



ISPARTA
UYGULAMALI BİLİMLER
ÜNİVERSİTESİ

e-ISSN: 2149-3898

TURKISH JOURNAL OF FORESTRY

TÜRKİYE ORMANCILIK DERGİSİ



ISPARTA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Year:
Yıl: 2021

Volume:
Cilt: 22

Issue:
Sayı: 1

TURKISH JOURNAL OF FORESTRY

(TÜRKİYE ORMANCILIK DERGİSİ)

e-ISSN: 2149-3898

A peer-reviewed international journal, published quarterly (March, June, September, December)
by Faculty of Forestry at Isparta University of Applied Sciences.

Yılda dört sayı olarak (Mart, Haziran, Eylül, Aralık) yayınlanan uluslararası hakemli bir dergidir.
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi tarafından yayınlanmaktadır.

Year/Yıl: 2021, Volume/Cilt: 22, Issue/Sayı: 1

Editorial board / Dergi yayın kurulu

Editor-in-chief / Baş editör

Ramazan Özçelik

Editors / Editörler

A. Alper Babalık
Ayşe Deligöz
Esra Bayar
Gürcan Güler
Hasan Alkan
H. Tuğba Lehtijarvi
Hüseyin Fakir
H. Oğuz Çoban
İbrahim Özdemir
İ. Emrah Dönmez
Mehmet Eker
Mehmet Korkmaz
Mustafa Avcı
Onur Alkan
Serkan Gülsoy
Şirin Dönmez
Tuğba Yılmaz Aydın
Yılmaz Çatal

Layout editor / Dizgi editörü

Süleyman Uysal

Publisher / Yayıncı kuruluş

Isparta University of Applied Sciences
Faculty of Forestry – Isparta

Contact / İletişim

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Orman Fakültesi, 32260, Isparta
Phone : +90 246 214 6500
Fax : +90 246 214 6599
Web : <http://dergipark.org.tr/tjf>
E-mail : turkfor@isparta.edu.tr

Advisory board / Danışma kurulu

Alois Skoupy, Czech University of Life Science, Czech Republic
Arif Karademir, Bursa Technical University, Turkey
Asko Lehtijarvi, Isparta University of Applied Sciences, Turkey
Aydın Tüfekçioğlu, Artvin Çoruh University, Turkey
Aynur Aydın, İstanbul University-Cerrahpaşa, Turkey
Bahar Türkyılmaz Tahta, Ege University, Turkey
Cemil Ata, Yeditepe University, Turkey
Ferhat Gökbulak, İstanbul University-Cerrahpaşa, Turkey
Gökhan Abay, Recep Tayyip Erdoğan University, Turkey
H. Hulusi Acar, İstanbul Yeni Yüzyıl University, Turkey
Hakkı Alma, Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Turkey
İsmet Daşdemir, Bartın University, Turkey
Kani Işık, Akdeniz University, Turkey (Emeritus/Emekli)
Kenan Ok, İstanbul University-Cerrahpaşa, Turkey
Nihat Sami Çetin, İzmir Katip Çelebi University, Turkey
Nilgöl Karadeniz, Ankara University, Turkey
Osman Karagüzel, Akdeniz University, Turkey
Sadık Artunç, Mississippi State University, USA
Veli Ortaççesme, Akdeniz University, Turkey

Turkish Journal of Forestry is an online, open access, peer-reviewed, international research journal. Language of the journal is English and Turkish. It publishes four issues a year. It covers subject areas related to forest engineering, forest products engineering, wildlife ecology and management and landscape architecture. Authors should only submit original work, which has not been previously published and is not currently considered for publication elsewhere. Research papers will be given priority for publication while only a limited number of review papers are published in a given issue. It is indexed in TÜBİTAK-ULAKBİM Life Sciences Database (TR index), CAB Abstracts, DOAJ, Zoological Records, Open Academic Journals Index (OAJI), Cite Factor, Index Copernicus and Cosmos Index. Turkish Journal of Forestry is the official journal of Faculty of Forestry, Isparta University of Applied Sciences. It was previously published under the title "Süleyman Demirel University Faculty of Forestry Journal" between 2000 and 2014.

Türkiye Ormancılık Dergisi online ve açık erişimli yayınlanan uluslararası hakemli bir dergidir. Dergi dili İngilizce ve Türkçe'dir ve yılda dört sayı yayınlanmaktadır. Orman mühendisliği, orman endüstri mühendisliği, peyzaj mimarlığı ve yaban hayatı ekolojisi ve yönetimi çalışma konularında bilimsel makaleler yayınlamaktadır. Dergimize gönderilen makalelerin daha önce yayınlanmamış orijinal çalışmalar olması gerekmektedir. Orijinal araştırmaya dayalı çalışmalara öncelik verilmekte, sınırlı sayıda derleme makale yayınlanmaktadır. Dergimiz TÜBİTAK-ULAKBİM Yaşam Bilimleri Veritabanı (TR Dizin), CAB Abstracts, DOAJ, Zoological Records, Open Academic Journals Index (OAJI), Cite Factor, Index Copernicus, Cosmos Index'te taranmaktadır. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesinin resmi yayını olan Türkiye Ormancılık Dergisi, 2000-2014 yılları arasında "Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi" adıyla yayınlanmıştır.

CONTENTS

Research

- Determination of larval instars of *Diprion pini* L. (Hymenoptera: Diprionidae) in Çankırı scots pine forests
Ziya Şimşek, Yalçın Kondur 1-7
- Forest of Sulakyurt Relict Valonia Oak (*Quercus ithaburensis* Decne subsp. *macrolepis* (Kotschy) Hedge & Yalt.), threats and conservating suggestions
Ali Uğur Özcan 8-16
- Relationship among altitude, growth characteristics and cone production in Brutian pine (*Pinus brutia* Ten.)
Mahmut Çerçioğlu, Durmuş Çetinkaya 17-24
- Analysis of the demand for medicinal plants from herbalists' perspective
Onur Özkan, Tuğba Deniz 25-32
- A study on the effects of potassium borohydride in pulp and paper production from black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) wood
Mustafa Çiçekler, Saniye Erkan, Ahmet Tutuş 33-37
- Chemical composition of willow (*Salix alba* L.) wood and bark
İlhami Emrah Dönmez, Halime Salman 38-42
- Effect of varnishes on yellow hue in colored wood material
Ahmet Cihangir Yalınkılıç 43-48
- The effect of urea resins synthesized with different mole ratios on physical properties of high density fiberboards (HDF) and formaldehyde emission
Osman Çamlıbel 49-55
- Improving antifungal properties of wood with copper, zinc and cerium containing chemicals
Eylem Dizman Tomak, Ayşegül Günaydın, Şebnem Sevil Arpacı 56-61

Other (Technical note)

- The chestnut growing hotspot of Turkey in danger: introduction of the Asian chestnut gall wasp into Aegean region
Melih Mıcık, Meltem Özçankaya, Fikriye Öçal, Kahraman İpekdağ 62-64

İÇİNDEKİLER

Araştırma

- Çankırı sarıçam orman alanlarında *Diprion pini* L. (Hymenoptera: Diprionidae)'nin larva dönemlerinin belirlenmesi
Ziya Şimşek, Yalçın Kondur 1-7
- Sulakyurt Kalıntı Anadolu Palamut Meşesi (*Quercus ithaburensis* Decne subsp. *macrolepis* (Kotschy) Hedge & Yalt.) Ormanı, tehditler ve koruma önerileri
Ali Uğur Özcan 8-16
- Kızılçamda (*Pinus brutia* Ten.) rakım, büyüme özellikleri ve kozalak verimi ilişkisi
Mahmut Çerçioğlu, Durmuş Çetinkaya 17-24
- Aktarların bakış açısıyla tıbbi bitki talebinin analizi
Onur Özkan, Tuğba Deniz 25-32
- Yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) odunundan kağıt hamuru ve kağıt üretiminde potasyum borhidrürün etkileri üzerine bir çalışma
Mustafa Çiçekler, Saniye Erkan, Ahmet Tutuş 33-37
- Söğüt (*Salix alba* L.) odun ve kabuğunun kimyasal yapısı
İlhami Emrah Dönmez, Halime Salman 38-42
- Verniklerin renklendirilmiş ahşap malzemede sarı ton üzerindeki etkisi
Ahmet Cihangir Yalınkılıç 43-48
- Farklı mol oranlarıyla sentezlenen üre reçinelerinin yüksek yoğunlukta lif levhaların (HDF) fiziksel özelliklerine ve formaldehit emisyonuna etkisi
Osman Çamlıbel 49-55
- Bakır, çinko ve seryum içeren kimyasal maddeler ile odunun antifungal özelliklerinin iyileştirilmesi
Eylem Dizman Tomak, Ayşegül Günaydın, Şebnem Sevil Arpacı 56-61

Diğer (Teknik not)

- Türkiye'nin kestane üretim merkezi tehlike altında: Kestane gal arısının Ege Bölgesi'ne girişi
Melih Mıcık, Meltem Özçankaya, Fikriye Öçal, Kahraman İpekdal 62-64

Çankırı sarıçam orman alanlarında *Diprion pini* L. (Hymenoptera: Diprionidae)'nin larva dönemlerinin belirlenmesi

Ziya Şimşek^a, Yalçın Kondur^{a,*}

Özet: Bu çalışma, Çankırı-Kurşunlu'da 1204 m yükseltide Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)'da zarar yapan *Diprion pini* L. (Hymenoptera: Diprionidae)'nin larva dönemlerinin tespit edilmesi amacıyla 2004 yılında ele alınmıştır. Aynı çalışma kapsamında, *D.pini* ile yumurta parazitoiti *Neochryocharis formosa* (Westwood) (Hymenoptera: Eulophidae) arasındaki ilişkiler de dikkate alınarak kimyasal mücadele yapılması durumunda, en uygun mücadele zamanının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma alanında *D.pini* larvalarının görülmesiyle birlikte, her sayım tarihinde (haftada 1 kez) rasgele belirlenmiş ağaçlardan en az 60'ar adet olmak üzere larva örneği alınmıştır. Alınan larvalar, buz kabı içerisinde laboratuvara getirilerek aynı gün içinde larvaların baş kapsül genişlikleri ile larva uzunlukları stereo-mikroskop altında ölçülüp kaydedilmiştir. Elde edilen veriler Dyar (1890) kanununa göre değerlendirilerek *D.pini*'nin değişik larva dönemleri belirlendikten sonra, her sayım tarihinde ormandan alınan larvaların yaş dönemleri ve bunların popülasyondaki payları (%) ayrı ayrı belirlenmiştir. *D.pini* larvalarının baş kapsül genişliği, larva uzunluğu ve larva dönemleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde regresyon analizi uygulanmıştır. Elde edilen bulgulara göre, *D.pini*'nin değişik larva dönemleri arasındaki baş kapsül genişliği artış oranlarının 1-6. larva dönemlerinde ardışık olarak sırasıyla 1,353; 1,339; 1,400, 1,287 ve 1,249 olduğu tespit edilmiştir. Aynı çalışmada bu değerlerin, Dyar (1890) yasasında belirtilen 1,4 değerine oldukça yakın olduğu anlaşılmıştır. Buna göre, değişik tarihlerde, larva popülasyonundan örnekler alınmak suretiyle, zararlı larvalarının bulunma oranları (%)'nin Dyar kanununa göre belirlenebileceği anlaşılmıştır. Bu çalışmada, *D.pini* larvalarının baş kapsül genişliği ile larva uzunluğu arasında da önemli bir ilişki belirlenmiştir. Larva uzunluğu arazi çalışmaları sırasında larva dönemlerinin pratik bir şekilde belirlenebilmesi için kullanılabilir. Yapılan literatür taramasında *D.pini* larvalarının baş kapsül genişliği ile ilgili herhangi bir kayda rastlanılmamıştır. Bu çalışma sırasında, çalışma alanından toplanarak laboratuvarında kültüre alınan *D.pini* yumurtalarında gelişen yumurta parazitoiti *N.formosa* erginlerinin 03.09.2004 günü *D.pini* larvalarının 6.dönemde olduğu sırada çıkmaya başladığı gözlenmiştir. Buna göre, kimyasal mücadele yapılması durumunda, sözü edilen yumurta parazitoitin kimyasal mücadele uygulamasından zarar görmeyeceği en uygun mücadele zamanının; 2. dönem *D.pini* larvalarının popülasyondaki payının yaklaşık %50 oranına ulaştığı periyot olduğu belirlenmiştir. Geniş alan mücadelesinde, gerek doğal düşmanların korunması ve gerekse mücadelenin etkinliği bakımından bu çalışmada elde edilen bulgular önemli görülmektedir.

Anahtar kelimeler: *Diprion pini*, Sarıçam, Mücadele zamanı, Larva dönemleri, Dyar kanunu

Determination of larval instars of *Diprion pini* L. (Hymenoptera: Diprionidae) in Çankırı scots pine forests

Abstract: This study was conducted to determine the larval instars of *Diprion pini* L. (Hymenoptera: Diprionidae) that damage Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) at an altitude of 1204 m at Çankırı-Kurşunlu in 2004. In the same study, the determination of the most appropriate period if chemical control is necessary regarding the relationship between *D.pini* and its egg parasitoid *Neochryocharis formosa* (Westwood) (Hymenoptera: Eulophidae) was considered. After detection of *D.pini* larvae Scots pine shoots containing at least 60 *D.pini* larvae from randomly selected Scots pine trees were sampled at each sampling date (once a week). The larvae were brought to the laboratory in a cooler, and the head capsule widths and lengths were measured under a stereomicroscope and recorded. After the data were evaluated according to Dyar's law and larval instars of *D.pini* were determined, larvae instars and proportions of instars in the population (%) were determined for each sampling date. Regression analyses were used to determine the relationships between the head capsule width, length, and the instars of *D.pini* larvae. Results show that the increment ratios of head capsule width increase for the 1st to 6th *D.pini* larvae were 1.353, 1.339, 1.400, 1.287, and 1.1249, respectively. The increment ratios of the head capsule widths are close to the value of 1.4 of Dyar's law. Therefore, it is understood that the occurrence ratios (%) for *D.pini* instars can be determined by sampling larvae at different dates according to Dyar's law. A significant relationship has been determined between the head capsule widths and lengths of *D.pini* larvae. Larval length can be used in practice for instar determination in field studies. There was no record on the head capsule increments of *D.pini* instars in the literature. Additionally in this study, the egg parasitoid *N.formosa* adults, which had developed in the field-collected and *D.pini* eggs in the laboratory culture began emerging on September 3rd, 2004 when the *D.pini* larvae were in the 6th instar. Therefore, it is determined that the most appropriate chemical control period without damaging the egg parasitoid may be the period when the 2nd instar *D.pini* larva proportion in the population reaches 50%. These results are important for the protection of egg parasitoids as well as the effectiveness of chemical control in large-scale applications.

Keywords: *Diprion pini*, Scots pine, Control period, Larval instars, Dyar's law

✉ ^a Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Çankırı
@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): yalcinkondur@karatekin.edu.tr
✓ **Received** (Geliş tarihi): 03.11.2020, **Accepted** (Kabul tarihi): 15.02.2021



Citation (Atıf): Şimşek, Z., Kondur, Y., 2021. Çankırı sarıçam orman alanlarında *Diprion pini* L. (Hymenoptera: Diprionidae)'nin larva dönemlerinin belirlenmesi. Turkish Journal of Forestry, 22(1): 1-7.
DOI: [10.18182/tjf.820480](https://doi.org/10.18182/tjf.820480)

1. Giriş

Küresel ve yöresel iklim değişikliğinin son 50 yılda etkisini arttırarak ormanlar açısından olumsuz, böceklerin salgın dinamiği açısından olumlu etkiler yaptığı bilinmektedir. Nitekim ortaya çıkan koşullar, yapraklarla beslenen böceklerin hem zarar şiddetini, hem de salgın sıklığını arttırmaktadır (Meshkova vd., 2019). Özellikle iğne yapraklı türler kullanılarak saf meşcereler kurulması, uygun olmayan iklim koşulları (yağış azlığı, sıcaklığın artması), küresel ısınma, insan faaliyetlerinin olumsuz etkileri, orman ağaçlarını biyotik ve abiyotik faktörlere karşı daha duyarlı hale getirmektedir. Bunun sonucunda, Çankırı orman alanlarında pek çok zararlı böcek ve hastalık etmeninin periyodik olarak salgın yapma eğilimine girdiği gözlenmiştir (Şimşek ve Kondur, 2016). Bu zararlılardan birisi Çalı Antenli Çam Yaprak Arısı [*Diprion pini* L. (Hymenoptera: Diprionidae)]'dir. Bu zararlıın larvaları, başta sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) olmak üzere hem Türkiye'de hem de Dünya'nın pek çok ülkesinde çok sayıda çam türünde ibreleri tüketerek beslenmektedir (Herz ve Heitland, 2003; Tozlu vd., 2016; Meshkova vd., 2019; Yıldırım ve Yıldız, 2019). Uzun yıllar boyunca düşük popülasyon seviyesinde bulunan *D.pini* daha sonraki yıllarda şiddetli salgın yapmakta, salgın sonrasında yeniden düşük seviyelere gerilemektedir (Herz ve Heitland, 2003). *D.pini* larvaları çam sürgünleri üzerindeki iğne yapraklarda topluca beslenerek sürgünleri, birkaç damar kalıntısı hariç, tamamen çıplak hale getirebilmektedir (Tozlu vd., 2016).

D.pini'nin Türkiye'de pek çok ilin yanı sıra Çankırı'da da bulunduğu ve 2000 yılından itibaren zararlı olduğu bilinmektedir (Şimşek, 2004; Şimşek ve Kondur, 2006, 2016, 2017b, 2017a). Bu zararlıya karşı yürütülen mücadele çalışmaları genel olarak kimyasal savaşım şeklindedir. Son yıllarda kimyasal mücadelenin olumsuz etkileri (örneğin çevre kirlenmesi, insektisit kalıntılarının insan ve hayvan sağlığına olumsuz etkileri, böceklerde direnç meydana gelme sorunu vb.) nedeniyle biyolojik mücadele, biyoteknik mücadele yöntemleri veya selektif insektisitler gibi alternatifler de göz önünde tutulmaktadır.

Zararlı böceklerle karşı kimyasal mücadelenin uygun zamanda yapılması durumunda daha az kimyasal madde kullanılacaktır. Bu sayede, ekonomik anlamda zarar da meydana gelmemiş olacağı gibi doğal düşmanların kimyasal mücadeleden en az düzeyde etkilenmesi mümkün olabilecektir. Bununla birlikte, kimyasal mücadelenin uygun zamanda yapılabilmesi için böcek larva dönemlerinin doğru olarak tespit edilmesi önemli bir husustur (Williams ve McDonald, 1982). Böcek larvalarının dönemlerinin tespit edilmesinde Dyar (1890) Lepidoptera takımındaki böceklerde, larva dönemlerinin baş kapsül genişliklerinin ölçülmesiyle belirlenebileceğini ifade etmektedir. Her ne kadar Dyar kanunu lepidopter larvaları için ortaya konulmuş olsa da bu kuralın Orthoptera (Ahmad ve Nabi, 2012), Diptera (Frouz vd., 2002), Coleoptera (Francisco ve Prado, 2001; Panzavolta, 2007; Castañeda-Vildózola vd., 2016; Go vd., 2019), Heteroptera (Shull vd., 2010) ve Hymenoptera takımlarındaki türler (Fernandes vd., 2019) için de geçerli olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur. Yukarıda belirtilen literatür bilgileri de göz önünde bulundurularak, *D.pini*'nin larva dönemlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Böylece, bu zararlıya karşı yapılacak mücadele çalışmalarında, bu

çalışmadan elde edilecek bilgilerden yararlanılması sağlanabilecektir.

Yapılan literatür taramasında, *D.pini*'nin larva dönemlerinin belirlenmesine dair herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle Dyar kanununa göre *D.pini*'nin larva dönemlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, sözü edilen zararlıya karşı kimyasal mücadele gerektiği durumlarda, yumurta parazitoitlerinin en az düzeyde zarar görebileceği en uygun larva dönemi de bu çalışmada değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, Çankırı-Kurşunlu'dan laboratuvara getirilen *D.pini* yumurtaları ile değişik dönemlerdeki *D.pini* larvaları kullanılan bu çalışma; 2004 yılında yürütülmüştür.

2. Materyal ve yöntem

Çalışmalar; Kurşunlu ilçesinde yaklaşık 1 ha büyüklüğündeki izole durumdaki bir sarıçam sahasından toplanarak laboratuvara getirilen değişik dönemlerdeki *Diprion pini* L. (Hymenoptera: Diprionidae) larvaları kullanılarak yürütülmüştür. *D.pini* larvalarının toplandığı orman alanı; 1204 m yükseltide olup güneybatı bakıda yer almaktadır.

2.1 Larva örneklerinin alınması

D.pini larvaları, 10-20 yaşındaki sarıçamlardan üzerinde buldukları sürgünlerle birlikte alınmıştır. Çalışma alanından alınan sürgün örneklerinde zararlıın larvalarının belirlenmesiyle birlikte, her sayım tarihinde (haftada 1 kez) daha önce rastgele belirlenmiş ağaçlardan en az 60'ar adet olmak üzere larva örneği alınmıştır.

2.2 Laboratorda yapılan ölçüm ve sayımlar

D.pini larvaları, buz kabı içerisinde laboratuvara getirilerek aynı gün içinde larvaların baş kapsül genişlikleri ile larva uzunlukları stereo-mikroskop altında mikrometre yardımıyla ölçülüp kaydedilmiştir. Elde edilen veriler Dyar (1890) kanununa göre değerlendirilerek, *D.pini*'nin değişik larva dönemleri belirlendikten sonra her sayım tarihinde ormandan alınan larvaların dönemleri ve bunların popülasyondaki payları (%) ayrı ayrı bulunmuştur. Sözü edilen laboratuar çalışmaları 25°C sıcaklık, %45 nem koşullarına ayarlanmış iklim odasında yürütülmüştür.

2.3 Parazitoit çıkışlarının gözlenmesi

Çalışma sırasında, 10-25.06.2004 tarihleri arasında olmak üzere sarıçam sürgünleri üzerinde tespit edilen yumurta paketleri (41 adet) rasgele seçilerek buz kabında laboratuvara getirilmiştir. Yumurta paketleri, larva/parazitoit çıkışlarını izlemek üzere numaralandırılmış (7x1 cm ölçülerindeki) cam deney tüplerine yerleştirilmiştir. Deney tüplerinin ağzı nemlendirilmiş pamuk ile kapatılmıştır. Deney tüpleri 3 günde bir kontrol edilerek larva/parazitoit çıkışı belirlenmiştir (Şimşek ve Kondur, 2017b). Çıkan parazitoitler deney tüplerinden alınarak teşhise hazır hale getirilmiştir. Kültüre alınan deney tüpleri 20°C sıcaklık ve %40 nem koşullarında tutulmuştur.

2.4. İstatistik analizler

D.pini larvalarının baş kapsül genişliği, larva uzunluğu ve larva dönemleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde SPSS v22 yazılımı kullanılarak regresyon analizi yapılmıştır.

2.5. Dyar kanunu

Böcek larvalarının baş kapsülü gibi sertleşmiş yapıları larva dönemi boyunca pek değişime uğramaz. Dyar (1890) larva dönemlerinin belirlenmesinde baş kapsül genişliğine ilişkin frekans dağılımının kullanılmasını ilk kez kullanmıştır. Daha sonraki dönemlerde bu yöntem pek çok araştırmacı tarafından da kullanılmıştır (Mohammadi vd., 2010). Dyar (1890), lepidopterlerin ardışık larva dönemlerinde, baş kapsül genişliğinin sabit bir geometrik oranda artış gösterdiğini ifade etmektedir. Buna göre, değişik larva dönemlerine karşılık baş kapsül genişliği ölçümlerinin logaritma değeri grafik olarak gösterilirse, larva dönemlerine karşılık gelen değerler birleştirildiğinde düz bir çizginin elde edilmesi gerekmektedir. Elde edilen çizginin düz olmaması durumu ise larva dönemlerinin doğru belirlenmemiş olduğunu veya larvaların gelişiminde anormal bir durum olduğunu göstermektedir (Crosby, 1973).

3. Bulgular ve tartışma

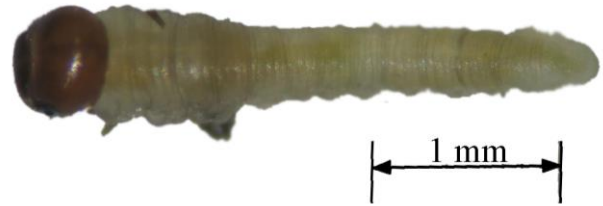
3.1. Larva dönemlerinin belirlenmesi

Çalışma alanlarından getirilen *D.pini* yumurtalarından ilk larva çıkışı 06.07.2004 tarihindeki gözlemler sırasında belirlenmiştir (Şekil 1). Değişik tarihlerde laboratuvara getirilen toplam 538 adet *D.pini* larvasının baş kapsül genişliği ve larva uzunluğu ölçümlerine göre belirlenen larva dönemleri Çizelge 1’de, larvaların baş kapsül

genişlikleri ile larva uzunlukları arasındaki ilişki durumu Şekil 2’de verilmiştir.

Çizelge 1 incelendiğinde, *D. pini*’ye ait 1. dönem larvaların baş kapsül genişliğinin ort. $0,580 \pm 0,003$ mm ve larva boyunun ort. $4,357 \pm 0,084$ mm olduğu, 2. dönem larvaların baş kapsül genişliğinin ort. $0,785 \pm 0,003$ mm ve larva boyunun ort. $6,780 \pm 0,092$ mm olduğu, 3. dönem larvaların baş kapsül genişliğinin ort. $1,051 \pm 0,011$ mm ve larva boyunun ort. $9,196 \pm 0,254$ mm olduğu, 4. dönem larvaların baş kapsül genişliğinin ort. $1,472 \pm 0,014$ mm ve larva boyunun ort. $14,537 \pm 0,423$ mm olduğu, 5. dönem larvaların baş kapsül genişliğinin $1,895 \pm 0,014$ mm ve larva boyunun $18,653 \pm 0,267$ mm olduğu ve ayrıca 6. dönem larvaların baş kapsül genişliğinin ise ort. $2,367 \pm 0,009$ mm ve larva boyunun ort. $24,419 \pm 0,212$ mm olduğu anlaşılmaktadır. *D.pini*’nin değişik larva dönemleri arasındaki baş kapsül genişliği artış oranlarının ise ardışık olarak sırasıyla 1,353; 1,339; 1,400, 1,287 ve 1,249 oldukları ve ayrıca bu değerlerin Dyar (1890) tarafından ifade edilen 1,4 değerine oldukça yakın olduğu Çizelge 1’de görülmektedir. Buna göre, değişik tarihlerde zararlı larvalarının, larva popülasyonunda bulunma oranlarının Dyar (1890) kanununa göre belirlenebileceği saptanmıştır.

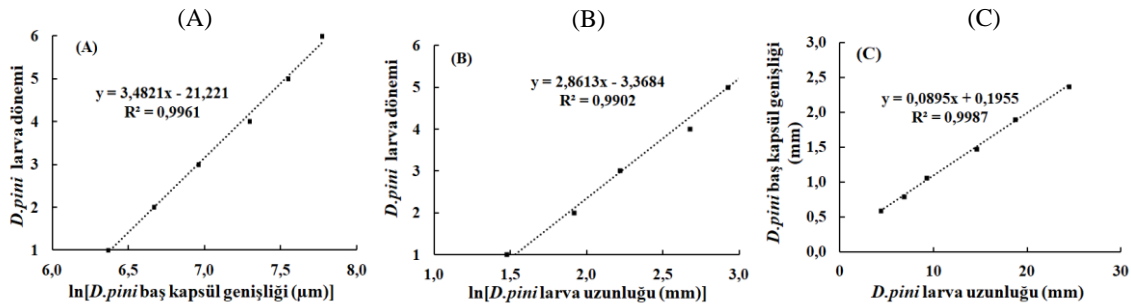
Elde edilen baş kapsül genişlikleri ile larva uzunlukları arasındaki ilişkiye ait istatistiki değerlendirme Şekil 2’de; larva sayımları ile popülasyondaki payları ise Çizelge 2 ile Şekil 3’te verilmiştir.



Şekil 1. Laboratuvara getirilen *Diprion pini* L. yumurtalarından çıkan 1. dönem larva

Çizelge 1. Çalışma alanından alınan *Diprion pini* L. larva dönemlerine ait baş kapsül genişlikleri, larva boyları ve bunlara ilişkin artış oranları

Larva dönemi	Ölçülen baş kapsül sayısı	Baş kapsül genişliği (Ort.±SH) (mm)	Artış oranı	Larva boyu (Ort.±SH) (mm)	Artış oranı
1	60	$0,580 \pm 0,003$	---	$4,357 \pm 0,084$	---
2	59	$0,785 \pm 0,003$	1,353	$6,780 \pm 0,092$	1,556
3	110	$1,051 \pm 0,011$	1,339	$9,196 \pm 0,254$	1,356
4	35	$1,472 \pm 0,014$	1,400	$14,537 \pm 0,423$	1,580
5	116	$1,895 \pm 0,014$	1,287	$18,653 \pm 0,267$	1,283
6	158	$2,367 \pm 0,009$	1,249	$24,419 \pm 0,212$	1,309



Şekil 2. *Diprion pini* L. larvalarının baş kapsül genişlikleri ile larva uzunlukları arasındaki ilişkiler: (A) *D.pini* larva dönemleriyle baş kapsül genişliğinin doğal logaritması arasındaki doğrusal ilişki (B) *D.pini* larva dönemleriyle larva uzunluğunun doğal logaritması arasındaki doğrusal ilişki ve (C) *D.pini* baş kapsül genişliği ile larva uzunluğu arasındaki doğrusal ilişki

Şekil 2(A) incelendiğinde, *D.pini* larvalarının baş kapsül genişliklerinin doğal logaritması ile larva dönemleri arasında önemli bir ilişki bulunduğu ($r=0,9981$; $F_{(1,4)}=1031,503$; $P<0,05$), *D.pini* larvalarının baş kapsül genişliği değerleri $y=3,4821x-21,221$ doğrusal eşitliği çözülerek larva döneminin tahmin edilebileceğini ($R^2=0,9961$) göstermektedir. Benzer şekilde *D.pini* larvalarının boylarının doğal logaritması ile larva dönemi arasında da önemli bir ilişki belirlendiği ($r=0,9951$; $F_{(1,4)}=402,977$; $P<0,05$), *D.pini* larva uzunluğu değerleri $y=2,8613x-3,3684$ doğrusal eşitliği çözülerek larva döneminin tahmin edilebileceği ($R^2=0,9902$) anlaşılmaktadır [Şekil 2(B)]. Bu durum, *D.pini* larva dönemlerinin hem baş kapsül genişliğinden yararlanılarak hem de larva uzunluğundan yararlanılarak ifade edilebileceğini göstermektedir. Ayrıca, Şekil 2(C) incelendiğinde, *D.pini* larvalarının baş kapsül genişlikleri ile larva uzunlukları arasında da önemli bir ilişkinin bulunduğu görülmektedir ($r=0,9993$; $F_{(1,4)}=3039,244$; $P<0,05$). Buna göre, larva uzunluğundan yararlanılarak baş kapsül genişliğinin $y=0,0895x+0,1955$ ifadesiyle tahmin edilebileceği ($R^2=0,9987$) ve dolayısıyla larva dönemlerinin tespit edilmesinde baş kapsül genişliği kullanılabileceği gibi larva boyundan da yararlanılabileceği anlaşılmaktadır.

Yapılan literatür taramalarında *D.pini* larvalarının Dyar kanununa göre saptanan larva dönemlerine dair bir kayda rastlanılmamakla birlikte değişik böcek türlerinin larvalarına bu kanunun uygulandığına dair bazı çalışmaların bulunduğu anlaşılmıştır (Francisco ve Prado, 2001; Panzavolta, 2007; Shull vd., 2010; Castañeda-Vildózola vd., 2016; Fernandes vd., 2019; Go vd., 2019; Kondur ve Şimşek, 2019). Öte yandan, böceklerin larva dönemlerinin tespit edilmesinde baş kapsül genişliğinin yanı sıra larva uzunluğu gibi başka parametrelerden de yararlanılabileceği de ifade edilmektedir (Costa ve Gomes-Filho, 2002; Durak ve Borowiak-Sobkowiak, 2007).

D.pini larva dönemlerinin değişik tarihlerde popülasyondaki payları incelendiğinde (Çizelge 2 ve Şekil 3) 13.07.2004 tarihinde 1. dönem larvaların popülasyonun tamamını oluşturduğu, 20.07.2004 tarihinde ise 2. dönem larvaların popülasyondaki paylarının %92, 3. dönem larvaların popülasyondaki paylarının ise %8 olduğu anlaşılmaktadır. 27.07.2004 Tarihinde 2. dönem larvaların popülasyondaki payının %7, 3. dönem larvaların %93

oranında yer aldığı görülmektedir. 03.08.2004 Tarihinde 3. dönem larvaların %73, 4.dönem larvaların %27 oranlarında bulunduğu aynı çizelgeden anlaşılmaktadır. 10.08.2004 Tarihinde ise popülasyonda 3., 4. ve 5. larva dönemlerinin sırasıyla %8, %30 ve %62 oranlarında; 17.08.2004 tarihinde ise 4. dönem larvaların %2, 5. dönem larvaların %79 ve 6. dönem larvaların ise %19 oranında buldukları görülmektedir. 24.08.2004 tarihinde, 5. ve 6. dönem larvaların sırasıyla %47 ve %53 oranlarında; 31.08.2004 tarihinde ise yine aynı sırayla %8 ve %92 oranında buldukları anlaşılmaktadır. Daha sonraki sayım tarihinde (07.09.2004) ise popülasyonun tamamının 6. döneme ulaştığı anlaşılmaktadır. Buna göre, 1. larva dönemine sadece 13.07.2004 günü; 2. larva dönemine 20.07.2004-27.07.2004 tarihleri arasında, 3. larva dönemine 20.07.2004-10.08.2004 tarihleri arasında, 4. larva dönemine 03.08.2004-17.08.2004 tarihleri arasında, 5. larva dönemine 10.08.2004-31.08.2004 tarihleri arasında ve 6. larva dönemine ise 17.08.2004-07.09.2004 tarihleri arasında rastlandığı; popülasyonda genç larva (1.-3. dönem) azalırken, yaşlı larva (4.-6. dönem) giderek artış gösterdiği anlaşılmıştır.

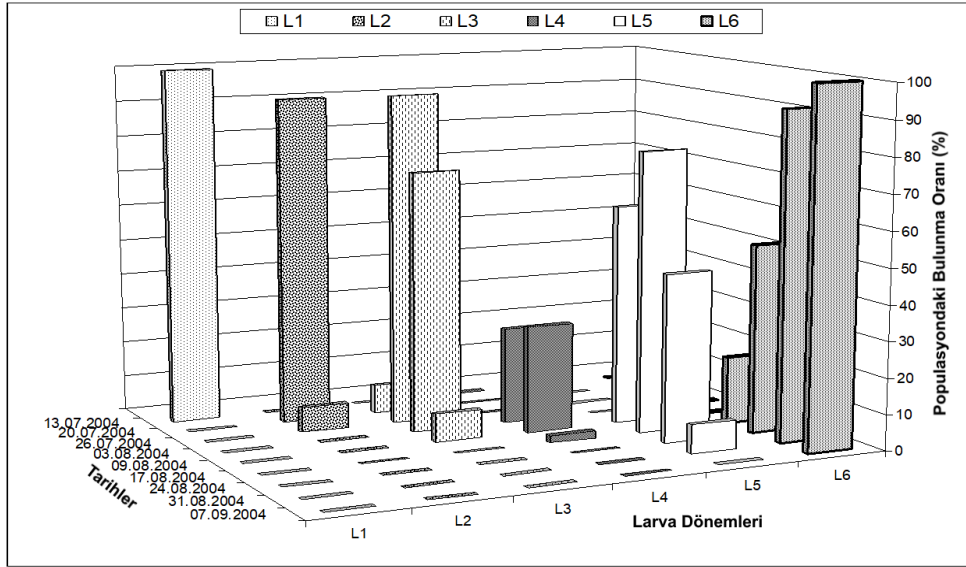
Velez ve ark. (2001) Sierra de Francia (İspanya) bölgesinde değişik *D.pini* larva dönemlerinin popülasyondaki durumlarını (%) bildirmektedir. Ancak sözü edilen araştırmacıların çalışmalarında *D.pini* larva dönemlerine ilişkin sayısal verilere yer vermemiş olmaları nedeniyle elde edilen veriler ile karşılaştırma yapılamamıştır.

Çizelge 2 ile Şekil 3 birlikte değerlendirildiğinde; 1. dönem *D.pini* larvalarının yalnızca 13.07.2004 tarihinde, 2. dönem larvaların 20.07.2004-27.07.2004 tarihleri arasında, 3. dönem larvaların 20.07.2004-10.08.2004 tarihleri arasında, 4. dönem larvaların 03.08.2004-17.08.2004 tarihleri arasında, 5. dönem larvaların 10.08.2004-31.08.2004 tarihleri arasında ve 6. dönem larvaların ise 17.08.2004 tarihinden itibaren popülasyonda bulunduğu tespit edilmiştir.

Yapılan literatür taramalarında, değişik *D.pini* larva dönemlerine ait baş kapsül genişliği değerlerine ilişkin bir kayda rastlanılmamakla birlikte, çalışmada saptanan 6 larva döneminin değişik araştırmacıların bildirdiğiyle uyumlu olduğu anlaşılmaktadır (Mopper vd., 1990; Velez vd., 2001; Şimşek ve Kondur, 2016; Lindstedt vd., 2018; Yıldırım ve Yıldız, 2019).

Çizelge 2. Çalışma alanından değişik tarihlerde alınan *Diprion pini* L. larva dönemleri ile bunların popülasyondaki payları (%)

Tarih	Larva dönemleri						Toplam larva sayısı	Larva dönemlerinin popülasyondaki payı (%)					
	1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5	6
13.07.2004	60	0	0	0	0	0	60	100	0	0	0	0	0
20.07.2004	0	55	5	0	0	0	60	0	92	8	0	0	0
27.07.2004	0	4	56	0	0	0	60	0	7	93	0	0	0
03.08.2004	0	0	44	16	0	0	60	0	4	73	27	0	0
10.08.2004	0	0	5	18	37	0	60	0	0	8	30	62	0
17.08.2004	0	0	0	1	46	11	58	0	0	0	2	79	19
24.08.2004	0	0	0	0	28	32	60	0	0	0	0	47	53
31.08.2004	0	0	0	0	5	55	60	0	0	0	0	8	92
07.09.2004	0	0	0	0	0	60	60	0	0	0	0	0	100
Toplam	60	59	110	35	116	158	538						



Şekil 3. *Diprion pini* L. larvalarının değişik tarihlerde popülasyondaki payları (%)

3.2. *Diprion pini* L. ile yumurta parazitoiti, *Neochrysocharis formosa* (Westwood) (Hymenoptera: Eulophidae) arasındaki ilişkiler

Laboratuvarda kültüre alınan *D.pini* yumurtalarından Eylül ayı başında (03.09.2004) çıkmaya başlayan parazitoit türün *Neochrysocharis formosa* (Westwood) (Hymenoptera: Eulophidae) olduğu tespit edilmiştir (Şimşek ve Kondur, 2017b). Deney tüpleri içerisinde kültüre alınan yumurta paketlerinde bulunan *D.pini* yumurta sayıları ile bu yumurtalardan çıkan *N.formosa* sayıları Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3 incelendiğinde, deney tüplerinde kültüre alınan *D.pini* yumurta paketlerinde 4-29 arası değişen sayılarda yumurta bulunduğu anlaşılmaktadır. *D.pini* yumurta paketlerindeki sözü edilen yumurtaların 0-12'sinin yumurta parazitoiti *N.formosa* ile bulaşık olduğu (%0-72,73) sözü edilen çizelgede görülmektedir. Buna göre, kültüre alınmış olan *D.pini* yumurtalarından parazitoit çıkışları 03.09.2004 tarihinde başlamıştır. Parazitoit çıkışları tamamlandıktan sonra (15.10.2004) yapılan sayım sonuçlarına göre, kültüre alınmış olan toplam 517 adet *D.pini* yumurtasından 145'inin (%28,05) *N.formosa* tarafından parazitlenmiş olduğu anlaşılmıştır.

Yapılan literatür taramasına göre, *N.formosa*'nın pek çok tarım zararlısının önemli bir yumurta paraziti olduğu anlaşılmaktadır (Uygun vd., 1995; Civelek vd., 2002; Çıkman ve Uygun, 2003; Dang vd., 2004; Gençer ve Çalışkan, 2005; Çıkman vd., 2006; Elekçioğlu ve Uygun, 2006; Kececi vd., 2008; Saleh vd., 2010; Luna vd., 2011). Ayrıca, Selfa ve ark. (2017) *N.formosa*'nın *D.pini*'nin en önemli yumurta parazitoiti olduğunu ve %23,7-35,0 arası parazitlenme başarısının olduğunu ifade etmektedir. Akıncı ve Avcı (2016) da söz konusu yumurta parazitoitinin, Kırmızımtırak Sarı Çalı Antenli Çam Yaprakarası [*Neodiprion sertifer* (Hymenoptera: Diprionidae)] yumurtalarından elde ettiklerini ifade etmektedir.

Gerek literatür bildirişlerindeki parazitlenme değerleri ve gerekse laboratuvar koşullarında, *D.pini* yumurtalarında tespit edilen parazitlenme oranı (%28,05), *N.formosa*'nın *D.pini*'nin önemli bir yumurta parazitoiti olduğu ortaya koymaktadır.

