbon depolama potansiyelini ve iklim değişikliği ile mücadeledeki rolünü değerlendirirken, farklı sistemlerin karbon ayak izini azaltma kapasitesini kapsamlı bir şekilde analiz etmişlerdir. Ekonomik ve sosyal etkiler açısından, Garrity (2004) tarımsal ormancılığın gelişmekte olan ülkelerde gıda güvenliğini artırma, yerel gelirleri yükseltme ve toplumsal kalkınmayı destekleme gibi faydalarını araştırmıştır. Schroth ve Sinclair (2003) ise, tarımsal ormancılığın biyoçeşitlilik ve peyzaj yönetimi üzerindeki etkilerini inceleyerek, bitki türlerinin entegrasyonunun ve bu türlerin ekosistem üzerindeki olumlu etkilerinin önemini vurgulamışlardır. Nair ve Garrity (2012), tarımsal ormancılığın küresel arazi kullanımındaki geleceğini ele almışlar ve bu alanda politika yapıcılar için stratejik öneriler sunarak, farklı bölgelerdeki uygulamaların sonuçlarını tartışmışlardır. Bu akademik çalışmalar, tarımsal ormancılığın hem ekolojik hem de sosyoekonomik boyutlarına dair kapsamlı bir anlayış sunduğunu ve sürdürülebilir arazi kullanımını teşvik ederken, biyoçeşitlilik, iklim değişikliği ile mücadele ve kırsal kalkınma gibi konularda önemli katkılar sağladığını ortaya koymaktadır.

5.4. Reçine ormanlarının kurulması

Reçine ormanları, reçine üretiminin merkezi olduğu özel orman alanları olarak karşımıza çıkmaktadır (Şekil 6). Bu ormanlar, reçine elde edilen ağaçların düzenli olarak yetiştirildiği ve toplandığı alanlardır.



Şekil 6. Reçine ormanları (Karademir, 2023).
Figure 6. Resin forests (Karademir, 2023).

Reçine ormanlarının kurulması, reçine üretiminin artırılmasına yönelik stratejik bir yaklaşım olmasıyla birlikte hammaddenin sürekli ve sürdürülebilir bir kaynağıdır (Smith vd. 2019). Sürdürülebilir reçine eldesi ile düşük maliyetli rekabet sağlanarak geniş kitlelere ulaşılabilmektedir. Özel sektör tarafından işletilen ormanlarda, sürdürülebilir orman yönetimi uygulamaları yaygındır. Bu uygulamalar, reçine üretiminin çevresel etkilerini minimize eder ve orman ekosistemlerinin korunmasını sağlar (Koh ve Ghazoul, 2020). Özel sektör, reçine üretiminde verimliliği artırmak için teknolojik yenilikler ve modern işleme yöntemleri kullanmaktadır. Bu, reçine ormanlarının etkin bir şekilde yönetilmesine ve üretim sürecinin optimize edilmesine katkıda bulunur (Brown ve Heller, 2022). Türkiye’de reçine ormanlarının kurulması, birkaç ana faktörden dolayı sınırlıdır ve devlet mülkiyetindeki ormanların bu duruma etkisi önemlidir. Türkiye’de ormanların büyük bir kısmı devlet mülkiyetinde olup, OGM tarafından yönetilmektedir. Devlet politikaları ve stratejileri, reçine ormanları gibi projelerin desteklenip desteklenmeyeceğini belirlemektedir. OGM’nin orman yönetimi ve kullanım öncelikleri, reçine ormanlarının kurulumu için gerekli teşvik ve desteklerin kısıtlanmasına yol açabilmektedir (OGM, 2022). Reçine ormanlarının kurulumu için gereken altyapı ve desteklerin, devlet veya özel sektör tarafından yeterince sağlanamaması bu projelerin gelişimini engellemektedir. Kamu teşviklerinin ve özel sektör yatırımlarının yetersiz kalması, reçine ormanlarının yaygınlaşmasını zorlaştırmaktadır (Atalay ve Yavaş, 2021). Reçine ormanları, yüksek başlangıç maliyetleri ve uzun vadeli bakım masrafları gerektirdiği için ekonomik zorluklar yaratmaktadır. Türkiye’de reçine ormanlarının geliştirilmesi için yeterli finansal destek ve teşvikler bulunmaması, bu projelerin yaygınlaşmasını sınırlamaktadır (Öztürk, 2018). Türkiye’de tarım ve diğer arazi kullanım alanları genellikle öncelikli kabul edilmektedir. Reçine ormanları için ayrılacak araziler, tarımsal faaliyetler ve diğer ekonomik kullanım alanlarıyla rekabet etmektedir. Bu durum, reçine ormanlarının yaygınlaşmasını engelleyici bir unsur olarak öne çıkmaktadır (Kaya ve Yıldırım, 2020). Reçine ormanlarının kurulumu, ekosistem dengesine zarar verebilmektedir. Özellikle Okalip-tüs gibi bazı ağaç türleri, yerli ekosistemlerle uyumlu olmayıp çevresel açıdan olumsuz etkiler yaratabilmektedir. Bu faktörler göz önüne alındığında, reçine ormanı projelerinin uygulanabilirliği konusunda çekinceler oluşabilmektedir (Demirtaş ve Çelik, 2019). Devlet mülkiyetindeki ormanların yönetim stratejileri, reçine ormanlarının gelişimini kısıtlayıcı ya da destekleyici olabilmektedir. İbrelî ağaçların yoğun olduğu bölgelerde yaz aylarında sıkça yangınlar meydana gelmektedir. Reçine oranı yüksek ağaçlar, ölü örtü zenginliği ve bakımsız ormanlar yangın riskini artırmakta; yangın esnasında fırlayan kozalaklar yangını kontrol altına almayı zorlaştırmaktadır (Johnson ve Miyanishi, 2001). Bu nedenle ormanların düzenli bakımı, yangına dayanıklı ağaç hatlarının oluşturulması ve alanların devlet ya da özel sektör tarafından işletilmesi büyük önem taşımaktadır. Özel sektör tarafından işletilen orman alanlarının daha dikkatli yönetildiği ve yangın durumlarına hızlı müdahale edilebildiği düşünülmektedir. Reçine ormanlarında çalışma yapılırken zemin yanıcı maddelerden temizlenmekte, alanlar sürekli izlenmekte ve erken uyarı sistemleri ile yangın önleyici tedbirler uygulanmaktadır

(FAO, 2020). Bu önlemler sayesinde, reçine ormanlarında yangın riskinin daha düşük olacağı öngörülmektedir (Kaufmann vd. 2006).

6. Sonuç ve Öneriler

Ormanların yalnızca yakacak ve yapı malzemesi sağlama işlevinin ötesinde, ekolojik, rekreatif ve odun dışı ürünler açısından değerlendirilmesi, ülkelerin gelişmişlik seviyelerinin önemli bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Bu bağlamda, ormanlık alanların planlı ve fonksiyonel olarak artırılması, sadece doğal kaynakların yönetimi açısından değil, aynı zamanda ekonomik ve sosyal kalkınma açısından da kritik öneme sahiptir. Türkiye’de ormanların yönetimi ve kullanımı, kırsal kalkınmayı destekleme, büyük kentlere göçü engelleme, ormana dayalı sektörlerin (kâğıt, mobilya, levha, kereste vb.) güçlendirilmesi ve uluslararası pazarlarda bu sektörlerin rekabet gücünün artırılması gibi hedeflere odaklanmaktadır. Bu hedeflerin gerçekleştirilmesi, orman kaynaklarının etkin bir şekilde yönetilmesi ve bu kaynakların ekosistem hizmetlerinin artırılması açısından önem taşımaktadır. Ancak, Akdeniz kuşağında yer alan ve orman kaynakları Türkiye’den daha sınırlı olan komşu ülkelerin, odun dışı ürünler, özellikle reçine üretiminde Türkiye’den daha yüksek kapasitelerle üretim yapmaları ve bu ürünleri Türkiye’ye ihraç etmeleri, dikkat edilmesi gereken önemli bir durumdur. Bu durum, ilgili paydaşların konu üzerinde derinlemesine düşüncelerini gerektirmektedir. Ülkemizde reçine üretiminin ekonomik ve sürdürülebilir bir şekilde artırılması, yüksek katma değerli ürünlere dönüştürülmesi, iç talebi karşılamanın ötesinde, orta vadede ihracatçı bir konuma gelinmesi için kamu, üniversite ve sanayi iş birliğinin güçlendirilmesi elzemdir. Bu iş birliği, araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin desteklenmesi, üretim süreçlerinin iyileştirilmesi ve yeni teknolojilerin entegrasyonu gibi stratejik alanlarda yoğunlaşmalıdır. Kamu ve üniversiteler, bilimsel bilgi ve teknolojik yeniliklerin sağlanmasında öncü rol oynarken, sanayi sektörü bu bilgilerin pratiğe dökülmesi ve geniş ölçekli üretim süreçlerine entegre edilmesinde kritik bir işlev üstlenmelidir. Bu konuda devletin destekleyebileceği hususlar şu şekilde sıralanabilir:

- Özellikle reçine üretimi yapacak şekilde fonksiyonel ve planlı şekilde büyük ölçeklerde ormanlar kurmak,
- Reçine üretimi için orman tahsisini kolaylaştırmak,
- Akma reçine üretimi için ormanları 3 yıldan daha uzun sürelerle, ücretsiz veya daha da iyisi teşvik ederek ilgili işletmecilere vermek ve denetimini sağlamak,
- Reçine pazarında aktif firma sayısı ve gücünü artırmak için teşvik mekanizmasını kullanmak,
- Özel teşebbüslere başarılı olacak şekilde tüm süreçleri titizlikle gözden geçirilmiş, onaylanmış ve denetlenmiş olarak orman kurmalarını teşvik etmek,
- Ham reçine işleyecek tesislere teşvik vermek ve yerli üretim reçine kullanımını artıracak uygulamalar yapmak,
- Kamu ve ortaklı sanayi alanlarında reçine ve reçine bazlı ürünlerde alım garantili uygulamalar yapmak,
- Akademik ve sanayi dünyasında reçine üzerine inovasyon, üretim ve ihracata dönük projelere destekler vermek.

Üniversitelerin konu hakkında laboratuvar ölçüğü dışına çıkarak, sektör tabanlı ve ortaklı, Ür-Ge'yi hedefleyen Ar-Ge projelerine daha fazla ağırlık vermelerinde fayda vardır. Özel sektörün ise, hem reçine ormanı kurmak hem de reçine hasadı için uzun soluklu orman işletmeciliği yapmak hususunda daha cesur olmasına büyük ihtiyaç vardır. Reçine bahsinde muhtemelen ilk düşünülmesi gereken husus, ne yazık ki bizim kendi yerli kaynaklarımızı tam olarak değerlendiremediğimiz, reçine üretimini, işlemlerini ve kullanımını yapamadığımız konusudur. Bu alanda ilgili bakanlığımızın yakın geçmişte başlatmış olduğu 'Reçine Eylem Planı'ndan daha detaylı ulusal ve entegre bir planı acilen uygulamaya koymamız hayati öneme sahiptir.

Teşekkür

Makalenin hazırlanmasında yoğun emek gösteren başta Orman Endüstri Mühendisi Lale Çağlara, Kimya Mühendisi Hüda Teze ve Prof. Dr. Arif Karademire teşekkürlerimi sunarım.

Yazar katkıları

Fikir: M.Y., L.Ç., H.T., A.K.; Tasarım: M.Y., L.Ç., H.T., A.K.; Yönetim: A.K.; Veri toplama: M.Y., L.Ç., H.T., Analizler: A.K.; Literatür taraması: M.Y., L.Ç., H.T., A.K.; Kaleme alma: M.Y., L.Ç., H.T., A.K.; Son kontrol: A.K.

Etik kurul izni

Bu çalışmada etik kurul izni gerekmemektedir.

Kaynaklar

Angın, N., Ertaş, M., 2021. Farklı çözücü türlerinin ekstraksiyon reçinesinin verimi ve kimyasal özellikleri üzerine etkisi. *Turkish Journal of Forestry*, 22(4): 439-443. Doi.org/10.18182/tjf.960674

Anıl, A., 2024. Reçine üretim teknolojileri ve uygulama alanları. *Journal of Resin Research*, 25(2): 123-135. Doi.org/10.1234/jrr.2024.56789

Anonim, 2024a. Royal Society of Chemistry. <https://www.chemspider.com/Chemical-Structure.4444255.html>. (Erişim: Temmuz, 2024).

Anonim, 2024b. Kolofan İçeren Alkid Reçine Türevleri. <https://www.turkchem.net/kolofon-iceren-alkid-recine-turevleri.html>. (Erişim: Temmuz, 2024).

Anonim, 2024c. Sakız reçinesi. <https://www.gcc.com.tr/en/gum-ro-sin>. (Erişim: Ağustos, 2024).

Anonim, 2024d, Iva Resins at a glance. <http://ivarecine.com/> (Erişim: Ağustos, 2024).

Anonim, 2024e, <http://www.hus.com.tr/iletisim.asp> (Erişim: Ağustos, 2024).

Aramendi, J., and Barreiro, P., 2020. Forest management practices for sustainable resin production. *Forest Ecology and Management*, 460, 117849. Doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117849

Atalay, S., ve Yavaş, B. 2021. Tarım ve orman politikaları: Türkiye'de sektörel değişim ve adaptasyon. *Türkiye Ekonomi Dergisi*, 34(2), 112- 130.

Atik, C., Özden, Ö., Bildik, A. E., 2019. Kolofan ve Türevleri Çalışmayı 2 Mayıs 2019 Sonuç Raporu. Utilisation of biological treatments in pulping View project. Doi.org/10.13140/RG.2.2.34325.27361 (Erişim: Ağustos, 2024)

Aydın, İ., 2017. Türkiye'de kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ve Sahil çamı (*Pinus pinaster* Ait.)'ndan asit-pasta ve oyma delik yöntemleriyle reçine üretimi ve terebentin analizi (Yüksek Lisans Tezi), Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Baya, M., Yılmaz, E., ve Kaya, A. 2023. Okaliptüs ormanlarının sivil ormancılıktaki rolü ve çevresel katkıları. *Çevresel Araştırmalar Dergisi*, 15(2), 101-115.

Bildik, A. E. 2021. Kraft hamur fabrikasından elde edilen ham sülfat terebentinin rafinasyonu: Pilot ölçekli bir işlem. *Bioresources*, 16(4), 8098-8110. Doi.org/10.15376/biores.16.4.8098-8110.

Brown, R., ve Heller, A., 2022. Technological Innovations in Resin Production and Forest Management. *Forest Ecology and Management*.

Chirat, C. 2011. Paper production: The use of sulfur-based resins in paper manufacturing. In R. M. McCormick (Ed.), *Advances in Paper Science and Technology*, pp. 245-270, Wiley.

Coppen, J. J. W., and Hone, G. A., 1995. Gum Naval Stores: Turpentine and Rosin From Pine Resin. Non-Wood Forest Products 2, Food and Agriculture Organization Of The United Nations.

Demir, G., ve Yalçın, H. 2019. Eucalyptus cultivation and its applications in industrial forestry. *Turkish Journal of Forestry Studies*, 45(2), 112-124. Doi.org/10.1007/s12345-019-1234-5.

Demirtaş, A., ve Çelik, K. 2019. Türkiye'de Eucalyptus ve diğer yabancı türlerin ekosistem üzerindeki etkileri. *Ege Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 27(1), 45-58.

Deniz, İ., 1987. Kızılçam reçinesinin kimyasal analizi: (Yüksek Lisans Tezi), Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye.

Deniz, İ., 2012. Odun Dışı Orman Ürünleri Endüstrisi Ders Notları. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Trabzon, 150s.

Deniz, İ., Odabaş Serin, Z., & Öz, M. 2014. Ülkemizde asit-masta yöntemi ile reçine (oleoresin) üretim çalışmaları. In *III. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu* (Trabzon, Türkiye, Mayıs 2014).

Deniz, İ., Pekgözlü, A., Dönmez, İ. E., Karaoğlu, E., Yılmaz, B., Ceylan, E., Aydın, İ., 2019. Ülkemizde üretilen kolofanların kimyasal özellikleri. *I. Kolofan ve Türevleri Çalıştayı*, 2 Mayıs 2019, İCÜ Orman Fakültesi.

Erdin, N., ve Bozkurt, Y., 2013. Odun Anatomisi. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.

European Forest Institute, 2020. Forest Management Policies and Private Sector Involvement in Europe. EFI Technical Report. (Erişim Tarihi: Ağustos, 2024).

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2023). Fire management in forests: Principles and practices. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2023). *State of the world's forests 2023*. FAO. <https://www.fao.org/publications/state-of-the-worlds-forests>. (Erişim: Ağustos, 2024).

Garritty, D. P., 2004. Agroforestry and the achievement of the Millennium Development Goals. *Agroforestry Systems*, 61(1), 5-17.

- Gonzalez, L., and Mendoza, J. 2019. Global trends in natural resin production and its implications for sustainability. *Journal of Environmental Management*, 240, 387-396.
- Grand View Research, 2024. Türe göre doğal reçine pazar büyüklüğü (reçine reçinesi, gomalak reçinesi, diğerleri), uygulama (boyalar ve kaplamalar, ambalajlar, yapıştırıcılar ve sızdırmazlık maddeleri, ilaç, diğer) ve bölge küresel pazar analizi ve tahmini, 2024-2032. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/natural-resin-market>. (Erişim: Ağustos, 2024).
- Güle, M.E., 2019. Vazgeçilmez Ürün Kolofan. 1. Kolofan ve Türevleri Çalıştayı Bildirileri. 2 Mayıs, İstanbul, s. 49.
- Gültekin, H. C. 2014. Türkiye'de endüstriyel ormancılık ve ekove-rimlilik ilişkisi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 64(1), 15- 22.
- Güner, E., 2015. Toros göknarı reçinesinin kimyasal analizi. (Yüksek Lisans Tezi), Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın.
- Johnson, E. A., and Miyanishi, K. 2001. Forest fires: Behavior and ecological effects. Academic Press.
- Jose, S., 2009. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. *Agroforestry Systems*, 76(1), 1-10. Doi. Org/10.1007/s10457-009-9229-7
- Joye Jr, N.M., Proveaux, A.T., and Lawrence, R.V., 1973. Composition of neutral oils from rosin. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 50(4), 104-107.
- Karademir, A. 2012. Ağacın balı reçine kâğıt üretimine ilaç oluyor. *Fikir Bahçesi Konferansları*, 1-10. 1 Kasım, Bursa: Bursa Orman Genel Müdürlüğü.
- Karademir, A. 2017. Türkiye'de reçine üretiminin tarihçesi. *Reçine Çalıştayı*, 1-10. 28 Nisan, Bursa: Bursa Teknik Üniversitesi.
- Karademir, A., Aydemir, C., Yenidoğan, S., Kandırmaz, E.A., ve Kiter, R.G., 2020. The use of natural (Pinus pinaster) resin in the production of printing ink and the printability effect. *Color Research & Application*, 45(6), 1170-1178.
- Karademir, Z., 2023. Biyolojik ekstrakt içerikli uyarıcı pasta hazırlanması ve akma reçine üretiminde kullanılması. (Yüksek Lisans Tezi), Bursa Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Kaufmann, M. R., Stohlgren, T. J., and Ryan, K. C. (Eds.). 2006. Fire ecology and management: A northern Rocky Mountain perspective. University of Colorado Press.
- Kaya, A., ve Yıldırım, C. 2020. Orman Ekosistemleri ve Yönetimi: Türkiye Örneği. İstanbul: Şirket Yayınları.
- Kaya, M., Demirtaş, M., 2017. Türkiye'de Reçine Üretimi ve Sürdürülebilir Orman Yönetimi. *Journal of Forest Economics*, 22(1), 55-72.
- Keleş, S., ve Başkent, E. Z. 2007. Endüstriyel ormancılık ve Türkiye'de uygulama alanları. *Orman ve Ağaç Endüstrisi*, 10(3), 23-29.
- Klein, C., 2018. Frankincense and Myrrh: The History and Use of Resin in Medicine. *Journal of Ancient Medicine*.
- Koh, L. P., and Ghazoul, J., 2020. Sustainable Management of Forest Resources for Resin Production. *Global Change Biology*. Langenheim, J.H., 1990. Plant resins. *American Scientist*, 78(1), 16-24.
- Linlin, W., Xiaopeng, C., Youyan, L., Yuanjiao, Z., and Zhangfa, T., 2005. Isolation and application of rosin acids. *Chemical Industry and Engineering Progress*, 24(11), 1301.
- Mahendra, V., 2019. Rosin product review. *Applied Mechanics and Materials*, 890, 77-91. Doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.890.77. (Erişim: Temmuz, 2024).
- McCall, M. K., and Dunn, C., 2021. Community Participation in Forest Management: Case Studies from the Tropics. *Environmental Management*.
- Montagnini, F., and Nair, P. K. R., 2004. Carbon sequestration: an underexploited environmental benefit of agroforestry systems. *Agroforestry Systems*, 61(1), 281-295. Doi.org/10.1023/B.0000029005.92691.79
- Nair, P. K. R., and Garrity, D. (Eds.), 2012. Agroforestry - The Future of Global Land Use. Springer. Doi.org/ 10.1007/978-94-007-4676-3.
- Naslund, M., and Österlund, K. (2009). Sulfate pulping: Process and environmental considerations. *Journal of Pulp and Paper Science*, 35(2), 92-100. Doi.org/10.21866/jpps.35.2.2009.05
- Odabaş-Serin, Z., Ünalı, E., and Çiçekler, M., 2017. Oleoresin yield of Pinus Brutia Ten. in Turkey; Effect of tree diameter, type of stimulant chemicals and concentration rate. IV. International Multi-disciplinary Eurasian Congress (IMCOFE 2017), 23-25 August 2017, Rome-Italy, Vol. 3, 223-227.
- Orman Araştırmaları ve Eğitim Enstitüsü. 2020. Reçine Kalitesinin İyileştirilmesi. (Erişim Tarihi: Mayıs 2024).
- Orman Genel Müdürlüğü (OGM). 2020. Çevresel etkilerin azaltılması. EFFICIENT, 2020. (Erişim Tarihi: Mayıs 2024).
- Orman Genel Müdürlüğü (OGM). 2020. Türkiye Orman Ürünleri ve Reçine Üretimi Raporu. (Erişim Tarihi: Haziran 2024).
- Orman Genel Müdürlüğü (OGM). 2022. Türkiye Ormanları ve Orman Yönetimi. Ankara: OGM Yayınları. (Erişim Tarihi: Haziran 2024).
- Önal, S., 1995. Bazı Uyarıcı Maddelerle Kızılçam ve Karaçamlarda Reçine Üretimi. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi, No: 249.
- Öztürk, A. 2018. Sivil ormancılığın Türkiye'deki gelişimi ve geleceği. *Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 20(1), 73-82. Öztürk, M. 2018. Türkiye'de Orman Ekonomisi ve Sürdürülebilirlik. Ankara: Tarım ve Orman Bakanlığı Yayınları.
- Palma, A., Pestana, M., and Azevedo, A., 2012. Pine Resin Sector in Portugal – Weaknesses and Challenges. *Forestry Ideas*, 18(1), 10-18. (Erişim Tarihi: Haziran 2024).
- Penezoğlu, Ç. 2011. Çam ağaçlarından oyma delikle reçine eldesi ve kâğıt için su itici emülsiyon geliştirilmesi [KOSGEB Girişimcilik Projesi]. Kahramanmaraş.
- Pöyry. 2023. Technology and innovation in forestry. Pöyry. <https://www.poyry.com/technology-and-innovation-in-forestry>. (Erişim: Ağustos, 2024).
- RISI. 2023. Global forest products: Industry overview 2023. RISI. <https://www.risiinfo.com/global-forest-products-industry-overview-2023>. (Erişim: Ağustos, 2024).
- Schmidt, J., Zeng, W., and Yu, Q., 2021. Financial Incentives and Support for Private Sector Forest Management in Europe. *Journal of Forest Economics*.
- Schroeder, P., and Krug, T. 2018. Impact of resin harvesting on forest ecosystems and management strategies. *Environmental Management*, 62(1), 75-89. Doi.org/10.1007/s00267-018-1050-5

Schroth, G., and Sinclair, F. L. (Eds.), 2003. Trees, crops, and soil fertility: concepts and research methods. CAB International. ISBN: 9780851995935.