3.3. Mücadele gerektiğinde *Diprion pini* ile en uygun mücadele zamanı

Elde edilen bulgular birlikte değerlendirildiğinde, parazitli yumurtalardan *N.formosa* çıkışlarının başladığı tarihte (03.09.2004) zararlı larvalarının hemen hemen tamamının son dönemde (6.dönem) olduğu anlaşılmıştır. Bu nedenle, zararlıya karşı yaşlı larva (4-6.dönem) dönemlerinde mücadele yapılması gerektiğinde, *N.formosa*'nın olumsuz yönde etkileceği gibi *D.pini* larvaları, ibreleri tüketmek suretiyle, ekonomik anlamda zarar yapmış olacaktır. Bu nedenlerden dolayı, *D.pini* larvalarına karşı kimyasal mücadele kaçınılmaz olduğunda, *D.pini* larvalarının en duyarlı olduğu, zararın düşük seviyede bulunduğu ve yumurta parazitoitlerinin en az düzeyde zarar görebileceği (*D.pini* yumurtaları içerisinde muhtemelen yumurta veya larva döneminde bulunduğu) genç larva dönemi (2-3.dönem)'nin popülasyondaki payı yaklaşık %50'ye ulaştığı dönem olduğu kanısına varılmıştır. Bu konudaki literatür bildirişleri de kanımızı güçlendirmektedir (Hoffman ve Hackbarth, 1991; Malinowski, 1998; Karaca vd., 2012). Bu bağlamda, yapılan başka bir çalışmada uygulandığı anlaşılmıştır. Buna göre, Süne [*Eurygaster* spp. (Heteroptera: Scutelleridae)]'nin 2.dönem nimflerinin, nimf popülasyonunun ortalama %30-45,2'sini oluşturduğu sırada geniş alanda sözü edilen zararlıyla mücadele yapılması durumunda *Trissolcus semistratus* Nees. (Hymenoptera: Scelionidae)'un en az zarar gördüğü bildirilmiştir (Şimşek, 1986).

Çizelge 3. Çankırı-Kurşunlu Sarıçam alanından 10-25.06.2004 tarihinde toplanan iğne yapraklardaki *Diprion pini* L. yumurta sayıları ile bu yumurtalardan çıkan yumurta parazitoiti *Neochrysocharis formosa* (Westwood) sayıları

İğne yaprak no	İğne yapraktaki <i>D.pini</i> yumurta sayısı	<i>N.formosa</i> ergini çıkan yumurta sayısı	<i>N.formosa</i> çıkış oranı (%)	İğne yaprak no	İğne yapraktaki <i>D.pini</i> yumurta sayısı	<i>N.formosa</i> Ergini çıkan yumurta sayısı	<i>N.formosa</i> çıkış oranı (%)
1	11	5	45,5	22	14	2	14,3
2	18	1	5,6	23	11	8	72,7
3	4	1	25,0	24	13	2	15,4
4	16	1	6,3	25	14	1	7,1
5	13	6	46,2	26	5	2	40,0
6	7	0	0,0	27	19	9	47,4
7	14	3	21,4	28	18	3	16,7
8	17	0	0,0	29	7	3	42,9
9	10	2	20,0	30	19	12	63,2
10	6	1	16,7	31	7	0	0,0
11	7	3	42,9	32	29	10	34,5
12	12	0	0,0	33	17	9	52,9
13	7	0	0,0	34	23	4	17,4
14	10	2	20,0	35	11	0	0,0
15	8	4	50,0	36	6	2	33,3
16	18	5	27,8	37	7	4	57,1
17	8	2	25,0	38	8	0	0,0
18	21	9	42,9	39	14	4	28,6
19	10	1	10,0	40	20	3	15,0
20	13	8	61,5	41	17	9	52,9
21	8	4	50,0				
Toplam <i>D.pini</i> yumurtası			517	<i>N.formosa</i> çıkan yumurta sayısı			145
				<i>N.formosa</i> ergini çıkan <i>D.pini</i> yumurtası oranı (%)			28,05

4. Sonuçlar

Çalışmada kullanılan *Diprion pini* L. larvalarının toplandığı Çankırı-Kurşunlu'da 1204 m yükseltide yer alan 1 ha büyüklüğündeki sarıçam alanından laboratuvara getirilerek söz konusu zararlıın larva dönemlerinin belirlenmesi amacıyla, 2004 yılında yürütülen bu çalışmaya ait sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- *D.pini* larvalarının, Temmuz ayının ikinci haftasından başlayarak, erginlerin bıraktığı yumurtalardan çıktıkları ve Eylül ayının ortasına kadar sarıçam ağaçlarının iğne yapraklarıyla beslendikleri saptanmıştır.
- Çankırı koşullarında *D.pini*'nin 6 larva dönemi geçirdiği belirlenmiştir.
- Değişik larva dönemleri arasındaki baş kapsül genişliği artış oranlarının 1.-2., 2.-3., 3.-4., 4.-5. ve 5.-6. larva dönemlerinde sırasıyla 1,353; 1,339; 1,400; 1,287 ve 1,249 oldukları ve bu değerlerin Dyar (1890) tarafından belirtilen 1.4 değerine oldukça yakın olduğu söylenebilir. Buna göre, değişik tarihlerde *D.pini* larvalarının, popülasyonda bulunma oranlarının Dyar (1890)'a göre belirlenebileceği saptanmıştır.
- Aynı çalışmada, değişik dönemlerdeki *D.pini* larvalarının baş kapsül genişliği ile larva boyu arasında oldukça yüksek bir ilişkinin de bulunduğu tespit edilmiştir. Çok sayıda böcek türünde yapılan araştırmalar, larva dönemlerinin belirlenmesinde baş kapsül genişliğinin daha doğru sonuçlar vereceğini ifade etmektedir. Bununla birlikte, larva döneminin tespit edilmesi amacıyla baş kapsülü ölçümü yapmak arazi koşullarında mümkün olmayacağından, pratik olması bakımından larva uzunluğundan da yararlanılabileceği kanısına varılmıştır.
- *D.pini*'ye karşı kimyasal mücadele kaçınılmaz olduğunda, en uygun zamanın; *N.formosa*'nın konukçu yumurtası içerisinde ergin öncesi dönemde bulunduğu ve *D.pini*'nin 2.dönem larvalarının popülasyondaki payının yaklaşık %50'ye ulaştığı periyot olduğu anlaşılmıştır.

Açıklama

Bu çalışma TÜBİTAK Tarım, Ormanlık ve Veterinerlik Araştırma Destek Grubu (TOVAG) tarafından desteklenen 103O104 nolu araştırma projesinin bir bölümüdür. Yazarlar, desteklerinden dolayı TÜBİTAK-TOVAG Başkanlığına teşekkür eder.

Kaynakça

- Ahmad, T., Nabi, S., 2012. On the food preference and application of Dyar's law to different hopper instars of *Choroedocus illustris* Walker (Orthoptera: Acrididae). Italian Journal of Zoology, 79: 598-606.
- Akıncı, Z.E., Avcı, M., 2016. *Neodiprion sertifer*'in Göller Bölgesi ormanlarında biyolojisi ve doğal düşmanları. Turkish Journal of Forestry, 17: 30-36.
- Castañeda-Vildózola, Á., González-Hernández, H., Equihua-Martínez, A., Valdez-Carrasco, J., Peña, J.E., Cazado, L.E., Franco-Mora, O., 2016. Head capsule width is useful for determining larval instar in *Heilipus lauri* (Coleoptera: Curculionidae). Florida Entomologist, 99: 822-825.
- Civelek, H.S., Yoldaş, Z., Weintraub, P.G., 2002. Parasitoid complex of *Liriomyza huidobrensis*. Phytoparasitica, 30: 285-287.
- Costa, F.A.P.L., Gomes-Filho, A., 2002. Using body length measurements to study larval growth: A lepidopteran example. Neotropical Entomology, 31: 177-180.
- Crosby, T.K., 1973. Dyar's rule predated by Brook's rule. New Zealand Entomologist, 5: 175-176.
- Çıkman, E., Beyarslan, A., Civelek, H.S., 2006. Parasitoids of Leafminers (Diptera: Agromyzidae) from southeast Turkey with 3 new records. Turkish Journal of Zoology, 30: 167-173.
- Çıkman, E., Uygun, N., 2003. Şanlıurfa ilinde tarım ve tarım dışı alanlarda saptanan galerisineği (Diptera: Agromyzidae) türleri ve parazitoitleri. Türkiye Entomoloji Dergisi, 27(4): 305-318.
- Dang, H.T., Takagi, M., Takasu, K., 2004. Effects of selective insecticides on host searching and oviposition behavior of *Neochrysocharis formosa* (Westwood) (Hymenoptera: Eulophidae), a larval parasitoid of the American serpentine leafminer. Applied Entomology and Zoology, 39: 435-441.

- Durak, R., Borowiak-Sobkowiak, B., 2007. Developmental stages of *Cinara tujaefilina* (Hemiptera, Aphidoidea). *Aphids and Other Hemipterous Insects*, 13: 151-155.
- Dyar, H.G., 1890. The number of molts of lepidopterous larvae. *Psyche*, 5: 420-422.
- Elekçioğlu, N.Z., Uygun, N., 2006. The parasitoid complex of the *Citrus leafminer*, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) in the east Mediterranean region of Turkey and their role in biological control. *Turkish Journal of Zoology*, 30: 155-160.
- Fernandes, E., Araujo, E., Souza, I., Souza, M., Nunes, G., 2019. Development and morphological characterization of the immature stages of *Tetrastichus giffardianus* Silvestri (Hymenoptera: Eulophidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 63: 262-267.
- Francisco, O., Prado, A.P.D., 2001. Characterization of the larval stages of *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) using head capsule width. *Revista Brasileira de Biologia*, 61: 125-131.
- Frouz, J., Ali, A., Lobinske, R.J., 2002. Suitability of morphological parameters for instar determination of pestiferous midges *Chironomus crassicaudatus* and *Hlyptotendipes paripes* (Diptera: Chironomidae) under laboratory conditions. *Journal of The American Mosquito Control Association*, 18: 222-227.
- Gençer, L., Çalışkan, S.S., 2005. Chalcidoid parasitoids of *Micrurapteryx sophorivora* (Lepidoptera: Gracillariidae) in Kuluncak, Turkey. *Phytoprotection*, 86: 133-134.
- Go, M.S., Kwon, S.H., Kim, S.B., Kim, D.S., 2019. The developmental characteristics for the head capsule width of *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycidae) larvae and determination of the number of instars. *Journal of Insect Science*, 19(1): 26.
- Herz, A., Heitland, W., 2003. Impact of cocoon predation and parasitism on endemic populations of the common pine sawfly, *Diprion pini* (L.) (Hymenoptera, Diprionidae) in different forest types. *Agricultural and Forest Entomology*, 5: 35-41.
- Hoffman, H., Hackbarth, W., 1991. Technical spraying variants for aerial forest protection measures. *Beltrage für die Forestwirtschaft*, 25: 131-136.
- Karaca, V., Gözüaçık, C., Şimşek, Z., 2012. Süne (*Eurygaster integriceps* Put.) mücadelesinde havadan ilaçlamadan yönetimli çiftçi mücadelesine geçişin sürdürülebilir olması bakımından alınması gereken önlemler. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 5: 83-87.
- Kececi, M., Tepe, S., Teksam, I., 2008. Antalya ilinde örtüaltı domates ve fasulye yetiştiriciliğinde zararlı olan yaprak galerisineği [*Liriomyza trifolii* (Burgess)] ile parazitoidlerinin populasyon gelişmesi üzerine araştırmalar. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25: 13-23.
- Kondur, Y., Şimşek, Z., 2019. İndağı (Ilgaz, Çankırı) meşe (*Quercus* sp.) ormanlarında zarar yapan *Tortrix viridana* L. (Lepidoptera: Tortricidae)'nın biyolojisi ile zarar durumu. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 5: 86-99.
- Lindstedt, C., Miettinen, A., Freitag, D., Ketola, T., Lopez-Spulcre, A., Mäntylä, E., Pakkanen, H., 2018. Ecological conditions alter cooperative behaviour and its costs in a chemically defended sawfly. *Proceedings of the Royal Society*, 285(B): 20180466.
- Luna, M.G., Wada, V.I., Salle, J.L., Sanchez, N.E., 2011. *Neochrysocharis formosa* (Westwood) (Hymenoptera: Eulophidae), a newly recorded parasitoid of the tomato moth, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), in Argentina. *Neotropical Entomology*, 40: 412-414.
- Malinowski, H., 1998. Sensivity of the more important forest defoliation insects in Poland to insecticides. In: *Population Dynamics, Impacts, and Integrated Management of Forest Defoliating Insects* (Ed: McManus, M.L., Liebhold, A.M.), Banska Stiavnica, Slovak Republic, pp. 100-107.
- Meshkova, V., Nazarenko, S., Koliienkina, M., 2019. *Diprion pini* L. (Hymenoptera, Symphya, Diprionidae) population dynamics in the low Dnieper region. *Folia Forestalia Polonica*, 61(A): 22-29.
- Mohammadi, D., Abad, R.P., Rashidi, M.R., Mohammadi, S.A., 2010. Study of cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) using Dyar's rule. *Munis Entomology & Zoology*, 5(1): 216-224.
- Mopper, S., Whitham, T.G., Price, P.W., 1990. Plant phenotype and interspecific competition between insects determine sawfly performance and density. *Ecology*, 71: 2135-2144.
- Panzavolta, T., 2007. Instar determination for *Pissodes castaneus* (Coleoptera: Curculionidae) using head capsule widths and lengths. *Environmental Entomology*, 36: 1054-1058.
- Saleh, A., Allawi, T.F., Ghabeish, I., 2010. Mass rearing of *Neochrysocharis formosa* (Westwood) (Eulophidae: Hymenoptera), a parasitoid of leafminers (Agromyzidae: Diptera). *Journal of Pest Science*, 83: 59-67.
- Selfa, J., Polidori, C., Asis, J.D., De Pedro, L., Pujade-Villar, J., Tormos, J., 2017. Random pattern of parasitism and female-biased sex ratio in the egg parasitoid *Neochrysocharis formosa* attacking the pine sawfly *Diprion pini* in mountain forests of Spain. *Phytoparasitica*, 45: 85-93.
- Shull, D.R., Stewart, R.L., Paulson, G.S., 2010. Application of Dyar's Law to life stages of *Sigara mathesoni* (Heteroptera: Corixidae). *Entomological News*, 121: 469-474.
- Şimşek, Z., 1986. Güneydoğu Anadolu bölgesinde süne (*Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera: Scutelleridae) ile yumurta parazitoidi (*Trissolcus semistriatus* Nees.) arasındaki bazı ilişkiler üzerinde araştırmalar. *Türkiye I. Biyolojik Mücadele Kongresi*, 12-14 Şubat, Adana, Türkiye, pp. 342-354.
- Şimşek, Z., 2004. Kitin sentezini engelleyen Diflubenzuron ilacının sarıçamın önemli zararlısı olan çalı antenli çam yaprakarı (*Diprion pini* L.: Hymenoptera - Diprionidae) mücadelesine kullanım imkanlarının araştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, A(2): 48-59.
- Şimşek, Z., Kondur, Y., 2006. Çankırı ormanlarının zararlı böcekleri ve mücadele yöntemleri. *Gazi Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 6: 98-119.
- Şimşek, Z., Kondur, Y., 2016. Çankırı *Pinus* spp. orman alanında *Diprion pini* L. (Hymenoptera: Diprionidae)'nin biyolojisi ve zarar durumu. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 2: 4-12.
- Şimşek, Z., Kondur, Y., 2017a. Çankırı sarıçam ormanlarında *Diprion pini* L. (Hymenoptera: Diprionidae)'nin feromon tuzakları yardımıyla popülasyon seyriinin belirlenmesi. *Kastamonu Orman Fakültesi Dergisi*, 17: 194-208.
- Şimşek, Z., Kondur, Y., 2017b. Determination of the natural enemies of *Diprion pini* L. (Hymenoptera: Diprionidae) in Çankırı, Turkey. *Freseinus Environmental Bulletin*, 26: 6749-6759.
- Tozlu, G., Kotan, R., Gokturk, T., 2016. Biological control of pine sawfly (*Diprion pini* L.) and molecular characterisation of effective strains. *Romanian Biotechnological Letters*, 21: 11272-11280.
- Uygun, N., Polatöz, Z., Başpınar, H., 1995. Faunistic studies on Agromyzidae (Diptera) in the south east Mediterranean region of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 19: 123-136.
- Velez, L., Diez, J.Y., Pajares, J., 2001. *Biología de Diprion pini* en la Sierra de Francia. III Congreso Forestal Español Publicación: Actas, 25-28 Septiembre, Granada, Español, pp. 45-52.
- Williams, D.G., McDonald, G., 1982. The duration and number of the immature stages of codling moth *Cydia pomonella* (L.) (Tortricidae: Lepidoptera). *Australian Journal of Entomology*, 21: 1-4.
- Yıldırım, D., Yıldız, Y., 2019. Bala ve Elmadağ yöresi karaçam (*Pinus nigra*) ormanlarında zarar yapan *Diprion pini* (L.) üzerine araştırmalar. *Bartın University International Journal of Natural and Applied Sciences*, 2: 239-250.

Sulakyurt Kalıntı Anadolu Palamut Meşesi (*Quercus ithaburensis* Decne subsp. *macrolepis* (Kotschy) Hedge & Yalt.) Ormanı, tehditler ve koruma önerileri

Ali Uğur Özcan^{a,*} 

Özet: Anadolu Palamut Meşesi (APM) *Quercus ithaburensis* Decne subsp. *macrolepis* (Kotschy) Hedge & Yalt. doğal yayılışını İtalya'dan başlayarak İsrail'e kadar Akdeniz kıyılarında, Türkiye'de ise Ege ve Akdeniz'de yapmaktadır. Türün dünyadaki yayılışında tek istisna Kırıkkale Karagüney Dağları'nda üç değişik alanda oluşturduğu park orman ve tarım alanında yapmış olduğu dağılımdır. Bu alan, türün asıl yayılış alanına 300 km mesafede olması, dünyada karasal olarak en iç kısımda yer alması, en kuzeydoğu yayılışını gerçekleştirmesi ve alanın farklı iklimsel bir yapıya sahip olması nedeniyle türün doğal yayılışına tartışma getirmektedir. Bu çalışmada, Karagüney Dağları'nda türün yayılış alanlarının belirlenmesi, türün alandaki yayılışı üzerinde etkili doğal faktörlerin analiz edilmesi, tür üzerinde tehdit oluşturan unsurların ortaya koyulması ve çözüm önerilerinin sunulması amaçlanmıştır. Bu amaç için Mart 2018- Eylül 2020 yılları arasında arazi çalışmaları yapılarak türün dağılım haritaları oluşturulmuş, hava fotoğrafları ve CBS yardımıyla analizler gerçekleştirilmiş ve tehditler tespit edilmiştir. Türün Karagüney Dağları'nda yaklaşık olarak 7500 hektar alanda dağıldığı belirlenmiştir. Daha önce bilimsel olarak çalışılan Ulaş ve Meşeyayla Köylerinde oluşturduğu iki küçük meşçeresi dışında Sulakyurt ilçesinde bulunan yaklaşık olarak 1910 hektarı bulan saf APM ormanı, belki de doğal yayılış alanı için bile büyük sayılabilmektedir. Ormanın yer aldığı alan volkanik bazalt ana kayanın hakimiyetinde kahverengi ve kırmızı orman topraklarından oluşmaktadır. Tarım alanları içinde ise ağırlıklı olarak alüvyonlu alanlardadır. Genel yayılışını 700-1230 metreler arasında yapan APM, orman olarak 1000-1200 metreler arasında yarı-nemli bölgenin başlangıcında yer almaktadır. Günümüzde APM'nin özellikle tohumlarının ekonomik anlamda değerinin azalması ile birlikte köylüler tarafından uygulanan pozitif ayrımcılık ortadan kalkmıştır. Bu yüzden tarım alanlarında genç bireyler bulunmamaktadır. Yaşlı ağaçlar ise tapulu kesim veya kaçak kesim ile karşı karşıyadır. Bununla birlikte; hayvan otlatma, yabancı türler ile ağaçlandırma, tohum toplama ve çöp dökülmesi gibi tehditler sıralanabilmektedir. Türün korunması için öncelikli olarak envanterlerinin yapılması, özel koruma statülerinin belirlenmesi ve türe özgü amenajman planları ile hem tarım hem de orman alanlarında yönetilmelidir.

Anahtar kelimeler: Karagüney Dağları, İç Anadolu, Anadolu palamut meşesi, Park orman

Forest of Sulakyurt Relict Valonia Oak (*Quercus ithaburensis* Decne subsp. *macrolepis* (Kotschy) Hedge & Yalt.), threats and conservating suggestions

Abstract: Valonia oak *Quercus ithaburensis* subsp. *macrolepis* (Kotschy) Hedge & Yalt. spreads naturally in the Mediterranean coasts starting from Italy to Israel. In Turkey, this species constitutes forests in the Aegean and the Mediterranean regions. The only exception to the spread of valonia oak in the world is Turkey's Kırıkkale Karagüney Mountains where the species constitutes forests in three different areas, and an expansive spread in a large agricultural area. This area, 300 km away from the species' main distribution area, a most interior terrain in the world, and a most northeast spread, with a distinct climatic region, make the spread of the species controversial. This study aims to determine the distribution areas of the valonia oak across the Karagüney Mountains, to the analysis analyze the natural factors that affect its spread in the area, to determine the threats on the species, and to present solutions. For this purpose, field research was conducted between March 2018 and September 2020, the distribution maps of the valonia oak were created, analysis was carried out with the help of GIS, and threats were identified against the species. The research reveals that the valonia oak is distributed over approximately 7500 hectares across Karagüney Mountains. Within this area, a valonia oak forest, covering approximately 1910 hectares in Sulakyurt district, apart from its two small stands in Ulaş and Meşeyayla Villages that have already been scientifically studied, may be considered quite large even for its natural spread areas. The area where the forest is located consists of brown and red forest soils dominated by the volcanic basalt bedrock. In agricultural areas, it is predominantly in alluvial areas. APM, where generally spreads between 700-1231 meters, is located at the beginning of the semi-humid region between 1000-1200 meters as a forest. Today, positive discrimination by the villagers has disappeared with the decrease in the value of especially the seeds of APM in economic terms. Therefore, young individuals of the species no longer exist in agricultural areas. As for the old oak trees, they are faced with legal or illegal cutting. Nevertheless, grazing, afforestation with alien species, seed collection, and garbage dumps can be listed as other threats. For the conservation of the species, making inventories in agricultural and forestry areas, determining special protection statuses, and conducting species-specific management plans are essential, leading to management both in the forest and agricultural areas

Keywords: Karagüney Mountains, Central Anatolia, Valonia oak, Park forest

✉ ^a Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Çankırı

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): auozcan@karatekin.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 17.12.2020, **Accepted** (Kabul tarihi): 15.02.2021



Citation (Atıf): Özcan, A.U., 2021. Sulakyurt Kalıntı Anadolu Palamut Meşesi (*Quercus ithaburensis* Decne subsp. *macrolepis* (Kotschy) Hedge & Yalt.) Ormanı, tehditler ve koruma önerileri. Turkish Journal of Forestry, 22(1): 8-16.

DOI: [10.18182/tjf.842491](https://doi.org/10.18182/tjf.842491)

1. Giriş

Dünyada 600 farklı türü bulunan meşenin (*Quercus sp.*), Türkiye’de de yaklaşık olarak 17 tür, alttür ve varyeteleri ile 24 taksonu doğal olarak yayılış göstermektedir (Yılmaz, 2014). Meşe türleri Türkiye’de iklim ve yer şekillerinin farklılaştığı üç farklı fitocoğrafik bölgede farklı yükseklik kuşaklarında yetişmektedir. Türkiye ormanlarının %26.2’sini meşe türleri oluşturmaktadır (OGM, 2019). Anadolu Palamut Meşesi (APM), İtalya ve Yunanistan ağırlıklı olarak güneydoğu Avrupa, Türkiye ve İsrail, Ürdün, Suriye ve Lübnan olmak üzere Orta ve Doğu Akdeniz havzasında yaygın olarak yayılış göstermektedir (Gorener ve Jerome, 2018). APM, Türkiye’de Ege ve Akdeniz olmak üzere toplamda 142.293 ha alanda yayılış göstermektedir (Çizgen vd., 2018). İnal (1955a; 1955b; 1959), türün yayılışını 258.000 ha olarak vermiş ve bunun 213.000 hektarının tarım alanlarının üzerinde olduğunu belirtmiştir.

APM’nin ana yayılış alanı dışındaki en büyük ormanlık alanlarından bir tanesi Karagüney Dağları’nda bulunmaktadır. Dufour-Dror ve Ertas (2004)’a göre türün yayılış göz önünde bulundurulunca yarı kurak iklime sahip Karagüney Dağları’ndaki yayılış beklenmedik bir sonuçtur. Türün buradaki yayılış hakkında ilk bilgileri veren Zohary (1973) ve Hedge ve Yaltırık (1982) ve de sonrasında Birden (1991), Dönmez (2002), Vural vd. (2007) popülasyonların yerli olabileceğini ifade etmişlerdir.

Avrupa’da genel olarak APM’nin oluşturduğu alanlar ağaçlı-mera (wood-pasture) olarak tanımlanmaktadır. Ağaçlı meralardaki ağaçlar yüzyıllar boyunca insanlar tarafından sıklıkla dikilmiş veya yararlanıldığı sürece korunmuştur. Bu nedenle bu tip alanlar, Avrupa ağaç türlerinin büyük bir bölümünü ve potansiyel olarak yüksek genetik çeşitliliğini barındırmaktadır (Bergmeier vd., 2010). Özellikle yüksek tanen içeriği yüzünden kupulaları, hayvancılık ve insan tüketimi için yaprakları ve palamutları, yakacak ihtiyacı için odunu ve kupulaları kullanılmaktadır (Baytop, 1991; Doğan vd. 2000; 2003). Tarih boyunca APM insanlık için değerli bir ağaç olmuştur. Eski Yunanlılar ve Sümerler tarafından sepi maddesi ve boya bitkisi olarak kullanıldığı bilinmektedir (Doğan vd., 2000; 2003). Osmanlı Devleti’nin, 17. yüzyılda başta İngiltere’ye ihraç ettiği kökboylarının dünyada üçte ikisini ürettiği bilinmektedir. (Harmancıoğlu 1955; Doğan vd., 2003). Ankara Vilayeti Salnameleri ’ne (1871-1907) göre Ankara Sancağı’nda yıllık 200.000 kıyye (1 kıyye=1.289 kg) palamut satılmaktaydı (Koçak, 2013). Günümüzde ise dünya deri endüstrisinin ihtiyacı olan sepi maddesinin yaklaşık olarak %30’u bitkisel sepi maddesi ve bununda büyük bir kısmı meşe palamudundan üretilmektedir (Kurt vd., 2014).

Tür için yayılışının bulunduğu alanlarda farklı tehditler bulunmaktadır. Pantera vd. (2008) Yunanistan için türün karşılaştığı tehditleri, türün bulunduğu ormanların tarım arazisine dönüştürülmesi, yasadışı ağaç kesimi, aşırı otlama ve orman yangınları olarak sınıflandırmışlardır. Türün, Lübnan’daki tehditleri arasında aşırı otlama, kesim ve böcek salgınları, İtalya’da habitat değişikliği ve Arnavutluk’ta turizm gelişmesidir (Zohary, 1973). Dufour-Dror (2007) İsrail’de geçmişte tarım alanlarına dönüşmesini şimdi ise otlamanın risk oluşturduğunu belirtmiştir.

Karagüney Dağları’nda APM yayılışını ilginç kılan, türün asıl yayılış alanına en yakın 300 km mesafede

bulunması, dünyada karasal olarak en iç kısımda yer alması ve en kuzeydoğu yayılışını gerçekleştirmesi, çevresinde bulunan hiçbir dağ silsilesinde türün meşçeresinin bulunmaması ve de alanın farklı iklimsel bir yapıya sahip olmasıdır. Bu çalışma ile Karagüney Dağları’nın daha önce çalışılmayan kuzey yamaçlarında türün yayılış ve meşçere oluşturduğu alanların belirlenmesi, türün yayıldığı alanların iklim, toprak, jeoloji, yükseklik gibi ekolojik özelliklerin analiz edilmesi, tür üzerinde tehditler oluşturan unsurların ortaya konulması ve türün korunması için öneriler getirilmesi amaçlanmıştır. Karagüney Dağları’nın kuzey yamaçlarında yayılış göstererek en büyük alanı oluşturan Sulakyurt APM ormanı hakkında verilen bu bilgilerin literatür için ilk olması ve daha önce Karagüney Dağları’nda Ulaş Köyü, Karallı Köyü (Kırsal Çevre, 2019) ve Büyükavşar-Meşeyayla (Birden, 1991; Dönmez, 2002; Vural vd., 2007) olmak üzere kısmi olarak çalışılan alanları tamamlayarak bütünlüğü oluşturmaya açısından önemlidir.

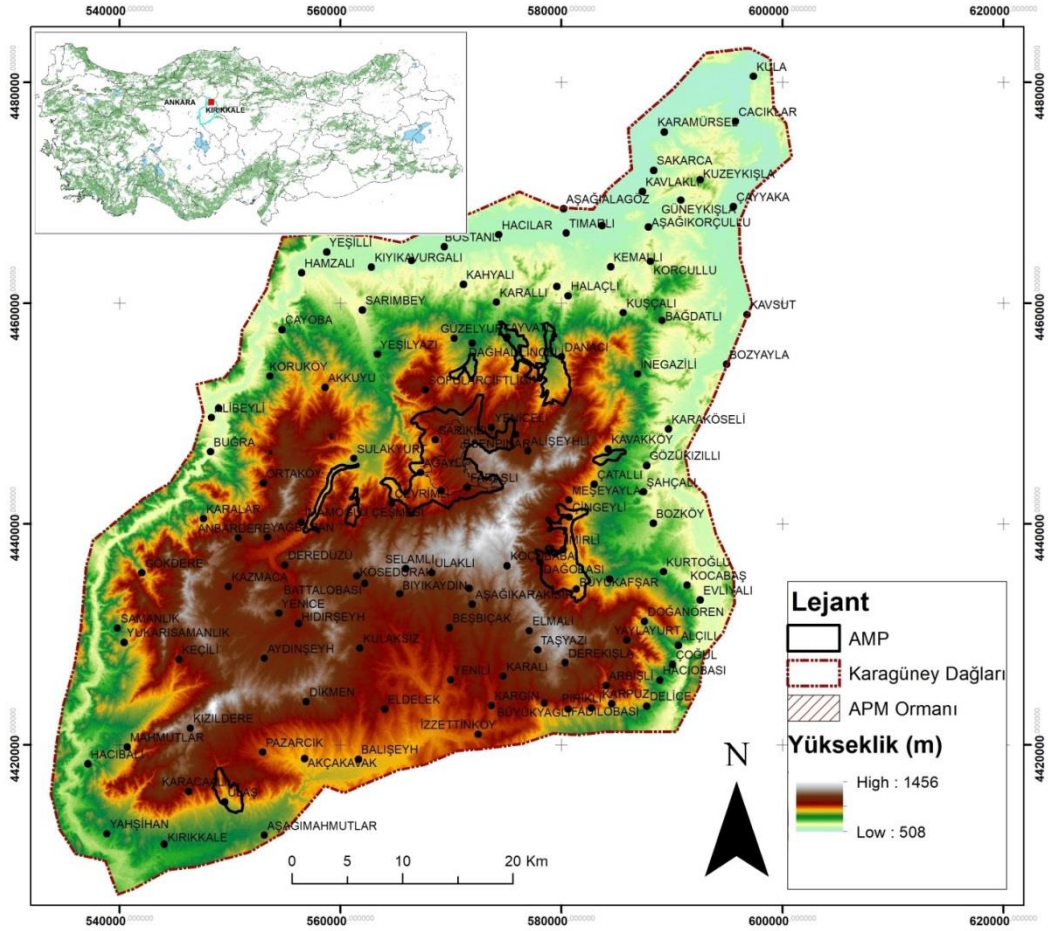
2. Materyal ve yöntem

2.1. Çalışma alanı

Karagüney Dağları Orta Anadolu’da Kırıkkale’nin kuzeyinde Kızılırmak ve Delice Irmaklarının arasında kalan yaklaşık 2.835 km² alana sahip dağ silsilesidir (Şekil 1). Bu saha içerisindeki yer kuzeydoğuda Delice ve Kızılırmak Irmaklarının birleştiği nokta (508 m) en alçak yer ve en yüksek yer ise 1456 m’dir. Sahada ortalama yükseklik 860,54 metredir. Dağın topoğrafyası engebeli olup ortalama 10,94 derece eğime sahiptir. Worldclim veri setine (Fick ve Hijmans, 2017) göre alanın ortalama yıllık yağışı 377- 469 mm, ortalama 415 mm; yıllık ortalama sıcaklık 9-12,8 °C, ortalama 11,5 °C’dir. Sahadaki vadi tabanları yarı kurak bir iklime sahipken dağlık alanın yüksek kesimleri ise yarı nemli bir iklime sahiptir (Yılmaz ve Çiçek, 2016). Dönmez (2002) İran-Turan Fitocoğrafik Bölgenin egemenliğindeki alanda çoğunluğu *Fabaceae*, *Asteraceae* ve *Poaceae* familyasına ait 378 cinse ait toplamda 868 takson tespit etmiştir. APM yayılışının bulunduğu Karagüney Dağları İç Anadolu’nun *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe (Anadolu Karaçamı), *Juniperus excelsa* M.Bieb (Boylu Ardıç), *Juniperus oxycedrus* L. (Katran ardıcı) ve *Quercus pubescens* Willd. (Tüylü meşe) ve *Q. cerris* (Saçlı meşe) ormanları ile kaplı iken 1980’lere kadar yoğun bir tahribata uğramıştır. Karagüney Dağlarında şu anda egemen orman ağaçları *t* tüylü meşe ve saçlı meşedir. APM dışında dere yataklarında *Q. infectoria* G.Oliver (Mazı meşesi) dördüncü tür meşe olarak bulunmaktadır. Özdere, Pazarcık, Koçubaba, Büyükyaglı gibi alanlarda karaçam ağaçlandırılması yapılmıştır. Kayalıda mevki’nde sayıları 300’ü bulan yaşlı karaçam ağaçlarının bir kısmı ağaçlandırma sırasında kesilmiş olup şu anda 30-40 adet kalmıştır. Yine münferit olarak boyları 7-8 metreyi bulan *b* boylu ardıç ve yaygın olarak katran ardıcı alanın her yerinde görülmektedir. Ormanın sınırı 587 m’den başlayıp 1.376 metreye kadar ulaşmaktadır. Orman alanlarının ortalama yüksekliği 976±158 metre olup daha çok 800 metreden sonra bir hâkimiyeti bulunmaktadır. Alanın büyük bir kısmını (1.220 km²) Kızılırmak, Kızılöz ve Bayındır formasyonuna ait çakıltaşı-kumtaşı-çamurtaşı kaplamaktadır. Yine akarsu boylarında ve vadi tabanlarında ise alüvyal sahalar ile granadiyoritler bulunmaktadır.

Karagüney Dağları genel olarak yerleşim ve nüfus yönünden düşük yoğunluğa sahiptir. Karagüney Dağları'nın sınırı içerisine Ankara, Çankırı, Çorum ve Kırıkkale illerine ait 1 il merkezi, 4 ilçe merkezi ve 116 adet köy yerleşimi girmektedir. Güneybatı sınırında yer alan Kırıkkale merkez ilçe ve Yahşihan ilçe nüfusları haricinde 5.000 nüfusu geçen ilçe merkezi ve 10.000 nüfusu geçen ilçe bulunmamaktadır. Kırıkkale merkez ilçesi ve Yahşihan ilçe nüfusları dışında nüfusta çok yüksek düşüş olmuştur. Örneğin Karagüney Dağları'nda büyük bir mülki sınıra sahip olan Sulakyurt

ilçesinin (754 km²) nüfusu 1990 yılında 18.740 kişi iken 2007 yılında 9.427 kişiye, 2020 yılında ise 6.953 kişiye düşmüştür (TÜİK, 2020a). Kırsalda geçim kaynağı tarım ve hayvancılıktır. Ağırlıklı olarak kuru tarım yapılırken Kızılırmak, Delice Irmağı ve Sulakyurt Çayı vadi tabanları ve çevresinde sulu tarım da yapılmaktadır. Hayvancılık eskiye göre azalmakla birlikte günümüzde (Sulakyurt'ta 34.457 adet küçükbaş ve 7.446 adet büyükbaş hayvan bulunmaktadır) hala önemli bir faaliyettir (TÜİK, 2020b).



Şekil 1. Karagüney Dağları ve Anadolu Palamut Meşesi yayılış alanları

2.2. Yöntem

Karagüney Dağları'nda gerçekleştiren bu çalışma 2018-2020 yıllarını kapsamıştır. Ön büro çalışmasında saha ve çevresi hakkındaki çalışmalar incelenmiştir. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yardımıyla çalışma alanının sınırları belirlenmiş, 3x3 km'lik gridlere bölünmüş, hava fotoğrafları yardımıyla hiçbir ağacın bulunmadığı alanlar çalışma alanı dışına çıkarılmıştır. Sulakyurt ve Sungurlu Orman İşletme Şefliği Orman Serileri'ne ait Orman Meşçere Haritaları'nda meşelerin c ve d çağlarındaki alanları tespit edilmiş ve 2018 yılının bahar mevsiminde ilk arazi çalışması gerçekleştirilmiştir. Ön arazi çalışması sonrasında palamut meşeleri hakkında araziden elde edilen konumsal bilgiler ve de geniş tepe çatısına sahip olmasından yararlanılarak hava fotoğrafı/uydu görüntüleri (HGMKüre v4.2.98) kullanılarak APM için potansiyel alanlar elde edilmiştir. Arazi çalışmasında potansiyel alanlara ait hava fotoğraflarında ağaçlara ait konumsal kontroller (5 metre hassasiyete sahip GPS kullanılarak) yapılmıştır. Aynı zamanda alan hakkındaki bilgiler kayıt formuna işlenmiş, ağaçlardan gövde, yaprak palamut gibi görüntüler alınmıştır. APM alanlara giren köylerde; tarlasında APM bulunan çiftçiler ve hayvancılık ile uğraşanlarla sözlü görüşmeler gerçekleştirilmiş ve faydalanma şekilleri konusunda bilgiler toplanmıştır. Anıt ağaç niteliğine sahip olabilecek ağaçlar için çap, boy ve çevre ölçümleri yapılmış, gövde, tohum, yaprak, budama durumu, çevresi gibi özellikleri içeren görüntüler alınmıştır. Hava fotoğraflarına (HGMKüre v4.2.98) işlenen konumsal veriler CBS programına aktararak APM dağılım haritaları elde edilmiştir. Türün Karagüney Dağları'ndaki yayılış alanı jeoloji, toprak, yükseklik, eğim özelliklerine göre analiz edilmiştir. Ayrıca türün, Worldclim verilerinden (Fick ve Hijmans, 2017) yıllık ortalama sıcaklık ve yağış istekleri ve Yılmaz ve Çiçek (2016, 2018) tarafından Türkiye için hazırlanan Thorntwaite ve Köppen iklim sınıfları veri tabanı kullanılarak türün dağıldığı alanın iklim sınıfları üzerine analizler yapılmıştır. APM ormanı ve tarım alanları içerisindeki palamut ağaçlarına tehdit oluşturabilecek faktörler arazide tespit edilerek, görüntülenmiştir. Son olarak tür üzerinde tehdit oluşturabilecek unsurlar ve korunması için gerekli olan önlemler değerlendirilmiştir.

3. Bulgular ve tartışma

3.1. Yayılış özellikleri

Karagüney Dağlarında APM'nin varlığı üzerine yapılan bu çalışmada öncelikli olarak sahayı çevreleyen diğer dağların florası incelenmiş, alanlarda türün varlığı değerlendirilmiştir. Böylece biyoçeşitlilik açısından diğer sığınak alanlarındaki ormanların yayılışları ile karşılaştırmalar yapılmıştır. Aslında her ne kadar Karagüney dağ olarak tanımlansa da yüksek plato özelliğine sahip olmasıyla çevresindeki dağlardan morfolojik olarak ayrılmaktadır. Aynı şekilde diğer dağların yükseklikleri ve alanları incelendiğinde daha düşük yüksekliğe ve daha fazla alana sahiptir. Bu yüzden ormanlar için farklı yükseklik basamaklarında daha fazla uygun alan bulunmaktadır. Karagüney Dağlarını çevreleyen İdris Dağı (Tanker vd., 1993; Varol ve Aydoğdu, 1999; Kırsal Çevre, 2019), Değirmenkaya (Kırsal Çevre, 2019), Elmadağ (Aslan ve Vural, 2009; Kırsal Çevre, 2019), Dinek Dağı (Hamzaoğlu

ve Duran, 2004; Hamzaoğlu, 2010), Küreboğazı, Sungurlu (Aydoğdu, 1988; Böke, 2005), Çiçekdağı (Karavelioğulları vd., 2007), Berek Dağı (Kırsal Çevre, 2019) ve Yediler Tepesi (Örnek ve Vural, 2014)'nde ağırlıklı olarak tüylü ve/veya saçlı meşenin topluluklar oluşturduğu görülmektedir. Ayrıca, münferit olarak İdris Dağı'nda *Q. macranthera* (İspir meşesi), *Quercus petraea* (Sapsız meşe), *Q. ithaburensis* Değirmenkaya'da *Q. infectoria*, *Q. macranthera* (Kırsal Çevre, 2019), Hacıkadın'da *Q. robur* (Saplı meşe), *Q. cerris*, *Q. ithaburensis* (Yeşilyurt, 2008; Kırsal Çevre, 2019), Elmadağ'da *Q. robur*, *Q. infectoria* (Çakmak ve Aytac, 2018; Kırsal Çevre, 2019), Küreboğazı'nda *Q. infectoria*, Eşekli Dağı'nda *Q. ithaburensis* (Böke, 2005) türleri bulunmaktadır. Kuzey İç Anadolu'nun ağırlıklı meşe ormanlarını tüylü ve saçlı meşe oluşturmaktadır. Farklı olarak iki yer ve tür öne çıkmaktadır. Bunlardan birincisi İdris Dağı'nda yaklaşık 255 ha alanda bulunan kasnak meşesi ve Karagüney Dağları'nda yaklaşık 2500 ha alanda orman olmak üzere toplamda 7500 hektarlık alanda dağılım gösteren APM'dir (Şekil 2a-b).