Siriwardana, P. 2021. Sustainable management of natural resin resources: A review. *Journal of Sustainable Forestry*, 40(5), 438-455. Doi.org/10.1080/10509585.2021.1912341

Smith, C. J., Johnson, K., and Walker, R., 2019. Establishing Resin Forests: A Guide to Sustainable Practices. *Forestry Chronicle*.

Smith, J., 2020. The Role of Resin in Historical and Modern Applications. *Industrial Chemistry Review*.

Şad, H. C., 1976. Türkiye’de Reçine Üretimi Yapılan Ormanların Amenajman Esasları Hakkında Araştırmalar. İ.Ü. Orman Fak. No:24, 199s.

Tarım ve Orman Bakanlığı. 2017. Reçine eylem planı, 2017-2021. (Erişim Tarihi: Haziran 2024).

Tema Vakfı, 2023. *Endüstriyel orman plantasyonları projesi*. Tema Vakfı Yıllık Raporu.

Tsioumani, E., 2020. Civil Forestry and Its Impact on Resin Production. *Journal of Sustainable Forestry*. (Erişim Tarihi: Ağustos 2024). TÜİK, 2015.

Tuncer, T., and Aydın, M. 2021. Rapidly growing tree species and their role in forest management. *Journal of Forest Research*, 56(1), 87-98. Doi.org/10.1016/j.jfr.2021.01.012.

Türkiye Cumhuriyeti., 2006. *Çevre Kanunu* (No. 2872). Resmi Gazete. <https://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=1.5.2872&sourceXmlSearch=çevre%20kanunu>. (Erişim Tarihi: Haziran 2024).

Türkiye İstatistik Kurumu, 2015. (Erişim: Haziran, 2024).

Watkins, S. H., 1971. Rosin and Rosin Size Preparation and Properties in International Sizing of Paper and Paperboard, TAPPI Monograph No.33, 5-35, 193pp.

World Bank Group. 2023. *Forest sector technology and modernization analysis*. (Erişim: Haziran, 2024).

Wright, L., 2019. The Historical Uses of Resin in Art and Medicine. *Journal of Historical Arts*.

Yıldırım, Y. E., ve Gürlevik, N. 2013. Türkiye’de endüstriyel ormancılık faaliyetleri ve bu faaliyetlerin ormancılık sektörü üzerindeki etkileri. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 13(2), 91-98.

Yıldızbaş, A., İstek, A., ve Sıradağ, B. C., 2023. Reçine Üretimine Genel Bir Bakış ve Covid 19’un Üretim Üzerine Etkisi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 25(2), 320-339.

Zhang, Y., Wang, Y., and Liu, X. 2015. Environmental impact and health risk of sulfur-based resin production. *Journal of Hazardous Materials*, 284, 96-105.



Quercus spp. ormanlarında Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) faunasının araştırılması: Oltu Örneği

Quercus spp. Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) fauna is found in forests: Oltu Sample

Zihni Burak YAZAR,¹ Tutku GENÇAL^{1*}, Oğuzhan SARIKAYA¹

¹Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Bursa, Türkiye.

Sorumlu yazar:

*Tutku GENÇAL

E-mail:

tutku.gencal@btu.edu.tr

Gönderim Tarihi:

16/05/2024

Kabul Tarihi:

02/11/2024

Atıf:

Tezcan, B., Eren, T. 2024. *Quercus* spp. ormanlarında Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) faunasının araştırılması: Oltu Örneği. Ağaç ve Orman, 5(2): 92-97.

DOI: 10.59751/agacorman.1485277

Özet

Zararlı böcek grupları arasında, Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) familyasına ait türler önemli bir yer tutmaktadır. Bu çalışma, Erzurum Oltu yöresi *Quercus* spp. ormanlarında bulunan Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) faunasını ve bazı önemli türlerin uçuş periyotlarını incelemektedir. Bu kapsamda kırmızı renkli yapışkan tuzaklar kullanılarak yapılan örnekleme çalışmaları ile *Anisandrus dispar*, *Scolytus intricatus*, *Scolytus rugulosus*, *Trypodendron signatum* ve *Xyleborinus saxesenii* türleri tespit edilmiştir. Ayrıca tespit edilen bu türlerin Oltu yöresi için yeni kayıt niteliğinde olduğu belirlenmiştir. Bu türlerden popülasyon yoğunluğu yüksek olan *Anisandrus dispar* ve *Xyleborinus saxesenii*'nin uçuş periyotları tespit edilmiştir. Bulgular, zararlı türlerin yönetimi ile ilgili stratejik bilgiler sunmakta olup, sürdürülebilir orman yönetimi ve biyoçeşitliliğin korunmasına yönelik önlemlerin geliştirilmesine katkıda bulunmaktadır. Bu çalışma, Oltu yöresine benzer ekolojik koşullara sahip diğer bölgeler için de yönetim ve koruma stratejileri geliştirilmesine olanak tanıyacaktır.

Anahtar kelimeler: Oltu, Scolytinae, uçuş dinamiği, *Quercus* spp., Orman ekosistemleri.

Abstract

Some insect species to cause damage constantly, while others cause damage periodically. Among these pest insects, species belonging to the Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) family have a particularly important place. This study was conducted on *Quercus* spp. in Erzurum Oltu region. Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) fauna and flight periods of some important species in the forests are examined. After sampling studies conducted with red sticky traps, *Anisandrus dispar*, *Scolytus intricatus*, *Scolytus rugulosus*, *Trypodendron signatum* ve *Xyleborinus saxesenii* species were identified. In addition, it was determined that the species detected were of new records for the Oltu region. The flight periods of *Anisandrus dispar* and *Xyleborinus saxesenii*, which had the highest population sizes in comparison to the other species, were determined. The findings provide compilation information on the management of harmful species and contribute to improving measures for sustainable forest management and biodiversity conservation. This study is a basic reference that will enable the development of management and conservation strategies for other regions with similar ecological conditions to Oltu region.

Keywords: Oltu, Scolytinae, flight dynamics, *Quercus* spp., Forest ecosystems.

1. Giriş

Orman ekosistemleri, dünya üzerindeki biyoçeşitliliğin büyük bir kısmını barındıran, karmaşık ve dinamik sistemlerdir. Bu sistemler, yaban hayatı için yaşam alanları sağlamanın yanı sıra, iklim düzenleme, karbon depolama ve hava kalitesi gibi çevresel hizmetler sunmaktadır (Pearce ve Pearce, 2001). Türkiye'nin ormanlık alanları, özellikle Karadeniz Bölgesi ve Doğu Anadolu'daki dağlık alanlar, zengin çeşitlilikteki flora ve fauna için önemli habitatlar oluşturur (OGM, 2023). Ülkemiz, orman varlığı açısından Avrupa'nın birçok ülkesinden daha geniş bir alana (%29,8) sahip olup, 2022 yılı verilerine göre toplam orman alanıyla (23.245.000 hektar), Avrupa genelindeki birçok ülkeyi geride bırakmaktadır (OGM, 2023). Ülkemizdeki aslı ağaç türleri arasında en geniş yayılışa sahip olan meşeler, 6.747,440 hektarlık alanda bulunmaktadır. Türkiye'de doğal olarak yetişen 17 *Quercus* türü, attür ve varyetelerle birlikte 24 takson bulunmakta olup, bu türlerin 4'ü endemiktir. Ayrıca, bu türlerin 11 alt türü bulunmaktadır (Yeşilöz, 2011; Anşin ve Özkan, 2006; Çağlar, 2003; Akkemik vd., 2019)

Quercus türleri, Türkiye ormanlarının temel yapı taşlarını oluşturur ve ekolojik olarak farklı pek çok türe ev sahipliği yapar. Scolytinae altfamilyası, özellikle stres altındaki ve zayıf düşmüş ağaçlarda hızla çoğalmakta ve orman sağlığını ciddi şekilde tehdit etmektedir. Bu zararlılar, ağaçların odun kısımlarına zarar vererek, ağaçların ölümüne neden olabilmekte ve ormanın yapısını bozmaktadır (Sarıkaya, 2019).

Orman ekosistemlerinin sürdürülebilir yönetimi ve bu zararlı faktörlere yönelik koruma stratejilerinin geliştirilmesi, bu değerli doğal kaynağın uzun vadeli sağlığı açısından hayati öneme sahiptir. Kabuk böcekleri, ormanlık alanlarda özellikle ibrelili türlerde fırtına sonucu devrilen ağaçlar, kar yükü altında kırılan dallar, orman yangınları, diğer böcekler tarafından zarar görmüş ağaçlar, yetersiz ormancılık uygulamaları ve şiddetli kuraklık gibi stres faktörlerine maruz kalan ağaçlarda yüksek üreme kapasitesine sahiptir ve bu durum orman sağlığı için ciddi riskler oluşturur. Küresel çapta Scolytinae alt familyası, 33 tribüseye ait 288 cins içeren 9978 tür ile temsil edilmektedir. Türkiye'deki Scolytinae, Hylesinitae ve Scolytidae üst tribüslerine bağlı türlerden oluşmakta olup, bugüne dek yapılan araştırmalarla Hylesinitae'den 47, Scolytidae'den

ise 79 olmak üzere toplam 126 kabuk böceği türü tespit edilmiştir (Knižek, 2011; Sarıkaya, 2013; Sarıkaya ve Knižek, 2017).

Bu çalışmada, Erzurum Oltu yöresindeki meşe ormanlarında bulunan Scolytinae faunasının tespitine yönelik sahada gözlemler gerçekleştirilmiş ve tesis edilen kırmızı renkli yapışkan tuzak ve sahada bekleyen emvaller yardımıyla önemli türlerin biyolojileri ve ergin uçuş periyotları belirlenmeye çalışılmıştır. Bu bağlamda, Oltu yöresinde gerçekleştirilen bu çalışma, mevcut literatürü genişleterek, zararlı yönetimi ve orman koruma çalışmalarına katkıda bulunmayı hedeflemektedir.

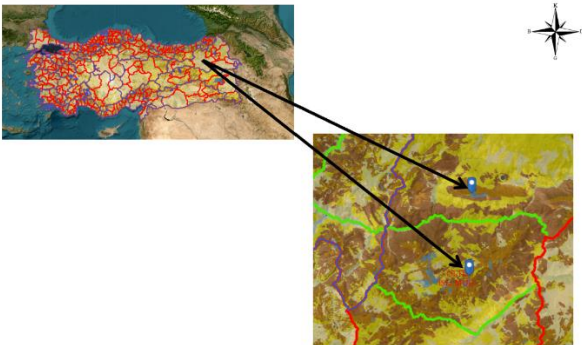
2. Materyal ve Yöntem

Oltu Orman İşletme Müdürlüğü sahaları, Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı olarak faaliyet göstermekte olup, İşletme Şefliklerinden Olur Orman İşletme Şefliği Narman ilçesinde yer almaktadır. Bu işletme şeflikleri, genel olarak 6 adet toplu koruma merkezi tarafından desteklenmektedir. Güncellenen Amenajman plan verilerine göre, bu sahaların genel alanı 320,565.7 hektar olarak kaydedilmiş olup, bunun 95,990.8 hektarı ormanlık alan ve 224,574.9 hektarı açık alandır. Ormanlık alanın 32,784.2 hektarı verimli orman iken 63,206.6 hektarı ise verimsiz ormandır. Bu alanlarda meşe türleri gibi asli orman ağacı türleri büyük bir öneme sahiptir.

Oltu Orman İşletme Müdürlüğü personelinin saha gözlemlerinden, daha önce kabuk böceği zararı tespit edilen meşcerelerden ve orman zararlılarına ilişkin formlardan yararlanılarak örnekleme sahaları belirlenmiştir. Belirlenen 2 adet örnekleme sahalarına, kırmızı renkli yapışkan tuzaklar yerleştirilmiştir. Bunun yanı sıra, bakım çalışmaları amacıyla kesilen meşe odunlarında da gözlemler yapılmış ve örnekler toplanmıştır. Tuzakların konumları ve yükseklik değerleri, GPS kullanılarak belirlenmiştir. Kurulum tarihinden itibaren düzenli olarak haftalık periyotlarla tuzaklar kontrol edilmiştir (Tablo 1; Şekil 1).

Tablo 1. Periyodik kontrollerin gerçekleştirildiği örnekleme sahaları.
Table 1. Sampling areas where periodic controls are carried out.

Örnekleme Sahası	Koordinat
Olur	40° 48' 46.8"K
	42° 1' 27.12"D
Hisar	40° 40' 31.44"K
	42° 1' 9.8394"D



Şekil 1. Örnekleme sahalarının konumları.
Figure 1. Locations of sampling sites.

2.1 Yöntem

Çalışmada 2 adet örnekleme sahası belirlenmiştir. Kabuk böceği türlerinin tespiti ve önemli türlerin uçuş dönemlerinin belirlenmesi amacıyla, %96 etil alkol ve %1 toluenden oluşan cezbedici karışımla donatılmış kırmızı renkteki yapışkan tuzaklar kullanılmıştır. Tuzaklar, iki adet 15x21 cm boyutlarındaki plastik levhanın yapışkan bir madde ile kaplanması ve bunların birbirine geçirilmesiyle oluşturulmuştur (Şekil 2).



Şekil 2. Kırmızı renkli yapışkan tuzak.
Figure 2. Red sticky trap.

Tuzaklar, ağaçların dallarına 2-2,5 metre yüksekliğe asılmış ve aralarında en az 80-100 metre mesafe bırakılarak konumlandırılmıştır. Çalışmada 10 adet kırmızı yapışkan tuzak kullanılmıştır. Bu tuzaklar 15 günlük düzenli aralıklarla kontrol edilmiş ve kırmızı renkli yapışkan tuzaklar yenileriyle değiştirilmiştir. Arazi çalışmaları sırasında tuzak kontrolleri, ergin yakalamaları sona erene kadar devam etmiştir. Ayrıca, Oltu yöresinde gerçekleştirilen bakım çalışmaları kapsamında kesilen meşe odunları, sahada bulunan emvaller ve böcek zararı nedeniyle zayıf düşmüş dikili ağaçlar üzerinde gözlemler yapılmış ve örnekler toplanmıştır.

Örnekleme sahalarından toplanan örnekleri laboratuvara getirmek için çeşitli ebatlarda silindir şekilli plastik kaplar ve plastik tüpler kullanılmıştır. Araziden alınan örnekler ve yapışkan tuzaklar Bursa Teknik Üniversitesi Orman Entomolojisi ve Koruma Anabilim Dalı laboratuvarına getirilmiştir. Kırmızı yapışkan tuzaklara yakalanan böcekler portakal yağı kullanılarak tuzaktan ayrılmıştır ve alkol içerisine alınıp teşhis için hazır hale getirilmiştir.

Kabuk böceği örneklerinin türlerini teşhis etmek ve fotoğraflarını çekmek amacıyla Zeiss Stemi 305 stereo mikroskop ve görüntüleme sisteminden faydalanılmıştır. Kabuk böceklerinin teşhisi, Prof. Dr. Oğuzhan SARIKAYA (Bursa Teknik Üniversitesi-Orman Fakültesi) ve Dr. Milos KNÍŽEK (Prag Ormancılık ve Yaban Hayatı Araştırma Enstitüsü-Çek Cumhuriyeti) tarafından gerçekleştirilmiştir.

3. Bulgular

Çalışma sonucunda Oltu yöresindeki meşe ormanlarında 5 adet Scolytinae türü tespit edilmiştir. Bu türlerin belirlenmesinde geniş bir literatür taraması ve detaylı morfolojik incelemeler gerçekleştirilmiştir. Scolytinae türlerinin morfolojik

teşhisinde Löbl ve Smetana (2011)'in teşhis anahtarları kullanılmıştır. İncelenen materyaller hakkında bilgiler ve bazı önemli türlerin (*Anisandrus dispar* ve *Xyleborinus saxesenii*) ergin sayıları, uçuş periyotları aşağıda verilmiştir.

Supertribüs: Scolytitae Latreille, 1804

Tribüs: Scolytini Latreille, 1804

***Scolytus intricatus* (Ratzeburg, 1837)**

İncelenen Materyal: *Quercus cerris*: Oltu, 20.06.2022 ve 10.07.2022 (Şekil 3).

Konukçu Bitkiler: *Aesculus hippocastanum*, *Betula costata*, *B. verrucosa*, *B. alba*, *Castanea sativa*, *Fagus sylvatica* subsp. *sylvatica*, *Fagus sylvatica* subsp. *orientalis*, *Quercus canariensis*, *Q. robur*, *Q. cerris*, *Q. castaneifolia*, *Q. castaneifolia* var. *incana*, *Q. coccifera*, *Q. frainetto*, *Q. ilex*, *Q. lusitanica*, *Q. petraea*, *Q. pubescens*, *Ulmus minor* ve *U. leavis* taksonlarıdır (Pfeffer, 1995; Bright ve Skidmore, 2002).

Yayılışı: Avusturya, Azerbaycan, Almanya, Belçika, Beyaz Rusya, Bosna-Hersek, Bulgaristan, Cezayir, Çekya, Danimarka, Estonya, Fas, Finlandiya, Fransa, Hırvatistan, Hollanda, İngiltere, İran, İspanya, İsveç, İsviçre, İtalya, Kanada, Kafkasya, Kazakistan, Kuzey Kore, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Macaristan, Makedonya, Norveç, Polonya, Romanya, Rusya, Sırbistan, Slovakya, Tunus ve Türkiye'de tespit edilmiştir (Markovic ve Stojanovic, 1996; Tiberi ve Ragazi, 1998; Zúbrik vd., 1999; Löbl ve Smetana, 2011).

Türkiye Kayıtları: Bursa, Düzce, Hatay, İstanbul, Isparta ve Sinop'da yayılışı bildirilmiştir (Selmi, 1998; Sarıkaya, 2013a; Sayın, 2014; Gencal, 2022).



Şekil 3. *Scolytus intricatus* (Ratzeburg, 1837) ergini.
Figure 3. *Scolytus intricatus* (Ratzeburg, 1837) adult.

***Scolytus rugulosus* (P.W.J. Müller, 1818)**

İncelenen Materyal: *Quercus cerris*: Oltu, 30.08.2022 ve 10.09.2022 (Şekil 4).

Konukçu Bitkiler: *Acer undulatum*, *Malus domestica*, *Prunus armeniaca*, *Prunus avium*, *P. bucharica*, *P. cerasus*, *P. insititia*, *P. spinosa*, *Sorbus torminalis*, *Taxus baccata*, *Tilia tomentosa*, *Quercus cerris* türleri yer almaktadır (Pfeffer, 1995; Selmi, 1998; Sarıkaya, 2013a; Sayın, 2014; Gencal, 2022).

Yayılışı: ABD, Almanya, Arnavutluk, Avusturya, Azerbaycan, Belarus, Belçika, Bosna-Hersek, Bulgaristan, Büyük Britanya, Cezayir, Çekya, Danimarka, Estonya, Fas, Finlandiya, Fransa, Hırvatistan, Irak, İran, İrlanda, İsrail, İspanya, İsveç, İsviçre, İtalya, Kıbrıs, Kazakistan, Letonya, Litvanya, Lübnan, Lüksemburg, Macaristan, Malta, Makedonya, Mısır,

Moğolistan, Norveç, Pakistan, Polonya, Portekiz, Romanya, Rusya, Sırbistan-Karadağ, Slovakya, Slovenya, Suudi Arabistan, Suriye, Tunus, Türkiye, Ukrayna ve Yunanistan bulunmaktadır (Löbl ve Smetana, 2011).

Türkiye Kayıtları: Adana, Amasya, Ankara, Antalya, Balıkesir, Bursa, Denizli, Edirne, Isparta, İstanbul, İzmir, Kahramanmaraş, Malatya, Manisa, Mersin, Muğla, Niğde, Osmaniye ve Trabzon illerinde yaygın olarak bulunmaktadır (Selmi, 1998).



Şekil 4. *Scolytus rugulosus* (P.W.J. Müller, 1818) ergini.
Figure 4. *Scolytus rugulosus* (P.W.J. Müller, 1818) adult.

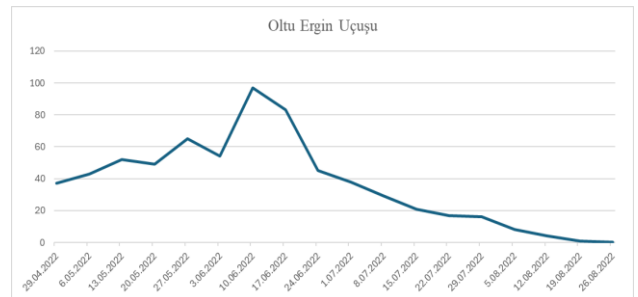
Supertribüs: Scolytitae Latreille, 1804

Tribüs: Xyleborini LeConte, 1876

***Anisandrus dispar* (Fabricius, 1792)**

İncelenen Materyal: *Quercus cerris*: Oltu, 29.04.2022 (37), 06.05.2022 (43), 13.05.2022 (52), 20.05.2022 (49), 27.05.2022 (65), 03.06.2022 (54), 10.06.2022 (97), 17.06.2022 (83), 24.06.2022 (45), 01.07.2022 (38), 8.07.2022 (29), 15.07.2022 (21), 22.07.2022 (17), 29.07.2022 (16), 05.08.2022 (8), 12.08.2022 (4), 19.08.2022 (1), 26.08.2022 (0) (Şekil 5).

Uçuş Periyotları: Oltu yöresi örnekleme sahasında *Anisandrus dispar* (Fabricius)'ın uçuş periyodunu belirlemek amacıyla 22.04.2022 tarihinde 10 adet kırmızı renkli yapışkan tuzak tesis edilmiştir. İlk kontrol tarihi olan 29.04.2022 'de 37 ergin tespit edilmiş olup, popülasyonun en üst seviyede olduğu 10.04.2022 tarihinde ise 97 adet ergin belirlenmiştir. İlerleyen tarihlerde ergin sayıları giderek düşüş göstermiştir (Şekil 5).



Şekil 5. *Anisandrus dispar* (Fabricius)'ın Oltu yöresindeki ergin uçuşu.

Figure 3. Adult flight of *Anisandrus dispar* (Fabricius) in Oltu region.

Konukçu Bitkiler: *Actinidia chinensis*, *Carpinus betulus*, *Castanea sativa*, *Corylus avellana*, *Malus domestica*, *Populus nigra*, *Prunus cerasus*, *Quercus* spp., *Tilia* spp. ve *Ulmus* spp. taksonları yer almaktadır (Alkan, 1946; Schedl, 1961; Pfeffer, 1995; Yıldız, 2012; Sarıkaya, 2013a; Sarıkaya, 2013b; Gençal, 2022).

Yayılışı: Azerbaycan, Avustralya, Belarus, Belçika, Bosna Hersek, Bulgaristan, Çekya, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Güney Kore, Hırvatistan, Hollanda, İran, İspanya, İsveç, İsviçre, İtalya, Japonya, Kazakistan, Kuzey Kore, Letonya, Litvanya, Macaristan, Makedonya, Moldova, Moğolistan, Norveç, Polonya, Rusya, Almanya, Büyük Britanya, Sırbistan-Karadağ, Slovakya, Slovenya, Türkiye, Ukrayna, Yunanistan yayılışı bildirilmiştir (Löbl ve Smetana, 2011).

Türkiye Kayıtları: Ülkemizde bu türün Ankara, Artvin, Bartın, Bolu, Bursa, Çorum, Denizli, Edirne, Giresun, Gümüşhane, Hatay, İstanbul, Isparta, Karabük, Kastamonu, Muğla, Niğde, Ordu, Rize, Sakarya, Samsun, Trabzon, Zonguldak illerinde yaygın olduğu bildirilmiştir (Selmi 1998).



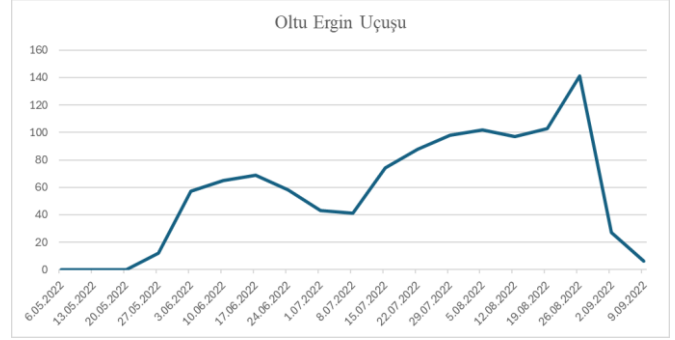
Şekil 6. *Anisandrus dispar* (Fabricius) ergini.
Figure 6. *Anisandrus dispar* (Fabricius) adult.

Xyleborinus saxesenii (Ratzeburg, 1837)

İncelenen Materyal: *Quercus cerris*: Oltu, 06.05.2022 (0), 13.05.2022 (0), 20.05.2022 (0), 27.05.2022 (12), 03.06.2022 (57), 10.06.2022 (65), 17.06.2022 (69), 24.06.2022 (58), 01.07.2022 (43), 08.07.2022 (41), 15.07.2022 (74), 22.07.2022 (88), 29.07.2022 (98), 05.08.2022 (102), 12.08.2022 (97), 19.08.2022 (103), 26.08.2022 (141), 02.09.2022 (27), 09.09.2022 (6) (Şekil 8).

Uçuş Periyotları: Oltu yöresi örnekleme sahasında *Xyleborinus saxesenii* (Ratzeburg, 1837)'nin uçuş periyodunu belirlemek amacıyla 29.06.2022 tarihinde 10 adet kırmızı renkli yapışkan tuzak tesis edilmiştir. Tuzaklara ilk ergin düşüşü 27.05.2022 tarihinde 12 adet belirlenmiş olup, popülasyonun en üst seviyede olduğu 26.08.2022 tarihinde ise 141 adet ergin belirlenmiştir. İlerleyen tarihlerde ergin sayıları giderek düşüş göstermiştir (Şekil 7).

Konukçu Bitkiler: *Abies cilicica*, *A. nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*, *Alnus* sp., *Betula* spp., *Camellia* spp., *Carpinus betulus*, *Castanea mollissima*, *Cedrus libani*, *Chamaecyparis* spp., *Cupressus* spp., *Eucalyptus* sp., *Fagus sylvatica* subsp. *orientalis*, *Fraxinus ornus*, *Juglans regia*, *Juniperus excelsa*, *Larix* spp., *Liquidambar orientalis*, *Malus* spp., *Pinus nigra*, *Populus* spp., *Prunus armeniaca*, *Q. petraea*, *Q. robur*, *Quercus cerris*, *Tilia cordata*, *Ulmus* spp. türleridir (Schedl, 1961; Pfeffer, 1995; Selmi, 1998; Yıldız, 2012; Sarıkaya, 2013a; Sarıkaya, 2013b; Sarıkaya ve Sayın, 2015; Gençal, 2022).



Şekil 7. *Xyleborinus saxesenii* (Ratzeburg, 1837)'nin Oltu yöresindeki ergin uçuşu.

Figure 4. Adult flight of *Xyleborinus saxesenii* (Ratzeburg, 1837) in Oltu region.

Yayılışı: Almanya, Arnavutluk, Avustralya, Azerbaycan, Belarus, Belçika, Bulgaristan, Cezayir, Çekya, Çin, Danimarka, Estonya, Fas, Fransa, Güney Kore, Hindistan, Hollanda, Hırvatistan, İran, İspanya, İsrail, İsveç, İsviçre, İtalya, Japonya, Kanarya Adaları, Kazakistan, Kırgızistan, Kuzey Kore, Letonya, Libya, Litvanya, Lüksemburg, Macaristan, Madeira Adaları, Makedonya, Malta, Moldova, Moğolistan, Mısır, Norveç, Polonya, Portekiz, Romanya, Rusya, Sırbistan-Karadağ, Slovakya, Slovenya, Suriye, Tacikistan, Tunus, Türkiye, Türkmenistan, Ukrayna, Yunanistan'da yayılış gösterdiği belirlenmiştir (Löbl ve Smetana, 2011).

Türkiye Kayıtları: Ülkemizde, bu tür Amasya, Antalya, Artvin, Bolu, Düzce, Edirne, Giresun, Hatay, İstanbul, Isparta, Kocaeli, Konya, Mersin, Muğla, Ordu, Rize, Sakarya, Samsun, Sinop, Trabzon, Zonguldak illerinde yayılış göstermektedir (Selmi, 1998; Yıldız, 2012; Sarıkaya, 2013a, Sarıkaya, 2013b; Sarıkaya ve Sayın, 2015; Gençal, 2022).



Şekil 8. *Xyleborinus saxesenii* (Ratzeburg, 1837) ergini.
Figure 8. *Xyleborinus saxesenii* (Ratzeburg, 1837) adult.

Supertribüs: Scolytitae Latreille, 1804

Tribüs: Xyloterini LeConte, 1876

Trypodendron signatum (Fabricius, 1792)

İncelenen Materyal: *Quercus cerris*: Oltu, 01.06.2022 ve 14.06.2022 (Şekil 9).

Konukçu Bitkiler: *Acer platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *Betula pendula*, *B. pubescens*, *Fraxinus excelsior*, *F. ornus*, *Populus* spp., *Quercus petraea*, *Q. robur* yer almaktadır (Pfeffer, 1995).

Yayılışı: Almanya, Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Çekya, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Güney Kore, Hırvatistan, Hollanda, İran, İspanya, İsveç, İsviçre, İtalya, Japonya, Kuzey Kore, Letonya, Litvanya, Macaristan, Makedonya,

Moğolistan, Polonya, Rusya, Sırbistan-Karadağ, Slovakya, Slovenya, Türkiye, Ukrayna, Yunanistan'da görüldüğü belirtilmiştir (Löbl ve Smetana, 2011).

Türkiye Kayıtları: Ülkemizde Edirne, Gümüşhane, İstanbul, Karabük, Sakarya, Sinop, Trabzon'da tespit edilmiştir (Selmi, 1998; Bakkaloğlu, 2019).



Şekil 9. *Trypodendron signatum* (Fabricius, 1792) ergini.
Figure 10. *Trypodendron signatum* (Fabricius, 1792) adult.

6. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, Oltu bölgesindeki meşe ormanlarında *Anisandrus dispar*, *Scolytus intricatus*, *S. rugulosus*, *Trypodendron signatum* ve *Xyleborinus saxeseni* olmak üzere beş Scolytinae türünün varlığı belirlenmiştir. Özellikle *Anisandrus dispar* ve *Xyleborinus saxeseni* türlerinin popülasyon yoğunluğunun yaygın olması sebebiyle ergin uçuş dönemleri üzerinde yoğunlaşmış, bu türlerin ergin uçuş zamanları incelenmiştir. Bulgular, tuzaklara yakalanan ergin sayısının sezon boyunca nasıl değiştiğini ve en yüksek sayıda ergin çıkışının hangi aylarda gözlemlendiğini ortaya koymaktadır.

İlgili literatür incelendiğinde, bu türlerin Oltu yöresi için yeni kayıt olduğu anlaşılmıştır. Bu kapsamda, kırmızı yapışkan tuzaklarda yoğun olarak yakalanan *A. dispar* erginlerinin Nisan ayının sonlarına doğru tuzaklara gelmeye başladığı ve Ağustos ayına kadar devam ettiği, Haziran ayında ise en yüksek seviyeye ulaştığı gözlemlenmiştir. Diğer taraftan, *X. saxeseni*'nin aktif uçuş periyodu Mayıs ayının sonundan Eylül ayına kadar sürmekte olup, Ağustos ayının sonunda tuzaklarda en yüksek ergin sayısına ulaşıldığı tespit edilmiştir. Bu bulgular, Saruhan ve Akyol (2012), Sayın (2014) ve Gencal (2022) tarafından yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Çalışmanın sonuçları, Oltu meşe ormanlarında Scolytinae türlerinin çeşitliliğini ve belirli önemli türlerin uçuş dinamiklerini ortaya koyarak zararlı kontrol stratejileri açısından önemli bilgiler sunmaktadır. Özellikle, zararlı türlerin aktivite dönemlerinin belirlenmesi, bu türlerin yönetimi için uygun zamanlama stratejilerinin geliştirilmesinde kritik bir rol oynamaktadır. İklim değişikliğinin etkisiyle Scolytinae alt familyasına ait türlerin zamanla epidemik davranışlar sergileme eğilimi gösterdiği bilinmektedir. Ancak mevcut durumda böyle bir riskin ortaya çıkmadığı tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarından elde edilen türler, yöre faunasına önemli katkılar sağlamaktadır.

Teşekkür

Bu çalışma, birinci yazar Zihni Burak YAZAR'ın yürütücülüğünde tamamlanan ve "2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı" kapsamında desteklenen proje sonuçlarının bir bölümünü içermektedir.

Yazar katkıları

Fikir: Z.B.Y., O.S.; Tasarım: Z.B.Y., T.G.; Yönetim: O.S.; Veri Toplama: Z.B.Y.; Analizler: O.S., T.G.; Literatür taraması: Z.B.Y.; Kalem: Alma: Z.B.Y., T.G., O.S.; Son Kontrol: O.S.

Etik kurul izni

Bu çalışmada etik kurul izni gerekmemektedir.

Kaynaklar

- Akkemik, Ü., Sevgi, O., Yılmaz, H., Sevgi, E., (2019). Herdem Yeşil Meşelerin Türkçe Adları Üzerine Bir Değerlendirme. *Avrasya Terim Dergisi*, 7(1), 26-33. <https://doi.org/10.31451/ejtd.640106>
- Alkan, B., 1946. Kızılcahamam, Bolu (Abant ve Düzce) ormanlarında yapılan entomolojik araştırmalar, *Orman ve Av dergisi*, No. 3-4: 112-119, 139-46.
- Anşın, R., Özkan, C., 2006. "Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta) Odunu Taksonlar", K.T.Ü. Orman Fak. 167, s.19, Trabzon.
- Bakkaloğlu, A. Ç. (2019). Edirne Kent Ormanında Zararlı Biyotik Etmenlerin Belirlenmesi ve Mücadele Yöntemleri. (Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Bright, D.E., Skidmore, R.E., 2002. A catalog of Scolytinae ve Platypodidae (Coleoptera), Supplement 2 (1995-1999). Ontario: NRC Research Press. viii+523 p.
- Çağlar, Y., 2003. Dendroloji (Ağaçbilim) ve Orman Ekolojisi "Okulu" ders notları, Kırsal Çevre ve Ormancılık Sorunları Araştırma Derneği yay, No: 13, s.70-73, Ankara.
- Gencal, T., 2022. Bursa Orman İşletme Müdürlüğü sahalarda Scolytinae (Col.: Curculionidae) türleri üzerine gözlemler (Yüksek Lisans Tezi). Bursa Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü., Bursa.
- Knížek, M., 2011. Scolytinae, In: Löbl, I. & Smetana, A. (Eds), Catalogue of Palaearctic Coleoptera, Vol. 7., Apollo Books, Stenstrup, 86-87, 204-251.
- Löbl, I., Smetana, A. 2011. Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Volume 7: Curculionoidea I. Apollo Books.
- Markovic, C., Stojanovic, A., 1996. Parazitoidni kompleks *Scolytus intricatus* Ratz. (Coleoptera, Scolytinae) na području Srbije. *Zastita Bilja*, 47: 255-266.
- OGM, 2023. Ormancılık İstatistikleri 2023. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Pearce, D., & Pearce, C., 2001. The value of forest ecosystems: A report to the Secretariat Convention on Biological Diversity. *University College London, London*.
- Pfeffer, A., 1995. Zentral und westpaläarktische Borken und Kernkäfer. *Naturhistorisches Museum Basel*, 310 s.
- Sarikaya, O., 2013a. Bark and Ambrosia Beetles Collected from Turkey Oak (*Quercus cerris* L.) Forests in Isparta Province of Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 12(11): 1038-1043.
- Sarikaya, O., 2019. Kahramanmaraş-Andırın Yöresi Relikt Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) Ormanlarında Kırmızı Renkli Yapışkan Tuzaklarla Tespit Edilen Kabuk ve Ambrosya Böcekleri

(Col.: Curculionidae: Scolytinae ve Platypodinae) Üzerine Notlar. *Academic Platform-Journal of Engineering and Science*, 7(1), 149-154.

Sarıkaya, O., Knizek, M., 2017. *Scolytus koenigi* Scheyvrew, 1890: A new record for Turkish Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) fauna. *Journal of the Entomological Research Society*, 19(1), 95-99.

Sarıkaya, O., Sayın, H., 2015. Observation on the flight activities of the two ambrosia beetles *Anisandrus dispar* (Fabricius, 1792.) and *Xyleborinus saxesenii*. (Ratzeburg, 1837.) in Kasnak oak forest nature protection area in the South Western of Turkey. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, 4(2), 1473-2319.

Saruhan, İ., Akyol, H., 2012. Monitoring population density and fluctuations of *Anisandrus dispar* and *Xyleborinus saxesenii* (Coleoptera: Scolytinae, Curculionidae) in hazelnut orchards. *African Journal of Biotechnology*, 11(18), 4202-4207.

Sayın, H., 2014. Kasnak Meşesi Tabiatı Koruma Alanı (Isparta-Eğirdir) Geniş Yapraklı Orman Ağaçlarında Kabuk Böceği Türlerinin Tespit Edilmesi ve Önemli Türlerin Uçuş Dönemlerinin Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Isparta.

Schedl, K.E., 1961. Borkenkäfer aus der Türkei, II. Mitteilung 190. Beitrag zur Morphologie and Systematik der Scolytoidea, 34(12): 184-188.

Selmi, E., 1998. Türkiye Kabuk Böcekleri ve Savaşı, İ.Ü. Yayın No: 4042, Fen Bilimleri Enstitüsü Yayın No : 11, 196 s., İstanbul.

Tiberi, R., Ragazzi, A., 1998. Association between fungi and xylophagous insects of declining oaks in Italy. *Redia*, 81: 83-91.

Yeşilöz, F., 2011, *Quercus pubescens* Willd. Bitkisi Üzerinde Fito-terapötik Araştırmalar, Gazi Üniv, sağlık Bilimleri Enst. Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, s. 13-14, Ankara.

Yıldız, Y., 2012. Bartın ve Karabük Ormanlarının Scolytidae Faunası ve Bazı Önemli Türlerin Biyolojilerinin Belirlenmesi. (Doktora Tezi). Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Zúbrik, M., Novotný, J., Turani M., Leontovy, R., 1999. The dominant pest and injurious agents in Slovakia, Proceedings of the Second Workshop of the IUFRO Working Party 7.03.10, April 20-23, 1999, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, Sion-Châteauneuf, Switzerland. p. 36-41.



Orman yangınlarında iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının değerlendirilebilmesi için AHP ve ANP yöntemleri ile ölçütlerin belirlenmesi: Türkiye Örneği

Determination of criteria with AHP and ANP methods for the evaluation of occupational health and safety practices in forest fires: The Case of Turkey

Burcu Tezcan¹ , Tamer Eren^{1*} 

¹Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Kırıkkale, Türkiye.

Sorumlu yazar:

*Tamer EREN

E-mail:

tamereren@gmail.com

Gönderim Tarihi:

07/06/2024

Kabul Tarihi:

06/08/2024

Atıf:

Tezcan, B., Eren, T. 2024. Orman yangınlarında iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının değerlendirilebilmesi için AHP ve ANP yöntemleri ile ölçütlerin belirlenmesi: Türkiye Örneği. Ağaç ve Orman, 5(2): 98-105. DOI: 10.59751/agacorman.1497688

Özet

Çalışmada, Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) Yöntemleri kullanılarak Türkiye’de meydana gelen orman yangınlarında iş sağlığı ve güvenliğinde (İSG) en önemli ölçütlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Eğitim ve sağlık kontrol faaliyetleri, iş kazası istatistikleri, risk değerlendirme istatistikleri, iş sağlığı ve güvenliği faaliyetleri ana ölçüt olarak belirlenmiştir. Alt ölçütler ise orman yangınından etkilenen çalışan sayısı, iş kazası sıklık oranı, iş kazası ağırlık oranı, orman yangın risklerinin belirlenmesi, yangın çıkış noktalarının belirlenmesi, yangın davranışının analiz edilmesi, İSG kontrolü, düzeltici faaliyetler, önleyici faaliyetler, tehlikeli ortam tespitleri, iş sağlığı ve güvenliği eğitimi, periyodik sağlık kontrolleri, acil durum senaryolarının tatbikatı, ekipler arasındaki etkili iletişim ve yangın söndürme ekiplerine uygun ekipmanın verilmesidir. Toplamda 4 ana ölçüt ve 15 alt ölçüt Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve Analitik Ağ Prosesi (AAP) yöntemleri kullanılarak 8 uzman tarafından değerlendirilmiştir. Bu uzmanlar Orman Genel Müdürlüğünde çalışmaktadır. İki yöntemden elde edilen sonuçlara göre İSG eğitimi ilk sıradır. Orman yangınlarında iş sağlığı ve güvenliği performansının değerlendirilmesi İSG uzmanlarına, Orman Genel Müdürlüğü (OGM) yöneticilerine ve gelecekteki çalışmalara ışık tutacaktır.

Anahtar kelimeler: AAP, AHP, İSG, Orman yangını.

Abstract

In this study, it was aimed to determine the most important criteria in occupational health and safety in forest fires occurring in Turkey using Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods. Training and health control activities, occupational accident statistics, risk assessment statistics, and occupational health and safety activities were determined as the main criteria. The sub-criteria are the number of employees affected by forest fires, occupational accident frequency rate, occupational accident severity rate, determination of forest fire risks, determination of fire exit points, analyzing the spread of fire, OHS control, corrective actions, preventive actions, hazardous environment determinations, occupational health and safety training, periodic health checks, drills of emergency scenarios, effective communication between teams and providing appropriate equipment to fire fighting teams. In total, 4 main criteria and 15 sub-criteria were evaluated by 8 experts using Analytic Hierarchy Process (AHP) and Analytic Network Process (ANP) methods. These experts work at the General Directorate of Forestry. According to the results obtained from the two methods, OHS training ranks first. In addition, the evaluation of occupational health and safety (OHS) performance in forest fires will shed light on OHS experts, General Directorate of Forestry (OGM) Managers, and future studies.

Keywords: ANP, AHP, OHS, wildfire.

1. Giriş

Akdeniz bölgesinden Marmara bölgesine kadar uzanan sahil şeridinde toplam 12 milyon hektarlık alan, birinci derece yangın tehlikesi sınıfındadır (Akay vd., (2008). Ormancılık faaliyetleri arasında en tehlikeli iş orman yangınları ile mücadeledir. Bu mücadelede yangın üçgeni olarak ifade edilen ısı kaynağı, yanıcı madde, oksijenden eskiden sadece yanıcı maddeye müdahale edilir iken son zamanlarda suyla yangına, kimyasal ile oksijene müdahale edilmeye başlamıştır. Bu nedenle, kullanılan araç ve gerecin sayısında artış olduğundan müdahale aşamasında oluşacak tehlikelerin sayısında artış

meydana gelmiştir (Sayın vd., (2014). Bu aşama, görevli personelin çalışma ortamı, güvenliği ve sağlığı açısından tehdit oluşturmaktadır (Akay ve Yenilmez 2007). Dolayısıyla orman yangınlarına müdahale etkin ve güvenilir olarak yürütülmelidir. Yangınla mücadele ekibinde bulunan personel sağlıklı, doğa koşullarına ve zorlu araziye karşı dayanıklı ve teknik açıdan donanımlı olmalıdır (Akay vd., 2008).

Başkar Doğan, (2021) çalışmasında orman yangınlarından dolayı meydana gelen iş kazalarının önlenmesi için yeni geliştirilen modeller ve uygulamaların kullanılmasını, yangında görev alan işçilerin teknolojiye uygun kişisel koruyucu donanımı kullanmasını, orman yangınlarında meydana gelen

kazaların azaltılmasını ve iş güvenliğinin ön plana çıkarılmasını dikkate almıştır. Sayın vd., (2014) çalışmalarında iş sağlığı ve güvenliğinde dikkate alınması gereken riskler, tehlikeler ve önlemleri belirleyip OGM'ne öneriler sunmuşlardır. Riskleri ve tehlikeleri tespit ederken kalitatif yöntem kullanmışlardır. Gümüş ve Yılmaz, (2011) çalışmasında orman yangınında çalışan işçilerin çalışma ortamlarını incelemişlerdir. Anket uygulaması yaparak başlıca sebepler belirlemişlerdir. Ankette özellikle iş sağlığı ve güvenliği, birikimsel yorgunluk, mesleki memnuniyet hakkında sorulara yer vermişlerdir. Elde edilen verilerle istatistiksel analiz yapmışlardır. Yangında çalışan işçilerin ısıya dayanıklı koruyucu kıyafet ve ekipman kullanmadığını tespit etmişlerdir. Çalışmasında inşaat sektöründe yüksekten düşme kazalarını etkileyen kriterlerin önceliklendirilmesini ele almıştır. Çalışmada DEMATEL ve AAP yöntemleri kullanılmıştır. Sonuçlara göre inşaatların güvensiz koşullarının azaltılması ve organizasyonel faktörlere önem verilmesi gerektiği belirlenmiştir. Podgórski, (2015) çalışmasında iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemlerinin operasyonel performansını ölçmek için önde gelen temel performans göstergelerinin seçimi için AHP yöntemi kullanmıştır. Sonuç olarak meydana gelen tehlikelerin türlerine, sanayi sektörüne ve işletmenin büyüklüğüne yer vermiştir.