Karagüney Dağlarında yapılan floristik çalışmalar APM'sini güneyde Ulaş köyü'nde (Kırsal Çevre, 2019), doğuda Büyükhemit Deresi, Dağobası ve Meşeyayla arasında (Hedge ve Yaltrık, 1982; Birden, 1991; Dönmez, 2002; Vural vd., 2007), güneyde Karallı köyünde (Kırsal Çevre, 2019) tanımlamıştır. Bunlardan dağın güney bakılarında yer alan Ulaş Köyü'nde saçlı meşe ve tüylü meşe ile birlikte Meşeyayla köyünde ise saf veya saçlı meşe ile gruplar oluşturmaktadır. Ulaş Köyü'nde %10-40 arasında kapalılığa sahip olan APM'nin alanı Kırsal Çevre (2019)'a göre 415 hektardır ve çevredeki tarım alanları ile birlikte yaklaşık 700 ha alanda türü görmek mümkündür. Meşeyayla Köyü'nün hemen üstünde yer alan iki farklı dere yatağındaki birikim konisinde yaklaşık 100 hektarlık alanda %10-40 arasında kapalılıkta park orman şeklinde saf meşçere oluşturmaktadır. Vural vd. (2007) Büyükhemit Deresi'nde yer alan APM'nin saçlı meşe ile birlikte 1.050-1.200 metreler arasında dominant, bozuk orman ve lokal topluluklar oluşturduğunu belirtmiştir. Büyükavşar-Meşeyayla köyleri arasında vadi tabanlarının ormanla birleştiği yerlerde kama şeklinde gruplar halinde ormana girmektedir (Şekil 2c). Büyükavşar ile Kavaklı Köyü arasında geniş tarım alanları içerisinde 100 cm çapın üzerinde yüzlerce yaşlı APM bulunmaktadır. Aynı şekilde tarım alanları içerisindeki meşeler yaşlı bireyler iken ormandan başlayarak Delice Irmağı'na doğru dere içlerinde genç APM'lerinin hakimiyeti bulunmaktadır (Şekil 2d).



a



b



c



d

Şekil 2. Sarıkızlı Anadolu palamut meşesi ormanından görüntüler: a) Tarım arazisi, b) Orman arazisi, c) Orman sınırındaki tarım alanları, d) Dere içlerinde genç Anadolu palamut meşesi bireyleri (Foto: Ali Uğur ÖZCAN, 2020)

Asıl çalışmanın temelini oluşturan ve daha önce literatürde tanımlanmayan kuzey bakılı alanlarda APM dağılımı dikkate değerdir. Sarıkızlı-Ağaylı-Yenice-Faraşlı ve Kalekişla köyleri arasında kalan yaklaşık 1000 ha tarım alanı ve mera olan 1910 ha alanda %10-40 arasında kapalılığa sahip ormanlık alan oluştururken (Şekil 2a-b), onu çevreleyen ve büyük kısmı tarım alanı olan 3180 hektarlık alanda türe rastlanılmaktadır. Tarım alanlarının neredeyse tamamında bulunan çapları 80-140 cm arasında olan APM yaşlı ağaçların hakimiyeti bulunmaktadır. Fakat orman kısmında her yaştan bireye rastlamakla birlikte çaplar genel olarak 40-60 cm arasında değişmektedir. Danacı ile Ayvatlı köyleri arasında tarım ve orman sınırında 1545 ha bir yayılış göstermektedir. Danacı ile Ayvatlı köylerinde iki büyük alanı birbirine bağlayan boğaz ve orman sınırı genç bireylerin egemenliğindedir. Aynı şekilde terk edilmiş bağlarda, tarla sınırlarında ve tarlalar arasında kalmış orman parçalarında genç bireylere rastlanmaktadır. Ayrıca tür dağın kuzeye bakan yamaçlarında ve alüvyon alanlarda münferit olarak bulunmaktadır. Akdeniz Bölgesi'nde APM; mazı meşesi, tüylü meşe ve saçlı meşe ile karışık orman oluşturmaktadır. Ayrıca APM'nin oluşturduğu park ormanlarda, *P. brutia*, *P. nigra*, *Q. infectoria*, *Q. coccifera*, *J. oxycedrus*, *Ulmus minor*, *Juniperus phoenicea* gibi birçok ağaç türü bulunmaktadır (Mayer ve Aksoy, 1998). Sulakyurt'taki APM ormanının da saçlı meşe yoğun olmak üzere tüylü meşe, mazı meşesi, katran ve boylu ardıc türleri bulunmaktadır. Vadi tabanlarından ormana girdiği alanlarda ve tarım alanları ile orman sınırlarında ise 3-4 ağaçtan oluşan gruplar halinde bu üç tür meşe ile beraber görülmektedir. Mayer ve Aksoy (1998) kültür benzeri yetiştirme nedeniyle doğala yakın bir meşçeresinin bulunmadığını belirtmektedir.

3.2. Yetiştirme ortamı özellikleri

APM yayılış alanları 700 m ile 1.231 m arasında yer almaktadır. Ortalama yüksekliği 954 ± 105 metredir. Kırsal Çevre (2019)'nin Karallı köyünde tanımladığı dört adet meşe, aslında Karagüney Dağları'nda APM'nin en düşük rakımıdır. APM ormanının yükseklik dağılımı ise 883-1.215 metreler arasında ve ortalama 1.047 ± 93 metredir. Alanların eğimi ise 0-58 derece arasında olup APM'sinin yayılış alanında ortalama $9,85 \pm 7,66$ derece ve ormanında $10,90 \pm 8,48$ derecedir. Eğimin yüksekliği vadi tabanlarından vadi yamaçlarına doğru yayılımın dikliğinden kaynaklanmaktadır. APM'si submediterranean kuşakta 200-500 metre yüksekliklerden başlayıp 900-1.000 metrelere kadar yayılış göstermektedir (Akman, 1995; Mayer ve Aksoy, 1998).

Dağılışın anakaya üzerindeki durumu incelendiğinde APM'sinin genel dağılışının çakıtaşı-kumtaşı-çamurtaşı (M3-18-K, olm1-18-k, e3ol-12-k) ve alüvyon alanlarda yoğunlaştığı görülmektedir. Burada farklı olan ormanın yer aldığı kesimin jeolojik yapısıdır. Çünkü orman alanının neredeyse %70'i k2-V2-V13-k ile bölgedeki en genç volkanik faaliyet olan Faraşlı volkaniklerinin Kalekişla, Faraşlı köyleri civarında mostra verdiği yerdedir. Kızılırmak formasyonunun üst seviyelerinde bir ara düzey gibi gözlenen volkaniklerin petrografik olarak bazaltlardan oluşmaktadır. Bu kayalar bol boşluklu ve sıyahimsiz renktedir (Evcimen, 2011). Büyük Toprak Gruplarına göre APM, Kahverengi Orman Toprağı (%45) ve Kırmızımsı Orman Toprakları (%41) üzerinde orman oluşturmaktadır.

Orman dışındaki yayılışında da Kahverengi Orman Toprağı (%20,67) ve Kırmızımsı Orman Toprakları (%53) ile birlikte Alüvyonlu (%3,19) ve Kollüvyal Topraklar (%18) hakimdir. Akman (1995) APM'sinin özellikle Aydın'dan başlayıp Uşak'a kadar büyük vadilerde alüvyonlu topraklarda yayıldığını, yine Kuzeybatı Anadolu'da metamorfik veya püskürük (bazalt, dolorit) kayalarda meydana gelen dağ kütleleri üzerinde bulunduğunu belirtmektedir.

APM bulunduğu orman alanları ve yayılış alanı ayrı ayrı iklim özellikleri açısından değerlendirildiğinde, orman alanının yıllık ortalama yağış toplamı 421-454 mm arasında değişmekte olup ortalaması 430±9 mm'dir. Bu durum APM'nin düşük yağış koşullarına dayanıklı olduğunu ortaya koymaktadır. Yıllık sıcaklık ortalaması 9,7-10,9 °C arasında ve ortalaması 10,34±0,32 °C'dir. AMP tarım alanları içerisindeki dağılımında ise yağış ve sıcaklık bakımından daha geniş bir aralığa sahiptir. Yağış aralığı, 398-454 mm (ort. 422±11 mm) ve sıcaklık aralığı 9,6-12,1 °C (ort 10,9±0,6 °C)'dir.

İnal (1955a; 1959), APM'sinin olabilmesi için en önemli faktörün yağışın mevsimsel dağılışı olduğu ve palamudun olgunlaşmasının gerçekleştiği temmuz-ağustos aylarında yağmursuz geçen iklimin etkili olduğunu belirtmiştir. Bitki dağılımlarında asıl değerlendirme sıcaklık ve yağış gibi iklim parametrelerinden ziyade biyoiklimsel yorum yapmayı sağlayan Köppen, Thornthwaite gibi iklimsel sınıflandırmalar ile yapılmaktadır. Köppen iklim sınıflamasına göre APM ormanının tamamı ve dağıldığı alanın ise çok büyük bir kısmı Kışı Şiddetli, Yazı Kurak ve Serin (Dsb) iklim tipine girmektedir. Dufour-Dror ve Ertas (2004)'a göre Türkiye'de ve Dufour-Dror (2007) İsrail'de, yayılış alanının Köppen iklim sınıflamasına göre Kışı ılık, yazı çok sıcak ve kurak iklim tipine (Csa) girdiğini ve Kırıkkale'deki yayılışının bu yüzden şaşırtıcı olduğunu ileri sürmüştür. APM ormanının olduğu alanda Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre C1B1sb2 yani "kurak-yarı nemli, birinci dereceden mezotermal, kışın orta derecede su fazlası olan, hafif denizel iklim" hakimdir. Türün dağılım alanında C1B1sb2'nin büyük bir hakimiyeti varken, C1B1db2 (kurak-yarı nemli, birinci dereceden mezotermal, su noksanı olmayan veya az olan, hafif denizel iklim) yaygındır ve çok az bir alanda, türün düşük rakımlara ulaştığı Karallı Köyü gibi kısımlarda Yarı-kurak birinci dereceden mezotermal, su noksanı olmayan veya az olan, hafif denizel iklim tipi (DB1db2) görülmektedir. Vrahnakis vd. (2014) ise Yunanistan'da APM yayılışını Ellenberg (1956) Sınıflandırmasına göre yarı kuraktan (Kea) nemliye (Thes, Pent, Amfi) ve kışlar sıcaktan (Kriti, Kea) soğuğa (Alex, Almy) kadar değiştiğini belirtmiştir.

3.3. Tehdit ve öneriler

Sulakyurt APM ormanında şu an için en büyük risk tarım alanlarında yer alan meşelerin tapulu kesim ile kesilmesidir. Bununla birlikte, hayvan otlatma, kaçak kesim, çöp dökülmesi, tarım arazilerinde derin işleme ile köklerin zarar görmesi, tohumların toplanması diğer belli başlı tehdit unsurlarıdır. Akdeniz'de geniş yayılışında da her ülke için APM ormanlarına farklı olumsuz etkiler bulunmaktadır. Yunanistan'da APM ormanları üzerindeki en büyük tehditler tarım arazilerine dönüşüm, kaçak kesim, aşırı otlatma ve orman yangınları olarak sıralanabilmektedir (Pantera vd., 2008). APM'si alüvyon arazilerde daha iyi

geliştiği için belki de en fazla tehditle karşı karşıya kalan meşe türü olabilir. Çünkü Akdeniz havzasında alüvyon alanları tarihin uzun dönemlerinden beri tarım alanlarına dönüştürülme eğilimindedir. Bu yüzden Zohary (1973) risk olarak Arnavutluk ve İtalya için habitat değişimlerini göstermiştir.

Çiftlik hayvanları genel olarak meşe ağaçlarının palamutlarını, alt yaprakları ve fideleri yiyerek ve ezerek zarar verirler. Büyükbaşların "meşe palamudu yemesi" meşe ormanlarındaki en ciddi hasar türlerinden biri olarak kabul edilir (Putman, 1996). Sürüler tarafından canlı tohumların çok fazla tüketilmesi bitki popülasyonlarının dinamiklerini büyük ölçüde etkileyebilir. Ormanı çevreleyen beş köyde bulunan 4.377 adet küçükbaş (1925 adedi keçi) ve 462 adet büyükbaş hayvanın (TÜİK, 2020b) tamamı, palamutların dökülmeye başladığı 15 Ekim tarihinden sonra ormana girmekte ve palamutları tüketmektedir. Bir diğer unsur da büyükbaş veya keçi başta olmak üzere küçükbaş hayvanlarının meşe ağaçlarının genel olarak 2,1 metreye kadar olan alt yapraklarını yiyebilmeleridir (Fralval ve Villemant, 1997). Sürüler tarafından yaprakların yenmesi, iyi bir gelişme sağlayabilmek için gerekli olan fotosentez için yaprak yüzeyinin azalmasına yol açabileceği için ağaçların gelişimleri yavaşlayacaktır (Putman, 1996). Yine orman idaresinin mülkiyetinde olan alanda yaprakların filizlendiği dönemden başlayarak özellikle küçükbaş (keçi) hayvanlar tarafından alt dallardaki yapraklar tüketilmektedir. Tarım alanlarının içerisinde tarımsal ürün olduğu ve genellikle budama olduğu için çok fazla otlatma zararı yoktur. Elbette, hayvancılığın alandan kapsamlı bir şekilde kesilmesi, biyolojik çeşitliliğin kaybına ve orman yangınlarının meydana gelmesine yol açabilir (Papanastasis, 2009). Burada unutulmaması gereken en önemli unsur köylüler tarafından bu türün korunmasında hayvancılığın çok büyük bir etkisinin olmasıdır. O yüzden silvopasturel görev yapan bu orman alanlarında denge sağlanması için mera amenajmanlarının oluşturulması gerekmektedir.

Genel olarak çalışma alanında yer alan tarım alanları içerisinde orman ağacı olarak APM ve saçlı meşe türleri bulunmaktadır. 6831 Sayılı Orman Kanunu ve buna bağlı yönetmeliklerde tapulu tarım alanlarında bulunan orman ağaçlarının kesilmesi için başvuru, izin ve kesimin nasıl yapılacağı açıktır. Sulakyurt Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde 2016-2020 yılları arasındaki 4 yıllık süreçte 48 adet tapulu kesim izni verilmiştir (Şekil 3). Arazi çalışmaları sırasında neredeyse tarım arazileri içerisinde kalan bütün meşelerin budandığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla belki ağaç kesimi için değil ama budama için izin alınmasının düşük olduğu görülmektedir. Sadece tapulu kesim için değil gerçekleştirilecek olan her türlü ormancılık faaliyetleri, korunması (özellikle yaşlı bireyleri) veya ekosistem hizmetleri üzerine yapılacak çalışmalar için alandaki ağaç sayısı, özellikleri ve bunların alansal dağılımının bilinmesi gerekmektedir. Bunun için bütün tarım parsellerinin gezilerek içerisinde bulunan APM ve saçlı meşelerin boy ve çap ölçümleri, belki yaş tayini, budama durumu, görüntülerinin kaydedilerek koordinatlı olarak kayıt altına alınmalıdır. Böylece türün korunması için önemli bir veri tabanı elde edilirken bilimsel çalışmalar için de bilgiler elde edilmiş olacaktır.



a



b

Şekil 3. Sarıkızlı Köyü'nde gerçekleşen tapulu kesim a) Çok sık alanlardaki meşelerin dipten kesilmesi b) Kök kısmının sökülmesi ve budama

Terkedilmiş tarım alanları ve bağ alanları dışında tarım alanlarında bulunan APM'lerinin neredeyse tamamı 40 cm daha büyük çaplara sahiptir. Bu da gösteriyor ki yaklaşık olarak 40-60 yıl öncesinden itibaren tarım alanlarında yeni meşeler gelişmemektedir. Diğer bir ifade ile alanda çimlenen palamutlar gelişme imkanı bulamamaktadır. Örneğin, 2018 yılında nadasta bulunan bir tarlada yüzlerce fide bulunurken, 2019 yılında gerçekleşen arazi çalışmasında tamamen alandan bunların temizlendiği belirlenmiştir. Bu bulgular tarlalarda 30-40 yıllık süreçte türün gençleşmesinin tamamen kesildiğini göstermektedir. O yüzden APM ormanı çok önemli bir hal almaktadır.

İçerisinde APM bulunan tarım alanlarının neredeyse tamamında ürün olarak buğday, arpa, ayçiçeği ve nohut yetiştirilmektedir. Şu anda ağaçların kesilmesinin altında yatan ana sebep tarlalara biçerdöverlerin girememesi veya iki katı ücret talep edilmesidir. Belki bunun önüne geçebilmek için farklı tarımsal desenler veya üretim ve hasat teknikleri araştırılmalıdır. Karagüney Dağları'ndaki meraların durumları düşünüldüğünde (mera alanlarında ciddi derecede tahribat ve kapalılık azalmış durumdadır) ve hayvancılık için palamut tohumlarının enerji verimliliği ve besleyiciliği göz önünde bulundurulduğunda meralarda ve tarım arazilerinde yetiştirilmesi için destek sağlanmalıdır.

APM ormanının Sarıkızlı-Faraşlı arasındaki eğimli volkanik ana kaya üzerinde yer alan ve mülkiyetinin orman idaresine ait olan kısmında belki de en büyük doğal risk

saçlı ve tüylü meşenin alanda yer almaya başlamasıdır. APM'sinin baskın olduğu Akdeniz kıyılarında diğer türler ile rekabet açısından nasıl davrandığı az da olsa bilinmektedir (Mayer ve Aksoy, 1998; Akman, 1995). Açıkçası bu bölgede son on yıla kadar APM diğer meşe türleri veya türler ile herhangi bir rekabete girmemiştir. Çünkü köylüler APM'sinden çok daha fazla faydalandıkları için diğer meşe türlerini alandan uzaklaştırmışlardır. Artık insan baskısının ortadan kalktığını söylemek yerinde olabilir. Bu noktada düşünülmesi gereken, doğal süreçlerin izlenmesi mi yoksa dışarıdan yıllardır ağaçların bugüne gelmesini sağlayan insan müdahalesinin devam etmesi mi? Sadece bu alan için diğer türlere insan müdahalesinin veya ormancılık faaliyetlerinin çok şiddetli olmamak kaydı ile devam ettirilmesi türün neslini korumaya yardımcı olacaktır.

Türe zarar verebilecek önemli bir ormancılık faaliyeti de ağaçlandırmalardaki yanlış tür seçimidir. Sulakyurt ormanlarında değil ama Meşeyayla köyünün hemen kuzeyinde birikinti konisi üzerindeki düşük kapalılığa sahip APM ormanında şeritler halinde yalancı akasya ağaçları dikilmiştir. Mümkün mertebe APM ormanında bir ağaçlandırma faaliyeti (hazırlık dahil) içine girilmemeli, eğer sel baskını gibi bir zorunluluk var ise o bölgenin çaluları ve ana ağaç türü olarak da APM kullanılmalıdır.

APM ormanında vadi içerisine Faraşlı köyünün çöp depolama alanı olarak kullanılmaktadır. Bu vahşi depolama alanın burada olması birkaç sebepten dolayı risk içermektedir. Çöple taşınan kimyasal malzemeler toprağa ve sulara karışarak daha fazla alanı kirletmekte ve orman yangını için risk teşkil etmektedir. Bunun için acil olarak köylerin çöp depolama alanları taşınmalı, buradaki çöplerde toplanıp yeni çöp depolama alanına götürülmelidir. Eskiden köylüler tarafından kışın hayvanlarına yedirmek için meşe tohumları toplanmakta iken şu anda çok fazla toplama yapılmamaktadır. Fakat geleneksel olarak yufka ekmek yapımında meşe palamudunun kadehleri yakacak olarak kullanıldığı için bu bölümler toplanmaktadır. Özellikle yaşlı meşe ağaçlarında yıldırım düşmesi, yanma ve doğal sebeplerden dolayı kovukların oluştuğu görülmüştür. Budamadan dolayı yaşlı ağaçlarda yaralar oluşmaktadır. Bu yüzden ağaçlar mantar ve böcek hastalıklarına karşı daha duyarlı hale gelmektedir. Örneğin Danacı Köyü'nün girişinde bulunan ve yakın bir tarladan getirilen çapı 140 cm olan kuru palamut meşesi buna örnek olarak verilebilir. Anıt niteliğine sahip bu ağaçların daha fazla zarar görmemesi için ağaç kovuk, yara ve mantar yüzeylerinin temizlenmesi, ilaçlanması ve katran ile kapatılması veya yalancı dolgu ile kapatılması kurumaları azaltacaktır.

Karagüney Dağları'nda anıtsal niteliğe sahip birçok ağaç bulunmaktadır. Bunlardan sadece İmirli Köyü'ndeki APM anıt ağaç olarak tescillidir. Öncelikli olarak bölgede bulunan anıt ağaçların tespit edilerek tescillenmesi koruma ve bilimsel çalışmalar için önemlidir. Bu çalışma süresince 140 cm ve 150 cm çapa sahip iki yaşlı birey tespit edilmiş ve anıt ağaç olarak tescillenmesi için ön bilimsel çalışmaları yapılmıştır. Sarıkızlı, Faraşlı, Kalekişla, Danacı, Esenyurt, Güzelyurt, İmamoğlu Çeşmesi ve Ayvatlı köylerinde çapı 1 metreden geniş yüzlerce ağaç bulunmaktadır. Bu ağaçların tamamının tescillenmesi hatta alanın doğal sit statüsüne kavuşması önem arz etmektedir.

Geleneksel olarak, silvopastoral ormanlık alanlar, yakacak odun, odun kömürü, insanlar ve hayvanlar için yiyecekler, sakızlar, reçineler, boyalar, farmasötikler, mantarlar ve aromatik bitkiler dahil olmak üzere çok çeşitli

ekosistem ürünleri sağlamıştır. Ayrıca, toprak koruma, toprağın stabilizasyonu, dağlık ve tepelik havzalarda su akışının azaltılması, peyzaj güzelliğinin korunması ve mikro iklim iyileştirmesi gibi somut olmayan ekosistem hizmetleri sunmaktadır (Birotd vd., 2009). 21 Mayıs 1992 tarihli EU Konsey Direktifi 92/43 / EE, doğal yaşam alanlarının ve yabancı fauna ve floranın korunmasına ilişkin ekonomik, sosyal, kültürel ve bölgesel gereksinimleri dikkate alarak biyolojik çeşitliliğin korunmasını teşvik etmeyi amaçlamaktadır. Kuşlar Direktifi ile Avrupa'nın doğa koruma politikasının temel taşı oluşturur ve potansiyel olarak zararlı gelişmelere karşı korunan AB çapında Natura 2000 ekolojik korunan alanlar ağını oluşturur. Avrupa Birliği, Habitat Direktifi 92/43EEC kapsamında APM ormanlarının korunmasını deklare ettiğinden beri, başta İtalya olmak üzere üye ülkeler ağaçlandırma yoluyla türün popülasyonlarını korumak, yönetmek ve genişletmek için çaba sarf etmektedir (Plieninger vd., 2011). Türkiye'de hem habitat ve kuş direktif hem de NATURA2000 kapsamında koruma alanlarının oluşturulması oldukça önemlidir. Türkiye, AB üyeliği kapsamında yerine getirmesi gerekli olan çevre için önemli olan bu direktifler doğrultusunda 2016-2018 yılları kapsayan sürede NATURA2000 koruma alanları için Orta Anadolu'da bir proje yürütmüştür. Orta Anadolu'nun seçilmesinin sebebi belki de kurak ve yarı-kurak bir iklime sahip olması, diğer bölgelere göre arazi tahribatına ve iklim değişikliklerine karşı daha hassas olması olabilir. Bu yüzden türün ve ormanın korunmasına yönelik, sadece Türkiye Kanunlarından doğan koruma önlemleri değil, aynı zamanda bilimsel destekli ve ekolojik bağlantılarında desteklendiği NATURE 2000 kapsamında korunan alan olması da avantaj sağlayacaktır.

4. Sonuç

Quercus ithaburensis subsp. *macrolepis* (Kotschy) Hedge & Yalt.yani Anadolu palamut meşesinin Karagüney Dağları'nda yayılış göstermesinin veya bu kadar uzun süre korunabilmesinin altında yatan ekonomik, sosyal ve kültürel nedenlerin iyi anlaşılması gerekmektedir. Bu konuda 1959 yılında Selahattin İnan'ın APM üzerine etimolojik kimliği, tarih boyunca kullanımı, ekonomik faydaları, türün dağılışı ve varlığı, amenajmanı hakkında yaptığı çalışmalar ve yayınlar oldukça kapsamlı ve bilgi vericidir. Zaten türün Karagüney Dağları üzerindeki yayılışını (Dağobası Köyü) Türkiye Florası'nda duyurulmasını sağlayan ilk geziyi düzenleyen de kendisidir (Dönmez, 2002). Doğal yayılışı dışında türün farklı olarak bu dağda bulunması akıllara bu ağacın ekonomik faaliyetler için buraya taşındığı fikrini getirmektedir. Bunun için polen analizleri, DNA analizleri ve tür dağılım modelleri kullanılarak türün eski zamanlardaki varlığı hakkında bilgi sahibi olmak oldukça önemlidir.

Türün geçmişteki ekonomik avantajları yavaş yavaş ortadan kalkmaktadır. Belki de en büyük tehdidin ana kaynağını bu oluşturacaktır. Tarımın, hayvancılığın değişmesi ve nüfus azalışının etkisi ile birlikte insanların tür üzerindeki pozitif ayrımcılığı da azalma eğilimindedir. Doğal yayılışı dışında belki de doğal yayılış alanında bile bu kadar büyüklükte APM orman parçalarına az rastlanmaktadır. Dolayısıyla ister doğal olsun ister insan eliyle getirilmiş olsun türün ve özellikle gen kaynağı olarak APM ormanının korunması önem arz etmektedir.

Türün tehditlere karşı korunabilmesi için öncelikli olarak envanterinin yapılması gerekmektedir. Avrupa'da olduğu gibi ister ağaçlı mera ister silvopastrol olarak isimlendirilsin, kapalılığı düşük ve park orman niteliğindeki bu ormanların türe özgü koruma fonksiyonu ağırlıklı amenajman planı ile yönetilmelidir. Aynı zamanda bu türün tarım alanlarındaki yayılışı düşünüldüğünde ekonomik destek veya teşvik yöntemleri de önemli avantajlar sağlayacaktır. Sonuçta bu türün bu alanlarda kalmasındaki en önemli sebep yöre halkı tarafından ağacın her bileşeninin kullanılması ve ekonomik değerinin olmasıdır.

Ekonomik boyutunun yanında aslında çok önemli diğer bir etkende kültürel ve geleneksel değerlerdir. APM ormanının sınırını oluşturan Kalekişla ile Faraşlı köyü MÖ 2000 yılından itibaren iskan görmüştür. Kalekişla köyünün bazalt sütunlar üzerinde yükselen ve kale kalıntıları bulunan ören yeri MÖ 1000, APM ormanı içerisinde kalan ve Kalekişla köyünün hemen batısında bulunan Aralık öz ören yeri MÖ 2000 yıllarına kadar iskan edildiği arkeolojik incelemeler sonucunda ortaya çıkmıştır (Göre ve Ekici, 2010). Yine, Roma dönemine tarihlenen kaya kilisesi bu bölgenin insanlar tarafından yoğun olarak kullanıldığını göstermektedir. Arkeolojik veriler bu alanın yaklaşık 4000 yıldır antropojenik etkilere maruz kaldığını göstermektedir. Bir diğer ilginç durum ise, İdris Dağı'nda bulunan anıtsal 520 yaşındaki APM ağacının Samut köyünde bulunmasıdır. Türkmen Alevi olan Samut aşireti Yavuz Sultan Selim zamanında Sivas'tan sürgün edilmiş, Ankara'nın Kalecik ilçesine oradan da Faraşlı köyüne yerleşmişlerdir (Coşkun, 2015). Türkler'de ağaç kültürünün önemi çok fazladır. Bunun yansımalarını adak ağaçlarında halen görülmektedir. Kalekişla köyü'nde Gülbaba Türbesi ve Faraşlı köyündeki Karadede Türbesi ve yanındaki adak ağaçları anıtsal nitelikte APM'dir. O yüzden Türklerin ağaç kültürünün yansımalarının bu topraklarda görülmesi koruma ve kültür değerleri arasındaki önemi ortaya koymaktadır.

Son olarak, ülkesel ölçekte Orta Anadolu'nun kalıntı ormanlar için Avrupa Birliği ülkelerinde çevre politikalarının geliştirilmesinde ve doğal ekosistem süreçlerini sürdürme çabalarında önemli bir stratejik araç olarak çalışan Habitat ve Kuş Direktifleri, NATURE 2000, Ekolojik Ağlar gibi korunan alanların uygulanması, uzun vadeli biyolojik çeşitlilik koruma planları için en etkili yöntemlerden biri olarak mutlaka kullanılmalıdır.

Kaynaklar

- Akman, Y., 1995. Türkiye orman vejetasyonu. Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi, Ankara.
- Aslan, S., Vural, M., 2009. Flora of Kıbrıs Köyü Valley (Mamak-Ankara, Turkey). Biodicon, 2(3): 34-64.
- Aydoğdu, M., 1988. Vegetation of Çankırı, Çorum and Sungurlu. Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series C, 6: 29-45.
- Baytop, A., 1991. Farmasötik Botanik, İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayın No: 58, İstanbul Üniversitesi Basımevi, İstanbul.
- Bergmeier, E., Petermann, J., Schröder, E., 2010. Geobotanical survey of wood-pasture habitats in Europe: diversity, threats and conservation. Biodiversity and Conservation, 19(11): 2995-3014.
- Birden, C., 1991. Kırıkkale civarı *Quercus ithaburensis* Decne. subsp. *macrolepis* (Kotschy) Hedge & Yalt. orman kalıntısının florası. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara

- Böke, E., 2005. Delice (Kırıkkale), Ortakışla (Çorum) ve Salmanlı (Yozgat) arasında kalan bölgenin florası. Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale
- Çakmak, M.H., Aytaç, Z., 2018. Mamak ilçesinin Ankara/Türkiye kentsel vasküler florası ve ekolojik özellikleri. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 11(2): 123-131.
- Çizgen, S., Tuttu, G., Ursavaş, S., 2018. Harvest amounts and economic value of the acorn in Turkey. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 4(2): 109-113.
- Coşkun, H., 2015. Kangal ve çevresindeki alevi ocakları. *Turkish Culture & Haci Bektas Veli Research Quarterly*, (75): 97-118.
- Doğan, Y., Başlar, S., Kanisanlı, M., 2000. Batı Anadolu'da yayılış gösteren *Quercus ithaburensis* Decne supsp. *macrolepis* (Kotschy) Hedge Et Yalt. *Fagaceae*(Palamut Meşesi) Üzerinde Bir Araştırma. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 9(35): 22-25.
- Doğan, Y., Başlar, S., Mert, H.H., Güngör, A., 2003. Plants used as natural dye sources in Turkey. *Economic Botany*, 57(4): 442-453.
- Dönmez, A.A., 2002. Flora of Karagüney Mountain (Kırıkkale). *Turkish Journal of Botany*, 26(6): 417-451.
- Dufour-Dror, J.M., 2007. Influence of cattle grazing on the density of oak seedlings and saplings in a Tabor oak forest in Israel. *Acta Oecologica*, 31(2): 223-228.
- Dufour-Dror, J.M., Ertas, A., 2004. Bioclimatic perspectives in the distribution of *Quercus ithaburensis* Decne. subspecies in Turkey and in the Levant. *Journal of Biogeography*, 31: 461-474.
- Ellenberg, H., 1956. Aufgaben und methoden der vegetationskunde. In: *Einführung in die Phytologie* (Ed: Walter, H.), Verlag Ulmer, Stuttgart
- Evcimen, E., 2011. Sulakyurt (Kırıkkale) dolayının jeolojisi ve Sulakyurt granitinin kesmetaş olarak değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Fick, S.E., Hijmans, R.J., 2017. WorldClim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37(12): 4302-4315.
- Fraival, A., Villemant, C., 1997. La Mamora et ses ennemis. Les Dossiers de l'environnement de l'INRA, (15): 133-146.
- Gorener, V., Jerome, D., 2018. *Quercus ithaburensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T194178A2303017. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-1.RLTS.T194178A2303017.en>, Accessed:01.12.2020.
- Göre, S., Ekici, S.E., 2010. Kırıkkale kültür ve turizm envanteri. Kırıkkale Valiliği İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, Kırıkkale.
- Hamzaoğlu, E., 2010. The steppe vegetation of Dinek Mountain (Kırıkkale). *Gazi University Journal of Science*, 18(1): 1-15.
- Hamzaoğlu, E., Duran, A., 2004. Dinek Dağı (Kırıkkale) bozuk orman vejetasyonu üzerinde fitososyolojik bir araştırma. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 17(4): 1-13.
- Harmancıoğlu, M., 1955. Türkiye'de bulunan önemli bitki boyalarından elde olunan renklerin çeşitli müessirlere karşı yün üzerinde haslık dereceleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Hedge, I.C., Yaltırık, F., 1982. *Quercus* L. In: *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* (Ed: Davis, P.H.), Edinburgh: University Press, pp. 659-683.
- İnal, S., 1955a. Türkiye'nin palamut meşesi varlığı. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- İnal, S., 1955b. Meşe (*Quercus*) hakkında etimolojik ve tarihi etüdü. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 5(1): 100-111.
- İnal, S., 1959. Palamut Meşesi Ormanları (Coğrafi Yayılışları, Ekonomik Önemi ve Amenajman Esasları). T.C. Ziraat Vekaleti Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Sinan Matbaası, Ankara.
- Karavelioğulları, F.A., Vural, M., Polat, H., 2007. Çiçekdağı (Kırşehir) florası. *Ot Sistematigi Dergisi*, 12(1): 385-444.
- Kırsal Çevre, 2019. İç Anadolu'nun kalıntı ormanları. Kırsal Çevre ve Ormancılık Sorunları Araştırma Derneği, Arkadaş Basım Sanayi Ltd. Şti., Ankara.
- Koçak, A., 2013. Salnamelere göre Ankara Vilayeti (1871-1907). Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Kurt, R., Karayılmazlar, S., Çabuk, Y., 2014. Sepicilikte kullanılan odun dışı orman ürünlerinin dış ticaretinin değerlendirilmesi. II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 22-24 Ekim, Isparta, s. 650-656.
- Mayer, H., Aksoy, H., 1998. Türkiye Ormanları (Wälder der Türkei), Orman Bakanlığı Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Orman Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- OGM, 2019. Ormancılık İstatistikleri. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Örnek, M., Vural, M., 2014. Flora of Yediler Tepesi (Keskin/Turkey) and its environment. *Biological Diversity and Conservation*, 7(3): 5-19.
- Palahi, M., Birot, Y., Bravo, F., Gorriz, E., 2009. Modelling, valuing and managing Mediterranean forest ecosystems for non-timber goods and services. *European Forest Institute, Joensuu*, pp. 1-195.
- Pantera, A., Papadopoulou, A., Fotiadis, G., Papanastasis, V.P., 2008. Distribution and phytogeographical analysis of *Quercus ithaburensis* ssp. *macrolepis* in Greece. *Ecologia Mediterranea*, 34(1): 73-82.
- Papanastasis, V.P., 2009. Grazing value of Mediterranean forests. *Modelling, Valuing and Managing Mediterranean Forest Ecosystems For Non-Timber Goods and Services*, 57: 7-15.
- Plieninger, T., Schaich, H., Kizos, T., 2011. Land-use legacies in the forest structure of silvopastoral oak woodlands in the Eastern Mediterranean. *Regional Environmental Change*, 11(3): 603-615.
- Putman, R.J., 1996. Ungulates in temperate forest ecosystems: Perspectives and recommendations for future research. *Forest Ecology and Management*, 88(1-2): 205-214.
- Tanker, N., Koyuncu, M., Coşkun, M., Güvenç, A., Özgen, U., 1993. İdris Dağı (Ankara) bitkileri. *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University*, 22(1-2): 1-17.
- TÜİK, 2020a. Nüfus istatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- TÜİK, 2020b. Hayvancılık istatistikleri, Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- Varol, Ö., Aydoğdu, M. 1999. The flora of steppe surrounding Akyurt and Kalecik. *Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series C*, 17: 33-57.
- Vrahnakis, M.S., Fotiadis, G., Pantera, A., Papadopoulou, A., Papanastasis, V.P., 2014. Floristic diversity of valonia oak silvopastoral woodlands in Greece. *Agroforestry Systems*, 88(5): 877-893.
- Vural, M., Yaman, M., Şahin, B., 2007. Büyükhemit Deresi ve civarının (Delice-Kırıkkale) vejetasyonu. *Ekoloji*, 16(64): 53-62.
- Yeşilyurt, E.B., 2008. Hacıkadın vadisi florası üzerine bir araştırma (Ankara/Türkiye). Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yılmaz, E., Çiçek, İ., 2016. Thornthwaite climate classification of Turkey. *Journal of Human Sciences*, 13(3): 3973-3994.
- Yılmaz, E., Çiçek, İ., 2018. Detailed Köppen-Geiger climate regions of Turkey. *Journal of Human Sciences*, 15(1): 225-242.
- Yılmaz, H., 2014. *Quercus* L. Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıları, (Ed., Akkemik, Ü.), Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, s: 673-702.
- Zohary, M., 1973. The geobotanical foundations of the Middle East. Gustav Fisher, Stuttgart.

Kızılçamda (*Pinus brutia* Ten.) rakım, büyüme özellikleri ve kozalak verimi ilişkisi

Mahmut Çerçioğlu,^{a,*} , Durmuş Çetinkaya^b 

Özet: Çalışmada, Muğla-Fethiye yöresinde yayılış gösteren doğal kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) popülasyonları incelenmiştir. Üç yükselti basamağından (P1 260 m, P2 740 m, P3 1100 m), 150 bireye ait, 2020 yılı içerisinde toplanan veriler ışığında, kozalak verimi, rakım ve büyüme özellikleri arasındaki ilişkiler belirlenmiş ve bazı genetik parametreler tahmin edilmiştir. Kozalak verimi bakımından döllenme varyasyonu tüm popülasyonlarda bir yıllık kozalaklar için 1.91, iki yıllık kozalaklar için 1.77 olarak bulunmuştur. Akrabalık derecesi, tüm popülasyonlarda, bir yıllık kozalaklar için 0.006, iki yıllık kozalaklar için 0.005 olarak tahmin edilmiştir. Etkili ebeveyn sayısı ise bir ve iki yıllık kozalaklar için sırasıyla 78 ve 84 olarak bulunmuştur. Uygulanan korelasyon analizi sonucunda büyüme özellikleri ile kozalak verimi arasında genel olarak istatistiksel bakımdan anlamlı ($p < 0.05$) pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Kruskal-wallis testi sonuçlarına göre kozalak verimi bakımından popülasyonlar arasında anlamlı ($p < 0.05$) farklılıklar tespit edilmiştir. Aşamalı çoklu regresyon analizi sonucuna göre, 1 yaşında kozalak verimi bağlamında etkili olan faktörler sırasıyla taç çapı (kuzey-güney), göğüs yüksekliği çapı ve yaş olmuştur. 2 yaşında kozalak verimi üzerinde etkili olan faktörler sırasıyla taç çapı (doğu-batı) ve göğüs yüksekliği çapı olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Çap, Korelasyon, Kozalak, Döllenme, Regresyon

Relationship among altitude, growth characteristics and cone production in Brutian pine (*Pinus brutia* Ten.)

Abstract: In this study, cone production, altitude and growth characteristics (height, diameter at breast height and crown diameter) were related, and also some genetics parameters were estimated. The data were collected from 150 individual trees of three natural populations sampled altitudinal (P1 260 m, P2 740 m, P3 1100 m) of Brutian pine (*Pinus brutia* Ten.) in Mugla-Fethiye district in 2020. Fertility variation based on cone production was found to be 1.91 for one old cones and 1.77 for two old cones in all populations. Genetic relatedness was estimated at 0.006 for one year cones and 0.005 for two year old cones in all populations. The number of effective parents was found to be 78 and 84 for one year and two year cones, respectively. As a result of the correlation analysis applied, statistically significant ($p < 0.05$) positive relationships were determined between growth characteristics and yield of cones in general. According to the results of the Kruskal-wallis test, significant ($p < 0.05$) differences were found between the populations in terms of cone yield. According to the stepwise multiple regression analysis results, the most effective factors in terms of cone yield at 1 year old were crown diameter (north-south), diameter at breast height and age, respectively. Crown diameter (east-west), diameter at breast height were the most effective factors on cone yield at 2 years of age, respectively.

Keywords: Diameter, Correlation, Cone, Fertility, Regression

1. Giriş

Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ülkemizde normal kapalı 3.451.269 ha, boşluklu kapalı 2.158.946 ha olmak üzere toplamda 5.610.215 hektarlık yayılışıyla en geniş yayılış gösteren çam türümüzdür (OGM, 2015). Dolayısıyla çeşitli sebeplerle ağaç örtüsünü kaybetmiş kızılçam sahalarının yeniden ağaçlandırılması ve bozuk vasıflı kızılçam ormanlarının ıslah işleri ormancılığımızın önemli sorunları arasında görülmektedir. Kızılçam gerek doğal yayılış bölgelerinde, gerek bozuk nitelikli alanlarında, gerekse de endüstriyel plantasyonlar noktasında oldukça geniş çapta ağaçlandırmalarda kullanılan bir türdür (Boydak, 2006a;

2006b). Gelecek yıllarda da bu çalışmaların devam etmesi beklenmektedir. Dolayısıyla bu türe ait bol miktarda ve iyi kalitede tohuma çok fazla ihtiyaç duyulacaktır.