Bu çalışmada, Türkiye'nin orman yangınlarındaki iş sağlığı ve güvenliği alanındaki uygulamalarını değerlendirmek için ÇÖKV yöntemleri kullanılmıştır. Çalışma performans ölçümünün hangi ölçütlere bağlı olduğunu tespit etmeyi ve iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Bu değerlendirmelerle belirlenen ölçütlere göre uygulamaların güçlü ve zayıf yönlerine ilişkin bilgiler sağlanmış olacak ve bu konudaki iyileştirmelere katkı sağlayacaktır.

Türkiye'de sıkça meydana gelen orman yangınları hem doğal ekosistemlere hem de yangınla mücadele eden çalışanlara ciddi zararlar vermektedir. Orman yangınları ağaçları, bitki örtüsünü ve hayvan yaşamını yok ederek büyük çevresel kayıplara yol açmaktadır. Ayrıca yangınla mücadele eden itfaiyeciler, orman işçileri ve gönüllüler, yüksek sıcaklık, yoğun duman ve fiziksel yaralanmalar gibi tehlikelerle karşı karşıya kalmaktadır. Bu nedenle yangınların önlenmesi, hızlı müdahale stratejilerinin geliştirilmesi ve yangın sonrası iyileştirme çalışmaları büyük önem taşımaktadır. Etkili yangın söndürme ekipmanlarının kullanımı, personelin eğitimi ve orman bakımının düzenli olarak yapılması, yangın riskini azaltmak için alınması gereken önlemler arasındadır. Yangınla mücadelede çalışanların güvenliğini sağlamak, iş sağlığı ve güvenliği performansını değerlendirmek, yangınların etkilerini en aza indirmek için kritik bir adımdır. Bu çalışma, Türkiye'deki orman yangınlarına yönelik iş sağlığı ve güvenliği performansını değerlendirmeyi amaçlayan yeni ve önemli bir girişimi temsil etmektedir. Bu girişim, yangınla mücadele eden personelin güvenliğini artırmayı ve orman yangınlarının yol açtığı zararları azaltmayı hedeflemektedir.

2. Materyal ve Yöntem

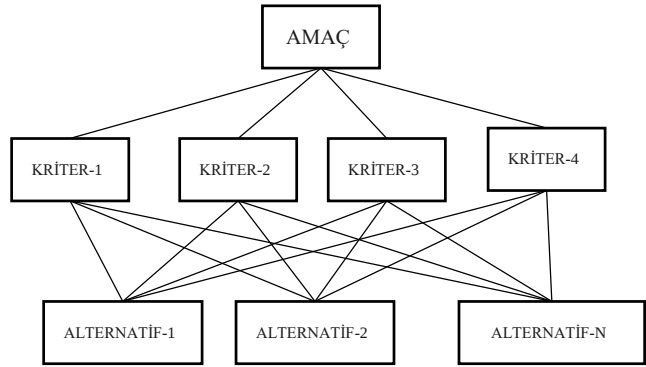
Çok ölçütlü karar verme (ÇÖKV) yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve Analitik Ağ Süreci (AAP) kullanılarak karar verme süreçleri incelenmiştir. Karar verme probleminin yapısı ve ilgili kriterler belirlenerek kriterler ve

alternatifler arasındaki bağlantılar tanımlanmalıdır. Aşağıda yöntemin adımları verilmiştir.

2.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi

AHP, ÇÖKV yöntemlerinde en sık kullanılan yöntemlerden biridir. Saaty, (1987) tarafından geliştirilen hem niceliksel hem de niteliksel bir yöntem olan AHP, belirsizlik içeren ÇÖKV problemlerinde karar vericinin sahip olduğu tecrübelerini, bilgisini ve sezgisini verecek olduğu karara dahil ederek çözüme ulaştırır (Chen ve Wang, 2010; Tezcan vd., 2023). Bu nedenle AHP yönteminde kararların doğruluğu ve kalitesi, büyük ölçüde karar vericilerin deneyim ve bilgi birikimine bağlıdır. (Ecer, 2014).

AHP hiyerarşisi genellikle hedefleri, ölçütleri ve alternatifleri içeren üç bölümden oluşmaktadır (Pal vd., 2013). Özellikle özelliğinin bulunduğu problemlerde daha etkin bir karar verme yöntemi ve aşamalı yapıda alt ölçütlerin bulunduğu problemlerin çözümüne uygundur (Görener vd., 2012). Bir karar verme probleminin AHP ile çözülebilmesi için gerçekleştirilmesi gereken adımlar (Kara vd., 2023) Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. AHP hiyerarşik yapısı (Supçiller ve Çapraz, 2011).
Figure 1. AHP hierarchical structure (Supçiller ve Çapraz, 2011).

Bu çalışmada orman yangınlarındaki iş sağlığı ve güvenliği performansında etkili olan ölçütlerin hiyerarşik yapısı oluşturulmuştur (Şekil 2).

Bu çalışmada, Türkiye'de bir orman yangını meydana geldiğinde iş sağlığı ve güvenliği performansının ölçütlere göre önceliklendirilmesi için iki yöntem kullanılmış olup Şekil 3'te özetlenmiştir. Literatür çalışmaları dikkate alındığında orman yangınlarındaki İSG çalışmaları AHP ve AAP yöntemleri kullanılarak (Oral vd., 2020; Tezcan & Eren, (2022) karşılaştırılmıştır.

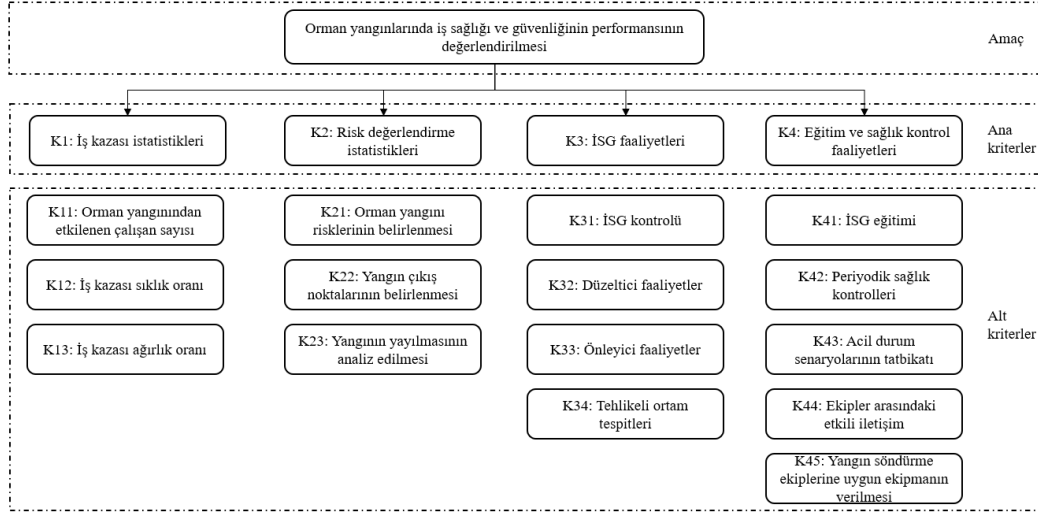
Adım 1: Bu çalışma Türkiye'de sıkça meydana gelen orman yangınlarının, yangınla mücadele eden çalışanların iş sağlığı ve güvenliği üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlanmaktadır. Orman yangınlarında can kayıplarını, yaralanmaları ve yangınların neden olduğu zararları azaltmak için etkili stratejiler geliştirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda AHP ve ANP kullanılarak, yangınla mücadelede iş sağlığı ve güvenliği performansının değerlendirilmesi hedeflenmektedir.

Adım 2: Hiyerarşik yapı oluşturulur.

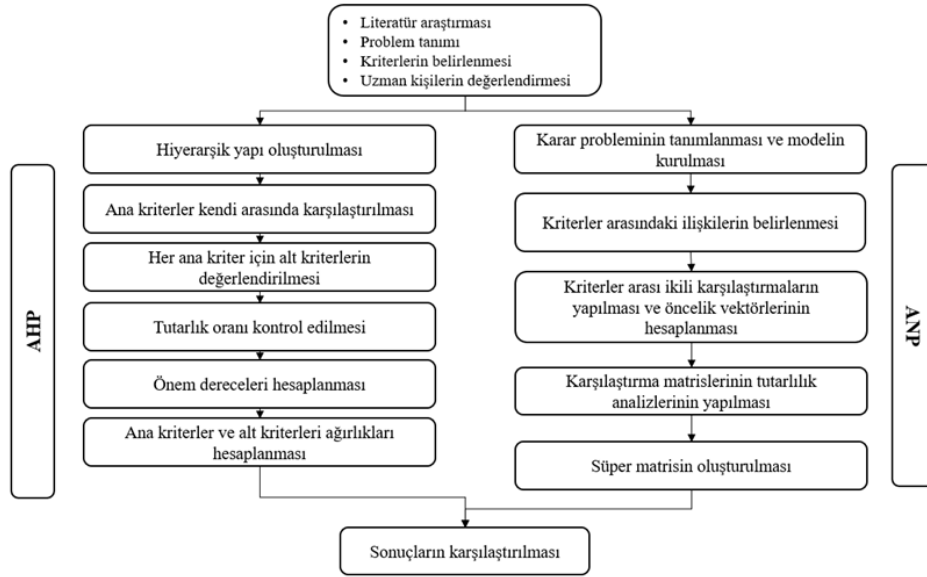
İş sağlığı ve güvenliğinde önemli ölçütlerin belirlenmesi için hem uzman görüşlerinin farlılıkları hem de nitel görüşlerin

rasyonelleştirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada orman yangınları iş sağlığı ve güvenliği konusunda 8 uzman karar verici ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu uzmanlar Bölge Müdürlükleri'nde çalışmaktadır. Bunun yanı sıra literatürdeki

araştırmalar da incelenmiştir. Tablo 1'de uzman ekibin bilgileri verilmiştir. Uzman ekip mühendislerden oluşmaktadır.



Şekil 2. Hiyerarşik yapı.
Figure 2. Hierarchical structure.



Şekil 3. Çalışma iş akış şeması.
Figure 3. Work workflow chart.

Tablo 1. Uzman ekibin işyeri ve tecrübe yılları.
Table 1. Workplace and years of experience of the expert team.

Uzman kişi no	Müdürlükler	Tecrübe yılları
U1	Ağaçlandırma Şube Müdürlüğü	25
U2	Ekosistem Hizmetleri Şube Müdürlüğü	21
U3	Planlama ve Değerlendirme Şube Müdürlüğü	18
U4	Orman İdaresi ve Planlama Şube Müdürlüğü	23
U5	Orman Yangınlarıyla Mücadele Şube Müdürlüğü	30
U6	Orman Zararlılarıyla Mücadele Şube Müdürlüğü	19
U7	Personel Şube Müdürlüğü	14
U8	Bilgi Sistemleri Şube Müdürlüğü	12

Uzmanlar ile yüz yüze görüşme sonrasında orman yangınlarında iş sağlığı ve güvenliğinde etkili olan ölçütler dört ana grupta toplanmıştır: iş kazası istatistikleri, risk değerlendirme istatistikleri, İSG faaliyetleri, eğitim ve sağlık kontrolü faaliyetleri. Alt ölçüt grubu ise 15 olarak belirlenmiştir. Bunlar; orman yangınından etkilenen çalışanların sayısı, bu iş kazasının sıklık oranı, iş kazasının ağırlık oranı, orman yangını risklerinin belirlenmesi, yangın çıkış noktalarının belirlenmesi, yangının davranışının analiz edilmesi, İSG kontrolü, düzeltici faaliyetler, önleyici faaliyetler, tehlikeli ortam tespitleri, İSG

eğitimi, periyodik sağlık kontrolleri, acil durum senaryolarının tatbikatı, ekipler arasındaki etkili iletişim ve yangın söndürme ekiplerine uygun ekipmanın verilmesidir. Bu ana ve alt ölçütler literatürden faydalanılarak açıklanmıştır (Tablo 2).

Adım 3: Kare matris (ikili karşılaştırma) oluşturulur. Tablo 3 incelenip nxn matris kurulur. Anket yapılarak $n(n-1)/2$ tane ikili karşılaştırma yapılır ve bu karşılaştırmalar için Tablo 4'te verilen ölçek kullanılır.

Tablo 2. Ölçütlerin açıklaması (Küçükarslan vd., 2023) .
Table 2. Description of the criteria (Küçükarslan et al., 2023).

Ölçüt	Alt ölçütler	Açıklaması
İş kazası istatistikleri (K1)	Orman yangınından etkilenen çalışanların sayısı (K11)	Orman yangınları sırasında etkilenen çalışanların sayısıdır. Etkilenen kişilerin durumu, sağlık durumları ve güvenli bir şekilde tahliyeleri önemlidir.
	İş kazasının sıklık oranı (K12)	Orman yangınlarındaki iş kazalarının sıklığını ölçer. Belirli sürede meydana gelen iş kazası sayısını dikkate alır.
	İş kazasının ağırlık oranı (K13)	Meydana gelen iş kazalarının ciddiyetini ifade eder; iş kazalarının neden olduğu yaralanmanın veya zararın şiddetini ölçer.
Risk Değerlendirme istatistikleri (K2)	Orman yangını risklerinin belirlenmesi (K21)	Orman yangını risklerini tanımlamayı amaçlar. Olası tehlikeler ve risk faktörleri belirlenerek yangın öncesi planlama ve hazırlık yapılır.
	Yangın çıkış noktalarının belirlenmesi (K22)	Bir yangının başlangıç noktalarını belirlemeyi amaçlar. Yangının nasıl başladığının anlaşılması, yangının kontrol altına alınması ve benzer olayların önlenmesi için kritik önemdedir.
	Yangının davranışının analiz edilmesi (K23)	Yangın davranışının şeklinin anlaşılması, yangın söndürme ekiplerinin ve diğer ilgili personelin müdahalesini planlamak için kritiktir. Yapılan analiz yangının kontrol altına alınması ve yangından etkilenen alanların tahmin edilmesi açısından önemlidir.
İSG Faaliyetleri (K3)	İSG kontrolü (K31)	Çalışma ortamındaki risklerin belirlenmesi ve kontrol altına alınması sürecini ifade eder ve potansiyel tehlikelerin önceden tespit edilmesini ve önlemlerin alınmasını içerir.
	Düzeltilici faaliyetler (K32)	Meydana gelen iş sağlığı ve güvenliği sorunlarının hızlı bir şekilde giderilmesini ifade eder. Bu faaliyetler olayların tekrarlanmasını önlemeye yöneliktir.
	Önleyici faaliyetler (K33)	Potansiyel riskleri önceden belirleyerek, gelecekteki olumsuz olayları önlemeyi hedefler. Önleyici faaliyetler, riskleri azaltıcı tedbirleri içerir.
Eğitim ve sağlık kontrol faaliyetleri (K4)	Tehlikeli ortam tespitleri (K34)	Çalışma ortamındaki potansiyel tehlikelerin belirlenmesini ifade eder; kimyasal, fiziksel veya biyolojik tehlikeleri içerebilir.
	İSG eğitimi (K41)	Çalışanlara yangın güvenliği, acil durum prosedürleri ve diğer İSG konularında eğitim verilmesini içerir.
	Periyodik sağlık kontrolleri (K42)	Çalışanların düzenli aralıklarla sağlık kontrollerine tabi tutulmasını içerir. Yangınla mücadelede yer alan personelin sağlık durumu önemlidir.
	Acil durum senaryolarının tatbikatı (K43)	Orman yangını gibi acil durum senaryolarının düzenli takip edilmelidir. Tatbikat, ekiplerin acil durumları etkili bir şekilde yönetmesini sağlar.
	Ekipler arasında etkili iletişim (K44)	Yangın söndürme ekipleri ve diğer acil durum birimleri arasında eşgüdümü ve bilgi paylaşımını ifade eder.
	Yangın söndürme ekiplerine uygun ekipmanın verilmesi (K45)	Yangın söndürme araçları, giyim ve diğer koruyucu donanımları kapsar.

Tablo 3. Ölçütlerin ikili karşılaştırma matrisi (Kara vd., 2023).
Table 3. Pairwise comparison matrix of criteria (Kara et al., 2023).

	Ölçüt 1	Ölçüt 2...	Ölçüt n
Ölçüt 1	W_1/W_1	$W_1/W_2 \dots$	W_1/W_n
Ölçüt 2	W_2/W_1	W_2/W_2	W_2/W_n
Ölçüt n	W_n/W_1	W_n/W_2	W_n/W_n

Tablo 4. Önem dereceleri (Tezcan vd., 2019).
Table 4. Severity levels (Tezcan et al., 2019).

Önem Derecesi	Tanım
1	Eşit önem
3	Orta derecede önemli olması
5	Kuvvetli düzeyde önem
7	Çok kuvvetli düzeyde önem
9	Aşırı düzeyde önem
2,4,6,8	Ortalama değerler

Adım 4: Yerel ve küresel ağırlıklar belirlenir. Her ölçütün karşılaştırma vektörü vardır. Karşılaştırma matrisinde her bir ölçütün öncelik matrisi kurulur. Eşitlik (1) matris $A = (a_{ij})$, Eşitlik (2) $a_{ij} \cdot a_{jk} = a_{ik}$ ve Eşitlik (3) asal özdeğer (λ_{max}), (n)'ye eşit ise tutarlıdır (Tezcan vd., 2020).

Öz değer formülü Tezcan vd., (2019):

$$A_W = \begin{bmatrix} 1 & \frac{w_2}{w_1} & \dots & \frac{w_n}{w_1} \\ \frac{w_2}{w_1} & 1 & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \vdots \\ W_n \end{bmatrix} = \lambda W \quad (1)$$

$$a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}, \quad i, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2)$$

$$A_W = \lambda_{max} W \quad (3)$$

Eşitlik (4) Tutarlılık indeksi (CI) hesaplanır Oral vd., (2020).

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (4)$$

Eşitlik (5) Tutarlılık oranı hesaplanır Oral vd., (2020).

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (5)$$

RI: Rastgele değer indeksini ifade etmekte olup rassal göstergelerin verildiği Tablo 5'teki değerler kullanılır.

Tablo 5. Rassal göstergeler (Oral vd., 2020).
Table 5. Random indicators (Oral et al., 2020).

n	Rassallık göstergesi
1	0
2	0
3	0,58
4	0,90
5	1,12
6	1,24
7	1,32
8	1,41
9	1,45
10	1,49

Ağırlık değerinin tutarlılık oranı 0,1'den küçük olmalıdır (Tezcan ve Eren, 2022).

2.2. Analitik Ağ Prosesi (AAP) yöntemi

Analitik Ağ Prosesi (AAP), karmaşık karar verme süreçlerinde kullanılan çok kriterli bir karar verme yöntemidir. Bu yöntem, karar verme sürecindeki faktörler arasındaki bağımlılık ve geri besleme ilişkilerini dikkate alarak, doğrusal olmayan ilişkileri modellemeye olanak tanır. AAP'nin temel amacı çeşitli ölçütler arasındaki ilişkileri daha gerçekçi bir şekilde analiz etmektir. Bu yöntem, özellikle birden fazla kriterin önemli olduğu ve kararların birbiri üzerinde doğrudan veya dolaylı etkiler yaratabileceği durumlarda uygundur. Karar vericilere farklı seçenekleri değerlendirme ve en uygun seçeneği belirleme konusunda kapsamlı bir çerçeve sunar. Bu sayede, daha bilinçli ve etkili kararlar alınmasına yardımcı olur. AAP yönteminin adımları (Yaşar vd., 2022; Tezcan ve Eren, 2024) aşağıda verilmiştir:

Adım 1: Problem tanımlandıktan sonra model oluşturulur. Amaç tespit edilir. Ana ölçütler, alt ölçütler ve alternatifler belirlenir.

Adım 2: Etkileşimler belirlenir. Ölçütlerin ilişkileri belirlenir. Ölçütler arasında geri bildirimler varsa ilişkilendirilir.

Adım 3: İkili karşılaştırma matrisi oluşturulup öncelik vektörü hesaplanır. Uzmanlar skala değerleri ile karşılaştırmalar yapar. Yerel vektör, $A \cdot w = \lambda_{max} \cdot w$ hesaplanır. Bu hesaptan öz vektör bulunur. İkili karşılaştırma matrisi A, öz vektör w, λ_{max} ise A karşılaştırma matrisinin maksimum öz değeridir. Öz vektör normalleştirilir.

Adım 4: Tutarlılık analizi. Her matris için tutarlılık oranı ($CR = CI / RI$) hesaplanır. $CR < 0,10$ ise ikili karşılaştırma tutarlıdır; büyük ise tutarsızdır (İlbahar vd., 2018).

Adım 5: Süper matris Eşitlik (6) kurulur. Küresel önceliklerin elde edilmesi için yerel öncelik vektörleri süper matrisin kolonuna yazılır. Her matrisin bölümü sistemin içerisinde iki ölçüt arasındaki ilişkiyi ifade etmektedir (Guven vd., 2024).

Süper Matris

Hedef (H)

$$W = \text{Ölçütler (K)} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ W_{ij} & 0 & 0 \\ 0 & W_{ij} & 0 \end{bmatrix} \quad (6)$$

Alternatifler

Süper matrisin kuvveti alınarak ölçütler arasındaki ilişki hesaplanır. Önem ağırlığını bir noktada eşitlemek için süper

matrisin $(2n+1)$. Kuvveti alınır. (n) değeri büyük bir sayı ve rastgele seçilir. Elde edilen matrise limit süper matris denir.

Adım 6: Alternatif seçimi. Limit matrisinde alternatiflerin ya da ölçütlerin önem ağırlıkları belirlenir. Seçim probleminde alternatifler arasında maksimum ağırlık en iyi gösterir. Ağırlık probleminde maksimum ağırlık en iyi ölçüttür (Budak, 2014; Oral vd., 2020).

3. Bulgular

3.1. AHP yönteminden elde edilen sıralama

Uzmanlar tarafından ölçütler değerlendirilmiş ve her uzman için ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. Bu değerlendirme AHP yönteminin tercih ölçeği ile yapılmış olup Tablo 6'da ölçüt ağırlıkları ve sıralaması verilmiştir.

Tablo 1. AHP yöntemi ile ölçüt ağırlıklarının elde edilmesi.
Table 6. Obtaining criterion weights using the AHP method.

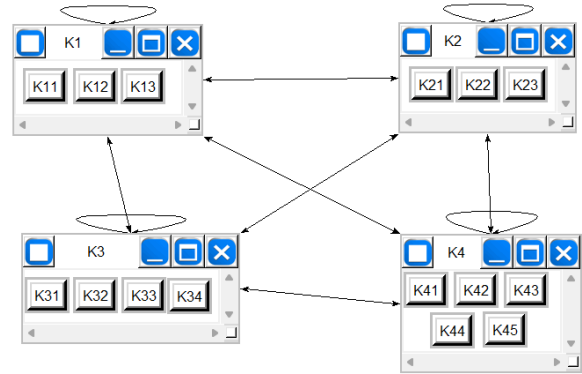
Kriter	Yerel ağırlık	Sıralama	Küresel ağırlık	Sıralama
K1	0.1611			
K11	0.5390	1	0.0868	4
K12	0.2973	2	0.0479	8
K13	0.1638	3	0.0264	14
K2	0.0960			
K21	0.8190	1	0.0786	5
K22	0.1810	3	0.0174	15
K23	0.3175	2	0.0305	11
K3	0.2771			
K31	0.1611	3	0.0446	10
K32	0.0960	4	0.0266	13
K33	0.4658	1	0.1291	2
K34	0.2771	2	0.0768	6
K4	0.4658			
K41	0.4162	1	0.1939	1
K42	0.0624	5	0.0291	12
K43	0.2618	2	0.1219	3
K44	0.0986	4	0.0459	9
K45	0.1611	3	0.0750	7

Tablo 6 incelendiğinde yerel ağırlıklara göre her ana kriter kendi içinde sıralanmıştır. Küresel ağırlıklara göre tüm kriterlerin sıralaması elde edilmiştir. İlk dört sırada 0.1939 oranla İSG eğitimi (K41), 0.1291 oranla önleyici faaliyetler (K33), 0.1219 oranla acil durum senaryolarının tatbikatı (K43), 0.0868 oranla orman yangınından etkilenen çalışanların sayısı (K11) yer almaktadır. Bu durum, orman yangınlarıyla mücadelede en öncelikli olarak çalışanların yangın güvenliği konularında eğitim almalarının önemini vurgular. Yangın riskini azaltmak için önleyici faaliyetler ve acil durum senaryolarının tatbikatı yapılmalıdır. Ayrıca, yangından etkilenen çalışanların sayısını minimize etmek, can kayıplarını ve yaralanmaları en aza indirmek açısından kritik öneme sahiptir. Beşinci sırada 0.0786 oranla orman yangını risklerinin belirlenmesi (K21), altıncı sırada 0.0768 oranla tehlikeli ortam tespitleri (K34) yer almaktadır. Yedinci sırada 0.1611 oranla yangın söndürme ekiplerine uygun ekipmanın verilmesi (K45), sekizinci sırada 0.2973 oranla iş kazasının sıklık oranı (K12) ve

dokuzuncu sırada 0.0986 oranla ekipler arasında etkili iletişim (K44) bulunmaktadır. Onuncu sırada 0.0446 oranla İSG kontrolü (K31), on birinci sırada yangının davranışının analiz edilmesi (K23), on ikinci sırada 0.0291 oranla periyodik sağlık kontrolleri (K42), on üçüncü sırada 0.0266 oranla düzeltici faaliyetler (K32) ve son olarak on dördüncü sırada 0.1638 oranla iş kazasının ağırlık oranı (K13) yer almaktadır. Bu sıralama, orman yangınlarıyla mücadelede hangi kriterlerin daha öncelikli olduğunu ve her bir kriterin göreceli önemini göstermektedir. Orman yangını risklerinin belirlenmesi ve tehlikeli ortam tespitleri, yangın öncesinde alınması gereken önemli önlemler arasındadır. Yangın söndürme ekiplerine uygun ekipman verilmesi ve ekipler arasında etkili iletişim, yangın sırasında etkin müdahaleyi sağlar. İş kazasının sıklık ve ağırlık oranları, çalışanların güvenliğini sağlamak için dikkat edilmesi gereken kritik faktörlerdir. Diğer yandan, periyodik sağlık kontrolleri ve İSG kontrolleri, uzun vadede çalışanların sağlığını ve güvenliğini koruma açısından önemlidir. Bu değerlendirme, orman yangınlarıyla mücadelede bütüncül ve etkili bir strateji geliştirmek için yol gösterici olabilir.

3.2. AAP yönteminden elde edilen sıralama

8 uzmanın yorumları doğrultusunda, orman yangınlarında iş sağlığı ve güvenliği performansında önemli ölçütlerin bağlantısı, etkileşimleri ve ilişkilerinin ağ yapısı, oluşturulmuştur (Şekil 4). Bu ağ yapısı Super Decisions programı ile çözülmüştür. Ölçütlerin önem derecelerinin hesaplanması için ağ yapısındaki ölçütlerin etkileşimleri göz önüne alınarak ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuş ve elde edilen ölçüt ağırlıkları Tablo 7'de sunulmuştur.



Şekil 4. Ağ yapısı.

Figure 4. Network structure.

Tablo 7 incelendiğinde kriterlerin öncelik sıralaması orman yangınlarıyla mücadelede hangi faktörlere daha fazla önem verilmesi gerektiğini göstermektedir. En yüksek öneme sahip olan İSG eğitimi (K41), 0.1956 ağırlıkla birinci sırada yer alıyor. Bu durum, iş sağlığı ve güvenliği eğitiminin, çalışanların yangın anında nasıl hareket edeceklerini bilmeleri ve güvenliklerini sağlamaları açısından en kritik faktör olduğunu ortaya koyuyor. İkinci sırada önleyici faaliyetler (K33), 0.1295 ağırlıkla yer almakta ve yangın öncesi alınması gereken tedbirlerin önemini vurgulamaktadır. Üçüncü sırada yer alan acil durum senaryolarının tatbikatı (K43), 0.1227 ağırlıkla çalışanların yangın anında etkin ve hızlı bir şekilde müdahale et-

meleri için yapılan tatbikatların gerekliliğini gösteriyor. Dördüncü sırada bulunan orman yangınından etkilenen çalışanların sayısı (K11), 0.0864 ağırlıkla, yangınların çalışanlar üzerindeki doğrudan etkisini azaltma gerekliliğini belirtirken, beşinci sıradaki tehlikeli ortam tespitleri (K34), 0.0768 ağırlıkla, yangın riskini azaltmak için tehlikeli ortamların belirlenmesinin önemini vurguluyor. Yangın söndürme ekiplerine uygun ekipmanın verilmesi (K45), 0.0747 ağırlıkla altıncı sırada yer alarak, yangın söndürme ekiplerinin etkin müdahale yapabilmesi için uygun ekipman sağlanmasının gerekliliğini gösteriyor. Yedinci sırada orman yangını risklerinin belirlenmesi (K21), 0.0596 ağırlıkla yer alıyor ve yangın risklerinin önceden belirlenmesi gerektiğini ifade ediyor. Sekizinci sırada bulunan iş kazasının sıklığının azaltılması gerektiğini vurguluyor. Dokuzuncu sırada ekipler arasında etkili iletişim (K44), yangın sırasında koordinasyonu artırarak müdahalenin etkinliğini sağlıyor. Onuncu sırada yer alan İSG kontrolü (K31), 0.0444 ağırlıkla iş sağlığı ve güvenliği kontrollerinin önemini vurgularken, on birinci sıradaki periyodik sağlık kontrolleri (K42), 0.0289 ağırlıkla çalışanların sağlık durumlarının düzenli olarak kontrol edilmesi gerektiğini belirtiyor. On ikinci sırada düzeltici faaliyetler (K32), 0.0265 ağırlıkla, sorunların çözümü için yapılan düzeltici faaliyetlerin önemini vurguluyor. On üçüncü sırada yer alan iş kazasının ağırlık oranı (K13), 0.0262 ağırlıkla iş kazalarının ciddiyetinin azaltılması gerektiğini gösteriyor. Son olarak, on dördüncü sırada bulunan yangının davranışının analiz edilmesi (K23) ise, 0.0228 ağırlıkla yangının nasıl davrandığının analiz edilmesi gerektiğini belirtmektedir. Bu sıralama, orman yangınlarına karşı alınması gereken önlemler ve stratejiler hakkında bilgi verirken, hangi kriterlere öncelik verilmesi gerektiğini de açıkça ortaya koymaktadır.

Tablo 2. AAP yöntemi ile ölçüt ağırlıklarının elde edilmesi.
Table 7. Obtaining criterion weights with the AAP method.

Kriter	Yerel ağırlık	Sıralama	Küresel ağırlık	Sıralama
K1	0.1601			
K11	0.5396	1	0.0864	4
K12	0.2970	2	0.0475	8
K13	0.1634	3	0.0262	13
K2	0.0954			
K21	0.6250	1	0.0596	7
K22	0.1365	3	0.0130	15
K23	0.2385	2	0.0228	14
K3	0.2772			
K31	0.1601	3	0.0444	10
K32	0.0954	4	0.0265	12
K33	0.4673	1	0.1295	2
K34	0.2772	2	0.0768	5
K4	0.4673			
K41	0.4185	1	0.1956	1
K42	0.0618	5	0.0289	11
K43	0.2625	2	0.1227	3
K44	0.0973	4	0.0454	9
K45	0.1599	3	0.0747	6

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışma orman yangınlarında iş sağlığı ve güvenliğinin değerlendirilmesi için ölçütlerin belirlenmesine odaklanmıştır. Bu bağlamda iyi analiz, etkin planlama, tehlikelerin öngörülmesi, doğru ekipman kullanımı ve mevzuat dikkate alınmalıdır. Orman yangınlarında iş sağlığı ve güvenliği performansını değerlendirmede doğrudan uzman görüşlerinin alınması, iş sağlığı ve güvenliği riskinin var olması durumunda ise nitel ve nicel özellik gösteren ölçütlerin ÇÖKV yöntemleri ile değerlendirilmesi ve sonuçların karşılaştırılarak tutarlı bir durumu oluşturmak esastır.

Çalışmada, orman yangınlarına ait iş sağlığı ve güvenliğini değerlendirmede en önemli ölçüt olarak İSG eğitimi bulunmuştur. İSG eğitimleri orman yangını ile mücadele eden OGM ve hatta itfaiye görevlilerinin bilinçlenmelerini sağlar, yangın sırasında çalışanların riskleri değerlendirmelerine yardımcı olur ve etkili müdahale stratejilerini geliştirmelerine katkı sağlayarak hem çalışanların güvenliğini hem de doğal kaynakları korur.

Bir orman yangını büyük felaketlere yol açabilir. Araştırmada önerilen model ile yapılan karşılaştırmalar ve uzman kişilerin görüşleri doğrultusunda İSG eğitimi (K41) ilk sıradadır. Bu ölçütü takip eden önleyici faaliyetler, acil durum senaryolarının tatbikatı ve orman yangınından etkilenen çalışanların sayısıdır. AAP yönteminde tehlikeli ortam tespitleri, yangın söndürme ekiplerine uygun ekipmanın verilmesi ve orman yangını risklerinin belirlenmesi ölçütlerinin sıralamasında farklılık vardır. Bunun nedeni araştırmada tercih edilen ölçütlerin orman yangınları esnasında iş sağlığı ve güvenliği açısından en fazla etkisi olanlar arasından seçilmesidir. Ayrıca periyodik sağlık kontrolleri, düzeltici faaliyetler, iş kazasının ağırlık oranı ve yangının davranışının analiz edilmesi ölçütlerinin sıralamasındaki farklılık kabul edilebilirdir. Çünkü iş sağlığı ve güvenliğine etki eden en önemli ölçütler çalışmamızda dikkate alınmıştır.

Uzmanların hem deneyimleri hem de değerlendirmeleri sonucunda ÇÖKV yöntemleri kullanılarak karşılaştırma yapılmıştır. Önerilen analizde orman yangınında iş sağlığı ve güvenliği performansının değerlendirilmesinin yanı sıra karşılaştırma yapılabileceğini de göstermiştir. Böylece gerçek hayat, yani OGM'nin yangın önleme ve mücadele çalışmaları ile tutarlı sonuçlar elde edildiği ispatlanmıştır.

Çalışmanın bilime katkısı ise orman yangınının meydana gelmesinden önce İSG eğitimini vermenin önemli olduğunu göstermesidir. Bu durumda yangın söndürme teknikleri, risk değerlendirmesi ve güvenli tahliye süreçleri gibi konularda bilinci artırarak, çalışanların orman yangınları sırasında güvenli bir şekilde hareket etmelerine yardımcı olur. Bu sayede hem çalışanların güvenliği hem de orman ve diğer doğal ekosistemlerin korunması sağlanabilir.

Gelecekte yapılacak olan karar verme çalışmaları uzman kurum ve kişiler tarafından desteklenmelidir. Bu durum dikkate alınarak çeşitli ÇÖKV yöntemleri kullanılabilir ve çalışmalara bulanık kümeler de dahil edilebilir

Teşekkür

Bu makalenin oluşturulmasında Orman Genel Müdürlüğü'nde görev yapan uzmanlara değerli katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

Yazar katkıları

Fikir: B.T., T.E.; Tasarım: B.T., T.E.; Yönetim: B.T., T.E.; Veri Toplama: B.T.; Analizler: B.T.; Literatür taraması: B.T.; Kaleme Alma: B.T., T.E.; Son Kontrol: T.E.

Etik kurul izni

Bu çalışmada etik kurul izni gerekmemektedir.

Kaynaklar

Akay, A. E., Serin, H., & Yenilmez, N. (2008). Orman yangınları ile mücadelede kullanılan helikopterlerde görev yapan pilotların ve diğer personelin sağlık ve iş güvenliği sorunlarının incelenmesi. 14. *Ulusal Ergonomi Kongresi, Trabzon*, 425–433.

Akay, A. E., & Yenilmez, N. (2007). Orman yangınları ile mücadelede çalışan işçilerin sağlık ve iş güvenliği sorunlarının incelenmesi: Alanya Orman İşletme Müdürlüğü örneği. 13. *Ulusal Ergonomi Kongresi*, 6–8.

Başkar Doğan, Ö. (2021). *Orman yangınlarında iş sağlığı ve güvenliği*.

Budak, S. N. (2014). PROMETHEE ve ANP çok kriterli karar verme yöntemleri: Ankara sağlık bakanlığı hastanelerinde uygulama. *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara*.

Chen, M. K., & Wang, S.-C. (2010). The critical factors of success for information service industry in developing international market: Using analytic hierarchy process (AHP) approach. *Expert Systems with Applications*, 37(1), 694–704. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.06.012>

Ecer, F. (2014). A Hybrid Banking Websites Quality Evaluation Model Using AHP and COPRAS-G: A Turkey Case. *Technological and Economic Development of Economy*, 20(4), 757–782. <https://doi.org/10.3846/20294913.2014.915596>

Güven, E., Pinarbasi, M., Alakas, H. M., & Eren, T. (2024). Evaluation of natech criteria in organized industrial zones: An application for Kırıkkale province. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 91, 105379. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2024.105379>

Görener, A., Toker, K., & Uluçay, K. (2012). Application of Combined SWOT and AHP: A Case Study for a Manufacturing Firm. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 58, 1525–1534. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.1139>

Gümüş, S., & Yılmaz, T. (2011). Orman yangın işçilerinde işçi sağlığı ve güvenlik verilerinin tespitine yönelik araştırma. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormanlık Dergisi*, 7(1), 1–9.

İlbahar, E., Karaşan, A., Cebi, S., & Kahraman, C. (2018). A novel approach to risk assessment for occupational health and safety using

Pythagorean fuzzy AHP & fuzzy inference system. *Safety Science*, 103, 124–136. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.10.025>

Kara, M., Yumuşak, R., & Eren, T. (2023). Anız Yangınlarına Müdahale için İtfaiye Drone Seçimi: Giresun Örneği. *Journal of Aviation Research*, 5(1), 1–15. <https://doi.org/10.51785/jar.1180613>

Küçükarslan, A. B., Köksal, M., & Ekmekci, I. (2023). A Model Proposal for Measuring Performance in Occupational Health and Safety in Forest Fires. *Sustainability*, 15(20), 14729. <https://doi.org/10.3390/su152014729>

Oral, N., Yumuşak, R., & Eren, T. (2020). AHP VE ANP Yöntemleri ile Tehlikeli Madde Depo Yeri Seçimi: Kırıkkale İlinde Bir Uygulama. *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10(1), 115–124. <https://doi.org/10.28948/ngumuh.744734>

Pal, O., Gupta, A. K., & Garg, R. K. (2013). Supplier selection criteria and methods in supply chains: A review. *International Journal of Economics and Management Engineering*, 7(10), 2667–2673.

Podgórski, D. (2015). Measuring operational performance of OSH management system—A demonstration of AHP-based selection of leading key performance indicators. *Safety science*, 73, 146–166.

Sayın, S., Güney, C., & Abdullah, S. (2014). Orman yangınlarında iş sağlığı ve güvenliği. *Turkish Journal of Forestry*, 15(2), 168–175.

Supçiller, A., & Çapraz, O. (2011). AHP-TOPSIS yöntemine dayalı tedarikçi seçimi uygulaması. *Istanbul University Econometrics and Statistics e-Journal*, 13, 1–22.

Tezcan, B., Alakaş, H. M., Özcan, E., & Eren, T. (2023). Afet Sonrası Geçici Depo Yeri Seçimi ve Çok Araçlı Araç Rotalama Uygulaması: Kırıkkale İlinde Bir Uygulama. *Politeknik Dergisi*, 26(1), 13–27. <https://doi.org/10.2339/politeknik.906704>

Tezcan, B., & Eren, T. (2022). Orman Yangınına Sebep Olan Kriterlerin Bulanık Ortamda Değerlendirilmesi. *Journal of Polytechnic*, 1. <https://doi.org/10.2339/politeknik.1138806>

Tezcan, B., & Eren, T. (2024). Bulanık Ortamda Proje Yöneticisi Seçimi: Savunma Sanayi Firmasında Bir Uygulama. *SAVSAD Savunma ve Savaş Araştırmaları Dergisi*, 34(1), 153–168. <https://doi.org/10.54078/savsad.1193540>

Tezcan, B., Özcan, N. A., Özcan, E., & Eren, T. (2020). Deprem sonrası mobil hizmet tesisi seçim problemi için çok kriterli bir karar modeli önerisi. *International Journal of Engineering Research and Development*, 12(2), 753–763. <https://doi.org/10.29137/umagd.732978>

Tezcan, B., Tamer, E., Özcan, E., & Gür, Ş. (2019). Bir tekstil işletmesinde çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile personellerin değerlendirilmesi. *Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi E-Dergi*, 8(2), 1–20.

Yaşar, S., Poyraz, Z., Yumuşak, R., & Eren, T. (2022). ANP ve PROMETHEE Yöntemleri ile Akıllı Şehir Analizi: Ankara'da Bir Uygulama. *Gazi Journal of Engineering Sciences*, 8(1), 15–28. <https://doi.org/10.30855/gmbd.2022.01.02>



A research on the Gaziantep chukar production station

Gaziantep kınalı keklik üretim istasyonu üzerine araştırmalar

Gökhan BAL¹ 

¹Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye.

Sorumlu yazar:

Gökhan BAL

E-mail:

gokhanbal7@gmail.com

Gönderim Tarihi:

28/03/2024

Kabul Tarihi:

23/05/2024

Atıf:

Bal, G. 2024. A research on the Gazi-

antep chukar production station.

Ağaç ve Orman, 5(2): 106-112.

DOI:10.59751/agacorman.1471862

Abstract

Chukar (*Alectoris chukar*) is one of the most popular game birds in Türkiye. The generation of this species has been dramatically reduced in the last century. It is possible to reproduce this bird species, bring it to nature, develop hunting tourism in our country, make particular hunting areas and earn income from hunting tourism. Chukar (*Alectoris chukar*) is found over large areas in Türkiye and over the world. Unfortunately, their population has been decreasing due to human pressure in the country. Breeding stations have been established to produce of this species in Türkiye in order to increase their population and make them available for hunting. The breeding stations are the areas where the extinct species are artificially produced, and the facilities required for production are established. Their primary purpose is to produce extensively species in artificially established facilities, place these animals in suitable habitats or new production stations, and benefit from animals placed in production stations as new breeding stations. Although chukar breeding is just a hobby for some people in Türkiye, it has been made by some government agencies and research purposes in Faculties of Agriculture and Veterinary in some universities to ensure the continuation of his generation in recent years. In this study, located in Gaziantep province, studies were carried out on the producing and releasing wild animals to nature at the production stations. General information were given about the establishment of production stations, production techniques, working order, encountered problems, applications to solve problems, and precautions. A detailed investigation and research have been carried out on the Chukar Production Station established in Gaziantep province. In this context, Gaziantep Chukar Production Station is located at the provincial borders. After the hunting and wild animals are produced in this station, they are placed in nature in the docking sites. In this study, deficiencies and problems of the production station mentioned above have been revealed.

Anahtar kelimeler: Gaziantep, Chukar, Production Station.

Özet

Kınalı keklik (*Alectoris chukar*), Türkiye'deki en popüler av kuşlarından biridir. Bu türün nesli son yüzyılda önemli ölçüde azalmıştır. Bu kuş türünü çoğaltmak, doğaya bırakmak, ülkemizde av turizmini geliştirmek, belirli av alanları oluşturmak ve av turizminden gelir elde etmek mümkündür. Kınalı keklik (*Alectoris chukar*), Türkiye'de ve dünyada geniş alanlarda bulunur. Ne yazık ki, ülke genelinde insan baskısı nedeniyle nüfusları azalıyor. Bu türün popülasyonunu artırmak ve avlanmaya uygun hale getirmek amacıyla Türkiye'de üretim istasyonları kurulmuştur. Üretim istasyonları nesli azalan türlerin yapay olarak üretildiği ve üretim için gerekli tesislerin kurulduğu alanlardır. Başlıca amaçları, yapay olarak kurulan tesislerde türleri yaygın olarak üretmek, bu hayvanları uygun habitatlara veya yeni üretim istasyonlarına yerleştirmek ve üretim istasyonlarına yerleştirilen hayvanlardan damızlık olarak faydalanmaktır. Türkiye'de bazı insanlar için keklik yetiştiriciliği sadece bir hobi olmasına rağmen, son yıllarda neslinin devamını sağlamak için bazı devlet kurumları ve üniversitelerin Ziraat ve Veteriner Fakültelerinde araştırma amaçlı olarak yapılmaktadır. Bu çalışmada, Gaziantep ilinde bulunan üretim istasyonlarında yaban hayvanlarının üretimi ve doğaya bırakılması üzerine çalışmalar yapılmıştır. Üretim istasyonlarının kurulumu, üretim teknikleri, çalışma düzeni, karşılaşılan sorunlar, sorunları çözmeye uygulamaları ve alınan önlemler hakkında genel bilgiler verilmiştir. Gaziantep ilinde kurulan Kınalı Keklik Üretim İstasyonu hakkında ayrıntılı bir inceleme ve araştırma yapılmıştır. Bu bağlamda, Gaziantep Erikçe Kınalı Keklik Üretim İstasyonu il sınırları içinde yer almaktadır. Bu istasyonda av ve yaban hayvanları üretildikten sonra, yerleştirme alanlarında doğaya bırakılırlar. Bu çalışmada, yukarıda bahsedilen üretim istasyonunun eksiklikleri ve sorunları ortaya konmuştur.

Keywords: Gaziantep, Kınalı Keklik, Üretim İstasyonu.