Günümüzde orman ekosistemlerinin yönetimi ve ağaç türlerinin genetik olarak iyileştirilmesine ilişkin güçlü bir araştırma grubu bulunmaktadır. Bu grubun ıslah çalışmalarından biriside orman ağaçlarında üreme ve büyüme özelliklerinin karşılaştırılmasıdır. Çünkü çiçek, kozalak veya tohum gibi üreme özellikleri üzerine, büyüme özelliklerinin de etkili olabileceği bilinmektedir. Örneğin, Odabaşı (1990) Toros sedirinde yaş artışı ve tepe büyümesiyle beraber kozalak miktarının da artacağını belirtmiştir. Ayrıca artım ve büyüme olaylarının çok yönlü

✉ ^a Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Göllhisar Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, 15400, Göllhisar, Burdur

^b Çukurova Üniversitesi, Aladağ Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, Aladağ, Adana

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): cercioglumahmut@gmail.com

✓ **Received** (Geliş tarihi): 01.12.2020, **Accepted** (Kabul tarihi): 24.02.2021



Citation (Atıf): Çerçioğlu, M., Çetinkaya, D., 2021. Kızılçam'da (*Pinus brutia* Ten.) rakım, büyüme özellikleri ve kozalak verimi ilişkisi. Turkish Journal of Forestry, 22(1): 17-24. DOI: [10.18182/tjf.834136](https://doi.org/10.18182/tjf.834136)

olarak tanınıp kavranması ve işletme amacını gerçekleştirecek şekilde denetimi, ormancılığımızın başarısı noktasında temel etkenlerden biridir. Zira artım ve büyüme ilişkilerinin bilinmesi hem yararlanmanın düzenlenmesi için, hem de ekonomik bir kurum olan orman işletmesinin başarısını belirlemek için şarttır. Bunun yanında, silvikültürel müdahaleleri yönlendirmek, aralamaların zaman ve şiddetini tayin etmek, ekonomik amaca uygunluğunu denetlemek bakımından da artım ve büyüme ilişkilerinin bilinmesine gerek vardır (Günel, 1981). Bitki türleri üzerinde gerçekleştirilen genetik-ıslah çalışmalarından biriside döllenme varyasyonu tahminidir. Döllenme varyasyonu; bireyin döl verebilme yeteneği, bir diğer ifadeyle üreme başarısı olarak belirtilmektedir (Kang, 2001). Bu genetik parametrenin tahmininde ağaçların polen, çiçek, kozalak, meyve ve tohum verimi gibi üreme özellikleri kullanılmaktadır (Roeder vd., 1989; Savolainen vd., 1993). Genetik-ıslah çalışmaları için döllenme varyasyonu değerinin sıfıra yakın olması istenirken, bu değer doğa popülasyonları için 3'e, tohum bahçeleri gibi yapay popülasyonlar için ise 2'ye kadar çıkabileceği belirtilmektedir (Kang, 2001). Döllenme varyasyonu katsayısının tahmini bitki ıslahı ve genetik çalışmalarında yaygın olarak kullanılmıştır (Shea, 1987; Xie ve Knowles, 1992; El-Kassaby, 1995; Bila, 2000; Kang vd., 2003). Son yıllarda da bu konuda birçok çalışma yapılmıştır (örneğin; Özel ve Bilir, 2016; Bilir ve Özel, 2017a; Yazıcı ve Bilir, 2017; Bilir ve Kang, 2021).

Bu çerçevede; müşir bir çam türümüz olan kızılçamın Muğla-Fethiye yöresindeki doğal popülasyonlarında, kozalak verimi bağlamında gerçekleştirilen bu çalışmayla, türde tohum meşçerelerinin seçimi; tohum teknolojisi; genetik-ıslah çalışmaları ve diğer silvikültürel çalışmalara katkı sağlanması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Çalışmada materyal olarak Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Merkez Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde kalan Babadağ bölgesindeki doğal kızılçam meşçereleri kullanılmıştır (Şekil 1).

Çalışma yapılan sahalarda; anakaya kireç taşı, toprak ise kırmızı renkli Akdeniz toprağı (Terra-Rossa) özelliğine sahiptir. Aylara göre maksimum, minimum ve ortalama sıcaklık değerleri ile yıllık yağış miktarları Çizelge 1'de verilmiştir. Yıllık yağış miktarı 983 mm, yıllık ortalama sıcaklık ise 17.7 °C dolaylarında değişim göstermektedir.

Türün yöredeki doğal yayılış alanı 260 metre; 740 metre ve 1100 metrede olmak üzere üç yükselti basamağına ayrılmıştır (Çizelge 2). Her yükselti basamağından en az 30 metre aralıkla fenotipik özellikler (boy, çap, gövde düzgünlüğü, dallanma durumu; Zobel ve Talbert, 1984) dikkate alınarak 50'şer birey örneklenmiştir (Şekil 2;3;4). Dolayısıyla çalışma 150 birey üzerinde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Babadağ konumu (Google Maps, 2020)

Çizelge 1. Fethiye iklim verileri (Climate-data, 2020)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ort. Sıcaklık (° C)	9.8	10.6	12.5	15.6	19.4	23.5	26.2	26.1	23.2	19	14.6	11.5
Min. Sıcaklık (° C)	4.7	5.3	6.8	9.7	13.2	16.7	19.1	18.8	15.9	12.4	8.7	6.4
Maks. Sıcaklık (° C)	15	15.9	18.3	21.6	25.6	30.4	33.3	33.4	30.6	25.7	20.6	16.6
Yağış / Yağış (mm)	221	137	98	33	25	6	6	2	13	60	126	256

Çizelge 2. Popülasyonların genel coğrafik özellikleri

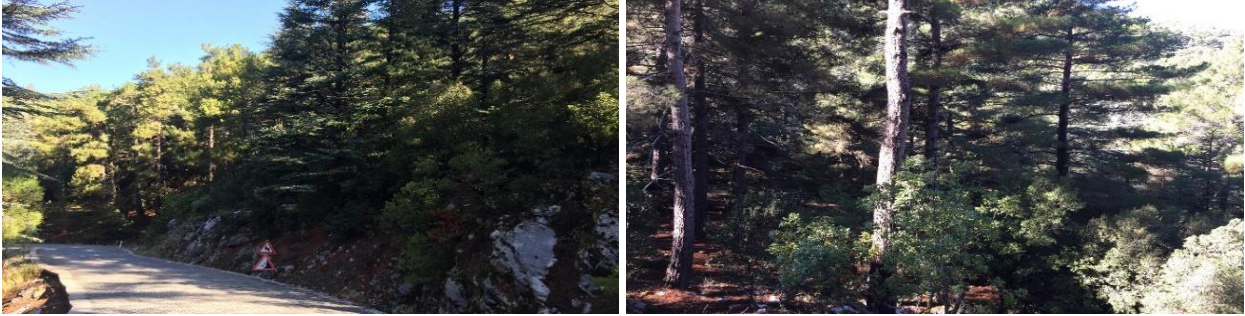
Popülasyon	Enlem (K)	Boylam (D)	Yükselti (m)	Bakı
P1	36°35'58.1"	29°09'09.9"	260	Güney-Kuzey
P2	36°33'20"	29°10'02"	740	Doğu
P3	36°33'03.0"	29°10'54.4"	1100	Batı



Şekil 2. P1 popülasyonundan görüntüler



Şekil 3. P2 popülasyonundan görüntüler



Şekil 4. P3 popülasyonundan görüntüler

2.2. Yöntem

Kozalak verimi noktasında doğrudan etkili olduğu düşünülen aşağıdaki büyüme özellikleri ile kozalak sayıları 2020 yılı içerisinde ölçülmüştür.

Boy (B): Toprak seviyesinden tepe tomurcuğu ucuna kadar olan mesafe olup boy ölçer (Haglöf-Vertex) yardımıyla 5 cm hassasiyette vejetasyon dönemi sonunda ölçülmüştür. **Göğüs yüksekliği çapı (d1.30):** Göğüs yüksekliğindeki çap olup kumpas yardımıyla ölçülmüştür. **Taç çapı (TÇ):** Bireyin kuzey-güney ve doğu-batı yönlerindeki tepe izdüşümünün çapı olup, şerit metre yardımıyla 5 cm hassasiyette ölçülmüştür. **Yaş (Y):** Göğüs çapı ölçümü yapılan noktadan, artım kalemi alınarak ölçülmüştür. **Kozalak sayısı:** Bir (**Koz₁**) ve iki yıllık kozalaklar (**Koz₂**) 2020 yılı sonbaharında örneklenen bireylerin kuzey, güney, doğu ve batı tarafından gözlemlenerek sayılmıştır.

Elde edilen verilerde; temel istatistiksel değerler yanında, çalışmaya konu özellikler bakımından popülasyon içi ve popülasyonlar arası karşılaştırmalar için Pearson korelasyon analizi, Kruskal Wallis testi ve aşamalı çoklu regresyon analizi yöntemlerinden faydalanılmıştır. İstatistiksel analizler SPSS programında yapılmıştır (Özdamar, 1999).

Birey/ailedeki kozalak verimi bağlamında döllenme varyasyonu (Ψ_{Koz}) aşağıdaki eşitlik (1) yardımıyla tahmin edilmiştir (Yazıcı ve Bilir, 2017):

$$\Psi_{Koz} = N \sum_{i=1}^N Koz_i^2 \quad (1)$$

Bu denklemde, N birey sayısını, Koz_i i. bireye ait kozalak sayısı oranını, göstermektedir.

Bireylerin gen havuzuna olan oransal katkısı olarak tanımlanan etkili ebeveyn sayısı ($N_{p(Koz)}$) ve oranı ($N_{r(Koz)}$)

aşağıdaki denklemler (2-3) yardımıyla tahmin edilmiştir (Kang ve Lindgren, 1999; Kang, 2001):

$$N_{p(Koz)} = \frac{N}{\Psi_{Koz}} \quad (2)$$

Bu denklemde, N birey sayısını, Ψ_{Koz} bireye ait kozalak verimi bağlamında döllenme varyasyonunu göstermektedir.

$$N_{r(Koz)} = \frac{N_{p(Koz)}}{N} \quad (3)$$

Bu denklemde, $N_{p(Koz)}$ etkili ebeveyn sayısını, N birey sayısını, göstermektedir.

Popülasyonlarda kozalak verimlerine ilişkin toplam döllenme varyasyonu bağlamında akrabalık derecesi (Θ_{Koz}) aşağıdaki eşitlik (4) yardımıyla tahmin edilmiştir (Lindgren ve Mullin, 1998):

$$\Theta_{Koz} = 0.5 \sum_{i=1}^N Koz_i^2 \quad (4)$$

Bu denklemde, N birey sayısını, Koz_i i. bireye ait kozalak sayısı oranını, göstermektedir.

3. Bulgular ve tartışma

3.1. Büyüme özellikleri

Yükselti basamağına göre örneklenen popülasyonların büyüme özelliklerine ilişkin ortalama ve minimum-maksimum değerleri Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelge 3'den de görüldüğü üzere popülasyonlar büyüme özellikleri bakımından benzer ortalama değerlere sahiptir.

Popülasyonların büyüme özellikleri bakımından karşılaştırılması amacıyla uygulanan korelasyon analizi sonucunda popülasyonlarda genel olarak büyüme özellikleri bakımından anlamlı ($p < 0.05$) pozitif ilişkiler görülmüştür

(Çizelge 9). Büyüme ağacın genetik yapısı ile çevre koşullarının ortaklaşa etkileri altında meydana gelir. Popülasyonlardaki ailelerin hem büyüme hem de yaş durumu incelendiğinde, tamamının tohum verme yaşında olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Orman ağacı türlerinde tohum verme yaşı, yetiştirme ortamı özelliklerine ve ağaçların tepe gelişimine göre değişmektedir. Örneğin, *Pinus taeda*'da 30 cm den daha ince çaplı olan genç ağaçların gençleşmeyi sağlayacak miktarda tohum vermedikleri görülmüştür (Atay, 1971).

3.2. Kozalak verimi

Popülasyonlarda ortalama iki yaşlı kozalak sayısı 380.92, bir yaşlı kozalak sayısı ise 58.74 olarak bulunmuştur (Çizelge 4). En yüksek kozalak verimi P2 popülasyonunda görülmüştür. Kozalak verimi P2 popülasyonunda, P1 popülasyonuna göre % 45, P3 Popülasyonuna göre ise % 20 oranında artmıştır. Aynı şekilde popülasyon içi kozalak verimi de örneklenen bireylerde farklılık göstermiştir. Popülasyonlarda yükselti basamakları içinde ve arasında, kozalak verimi bakımından geniş farklar görülmektedir (Çizelge 4). Örneğin, P1 popülasyonu içerisinde 1 yıllık kozalak verimi göz önüne alındığında maksimum ve minimum kozalak üreten bireyler arasında 9 kat fark bulunmaktadır. P2 için bu fark 30, P3 popülasyonu için ise 20 kat olarak görülmektedir. İki yıllık kozalak verimi temel alındığında ise P1 popülasyonu içerisinde 30 kat, P2 popülasyonu içerisinde 25 kat, P3 popülasyonu içerisinde ise 7.5 kat farklılık görülmektedir.

Yıllık kozalak verimine bakıldığında, yörede kızılçamda bol tohum yılları arası tekerrür 2 yıl olarak görülmektedir. Fakat bir meşcerede bol tohum yıllarını tespit edebilmek için en az iki defa bol tohum yılını tespit etmek gerekir. Orman ağaçları biyolojileri gereği enerjilerini bazı dönemlerde geliştirmeye bazı dönemlerde de üremeye harcamaktadır (Kang, 2001). Bu nedenle yıllar arası üreme verimi farklılıkları beklenen durumlardandır. Karaçam türünde bol tohum yılları, düşük rakımda ve güney bakıda iki yılda bir, yüksek rakımda ve kuzeyli bakıda ise üç yılda bir görülmektedir (Saatçioğlu, 1971; Ata, 1995). Kozlowski ve Pallardy (1997), ağaçların gençlik evresinde, üreme için enerji harcamadığı için hızlı büyüdüğünü ve ileriki yaşlara oranla daha fazla çap artımı yaptığını belirtmektedir (Kozlowski ve Pallardy'ye atfen Akkemik, 2010). Kozlowski (1971) orman ağaçlarında bol tohum yılındaki tohum üretimi ile aynı yıldaki vejetatif büyüme arasında çok belirgin bir negatif korelasyon olduğunu belirtmiştir (Kozlowski'ye atfen Akkemik, 2010).

Çalışmada 3 farklı yükselti basamağındaki ağaçlar üzerinde ölçümler yapılmıştır. Yükseltinin kozalak verimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu aşamada ilk olarak verinin normal dağılıp dağılmadığını tespit etmek amacıyla normallik testi gerçekleştirilmiştir (Çizelge 5). Çünkü analize başlamadan önce veri setinin dağılımının normal olup olmadığının tespit edilmesi gerekir (Bradley, 1982; Kennedy ve Bush, 1985; Thode, 2002; Miles ve Banyard, 2007; Wells ve Heintze, 2007; Stevens, 2009).

Çizelge 3. Popülasyonlarda ortalama, minimum ve maksimum büyüme özellikleri

Özellikler	P1		P2		P3	
	Ort.	Min - Mak	Ort.	Min - Mak	Ort.	Min - Mak
B (m)	11.0	8.0 - 14.0	13.0	10.0 - 16.0	12.5	9.0 - 16.0
d1.30 (cm)	33.0	16.0 - 50.0	46.0	36.0 - 56.0	43.0	26.0 - 60.0
TÇ (cm)	445.0	290.0-660.0	485.0	372.0-700.0	500.0	300.0-700.0
Y (yıl)	32.0	32.0 - 32.0	40.0	40.0 - 40.0	33.0	33.0 - 33.0

Çizelge 4. Popülasyonlarda ortalama, minimum ve maksimum 1 ve 2 yaşlı kozalak verimi

Özellikler	P1		P2		P3	
	Ort. (Adet)	Min - Mak	Ort. (Adet)	Min - Mak	Ort. (Adet)	Min - Mak
Koz ₁	56.58	5 - 45	77.38	10 - 300	42.28	10 - 200
Koz ₂	267.98	300-1000	485.88	60 - 1500	388.9	200-1520

Çizelge 5. Normallik (dağılım) testi sonuçları

Rakım (m)	Kolmogorov-Smirnov				Shapiro-Wilk		
	İstatistik	df	Önem düzeyi	İstatistik	df	Önem düzeyi	
Koz ₁	260	0,26	50,00	0,00	0,71	50,00	0,00
	740	0,18	50,00	0,00	0,87	50,00	0,00
	1100	0,25	50,00	0,00	0,74	50,00	0,00
Koz ₂	260	0,25	50,00	0,00	0,80	50,00	0,00
	740	0,14	50,00	0,01	0,93	50,00	0,01
	1100	0,26	50,00	0,00	0,80	50,00	0,00

Önem düzeyi, p<0.05

Gerek Kolmogorov-smirnov gerekse de Shapiro-wilk normallik testlerinden elde edilen sonuçlara göre önem düzeyi değerleri $p > 0.05$ koşulunu sağlamadığı için verilerin normal dağılmadığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla istatistiksel sürece parametrik olmayan ormancılıkta da kullanılan (Örn. Afonso vd., 2020) Kruskal-wallis testi yöntemiyle devam edilmiştir. Gruplar arasında anlamlı bir fark olup olmadığını ortaya koyabilmek için 1 ve 2 yaşında kozalak verimleri için ayrı ayrı Kruskal-Wallis testleri gerçekleştirilmiştir (Çizelge 6; Çizelge 7).

Kruskal-wallis testi sonuçlarına göre; 1 yaşlı kozalaklar için 740 m den alınan örnekler ile hem 260, hem de 1100 m den alınan örnekler arasında anlamlı ($p < 0.05$) farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. 2 yaşlı kozalaklar için de benzer olarak, 740 metreden alınan örneklerin kozalak sayılarının, diğer yükselti basamaklarından elde edilen örneklerin kozalak sayıları ile arasında anlamlı ($p < 0.05$) farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir. Benzer sonuçlar başka çalışmalarda da görülmüştür. Örneğin, Çerçioğlu (2013), Osmaniye yöresi Halep Çamı (*Pinus halepensis* Mill.) ağaçlandırma sahasında gerçekleştirdiği çalışmasında, örneklenen bireyler arasında kozalak verimi bağlamında geniş oranda farklılıklar bulmuştur. Aynı şekilde Keleş (2015) yaptığı çalışmada, Keçiboynuzu türünde meyve özellikleri bakımından geniş çapta farklılıklar bulmuştur. Mutke vd. (2005) Fıstıkçamı türünde yapmış oldukları çalışmada, kozalak ve tohum boyutuyla, kozalak verimi arasındaki ilişkiyi incelemiş ve pozitif sonuçlar ($r = 0.27$ ve 0.17) bulmuşlardır. Hem bu çalışmada, hem de önceki çalışmalarda elde edilen sonuçlar popülasyonlar arası üreme verimi farklılığının olağan olduğunu göstermektedir.

Çizelge 6. 1 yaşlı kozalaklar için Kruskal-Wallis testi sonucu (popülasyonlar arası ikili karşılaştırmalar)

Yükselti	Test istatistiği	Standart hata	Standart test istatistiği	Önem düzeyi	Düzeltilmiş önem düzeyi
P1-P3	3,89	8,647	0,45	0,653	1
P2-P3	28,9	8,647	3,342	0,001	0,002
P1-P2	-25,01	8,647	-2,892	0,004	0,011

Önem düzeyi, $p < 0.05$

Çizelge 7. 2 yaşlı kozalaklar için Kruskal-Wallis testi sonucu (popülasyonlar arası ikili karşılaştırmalar)

Yükselti	Test istatistiği	Standart hata	Standart test istatistiği	Önem düzeyi	Düzeltilmiş önem düzeyi
P1-P3	-12,440	8,683	-1,433	0,152	0,456
P1-P2	21,110	8,683	2,431	0,015	0,045
P2-P3	-33,550	8,683	-3,864	0,000	0,000

Önem düzeyi, $p < 0.05$

3.3. Genetik parametreler

Çalışmada bazı genetik parametrelerin tahmini de yapılmıştır (Çizelge 8). Döllenme varyasyon katsayısı; birey tarafından üretilen gametlerin/zigotların popülasyon içerisindeki oransal değeri olarak ifade edilir ve özellikle tohum kaynaklarındaki bakım çalışmaları ile gen çeşitliliği, akrabalık derecesi, etkili ebeveyn sayısı gibi çeşitli genetik parametrelerin tahmininde kullanılır (Shea, 1987; Xie ve Knowles, 1992; El-Kassaby, 1995; Bila, 2000; Kang vd., 2003).

1 ve 2 yaşlı kozalak verimi bağlamında ayrı ayrı tahmin edilen döllenme varyasyon katsayıları (Ψ_{Koz1} ve Ψ_{Koz2}) incelendiğinde en düşük değer 1.42 olarak P2 popülasyonunda ve 2 yaşlı kozalaklarda görülmüştür (Çizelge 8). P3 popülasyonu haricinde genel olarak 2 yaşlı kozalak verimi bağlamında döllenme varyasyonu katsayıları daha düşük bulunmuştur (Çizelge 8). Bu katsayılarla bağlı olarak tahmin edilen etkili ebeveyn sayısı ise sırasıyla 78'in ve 84'ün üzerinde olup bu değer % 50'den yüksektir (Çizelge 8). Popülasyonlarda 1 ve 2 yıllık kozalak verimi bağlamında akrabalık derecesi ise sırasıyla 0.006 ve 0.005 olarak bulunmuştur (Çizelge 8). Genel olarak akrabalık derecesinin üst sınır olan 1'den (Kang, 2001) oldukça uzak olduğu yani kozalak verimindeki akrabalığın oldukça düşük olduğu söylenebilir. Döllenme varyasyonu katsayısının tahmini, genetik-ıslah çalışmaları noktasında çok kullanılan bir yöntemdir. Örneğin, Bilir ve Kang (2021) yılında yapmış olduğu çalışmada Toros sediri türünde, tohum bahçeleri üzerine 3 yıllık verilerle çalışmış ve döllenme varyasyonu katsayısı değerlerini 2016, 2017, 2018 yılları için sırasıyla 1.59, 1.22 ve 1.91 olarak tahmin etmişlerdir. Bir diğer çalışma ise, Bilir vd. (2017b) tarafından Akdeniz servisinin (*Cupressus sempervirens* L.) plantasyon sahasında gerçekleştirilmiş ve kozalak veriminin bireylerde 20 ile 150 arasında değiştiğini ve ortalama 72 olduğunu; kozalak verimi bağlamında tahmin edilen döllenme katsayısının 1.21 olduğunu ve boy ve çapın kozalak verimi üzerinde pozitif ve anlamlı ($p \leq 0.05$) etkisinin olduğunu belirlemişlerdir. Bila (2000) birey ve popülasyonların çiçek ve meyve verimi ile döllenme varyasyonunu ilişkilendirmiş; çalışma sonucunda çiçek verimi, yaş ve yılın döllenme varyasyonu üzerinde oldukça etkili olduğunu belirtmiştir. Nicodemus vd. (2009) *Tectonia grandis* tohum bahçesinde yapmış oldukları çalışmada, çiçek ve meyve verimi için kalıtım derecesinin 0.16-0.55 arasında değiştiğini; çiçek ile meyve verimi arasında kuvvetli ilişki olduğunu ancak üreme ve büyüme özellikleri arasındaki ilişkinin oldukça düşük olduğunu belirtmişlerdir. Varghese vd. (2008) tarafından yine *Tectonia grandis* türünde gerçekleştirilen bir çalışmada döllenme varyasyonunun erken çiçeğe oranla daha düşük olduğunu ve toplam döllenme varyasyonu katsayısının 3, etkili ebeveyn oranının da 0.6 olduğunu belirlemişlerdir.

Çizelge 8. Popülasyonlarda 1 ve 2 yaşlı kozalak verimi bağlamında döllenme varyasyonu (Ψ_{Koz}), akrabalık derecesi (Θ_{Koz}), etkili ebeveyn sayısı ($N_{p(Koz)}$) ve etkili ebeveyn oranı ($N_{r(Koz)}$) değerleri

Genetik parametreler	P1		P2		P3		Toplam	
	Koz1	Koz2	Koz1	Koz2	Koz1	Koz2	Koz1	Koz2
Ψ_{Koz}	2.27	1.85	1.56	1.42	1.78	2.01	1.91	1.77
Θ_{Koz}	0.022	0.018	0.015	0.014	0.017	0.020	0.006	0.005
$N_{p(Koz)}$	22.0	27.0	31.9	35.2	28.1	24.92	78.2	84.5
$N_{r(Koz)}$	0.44	0.54	0.63	0.70	0.56	0.49	0.52	0.56

3.4. Özellikler arası karşılaştırmalar

Büyüme özellikleri (boy, göğüs yüksekliği çapı, yaş, taç çapı) ile kozalak verimi arasındaki doğrusal ilişkileri belirlemek amacıyla Pearson korelasyon analizi kullanılmıştır (Çizelge 9).

Pearson korelasyon analizi sonuçlarına göre hem 1 yaşlı kozalak sayısı hem de iki yaşlı kozalak sayısı bakımından büyüme özellikleri değişkenleri arasında anlamlı ($p < 0.05$) pozitif ilişkiler tespit edilmiştir. Ancak 1 yaşlı kozalak verimi ile rakım, 2 yaşlı kozalak verimiyle bakı arasında anlamlı ($p < 0.05$) bir doğrusal ilişki bulunamamıştır. Son olarak, kozalak verimi üzerinde büyüme özelliklerinin ne ölçüde etkili olduğunu belirleyebilmek için aşamalı çoklu regresyon analizi yapılmıştır (Çizelge 10; Çizelge 11).

Çoklu regresyon analizi sonucunda, en anlamlı ilişkileri veren (R^2 değerleri en yüksek) 3 farklı model ortaya çıkmıştır. En anlamlı ilişki en yüksek R^2 değerine sahip olan üçüncü modeldir. En yüksek açıklama düzeyine sahip olan 3. model içerisinde sırasıyla taç çapı (kuzey-güney), göğüs yüksekliği çapı ve yaş değişkenleri yer almıştır. Yani bir yaşlı kozalak verimi açısından en önemli değişkenler, taç çapı (kuzey-güney), göğüs yüksekliği çapı ve yaş olmuştur (Çizelge 10).

2 yaşlı kozalaklar için ise gerçekleştirilen aşamalı çoklu regresyon analizi sonuçlarına göre en yüksek açıklama payı 2. modelde elde edilmiştir. Modeli oluşturan değişkenler ise taç çapı (doğu-batı) ve göğüs yüksekliği çapı olmuştur. Yani 2 yaşlı kozalaklar üzerinde en fazla etkili olan değişkenler

taç çapı (doğu-batı) ve göğüs yüksekliği çapı'dır (Çizelge 11). Odabaşı (1990) Toros sedirinde yaşın ilerlemesi ve tepenin büyümesiyle birlikte kozalak miktarının da artacağını belirtmiştir. Bilir vd. (2006) Sarıçam tohum bahçesinde yapmış oldukları araştırmada çiçek veriminin genel olarak büyüme özelliklerinden olumlu yönde etkileneceğini ve bunun özellikle dip çap ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Bhumibhamon (1978) Sarıçam'da çiçek verimi ile çap ve taç hacmi arasında kayda değer oranda pozitif ilişkiler belirlemiştir. Benzer sonuçlar Avrupa ladini'nde de belirlenmiştir (Nikkanen ve Ruotsalainen, 2000). Ancak Schmidting (1981) *Pinus taeda* ormanlarında yapmış olduğu çalışmada çiçek verimi ile büyüme özellikleri arasında negatif ilişkiler bulmuştur. *Pinus contorta* (Hannerz vd., 2001) ve *Picea abies*'de (Almqvist vd., 2001) ise düşük seviyede ilişkiler bulunmuştur. Afonso vd. (2020) fıstıkçamu türünde çam fıstığı verimi bağlamında ağaç, kozalak ve meşçere durumu ilişkileri üzerine yaptığı çalışmada, kapalılık azaldıkça çam fıstığı veriminin artacağını belirtmiştir. Görüleceği üzere, büyüme özellikleriyle üreme özellikleri her zaman pozitif sonuçlar vermemiştir. Bu durum yöresellik kanunuyla ya da üreme özellikleri üzerinde daha başka değişkenlerin etkili olabileceği düşüncesiyle açıklanabilir. Fakat her iki durumda da üreme özellikleri ile ilgili çalışmalar silvikültür ve ıslah çalışmaları için çok önemlidir. Çünkü ormancılıkta en önemli prensibimiz olan sürekliliğin (devamlılık) sağlanabilmesi için tohum temini büyük önem arz etmektedir.

Çizelge 9. Pearson korelasyon analizi sonuçları

	B (m)	d1.30	TÇ (Kuzey-Güney)	TÇ (Doğu-Batı)	Y	Rakım	Bakı	Koz1	Koz2
d1.30	0,813**	1,00	0,726**	0,695**	0,706**	0,369**	-0,05	0,433**	0,657**
TÇ (Kuzey-Güney)	0,679**	0,726**	1,00	0,891**	0,398**	0,13	0,00	0,458**	0,676**
TÇ (Doğu-Batı)	0,676**	0,695**	0,891**	1,00	0,365**	0,13	0,02	0,432**	0,684**
Y	0,499**	0,706**	0,398**	0,365**	1,00	0,705**	0,325**	0,09	0,406**
Rakım	0,370**	0,369**	0,13	0,13	0,705**	1,00	0,554**	-0,08	0,165**
Bakı	0,02	-0,05	0,00	0,02	0,325**	0,554**	1,00	-0,14	0,01
Koz1	0,356**	0,433**	0,458**	0,432**	0,09	-0,08	-0,14	1,00	0,435**
Koz2	0,630**	0,657**	0,676**	0,684**	0,406**	0,165**	0,01	0,435**	1,00

** .% 99 önem düzeyinde anlamlıdır; * .% 95 önem düzeyinde anlamlıdır.

Çizelge 10. 1 yaşlı kozalaklar için aşamalı çoklu regresyon analizi sonuçları

Model	Değişkenler	Model katsayıları	R ²	Önem düzeyi	F
1	Sabite	-52,539	0,210	0,000	39,284
	TÇ (Kuzey-Güney)	0,240			
2	Sabite	-66,439	0,231	0,000	22,083
	TÇ (Kuzey-Güney)	0,159			
	d1.30	1,224			
3	Sabite	-2,084	0,303	0,000	21,194
	TÇ (Kuzey-Güney)	0,110			
	d1.30	3,208			
	Y	-3,237			

Önem düzeyi, $p < 0.05$

Çizelge 11. 2 yaşlı kozalaklar için aşamalı çoklu regresyon analizi sonuçları

Model	Değişkenler	Model katsayıları	R ²	Önem düzeyi	F
1	Sabite	-698,159	0,468	0,000	130,049
	TÇ (Doğu-Batı)	2,228			
2	Sabite	-819,616	0,532	0,000	83,520
	TÇ (Doğu-Batı)	1,469			
	d1.30	12,104			

Önem düzeyi, $p < 0.05$

4. Sonuç ve öneriler

Tohum bitkilerin varoluşunun devamını mümkün kılan en önemli üreme materyalidir. Bitkilerde büyüme ve tohum üretimi yalnızca kendi genotipine bağlı değildir. Aynı zamanda ışık, sıcaklık, yağış, rüzgar, toprak koşulları, rakım vb. çevre şartları ile de yakın ilişkilidir. Bu faktörlerin tümü her yetiştirme bölgesinde farklı kombinasyonlarda ortaya çıkar ve genellikle insanlar tarafından kontrol edilemez. Ancak, bu kombinasyonların uygun olması durumunda kalite ve miktar bakımından yeterli tohum elde edilebilir. Kızılçam bölgede yaklaşık 200 m rakım ile 1100 m rakım arasında yayılış göstermektedir. Örneklenen bireyler türün yayılış gösterdiği rakımlar 3'e bölünerek (P1 260 m, P2 740 m, P3 1100 m) seçilmiştir. Dolayısıyla, analiz edilen verilerin bölgeyi temsil ettiği düşünülmektedir. Yıllık kozalak verimine bakıldığında yörede kızılçamda bol tohum yılları arası tekerrür 2 yıl olarak görülmektedir. Fakat bir meşcerede bol tohum yıllarını kesin olarak tespit edebilmek için en az iki defa bol tohum yılını tespit etmek gerekir. Bir diğer husus, popülasyonlarda kozalak verimi bağlamında hem popülasyon içi hem de popülasyonlar arası anlamlı ($p < 0.05$) farklılıklar tespit edilmiştir. Bu geniş farklılıklar tohum meşceresi seçiminde kitlesel seçimden ziyade bireysel seçimin önemini açıkça göstermektedir. Korelasyon analizi sonuçlarına göre hem 1 yaşlı kozalak sayısı hem de iki yaşlı kozalak sayısı bakımından büyüme özellikleri değişkenleri arasında pozitif ilişkiler ($p < 0.05$) tespit edilmiştir. Ancak 1 yaşlı kozalak verimi ile rakım, 2 yaşlı kozalak verimiyle rakım arasında anlamlı ($p < 0.05$) bir doğrusal ilişki bulunamamıştır. Regresyon analizi sonuçlarına göre, kozalak verimi bağlamında genel olarak en belirleyici faktörler göğüs yüksekliği çapı, taç çapı ve yaş olmuştur. Ayrıca 1 ve 2 yaşlı kozalak verimi bağlamında ayrı ayrı tahmin edilen dölleme varyasyon katsayıları incelendiğinde en düşük değer 1.42 olarak orta yükseltide ve 2 yaşlı kozalaklarda görülmüştür. En yüksek değer ise 2.27 olarak alt yükseltide ve 1 yıllık kozalaklarda görülmüştür. P3 popülasyonu haricinde popülasyonlarda genel olarak 2 yaşlı kozalak verimi bağlamında dölleme varyasyonu katsayıları daha düşük bulunmuştur. Bölgede tohum meşceresi seçiminde 740 metre civarı yükseltilerin daha uygun olacağı söylenebilir. 1 ve 2 yıllık kozalak verimi bağlamında tahmin edilen etkili ebeveyn sayısı ise sırasıyla 78'in ve 84'ün üzerinde olup bu değer % 50'den yüksektir. Yani popülasyonlarda üreme bakımından gen havuzuna katılım yüksektir. Popülasyonlarda 1 ve 2 yıllık kozalak verimi bağlamında akrabalık derecesi de etkili ebeveyn sayısı ile paralellik göstererek sırasıyla 0.006 ve 0.005 olarak bulunmuştur. Yani genel olarak akrabalık derecesinin üst sınır olan 1'den (Kang, 2001) oldukça uzak olduğu ve kozalak verimindeki akrabalığın oldukça düşük olduğu söylenebilir.

Kaynaklar

- Afonso, A., Gonçalves, A.C., Pereira, D.G., 2020. *Pinus pinea* (L.) nut and kernel productivity in relation to cone, tree and stand characteristics. *Agroforestry Systems*, 94(5): 2065-2079.
- Akkemik, Ü., 2010. Ağaç Fizyolojisi Ders Notları. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, İstanbul.
- Almqvist, C., Jansson, G., Sonesson, J., 2001. Genotypic correlations between early cone-set and height growth in *Picea abies* clonal trials. *Forest Genetics*, 8(3): 197-204.
- Ata, C., 1995. Silvikültür Tekniği. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Yayınları, Bartın.
- Atay, İ., 1971. Tabii gençleştiriminin başarılı veya başarısız oluşuna etki yapan en önemli faktörler üzerinde açıklamalar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 21(2): 7-20.
- Bila, A.D., 2000. Fertility variation and its effects on gene diversity in forest tree populations. Ph.D, Dissertation, Swedish University of Agricultural Science, Umeå, Sweden.
- Bilir, N., Prescher, F., Ayan, S., Lindgren, D., 2006. Growth characters and number of strobili in clonal seed orchards of *Pinus sylvestris*. *Euphytica*, 152(2): 293-301.
- Bilir, N., Özel, H.B., 2017a. Fertility variation in a natural stand of Taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich.). *International Forestry and Environment Symposium (IFES)*, 7-10 November, Trabzon, p.201.
- Bilir, N., Cetinkaya, D., Cercioglu, M., 2017b. Interaction between cone production and growth traits in a Mediterranean cypress (*Cupressus sempervirens* L.) plantation. *Seed Orchard Conference*, Balsta, Sweden, 4-6 September. pp. 64.
- Bilir, N., Kang, K. S., 2021. Fertility variation, seed collection and gene diversity in natural stands of Taurus cedar (*Cedrus libani*). *European Journal of Forest Research*, 140(1): 199-208.
- Bhumibhamon, S., 1978. Studies on scots pine seed orchards in Finland with special emphasis on the genetic composition of the seed. *Communications Institutii Forestalis Fenniae*, Helsinki.
- Boydak, M., Dirik, H., Çalıkoğlu, M., 2006a. Kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) Biyolojisi ve Silvikültürü. OĞEM-Vakfı Yayınları, Ankara.
- Boydak, M., Dirik, H., Çalıkoğlu, M., 2006b. Biology and silviculture of Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.). *Ormançılığı Geliştirme ve Orman Yangınları ile Mücadele Hizmetlerini Destekleme Vakfı Yayınları*, Ankara.
- Bradley, J. V., 1982. The insidious L-shaped distribution. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 20(2): 85-88.
- Climate-Data., 2020. Fethiye iklim. <https://tr.climate-data.org/asya/tuerkiye/mugla/fethiye-26353>, Erişim: 27.11.2020.
- Çerçioğlu, M., 2013. Osmaniye yöresi Halep çamı (*Pinus halepensis* Mill.) popülasyonlarında kozalak verimi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- El-Kassaby, Y. A., 1995. Evaluation of tree-improvement delivery system: factors affecting genetical potential. *Tree Physiology*, 15(7-8): 545-550.
- Google Maps, 2020. Google maps. <https://www.google.com/maps/place/Babadağ>, Erişim: 27.11.2020.
- Günel, A., 1981. Orman Hasılat Bilgisi Ders Notları. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, İstanbul.
- Hannerz, M., Aitken, S., Ericsson, T., Ying, C.C., 2001. Inheritance of strobili production and genetic correlation with growth in lodgepole pine. *International Journal of Forest Genetics*, 8(4): 323-329.
- Kang, K.S., Lindgren D., 1999. Fertility variation among clones of Korean pine (*Pinus koraiensis* S. et Z.) and its implications on seed orchard management. *Forest Genetics*, 6(3): 191-200.
- Kang, K.S., 2001. Genetic gain and gene diversity of seed orchard crops. Ph.D Dissertation, Swedish University of Agricultural Science, Umeå, Sweden.

- Kang, K.S., Bila, A.D., Harju A.M., Lindgren, D., 2003. Fertility variation in forest tree populations. *Forestry*, 76(3): 329-344.
- Keleş, H., 2015. Mersin yöresi keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.) popülasyonlarında tohum-meyve verimi ile büyüme özellikleri etkileşimi. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Kennedy, J.J., Bush, A.J., 1985. An introduction to the design and analysis of experiments in behavioral research. University Press of America.
- Kozłowski, T.T., 1971. Growth and development of trees. Volume II: Cambial Growth, Root Growth and Reproductive Growth. Academic Press.
- Kozłowski, T.T., Pallardy, S.G., 1997. Growth control in woody plants. Academic Press, San Diego.
- Lindgren, D., Mullin, T.J., 1998. Relatedness and status number in seed orchard crops. *Canadian Journal of Forest Research*, 28(2): 276-283.
- Miles, J., Banyard, P. 2007. Understanding and using statistics in psychology: A practical introduction or how I came to know and love the standart error. London, UK: SAGE Publications Ltd.
- Mutke, S., Gordo, J., Gil, L., 2005. Cone yield characterization of a stone pine (*Pinus pinea* L.) clone bank. *Silvae Genetica*, 54(1-6): 189-197.
- Nicodemus, A., Varghese, M., Nagarajan, B., Lindgren, D., 2009. Annual fertility variation in clonal seed orchards of teak (*Tectona grandis* L.f.) and its impact on seed crop. *Silvae Genetica*, 58(1-6): 85-93.
- Nikkanen, T., Ruotsalainen, S., 2000. Variation in flowering abundance and impact on the genetic diversity of the seed crop in a Norway spruce seed orchard. *Silva Fennica*, 34(3): 205-222.
- Odabaşı, T., 1990. Lübnan Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.)'nin Kozalak ve Tohumu Üzerine Araştırmalar. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Orman Genel Müdürlüğü (OGM), 2015. Türkiye Orman Varlığı. Orman Genel Müdürlüğü Yayını, Ankara.
- Özdamar, K., 1999. Paket Programlar İle İstatistiksel Veri Analizi. Kaan Kitabevi, Eskişehir.
- Özel, H.B., Bilir, N., 2016. Fertility variation in two populations of taurus cedar (*Cedrus libani* Rich.). *Pakistan Journal of Botany*, 48: 1129-1132.
- Roeder, K., Devlin, B., Lindsay, B.G., 1989. Application of maximum likelihood methods to population genetic data for the estimation of individual fertilities. *Biometrics*, 45: 363-379.
- Saatçioğlu, F., 1971. Orman Bakımı. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Savolainen, O., Karkkainen, K., Harju, A., Nikkanen, T., Rusanen, M., 1993. Fertility variation in *Pinus sylvestris*: A test of sexual allocation theory. *American Journal of Botany*, 80(9): 1016-1020.
- Schmidting, R.C., 1981. The inheritance of precocity and its relationship with growth in loblolly pine. *Silvae Genetica*, 30: 188-192.
- Shea, K.L., 1987. Effects of population structure and cone production on out crossing rates in engelmann spruce and subalpine Fir. *Evolution*, 41(1): 124-136.
- Stevens, J. P., 2009. Applied Multivariate Statistics for the Social Sciences 5th (Fifth) Edition. United States: Taylor and Francis Group, LLC.
- Thode, H.C., 2002. Testing for Normality. United States: Marcel Dekker, Inc.
- Varghese, M., Kamalakannan, R., Nicodemus, A., Lindgren, D., 2008. Fertility variation and its impact on seed crops in seed production areas and a natural stand of teak in southern india impact of fertility variation on gene diversity and drift in two clonal seed orchards of teak (*Tectona grandis* Linn. f.). *Euphytica*, 160(1): 131-141.
- Wells, C.S., Heintze, J.M., 2007. Dealing with assumptions underlying statistical tests. *Psychology in the schools*, 44(5): 495- 502.
- Xie, C.Y., Knowles, P., 1992. Male fertility variation in an open-pollinated plantation of Norway spruce (*Picea abies*). *Canadian Journal of Forest Research*, 22(10): 1463-1468.
- Yazici, N., Bilir, N., 2017. Aspectual fertility variation and its effect on gene diversity of seeds in natural stands of taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich.). *International Journal of Genomics*, 2960624, 1-5.
- Zobel, B., Talbert, J., 1984. Applied Forest Tree Improvement. John Wiley and Sons, New York.

Aktarların bakış açısıyla tıbbi bitki talebinin analizi

Onur Özkan^a, Tuğba Deniz^{b,*}

Özet: Bu çalışmanın amacı, İstanbul'da tıbbi ve aromatik bitki ticareti yapan aktarların bakışıyla bu bitkilere olan talebi değerlendirmek ve talebi etkileyen değişkenler arasındaki ilişkileri ortaya koymaktır. Bu amaçla, İstanbul'un rastgele seçilen 20 ilçesinde, 200 aktarla yüz yüze yapılan anketlerin sonuçları analiz edilmiştir. Analizlerde betimleyici analiz, korelasyon analizi ve Ki-Kare bağımsızlık testinden yararlanılmıştır. Söz konusu analizler SPSS 22.0 istatistik paket programı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, en fazla talep gören ilk üç tıbbi bitkinin sırasıyla *ıhlamur*, *zencefil* ve *adaçayı* olduğu, en fazla bitki satışının, *kış mevsiminde* gerçekleştiği ve tüketicilerin bitkileri satın alırken en fazla dikkat ettikleri kriterin *fiyat* olduğu ve aktarların en çok *solunum sistemi hastalıkları* için iyi gelen tıbbi ve aromatik bitkilerin satışını yaptıkları ortaya çıkmıştır.

Anahtar kelimeler: Odun dışı orman ürünleri, Tıbbi ve aromatik bitkiler, Talep, Aktar, İstanbul

Analysis of the demand for medicinal plants from herbalists' perspective

Abstract: The aim of this study is to evaluate the demand for medicinal plants from the perspective of herbalists who trade these plants in Istanbul and to reveal the relations among the variables affecting the demand. For this aim, the results of the face-to-face survey with 200 herbalists in 20 randomly selected districts of Istanbul were analyzed. In this scope, descriptive analysis, correlation analysis and Chi-Square independence test were used. The analyses were carried out with SPSS 22.0 statistical package program. According to the results of the study, the top three medicinal plants which are most in demand are *linden*, *ginger* and *sage*, respectively. The most plant sales occur in *winter* and the most important criterion for consumers when purchasing plants is *price*. It was found that herbalists mostly sell the medicinal and aromatic plants which are good for *respiratory diseases*.

Keywords: Non-wood forest products, Medicinal and aromatic plants, Demand, Herbalist, Istanbul

1. Giriş

Odun dışı orman ürünleri (ODOÜ), son yıllarda sosyal ve ekonomik anlamdaki önemleri nedeniyle sürdürülebilir ormancılığa ve kırsal kalkınmaya katkı sağlayan vazgeçilmez orman faydaları haline gelmiştir. Türkiye sahip olduğu iklimi ve ekolojik özellikleri nedeniyle dünyanın önde gelen tıbbi ve aromatik bitki üreten ülkelerinden birisidir. Zengin kültürel değeri ve biyolojik çeşitliliği olan Türkiye ormanları, ODOÜ üretim faaliyetini kolaylaştırmaktadır. 2019 yılında, Orman Genel Müdürlüğü'nün (OGM) kekik, adaçayı ve defne yaprağı gibi ODOÜ'lerin tamamından 294 000 ton üretim yaptığı bilinmektedir.

Türkiye'de ODOÜ anlamında üretim ve ihracat konusunda ön plana çıkan bazı ürünler bulunmaktadır. Bu ürünlerin başında kestane, kekik, defneyaprağı ve çam fıstığı gelmektedir. Türkiye bu anlamda ihracatçı ülke konumundadır. Defne yaprağı, Türkiye ormanlarından üretilen ODOÜ'lerin en önemlilerinden birisidir. Dünya defne yaprağı (kuru) ihtiyacının yaklaşık %95'i Türkiye'den karşılanmaktadır (Kurt vd., 2016). Türkiye'de 2008-2017 yılları arasında yıllık ortalama kekik ihracatı yaklaşık 14

000 ton/yıl; defne yaprağı ihracatı yaklaşık 11 000 ton ve çam fıstığı ihracatı da yaklaşık 1 000 ton/yıl olarak gerçekleşirken, elde edilen gelirler sırasıyla 45.7 milyon \$; 30.6 milyon \$ ve 37.1 milyon \$ olarak hesaplanmıştır (Korkmaz ve Duman, 2019).

Oduna dayalı ürünlerde olduğu gibi ODOÜ'de de üretim planlanmasının yapılması ve üretimin talebe göre değerlendirilmesi önemlidir (Kalkınma Bakanlığı, 2014). Geçmişte ormanlardan çoğunlukla odun hammaddesi için faydalanıldığından, diğer orman ürünlerinin envanter çalışmaları yapılmamıştır. Envanter çalışması yapılmayan bu ürünlere OGM bir ekonomik değer de belirlemediği. İnsanlar yıllar boyu bu ürünleri, herhangi bir ücret ödemedi doğadan toplamış ya da toplayanlar vasıtasıyla araçlardan satın almıştır. Günümüzde ise halen envanter çalışmaları tam anlamıyla yapılmamıştır. Bugün ormandan çıkarılan tıbbi ve aromatik bitkilerin değerleri, tarife bedeli adı altında cüzi rakamlar ile OGM'ye katkı sağlarken, bu ürünler piyasada çok daha fazlasına satılmaktadır.

ODOÜ'lerden; gıda, tıbbi, aromatik, kozmetik ve dekoratif amaçlı yararlanılmaktadır. Bunlar arasında özellikle tıbbi ve aromatik amaçlı kullanılan bitkiler, salgın hastalıkların önlenmesi, çeşitli hastalıkların tedavisi ve

✉ ^a İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Orman Mühendisliği Yüksek Lisans Programı, İstanbul

^b İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Ormanlık Ekonomisi Anabilim Dalı, İstanbul

@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): denizt@istanbul.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 16.02.2021, **Accepted** (Kabul tarihi): 08.03.2021



Citation (Atıf): Özkan, O., Deniz, T., 2021. Aktarların bakış açısıyla tıbbi bitki talebinin analizi. Turkish Journal of Forestry, 22(1): 25-32.

DOI: [10.18182/tjf.880588](https://doi.org/10.18182/tjf.880588)

yemeklere tat ve koku vermek amacıyla binlerce yıldır kullanılmaktadır (Dar vd., 2017).

Tıbbi bitkilerin birçok şekilde tanımlanmıştır. Örneğin, Bayram vd. (2009), tıbbi bitkileri bitkisel ilaç olarak adlandırmakta ve “*ham veya işlenmiş olarak bir ya da birden çok bitkiden oluşan tedavi edici özelliği olan veya diğer bireylerin sağlığına faydalı olan bitkilerden türetilen maddeler veya ürünlerdir*” şeklinde tanımlamaktadır.

Türkiye’de yaklaşık 500 adet tıbbi ve aromatik amaçlı olarak yararlanılan bitkinin olduğu tahmin edilmektedir. Fakat ormanlardan veya yakınlarından toplanıp ticarete konu olan 346 adet tıbbi ve aromatik bitki türünden 112’sinin ihracatının yapıldığı, 24’ünün endemik olduğu ve bu endemik bitkilerden de sadece 7’sinin ihracatının yapıldığı bilinmektedir. Örnek olarak; kekik, şalpa, adaçayı ve çöven’in bazı türleri yerli olup ihraç edilmektedir. Türkiye’de, doğadan toplanan 179 adet türün; aktarlar, marketler, semt pazarları ve eczaneler vasıtasıyla ticareti yapılırken (Kurt vd., 2016), doğal olarak yetişmeyen tarçın, karabiber, karanfil, zencefil vb. baharatlar zorunlu olarak ithal edilmektedir (Arslan, 2017).

Günümüzde, tıbbi ve aromatik amaçlı kullanılan ODOÜ’lere, solunum sistemi hastalıkları, sindirim sistemi hastalıkları, kalp ve damar hastalıkları, cilt (deri) hastalıkları, kadın hastalıkları vb. gibi birçok hastalığın tedavisinde başvurulmaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkiler, insanların sağlıklı bir yaşam sürdürebilmesi için hastalıkları önlemek ya da hastalıkları tedavi etmek amacıyla yani iyileştirici bir ilaç kaynağı olarak kullanılan bitkilerdir. Tıbbi ve aromatik bitkiler, gıda (beslenme), kozmetik (el, yüz, vücut bakımı), dini törenler veya içki sanayisi gibi alanlarda kullanılmaktadır (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2011). Dünya nüfusunun sürekli artması sonucunda talebin artışına bağlı olarak, gelişen teknoloji ve bitkilerden elde edilen doğal etken maddelerden faydalanmanın artmasıyla bu ürünlere olan talebin de her geçen gün arttığı görülmektedir (Yaldız vd., 2010).

Son yıllarda tıbbi ve aromatik bitkilerin insan yaşamındaki öneminin artmasıyla birlikte iç ve dış piyasalarda bu ürünlere olan talep de her geçen gün artmaktadır. Bu çalışmanın amacı, İstanbul’da tıbbi ve aromatik bitki satışı yapan aktarların bakışıyla bu bitkilere olan talebi değerlendirmek ve talebi etkileyen değişkenler arasındaki ilişkileri ortaya koymaktır.

2. Materyal ve yöntem

Çalışmanın ana materyalini, İstanbul’da tıbbi ve aromatik bitki satışı yapan 200 aktar ile yüz yüze yapılan anketlerden elde edilen veriler oluşturmaktadır. Ayrıca, tıbbi ve aromatik amaçla satılan ODOÜ’lerle ilgili kurumsal istatistikler, kayıtlar ve konuyla ilgili yerli ve yabancı literatürlerden yararlanılmıştır.

Çalışma kapsamında tıbbi ve aromatik bitkilere yönelik talep durumu araştırıldığı için, düzenlenen anket formunda, aktarların tıbbi ve aromatik bitki talebine yönelik düşüncelerini ve sosyoekonomik ve demografik özelliklerini araştırmaya yönelik sorular düzenlenmiştir. Denek olarak seçilen aktarlara 30 sorudan oluşan bir anket uygulanmıştır. Bu anket sorularıyla, aktarların sosyoekonomik özellikleri ve talebe yönelik düşünceleri sorgulanarak, talebi etkileyen değişkenleri ve bu değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemek, geleceğe yönelik çıkarımlarda ve önerilerde bulunmak amaçlanmıştır. Anket çalışması, 2018 yılının

Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım, Aralık ayları ve 2019 yılının Ocak ayında yüz yüze görüşme tekniği ile gerçekleştirilmiştir.

Tıbbi ve aromatik bitki satan aktarları temsil eden örnek büyüklükleri Formül 1 yardımıyla hesaplanmıştır. İstanbul Ticaret Odası (İTO) 2017 yılı verilerine göre İstanbul’da kayıtlı 417 aktar bulunmaktadır (İTO, 2018). Bu veriler, örnek büyüklüğü formülünde (Akbulut ve Yıldız, 1999; Özer, 2004; Baş, 2006; Ural ve Kılıç, 2011) yerine konularak yerine konulduğunda, örnek büyüklüğü 200 olarak hesaplanmıştır.

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

$$n = \frac{417 \times 0.5 \times 0.5 \times (1.96)^2}{(417-1) \times (0.05)^2 + 0.5 \times 0.5 \times (1.96)^2} = 200$$

Formül 1’de yer alan simgelerin anlamları şu şekildedir:

n: örneklem büyüklüğü

N: Evren (ana kütle) büyüklüğü (417)

p: Deneklerin ana kütlede olma olasılığı (0.5)

q: Deneklerin ana kütlede olmama olasılığı (0.5)

Z: % 95 güven katsayısı (1.96)

d: Hata payı (0.05)

İstanbul’un toplam 39 ilçesinin arasından rastgele 20 ilçesi seçilerek, örnek büyüklüğü olarak hesaplanan 200 aktar sayısı, ilçelerdeki aktar durumuna göre Çizelge 1’deki gibi dağıtılmıştır. İlçeler seçilirken hem Avrupa hem de Anadolu yakasından eşit sayıda (10 adet) ilçe seçilmesine dikkat edilmiştir.

Aktar anketinden elde edilen verilerin değerlendirilmesinde öncelikle, aktarların demografik, sosyoekonomik özellikleri ile pazarlama faaliyetlerine ilişkin verileri ortaya koymak için frekans, yüzde, ortalama, grafik ve tablolama gibi betimleyici analiz tekniklerinden yararlanılmıştır. Tıbbi ve aromatik bitki talebine ilişkin değişkenleri belirlemek ve bu değişkenler arasındaki ilişkileri saptamak için ise parametrik ve non-parametrik testlerden yararlanılmıştır. Parametrik testlerden korelasyon, non-parametrik testlerden ise Ki-Kare (χ^2) bağımsızlık testi kullanılmıştır.

Çizelge 1. İstanbul’un ilçelerine göre aktar ve denek sayıları

İlçeler	Aktar sayısı	Denek sayısı
Ataşehir	12	12
Bağcılar	16	16
Bahçelievler	19	19
Bakırköy	12	8
Beşiktaş	11	4
Çekmeköy	4	4
Esenler	8	8
Fatih	44	15
Gaziosmanpaşa	8	8
Kadıköy	26	10
Kağıthane	13	9
Kartal	12	6
Küçükçekmece	9	9
Maltepe	18	18
Pendik	16	16
Sancaktepe	8	8
Şişli	16	4
Sultanbeyli	9	9
Ümraniye	22	8
Üsküdar	19	9
Toplam	302	200

Ki Kare testi, değişkenler arasındaki ilişkiyi ve değişkenlerin birbirinden bağımsız olup olmadıklarını tüm ölçek tiplerinde analiz edebilen bir istatistik tekniğidir (Kavak, 2017). Ki-Kare testi değişken ya da değişkenlere ilişkin gözlenen ve beklenen frekanslar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını test etmek için kullanılmaktadır. Veri analizlerinde, tek bir değişkene ait dağılımın incelenmesi durumunda “*Tek Örneklem Ki-Kare Testi*”, iki değişkene ilişkin dağılımın incelenmesi durumunda ise “*Ki-Kare Bağımsızlık Testi*” kullanılmaktadır. *Ki-Kare bağımsızlık testi*; iki değişken arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığını, değişkenlerin birbirlerinden bağımsız olup olmadığını ya da bir değişkene ilişkin verilerin diğer değişkenin farklı düzeylerine göre anlamlı bir fark gösterip göstermediğini test etmek için kullanılmaktadır. *Korelasyon analizi* ise iki değişken arasındaki ilişkinin düzeyini, yönünü ve önemini saptamak amacıyla yapılmaktadır (Ural ve Kılıç, 2011). Korelasyon analizi, diğer bir ifadeyle, bağımsız değişken veya değişkenlerle bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi oran (derece, yüzde) olarak gösteren korelasyon katsayısının (Pearson Korelasyon Katsayısı) hesaplanmasına dayanmaktadır (Orhunbilge, 2002).

Çalışmanın aktarlara ilişkin verilerinin nicel olması, verilerin normal dağılıma sahip olmaları, varyansların homojen olması ve örnek büyüklüğünün 10’dan fazla olması gibi nedenlerle aktarların yaş, eğitim seviyesi, işletmenin faaliyet yılı, çalışan sayısı, aktarlardan elde edilen gelir ve işletmenin cirosu arasında Pearson korelasyon analizi yapılmıştır. Bununla birlikte, talebe ilişkin değişkenler arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığı Ki-Kare bağımsızlık testi ile araştırılmıştır.

Korelasyon analizinde ve Ki-Kare bağımsızlık testlerinde araştırma hipotezi H_1 : *Değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki vardır* şeklinde belirlenmiştir. Korelasyon analizi ile değişkenler arasındaki ilişki düzeyi, kuvveti ve derecesi (negatif veya pozitif) analiz edilmiştir. İstatistiksel analizler % 95 güven aralığında SPSS 22.0 paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3. Bulgular

Çalışmada, tıbbi ve aromatik bitki satışı yapan aktarların yaş, cinsiyet, medeni durum, aylık gelir, eğitim seviyesi, aktarlardan elde ettikleri gelir gibi demografik ve sosyoekonomik özellikleri ile tıbbi bitki satışına yönelik düşünceleri analiz edilmiştir.

3.1. Aktarların sosyoekonomik ve demografik özelliklerine ilişkin bulgular

Uygulanan ankette, aktarların yaş, cinsiyet, medeni durum, eğitim düzeyi ve gelirlerine ilişkin bilgiler sorulmuştur. Ankete katılan aktarların % 96’sı erkektir ve % 87’si evlidir. Kadın ve bekâr olan işletme sahibi sadece 1 kişidir. Aktarların yaş aralığı 22-76 arasındadır ve yaş ortalaması 41’dir. Aktar yaşları ağırlıklı olarak (% 69.5) 30–50 yaş grubundadır. Aktarların eğitim durumuna bakıldığında ise lise (% 32) ve ilkököl (% 28) mezunu olanların sayısının daha fazla olduğu görülmektedir (Çizelge 2).

Aktarların aktarlardan elde ettikleri gelirlerine ilişkin olarak ise çoğunlukla aylık 1501-3000 TL (% 40.6) ve 3001-5000 TL (% 32.07) arasında olduğu görülmüştür.

3.2. Aktarların satış ve pazarlama faaliyetlerine ilişkin bulgular

Aktarlara işletme yılı periyotları sorulduğunda, % 64’ü 1-10 yıl arası; %23’lük kısım ise 11-20 yıldır işlettiklerini ve aktarlığı bir aile mesleği olarak devam ettirdiklerini söylemişlerdir. Burada birden fazla şubesi olan aktar işletme sahiplerine de rastlanmıştır. 21-30 yıl arası faaliyet gösteren aktarlar % 7.5’luk bir paya sahipken; 31-40 yıldır aynı işletmeyi işleten aktarların payı % 5.5’tur (Çizelge 3).

Aktarların % 43.5’i, 2’den fazla, % 33’ü ise toplamda 2 çalışını olduğunu söylemiştir. “*Sadece kendim çalışıyorum*” diyen aktarların (% 23.5) ise ürün çeşitlerinin diğerlerine göre daha az olduğu görülmüştür (Çizelge 4).

Aktarlara toplam ürün çeşitleri sorulduğunda ortalama 1500-2000 ürün çeşidi cevabı alınmıştır. İşletmelerdeki ürün sayısı, ilçelerdeki talep yoğunluğuna göre değişkenlik göstermektedir. Aktarlar, talebi az olan ürünleri işletmelerinde çok az sayıda veya oranda bulundurdıklarını ya da sipariş üzerine getirdiklerini söylemişlerdir.

Çizelge 2. Deneklerin sosyoekonomik özelliklerine ilişkin bilgiler

Sosyoekonomik ve demografik değişkenler	Sayı	%
Cinsiyet		
Kadın	8	4
Erkek	192	96
Medeni durum		
Evli	174	87
Bekâr	26	13
Yaş		
18-29	25	12.5
30-50	139	69.5
51-65	34	17
65 yaş üstü	2	1
Eğitim seviyesi		
İlkokul	55	27.5
Ortaokul	30	15
Lise	63	31.5
Yüksekokul	16	8
Üniversite	33	16.5
Lisansüstü	3	1.5
Aylık gelir*		
0 – 1500	1	0.77
1501 – 3000	54	40.46
3001 – 5000	42	32.07
>5001	35	26.7

*Aktarlardan elde edilen aylık gelir

Çizelge 3. Aktarların işletme yılı periyotları

Yıl	Sayı	%
1-10 yıl	128	64
11-20 yıl	46	23
21-30 yıl	15	7.5
31-40 yıl	11	5.5
Toplam	200	100

Çizelge 4. İşletmelerde çalışan kişi sayıları

Mevsim	Sayı	%
Kendim çalışıyorum	47	23.5
2 kişi	66	33
2’den fazla kişi	87	43.5
Toplam	200	100

Aktarların, satışa sundukları ürünlerinin ağırlıklı olarak %50-%80'inin tıbbi ve aromatik bitkilerden oluştuğu görülmektedir. Bazı aktarların ürünlerinin tamamını tıbbi ve aromatik bitki oluştururken, bazı aktarlarda ise bu oranın oldukça düşük olduğu görülmüştür.

Aktarların büyük bir çoğunluğu (% 71.5) tıbbi ve aromatik bitkileri satıcı firmalardan tedarik ettiklerini söylerken, araçlar vasıtasıyla da tedarik edenlerin olduğu görülmüştür. "Kendim topluyorum" diyenler ise 4 kişi iken bu kişiler bu yöntem ile araya aracı girmedikleri için daha çok kâr ettiklerini vurgulamıştır (Çizelge 5).

Aktarların % 79'u ürünlerini cam kaplarda muhafaza ederken, plastik kaplarda (% 15.5) muhafaza eden aktarların da olduğu görülmüştür. Poşet (% 4.5) ve çuvalarda (% 1) saklayanlar ise nispeten daha azdır. Bazı aktarların bunlara ek olarak tıbbi bitkileri muhafaza etmek için özel ahşap çekmeceler yaptırdıkları görülmüştür (Çizelge 6).

Aktarların büyük çoğunluğu (% 85), satışlarını arttırmak amacıyla herhangi bir pazarlama faaliyetinde bulunmadıklarını bildirmişlerdir. Ankete katılan 11 aktar, broşür yoluyla satışlarını arttırdığını, 19 işletme sahibi de tüketicilerin son zamanlarda internette alım yapmayı tercih ettiklerini ve bu yüzden internet sitesi açarak bazı bitki satışlarını internet üzerinden gerçekleştirdiklerini ifade etmiştir (Çizelge 7).

Aktarlara işletmelerinden elde ettikleri aylık gelir sorulduğunda 131 aktar soruya cevap vermiştir. Bu katılımcıların % 65.5'ini temsil etmektedir. Anket yapılan 200 aktarın 69 tanesi bu soruya cevap vermek istememiştir. Katılımcıların % 16'sı aktarlardan başka gelir kaynağının da olduğunu söylerken, % 84'ü ise tek geçim kaynağının aktarlık olduğunu ifade etmiştir. Aktarlara, işletmelerinin yıllık ciroları sorulduğunda çoğu aktar (% 85) bu soruya cevap vermek istememiştir. Ankete katılan işletmeciler arasında en az 50 000 TL, en fazla 14 milyon TL yıllık ciro arasında seyreden bir kazanç durumu mevcuttur. Satış cirosunda minimum ve maksimum miktar arasındaki büyük farkın temel nedenleri arasında aktarların bulunduğu konum ve ilçeler arasındaki gelişmişlik farkı sayılabilir. Bununla birlikte aktarların satış cirolarının yaklaşık %70'i tıbbi ve aromatik bitki satışlarından elde edilmektedir.

Aktarların % 38'i tıbbi ve aromatik bitkilerle ilgili bilgileri kitaplardan, dergilerden edindiklerini ifade etmişlerdir. Aktarların % 21'i kendi kendilerine öğrenerek bitkiler üzerine bilgi sahibi olduklarını söylemiştir. Bu aktarlar bitkiler hakkındaki bilgilerini uzun yıllar aktarlık mesleğiyle meşgul olmalarına bağlamışlardır. Ailelerinden öğrenerek işe başlayan işletme sahipleri ise genelde babasıyla birlikte çalışan ya da baba mesleğini devam ettiren işletme sahiplerinden oluşmaktadır. Televizyon, radyo ve internette öğrendiğini ifade eden işletme sahiplerinin ise genç girişimcilerden oluştuğu ve yaş ortalamalarının ağırlıklı olarak 25-38 arasında olduğu görülmüştür (Çizelge 8).

Aktarların % 94.5'i işiyle ilgili bir sertifikasının olduğunu ifade etmiştir. % 33.5'i ise bir aktar derneğine üye olduğunu söylerken, % 66.5'i herhangi bir aktar derneğine üye olmadığını belirtmiştir (Çizelge 9).

3.3. Aktarların tüketici davranışlarına ilişkin görüşleri

Aktarlara gelen tüketicilerin ağırlıklı olarak kadın tüketicilerden oluştuğu ifade edilmiştir. Aktarların % 76.5'i aktarlara gelen tüketicilerin 36-50 yaşlarında olduklarını, diğer bir deyişle orta yaşlı tüketicilerin ağırlıklı olarak geldiğini ifade etmiştir.

Aktarların bakış açısıyla tüketicilerin tıbbi ve aromatik bitkileri satın alırken en çok dikkat ettiği kriterin fiyat (% 25.5), ikincisinin ise paketleme (görseellik)(% 24.5) olduğu görülmüştür. Bunların ardından sırasıyla kalite (% 19.88), son kullanma tarihi (% 16.26), marka (% 11.45) ve diğer (% 2.41) şeklinde ifade edilmiştir (Şekil 1). Aktarlar, tüketicilerin kalite anlamında ürünün görünüşüne ve tazeliğine önem verdikleri, markaya önem veren tüketici sayısının ise az olduğunu ifade etmişlerdir. Diğer cevabını verenler ise, diğer özellik olarak hijyen cevabını vermişlerdir.

Aktarlara, en fazla sattıkları on tane tıbbi ve aromatik bitki türü sorulduğunda; ilk sırada %20'lik pay ile thlamur yer alırken, sırasıyla zencefil (%13.27), adaçayı (% 12.27), papatya (% 9.99), zerdeçal (% 8.98), melisa (% 8.5), kekik (%7.23), nane (% 6.9), açlık otu (% 6.27) ve yeşil çay (% 6.02) cevapları verilmiştir. Sonuçlar Şekil 2'de detaylı olarak gösterilmiştir.

Çizelge 5. Tıbbi ve aromatik bitkilerin tedarik edilme şekilleri

Tedarik Şekli	Sayı	%
Satıcı firmalardan temin ediyorum	143	71.5
Kendim topluyorum	4	2
Araçlar vasıtasıyla temin ediyorum	52	26
Diğer	1	0.5
Toplam	200	100

Çizelge 6. Tıbbi ve aromatik bitkilerin saklanma biçimleri

Tıbbi ve aromatik bitkilerin saklanma biçimi	Sayı	%
Cam	158	79
Plastik	31	15.5
Poşet	9	4.5
Çuval	2	1
Toplam	200	100

Çizelge 7. Aktarların ürünlerini pazarlama araçları

Pazarlama aracı	Sayı	%
İnternet	19	9.5
Broşür	11	5.5
Herhangi bir pazarlama faaliyeti yok	170	85
Toplam	200	100

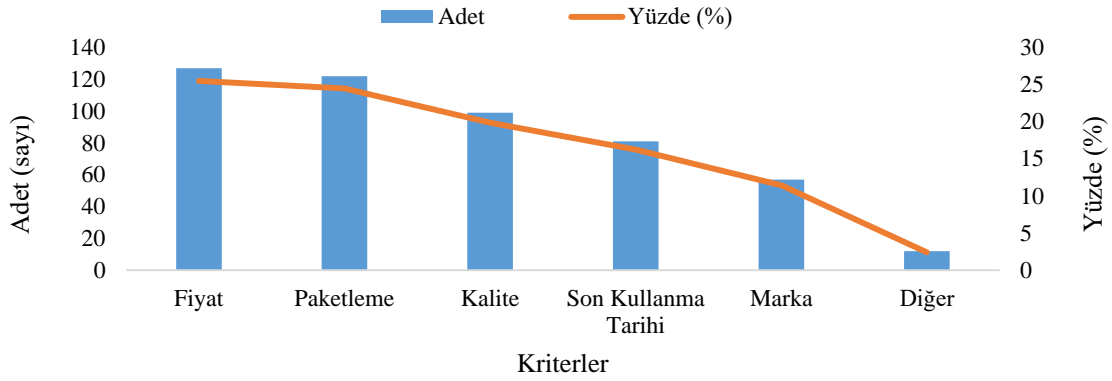
Çizelge 8. Aktarların mesleki bilgilerini öğrenme şekilleri

Öğrenme biçimi	Sayı	%
Kendi kendime	42	21
Eğitim aldım.	34	17
Ailemden öğrendim.	27	13.5
Kitap -Dergi	76	38
TV- Radyo- İnternet	16	8
Hepsi	5	2.5
Toplam	200	100

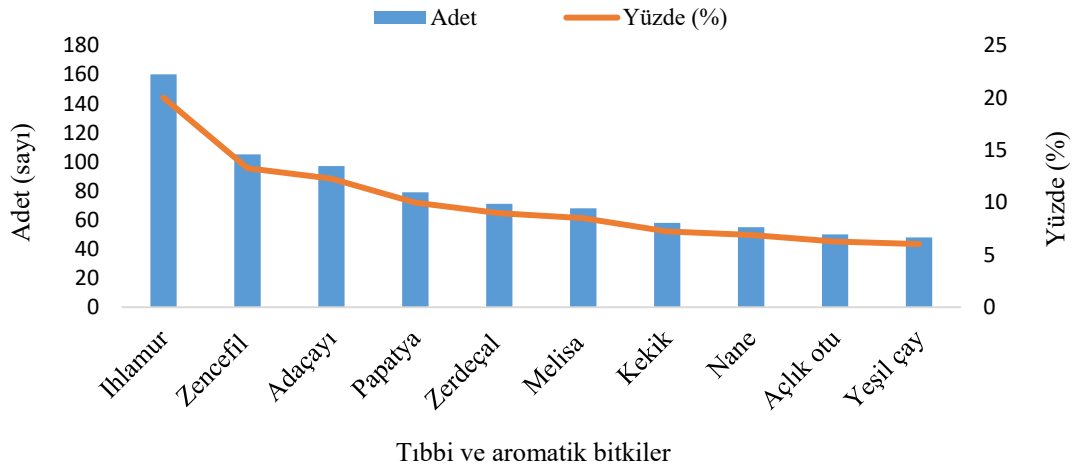
Çizelge 9. Aktarların aktar derneklerine üyelik durumları*

Üyelik durumu	Sayı	%
İşimle ilgili bir sertifikam var	189	94.5
Aktar derneğine üyeyim	67	33.5
Aktarlıkla ilgili herhangi bir derneğe üye değilim	133	66.5

*Birden fazla seçenek işaretlenmiştir.



Şekil 1. Tüketicilerin tıbbi ve aromatik bitkileri satın alırken dikkat ettikleri kriterler



Şekil 2. Aktarlarda en fazla satılan on tıbbi ve aromatik bitki

Aktarlara gelen tüketicilerin bu bitkileri hangi amaçla satın aldıkları sorulduğunda, en fazla *solunum sistemi hastalıkları* için talep ettikleri cevabı alınmıştır. Kış aylarında özellikle grip, nezle gibi solunum sistemi hastalıklarının yoğunlaşmasına bağlı olarak satışların çoğunu *ıhlamur*, *zencefil* gibi tıbbi ve aromatik bitkilerin oluşturduğu, yaz aylarında ise tüketicilerin daha çok zayıflama amaçlı kullanılan bitkisel ürünleri tercih ettikleri görülmüştür. Kadın hastalıkları ve sindirim sistemi hastalıkları için gelen tüketici sayısının da çok olduğu aktarlar tarafından ifade edilmiştir. Çizelge 10'da tüketicilerin tıbbi ve aromatik bitkileri hangi hastalıklar için talep ettiklerine ilişkin bilgiler verilmiştir.

Aktarların neredeyse tamamına yakını (% 87) tıbbi ve aromatik bitki satışının en fazla kış aylarında olduğunu söylemiştir. Yaz aylarında ise satışların neredeyse durma seviyesine geldiği, müşterilerin çoğunlukla zayıflamak için tıbbi ve aromatik bitki satın aldıklarını ifade etmiştir. Tıbbi ve aromatik bitkilerin mevsimlere göre satış durumları Çizelge 11'de gösterilmiştir.

Aktarlara sonbahar, kış, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde en çok sattıkları tıbbi ve aromatik bitki türleri sorulduğunda

kış aylarında sırasıyla en fazla ıhlamur, zencefil, zerdeçal, tarçın, adaçayı, papatya cevapları verilirken, sonbahar aylarında da bu sıra değişmemiştir. İlkbahar aylarında ise biberiye, yeşil çay, papatya, sinameki, mate, funda, kiraz sapı, kekik, adaçayı en fazla satışın yapıldığı tıbbi ve aromatik bitkiler olduğu ifade edilmiştir. Yaz aylarında ise; yeşil çay, funda, açlık otu, kiraz sapı, defne, kekik, sinameki, hibiskus ve papatya en fazla talep gören ürünler olmuştur. Bitki türlerine bakıldığında, tüketicilerin sonbahar ve kış aylarında daha çok soğuk algınlığı, farenjit vb. hastalıkların tedavisi için ıhlamur, zencefil, adaçayı gibi tıbbi bitkileri tercih ettikleri görülürken, tüketicilerin ilkbahar ve yaz aylarında zayıflamak (diyet) amaçlı yeşil çay, kiraz sapı vb. bitkileri talep ettikleri görülmektedir (Çizelge 12).

Çizelge 10. Aktarların bakışıyla tıbbi ve aromatik bitkilerin kullandıkları hastalık türleri*

Hastalık türleri	Sayı	%
Solumun sistemi hastalıkları	158	79.0
Kadın hastalıkları	79	39.5
Sindirim sistemi hastalıkları	61	30.5
Boşaltım sistemi hastalıkları	51	25.5
Kalp-damar sistemi hastalıkları	46	23.0
Sinir sistemi hastalıkları	42	21.0
Hepsi	29	14.6

*Birden fazla seçenek işaretlenmiştir.

Çizelge 11. Aktarların bakışıyla tıbbi ve aromatik bitki satışının en fazla yapıldığı mevsim

Tedarik şekli	Sayı	%
Sonbahar	12	6.0
Kış	174	87.0
İlkbahar	11	5.5
Yaz	3	1.5
Toplam	200	100.0

Çizelge 12. Aktarlara göre en fazla tüketilen tıbbi ve aromatik bitkiler

Tıbbi ve aromatik bitkiler	Mevsimler			
	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
İhlamur	+	+		
Zencefil	+	+		
Zerdeçal	+	+		
Tarçın	+	+		
Adaçayı	+	+		
Papatya	+	+	+	+
Mate			+	
Biberiye			+	
Yeşil çay			+	+
Sinameki			+	+
Funda			+	+
Kiraz sapı			+	+
Kekik			+	+
Adaçayı			+	
Açlık otu				+
Hibüskus				+
Defne				+

Aktarlar mevsimlerin satışlara etkisi olduğunu vurgulayarak genel anlamda en çok tüketilen ve satılan tıbbi ve aromatik bitki türlerinin ihlamur, zencefil, adaçayı, papatya, zerdeçal, melisa, kekik, nane, açlık otu ve yeşil çay olduğunu söylerken bazı ilçelerde sarı kantaron, karanfil gibi türlerin de rağbet gördüğü, böylece talebin ilçeler arasında da farklılık gösterdiği görülmüştür.

3.4. Korelasyon ve Ki-Kare analizlerine ilişkin bulgular

Aktarların yaş, eğitim seviyesi, işletmenin faaliyet yılı, çalışan sayısı, aktarlardan elde edilen gelir ve işletmenin cirosu arasında korelasyon analizi yapılmıştır. Aktarların

yaşları ile eğitim seviyesi arasında 0.01 istatistiki düzeyde negatif yönde bir ilişki vardır (Çizelge 13).

Çizelge 13'te, hem aktarların yaşları ile işletme faaliyet yılı arasında, hem de işletme faaliyet yılı ile işletmelerde çalışan kişi sayısı arasında 0.01 istatistiki düzeyde pozitif yönde anlamlı ilişki olduğu görülmektedir. Ayrıca, aktarlardan elde edilen gelir ile işletmenin faaliyet yılı arasında 0.05 istatistik düzeyinde, çalışan sayısı arasında ise 0.01 istatistik düzeyinde pozitif yönden anlamlı bir ilişki vardır.

Ki-kare bağımsızlık testleri mevsim-hastalık ve mevsim-tıbbi bitki arasında gerçekleştirilmiştir. Çizelge 14'ten de görülebileceği gibi mevsim-hastalık türleri için yapılan test sonuçlarına göre; kış mevsimi ile sinir sistemi hastalıkları ($P = 0.049$), boşaltım sistemi hastalıkları ($P = 0.023$) ve kadın hastalıkları ($P = 0.002$) arasında 0.05 düzeyinde anlamlı ilişki bulunmuştur. İlkbahar mevsimi ile sinir sistemi hastalıkları ($P = 0.005$), kalp-damar hastalıkları ($P = 0.011$) ve kadın hastalıkları arasında ($P = 0.000$) da yine 0.05 düzeyinde anlamlı ilişki vardır. Diğer mevsimler ve hastalıklar arasında ise anlamlı bir ilişki yoktur.

Mevsim-tıbbi ve aromatik bitki arasında yapılan test sonuçlarına göre de kış mevsimi ile zerdeçal arasında ($P = 0.029$); ilkbahar mevsimi ile ihlamur arasında ($P = 0.030$) ve sonbahar mevsimi ile zerdeçal arasında ($P = 0.011$) 0.05 düzeyde anlamlı ilişki vardır. Diğer mevsimler ile bitkiler arasında anlamlı ilişki yoktur.

4. Tartışma ve sonuç

Bu çalışma ile İstanbul'da tıbbi ve aromatik bitki satışı yapan aktarların sosyoekonomik, demografik özellikleri ve tıbbi bitki talebi incelenmiştir. Aktarlara göre en fazla satışın *kış aylarında* yapıldığı ve tıbbi ve aromatik bitkiler satın alınırken en fazla dikkat edilen kriterin *fiyat* olduğu ortaya çıkmıştır. Çalışma sonuçlarına göre en fazla talep edilen tıbbi ve aromatik bitki *ihlamur*dur. Yapılan korelasyon analizleri sonucunda, hem aktarların yaşları ile işletme faaliyet yılı arasında, hem de işletme faaliyet yılı ile işletmelerde çalışan kişi sayısı arasında pozitif yönde anlamlı ilişki bulunmuştur. Ayrıca, aktarlardan elde edilen gelir ile işletmenin faaliyet yılı ve çalışan sayısı arasında pozitif yönden anlamlı bir ilişki vardır. Bununla birlikte, aktarların yaşları ile eğitim seviyesi arasında negatif yönde bir ilişki tespit edilmiştir. Ki-Kare bağımsızlık testleri sonucunda da zerdeçal bitkisi ile kış ve sonbahar mevsimleri arasında ve ihlamur bitkisi ve ilkbahar mevsiminin arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Kış mevsimi ile sinir sistemi, boşaltım sistemi ve kadın hastalıkları anlamlı ilişki varken, ilkbahar mevsimi ile sinir sistemi, kalp-damar ve kadın hastalıkları arasında da yine anlamlı ilişki bulunmuştur.

Çizelge 13. Aktarlar için yapılan korelasyon analizi sonuçları

Değişkenler	Yaş	Eğitim seviyesi	İşletmenin faaliyet yılı	Çalışan sayısı	Aktarlardan elde edilen gelir	İşletmenin cirosu
Yaş	1					
Eğitim seviyesi	-0.390**	1				
İşletmenin faaliyet yılı	0.250**	-0.30	1			
Çalışan sayısı	-0.10	0.091	0.312**	1		
Aktarlardan elde edilen gelir	-0.28	0.166	0.183*	0.234**	1	
İşletmenin cirosu	0.32	0.148	0.080	0.112	0.106	1

** : 0.01 düzeyinde anlamlı; * : 0.05 düzeyinde anlamlı

Çizelge 14. Ki-Kare bağımsızlık testlerine ilişkin sonuçlar

Mevsim-Hastalık İlişki Analizi	Ki Kare Değeri	Anlamlılık Değeri	İlişki Durumu
Kış- Sinir Sistemi Hastalıkları	$\chi^2_{\text{hesap}} = 3.875$	$P = 0.049 < 0.05$	İlişki Var
Kış- Boşaltım Sistemi Hastalıkları	$\chi^2_{\text{hesap}} = 5.147$	$P = 0.023 < 0.05$	İlişki Var
Kış- Kadın Hastalıkları	$\chi^2_{\text{hesap}} = 9.711$	$P = 0.002 < 0.05$	İlişki Var
İlkbahar- Sinir Sistemi Hastalıkları	$\chi^2_{\text{hesap}} = 7.896$	$P = 0.005 < 0.05$	İlişki Var
İlkbahar- Kalp Damar Hastalıkları	$\chi^2_{\text{hesap}} = 6.541$	$P = 0.011 < 0.05$	İlişki Var
İlkbahar- Kadın Hastalıkları	$\chi^2_{\text{hesap}} = 12.873$	$P = 0.000 < 0.05$	İlişki Var
Mevsim-Bitki İlişki Analizi	Ki Kare Değeri	Anlamlılık Değeri	İlişki Durumu
Kış- Zerdeçal	$\chi^2_{\text{hesap}} = 4.745$	$P = 0.029 < 0.05$	İlişki Var
İlkbahar- İhlamur	$\chi^2_{\text{hesap}} = 4.714$	$P = 0.030 < 0.05$	İlişki Var
Sonbahar- Zerdeçal	$\chi^2_{\text{hesap}} = 6.407$	$P = 0.011 < 0.05$	İlişki Var

Bayramoğlu'nun (2007), Doğu Karadeniz Bölgesinde tıbbi ve aromatik bitkilere yönelik yaptığı çalışmada aktarlara, tüketicilerin tıbbi ve aromatik bitki satın alırken en fazla dikkat ettikleri kriter sorulduğunda "kalite" kriterinin ön plana çıktığı ve aktarların tıbbi ve aromatik bitkilerden elde ettikleri gelirin yıllık ciro içerisindeki payının % 46 olduğu bulunmuştur. Bayramoğlu'nun (2007) çalışmasının sonuçları ile bu çalışmanın sonuçları kıyaslandığında, tüketicilerin dikkat ettikleri kriterlerin "kalite" ve "fiyat" olarak farklı çıktığı ve İstanbul'daki aktarların tıbbi ve aromatik bitkilerden elde ettikleri gelirin yıllık ciro içerisindeki payının nispeten daha yüksek (% 70) olduğu görülmüştür.