1. Introduction

Chukar partridge (*Alectoris chukar*) is a medium-sized partridge belonging to the Family *Phasianidae*. Chukar partridge is a grayish-brown bird with above buff belly and a dark black line across the forehead and eyes while down the neck contrasts the white throat. Male weight varies from 510 g to 800 g and is slightly larger than female weight ranging from 450 g to 680 g. Males are monogynous (Christensen 1970). Chukar partridge prefers arid rocky and hilly country ascending

to the higher mountain of Himalayan uphill ranges. This bird is found associated with degraded foothill scrub, comprising *Dodonea viscosa*. *Alectoris chukar* is very adaptable to all kinds of arid, rocky, hilly, stony, sparsely scrub-covered hillsides. Its native range is in Eurasia, Türkiye, Israel, India, Afghanistan, and Pakistan along the inner ranges of the Western Himalayas to Nepal. This bird is mainly found at an elevation of 2000 m to 4000 m except in Pakistan where it is found around 600 m elevation. They are rarely found in highly humid or rainfall areas. (Whistler H, Kinnear NB

1949; Roberts 1991; Rasmussen & Anderton 2005). In Pakistan, it is commonly found in Baluchistan, Sind, Malakand, Swat, Dir, Chitral, Gilgit, Margala Hills, Kurram valley, Safedkoh, Kirther range, Indus Kohistan, AJK and Baldistan. Mostly, this bird is residential in nature. Flight is generally restricted to short distances downhill, usually when flushed (Baker 1922).

Chukar partridge is relatively unaffected by hunting or loss of habitat due to its remote and physically demanded terrain preferences. Its numbers from year to year are vastly affected by weather pattern during its breeding season (Duarte & Vargas 2004). Apart from the above description, the human population has increased many folds in the recent years which caused the illicit shooting, killing and poaching of wild animals and significant destruction to their natural habitat. Therefore, it is desired to protect such natural resources from extinction.

Chukar (*Alectoris chukar*) is one of the most popular game birds in Türkiye. The generation of this species has been dramatically reduced in the last century. It is possible to reproduce this bird species, to bring it back to nature, to develop hunting tourism in our country, to create special hunting areas and to earn income from hunting tourism.

Chukar is one of 14 subspecies of birds of game with significant commercial potential, being domesticated and in wild-life. The chukars are fed for hunting, meat production. Their eggs are delicious and contain low fat. It is suitable for those who want to start ornamental bird breeding due to its ease of feeding and breeding. Chukar is produced in many countries such as the USA, France, Spain, Hungary and Czechia. These animals are hunted in special hunting grounds. The ecological conditions of our country are suitable for the establishment of hunting areas, but these areas are only established in the village of Nazilli-Alamut. In 1951, chukar was taken from Izmir to the United States and released to 4 different regions (New Mexico, Arizona, Utah, and Nevada). In these regions, these chukar were hunted as "Turkish chukar" (*Alectoris graeca kleini*). While the chukars were seen in flocks until 5 to 10 years ago, but nowadays, their numbers have decreased, and hunters cannot find chukars to hunt. It is believed that the disruption of natural balance caused by chemicals used to increase yield, along with unconscious hunting and agricultural practices, is leading to the disappearance of natural chukar populations.

Most studies of partridges have focused on reproductive traits (Gonzalez-Redondo, 2010; Yamak, 2015), egg production (Kirikci et al., 2007), and feeding (Ozek et al., 2003; Khaksar et al., 2014). Studies examining the fattening performance of partridges have concentrated on birds raised under intensive conditions (Ozdemir and Esen, 2006; Gunlu et al., 2007). Studies have compared partridges raised in cage and ground systems for egg production (Ozbey and Esen, 2007) and growth (Ozdemir and Esen, 2006). Kokoszyński et al. (2013) examined the carcass composition and meat quality of partridges in outdoor aviaries, and many studies have reported on the effects of intensive and free-range production systems on meat quality in different poultry species (Fanatico et al., 2007; Sarica et al., 2011).

1.1. Chukar on earth and distribution in Türkiye, the population status and trends

Chukar breeding is widely and successfully carried out in the USA, France, Italy, Greece, and England. The number of hunting birds (chukar, pheasant, quail) which is grown for butchery purposes is around 25 millions (Özek, 2007). In these countries, the number of private hunting grounds is around 2000 (Özek, 2007). Distribution of the Chukar species on Earth and in Türkiye (Figure 1).

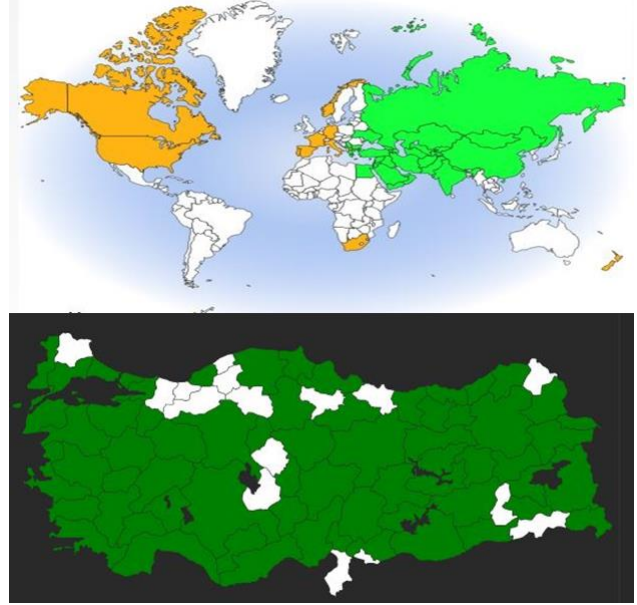


Figure 1. Distribution of the chukar species on earth and in Türkiye.

Although chukar breeding is just a hobby for some people in Türkiye, it has been made by some government agencies and research purposes in Faculties of Agriculture and Veterinary in some universities to ensure the continuation of his generation in recent years. These enterprises had to import materials from these years. Today, however, these businesses grow the bird material which is needed.

2. Experimental procedure

On the way to Öğümsöğüt village in Şehitkâmil District of Gaziantep Province, Kahramanmaraş Regional Directorate, Gaziantep Forest Management Directorate, Gaziantep Forest Management Directorate, which belongs to General Directorate of Forestry, is entered into 1/25000 sheets of Gaziantep N38c4.

The field area of the production station is approximately 7.2 ha and the average elevation is 990 m. According to the Gaziantep Forest Management Directorate Management Plan, the boundaries of the production station area are located in sections 363, 364, 366, and 367 Satellite image for the investigated area is given in Figure 2.

2.1. Status of biotopes in the production station

There are two detailed studies conducted by botanists on the vegetation of the region. The Gaziantep University Campus Flora was studied by Özuslu (2004), while the bulbous plants of Sof Mountain was studied by Özuslu and İskender (2009).

According to these studies, the 420 taxa collected from Sof Mountain, 29% of them belongs to Iran-Duran, 17% to the Mediterranean, and 11% to Euro-Siberian phytogeography (Özuslu and İskender (2009). It was determined that 39% of the 176 taxa taken from Gaziantep University campus were

entered into Iran-Turan, 29% to Mediterranean and 1% to the European Siberian phytogeography region (Özuslu, 2004).

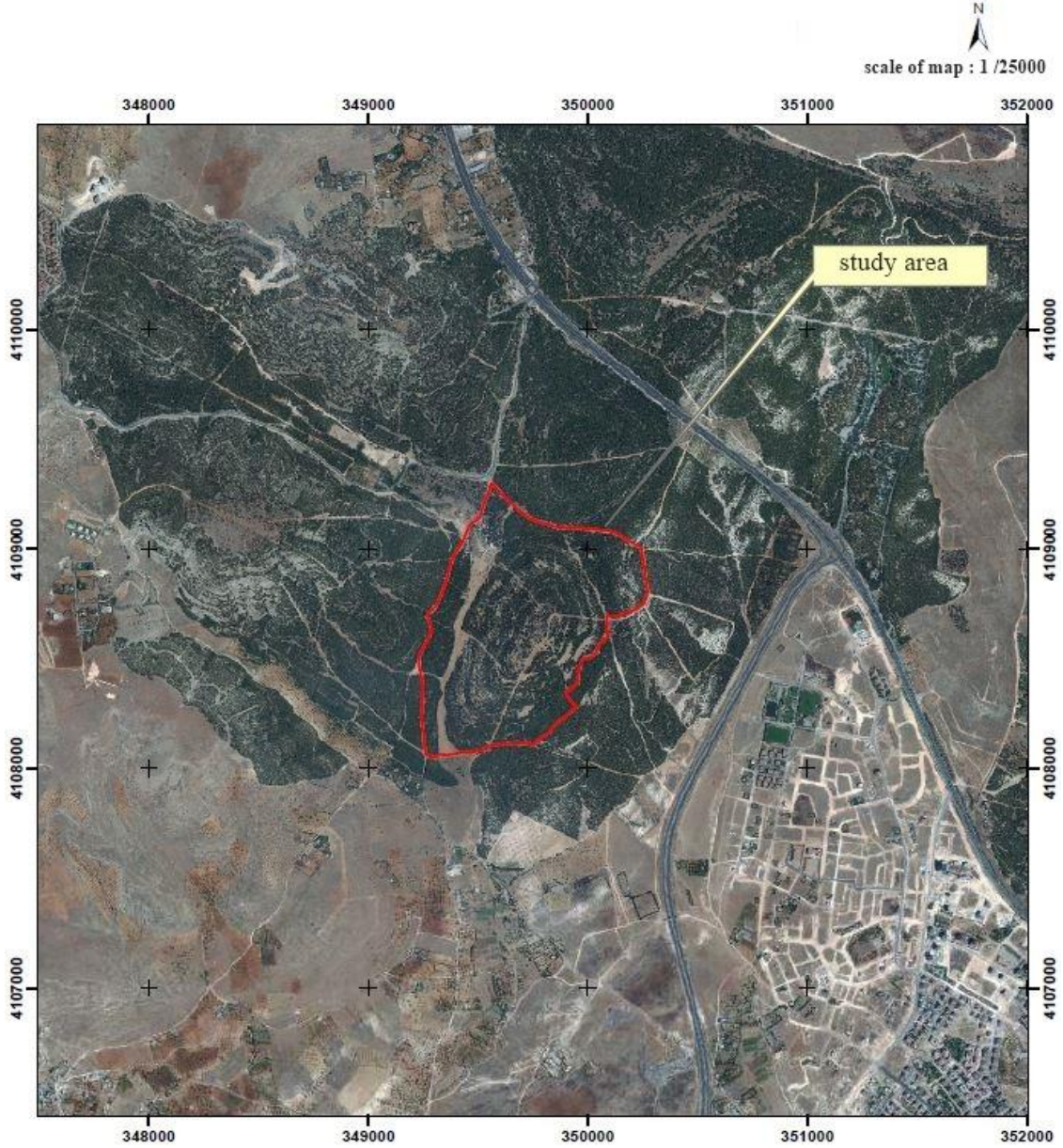


Figure 2. Satellite image for the investigated area.

2.2 Status of wild animal present in the field

As a result of the studies conducted in the field, it is estimated that wild species such as wolf (*Canis lupus*), fox (*Vulpes vulpes*), rabbit (*Lepus sp.*), Marten (*Martes martes*) are known around the study area as it is understood from the statements of local hunters, forest regional directorate personnel and villagers.

3. Results

Figure 3 shows the number of eggs, the number of eggs entering the hatching machine, and the number of eggs coming

out of the hatchery between 2009 and 2017. The average success rate of the egg machine was 50% between 2009 and 2017. The number of eggs, which was 5,000 in 2009, has increased by five times to 25,000 as of 2017. These increasing figures indicated an increase in the production capacity at the production station.

Figure 4 shows the distribution of the number of eggs that were lost due to various reasons, categorized as nestling, hen, and male chukar, between 2009 and 2017. Figure 5 shows the amount of production at the chukar production station between 2009 and 2017. The maximum production amount was

18,750 individuals in 2014, and at least 300 individuals were produced in 2009. The number of animals produced at the production station was at the lowest level at the station establishment. The production of the station increased by 18,450 units in 2014 compared to the start date of 2009 with the capacity of the production station and the development of production techniques. Figure 6 shows the amount of chukar allocation between 2010 and 2015. The maximum chukar allocation amount was 19,250 individuals in 2014, and the minimum chukar allocation amount was 15,000 individuals in

2011. The number of animals allocated from the animals produced at the production station was highest in 2014. It shows that the number of allocations is correctly proportional to the amount of production. Figure 7 shows the amount of chukar allocation made by provinces between 2010 and 2015. The maximum chukar allocation amount is 3,500 individuals in Gaziantep province and the minimum chukar allocation amount is 450 individuals in Karaman province.

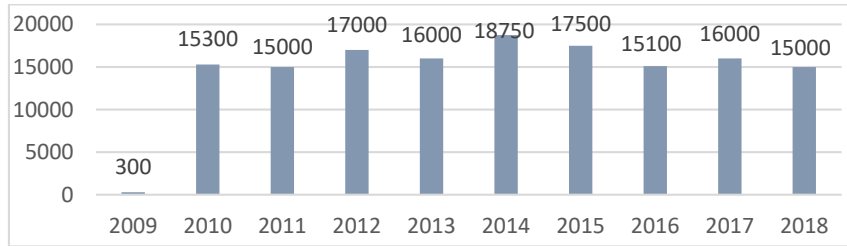


Figure 5. Chukar production by year.

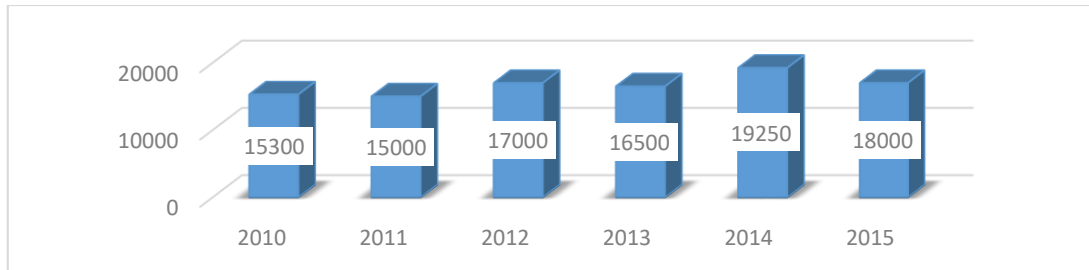


Figure 6. Gaziantep allocation of wild animals by chukar production station of the year.

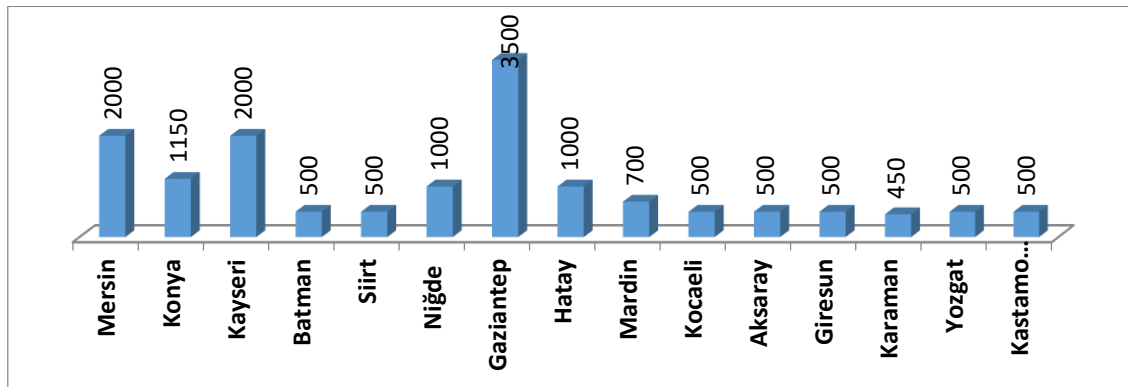


Figure 7. Allocation of chukar in 2010.

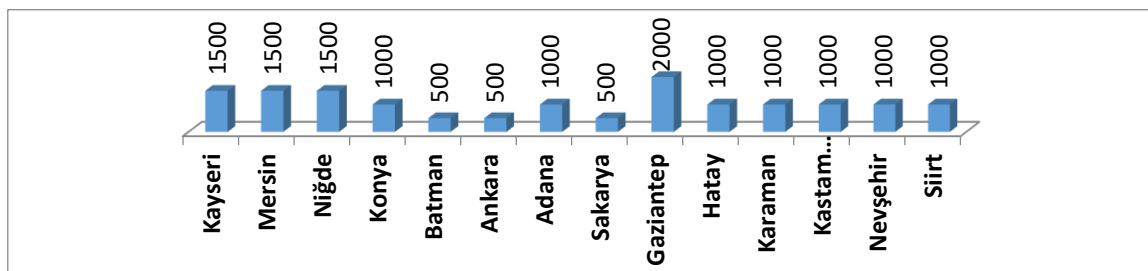


Figure 8. Allocation of chukar in 2011

Figure 8 shows the amount of chukar allocation made by provinces in 2011. The maximum chukar allocation amount is 2,000 individuals in Gaziantep province and the minimum chukar allocation amount is 500 individuals in Ankara province. Figure 9 shows the amount of chukar allocation made by provinces in 2012. The maximum chukar allocation amount is 2,000 in Gaziantep province and the minimum chukar allocation amount is 200 in Samsun province. Figure 10 shows the amount of chukar allocation made by provinces in 2013. The maximum amount of chukar allocation is 2,500 in

Ankara and the minimum amount of chukar allocation is 200 in Adıyaman. Figure 11 shows the amount of chukar allocation made by provinces in 2014. The maximum chukar allocation amount is 3,200 units in Ankara province, and the minimum chukar allocation amount is 250 units in Kayseri province. Figure 12 shows the amount of chukar allocation made by provinces in 2015. The maximum chukar allocation amount is 3,750 in Antalya province, and the minimum chukar allocation amount is 250 in Tunceli province.

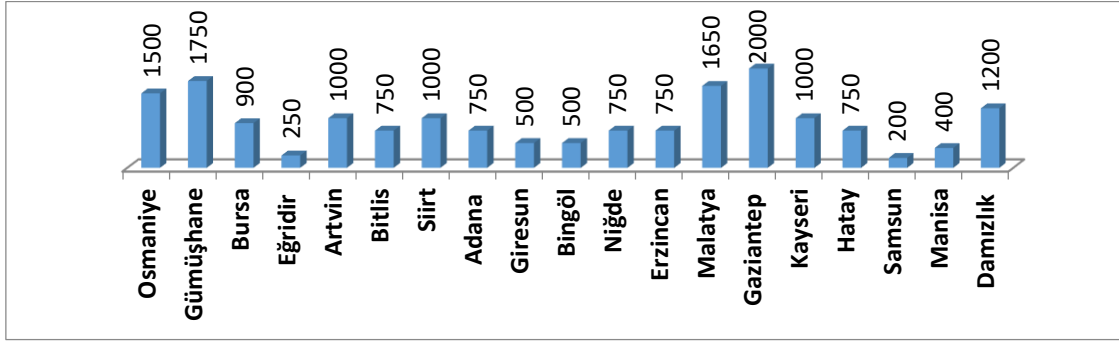


Figure 9. Allocation of chukar in 2012.

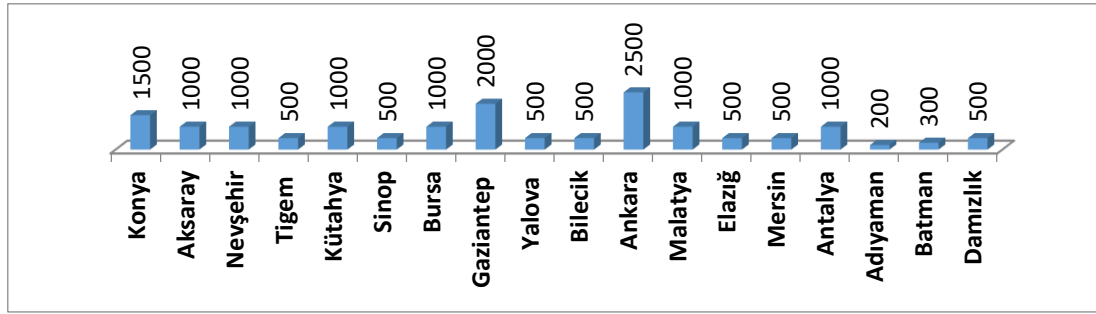


Figure 10. Allocation of chukar in 2013.

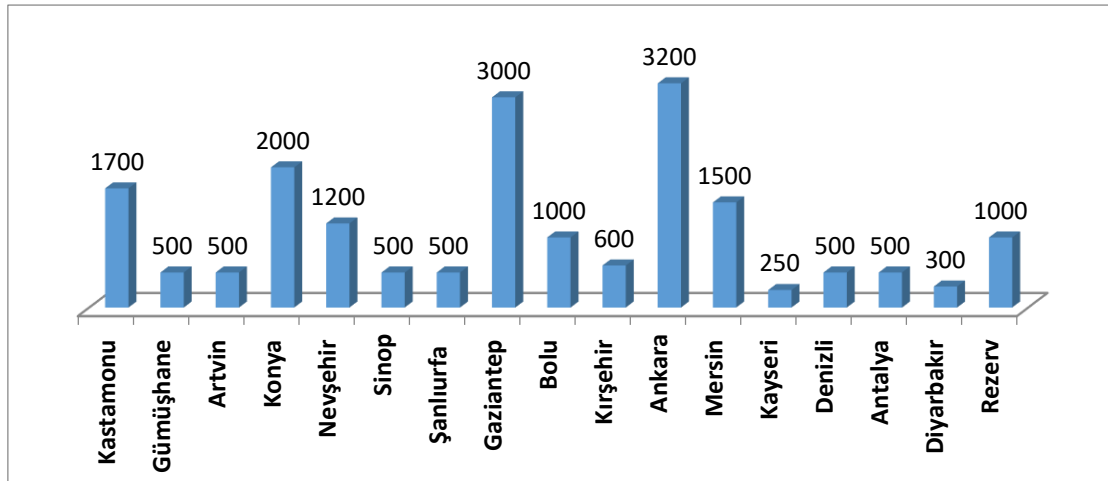


Figure 11. Allocation of chukar in 2014.

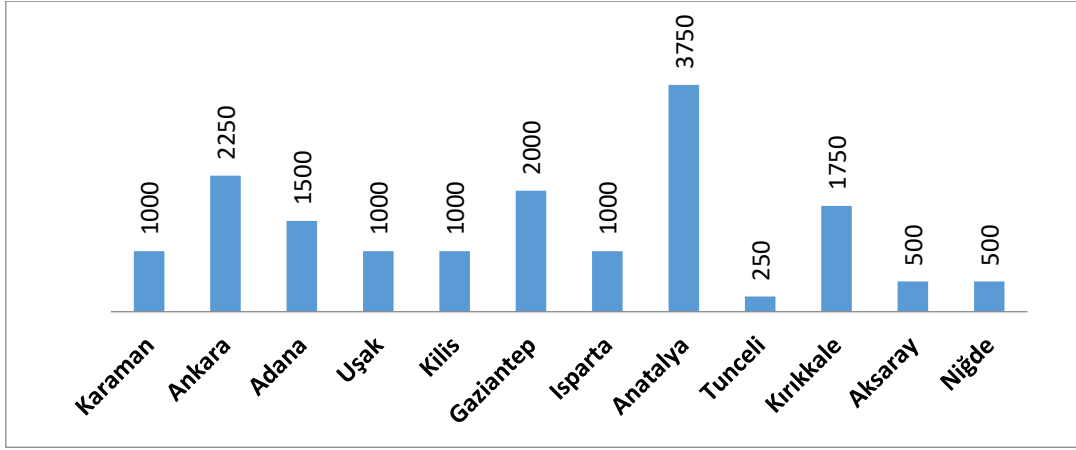


Figure 12. Allocation of chukar in 2015.