Bayramoğlu vd., (2009) tarafından Doğu Karadeniz Bölgesinde yapılan bir başka araştırmada ise toplam 25 aktarın her birinde ortalama 284 bitki türünün ticaretinin yapıldığı belirlenmiştir. Tıbbi ve aromatik bitkilere olan talebin artması, sektörün gelişmesi ile birlikte 5 yıllık dönemde (2002-2007) işletme sayısının % 42, müşteri sayısının % 75 ve talep edilen ürün çeşidinin % 83 arttığı ancak satılan malların üretimi ve satışındaki denetimin beklenenden daha az olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle çalışma, incelediği faktörler ve elde edilen sonuçlar açısından İstanbul aktarları için yapılan çalışmadan farklılık göstermektedir.

Çelik (2014) Konya ilinde bulunan aktarların sosyoekonomik yapılarını incelediği çalışmada, 63 aktar ile yapılan anket sonuçlarına göre aktarların % 27'sinin üniversite mezunu, % 30.2 gibi önemli bir bölümünün mesleki deneyim sürelerinin 1-5 yıl arasında olduğu görülmüştür. Ayrıca aktarlarda satışı yapılan ürünlerin % 65.7'si satıcı firmalardan, % 20.6'sı ise doğadan toplayıcılardan temin edildiği ve toplam satışların % 36.7'sinin kış, % 27.7'sinin sonbahar, % 18.9'unun ilkbahar ve % 16.7'sinin yaz mevsiminde yapıldığı tespit edilmiştir. Konya ili için yapılan bu çalışma sonuçları ile İstanbul için yapılan bu çalışmanın sonuçları karşılaştırıldığında; 200 aktarla yapılan anketler sonucunda aktarların % 16.5'i üniversite mezunu olduğu, % 64'ünün mesleki deneyim sürelerinin 1-10 yıl arasında değiştiği görülmektedir. Aktarlar sattıkları ürünlerin % 71.5'ini satıcı firmalardan; % 26'ini ise doğadan toplayıcılardan temin etmektedir. Satışların % 87'si kışın; % 6'sı sonbahar; % 5.5'i ilkbahar ve % 1.5'i yaz mevsimlerinde gerçekleştirilmektedir. Her iki çalışmada da kış mevsiminde satışların yoğun olduğu dikkati çekmektedir.

Akbulut ve Özkan'ın (2016) çalışmada, Kahramanmaraş ilinde 9 aktar işletmesiyle ve buralardan alışveriş yapan 99 müşteri ile anket yapılmış ve çalışma sonucunda aktarların en çok sattıkları tıbbi ve aromatik bitki türlerinin sırasıyla nane, kekik ve ihlamur olduğu ve müşterilerin en çok sindirim, solunum, sinir sistemi, kalp

damar ve cilt-deri hastalıkları için bu bitkileri satın aldıkları ortaya çıkmıştır. İstanbul için yapılan bu çalışmada ihlamur ilk sırada tüketilen tıbbi ve aromatik bitki iken, tüketicilerin bu bitkileri kullanma amaçları her iki çalışmada da benzerlik göstermiştir.

Adıgüzel ve Kızılaslan'ın (2016) çalışmada, İstanbul'da faaliyet gösteren aktarların yapısal özellikleri ve faaliyetlerine ilişkin görüşleri belirlenmiştir. Çalışma kapsamında 75 aktardan anket yoluyla elde edilen bilgiler Ki-kare testi kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre aktarların yaklaşık % 95'i erkektir ve ortalama yaş 39'dur. Eğitim seviyeleri çoğunlukla lise mezunudur (% 44) ve mesleki deneyimleri ortalama 13 yıldır. Satılan ürünlerin % 92'si toptancıdan ve % 28'i üreticiden temin edilmektedir. Sonuçlar, yine İstanbul için yapılan bu çalışmanın sonuçları ile kıyaslandığında, aktarların cinsiyeti (% 96'sı erkek), yaş ortalaması (41), eğitim seviyeleri (% 31.5 lise) bakımından birbirine yakın sonuçlar bulunduğu görülmüştür. Satılan ürünlerin toptancıdan temininin diğer çalışmadaki gibi çoğunlukla (% 71.5) toptancıdan/satıcı firmadan yapılması durumu her iki çalışmada da benzer çıkmıştır.

Kahveci ve diğ.'nin (2018) Orta Karadeniz Bölgesinin Ordu, Samsun, Amasya, Tokat ve Çorum illerinde tıbbi ve aromatik bitki satışı yapan aktarların yapısal durumunu analiz ettikleri çalışmalarında, aktarların % 83.3'ünün ürünleri satıcı firma ya da toptancıardan tedarik ettikleri ve ürünlerin ağırlıklı olarak cam kaplarda saklandığı görülmüştür. Bu ürünlerin genellikle kış mevsiminde, satıldıkları tespit edilmiştir. Aktarlar, müşterilerinin % 90'ını kadınların oluşturduğunu belirtmişlerdir. İstanbul ili için yapılan çalışmada da tıbbi ve aromatik bitkilerin cam kaplarda muhafaza edilmesi, bitkilerin çoğunlukla satıcı firma/toptancıardan temin edilmesi, genellikle kış mevsiminde satışların çok olması ve kadın müşterilerin çoğunlukta olması gibi hususlar sebebiyle çalışma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

Korkmaz ve Dündar'ın (2019) çalışmalarında, Burdur ilinde ODOÜ'ye yönelik tüketicilerin satın alma tercihlerini etkileyen faktörler belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre; bu ürünlerin çoğunlukla aktarlardan temin edildiği, tüketiciler için satın alma tercihlerinde en önemli faktörlerin; ürünlerin doğal ve güvenilir olması, sağlık ve besin değerleri olduğu ortaya konulmuştur. Bu çalışmanın sonuçlarıyla kıyaslandığında tüketicilerin satın alma tercihlerini etkileyen faktörlerin farklı olduğu görülmektedir.

Günümüzde ormancılık sektörünün ülke ekonomisine katkısı sadece odun hammaddesine dayalı olarak düşünülmemelidir. Ormanlarda üretilen ODOÜ ve diğer hizmetler ormancılık planlarına konu olmalı ve bu ürünlerin ülke bazında envanter çalışmaları yapılarak orman

kaynaklarının hem ülke ekonomisine katkısı doğru hesaplanmalı, hem de kaynakların sürdürülebilirliği sağlanmalıdır. Envanter çalışmalarından sonra her bir türün botanik özelliklerine bağlı olarak yetiştirme ortamına en uygun yerler belirlenip üretimi artırmaya ve yurtiçi ve yurtdışında talebi karşılamaya yönelik tedbirler alınmalıdır. Bu amaçla tıbbi ve aromatik bitkilerle ilgili yurt içi ve yurt dışı pazar araştırmaları yapılmalı, tüketicilerin satın alma ve talep eğilimleri incelenmelidir. Her bir tıbbi ve aromatik bitkinin gerçek piyasa değeri hesaplanmalı ve iktisadi amaçlar göz önüne alınarak satışı gerçekleştirilmelidir.

Çalışma kapsamında yapılan görüşmeler sırasında aktarlar, satışını yaptıkları tıbbi ve aromatik bitkilerin çoğunun ithal ve bu nedenle de fiyatlarının yüksek olduğunu, üretime ağırlık verilmesini ve son zamanlarda yaşanan döviz dalgalanmalarından olumsuz etkilendiklerini ve ürünleri artık araçlar vasıtasıyla bile temin edemediklerini söylemişlerdir. Bu anlamda, en fazla tüketilen, ithalatı ve ihracatı en çok yapılan ürünlere yönelik politikalar ayrı ayrı belirlenmelidir. İthalatı azaltmak için yetiştirme ortamı analizi yapılarak iklim ve toprak özellikleri gibi yetiştirme ortamı değişkenleri dikkate alınmalı ve bölgelere ve illere göre en iyi yetiştirme ortamları saptanmalıdır. Nesli tehlike altında olan ancak talebi fazla olan tıbbi ve aromatik bitkilerin sürdürülebilirliğini sağlamak ve iç ve dış piyasada bu ürünleri gerektiği gibi değerlendirebilmek için bu bitkilerin talep edilen miktar, özellik ve kalitede olmasına dikkat edilmelidir. Bununla birlikte, aktarlarda satılan tıbbi ve aromatik bitkilerin kaynakları (doğadan toplama/kültür, yerli/ithal) ve kullanım amaçları belirlenmeli, her bir tıbbi ve aromatik bitkinin cins, tür, alt tür, familya gibi bilimsel tanımlamaları yapılmalı ve kayıt altına alınmalıdır (Arslan, 2017).

Sonuç olarak, tıbbi ve aromatik bitkilerin ve bu bitkilerden elde edilen ürünlerin toplumda önemli bir yere sahip olduğu, ticaretinin yaygınlaştığı ve hastalıkların tedavisinde değer kazandığı görülmektedir. Çalışmada, aktarların sosyoekonomik durumlarının, toplumun bilinç düzeyinin ve mevsimlerin tıbbi ve aromatik bitki satış durumunu etkilediği sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte, son gelişmelere bağlı olarak, küresel anlamda tüm dünyayı etkisi altına alan Covid-19 salgını döneminde, insanların hastalıktan korunmak, bağışıklık sistemini güçlendirmek, hastalıkları tedavi etmek ya da evde kalma süreci boyunca alınan kiloları vermek gibi çeşitli amaçlarla tıbbi ve aromatik bitkilere olan talebinin daha da arttığı görülmektedir.

Açıklama

Bu makalede, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Orman Mühendisliği Programında hazırlanan "Tıbbi Amaçlı Kullanılan Odun Dışı Orman Ürünlerinin Talebi Üzerine Araştırmalar: İstanbul Örneği." isimli yüksek lisans tezinin verileri kullanılmıştır.

Kaynaklar

Adıgüzel, F., Kızılaslan, N., 2016. İstanbul ilinde tıbbi, aromatik ve baharat bitkileri satışı yapan aktarların yapısal özellikleri ve mevzuat hakkındaki görüşleri, Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 31: 40-59.

- Akbulut, Ö., Yıldız, N., 1999. İstatistik Analizlerde Temel Formüller ve Tablolar. Aktif Yayınevi, Erzurum.
- Akbulut, S., Özkan, Z.C., 2016. Herbalist-customer profile in medicinal and aromatic herbs trade: A case study of Kahramanmaraş, Turkey, Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 16(1): 246-252.
- Arslan, N., 2017. Tıbbi bitkilerin yetiştiriciliğine ve pazarlamasına genel bir bakış. Erzincan Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Arama Çalıştayı Sunum Kitapçığı, 16 Şubat, Erzincan, s. 47-69.
- Baş, T., 2006. Anket Nasıl Hazırlanır, Uygulanır, Değerlendirilir?, Seçkin Yayıncılık San. ve Tic. A.Ş., Dördüncü Baskı, ISBN: 975-347-324-9, Ankara.
- Bayram, E., Kırıcı, S., Tansı, S., Yılmaz, G., Arabacı, O., Kızıllı, S., Telci, İ., 2009. Tıbbi ve aromatik bitkilerin üretiminin artırılması olanakları. http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/09e9d4bcc8157c0_ek.pdf, Erişim:12.11.2018.
- Bayramoğlu, M.M., 2007. Doğu Karadeniz bölgesinde tıbbi bitkilerin pazarı üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi (yayınlanmamış), Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon.
- Bayramoğlu, M.M., Toksoy, D., Şen, G., 2009. Türkiye’de tıbbi bitki ticareti. Ormancılıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi, 19-21 Şubat, Isparta, s. 89-98.
- Dar, R., Shah Nawaz, M., Qazi, P.H., 2017. General overview of medicinal plants : A review. The Journal of Phytopharmacology, 6(6): 349-351.
- Çelik, Y., 2014. Konya ilinde tıbbi ve aromatik bitki satışı yapan aktarların sosyoekonomik yapıları üzerine bir araştırma. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 1(3): 369-376.
- Faydaoğlu, E., Sürücüoğlu, M.S., 2011. Geçmişten günümüze tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanılması ve ekonomik önemi. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 11(1): 52-67.
- İTO, 2018. İstanbul Ticaret Odası Resmi Web Sitesi, <http://www.ito.org.tr>, Erişim: 20.03.2018.
- Kalkınma Bakanlığı, 2014. Onuncu Kalkınma Planı 2014-2018, Sürdürülebilir Orman Yönetimi, Özel İhtisas Komisyon Raporu, T.C. Kalkınma Bakanlığı, Ankara.
- Kahveci, E., Yeşilkaya, M., Malkoçoğlu, S., 2018. Orta Karadeniz Bölgesindeki tıbbi ve aromatik bitki işletmelerinin yapısal analizi, Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 7(1): 55-68.
- Kavak, B., 2017. Pazarlama ve Pazar Araştırmaları: Tasarım ve Analiz, Detay Yayıncılık, Ankara.
- Korkmaz, M., Duman, E.A., 2019. Türkiye’de bazı odun dışı orman ürünlerinin dış ticaretine yönelik değerlendirmeler. Turkish Journal of Forestry, 20(4): 401-410. DOI:10.18182/tjf.600146
- Korkmaz, M., Dündar, N., 2019. Tüketicilerin odun dışı orman ürünlerine yönelik satın alma tercihlerini etkileyen faktörler. Turkish Journal of Forestry, 20(3), 213-220. DOI: 10.18182/tjf.600641.
- Kurt, R., Karayılmazlar, S., İmren, E., Çabuk, Y., 2016. Türkiye ormancılık sektöründe odun dışı orman ürünleri: İhracat analizi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 18(2): 158-167.
- Orhunbilge, N., 2002. Uygulamalı regresyon ve korelasyon analizi, İ.Ü. yayın no: 4328, İşletme Fakültesi yayın no: 281, gözden geçirilmiş 2. Baskı, ISBN: 975-404-649-2, İstanbul.
- Özer, H., 2004. Nitel Değişkenli Ekonometrik Modeller: Teori ve Bir Uygulama. Nobel Yayın Evi No: 667, İktisat Yayınları Dizi No: 83, ISBN: 975-591-651-2, Ankara.
- Ural, A. ve Kılıç, İ., 2011. Bilimsel Araştırma Süreci ve SPSS ile Veri Analizi: SPSS 10.0-12.0 for Windows, Detay Yayıncılık, Ankara
- Yaldız, G., Yüksek, T., Şekeroğlu, N., 2010. Rize ili florasında bulunan tıbbi ve aromatik bitkiler ve kullanım alanları. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs, Artvin, s.1100-1114

A study on the effects of potassium borohydride in pulp and paper production from black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) wood

Mustafa Çiçekler^{a,*}, Saniye Erkan^a, Ahmet Tutuş^a

Abstract: In this study, the effects of potassium borohydride (KBH₄) added to the cooking liquor (white liquor) in pulp and paper production from black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) woods on the chemical, physical and optical properties of the pulp were investigated. Soda (NaOH) method, which is one of the environmentally friendly cooking methods, was used in the pulp production from *R. pseudoacacia* woods. By adding 0, 0.3, 0.5 and 0.7% KBH₄ to the white liquor, four different cooking experiments were carried out. The yields, kappa numbers and viscosity values of the pulps were measured with the relevant standards. Test papers were produced from each pulp and their physical and optical properties were determined. With 0.7% KBH₄ added to the cooking solution, the total yield and viscosity increased by 9.54% and 10.4%, respectively compared to KBH₄-free pulp, while the kappa number decreased by 9.48%. As a result of statistical analysis, it has been observed that there is no significant difference between the physical and optical properties of the papers produced from KBH₄-free and KBH₄-added pulps. Consequently, it was concluded that adding KBH₄ to the white liquor in the pulp production from *R. pseudoacacia* wood with soda method, positively affected the chemical properties of the pulps and did not have a significant effect on the physical and optical properties.

Keywords: Black locust, Potassium borohydride, Pulp, Soda method

Yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) odunundan kağıt hamuru ve kağıt üretiminde potasyum borhidrürün etkileri üzerine bir çalışma

Özet: Bu çalışmada, yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) odunlarından kağıt hamuru ve kağıt üretiminde pişirme çözeltisine (beyaz çözelti) eklenen potasyum borhidrürün (KBH₄) kağıt hamurunun kimyasal, fiziksel ve optik özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. *R. pseudoacacia* odunlarından kağıt hamuru üretiminde çevre dostu pişirme yöntemlerinden biri olan Soda (NaOH) yöntemi kullanılmıştır. Beyaz çözeltiye %, 0,3, 0,5 ve 0,7 KBH₄ ilave edilerek dört farklı pişirme deneyi gerçekleştirilmiştir. Kağıt hamurlarının verimleri, kappa sayıları ve viskozite değerleri ilgili standartlara bağlı kalınarak ölçülmüştür. Her bir deneyden elde edilen kağıt hamurlarından test kağıtları üretilerek fiziksel ve optik özellikleri belirlenmiştir. Beyaz çözeltiye eklenen %0,7 KBH₄ ile toplam verim ve viskozite, KBH₄ içermeyen kağıt hamurlarına göre sırasıyla %9,54 ve %10,4 artarken, kappa sayısı %9,48 azalmıştır. İstatistiksel analizler sonucunda KBH₄ içermeyen ve KBH₄ katkılı kağıt hamurlarından üretilen kağıtların fiziksel ve optik özellikleri arasında önemli bir fark olmadığı görülmüştür. Sonuç olarak, yalancı akasya odunlarından soda yöntemi ile kağıt hamuru üretiminde pişirme çözeltisine KBH₄ ilave edilmesinin kimyasal özellikleri olumlu yönde etkilediği, fiziksel ve optik özellikler üzerinde belirgin bir etki göstermediği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Yalancı akasya, Potasyum borhidrür, Kağıt hamuru, Soda yöntemi

1. Introduction

Mechanical, semi-chemical, chemical and biological methods are used to produce pulp and paper. Chemical pulping is one of the most preferred methods in the world. It can be classified as sulphate (Kraft), soda and sulphite methods (Smook, 1992). Kraft method is one of the most used methods in pulp production and kraft pulp is stronger and darker. In the soda pulping known as an environmentally friendly method, the strengths of the pulp are lower than that of kraft pulps, while the pulp color is lighter (Kirci, 2006). Chemical recovery in soda method is simpler than kraft method. As one of the main chemicals used in the kraft pulping, Na₂S, mercaptans and H₂S gases are released into the atmosphere during cooking and recovery, unpleasant odors occur. In addition, it has an

abrasive feature during cooking. Therefore, many factories established as environmentalists prefer to use the soda method (Tutus and Cicekler, 2016; Istek and Ozkan, 2008).

Less bleaching chemicals can be used to obtain high brightness value from the pulp obtained by soda method (Misra, 1973; Eroglu, 1981). However, compared to the kraft method, the paper quality and yield are lower, and the cooking time is longer to reach the same delignification rate (Eroglu, 1981). One of the main reasons for using soda method instead of sulfate and sulfite method in pulp production from annual plants and hardwood species is that the cooking time of softwood species is very long (6-7 hours) in soda method. Another reason is that the strength properties of the pulp produced from softwood using the soda method are quite low compared to the other two methods. The fiber lengths of hardwoods are short and

✉ ^a Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Müh. Bölümü, Onikişubat, Kahramanmaraş

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): mcicekler87@gmail.com

✓ **Received** (Geliş tarihi): 13.01.2021, **Accepted** (Kabul tarihi): 09.02.2021



Citation (Atıf): Çiçekler, M., Erkan, S., Tutuş, A., 2021. A study on the effects of potassium borohydride in pulp and paper production from black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) wood. Turkish Journal of Forestry, 22(1): 33-37. DOI: [10.18182/tjf.860207](https://doi.org/10.18182/tjf.860207)

therefore their strength properties are lower than that of softwood fibers. However, papers with high opacity, better air permeability, soft and smooth surface are produced from the pulps obtained from hardwood (Smook, 1992).

With the recently developing technologies, progress has been made in terms of efficiency in soda cooking. The main reasons are minimizing the secondary peeling reaction by using low temperature and alkali ratio in cooking processes. However, it should be kept in mind that regardless of the methods used to increase the yield, it may adversely affect the strength properties of the pulp (Gulsoy et al., 2016; Cicekler and Tutus, 2019). When the temperature reaches 100 °C in alkali pulping, peeling reactions begin. The peeling reaction starts at the reducing end parts of the polysaccharide chain, separating the monomers one by one from the main chain. In this phase (primary peeling), decreases in polymerization degree and yield occur (Smook, 1992; Kirci, 2006; Brännvall, 2018). For this reason, various chemicals are used in cooking processes to increase yield and improve pulp properties. These chemicals are generally used to stop or slow down the peeling reactions that occur in cooking under alkaline conditions such as soda and kraft. Because, with the peeling reaction, shortening appears in the cellulose chains and negative effects arise on the pulp yield and physical properties (Tavast and Brännvall, 2017; Cicekler and Tutus, 2019; Birinci et al., 2020).

During cooking, aldehyde end groups are suitable for reduction, but are not very economical. For this purpose, additives such as boron compounds and anthraquinone (AQ) can be used. However, yield improvement processes also increase the chemical cost. Many attempts have been made to stop the peeling reaction and it is still the subject of many studies (Akgul and Temiz, 2006; Istek and Ozkan, 2008; Gulsoy and Eroglu, 2011; Tutus et al., 2011; Tutus et al., 2015; Tutus and Cicekler, 2016; Akgul et al., 2018). In these studies, it has been reported that AQ and boron compounds have a positive effect on the pulp properties.

As seen in Table 1, sodium borohydride (NaBH_4) is one of the most studied boron compounds in improving pulp properties, and the use of potassium borohydride (KBH_4) is very recent. During the cooking process, KBH_4 prevents the peeling reaction that may occur by reducing the carbonyl group at the reducing ends of the cellulose chain to the hydroxyl group. This reaction is seen not only in cellulose but also in hemicelluloses. Therefore, the yield loss caused by the peeling reaction is prevented and the yield of the obtained pulp increases (Akgul and Temiz, 2006; Istek and Ozkan, 2008).

In this study, the effects of KBH_4 added to the white liquor on the properties of the pulps produced with using soda method from *R. pseudoacacia* wood were investigated.

2. Material and method

2.1. Material

Black locust (*R. pseudoacacia*) wood samples used in pulp production were procured as logs from Osmaniye Forestry Management Directorate. According to relevant standards, 5 cm thick samples were taken from 15 cm above root, right in the middle of stem, and 15 cm below the crown. Chemicals used in cooking processes were purchased from Merck KGaA Inc. and Sigma-Aldrich Inc.

2.2. Pulping and papermaking

R. pseudoacacia wood samples were chipped into 25-35 mm length x 3-7 mm thickness and cleaned from dust and contaminants. In order to be used in cooking trials, 500 gr oven dried chips were weighted and stored in polyethylene bags. Soda cooking method was used to obtain pulps from *R. pseudoacacia* chips and KBH_4 were added to white liquor to improve pulp properties. The pulping conditions applied to the *R. pseudoacacia* chips were presented in Table 2.

The chips were filled by manually into an electrically heated digester and the pulp slurry was poured onto a screen (200 mesh) after cooking was completed. The obtained pulps were washed until black liquor was taken away. The black solution-free pulps were sieved through a screen with 0.15 mm slotted to remove non-fibrous and uncooked portions. The suitable (screened) and unsuitable (screen reject) pulps for papermaking were weighted and yields were calculated.

The pulps obtained from *R. pseudoacacia* chips were mixed homogeneously at a certain density in a 10-liter capacity mixer before the test paper formation and the freeness level was determined using the Schopper Riegler tool according to the ISO 5267-1 (1999) method. After the pulps were beaten at 35 ± 5 SR freeness level in a Hollander device, test papers with 70 (g/m^2) grammages were produced with Rapid-Kothen paper machine according to ISO 5269-2 (2014).

Table 1. Some studies investigating the effects of NaBH_4 and KBH_4 on pulp properties

Raw material	Pulping method	Literature
<i>Betula pendula</i>	Kraft- NaBH_4	Pettersson and Rydholm, 1961
<i>Pinus radiata</i>	Kraft- NaBH_4	Meller, 1963
Wheat straw	Kraft- NaBH_4	Tutus and Alma, 2005
<i>Abies nordmanniana</i>	Kraft- NaBH_4	Akgul and Temiz, 2006
<i>Populus tremula</i>	Kraft- NaBH_4	Istek and Ozkan, 2008
<i>Pinus brutia</i>	Kraft- NaBH_4	Copur and Tozluoglu, 2008
<i>Picea orientalis</i>	Kraft- NaBH_4	Tutus et al., 2010
<i>Pinus nigra</i>	Kraft- NaBH_4	Gulsoy and Eroglu, 2011
Wheat straw	Soda- NaBH_4	Tutus and Cicekler, 2016
<i>Pinus brutia</i>	Kraft- NaBH_4	Tutus et al., 2012
<i>Diospyros kaki</i>	Kraft- NaBH_4	Tutus et al., 2014
<i>Prunus armeniaca</i>	Kraft- NaBH_4	Tutus et al., 2016
<i>Pinus pinaster</i>	Kraft- KBH_4	Gulsoy et al., 2016
<i>Pinus brutia</i>	Kraft- KBH_4	Cicekler and Tutus, 2019
<i>Pinus pinea</i>	Soda- KBH_4	Erkan et al., 2020

Table 2. Pulping conditions applied to *R. pseudoacacia* chips

Pulping Condition	Unit	Value
Active alkali charge	%	20
KBH_4 charge	%	0, 0.3, 0.5, 0.7
Liquor-to-raw material	L/kg	5/1
Cooking temperature	°C	160
Time to maximum temperature	min	40
Time at maximum temperature	min	110

2.3. Determination of chemical, physical and optical properties

The kappa numbers and viscosity values as chemical properties of the pulps were measured according to TAPPI T236 (2013) and ISO 5351 (2010) standards, respectively. Test papers were conditioned according to TAPPI T402 (2013) standard at 23±1 °C and 50±1% relative humidity for a day. The physical, optical tests and standards applied to the papers were given in Table 3.

The tests indicated in Table 3 were applied to ten papers produced from each pulp and the effects of KBH₄ were examined using the averages of the data. Statistical analysis of the obtained data was performed with the SPSS statistical package. Data of chemical, physical and optical properties of the pulp were analyzed using a computerized statistical program to determine variance, and by applying the Duncan test at a P ≤ 0.05 confidence level.

3. Results and discussion

3.1. Chemical properties of the pulps

The pulp yields, kappa numbers and viscosity values were given in Table 4.

By adding 0.7% KBH₄ to the white liquor, the screened and total pulp yields increased compared to the KBH₄-free pulp yields. Since boron compounds such as NaBH₄ and KBH₄ has the ability to stop or slow down the peeling reactions occurring in cellulose and hemicellulose chains, it increased the pulp yield (Istek and Gonteki, 2009; Cicekler and Tutus, 2019; Erkan et al., 2020). In Fig. 1, the screened yield increased as KBH₄ charge added to the white liquor increased by 8.69%.

Addition of KBH₄ into white liquor decreased the kappa number of the pulps. Since KBH₄ stops the peeling and increases the yield, the cellulose content of the pulp increases. The kappa number is generally used to estimate the lignin content in the pulp and to determine its bleachability (Correia et al., 2018). Considering the increase in the cellulose content decreased the lignin content compared to the whole pulp, the kappa numbers of the KBH₄-added pulps were found to be lower (Fig. 1). Compared to KBH₄-free pulps, the kappa number reduced by 5% with adding 0.7% KBH₄ to the cooking solution. Decreases in kappa numbers have been mentioned with the addition of boron compounds KBH₄ and NaBH₄ in pulping processes (Copur and Tozluoglu, 2008; Gulsoy and Eroglu, 2011; Istek and Gonteki, 2009; Cicekler and Tutus, 2019; Erkan et al., 2020). The viscosity of the pulp refers to the degree of polymerization (DP) of the cellulose. As mentioned earlier, the shortening of the cellulose chain naturally also stops, as KBH₄ stops the peeling reaction. Therefore, the DP of KBH₄-added pulps is higher than for that of KBH₄-free pulps (Fig. 1). Viscosity values of 0.7% KBH₄-added pulps were 10.4% higher than that of KBH₄-free pulps.

Some physical and optical properties of the pulps obtained from *R. pseudoacacia* chips with soda-KBH₄ method were given in Table 5 below.

Table 3. The physical and optical test and standards applied to the papers

Physical and optical tests	Standards
Breaking length (km)	TAPPI T494 (2006)
Burst index (kPa m ² /g)	TAPPI T403 (2015)
ISO whiteness (%)	ISO 11476 (2010)
ISO brightness (%)	ISO 2469 (2014)
Yellowness (E313)	ASTM E313 (2020)

Table 4. Some chemical properties of the *R. pseudoacacia* pulps.

Cooking no	KBH ₄ charge (%)	Screened yield (%)	Screen reject (%)	Total yield (%)	Kappa number	Viscosity (cm ³ /g)	DP
1	0.0	40.46c	0.42b	40.88c	23.2b	559c	790c
2	0.3	40.94c	0.38b	41.02c	25.6c	540c	760c
3	0.5	42.28b	0.29a	43.28b	23.4b	602b	858b
4	0.7	43.98a	0.79c	44.78a	21.0a	617a	881a

*DP refers to degree of polymerization. Mean values with the same lower-case letters are not significantly different at 95% confidence level (p>0.05) according to Duncan's mean separation test.

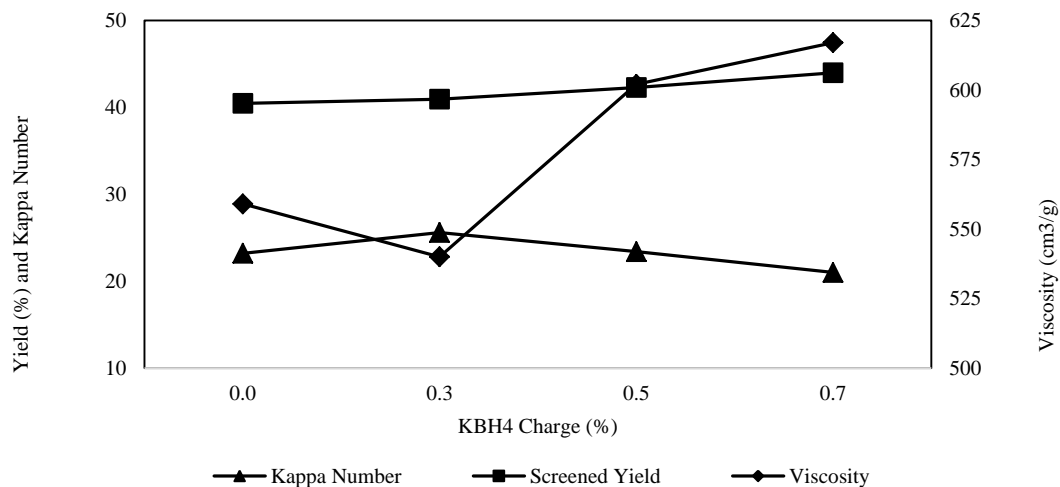


Figure 1. Effects of KBH₄ on some chemical properties of *R. pseudoacacia* pulps

Table 5. Some physical and optical properties of the *R. pseudoacacia* pulps.

Cooking no	KBH ₄ Charge (%)	Breaking length (km)	Burst index (kPa.m ² /g)	Whiteness (ISO%)	Brightness (ISO%)	Yellowness (E313)
1	0.0	5.49a	2.87a	22.73a	16.50a	41.09a
2	0.3	5.35a	2.80a	21.53a	15.91a	40.27a
3	0.5	5.43a	2.84a	22.02a	16.12a	41.10a
4	0.7	5.47a	2.66a	23.11a	16.99a	40.56a

*Mean values with the same lower-case letters are not significantly different at 95% confidence level ($p > 0.05$) according to Duncan's mean separation test.

According to Table 5 and statistical analysis, addition of KBH₄ to white liquor has no significant effect on the physical and optical properties of the *R. pseudoacacia* pulps. However, in many studies it was reported that NaBH₄ addition to cooking liquor increased the physical and optical properties of pulps. Gulsoy et al., (2016) determined that the physical properties of KBH₄-added *Pinus pinaster* pulps were found to be lower than those of KBH₄-free pulps. In a study conducted by Erkan et al., (2020) on the effects of using KBH₄ in the pulp production from *Pinus pinea* wood, they found that KBH₄ has no significant effect on physical properties. However, Cicekler and Tutus (2019) reported that using KBH₄ in pulp production from *Pinus brutia* woods has positive effects on physical properties. According to these results, it can be understood that using KBH₄ in pulp production does not have a clear effect on the physical properties of the pulp. Although the use of KBH₄ slightly improves the optical properties of pulps, it is understood from Table 5 that there is no statistically significant effect. While NaBH₄ has a bleaching effect on the pulp (Saracbası et al., 2016), KBH₄ did not affect the optical properties in this study.

4. Conclusion

It was determined that the yields and polymerization degrees of the *R. pseudoacacia* pulps produced by the KBH₄ added soda method increased and the kappa numbers decreased. KBH₄, which was added to the solution in the pulp production from wood with using soda method, prevents the peeling reaction that may occur by reducing the carbonyl groups at the reducing ends of the cellulose chain to hydroxyl groups during cooking. Although KBH₄ prevented degradation of carbohydrates, it did not have a statistically significant effect on the physical properties of pulps. It was also observed that the addition of KBH₄ to the cooking solution in pulp production from *R. pseudoacacia* wood had no significant effect on the optical properties of the pulps.

References

- Akgul, M., Erdonmez, I., Cicekler, M., Tutus, A., 2018. The investigations on pulp and paper production with modified kraft pulping method from Canola (*Brassica napus* L.) stalks. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 18(3): 357-365
- Akgul, M., Temiz, S., 2006. Determination of Kraft-NaBH₄ pulping conditions of Uludag fir (*Abies bornmulleriana* Mattf.). Pakistan Journal of Biological Science, 9(13): 2493-2497.
- ASTM E313, 2020. Standard practice for calculating yellowness and whiteness indices from instrumentally measured color coordinates. American Society for Testing and Materials, PA, USA.
- Birinci, E., Tutus, A., Cicekler, M., 2020. Evaluation of *Rhododendron luteum* and *Rhododendron ponticum* in pulp and paper production. Drvna industrija, 71(4): 365-370.
- Brännvall, E., 2018. Increasing pulp yield in kraft cooking of softwoods by high initial effective alkali concentration (HIEAC) during impregnation leading to decreasing secondary peeling of cellulose. Holzforschung, 72(10): 819-827.
- Cicekler, M., Tutus, A., 2019. Effects of potassium borohydride on the *Pinus brutia* pulp properties. Kahramanmaraş Sutcu Imam University Journal of Engineering Sciences, 22(2): 38-47.
- Copur, Y., Tozluoglu, A., 2008. A comparison of kraft, PS, kraft-AQ and kraft-NaBH₄ pulps of *Brutia* pine. Bioresource Technology, 99(5): 909-913.
- Correia, F.M., d'Angelo, J.V.H., Almeida, G.M., Mingoti, S.A., 2018. Predicting Kappa number in a Kraft pulp continuous digester: A comparison of forecasting methods. Brazilian Journal of Chemical Engineering, 35(3): 1081-1094.
- Erkan, S., Cicekler, M., Tutus, A., 2020. Comparison of *Pinus pinea* heartwood and sapwood pulps obtained by soda-potassium borohydride method. Düzce University Journal of Science & Technology, 8(3): 1894-1902.
- Eroglu, H., 1981. Cooking wood chips with oxygen alkali method and bleaching pulp. Journal of Karadeniz Technical University Faculty of Forestry, 2: 314-315.
- Gulsoy, S.K., Eroglu, H., 2011. Influence of sodium borohydride on kraft pulping of European black pine as a digester additive. Industrial & Engineering Chemistry Research, 50(4): 2441-2444.
- Gulsoy, S.K., Oguz, S., Uysal, S., Simsir, S., Tas, M., 2016. The influence of potassium borohydride (KBH₄) on kraft pulp properties of Maritime pine. Journal of Bartın Faculty of Forestry, 18(2): 103-106.
- ISO 11476, 2010. Paper and board-Determination of CIE whiteness, C/2 degrees (indoor illumination conditions). International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- ISO 2469, 2014. Paper, board and pulps-Measurement of diffuse radiance factor (diffuse reflectance factor). International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- ISO 5267-1, 1999. Pulps-Determination of drainability-Part 1: Schopper-Riegler method. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- ISO 5269-2, 2014. Pulps-Preparation of laboratory sheets for physical testing-Part 2: Rapid-Köthen method. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- ISO 5351, 2010. Pulps-Determination of limiting viscosity number in cupri-ethylenediamine (CED) solution. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- Istek, A., Gonteki, E., 2009. Utilization of sodium borohydride (NaBH₄) in kraft pulping process. Journal of Environmental Biology, 30(6): 951-953.
- Istek, A., Ozkan, I., 2008. Effect of sodium borohydride on *Populus tremula* L. kraft pulping. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 32: 131-136.
- Kirci, H., 2006. Pulp Industry Lecture Notes, Karadeniz Technical University, Faculty of Forestry Publication, Trabzon, Turkey.
- Meller, A., 1963. Retention of polysaccharides in kraft pulping. Part 1. The effect of borohydride treatment of *Pinus radiata* wood on its alkali stability. Tappi, 46(5): 317-319.
- Misra, N.D., 1973. A tentative method of grading hardwoods for chemical grade pulp. Indian Pulp and Paper, 27(10): 7-10.
- Pettersson, S.E., Rydholm, S.A., 1961. Hemicelluloses and paper properties of birch pulps, Part 3. Svensk Papperstidning, 64(1): 4-17.

- Saracbası, A., Sahin, H.T., Karademir, A., 2016. Effects of sodium borohydride addition to kraft pulping process of some pine species. *Journal of Forestry Research*, 1(4): 134-143.
- Smook, G.A., 1992. *Handbook for Pulp and Paper Technologists*. Angus Wilde Publication, Vancouver, Canada.
- Tappi T236, 2013. Kappa number of pulp. TAPPI, Atlanta, USA.
- Tappi T402, 2013. Standard conditioning and testing atmospheres for paper, board, pulp handsheets, and related products. TAPPI, Atlanta, USA.
- Tappi T403, 2015. Bursting strength of paper. TAPPI, Atlanta, USA.
- Tappi T494, 2006. Tensile properties of paper and paperboard (using constant rate of elongation apparatus) TAPPI, Atlanta, USA.
- Tavast, D., Brännvall, E., 2017. Increased pulp yield by prolonged impregnation in softwood kraft pulping. *Nordic Pulp & Paper Research Journal*, 32(1), 14-20.
- Tutus, A., Alma, M.H., 2005. Use of boron compounds in pulp and bleaching. I. National Boron Workshop Proceedings, 28-29 April, Ankara, Turkey, pp. 399-403.
- Tutus, A., Ates, S., Deniz, I., 2010. Pulp and paper production from spruce wood with kraft and modified kraft methods. *African Journal of Biotechnology*, 9(11): 1648- 1654.
- Tutus, A., Cicekler, M., 2016. Evaluation of common wheat stubbles (*Triticum aestivum* L.) for pulp and paper production. *Drvna Industrija*, 67(3): 271-279.
- Tutus, A., Cicekler, M., Ayaz, A., 2016. Evaluation of apricot (*Prunus armeniaca* L.) wood on pulp and paper production. *Turkish Journal of Forestry*, 17(1): 61-67.
- Tutus, A., Cicekler, M., Deniz, I., 2012. Using of burnt red pine wood for pulp and paper production. *Kahramanmaraş Sutcu Imam University Journal of Engineering Sciences*, Special Issue: 90-95.
- Tutus, A., Cicekler, M., Karatas, B., 2011. Pulp and paper production by Kraft-Sodium Borohydride method from poppy Stems. II. International Non-Wood Forest Products Symposium, 8-10 September, Isparta, Turkey, pp. 183-190.
- Tutus, A., Cicekler, M., Ozdemir, F., Yilmaz, U., 2014. Evaluation of *Diospyros kaki* pulp and paper production. II. National Mediterranean Forest and Environment Symposium, 22-24 October, Isparta, Turkey, pp. 775-784.
- Tutus, A., Kazaskeroglu, Y., Cicekler, M., 2015. Evaluation of tea wastes in usage pulp and paper production. *Bioresources*, 10(3): 5407-5416.

Söğüt (*Salix alba* L.) odun ve kabuğunun kimyasal yapısı

İlhami Emrah Dönmez^{a,*}, Halime Salman^a

Özet: Bu çalışmada Göller Bölgesi'nde doğal olarak yetişen Söğüt (*Salix alba* L.) ağacının odun ve kabuğunun kimyasal yapısı araştırılmıştır. Söğüt ağacının odun ve kabuk örnekleri üzerinde hücre çeperi ana bileşenleri, çözünürlük değerleri, heksan ve aseton:su (95:5, v:v) ekstraksiyonu ile elde edilen lipofilik ve hidrofilik madde miktarı ve bileşenleri araştırılmış olup ayrıca kabukta yağ asidi tayini ve suberin analizi yapılmıştır. Holoselüloz oranı odun ve kabukta %81.70 ve % 70.18, α -selüloz %48.42 ve %40.32, lignin miktarı %24.01 ve %33.81, sıcak su çözünürlüğü %4.09 ve %21.51, %1'lik NaOH çözünürlüğü %13.88 ve %43.48, heksan çözünürlüğü 8.24 mg/g ve 10.64 mg/g, aseton:su çözünürlüğü 31.26 mg/g ve 30.72 mg/g olarak tespit edilmiştir. Heksan ekstraksiyonu sonucu elde edilen lipofilik madde miktarları ve bileşenleri arasında, odunda linoleic asit %25.89, kabukta ise N-ethylacetamide %32.94 olarak en yüksek oranda tespit edilen bileşenlerdir. Heksan ekstraksiyonu sonrası kabuk örneklerinde Supelco 37'li yağ asidi karışımına göre yağ asitleri miktarları araştırılmış ve 55.71 mg/g ile 9,12-octadecadienoic acid en baskın bulunan yağ asidi olarak tespit edilmiştir. Aseton:su ekstraksiyonu sonucu elde edilen hidrofilik madde miktarları ve bileşenleri incelendiğinde ise odunda 2-methyl-4-keto-pentan-2-ol (%17.00) ve kabukta sucrose (%32.24) en fazla bulunan bileşenlerdir.

Anahtar kelimeler: Söğüt, Lipofilik ekstraktifler, Hidrofilik ekstraktifler, Yağ asitleri, Suberin monomerleri

Chemical composition of willow (*Salix alba* L.) wood and bark

Abstract: In this study, the chemical structure of the wood and bark of willow (*Salix alba* L.), grown naturally in the Lakes Region, was investigated. The main components of the cell wall, the solubility values, the amount of lipophilic and hydrophilic substances obtained by hexane and acetone:water (95:5, v:v) extraction of willow wood and bark, and also fatty acid composition and suberin analysis were studied in the bark. Holocellulose amount was determined in wood and bark, respectively, as 81.70% and 70.18%, α -cellulose 48.42% and 40.32%, klason lignin 24.01% and 33.81%, hot water solubility 4.09% and 21.51%, 1% NaOH solubility 13.88% and 43.48%, hexane solubility 8.24 mg/g and 10.64 mg/g, acetone:water solubility 31.26 mg/g and 30.72 mg/g. Linoleic acid (25.89%) in wood and N-ethylacetamide (32.94 %) in bark were determined as the major lipophilic substances after hexane extraction. In addition, after hexane extraction, the amount of fatty acids was investigated in the bark samples according to the Supelco 37 fatty acid mixture, 9,12-octadecadienoic acid (55.71 %) was found to be predominant fatty acid. 2-methyl-4-keto-pentan-2-ol (17.00%) in the wood and sucrose (32.24%) in the bark were seen as the most common components as hydrophilic substances after acetone:water extraction.

Keywords: Willow, Lipophilic extractives, Hydrophilic extractives, Fatty Acids, Suberin monomers

1.Giriş

Türkiye konumu itibari ile biyoçeşitliliğin fazla olduğu bir coğrafyadadır. Ormanlar, yeryüzünün en yararlı, yüksek ve güçlü bitki örtüsünün meydana getirmekte olup en kıymetli doğal kaynaklardır (Odabaşı vd., 2004). Ülkemiz, Akdeniz, İran-Turan ve Avrupa-Sibirya bölgelerinin kesişim noktasında olması, farklı topografik ve iklimsel özellikleri bulundurmasının sonucu olarak çok zengin bir floraya sahiptir. Barındırdığı 9 bine yakın bitki türünün yaklaşık üçte biri endemik olan Türkiye, tıbbi bitkiler açısından da büyük bir potansiyele sahiptir (Güvenç, 2003).

Doğal söğüt taksonları açısından Türkiye ormanlarında zengin çeşitlilik gözlenmektedir. *Salix* (söğüt), çalı, bazen de ağaç halinde kışın yapraklarını döken odunsu bitkilerdir. Dünya genelinde 300 civarında, ülkemizde ise 24 söğüt taksonu bulunurken, birçok tür de park ve bahçelerde süs

bitkisi olarak yetiştirilmektedir. Söğütlerin birbirleri arasında çok kolay hibrit yapabilmeleri ve çok fazla taksonu olması nedeniyle sistematiklerini yapmak oldukça güçtür. *Salix alba* (Ak Söğüt), *Salix babylonica* (Salkım Söğüt), *Salix caprea* (Sorkun, Keçi Söğüdü, Orman Söğüdü), *Salix fragilis* (Gevrek Söğüt), *Salix cinerea* (Boz Söğüt) ve *Salix viminalis* (Sepetçi Söğüdü) en sık rastlanan söğüt türleridir (Güvenç, 2003). Söğüt yaprakları uzun ve dar, üst tarafta gümüş-gri, alt tarafında yoğun ipeksi beyaz tüylerle ağaca belirgin soluk görünüm vermektedir. Kabuk, derin çatlamış koyu gri ve mantar çıkıntılı şeklindedir (Acar, 2014).

Söğüt ekstraktlarının çeşitli ağrıları gidermek için kullanıldığı 18. yüzyıl öncesi dönemlerde klinik araştırmalarla başladığı bilinmektedir. Babiller, söğüdü farklı organlarından elde ettikleri ekstraktları, ateş, ağrı ve iltihap giderici olarak kullanmışlardır. Söğüt, antik Mısır'ın Ebers Papyrus'undaki bitkisel ilaçlarda listelenmiştir (Nunn,

✉ ^a Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Isparta

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): emrahdonmez@isparta.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 09.01.2021, **Accepted** (Kabul tarihi): 03.03.2021



Citation (Atıf): Dönmez, İ.E., Salman, H., 2021. Söğüt (*Salix alba* L.) odun ve kabuğunun kimyasal yapısı. Turkish Journal of Forestry, 22(1): 38-42.
DOI: [10.18182/tjf.854824](https://doi.org/10.18182/tjf.854824)

1996). Yapılan çalışmalarda söğüt kabuğunun kullanımı ve tıbbi amaçlı faydalanma alanı oldukça fazladır. Yaralarda antiseptik olarak, ağrıları ve iltihapları iyileştirmek, eklem rahatsızlıkları tedavisinde 6000 yıllık bir geçmişe sahip olan söğüt ağacı, son yıllarda anti-kanser aktiviteleri üzerine kapsamlı araştırmaların ilgi odağı haline gelmiştir (Piatczak vd., 2020). Diğer taraftan, Hipokrat, eski dönemlerde söğüt kabuklarının çiğnenmesiyle ağrı, ateş ve enfeksiyonun önlenebileceğini önermektedir (Mahdi vd., 2006). Tıbbi etki derecesi halen tartışılan ve ilk kez söğüt ağacından elde edilen, salisilik asit, günümüzde soğuk algınlığından kalp rahatsızlıklarına kadar birçok hastalığın tedavisinde kullanılmaktadır (Raskin, 1995). Söğüt ağacı kabuklarından elde edilen ekstraktlar genellikle salisin yada salisilik asit için değerlendirilmesine rağmen, söğüt ağacının sahip olduğu diğer ekstraktif maddeler özellikle kozmetik sanayisinde önemli rol üstlenmektedir (Sulaiman vd., 2013; Ishikado vd., 2013). Bu çalışmada doğal olarak yetişen söğüt ağacı odun ve kabuklarının genel kimyasal analizi, çözünürlük değerleri, ekstraktif maddelerin yapısı ve miktarı ile suberin monomerleri ilk defa incelenerek literatüre bir katkı yapılması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Burdur yöresinden taze olarak kesilerek elde edilen söğüt (*Salix alba* L.) ağacının, dip kütük kısmından (0.50m), orta kısmından (1.30m), ve üst kısmından 5 cm'lik teker şeklinde kesitler alınmış ve bu sayede örneklerin ağacın tamamını temsil etmesi sağlanmıştır. Sonraki aşamada odun ve kabuk kısımları birbirinden ayrılarak daha küçük boyutlara kadar parçalanmıştır. Odun ve kabuk örnekleri keskin bahçe makası, bıçak ve çekiç yardımıyla küçültülerek ve donduruculu-kurutucuda (freeze-dryer) kurutulduktan sonra laboratuvar tipi Willey değirmeninde parçacık boyutu 1 mm olacak şekilde öğütülmüştür. Öğütülen odun örnekleri rutubetten etkilenmemeleri için ağzı kapalı plastik torbalarda analizler yapılınca kadar muhafaza edilmiştir.

2.2. Yöntem

Odun ve kabuk örnekleri üzerinde, holoselüloz miktarı Wise ve John (1952) tarafından geliştirilen klorit yöntemine göre tespit edilmiştir. Lignin miktarı TAPPI T222 om-02 (2002) yöntemine göre 'klason lignini' olarak belirlenmiştir. α -selüloz miktarını belirlemek için ise Rowell vd., 2005 tarafından geliştirilen yöntem modifiye edilerek uygulanmıştır. Bunun yanı sıra söğüt odun ve kabuk örneklerinde sıcak su çözünürlüğü miktarını belirlemek amacıyla TAPPI T207 cm-99 (1999) yöntemi ve %1'lik NaOH çözünürlüğü miktarını belirlemek için ise TAPPI T212 om-02 (2002) standart yöntemi uygulanmıştır. Ayrıca örneklerde heksan ve aseton:su (95:5, v:v) çözünürlüğü miktarları gravimetrik olarak belirlenmiştir.

Gravimetrik analizler için sokselet cihazında yaklaşık 10 g odun ve kabuk örneği 12 saat süreyle yaklaşık 180 ml heksan ve sonrasında aseton:su (95:5, v:v) karışımıyla ayrı ayrı ekstrakte edilmiştir. Balonda toplanan çözücü ve ekstrakt karışımı döner buharlaştırıcıda 100 ml olacak şekilde uzaklaştırılmış ve bu kısım 100 ml'lik ağız kapalı cam şişelere aktarılmıştır. Daha önceden darası bilinen cam

tüplere aktarılan 10 ml çözücü ve ekstraktları içeren karışımın azot gazı altında sıcak su banyosunda çözücünün uzaklaştırılması sağlanmıştır. Sonrasında tekrar tartılan cam tüplerde kullanılan çözücüde çözünen madde miktarı mg/g olarak belirlenmiştir. Kimyasal analizler aşamasında gerçekleştirilen tüm test ve analizler doğruluğu saptamak amacıyla 3 tekrarlı olarak yapılmıştır.

Lipofilik ve hidrofilik bileşenleri tespit etmek amacıyla odun ve kabuk örnekleri heksan ve aseton: su (95:5, v:v) gibi organik çözücülerle ekstrakte edilmiştir. Yağ asidi analizi için kabuk örnekleri heksan ile muamele edilmiştir. Bu sayede toplam lipofilik, hidrofilik madde miktarı ve yağ asidi tayini % olarak belirlenmiştir. Suberin monomerleri analizi ise Dönmez vd., (2012) ve Dönmez vd., (2016)'ye göre gerçekleştirilmiştir.

2.3. Kromatografik analizler

Lipofilik ekstraktifler, hidrofilik ekstraktifler ve suberin monomerlerinin yapısı ve miktarını tespit etmek amacıyla GC-MS cihazında aynı kromatografik şartlar uygulanmıştır. Uygun konsantrasyon belirlendikten sonra cam test tüplerine aktarılan heksan ve aseton:su ekstraktları ile suberin monomerlerinin eter fazı azot gazı altında çözücülerinin uzaklaştırılması sağlanmıştır. Daha önce hazırlanan silillendirme ajanlarıyla muamele edilen ekstraktlar silillendirme sonrası viallere aktarılarak, Kılıç vd., 2010 tarafından belirtilen ve ekstraktifler için kullanılan kromatografik şartlar modifiye edilerek GC-MS'e enjekte edilmiştir.

Lipofilik ve hidrofilik ekstraktifler ile suberin monomerlerini belirlemek amacıyla Shimadzu QP 2010 marka GC-MS cihazı kullanılmıştır. Cihazda HP-5 MS (30 m X 0.25 mm uzunluğunda ve 0.25 μ m film kalınlığında) kolon ve taşıyıcı gaz olarak Helyum (0.8 ml/dak akış hızı) kullanılmıştır. Enjeksiyon bloğu sıcaklığı 240 °C ve dedektör sıcaklığı 250 °C'dir. Yağ asidi analizini belirlemek amacıyla GC-FID cihazı kullanılmıştır. GC-FID cihazında Hidrojen (40 ml/dak.), kuru hava, (400 ml/dak.) Mobil Faz, Restek 5 MS 30 m. 0.25 iç çapı ve 0.25 μ m film kalınlığında kolon ve taşıyıcı gaz Helyum (1 ml/dak.) kullanılmıştır. Enjeksiyon bloğu sıcaklığı 260 °C olup, sıcaklık programı 100 °C'de 1 dakika bekleyerek 5 °C/dakika artarak 320 °C'ye kadardır.

3. Bulgular ve tartışma

Odun ve kabuk örneklerinde ilk olarak ana bileşenler olan holoselüloz, α -selüloz ve lignin deneyleri yapılmıştır. Çözünürlük deneyleriyle, gravimetrik olarak hücre çeperi yan bileşenleri kantitatif olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1). Heksan ve aseton:su ekstraktları GC-MS ve GC-FID'da analiz edilerek ekstraktif madde yapıları ve miktarları belirlenmiştir. Ayrıca, kabuk örneklerinde yağ asitlerinin yapısı ve miktarı ile ekstraktiflerden arındırılmış kabuk örneklerinde suberin monomerlerinin yapısı ve miktarı incelenmiştir.

Söğüt odun ve kabuklarında hidrofilik yapıdaki ekstraktif maddeleri belirlemek amacıyla aseton:su (95:5, v:v) ekstraksiyonu sonrasında ekstraktlar GC-MS'de analiz edilmiştir. Aseton:su (95:5, v:v) ekstraktlarının analizinde odun örneklerinde toplam 12 bileşen, kabukta ise 13 bileşen tespit edilmiştir. Tanımlanan bileşenler arasında odunda 2-methyl-4-ketopentan-2-ol (%17.00), kabukta ise sucrose

(%32.24) en yüksek miktarda bulunmuştur. Ayrıca kabukta D-Fructose (%19.52), D-Mannopyranose (%11.04) tanımlanan diğer bileşenlerdir. Çizelge 2’de hidrofilik ekstraktiflerin yapısı ve miktarı verilmiştir.

Lipofilik ekstraktifleri belirlemek amacıyla heksan ekstraktları kullanılmıştır. Heksan ekstraksiyonu sonrasında söğüt odununda 9 bileşen, kabukta ise 11 bileşen tanımlanmıştır (Çizelge 3). Söğüt odununda linoleic acid (%25.89), kabukta N-ethylacetamide (%32.94) en fazla olarak bulunmuştur. Odun ve kabukta palmitic acid (%16.17-%11.39), acetic acid (%10.35- %17.21) tanımlanan diğer bileşenlerdir.

Çizelge 4’te söğüt kabuklarının sahip olduğu yağ asitlerinin yapısı ve miktarı verilmiştir. Supelco tarafından geliştirilen 37’li yağ asidi karışımına göre söğüt kabuklarında mevcut olan yağ asitleri miktarı ortaya konmuştur. Toplamda 10 yağ asidi tespit edilmiştir. Linoleic (Acid 9,12:18:2) acid (% 55,71) en fazla miktarda bulunmuştur. Ayrıca, palmitic (Acid 16:0) acid (% 19,19) ve α -linolenic (Acid 9,12,15-18:3) acid (% 9.59) tanımlanan diğer yağ asidi bileşenleridir.

Ekstraktiflerden arındırılmış kabuk örneklerinde alkali hidroliz yöntemine göre suberin monomerlerinin yapısı ve miktarı belirlenmiştir (Çizelge 5). 18-hydroxy-18:1 acid (16,78 mg/g) en fazla bulunan bileşendir. Ayrıca, 1,18-dioic-18:1 acid (11,93 mg/g), 2-methyl-4-keto-pentan-2-ol (6,66 mg/g) tanımlanan diğer bileşenlerdir.

Eroğlu ve Usta, (1989), *Salix alba* odun örneklerinin holoselüloz miktarını %78.1, selüloz miktarını %53.5, lignin miktarını %21.6, %1’lik NaOH çözünürlüğünü %21.5, sıcak su çözünürlüğünü ise %7.4 olarak tespit etmiştir.

Hafizoğlu, (1982), *salix* türlerinin selüloz miktarını %42.91, pentozanların miktarını %23.31, lignin miktarını %24.70, kül miktarını %0.83 olarak belirtmiştir.

Çizelge 1. Söğüt (*Salix alba* L.) odun ve kabuklarının genel kimyasal analizi

Bileşen	Odun (%)	Kabuk (%)
Holoselüloz (%)	81.70	70.18
α -selüloz (%)	48.42	40.32
Lignin (%)	24.01	33.81
Sıcak su çözünürlüğü (%)	4.09	21.51
%1’lik NaOH çözünürlüğü (%)	13.88	43.48
Heksan çözünürlüğü (mg/g)	8.24	10.64
Aseton:su çözünürlüğü (mg/g)	31.26	30.72

Çizelge 2. Hidrofilik ekstraktiflere ait kimyasal bileşenler ve madde miktarları (%)

Bileşen	Odun (%)	Kabuk (%)
Itaconic Acid	0.80	
Ribonic Acid	2.26	
Benzenepropanoic Acid	2.60	
2-Keto-d-gluconic Acid	7.15	
3,4-Dihydroxymadelic Acid		0.44
2-methyl-4-keto-pentan-2-ol	17.00	6.26
D-Glucitol	2.52	6.01
N,N-diethylacetamide	3.26	0.52
N-Ethylacetamide	6.42	0.93
α -D-Glucopyranoside	2.28	1.10
Sucrose		32.24
D-Fructose	2.93	19.52
D-Mannopyranose	8.67	11.04
Glucose	8.12	0.65
D-Galactose		2.68
D-Turanose		1.12
Melibiose		1.24
Σ Tanımlanamayanlar (n.i.)	35.99	16.25

Çizelge 3. Lipofilik ekstraktiflere ait kimyasal bileşenler ve madde miktarları (%)

Bileşenler	Odun (%)	Kabuk (%)
Oxalic Acid	4.37	5.39
Palmitic Acid	16.17	11.39
Linoleic Acid	25.89	11.68
Oleic Acid	10.65	
α -Linolenic Acid		3.48
4-aminobutyric Acid	3.76	
Arsenous Acid	2.22	
Acetic Acid	10.35	17.21
N-Ethylacetamide	21.95	32.94
Cyclobutan	4.63	
2,4,4-Trimethyl-1-hexene		1.84
3,5,5-Trimethyl-2-hexene		2.62
Heptane		1.75
Glycine		3.07
4-methoxyphenylpent-4-enol		4.62
Σ Tanımlanamayanlar (n.i.)	0.01	4.01

Çizelge 4. Yağ asidi tayinine ait kimyasal bileşenler ve madde miktarları (%)

Bileşen	Kısaltma	Kabuk (%)
Pentadecanoic acid	Acid 15:0	0.70
10-pentadecenoic acid	Acid 10-15:1	0.21
Hexadecanoic acid	Acid 16:0	19.19
Heptadecanoic acid	Acid 17:0	0.35
Octadecanoic acid	Acid 18:0	7.80
9-octadecenoic acid	Acid 9-18:1	3.44
9,12-octadecadienoic acid	Acid 9,12-18:2	55.71
9,12,15-octadecatrienoic acid	Acid 9,12,15-18:3	9.59
8,11,14-eicosatrienoic acid	Acid 8,11,14-20:3	1.73
5,8,11,14,17-eicosapentanoic acid	Acid 5,8,11,14,17-20:5	1.27

Çizelge 5. Alkali hidroliz sonrası kabuk suberin monomerleri ve miktarları (mg/g)

Bileşenler	Kabuk (mg/g)
Palmitic Acid	0.46
Stearic Acid	1.03
Arachidic Acid	1.98
1,4-Dihydroxy-4:0 Acid	2.48
1,16-Dioic-16:0 Acid	4.17
1,18-Dioic-18:1 Acid	11.93
1,18-Dioic-18:0 Acid	1.11
18-Hydroxy-18:1 Acid	16.78
18-Hydroxy-18:0 Acid	1.97
9,18-Dihydroxy-18:1 Acid	0.67
2-Hydroxyethanoic Acid	2.25
α -Hydroxy-N-Butyric Acid	0.52
Dimethylmalonic Acid	0.84
P-Hydroxybenzoic-Acid	0.81
2-Methyl-4-Keto-Pentan-2-OI	6.66
1-tetradecanol	0.13
1-octadecanol	0.47
1-icosanol	0.20
Glycerol	0.63
Butane	0.89
1-hexene	4.05
Heptadecane	0.87
N-heptacosane	1.11
Pentacosane	3.22
Eicosane	0.68
Catechin	0.20
Sitosterol	0.42
Ferulic Acid	0.39

Alkan, (2004), Türkiye'nin önemli yapraklı ve ibre yapraklı ağaç odunlarının mikroskopik yönden incelenmesi çalışmasında *Salix alba* L. odununun kimyasal analizinde holoselülozu %74.69, selülozu %51, lignini %20.58, sıcak su çözünürlüğünü %8.96, %1'lik NaOH çözünürlüğünü 22.34 olarak tespit etmiştir.

Söğüt odun ve kabuğunun ekstraktif yapısı üzerine kısıtlı çalışma literatürde mevcuttur. Bu bakımdan yapılan çalışma farklı ağaç türlerinden elde edilen ekstraktif yapısı ve ekstraktiflerinden arındırıldıktan sonra kabuklardaki suberin monomerlerinin yapısı ve miktarı ile karşılaştırılmıştır.

Gandini vd., (2006), mantar meşesinin (*Quercus suber* L.) kimyasal bileşimi ve buna karşılık gelen endüstriyel kalıntıların ve huş ağacının (*Betula pendula* L.) dış kabuklarının karşılaştırılması araştırmasında suberin monomerik bileşimin analizini, C18 ve C22-hidroksifatlık asitlerin (orta zincir epoksi ve dihidroksi türevleri dahil) ve ardından α -dikarboksilik asitlerin takip ettiği, her iki alt maddede ana bileşenlerin 9,10-epoksi- ana bileşenler olarak 18-hidroksio-oktadekanoik, 18-hidroksioktadek-9-enoik, 9,10,18-trihidroksioktadekanoik ve oktades-9-enoik asitler olduğunu belirtmektedir.

Şen vd., (2010), önemli bir meşe türü olan *Quercus cerris* örneklerinde, suberin monomerik bileşimi, polar olmayan ekstraksiyon bileşimi, element analizi ve kül kompozisyonu açısından incelemiştir. *Q. cerris* mantarı % 2.6 kül, % 16.7 ekstrakt, % 28.5 suberin (yağlı monomerler) ve % 28.1 lignin içerdiğini vurgulamaktadır. Selülozik olmayan monosakkarit kompozisyonu, ksilozun (toplam nötr şekerlerin % 27.8'i) arabinoz ve galaktoz (% 11.5 ve % 7.9) olduğunu belirtmektedir. Suberin monomerleri ise esas olarak, tüm uzun zincirli monomerlerin % 90'ını temsil eden uzun zincirli *p*-hidroksiasitler tarafından oluşturulmaktadır.

Dönmez, (2010) tarafından sarıçam kabuklarının suberin monomerlerinin, alkanoller, alkanolik (düz zincirli) asitler, dioic ve hidroksi asitler gibi gruplardan oluştuğu tespit edilmiştir. Bu grup içerisinde hidroksi asitlerde 18-hidroksi-18:1 asit en fazla bulunan (4,485-10,739 mg/g) bileşendir. Ayrıca, 1,18-dioic-18:1 asidin ise en fazla bulunan (2,590-5,358 mg/g) dioic asit olduğu belirlenmiştir.

4. Sonuçlar

Yeryüzündeki en yaygın söğüt türlerinden birini oluşturan *Salix alba* L.'nin yayılış alanı batıda İspanya'dan başlayarak doğuda Sibiryaya kadar uzanmaktadır. Söğüt ağacı park ve bahçelerde önemli bir süs ağacı olarak değerlendirilirken endüstriyel anlamda gerek odunu gerekse kabuğunun çok fazla değerlendirme imkanı bulunmamaktadır. Söğüt üzerine yapılan araştırmalar, çoğunlukla ağacın sahip olduğu, salicin yapısı ve fitokimyasal profili üzerine odaklanmaktadır. Buna karşılık genel kimyasal yapısı ve ekstraktif kompozisyonu ile ilgili literatürde sınırlı bilgi mevcuttur. Yapılan bu çalışma ile kimyasal yapı açığa çıkarılarak bir literatür oluşturulmaya çalışılmış, söğüt odun ve kabuğunun farklı alanlarda kullanımının belirlenmesi amacıyla bir kaynak ortaya konmuştur. Aseton ekstraktı analizinde kabukta bulunan sukrose, şeker kamışı ve şeker pancarının kullanım alanlarına ek olarak yiyecek ve tatlandırıcı olarak da kullanılabileceği önerilmektedir. Söğüt odun ve kabuk ekstraktif madde kompozisyonu açısından geniş bir bilgi boşluğu mevcuttur. Bu çalışmayla söğüt odun ve

kabuklarının kimyasal yapısı belirlenerek literatüre önemli bir katkı olacaktır.

Kaynaklar

- Acar, N., 2014. Söğüt (*Salix alba*) ekstraktı mordanlı pamuk, yün elyaf ve ahşap numunelerinin sarıkız çayı otu (*Sideritis trojana ehrend*) ile boyanma özelliklerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Alkan, Ç., 2004. Türkiye'nin önemli yapraklı ve ibre yapraklı ağaç odunlarının mikroskopik yönden incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.
- Dönmez, İ.E., 2010. Yükselti farkına göre sarıçamın (*Pinus sylvestris* L.) anatomik ve kimyasal bileşiminde meydana gelen değişimler. Doktora Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
- Dönmez, İ.E., Hafizoğlu, H., Kılıç, A., Hemming, J., Eckerman, C., 2012. Effect of altitude on the composition of suberin monomers in the outer bark of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Industrial Crops and Products*, 37: 441-444.
- Dönmez, İ.E., Hemming, J., Willför, S., 2016. Bark extractives and suberin monomers from *Arbutus andrachne* and *Platanus orientalis*. *BioResources*, 11(1): 2809-2819.
- Eroğlu, H., Usta, M., 1989. Investigations on utilisation possibilities of white willow (*Salix alba* L.) wood in pulp and paper industry. *Journal of Agriculture and Forestry of* 13(2): 35-245.
- Gandini, A., Pascoal, N.C., Silvestre, A.J.D., 2006. Suberin: A promising renewable resource for novel macromolecular materials. *Progress in Polymer Science*, 31: 878-892.
- Güvenç, A., 2003. Ankara Çevresinde Yetişen *Salix L.* (Söğüt) Türleri Üzerinde Farmasötik Botanik Yönünden Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri, Proje No: 2001-08-03-033, Ankara.
- Hafizoğlu, H., 1982. Orman Ürünleri Kimyası, Cilt 1 Odun Kimyası. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 52, Trabzon.
- Ishikado, A., Sono, Y., Matsumoto, M., Robida-Stubbs, S., Okuno, A., Goto, M., King, G.L., Blackwell, T.K., Makino, T., 2013. Willow bark extract increases antioxidant enzymes and reduces oxidative stress through activation of Nrf2 in vascular endothelial cells and *Caenorhabditis elegans*. *Free Radical Biology and Medicine*, 65: 1506-1515.
- Kılıç, A., Hafizoğlu, H., Dönmez, İ.E., Tümen, İ., Sivrikaya, H., Reunanen, M., Hemming, J., 2010. Extractives in the Cones of *Pinus* Species. *European Journal of Wood and Wood Products*, 69: 37-40.
- Mahdi, J.G., Mahdi, A.J., Mahdi, A.J., Bowen, I.D., 2006. The historical analysis of aspirin discovery, its relation to the willow tree and antiproliferative and anticancer potential. *Cell Proliferation*, 39: 147-155.
- Nunn, J.F., 1996. *Ancient Egyptian Medicine*. British Museum Press, London.
- Odabaşı, T., Bozkuş, H.F., Çalışkan, A., 2004. Silvikültür Tekniği. İstanbul Üniversitesi Genel Yayın No 4459, Orman Fakültesi Yayın No 475, İstanbul.
- Piatczak, E., Dybowska, M., Pluciennik, E., Kosla, K., Kolniak-Ostek, J., Kalinowska-Lis, U., 2020. Identification and accumulation of phenolic compounds in the leaves and bark of *Salix alba* (L.) and their biological potential. *Biomolecules*, 10(10): 1391.
- Raskin, I., 1995. Salicylic acid. In: *Plant Hormones, Physiology, Biochemistry and Molecular Biology*. (Ed: Kluwer, D.), Academic Publication, London.
- Rowell, R. M., Pettersen, R., Han, J. S., Rowell, J. S., Tshabalala, M. A., 2005. *Handbook of wood chemistry and wood composites*. CRC Press., New York, USA.

- Sulaiman, G.M., Hussien, N.N., Marzoog, T.R., Awad, H.A., 2013. Phenolic content, antioxidant, antimicrobial and cytotoxic activities of ethanolic extract *Salix alba*. American Journal of Biochemistry and Biotechnology, 9: 41–46.
- Şen, A., Miranda, I., Santos, S., Graça, J., Pereira, H., 2010. The chemical composition of cork and phloem in the rhytidome of *Quercus cerris* bark. Industrial Crops and Products 31: 417-422.
- TAPPI, 1999. Test Method T207 cm-99 (water solubility of wood and pulp). Standard by Technical Association of the Pulp and Paper Industry, USA.
- TAPPI, 2002. Test Method T212 om-02 (One percent sodium hydroxide solubility of wood and pulp). Standard by Technical Association of the Pulp and Paper Industry, USA.
- TAPPI, 2002. Test Method T222 om-02 (Acid insoluble lignin in wood and pulp). Standard by Technical Association of the Pulp and Paper Industry, USA.
- Wise, L.E., John, E.C., 1952. Wood Chemistry. 2nd Edition Vol 1-2, Reinhold Publication Co, New York, USA.

Verniklerin renklendirilmiş ahşap malzemede sarı ton üzerindeki etkisi

Ahmet Cihangir Yalınkılıç^{a,*} 

Özet: Bu çalışmada, suda çözünen renk pigmentleri ile kahverengi tonda renklendirilmiş ahşap malzemede su bazlı verniklerin sarı tonu değiştirici etkisi araştırılmıştır. Bu maksatla, Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), sapsız meşe (*Quercus petraea* L.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)' dan TS 53 ve TS 2470' e göre hazırlanan numuneler, ASTM E1347-97' ye göre anilin, hazır karışım, kimyasal boya ile renklendirilerek ASTM D3023' e göre tek ve iki bileşen verniklerle kaplanmıştır. Renk değişimi ASTM D2244' e göre belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, en fazla sarı tonda değişim iki bileşen vernikli hazır karışım boyalı kayında, en az tek bileşen vernikli anilin boyalı sarıçamda bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Sarı ton, Suda çözünen renk pigmentleri, Subazlı vernik, Ahşap malzeme

Effect of varnishes on yellow hue in colored wood material

Abstract: In this study, changing effect of water based varnishes on yellow hue in wood material which was colored with water soluble color pigments in brown hue has been researched. For this purpose, wood samples which were prepared from the Oriental beech (*Fagus orientalis* L.), Sessile oak (*Quercus petraea* L.), Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in accordance with TS 53 and TS 2470, colored with aniline, ready-mix, chemical stains according to ASTM E1347-97, were coated with one-component and two-component varnishes according to ASTM D3023. Color change was determined in accordance with ASTM D2244. According to research results, the highest change in yellow hue was found on beech wood colored with ready-mix stain and with two-component varnish; and the lowest change was found on Scots pine wood colored with aniline stain and with one-component varnish.

Keywords: Yellow hue, Water soluble color pigments, Water based varnish, Wood material

1. Giriş

Ahşap malzeme, tarih öncesi dönemlerden beri iç ve dış donatı elemanlarının üretiminde vazgeçilmez materyaldir. Günümüze kadar gelebilen örnekler ve günümüzdeki uygulamalarda ahşabın uygun konum şekil ve formda kullanımı ile beğenilen ve tatmin edici çalışmalara rastlamak mümkündür. Zira ahşap malzeme ile sağlanan estetiği diğer materyaller ile yapmak güçtür (Sönmez, 2005).

Ahşap ürün üretimi için masif ve kaplama seçerken dikkate alınması gereken en önemli nokta, yapısı ile birlikte ahşabın rengidir. Çünkü renk, ahşabın güzelliğini ve estetik değerini belirler (Şanıvar ve Zorlu, 1999), ahşap ürünün görünüşünü en az ölçü ve biçim kadar etkiler (Şanıvar, 2001).

Aynı türün farklı tomruklarından çıkartılmış ahşapların bir iş üzerinde kullanılması halinde, renk ve doku farklılıkları olabileceğinden renk uyumunu sağlamak güçleşmektedir. Ahşap ürün imal edilirken, dekorasyon amacına yönelik renk uyumu elde etme v.b. düşüncelerle ahşabın doğal renginden farklı renkler oluşturmak için renklendirmeye gereksinim vardır (Sönmez, 2005).

Ayrıca, ahşap malzemenin doğal yapısının örtülmesinin istenmediği durumlarda da sıvı halde satılan ağaç boyaları ile birlikte, suda eriyen toz boya ile renklendirme yapılabilmektedir (Şanıvar, 2001).

“Ahşap ürün yüzeylerine uygulanan ahşap renklendiriciler, koruyucu katman oluşturmayıp yalnızca renk ve ton farklılığı yaparlar”. Doğal veya boyanmış halde, renklendirilmeden bırakılan ahşap ürünün dış etmenlere mukavemeti azdır (Sönmez, 2005). Bu yüzden ahşabın korunması ve doğal güzelliğinin apaçık olması için ahşap ürünler koruyucu katmanlarla kaplanmalıdır (Sönmez, 1989).

Ahşap ürün yüzeyini kaplayan verniklerin içeriğindeki kimyasallar farklı olduğundan değişik özelliktedirler (Sönmez, 1989). Değişik özelliğe sahip vernikler, çeşitli ahşap boyaları ile renklendirilen yüzeylerde renk değiştirici etki yapmaktadır (Çakıcıer, 1994).

Solvent içerikli verniklerin, su çözücülü ahşap renklendiricilerin renginde oluşturduğu değişiklikte, verniğin önemli, ahşabın ise önemsiz olduğu bildirilmiştir (Çakıcıer, 1994).

Tik yağı, sıvı parafin ve gomlak cilası uygulanmış ahşaplarda UV ışınlarının renk değiştirici etkisi incelenmiştir. Araştırma sonucunda, yağ, mum ve cilanın, 72 saat boyunca UV ışınları altındaki ahşapların rengini koruyamadığı, en az renk değişiminin ise sıvı parafinde görüldüğü belirtilmiştir (Söğütlu ve Sönmez, 2006).

İmersol-Aqua ile emprenye edilen kayın ve meşe ağaç malzemede sentetik, akrilik, su bazlı ve poliüretan verniklerin sarı renk tonuna etkisi CIELab renk ölçüm sistemiyle incelenmiştir. Araştırma sonucunda, verniklerin,

✉ ^a Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Simav Teknoloji Fakültesi, Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Bölümü, Kütahya

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): acihangir.yalinkilic@dpu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 07.11.2020, **Accepted** (Kabul tarihi): 21.02.2021



Citation (Atıf): Yalınkılıç, A.C., 2021. Verniklerin renklendirilmiş ahşap malzemede sarı ton üzerindeki etkisi. Turkish Journal of Forestry, 22(1): 43-48. DOI: [10.18182/tjf.822902](https://doi.org/10.18182/tjf.822902)

meşe ve Doğu kayınında sarı renk tonunu artırdığı belirtilmiştir (Çolakoğlu, 2006).

Sarıçam ve kızılğaç diri odunlarını hızlandırılmış yaşlandırma testinden sonra CCA, ACQ1900, ACQ2200, Tanalith E3491 ve Wolmanit CX-8 ile muamele ettikten sonra CIELab sistemi ile renk ölçümleri yapılmıştır. Araştırma sonucunda, hem çam hem de kızılğacın hızlandırılmış yaşlandırma testinde artan maruziyet süreleri ile Δa^* için %2 Tanalith E ile işlenmiş çam örnekleri dışında, Δa^* ve Δb^* 'nin, genellikle azaldığı, en yüksek ΔE^* 'nin işlenmemiş numuneler üzerinde olduğu, ahşap renginin dengelenmesi için en etkili muamelenin CCA ve ACQ1900 ile olduğu bildirilmiştir (Temiz ve vd., 2005).

Finlandiya ve İsviçre' de 5 farklı yerden alınan Sarıçamın hava kuru halde CIEL* a* b* renk değişkenlerine göre öz ve diri odundaki aynı ve farklı renk değişkenleri incelenmiştir. Sonuç olarak, öz ve diri odun renk parametrelerinde önemli farklılık olduğu, bu farklılıkların coğrafi yer ve aynı türün farklı ahşaplarından olduğu bildirilmiştir (Grekin, 2007).

Günümüzde CIEL* a* b* renk ölçme yöntemiyle ahşap endüstrisinde ham kereste renginin renk koordinatlarının hesaplanabilirliği araştırılmıştır. Sonuç olarak, CIEL* a* b* renk ölçümüyle numune ve renk özellikleri vasıtasıyla ahşabın görünür özelliklerinin tarif edilmesinin sınıflama için yerinde olduğu, renk açma, kurutma ve eskitme ile ahşabın renk değişikliğinin, renk çeşitliliğinin belirlenebildiği, mekanlarda ve mobilyalarda kullanılan ahşap ürünlerin kıyaslanmasında yararlı olduğu bildirilmiştir (Janin vd., 2001).

Ağaç boyalarının hızlandırılmış solma deneyi sonrasında renk değişimleri, CIELab renk ölçüm sistemiyle incelenmiştir. Bu amaçla Sarıçam, kayın ve meşe ağaç malzeme ile ağaç boyası olarak anilin, Alman cevizi, kimyasal ve solvent çözücülü hazır karışım (eco-color) kullanılmıştır. Örnek renk olarak kahve renk tonu uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, solmada boya çeşidi ve ağaç türünün etkili olduğu, en fazla solmanın eco-color boya ile renklendirilmiş kayın ağaç malzemedeki olduğu belirtilmiştir (Sönmez vd., 2003).

Ahşap malzemeler, Alman cevizi, anilin, kimyasal ve eco-colorla renklendirilip, 72 saat boyunca xenon ark lambası ile hızlandırılmış yaşlandırma yapılarak sarı renk değerinde artma olduğu saptanmıştır (Delikan, 2001).

Tanalith-CBC (% 13'lük), parafin (% 1) + white spirit (% 79) + sentetik vernik (% 20), parafin (% 1) + selülozik tiner (% 79) + poliüretan vernik (% 20) çözeltileriyle emprenye edilen sarıçam ve Anadolu kestanesine sentetik ve poliüretan vernik sürülerek dış ortama bırakılmış ve renkte oluşan değişimler incelenmiştir. Sonuç olarak; her iki ahşapta Tanalith-CBC+sentetik verniğin rengi sarıya dönüştürdüğü, kestanenin renginin sarıçama göre daha değişmez olduğu belirlenmiştir (Uysal vd., 1998).

Özellikle tanen maddesi içeren ahşaplarda, su bazlı verniklerin renk değiştirici etki yaptığı belirtilmiştir (Budakçı, 2003).

Timbercare Aqua (Tc) ile emprenye edilen Doğu kayını, Avrupa meşesi, İskoç çamı, Doğu ladini ve Uludağ göknarı, Sayerlack parke verniği, Sayerlack iç cephe verniği ve Sayerlack dış cephe verniği ile kaplandıktan sonra sarı renk tonu değerleri incelenmiştir. Sonuç olarak, Sarı renk tonu değerinin çamda en yüksek (34.45) ve en düşük Doğu kayınında (26.50), ahşap malzeme-emprenye-vernük etkileşimi için sarı renk tonu değerinin Doğu ladini+Tc+Sp

(42.12)' de en yüksek, Doğu kayını+Tc+Si (21.47)' de en düşük olduğu belirtilmiştir (Keskin ve Atar, 2007).

Isıl işlem çeşidinin vernikli yüzey sarı renk tonuna (b*) etkisini belirlemek amacıyla yapılan ölçümlerde, sarı renk tonunun en fazla, 165 °C' de 2 saat ısıl işlemlili su bazlı vernikli sarıçamda, en az, 175 °C' de 2 saat ısıl işlemlili sentetik vernikli kayında bulunduğu bildirilmiştir (Yalınkılıç, 2013).

Su çözücülü ahşap renklendiricileri ile kahve renk tonunda boyanmış Doğu kayını, sapsız meşe ve sarıçam ahşap malzemelerde tek ve iki bileşenli verniklerin renk değiştirici etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonucunda, en çok renk değişiminin hazır karışımla renklendirilmiş tek bileşen vernikli meşede, en düşük ise kimyasalla renklendirilmiş iki bileşen vernikli kayında olduğu bildirilmiştir (Yalınkılıç, 2008).

Bu çalışmada, renk pigmentleri ile kahverengi tonda renklendirilmiş ahşabın yüzeyine sürülen verniklerin, örnek rengin sarı renk tonunda yaptığı değişimler belirlenmeye çalışılmıştır. Ülkemizde ağaçları endüstrisinde yaygın kullanılan ahşap türleri, renk pigmentleri ve verniklerin renk özelliklerinin incelenmesi, imalatçıların ve tasarımcıların ürün seçiminde doğru kararlar alması ve kullanım yerinde hangi ürünleri kullanmalarının doğru olacağı konusunda bilgilendirilmeleri araştırmamızın özgün değerini oluşturmaktadır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

2.1.1. Ahşap malzeme

Yurdumuzda ahşap ürün üretiminde en fazla kullanılan Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve sapsız meşe (*Quercus petraea* L.) deneme numunesi olarak kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan ağaç malzeme, piyasadan satın alınmak yoluyla temin edilmiştir.

2.1.2. Boyalar

Deneylerde kahverengi renk elde etmek için ceviz renk ecocolor hazır karışım boya sıvı halde, anilin boya renk pigmentleri toz halde ve kimyasal renklendirmede kullanılan tanen ile potasyum dikromat toz halde Siteler (Ankara) piyasasından temin edilmiştir.