Figure 13. Chukar production station egg hatching

Annual average production at Gaziantep Chukar Production Station is given below;

- Egg production 33,000
- Chick production 19,500
- Chukar death 1,500
- Ready for allocation 18,000
- Hatching rate %57.5
- Mortality rate %7.69

3.1 Annual average breeding production

- Number of female breeders 840
- Number of male breeder 420
- Between 2004 and 2015, 15,000 partridges were placed in nature in Gaziantep.
- In 2015, chukar production studies were started under gurk chicken, and 30 gurk chickens were procured.

4. Conclusions

Chukar Production Stations have taken an important step in fulfilling the wildlife sustainability principle with the establishment in recent years. Success in production depends, first of all, on knowing the biological demands of partridge. Chukar is a very delicate bird. Considering their delicate structure, it is essential to ensure hygiene. The location of the incubator must be well maintained and should be protected against diseases.

Success in production is closely related to knowing the behavioral psychology of partridge. Chukar sitter could be given as an excellent example. In this study, it was observed chukar does not eat the food given by people. In addition, it was determined that even the color of caregiver clothes can affect egg laying. It is advantageous to have the same garment color and the same care officer.

In the production stations in Gaziantep, the production was done by using the release method in the first years, and then the production was made in the cage. The chukars should be divided into groups before the mating season, both in keels

and in chukars to be produced in cages. Otherwise, birds can be stressed, and it causes them to have dead eggs or no eggs. In the mating season, males do not accept any other male individual in the same cage. It causes individuals to fight. Male individuals should be separated into different cages in their mating season.

Food rations should be welladjusted. This is one of the most important processes for the success of the production. In production, henna chukar should have a good nutritional diet, especially during reproduction periods. They should be given in green feed as well as egg feed. Vitamin supplements should be made regularly every month. Vitamins relieve stress during production in partridges and in humans.

It is crucially essential that special transport preparations should be applied when placing the eggs in the incubators. This process can eliminate 99% of egg casualties. Coccidiosis was seen. On the other hand, roaming places and nests should be kept dry. The cleaning of the nests must be monitored. Humidity must be removed in flight compartments and roaming areas. Sun and flight places should be sunbathed. Feed should not be given as soon as the fry emerges. When the pup first comes out, water should be given. Water containers should be suitable for chick size. Otherwise, suffocation may occur. Especially the water should be clean and at room temperature.

Due to the location of the production station on the side of the road, the exhaust gases from vehicles have a negative effect on the animals in the production facility. As a result, production stations should not be located on the side of the road or near factories. The area where production stations are located should be protected by border walls. Measures should be taken to prevent wild animals or other animals from entering the plant during the production phase. The wire net used for the border should be of ideal width to prevent birds from entering. Production capacity of the production stations should be aimed at a reasonable level and research and development work should be initiated to test natural production techniques.

Author contributions

Concept: G.B.; Design: G.B.; Supervision: G.B.; Data Collection: G.B.; Analysis: G.B.; Literature Search: G.B.; Writing Manuscript: G.B.; Critical Review: G.B.

Acknowledgements

II. International Black Sea Coastline Countries Symposium July 20-22, 2019 Samsun/ Türkiye The English abstract of our study was presented at the symposium. I would like to thank for the organisation and process within the scope of the symposium.

Ethics committee approval

N/A.

References

Baker, ECS., 1922. The game birds of India, Burma and Ceylon, part 31. Journal of the Bombay Natural History Society 28(2), 306–312.

Christensen, G.C., 1970. The Chukar Partridge: Its Introduction, Life History, and Management., Nevada, USA

Duarte J, Vargas J.M., 2004. Field in breeding of released farm-reared Red-legged Partridges (*Alectoris rufa*) with wild ones. Game and Wildlife Science 21, 55–61.

Fanatico, A.C., Pillai, P.B., Cavitt, L.C., Owens, C.M. & Emmert, J.L., 2005. Evaluation of slower-growing broiler genotypes grown with and without outdoor access: growth performance and carcass yield. Poultry Science, 84: 1321– 1327.

Gonzalez-Redondo, P., 2010. Effect of long-term storage on the hatchability of red-legged partridge (*Alectoris rufa*) eggs. Poultry Science, 89: 379–383. doi:10.3382/ps.2009-00408.

Günlü, A., Kırıkçı, A., Cetin, O., Garip, M., 2007. The effect of stocking density on growth performance and average cost in partridge rearing (*Alectoris graeca*). Poultry Science, 86: 1800–1804.

Khaksar, V., Veldkamp, T., Hashempour, H., 2014. Effect of a prebiotic on performance of partridge. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 98: 511–516. doi:10.1111/jpn.12100.

Kokoszyński, D., Bernacki, Z., Korytkowska, H., Wilkanowska, A., Frieske, A., 2013. Carcass composition and meat quality of grey partridge (*Perdix Perdix L.* Journal of Central European Agriculture, 14 (1): 378–387.

Kırıkçı, K., Günlü, A., Cetin, O., Garip, M., 2007. Effect of hen weight on egg production and some egg quality characteristics in the partridge (*Alectoris graeca*). Poultry Science, 86: 1380–1383. doi:10.1093/ps/86.7.1380.

Ozbey, O., Esen, F., 2007. The effects of different breeding systems on egg productivity and egg quality characteristics of rock partridges. Poultry Science, 86: 782–785.

Ozdemir, E., Esen, F., 2006. Growth and life strength characteristics of rock partridges (*A. graeca*) in intensive conditions. Journal of Animal and Veterinary Advances, 5 (4): 335–339.

Ozek, K., Yazgan, O., Bahtıyarcı, Y., 2003. Effects of dietary protein and energy concentrations on performance and carcass characteristics of Chukar Partridges (*Alectoris chukar*) raised in captivity. British Poultry Science, 3: 419–426.

Özek, K., 2007. III. Tarımsal Araştırma Master Planı ve Kanatlı-Küçük. Journal of Poultry Research, 7 (1), 58-65.

Özuslu, E., İskender, E., 2009. Sof Dağı'nın Gaziantep soğanlı bitkileri. Biological Diversity and Conservation, 2(2), 78-84.

Özuslu, E., 2004. Gaziantep Üniversitesi Kampüs florası. Çev.-Kor. Dergisi 14(53): 25-32.

Rasmussen, P.C., Anderton, J.C., 2005. Birds of South Asia: The ripley Guide. Volume 2. Smithsonian Institution & Lynx: p. 120.

Roberts, T.J., 1991. The birds of Pakistan. In 2 Volumes. Regional Studies and Non-passeriformes. Oxford University Press.

Sarıca, M., Ocak, N., Turhan, S., Kop, C. & Yamak, U.S., 2011. Evaluation of meat quality from 3 turkey genotypes reared with or without outdoor access. Poultry Science, 90 (6): 1313–1323.

Whistler, H., Kinnear, N.B., 1949. Popular Handbook of Indian Birds, ed 4. Gurney and Jackson: London. 428–430

Yamak, U.S., 2015. Artificial breeding of wild birds in Turkey: partridge breeding case. Indian Journal of Animal Research, 49 (2): 258–261. doi:10.5958/0976-0555.2015.00054.0



Establishing a collection and exhibition garden with some endangered plants in Ankara (Türkiye)

Ankara'da (Türkiye) nesli tehlike altındaki bazı bitkiler ile koleksiyon ve sergileme bahçesi kurulması

Merve YILMAZ^{1*}, Özlem MAVİ İDMAN¹, Yasemin SEYMAN¹, Merve DEMİRDÖĞEN¹, Ayşenur Hazel YILDIRIM¹, Rasim AKTAŞ¹, Muharrem CİHAN¹, Şahin ÇİMEN¹, Pelin ACAR¹, Zuhâl DİLAVER²

¹Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Gen. Md., Türkiye Milli Botanik Bahçesi Müd., Ankara

²Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Ankara, Türkiye

Sorumlu yazar:

*Merve YILMAZ

E-mail:

yildizmerve@tarimorman.gov.tr

Gönderim Tarihi:

03/07/2024

Kabul Tarihi:

11/10/2024

Atf:

Yılmaz, M., Mavi İdman, Ö., Seyman, Y., Demirdöğen, M., Yıldırım, A. H., Aktaş, R., Cihan, M., Çimen, Ş., Pelin Acar, P., Dilaver, Z. 2024. Establishing a collection and exhibition garden with some endangered plants in Ankara (Türkiye). Ağaç ve Orman, 5(2): 113-120

DOI: 10.59751/agacorman.1509221

Abstract

Within the scope of this study, activities were carried out to ensure *ex-situ* conservation of 12 taxa, distributed Ayaş, Beypazarı and Nallıhan districts in Ankara province, in the collection garden established by the National Botanical Garden of Türkiye and to raise awareness. In previous studies on *Achillea ketenoglui* H. Duman, *Aethionema dumanii* Vural & Adigüzel, *Aethionema turcica* H.Duman & Aytaç, *Astragalus densifolius* subsp. *ayashensis* Aytaç & Ekim, *Astragalus beypazaricus* Podlech & Aytaç, *Astragalus yildirimlii* Aytaç & Ekici, *Asyneuma linifolium* subsp. *nallihanicum* Kit Tan & Yıldız, *Campanula damboldtiana* P.H.Davis & Sorger, *Cytisus acutangulus* Jaub. & Spach, *Salsola grandis* Vural & Adigüzel, *Salvia aytachii* Vural & Adigüzel, *Verbascum gypsicola* Vural & Aydoğdu, general characteristics such as life forms and habitat requirements were determined through field observations. In this study, analyses were carried out through Geographic Information Systems using the characteristics of these taxa. In line with the analyses, the most suitable place to establish an Endemic Plants Collection Garden within the borders of the National Botanical Garden of Türkiye was selected. Among the taxa studied, 7 propagated species were adapted and protected in the collection garden created with habitat soils. Thus, an important example study has been presented for the conservation of endangered taxa, which is one of the missions of botanical gardens. Meetings were organised in the districts of Ayaş, Beypazarı and Nallıhan to raise awareness of *ex-situ* conservation activities.

Keywords: Awareness, collection garden, endemic plant, GIS.

Özet

Bu çalışma kapsamında Ankara ili, Ayaş, Beypazarı ve Nallıhan ilçelerinde yayılış gösteren 12 taksonun Türkiye Milli Botanik Bahçesi Müdürlüğü'nde kurulan koleksiyon bahçesinde *ex-situ* korumanın sağlanması ve farkındalığın artırılması faaliyetleri yürütülmüştür. *Achillea ketenoglui* H. Duman, *Aethionema dumanii* Vural & Adigüzel, *Aethionema turcica* H.Duman & Aytaç, *Astragalus densifolius* subsp. *ayashensis* Aytaç & Ekim, *Astragalus beypazaricus* Podlech & Aytaç, *Astragalus yildirimlii* Aytaç & Ekici, *Asyneuma linifolium* subsp. *nallihanicum* Kit Tan & Yıldız, *Campanula damboldtiana* P.H.Davis & Sorger, *Cytisus acutangulus* Jaub. & Spach, *Salsola grandis* Vural & Adigüzel, *Salvia aytachii* Vural & Adigüzel, *Verbascum gypsicola* Vural & Aydoğdu taksonları üzerinde daha önce yapılan çalışmalarda, arazi gözlemleri ile yaşam formları ve habitat istekleri gibi genel özellikleri tespit edilmiştir. Bu çalışmada ise taksonlara ait özellikler kullanılarak, Coğrafi Bilgi Sistemleri aracılığıyla analizler gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu analizler doğrultusunda Türkiye Milli Botanik Bahçesi Müdürlüğü sınırlarında Endemik Bitkiler Koleksiyon Bahçesi kurulması için en uygun yer seçilmiştir. Çalışılan taksonlardan çoğaltımı sağlanan 7 taksonun adaptasyonu sağlanmış ve habitat toprakları ile oluşturulan koleksiyon bahçesinde koruma altına alınmıştır. Böylece botanik bahçelerinin misyonlarından biri olan nesli tehlike altındaki taksonların korunması faaliyetleri adına önemli bir örnek çalışma ortaya konulmuştur. Ayaş, Beypazarı ve Nallıhan ilçelerinde toplantılar düzenlenerek *ex-situ* koruma faaliyetleri konusunda farkındalık oluşturulmasına katkı sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Farkındalık, koleksiyon bahçesi, endemik bitki, CBS.

1. Introduction

In conditions where species losses are high, only *in-situ* conservation methods are inadequate. For some species whose original habitat or areas are under threat, only *in-situ* conservation efforts may cause greater species losses. In this case, a sustainable conservation plan can be created with *ex-situ* conservation methods (Primack, 2012). In this context, it is seen as a supporting tool for national decision-making and policy-making actions towards biodiversity conservation, using both

in-situ and *ex-situ* approaches (Hurdu et al., 2022). In botanical gardens, which are one of the *ex-situ* conservation areas, plants can be kept alive under controlled conditions and population areas can be created with seed and cutting techniques (Primack, 2012). In addition, by making habitat observations of endemic taxa (Yılmaz and Mavi İdman, 2024); It is important to determine the slope, aspect, elevation, soil and climate characteristics where the plants grow and to create suitable conditions in the *ex-situ* conservation area. There are many *ex-situ* conservation and conservation biology studies conducted in this context. Bayraktar et al. (1980), one of the

first examples of these studies, stated that the destruction in the natural landscape should be repaired and reintroduced to nature, and carried out field and laboratory studies to realize this action by using natural plant species. In the study, plant species that could be tried for production were selected from areas with different ecological characteristics in the Aegean region, and production trials were carried out in the form of seeds, cuttings and rooted plants. At the same time, climate, geology, soil, slope, aspect topography and land use situations were also analyzed in the field studies (Bayraktar et al., 1980).

Another study within the scope of *ex-situ* conservation of endemic plants was conducted by Vural et al. (2007) is related to *Centaurea tchihatcheffii* Fisch. & C.A.Mey., whose danger category is CR. In his studies, he carried out field studies by determining the development characteristics of the species and developed *in-situ* and *ex-situ* conservation strategies. In this context, seed collection studies were carried out and they were planted in trial plots created on the land of Middle East Technical University (METU) and successful results were obtained. In the same study (Vural et al., 2007), by increasing the population of the species by increasing its seeds in the growing environment, the CR, The International Union for Conservation of Nature's Red List category was increased to the EN category and the seeds of the species were protected in the National Seed Gene Bank and the Turkish Seed Gene Bank. Seçmen et al. (2007), determined the red list category of the narrowly distributed *Linum aretioides* Boiss. and revealed the reasons for its narrow distribution and endangerment by investigating the life history of the plant. In this context, findings regarding the boundaries of the plant's living environment, soil, climate, vegetation characteristics and phenological observations were obtained, the lower and upper elevations were determined using the Global Positioning System (GPS) device to determine the distribution area of the species, and the distribution map was created with the Geographic Information Systems (GIS) program. Reproductive success was examined with morphological observations and seed germination tests, and *ex-situ* conservation was provided in the cold greenhouse of the Ege University Botanical Garden by using 2 types of growth regulators (indole butyric acid, indole acetic acid) in cutting production, but success was not achieved due to climatic factors. Şenol et al. (2012) selected 4 of the 12 local endemics growing in Bozdağlar in the Aegean Region and obtained findings regarding the life stories of these species, the boundaries of the places where they live, soil, climate, vegetation characteristics and phenological observations. In addition, the lower limits for each of the four taxa in the areas where the plants were observed were determined by GPS records, a distribution map for the species was created by organizing these records, and the surface areas of the areas where they spread were determined. As part of the seed trial studies, the germinating seeds were transplanted into plastic vials, and the seedlings obtained from the vials in pots were transferred to the Ege University Botanical Garden to create an *ex-situ* conservation area. In their study evaluating China's conservation approaches, Sun et al. (2019) stated that *ex-situ* conservation is important for ensuring the future of living plant specimens in a safe area, research, public access and creating educational programs at all levels. They also emphasized that botanical gardens are one of the ideal places

where *ex-situ* conservation studies can be carried out in this context. In another study, Thomas et al. (2022) developed models to predict the climatic suitability of different species for propagation studies at the Missouri Botanical Garden. As a result of their study, they observed that the survival performance and reproduction studies of species can be reproduced in the climate of the place where the species is located, rather than in the climate distribution. They also emphasized the importance of the role of botanical gardens in *ex-situ* conservation and increasing the capacity of living collections to represent protected species. Hurdu et al. (2022) stated that despite the extensive protected area network in Romania, many taxa are still threatened with extinction in the region, mainly due to anthropogenic pressure. They emphasized the importance of *ex-situ* conservation for comprehensive and adequate conservation strategies and to provide a more significant buffer against plant extinction in nature, supported by a multitude of tools to re-plant taxa to their natural habitat.

When the literature is examined, it is seen that a holistic approach should be adopted in order to achieve success in *ex-situ* conservation studies. In addition to field studies on taxa, increasing public awareness is among the most important tasks of botanical gardens. In order to carry out conservation activities without losing biological richness, developing the conservation awareness of societies is of great importance for future generations. Creating and developing awareness in society about biodiversity and encouraging biodiversity conservation is an important step for sustainable conservation-use balance (Özbebek et al., 2013). The conservation of biodiversity and natural ecosystems necessarily demonstrates the progress of humanity and the interrelationship between society and nature. As a result of advances in technology, new agricultural production techniques enable food production and new medicines for humanity (Alho, 2012). In this context, creating conservation programs and providing training on this subject becomes important. It is important to raise local awareness for conservation activities to be successful. In particular, rural communities whose livelihoods depend on biodiversity need to be informed and made aware of biodiversity conservation (Soni, 2010).

With this study, it was aimed to carry out the *ex-situ* conservation of endangered endemic plants growing in Ayaş, Beyazarı and Nallıhan regions at the National Botanical Garden of Türkiye, to establish a collection garden and to raise awareness about the taxa among the local people. For this purpose, in the light of previously obtained data (Yılmaz and Mavi İdman, 2024) on the living environments of the taxa were analyzed and studies were carried out to establish a collection garden.

2. Material and Method

Within the scope of the study, information on the living conditions of taxa was recorded in the field and analyzed in the *ex-situ* conservation step (Bayraktar et al., 1980; Vural et al., 2007; Seçmen et al., 2007; Şenol et al., 2012). In line with these data, elevation, slope and aspect maps of both the districts (Ayaş, Nallıhan and Beyazarı) and the National Botanical Garden of Türkiye were made. These maps were created

based on topographic maps and using ARC GIS 10.4 software. For raster data layers, 3D Analyst Tool-Raster Surface was used. The analyses were sampled on 10x10 grids in the GCS-WGS-1984 projection system.

Seeds of all taxa were collected. However, due to low seed yields, 20 seeds from each taxon were used in propagation studies. Based on this, the propagation of the taxa *Aethionema dumanii* (4 individuals), *Aethionema turcica* (4 individuals), *Achillea ketenoglui* (4 individuals), *Salvia aytachii* (4 individuals) and *Salsola grandis* (4 individuals) was achieved. Additionally, propagation with steel was tried on *Salvia aytachii* and 16 individuals were obtained. The plants were transferred in 2021 and 2022 and are monitored every year.

Soil samples were taken from each region to better explain the living conditions of the taxa. Samples were taken from a depth of 30 cm and from different points using a shovel and stored separately, bagged and labeled. (Güçdemir and Kalınbacak, 2009). The samples were sent to be analyzed at the Soil, Fertilizer and Water Resources Central Research Institute and the texture analysis results were obtained. Other soil analyzes (pH, organic matter, lime, salinity, etc.) were completed within the scope of the Cooperation Protocol for the Protection of Endangered Endemic Plant Species in Ankara Province. Climate data were taken from Çankaya, Ayaş, Nallıhan and Beypazarı stations of the General Directorate of Meteorology (Ankara) and expressed with graphics.

After determining the habitat characteristics of the plants in years 2020 and 2021, the area, where Endemic Plants Collection Garden in the National Botanical Garden was going to be established, was determined by performing suitability analyzes in the ARC GIS 10.4 software. Necessary soil conditions are provided for the taxa to continue their vital activities in the *ex-situ* conservation area. In this context, soils brought from the taxa's own habitats were laid in the Endemic Plants Collection Garden, with habitat boundaries determined by plastic dividers. As a result of the propagation studies, the pot-adapted seedlings were transferred to the established Endemic Plants Collection Garden. Moreover, for a holistic *ex-situ* conservation approach, seeds collected from the plants were forwarded to the Turkish Seed Gene Bank in Ankara.

3. Results and Discussion

In field studies carried out on taxa; slope, aspect and elevation features were recorded. Geographic Information Systems technology was used to determine the most suitable place for the Endemic Plants Collection Garden within the National Botanical Garden of Türkiye area. Elevation (Figure 1), slope (Figure 2) and aspect (Figure 3) analyzes were carried out with vector topography data provided by Ankara Soil Fertilizer and Water Resources Central Research Institute. The results obtained in this direction are shown in the Table 1 as the elevation, slope and aspect values of the taxa from their own habitats.

Table 1. Elevation, slope and aspect characteristics of the taxa's habitat.

Taxa	Number	Elevation	Slope	Aspect
* <i>Aethionema turcica</i> , * <i>Aethionema dumanii</i> <i>Astragalus densifolius</i> subsp. <i>ayashensis</i> <i>Campanula damboldtiana</i>	034	1150 m	6-12	West
* <i>Achillea ketenoglui</i>	035	620 m	0-4	Northwest
* <i>Astragalus beypazaricus</i> , * <i>Salvia aytachii</i>	038	645 m	0-4	Northeast
* <i>Verbascum gypsicola</i>	041	582 m	6-12	South
<i>Cytisus acutangulus</i>	046	490 m	6-12	Northwest
* <i>Salsola grandis</i>	046	470 m	6-12	East
<i>Astragalus yildirimlii</i>	049	965 m	12-24	Northeast
<i>Asyneuma linifolium</i> subsp. <i>nallihanicum</i>	058	623 m	12-24	Southwest

*: Taxa that are adapted by propagation

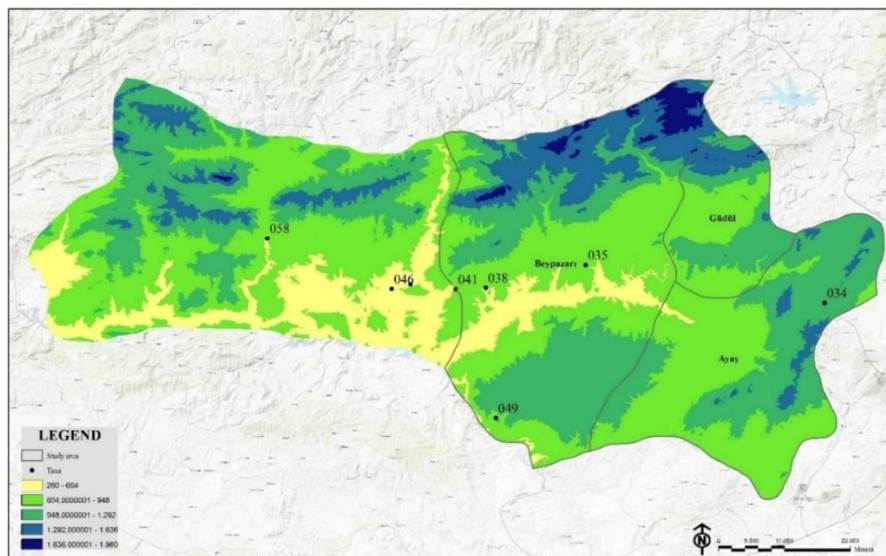


Figure 1. The elevation map of Ayaş, Beypazarı and Nallıhan districts.

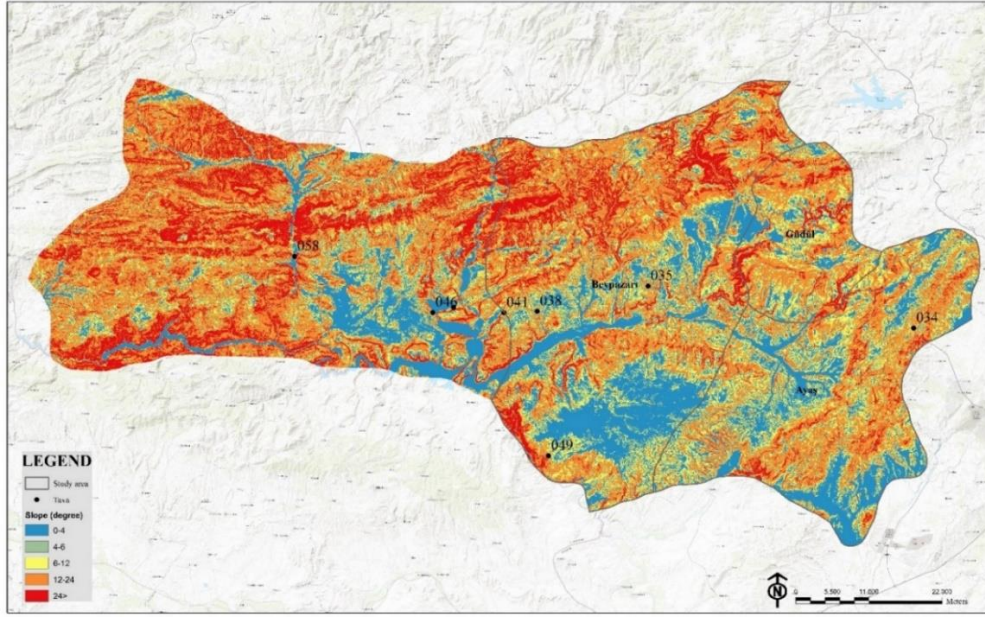


Figure 2. Slope maps of Ayaş, Beypazarı and Nallıhan districts.

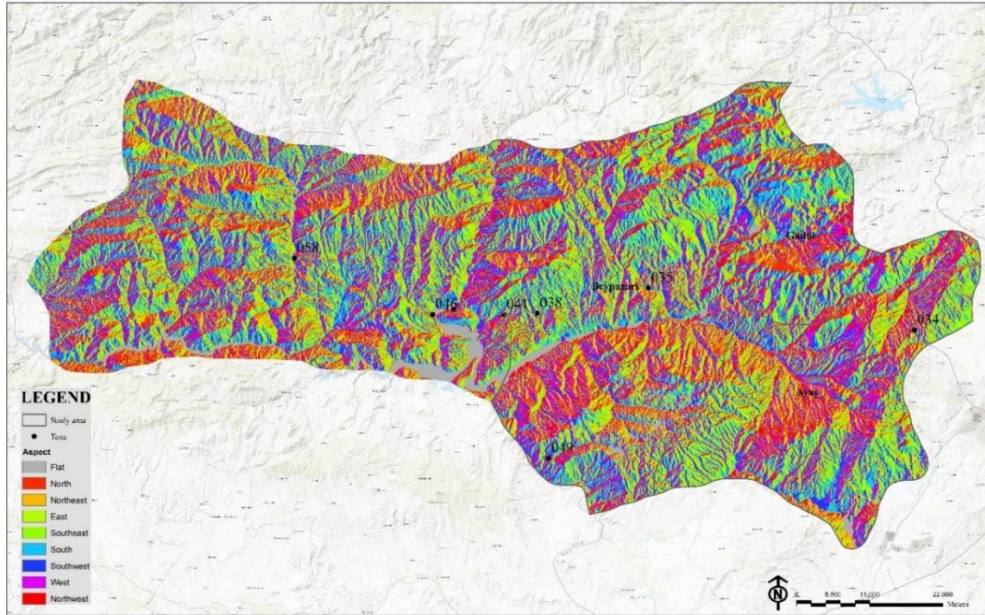
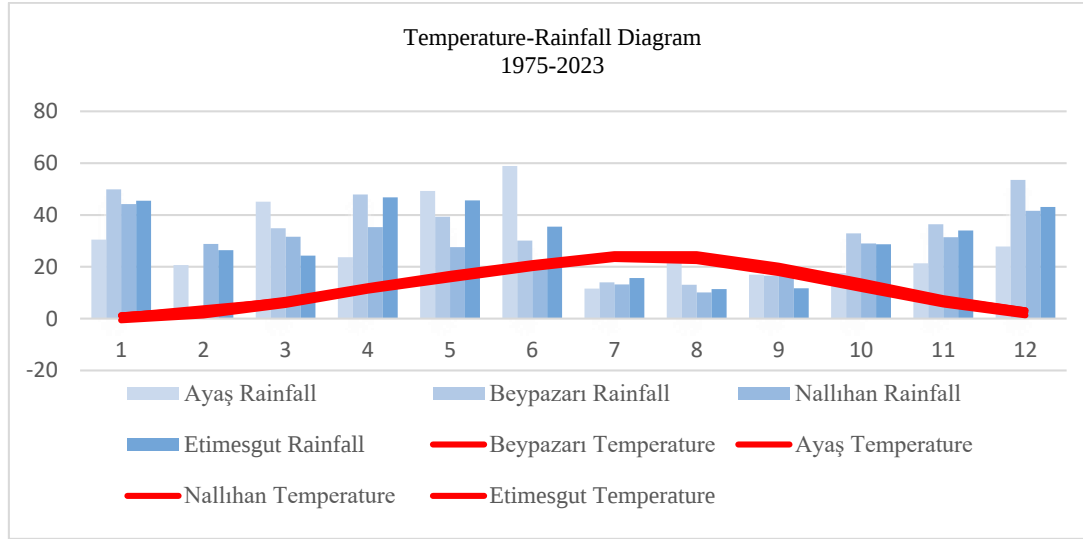


Figure 3. Aspect map of Ayaş, Beypazarı and Nallıhan districts.

The altitude of the study area varies between 260-1190 m. The highest location in the study area is Ayaş Aysantı waist, followed by the location where the *Astragalus yildirimlii* is found with 965 m. *Salsola grandis* located near Nallıhan Bird Sanctuary and *Cytisus acutangulus* located near Davutoğlu Village, are at the lowest altitude. Most of the study area has a slope of 24>. *Astragalus yildirimlii* and *Asyneuma linifolium* subsp. *nallıhanicum* which are within the scope of the study, continue to exist in locations with the highest slope degree. When looking at the aspect levels of the area, it can be seen that there is diversity. Taxa are mostly located in northwestern facing areas.

Evaluation of climate data in *ex-situ* conservation studies is especially important for taxa that are endemic and adapted to a certain region. Within the scope of the study, the 1975-2023 climate data of Ayaş, Beypazarı and Nallıhan districts, where the taxa are distributed, and the district Etimesgut where the Botanical Garden is located, were examined. The highest temperature and average temperature values of the districts are close to each other. It is seen that Beypazarı district is milder at the lowest temperature values (Table 2).

Table 2. Temperature-Rainfall data of all districts between 1975-2023.



Within the scope of the study, the rainfall amounts of the districts were also evaluated. For example, it has been determined that the *Astragalus beypazaricus* area blooms depending on rainfall and deteriorates in years when rainfall is low ((Yılmaz and Mavi İdman, 2024; Anonim, 2015). It was observed that the taxon received sufficient rainfall in 2020-2021 and flowering occurred. When districts are evaluated, rainfall amounts vary according to months. The values of Etimesgut district are at average values in terms of temperature and precipitation. It was not evaluated among the criteria in the suitability analysis for the Endemic Plants Collection Garden on the grounds that there was no significant difference.

It was determined as the most suitable place for the Endemic Plants Collection Garden within the Botanical Garden is the areas with slopes of 0-4, 6-12, 12-24 in the altitude range (470 m; 1190 m), facing the South, East, West, Northeast, Northwest and Southwest. Overlay analysis was performed in ARC GIS 10.4 software, raster data was overlapped and the place where the garden would be established was determined (Figure 4). As a result of these analysis, it is seen that zones A, B, C and D in Botanical Garden are suitable areas for the establishment of the Endemic Plants Collection Garden. It was decided to establish the said collection garden in Zone B, on the Hacettepe Exit Road route, due to its ownership status, convenience in terms of public travel routes, accessibility and site preparation.

In order to ensure *ex-situ* conservation of the taxa in the Botanical Garden, it has great importance to create environments close to natural living conditions. It is known that especially the rare endemic taxa evaluated within the scope of the study can survive in certain soil conditions. In this regard, soil structure analysis of the soil samples sent to the Ankara Soil Fertilizer and Water Resources Central Research Institute Directorate for analysis in 2020 was completed. Other analyzes were completed within the scope of the Cooperation Protocol for the Protection of Endangered Endemic Plant Species in Ankara Province and the results are shown in Table 3.



Figure 4. The suitable areas for the collection in the Botanical Garden.

The soil analysis results are listed below by taxa;

Cytisus acutangulus: Sand 56.97%; Silt 21.26%; Clay 21.76% and structure class (SCL) sandy, clayey, loamy soils, very difficult to process, high water retention capacity,

Astragalus beypazaricus, *Salvia aytachii*: Sand 28.05%; Silt 20.19%; Clay is 51.76% and structure class (C), low water permeability, heavy clay soils are difficult to process, high water retention capacity,

Verbascum gypsicola, *Achillea ketenoglui*: Sand 83.70%; Silt 9.60%; Clay 6.70% and texture class (LS), coarse loamy sand soils, low water retention capacity, easy to process were recorded. It is seen that all taxa prefer alkaline soils that are poor

in organic matter. It is seen that, *Campanula damboldtiana*, *Aethionema turcica*, *Aethionema dumanii* ve *Astragalus densifolius* subsp. *ayashensis* grow in soils with very high lime content.

Table 3. Soil analysis for the taxa (Anonim 2023).

Taxon	<i>Salsola grandis</i>	<i>Verbascum gypsicola</i>	<i>Cytisus acutangulus</i>	<i>Campanula damboldtiana</i> , <i>Aethionema turcica</i> , <i>Aethionema dumanii</i> , <i>Astragalus densifolius</i> subsp. <i>ayashensis</i>	<i>Salvia aytachii</i> , <i>Astragalus beypazaricus</i>
Sample No	22-TP-01712	22-TP-02152	22-TP-02153	22-TP-02154	22-TP-02155
District	Nallıhan	Nallıhan	Nallıhan	Ayaş	Beypazarı
Location	Davutoğlu	Çayırhan	Davutoğlu	Aysantıbeli	-
Texture	Clay loam	Loam	Clay loam	Clay loam	Clay
Saturation with Water (%)	71	44	55	55	83
pH (In Soil Saturated with Water)	8,76	7,77	7,83	7,37	7,86
EC (dS/m) (Electrical Conductivity)	2,6	0,91	0,84	0,34	0,40
Lime (CaCO ₃) (%)	9,2	10,8	5,97	38,97	12,8
Organic substance (%)	0,2	0,67	0,81	1,25	0,26
Available Phosphorus (P ₂ O ₅) (kg/da)	1,6	0,5	0,6	0,4	0,9
Available Potassium (K ₂ O) (kg/da)	167,7	50,5	136,3	28,7	234,4

Moreover, some soil analysis results were given in other scientific studies on taxa. For example, Ayyıldız (2019) stated that *Aethionema turcica* grows in clayey loam, slightly alkaline, unsalted and very calcareous soils, while *Campanula damboldtiana* soil samples numbered 3, 4 and 5 taken from Ayaş, Sincan and Kahramankazan localities are different from each other; reported to show clayey, clayey loam and loamy characteristics, respectively. He stated that this species prefers slightly alkaline, unsalted and very calcareous soils. He also stated that *Astragalus beypazaricus* prefers clayey, slightly alkaline, unsalted and very calcareous soils (Ayyıldız, 2019). In summary, it is seen that the mentioned taxa develop in marl soils.

Keser (2020) stated that *Verbascum gypsicola* prefers loamy, slightly alkaline, slightly salty and unsalted medium and high calcareous soils. In general, gypsum rates were low in the distribution environments. Also according to Anonim (2019) and Bozdoğan (2019) *Salsola grandis* prefers clayey, salty and alkaline (pH 9.59) soils. The local distribution of the taxa shows that they need extreme soil conditions. In this context, it becomes important to create a garden with habitat soils in order to transfer the taxa to the *ex-situ* conservation area in the Botanical Garden. In this regard, a collection garden was established with soil taken from the habitats of each taxon.

In the landscaping project of the Endemic Plants Collection Garden, taxa were placed in accordance with their habitats.

Habitat separations were made using plastic grass dividers. The soil taken from the taxa's own habitats was filled into the planting pits, and in 2021, the taxa *Aethionema dumanii* (4 individuals), *Aethionema turcica* (4 individuals), *Achillea ketenoglui* (4 individuals) and *Salvia aytachii* (4 individuals) were transferred from the pot to the garden. In addition, *Cytisus acutangulus* (2 individuals), *Aethionema dumanii* (1 individual), *Verbascum gypsicola* (2 individuals) and *Astragalus beypazaricus* (1 individual) taxa brought in 2020 were also planted in the garden. After planting, the plants were watered with fertilized water and labeled. There were losses in *Aethionema turcica*, *Aethionema dumanii*, and *Salvia aytachii* taxa during the winter months. The taxa were negatively affected by winter cold due to their herbaceous perennial life forms. Among the seed propagation studies carried out for the sustainability of the collection garden, *Aethionema dumanii* and *Aethionema turcica*, *Astragalus beypazaricus*, *Salsola grandis* and *Verbascum gypsicola* were propagated by cuttings; *Salvia aytachii* was transferred to the garden in June. All taxa in the plantation made in June have adapted. Land adaptations of all taxa planted in the Endemic Plants Collection Garden were achieved, flowering and fruit and seed formation were observed. The seeds of *Verbascum gypsicola* germinated again where they fell and the number of individuals (8 individuals in total) increased. In addition, the seeds of *Salsola grandis*, an annual taxon, germinate again

every year and the taxon continues its existence in the endemic garden. In other planted taxa *Aethionema dumanii*, *Aethionema turcica*, *Achillea ketenoglui*, *Salvia aytachii* ve *Astragalus beypazariensis* the fallen seeds do not germinate, but their life cycle in the garden continues.

Scope of work; It is of great importance to introduce endangered endemic taxa in Ayaş, Beypazarı and Nallıhan regions and to raise awareness among the local people. Because only if the taxa are embraced by the local people, conservation activities can achieve sustainable goals. In this context, meetings were held to introduce the taxa in Beypazarı, Nallıhan and Ayaş regions. The meetings were held in the District Governorship Meeting Hall in Beypazarı district, in Ayhan Sümer Cultural Center and Ayaş District Directorate of Agriculture and Forestry in Nallıhan district. Two separate information leaflets and posters were prepared for the taxa growing in Beypazarı and Nallıhan districts and distributed to the participants. At the meeting, general information about biodiversity, information about Botanical Garden and taxa were presented. At the end of the meeting, it was observed that the participants had increased awareness about these plants. Participants gave examples of the need to protect plants growing in their own regions.

4. Conclusion

Landscaping in botanical gardens plays an increasingly important role in *ex-situ* conservation. Thomas et al. (2022) developed a model to predict the climatic suitability of different species for propagation studies at the Missouri Botanical Garden. As a result of their study, they observed that the survival performance and reproduction studies of species can be reproduced in the climate of the place where the species is located, rather than in the climate distribution. In the success of the *ex-situ* conservation carried out within the scope of this study; Having areas with similar climatic factors, determining the appropriate place for the Endemic Plants Collection Garden using GIS, and carrying out the landscape work with the taxa's own habitat soils are among the effective factors.

Awareness and training activities constitute the most important steps of conservation activities. For example, General Directorate of Nature Conservation and National Parks Türkiye (DKMP) has awareness activities on *Campanula damboldtiana*. In this way, a solution mining company has initiated conservation activities for the taxon. Within the scope of these protection activities, the company's activity report (Anonim, 2021) states that, the 'Endemic Plant Protection Area' has been created to protect the endemic plant species spreading around the activity area, and the habitats and species within the area are also naturally protected and also locally distributed species (*Campanula damboldtiana*, *Aethionema dumanii*, *Aethionema turcica*, *Scutellaria yildirimlii*, *Sideritis galatica*, *Salvia tchihatcheffii*) are also moved to this area and population strengthening efforts are being carried out. In addition to increasing the awareness of different sectors operating in the immediate vicinity of such taxa, one of the important steps is to raise awareness among the local people.

In addition to the work carried out by DKMP regarding local people's training, awareness activities were also organized within the scope of the study. In the awareness studies carried out in Ayaş, Beypazarı and Nallıhan districts, it was observed that the participants were interested and willing to participate in conservation activities. In addition, the Endemic Plants Collection Garden established in the Botanical Garden will help provide information about taxa to visitors of all age groups and raise awareness to large audiences (Sun et al., 2019).

As a result, it is very important that the conservation conditions of endangered taxa are primarily met *in-situ* and reinforced with *ex-situ* conservation. In this context, this study carried out in the National Botanical Garden of Türkiye contributed to the fulfillment of the duties of botanical gardens in protecting plant biological diversity, creating collections and disseminating them. In addition, *ex-situ* protection of some endangered taxa was carried out and a data infrastructure was created for other scientific research on these taxa.

Aknowledgement

This study was carried out within the scope of the project numbered TAGEM/BBAD/B/20/A7/P9/1820 supported by the General Directorate of Agricultural Research and Policies. We would like to thank Prof. Dr. Mecit VURAL, Prof. Dr. Galip AKAYDIN, Prof. Dr. Yüksel KAN and Prof. Dr. İbrahim DEMİR for their contributions during the study

Author contributions

Concept: M.Y., Ö.M.İ; Design: M.D.; Supervision: M.Y.; Data Collection: Y.S., A.H.Y., R.A., M.C., Ş.Ç., P.A., Z.D.; Analysis: M.Y.; Literature Research: M.D., A.H.Y.; Writing Manuscript: M.Y., Ö.M.İ; Critical Review: Ö.M.İ.

Ethics committee approval

N/A.

References

- Alho, C.J.R., 2012. The importance of biodiversity to human health: An ecological perspective. *Estudos Avançados*, 26(74), 151-164.
- Anonymous, 2015. Beypazarı Geveni (*Astragalus beypazariensis*) Tür Eylem Planı. Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, IX. Bölge Müdürlüğü Ankara Şube Müdürlüğü, Ankara.
- Anonymous, 2019. Koca Soda Otu (*Salsola grandis*) Tür Eylem Planı. Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, IX. Bölge Müdürlüğü Ankara Şube Müdürlüğü, Ankara.
- Ayyıldız, G., 2019. Nadir ve dar yayılışlı *Aethionema turcica* H.Duman & Aytac, *Astragalus beypazariensis* Podlech & Aytac ve *Campanula damboldtiana* P.H.Davis & Sorger türlerinin ISSR tekniği ile genetik çeşitliliğinin koruma amaçlı belirlenmesi (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bayraktar, A., Köseoğlu, M., Güney, A., 1980. Ege Bölgesinde Doğal Olarak Yetişen Odunsu Bitkilerin Ekolojik Özelliklerinin Saptanması ve Kültüre Alınması Üzerine Araştırmalar, Proje No: TOAG-327

Bozdoğan, D., 2019. Tuzcul *Salsola grandis* bitkisi rizosfer koşullarından bitki gelişimini destekleyen rizobakteri izolasyonu ve biyogübre olarak kullanım potansiyelinin araştırılması (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Güçdemir, İ. H., Kalınbacak, K., 2009. Toprak, Su ve Bitki Analizi için numune alınması. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Çiftçi Yayınları No:3, Ankara.

Hurdu, B. I., Coste, A., Halmagyi, A., Szatmari, P. M., Farkas, A., Puşcaş, M., Butiuckeul, A., 2022. Ex-situ conservation of plant diversity in Romania: A synthesis of threatened and endemic taxa. Journal for Nature Conservation, 68, 126211.

Kazan Soda, 2022. Kazan Soda Sürdürülebilirlik Raporu. <https://www.kazansoda.com/wpcontent/uploads/2022/03/Kazan-Soda-surdurulebilirlik-Raporu-2021-TR.pdf>. (Erişim: Kasım, 2022).

Keser A. M., 2020. Nadir ve dar yayıllı *Muscari adillii* M.B. Güner & H. Duman, *Verbascum gypsicola* Vural & Aydoğdu ve *Kalidium wagenitzii* (Aellen) Freitag & G. Kadereit endemik bitki türlerinin ISSR tekniği ile genetik çeşitliliğinin koruma amaçlı belirlenmesi (Doktora tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara

Özbebek Tunç, A., Akdemir Ömür, G., Düren, A., 2013. Çevresel farkındalık. İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi, 0 (47).

Primack, R. B., 2012. Koruma Biyolojisi. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara.

Seçmen, Ö., Güvensen, A., Şenol, S. G., Gücel, S., 2007. *Linum aretioides* Boiss.'in Koruma Biyolojisi. Temel Bilimler Araştırma Grubu, Proje No: 104T340. İzmir, 115s

Soni V., 2010. Conservation of *Commiphora wightii*, an endangered medicinal shrub, through propagation and planting, and education awareness programs in the Aravali Hills of Rajasthan, India. Conservation Evidence, 7: 27-31.

Sun, W. B., Ma, Y. P., Blackmore, S., 2019. How a new conservation action concept has accelerated plant conservation in China. Trends in Plant Science, 24(1), 4-6.

Şenol, S.G., Seçmen, Ö., Güvensen, A., 2012. İzmir Ödemiş Bozdağ'a Özgü Endemik Bitkilerin Koruma Biyolojisi. TÜBİTAK Araştırma Projesi, Proje No: 108T85, İzmir, 220 s.

Thomas, G., Sucher, R., Wyatt, A., Jiménez, I., 2022. Ex-situ species conservation: Predicting plant survival in botanic gardens based on climatic provenance. Biological Conservation, 265, 109410.

Vural, M., Yıldırım, A., Çakaroğulları-Ambarlı, Ç., Ergüner-Baytok, Y., Başaran, S.M., Serim, A.T., 2007. Tehlike Altında Bir Endemik Türün *Centaurea tchihatceffii* Koruma Biyolojisi; Çimlenme Ekolojisi, Popülasyon yaşayabilme analizi ve koruma stratejileri, Temel Bilim-ler Araştırma Grubu, Proje no: 103T171, Ankara, 90 s.

Yılmaz, M., Mavi İdman, D.Ö. 2024. Conservation and Landscape Evaluation of Some Endangered Species in Türkiye. Bahçe, 53(1), 1-9.