2.1.3. Vernikler

Vernikleme işlemi için tek bileşenli vernik ipek mat ve iki bileşenli vernik parlak uygulanmıştır. Tek bileşenli vernik, Trimetal Türkiye Distribütörü Uzertaş Boya Sanayi ve Ticaret A.Ş. (İstanbul) ve iki bileşenli vernik, Kimetsan Ltd. Ştd. (Ankara)' den temin edilmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Deney numunelerinin hazırlanışı

Numuneler, tesadüf şekilde I. sınıf ağaç malzemedden, düzgün lifli, budaksız, çatlaksız, aynı renk, yoğunlukta, yıllık halkalar yüzeye dik olarak, diri odundan seçilip, TS 53 ile TS 2470' e uyularak hazırlanmıştır (TS 53, 1981; TS 2470, 1976). Örnekler 11x11x1.2 cm ölçülerinde biçilerek

20 ± 2 °C, %50± 5 bağıl nemde sabit ağırlıkta oluncaya kadar bekletilmiştir (TS 2471, 1976). Tesadüfi seçilen 10 numunenin ortalama rutubeti % 9±0.5' tir. Son ölçülerindeki numunelere (10x10x1 cm) ilk ıslatma yapıp, 80 ve 100 kum ile zımparalayarak son ıslatma yapıldıktan sonra 120 kum zımparayla perdahlanmıştır. Perdahlanan yüzeyler üst yüzey işleminden önce fırça ve vakumla tozdan arındırılmıştır. Çalışmada ahşap, boya, vernik, renk ölçümü ve numune olarak (3x3x2x1x10) toplamda 180 tane numune hazırlanmıştır.

Numuneler kahverengi tonda renklendirilmiştir. Renklendirme ASTM E1347-97' e göre yapılmıştır (ASTM E1347-97, 2005). Boya çözeltileri hazırlanırken renklerin aynı tonda olmasına dikkat edilerek uygulama süngerle

yapılmıştır. Kahve renk tonu için anilin çözelti örneği Çizelge 1' de, kimyasal çözelti örneği Çizelge 2' de ve hazır karışım çözelti örneği Çizelge 3' de verilmiştir (Sönmez, 2005).

Deneylerde kullanılan boya çözeltileri ve verniklerin pH değerleri Çizelge 4' de verilmiştir (Yalınkılıç, 2013).

Çizelge 1. Kahve renk tonu anilin çözelti örneği

Ahşap türü	Karışım	Açıklama
Kayın	Kırmızı ton 10 kısım	%5 temel eriyik: 1 lt su içinde 50 gr temel eriyik çözdürülür.
Meşe	Sarı ton 20 kısım	
Sarıçam	Mavi ton 10 kısım	
	Siyah ton 5 kısım	

Çizelge 2. Kahve renk tonu kimyasal çözelti örneği

Ahşap türü	Karışım	Açıklama
Meşe	Potasyum dikromat (%3-5)	Tek aşamalı: Potasyum dikromat (1 lt sıcak suda 30-50 gr) eritilip, yüzeye soğutulup sürülür.
Kayın	Tanen (%5)	İki aşamalı: 1. aşama: 1 lt suda 50gr. Tanen eritilip, sürülüp kurutulur.
Sarıçam	Potasyum dikromat (%5)	2. aşama: 1 lt sıcak suda 50gr. Potasyum dikromat eritilip, soğutulup sürülür.

Çizelge 3. Kahve renk tonu hazır karışım çözelti örneği

Ahşap türü	Karışım	Açıklama
Kayın	Konsantre	Piyasada hazır karışım olarak satılan
Meşe		ceviz renk kullanılmıştır.
Sarıçam		

Çizelge 4. Suda çözünen boya ve su bazlı verniklerin pH değerleri

pH metre (25 °C) – (Üretici firma pH değeri)*		
Boyalar	Hazır karışım	Ceviz 7.8
	Kimyasal	Potasyum dikromat 4.3
		Tanen 3.9
	Anilin	Karışım 8
Vernikler	Tek bileşenli	8.8 (8-9.5)*
	İki bileşenli	Reçine 9.2 (7.5-9.5)*
		Dolgu 8.2 (8-9.5)*
	Parlak 8.6 (8-9.5)*	

Numunelerin verniklenmesi ASTM D3023 esaslarına ve üreticilerin önerilerine göre endüstri uygulaması olarak yapılmıştır (ASTM D3023, 1998). Vernikler numunelere orta sert fırça ile sürülmüştür. Vernik miktarı, üreticilerin katman sayısı önerilerine göre m² de 120 gr şeklinde 0.01 duyarlı analitik terazi ile belirlenmiştir. Perdah işlemleri tamamlanan örneklere üreticilerin önerileri doğrultusunda, tek bileşenli vernik, dolgu olmadan 1 gün aralıklarla, katlar arasında zımparalamadan üç kat uygulanmış, 21 gün kurutulmuştur. İki bileşenli vernikte, bir kat reçine sürüp bir saat ara ile iki kat dolgu verniği sürülmüştür. Dolgu vernikli numuneler, oda sıcaklığında, tozsuz mekanda zemine paralel olarak 1 gün kurutulduktan sonra 220, 320 no su zımparalarıyla aynı derecede perdahlanarak vernik tozu yumuşak kıllı fırça ve vakumla temizlenmiştir. Sertleştiricili son kat parlak vernik, dolgu vernikli örneklere iki kat sürülmüş, % 9 rutubette 20 ± 2 °C ve % 50 ± 5 bağıl nemde 21 gün kurutulmuştur.

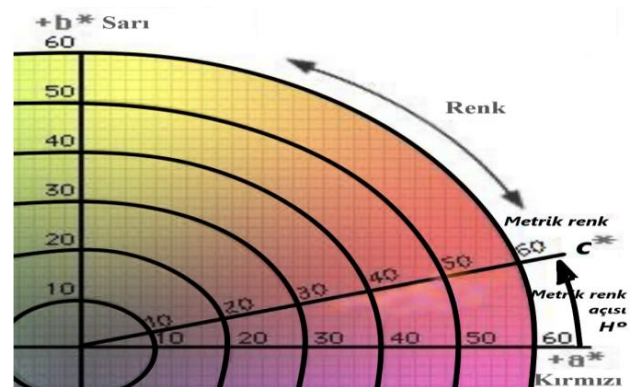
2.2.2. Renk ölçümü

Ölçümlerde ASTM D2244 esaslarına göre, Şekil 1' de gösterilen Minolta CR-231 renk ölçüm aygıtı kullanılmıştır (ASTM D2244, 2007).

L* a* b* renk uzayının +a*, +b* kısmının renklilik diyagramı Şekil 2' de verilmiştir (Konica Minolta, Inc., 2007).



Şekil 1. Minolta CR-231 Renk ölçüm aygıtı



Şekil 2. L*a*b* renk uzayının +a*, +b* kısmının renklilik diyagramı

1976'da Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE), CIELAB olarak da bilinen $L^*a^*b^*$ renk alanını tanımlamıştır. Bu renk alanı ahşap rengini ölçmek için en popüler olanıdır ve tüm alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. CIEL $^*a^*b^*$ renk alanında; L^* parlaklığı, a^* ve b^* renklilik koordinatlarını, c^* metrik rengi ve H° ton açısını gösterir. ($L^*=0$, siyah), ($L^*=100$, beyaz), ($+a^*$, kırmızı), ($-a^*$, yeşil), ($+b^*$, sarı), ($-b^*$, mavi) yön ekseninde yer almaktadır. Metrik renk (c^*) değeri merkezde sıfırdır, merkezden uzaklaştıkça ve (a^*) ile (b^*) değerleri arttıkça, (c^*) artar. Ton açısı (H°), ($+a^*$) ekseninde başlangıç olarak tanımlanır ve ($+a^*$)' da 0° , ($+b^*$)' da 90° , ($-a^*$)' de 180° , ($-b^*$)' de 270° olarak ifade edilmektedir (Konica Minolta, Inc., 2007).

Kahverengi rengin sarı renk tonunun (b^*) değişimini belirlemek amacıyla, değişken nicelik Δb^* ($\Delta b^* = \text{Vernikleme sonrası } b^* - \text{Renklendirme sonrası } b^*$) olarak hesaplanmıştır. Δb^* değerinin az olması örnek rengin sarı renk tonunun değişmediği veya çok az değiştiği anlamına gelmektedir.

2.2.3. Verilerin değerlendirilmesi

İstatistiksel değerlendirmelerde (Δb^*) fark değerleri veri olarak alınıp Mstat-C istatistik programı kullanılmıştır. Çok faktörlü varyans analizi (MANOVA) uygulanmış F testine göre gruplar arası fark önemli olduğunda, Duncan testiyle ortalama değerler arasındaki fark karşılaştırılmış, faktörler arasındaki başarı sıralaması, en küçük önemli fark (Lsd) kritik değerine göre homojenlik gruplarına ayrılarak belirlenmiştir.

3. Bulgular ve tartışma

3.1. Sarı renk tonu değişimi (Δb^*)

Subazlı vernikler ve su çözücülü renk pigmentlerinin etkileşimini saptamak amacıyla, vernikleme sonrası ve renklendirme sonrası yapılan ölçümlerde bulunan sarı renk tonu değerleriyle bunların farklarına ait aritmetik ortalamalar Çizelge 5' te gösterilmiştir.

Çizelgeye göre; sarı renk değerleri ahşap türü, boya ve vernik çeşidine göre farklı bulunmuştur. Farklılıkların kaynağını saptamak için yapılan çoklu varyans analizi Çizelge 6' da gösterilmiştir.

Varyans analizinde, ahşap, boya, vernik ile bunların karşılıklı etkileşimleri istatistiksel anlamda önemli çıkmıştır ($P \leq 0.05$).

Ahşap, boya, vernik düzeyinde Duncan testi karşılaştırmaları Çizelge 7' de gösterilmiştir.

Çizelge 7 incelendiğinde; En fazla sarı renk tonu değişimi ahşap türü düzeyinde kayında, boya çeşidi düzeyinde hazır karışımda, vernik çeşidi düzeyinde tek bileşenli bulunurken, en az sarı renk tonu değişimi sarıçamda, anilin boyada ve iki bileşenli tespit edilmiştir.

Ahşap-boya, ahşap-vernikleme düzeyinde Duncan testi karşılaştırmaları Çizelge 8' de gösterilmiştir.

Çizelge 5. Sarı renk tonu (b^*) vernikleme sonrası renklendirme sonrası ölçümleri ile bunların farklarına ait ortalamalar

Ahşap türü	Vernik çeşidi	Boya çeşidi	Vernikleme sonrası	Renklendirme sonrası	Fark
Kayın	Tek bileşenli	Anilin	12.29	10.24	2.05
		Hazır karışım	20.50	10.75	9.75
		Kimyasal	30.00	19.92	10.08
	İki bileşenli	Anilin	18.04	11.75	6.29
		Hazır karışım	25.82	11.23	14.59
		Kimyasal	26.34	20.65	5.69
Meşe	Tek bileşenli	Anilin	24.06	15.08	8.98
		Hazır karışım	22.12	11.81	10.31
		Kimyasal	28.52	18.68	9.84
	İki bileşenli	Anilin	21.02	15.09	5.93
		Hazır karışım	12.85	10.21	2.64
		Kimyasal	26.73	19.02	7.71
Sarıçam	Tek bileşenli	Anilin	11.30	10.88	0.42
		Hazır karışım	24.19	15.46	8.73
		Kimyasal	35.27	25.33	9.94
	İki bileşenli	Anilin	16.40	12.56	3.84
		Hazır karışım	23.08	16.24	6.84
		Kimyasal	34.15	26.36	7.79

Çizelge 6. Sarı renk tonu değişimine ait varyans analizi

Faktör	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	$P \leq 0,05$
Ahşap türü (A)	2	105.160	52.580	10.2472	0.0001*
Boya çeşidi (B)	2	667.317	333.659	65.0265	0.0000*
Etkileşim (AB)	4	549.705	137.426	26.7829	0.0000*
Vernik çeşidi (C)	1	42.798	42.798	8.3408	0.0044*
Etkileşim (AC)	2	270.029	135.015	26.3129	0.0000*
Etkileşim (BC)	2	155.040	77.520	15.1079	0.0000*
Etkileşim(ABC)	4	299.431	74.858	14.5890	0.0000*
Hata	162	831.241	5.131		
Toplam	179	2920.720			

*: Fark, 0.05'e göre önemli

Çizelge 7. Ahşap, boya, vernik çeşidi Duncan testi karşılaştırmaları

Ahşap türü	Kayın		Meşe		Sarıçam	
	X	Hg a^*	X	Hg a	X	Hg b
Boya çeşidi	Hazır karışım		Kimyasal		Anilin	
	X	Hg a^*	X	Hg a	X	Hg b
	8.813		8.510		4.585	
LSD : ± 0.8161						
Vernik çeşidi	Tek bileşen			İki bileşen		
	X	Hg a^*	X	Hg b	X	Hg b
	7.790		6.815			
LSD : ± 0.6663						

X: Aritmetik ortalama Hg: Homojenlik grubu, *: Sarı tonda en fazla artış

Çizelge 8. Ahşap-boya, ahşap-vernük etkileşimi Duncan testi karşılaştırmaları

Ahşap türü	Boya çeşidi						Vernük çeşidi			
	Anilin		Hazır karışım		Kimyasal		Tek bileşen		İki bileşen	
	X	Hg	X	Hg	X	Hg	X	Hg	X	Hg
Kayın	4.170	d	12.170	a*	7.892	bc	7.294	b	8.859	a
Meşe	7.455	bc	6.481	c	8.773	b	9.712	a*	5.427	c
Sarıçam	2.132	e	7.789	bc	8.866	b	6.365	bc	6.159	bc
LSD : ± 1.413						LSD : ± 1.154				

X: Aritmetik ortalama Hg: Homojenlik grubu * : Sarı tonda en fazla artış

Çizelge 8 incelendiğinde; Ahşap-boya etkileşimi düzeyinde, Kayın odununda sarı renk tonundaki değişimi 4.170 değeri ile en az anilin boya yaparken, en fazla 12.170 değeri ile hazır karışım boya yapmıştır. Meşe odununda sarı renk tonundaki değişimi 6.481 değeri ile en az hazır karışım boya yaparken, en fazla 8.773 değeri ile kimyasal boya yapmıştır. Sarıçam odununda sarı renk tonundaki değişimi 2.132 değeri ile en az anilin boya yaparken, en fazla 8.866 değeri ile kimyasal boya yapmıştır. Bu sonuçlara göre en fazla sarı renk tonu değişimi hazır karışım boyayla renklendirilmiş kayında, en az anilin boyayla renklendirilmiş sarıçamda elde edilmiştir. Kimyasal boyalı sarıçam ve meşe arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Ahşap-vernük etkileşimi düzeyinde, Kayın odununda sarı renk tonundaki değişimi 7.294 değeri ile en az tek bileşenli vernük yaparken, en fazla 8.859 değeri ile iki bileşenli vernük yapmıştır. Meşe odununda sarı renk tonundaki değişimi 5.427 değeri ile en az iki bileşenli vernük yaparken, en fazla 9.712 değeri ile tek bileşenli vernük yapmıştır. Sarıçam odununda sarı renk tonundaki değişimi 6.159 değeri ile en az iki bileşenli vernük yaparken, en fazla 6.365 değeri ile tek bileşenli vernük yapmıştır. Bu sonuçlara göre en fazla sarı renk tonu değişimi tek bileşenli vernükli meşede bulunmuştur. Tek bileşen ve iki bileşenli vernükli sarıçam arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır.

Boya-vernük etkileşimi düzeyinde Duncan testi karşılaştırmaları Çizelge 9' da gösterilmiştir.

Çizelge 9 incelendiğinde; anilin boyada sarı renk tonundaki değişimi 3.817 değeri ile en az tek bileşenli vernük yaparken, en fazla 5.354 değeri ile iki bileşenli vernük yapmıştır. Hazır karışım boyada sarı renk tonundaki değişimi 8.027 değeri ile en az iki bileşenli vernük yaparken, en fazla 9.598 değeri ile tek bileşenli vernük yapmıştır. Kimyasal boyada sarı renk tonundaki değişimi 7.065 değeri ile en az iki bileşenli vernük yaparken, en fazla 9.956 değeri ile tek bileşenli vernük yapmıştır. Hazır karışım ve kimyasal boya üzerindeki iki bileşenli vernük arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Bu sonuçlara göre en fazla sarı renk tonu değişimi kimyasal boya üzerindeki tek bileşenli vernükte, en az anilin boya üzerindeki tek bileşenli vernükte elde edilmiştir.

Ahşap-boya-vernük etkileşimi düzeyinde Duncan testi karşılaştırmaları Çizelge 10' da gösterilmiştir.

Çizelge 10 incelendiğinde; en fazla sarı renk tonu değişimi hazır karışım boyalı iki bileşenli vernükli kayında görülürken, en az anilin boyalı tek bileşenli vernükli sarıçamda elde edilmiştir.

Ahşap-boya-vernük etkileşimi düzeyinde sarı tondaki değişim Şekil 3'de gösterilmiştir.

Çizelge 9. Boya-vernük etkileşimi Duncan testi karşılaştırmaları

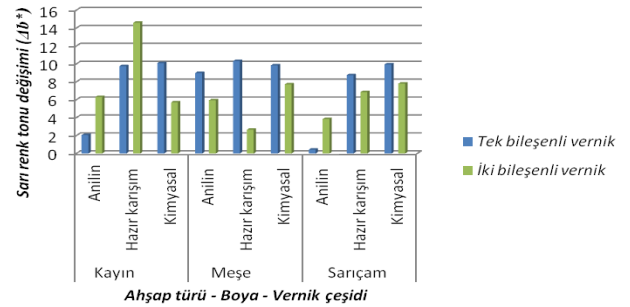
Boya çeşidi	Vernük çeşidi			
	Tek bileşen		İki bileşen	
	X	Hg	X	Hg
Anilin	3.817	d	5.354	c
Hazır karışım	9.598	a	8.027	b
Kimyasal	9.956	a*	7.065	b
LSD : ± 1.154				

X: Aritmetik ortalama Hg: Homojenlik grubu * : Sarı tonda en fazla artış

Çizelge 10. Ahşap-boya-vernük etkileşimi Duncan testi karşılaştırmaları

Ahşap türü	Boya çeşidi	Vernük çeşidi			
		Tek bileşen		İki bileşen	
		X	Hg	X	Hg
Kayın	Anilin	2.047	ij	6.293	fg
	Hazır karışım	9.744	bc	14.59	a*
	Kimyasal	10.09	b	5.694	gh
Meşe	Anilin	8.979	bcd	5.930	fg
	Hazır karışım	10.32	b	2.641	i
	Kimyasal	9.836	b	7.710	def
Sarıçam	Anilin	0.4250	j**	3.838	hi
	Hazır karışım	8.729	bcde	6.849	efg
	Kimyasal	9.942	b	7.790	cdef
LSD : ± 1.999					

X: Aritmetik ortalama Hg: Homojenlik grubu * : Sarı tonda en fazla artış, ** : Sarı tonda en az artış



Şekil 3. Ahşap-boya-vernük etkileşimi düzeyinde sarı tondaki değişim

4. Sonuç ve öneriler

Kahverengi rengin sarı renk tonunda su bazlı vernükler artışa sebep olmuştur. Ahşap türü olarak sarı renk tonunda en az artış, iki bileşenli vernükli meşe ve sarıçamda, tek bileşenli vernükli kayında, boya çeşidi olarak iki bileşenli vernükli hazır karışım ve kimyasal boyada, tek bileşenli vernükli anilin boyada görülmüştür. Literatürde, değişik özelliğe sahip vernüklerin, çeşitli ahşap boya ile renklendirilen yüzeylerde renk değiştirici etki yaptıkları bildirilmiştir (Çakıcıer, 1994).

Anilin boya+tek bileşenli vernük ve anilin boya+iki bileşenli vernük, üç ahşap türünde diğer boya+vernük etkileşimlerine göre daha az sarı renk tonunda artışa sebep olmuştur. Bu durum, anilin boya ve vernüklerin bazik özellikte olmasından kaynaklanabilir. Nitekim literatürle ve Çizelge 4' de verilen anilin boya ve vernüklerin pH değerleri ile uyumaktadır (Yalınkılıç, 2008). Kimyasal boya+tek bileşenli vernükün, üç ahşap türünde diğer boya+vernük etkileşimlerine göre daha fazla renk değiştirici etki yaptığı belirlenmiştir. Bu durumun kimyasal boyanın üst yüzey

kalite kriterleri arasında yer alan homojen renklenme yapmasından (Sönmez, 2005) ve kimyasal boya ile tek bileşenli verniğin üretiminde kullanılan kimyasalların farklılığından kaynaklandığı söylenebilir. Literatürde, ahşap ürün yüzeyini kaplayan verniklerin içeriğindeki kimyasalların farklılığından dolayı değişik özellikte oldukları bildirilmiştir (Sönmez, 1989).

En çok hazır karışım boyanın sarı renk tonu değişimini artırdığı belirlenmiştir. Bu durumun hazır karışım boyanın ambalaj viskozitesinde kullanılmasından kaynaklandığı söylenebilir. Hazır karışım boyanın belli oranda su ile karıştırılarak kullanılması önerilebilir. Sarıçamın ise en az değişim göstermesi, kayın ve meşeye göre odununun açık renkli olmasından kaynaklanabilir.

Sonuç olarak, örnek renk olarak seçilen kahverengi rengin sarı tonunun değişmesinin istenmediği ahşap ürün üretiminde, anilin boya ile renklendirilmiş tek bileşenli vernikle kaplanmış sarıçam ahşabın kullanılması önerilebilir. Ahşap olarak kayın ve meşe, boya olarak kimyasal ve hazır karışım boya, vernik olarak iki bileşenli verniğin endüstriyel ahşap ürün tasarımı ve üretiminde kullanılmaları durumunda, sarı renk tonu değişiminde meydana gelecek farklılığın dikkate alınması bu bakımdan önem arz etmektedir.

Boyaların belli oranlarda karışımlarıyla elde edilen değişik tonlardaki kahverengi rengin ve farklı renklerin değişik tonlarının ahşap malzeme yüzeylerindeki renk özellikleri üzerinde çalışılması önerilebilir. Nitekim literatürde, kahverengi rengin ahşap boyamada en çok kullanılan renk olduğu, temel eriyik olarak hazırlanmasının yararlı olduğu, kahverengi boya sıvısına kırmızı, yeşil, mavi, sarı, siyah konularak çok değişik tonlarda kahverengi renk elde edilebildiği bildirilmiştir (Şanvar, 2001).

Farklı yapıdaki verniklerin, ahşap malzeme yüzeylerindeki renk ve parlaklık özellikleri üzerinde çalışılması önerilebilir. Literatürde, ahşap ürün yüzeyini kaplayan verniklerin içeriğindeki kimyasalların farklılığından dolayı değişik özellikte oldukları (Sönmez, 1989), değişik özelliğe sahip verniklerin, çeşitli ahşap boyaları ile renklendirilen yüzeylerde renk değiştirici etki yaptıkları bildirilmiştir (Çakıcıer, 1994).

Etik standartların beyanı

Bu makalenin yazarları çalışmalarında kullandıkları materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel bir izin gerektirmediğini beyan ederler.

Kaynaklar

- ASTM-D 2244, 2007. Standard practice for calculation or color tolerances and color differences from Instrumentally measured color coordinates, American Society for Testing and Materials.
- ASTM-D 3023, 1998. Standart practice for resistance of factory applied coatings on wood products of stain and reagents, American Society for Testing and Materials.
- ASTM-E 1347-97, 2005. Standart metod of color differents measurement by tristumulus (filter) colorimetry, 1-5, American Society for Testing and Materials.
- Budakçı, M., 2003. Pnömatik adezyon deney cihazı tasarımı, üretimi, ahşap verniklerinde denenmesi. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Çakıcıer, N., 1994. Ağaç yüzeylerde kullanılan verniklerin suyla eritilen ağaç boyalarının renginde yaptığı değişiklikler. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çolakoğlu, M.H., 2006. Imersol-AQUA ile emprenye etmenin masif ağaç malzeme ve verniklerde sarı renk tonuna etkisi. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 30: 295 – 304.
- Delikan, A.B., 2001. Değişik ağaç türleri üzerinde farklı boyalar uygulayarak, hızlandırılmış solma deneyleri. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Grekin, M., 2007. Color and color uniformity variation of scots pine wood in the air-dry condition. Wood and Fiber Science, 39: 279-290.
- Janin, G., Gonzalez, J., Ananias, R., Charrier, B., Fernandes, G. da S., Dilem, A., 2001. Aesthetics appreciation of wood colour and patterns by colorimetry, Part 1. Colorimetry theory for the CIELab system. Maderas. Ciencia y Tecnología, 3(1-2): 03-13.
- Keskin, H., Atar, M., 2007. Impacts of impregnation with timbercare aqua on the red and yellow color tone of some woods and varnishes. Journal of Polymer Science (JAPS), 106 (6): 3952-3957.
- Konica Minolta, Inc., 2007. Precise color communication: Color control from perception to instrumentation, part I, 18-20, https://www.konicaminolta.com/instruments/knowledge/color/pdf/color_communication.pdf, Erişim: 10.10.2020.
- Söğütü, C., Sönmez, A., 2006. Değişik koruyucularla işlem görmüş bazı yerli ağaçlarda UV ışınlarının renk değiştirici etkisi. Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, 21(1): 151-159.
- Sönmez, A., 1989. Ağaçtan yapılmış mobilya üst yüzeylerinde kullanılan verniklerin önemli mekanik, fiziksel, kimyasal etkilere karşı dayanıklılıkları. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Sönmez, A., 2005. Ağaçlarında Üstyüzey İşlemleri-I, Hazırlık ve Renklendirme (Düzeltilmiş, Genişletilmiş II. Baskı). Cem Web Ofset, 4-7-66-68-74-75-80-83-84-88, Ankara.
- Sönmez, A., Budakçı, M., Delikan, A.B., 2003. Ahşap boyalarıyla renklendirilmiş ağaç malzemede renk değişimleri. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 16(4): 769-777.
- Şanvar, N., 2001. Ağaçları Üstyüzey İşlemleri. Milli Eğitim Basımevi, 4. Baskı, 103-104-120, İstanbul.
- Şanvar, N., Zorlu, İ., 1999. Ağaçları Gereç Bilgisi. Milli Eğitim Basımevi, 7. Baskı, 63-64, İstanbul.
- Temiz, A., Yıldız, U.C., Aydın, I., Eikenes, M., Alfredsen, G., Çolakoglu, G., 2005. Surface roughness and color characteristics of wood treated with preservatives after accelerated weathering test. Applied Surface Science, 250(1-4): 35-42.
- TS 53, 1981. Odunun fiziksel özelliklerinin tayini için numune alma, muayene, deney metotları, TSE., Ankara.
- TS 2470, 1976. Odunda fiziksel, mekaniksel deneyler için numune alma metotları ve genel özellikleri, TSE., Ankara.
- TS 2471, 1976. Odunda fiziksel, mekaniksel deneyler için rutubet miktarı tayini, TSE., Ankara.
- Uysal, B., Peker, H., Atar, M., 1998. Açık hava şartlarının emprenyelenmiş, verniklenmiş ağaç malzeme yüzeyindeki renk değişikliğine etkileri. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Teknoloji Dergisi, 1(1): 66-77.
- Yalınkılıç, A.C., 2008. Ağaç malzemede su bazlı verniklerle su çözücülü ağaç boyası etkileşiminin kahverengi renk tonuna etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yalınkılıç, A.C., 2013. Isıl işlemli ağaç malzemenin mobilya üretiminde uygunluğunun araştırılması ve geliştirilmesi. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Farklı mol oranlarıyla sentezlenen üre reçinelerinin yüksek yoğunlukta lif levhaların (HDF) fiziksel özelliklerine ve formaldehit emisyonuna etkisi

Osman Çamlıbel^{a,*} 

Özet: Yaşam alanlarının vazgeçilmez ürünü yüksek yoğunlukta lif levha (HDF) bazlı ve türevi ürünlerin (laminant parke türevleri vb.) hammaddesi HDF levhalarıdır. HDF levhalarının fiziksel test değerleri ilgili standart değerlerde ve formaldehit emisyonun E1 veya E0 olması hedeflenmiştir. Bu çalışmada, yüksek yoğunlukta lif levha üretim hattında %50 sarıçam (*Pinus sylvestres* L.), %30 göknar (*Abies nordmanniana* L.), %20 kayın (*Fagus orientalis* L.). Üretim hattında üç farklı mol üre-formaldehit reçinesi (R; 1.17, X; 0.98 ve Y; 0.88) kullanılarak 7.7mmx2100mmx2440mm HDF levhalar üretilmiştir. Proseste üretim parametreleri sabit kalmıştır. Tek değişken üç farklı mol oranlarında kullanılan üre formaldehit tutkalı olmuştur. Sıcak pres parametrelerinden pres hızını 950 mm/sn ve pres sıcaklığını 215°C ve 60 saniye presleme süresi parametrelerinde üretim gerçekleştirilmiştir. Üretilen R, X, Y HDF levhaların; fiziksel testlerine (kalınlığına, yoğunluğuna, levha rutubetine, 24 saat suda kalınlığına şişme ve 24 saat su alma) ve formaldehit gaz emisyonuna bakılmıştır. Her bir test grubundan beş levha ölçülmüştür. HDF levhalarının fiziksel özellikleri, özgül ağırlığı R;874 kg/m³, X;881 kg/m³ ve Y;860 kg/m³, kalınlığına suda şişmesi 24 saat R; %17.79, X; %19.65 ve Y; %19.08, 24 saat su alma R; %19.65, X; %19.09 VE Y; %22.42 ölçülmüştür. Formaldehit gaz emisyon değerleri R; 14.96, mg/100g. X; 8.28 mg/100g ve Y; 6.79 mg/100g analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda (R;1.17, X;0.98 ve Y;0.88) mol üre formaldehit kullanarak üretilen HDF levhalarına hem fiziksel test sonuçları hemde formaldehit gaz emisyonu sonuçlarına göre farklılıklar ortaya konulmuştur.

Anahtar kelimeler: HDF, Fiziksel özellikler, Üre formaldehit, Mol oranı, Formaldehit emisyonu

The effect of urea resins synthesized with different mole ratios on physical properties of high density fiberboards (HDF) and formaldehyde emission

Abstract: The indispensable product of living spaces, the raw material of high density fiberboard (HDF) based derivative products (laminant flooring derivatives, etc.) are HDF boards. The test values (physical and formaldehyde emission properties) of HDF boards are targeted both physical properties and formaldehyde emission E1 or E0 standard. In this study, 50% yellow pine (*Pinus sylvestres* L.), 30% fir (*Abies nordmanniana* L.), 20% beech (*Fagus orientalis* L.) were used biomass. HDF boards of 7.7mmx2100mmx2440mm were produced on the production line which using three different moles of urea-formaldehyde resins (R; 1.17, X; 0.98 and Y; 0.88). Production parameters remained constant in the HDF line process and the only variable were urea formaldehyde resins used in three different molar ratios. The productions were manufactured in pressing speed of 950 mm/second and pressing temperature 215°C and 60 seconds pressing time in the continue hot press. R, X, Y HDF boards produced; physical tests (thickness, density, board moisture, 24 hours Thickness-swelling and 24 hours water absorption) and formaldehyde gas emissions were analysed which was five boards were measured from each test group. Physical properties of HDF boards were measured which was the density of boards (R; 874 kg/m³, X; 881 kg/m³ and Y; 860 kg/m³) Thickness swelling of boards at 24 hours (R; 17.79%, X; 19.65% and Y; 19.08%) water absorption of boards at 24 hours (R; 19.65%, X; 19.09% and Y; 22.42%). Formaldehyde gas emission result of HDF boards were analysed (R; 14.96, mg/100g. X; 8.28 mg/100g and Y; 6.79 mg/100g). As a result of the study, differences were determined according to both physical test results and formaldehyde gas emission results for HDF boards produced.

Keywords: HDF, Physical properties, Urea formaldehyde, Moles ratio, Formaldehyde emission

1. Giriş

Amino bazlı reçineler özellikler üre formaldehit reçineleri odun bazlı levha ürünlerinin üretiminde çok önemli bağlayıcılardır. Yüksek yoğunlukta lif levhalar (HDF) büyük çoğunluğu iç mekanlarda HDF laminant olarak zemin kaplamada kullanılmaktadır. HDF laminantlar iç mekân tasarımlarının zemin döşemesinde vazgeçilmez önemli bir üründür.

Bu çalışmada HDF levha üretiminde üç farklı mol oranlarında üre formaldehit (ÜF) reçinesi kullanılmıştır. Üretilen HDF levhalarının bazı fiziksel özellikleri yönüyle araştırılmıştır. Eroğlu ve Usta (2000) yaptığı çalışmada, serbest formaldehitin odun bazlı levhalardan açığa çıkma biçimi üzerine çalışmışlardır. Araştırmacıların çalışmasına göre, serbest formaldehit ilk sıcak preslemeden sonra ikincisi kullanım yerlerinde de açığa çıktığını açıklamışlardır. Grigsby vd. (2004) yaptıkları çalışmada, orta yoğunlukta lif levha (MDF) levhasını oluşturan liflerin

✉ ^a Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale Meslek Yüksekokulu, Mobilya ve Dekorasyon Programı, Kırıkkale

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): osmancamlibel@kku.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 26.06.2020, **Accepted** (Kabul tarihi): 30.09.2020



Citation (Atıf): Çamlıbel, O., 2020. Farklı mol oranlarıyla sentezlenen üre reçinelerinin yüksek yoğunlukta lif levhaların (HDF) fiziksel özelliklerine ve formaldehit emisyonuna etkisi. Turkish Journal of Forestry, 21(4): 49-55. DOI: [10.18182/tjf.758505](https://doi.org/10.18182/tjf.758505)

dağılımını analiz etmişler ve azot içerikli üre formaldehiti liflere kaplayarak x ışını foto elektron spektroskopisi yöntemi ile analizini gerçekleştirmişlerdir. Çalışmalarına göre, lif yüzeyine kaplanan reçine, parafin içeriği, reçine sprey damlacık boyutu ve reçine püskürtme memesinin blowline'daki konumu üzerine çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir. Angelatos (2004) yaptığı çalışmada, üre formaldehit (ÜF), melamin formaldehit (MF) ve melamin üre formaldehit (MUF) tutkallarının kimyasal yapıları üzerine çalışmıştır. Araştırmaya göre, reçine sentezleme sürecinde metilasyon aşamasından sonra melamin ve ürenin birlikte yoğunlaşmayıp ağırlıklı olarak melamin ve ürenin kendi kendine yoğunlaştığını ifade etmiştir.

Xing vd. (2004) yaptıkları çalışmada, MDF üretim hattında, reçine hazırlama ile sıcak pres arasında geçen safhada reçinenin ön kürleşme derecesi tespit etmek amacıyla, levhanın çekme mukavemeti üzerine etkisi ve diferansiyel tarama kalorimetrisi yöntemiyle araştırmışlardır. Araştırma sonucuna göre, çekme mukavemeti ile diferansiyel tarama kalorimetrisi arasında reçine ön kürleşme derecesi ile doğrusal bir ilişki olduğunu göstermişlerdir. Kim ve Kim (2005) yaptıkları çalışmada, üre formaldehit, melamin formaldehit ve melamin üre formaldehit reçineleri ile üretilen MDF levhalarının formaldehit gaz emisyonları TS 4894 EN 120 (1999), JIS 5908 (1994) ve gaz kromatografisi yöntemine göre analiz etmişlerdir. Analiz sonucuna göre, ÜF reçinesinin içerisinde melamin ilave edildikçe formaldehit gaz emisyonunun azaldığını ifade etmişlerdir. Mansouri ve Pizzi (2006) yaptıkları araştırmada, üre formaldehit reçinesine az miktarda propanal eklenerek polikondenzasyon işlemi gerçekleştirmişlerdir. Üre formaldehit propanal (ÜFP) reçinesinin su toleransı analizi yapılmıştır. UFP reçinesi ile üretilen levhanın kalınlığına şişme testi yapılmıştır.

California Hava Kaynakları Kurulu (CARB, 2007) standardı, kompozit ahşap panel ürünlerdeki formaldehit emisyon seviyesi ile ilgilidir. California Hava Kaynakları Kurulu tarafından ahşap esaslı panel ürünlerinden salınan formaldehit gaz emisyonunun seviyeleri ile ilgili geliştirdikleri standartlar ile CARB I ve CARB II açıklamışlardır. Kurul (CARB, 2007), kompozit ahşap ürünlerden yayılan formaldehit miktarını sınırlayan bir yönetmeliği kabul etmişlerdir. Louis Cyr vd. (2008) yaptıkları çalışmada, gerçek ölçekte MDF üretim hattında deneylerini gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacıların çalışmalarına göre, rafiner ünitesi blowline hattında kırmızı parlak boyayı tutkal liflerine püskürtmüşlerdir. Üre melamin formaldehit reçinesinin lif içindeki dağılımını konforal lazer tarama mikroskobu ile araştırmışlardır. Bu araştırma sonucunda; tutkalın lifleri %22.5 oranında homojen kapladığını ifade etmişlerdir. Liflerdeki kayıp reçineler ise lif üzerindeki lümen, çukurlar ve çatlaklar tarafından absorbe edildiğinin açıklamışlardır. Park vd. (2009) yaptıkları çalışmada, üre formaldehit reçinesindeki formaldehitin mol oranına etkisi üzerine araştırma yapmışlardır. Üre formaldehit tutkalına melamin eklendikçe üre melamin formaldehit tutkalında (UMF) düşük hidrolitik stabilite sağlandığını açıklamışlardır. Araştırma sonucunda, kürlenmiş UMF reçinesinin asit hidrolizine karşı performans gösterimini göstermiştir.

Kim (2009) yaptığı çalışmada, mobilya malzemesi olarak kullanılan orta yoğunlukta lif levhaların (MDF) içindeki formaldehit gaz emisyonunu ve uçucu bileşikleri

(VOC) azaltmak amacıyla ponza mineralini formaldehit tutucu olarak kullanmışlardır. Üretilen levhaların fiziksel, mekanik özellikleri ve formaldehit gaz analizini (küçük chamber yöntemi) yapmışlardır. Ponza mineralinin formaldehit gazını tutma performansını ölçmüşlerdir. Alpar vd. (2010) yaptıkları çalışmada; MDF/HDF üretim prosesinde kullanılacak ağaç türlerini araştırmak amacıyla; I214 kavak, kavak türleri, kara keçi boynuzu, kara çam ağaçları kullanarak laboratuvar ortamında MDF üretmişlerdir. Üretilen levhaların fiziksel ve mekanik testlerini yapmışlardır. Testlerde sadece çekme dışında tüm testler araştırmacıların beklentilerini karşılamıştır. Despres vd. (2010)'nin araştırmalarında, amino reçinesine yeni renksiz, toksit içermeyen, uçucu olmayan aldehit, dimetoksietanal (DME) üre reçinesine katarak levhalar üretmişlerdir. Dimetoksietanal, formaldehite göre daha düşük reaktivite göstermiştir. Ürettikleri levhaların formaldehit gaz performansını test etmişlerdir. Park ve Jeong (2011) yaptıkları çalışmalarında, mol oranı yüksek üre formaldehit reçinesi (F/Ü: 1.6 ile 1.4) ile düşük mol üre formaldehit reçinesi (F/Ü: 1.2 ile 1.0) kürleşme esnasında üre formaldehit reçinelerine etki eden faktörleri analiz etmişlerdir. Araştırmaya göre; üre formaldehit reçine üretiminde, formaldehit katılımı azaldıkça reçinenin amorf ve kristalin bölgesindeki hidrolitik dengenin daha stabil olduğunu ifade etmişlerdir. ÜF reçinesinin kürleşme sıcaklığı, kürleşme süresi artıca kristalin bölge yoğunluğu arttığını gözlemlemişlerdir. Ancak kristalin bölgedeki 2 teta açılardan dolayı sertleşme sıcaklığı, sertleşme süresi, sertleştirici tipi, sertleştirici miktarı bu bölgeye etki etmediğinin dolayısıyla reçinenin doğal formundan kaynaklandığını ifade etmişlerdir. Boran vd (2011) tutkal türlerinden, amino grubunu içerenlerin içinden üre formaldehit reçinesi; diğer amino grubu içeren reçine türlerine göre; üretim maliyeti daha düşük, reçine sertleşme zamanını değiştirilebilmesi, sıcak pres altında (sıcaklık, basınç) hızlı reaksiyona girebilmesi su toleransının yüksek olması, aşınmaya dirençli olması, mikroorganizmalara dayanıklı olması ve renksiz olmasıyla çok avantajlı bir üründür. Ancak bu reçinenin sertleşme sonrası formaldehit gazı açığa çıkması istenmeyen bir durum olduğunu ifade etmişlerdir.

Johnsson vd. (2011) yaptıkları çalışma, Jann ve Deppe (1990) tarafından geliştirilen $3 \leq$ levha rutubet içeriği $\leq 9\%$ 'a göre yongalevha ve lif levhalar (MDF)'in perforatör yöntemi ile ölçülen serbest formaldehit gaz analiz sonucunu levha rutubet değerine göre düzeltmek için geliştirilmiş bir yöntem ile alakalı metodu güncelleme üzerine çalışmışlardır. Martins vd. (2012) yaptıkları araştırmada, MDF yüzeyine doğal kayın kaplamasını üre formaldehit reçinesinin sıcak pres altında yapışma mukavemeti ile ilgilidir. Çalışma sonucunda, MDF levha yüzeyine yapıştırılan kayın kaplaması uzun presleme sonucunda yüzey sağlamlığında azalma olduğunu göstermişlerdir.

Grigsby ve Thumm (2012) çalışmalarında MDF üretim hattında, floresan boya katkılı üre formaldehit reçinesi ve parafin kullanarak odun hücresi boyunca dağılımı ve hareketliliği üzerine analiz yapmışlardır. Rafiner çıkışı blowline hattında üre formaldehit reçinesinin lif yüzeyine kaplanması ve lif life bağlanma derecesi reçine damlacık boyutu ile doğru orantılı olduğunu ifade etmişlerdir. Parafin türleri (emülsiyon parafini, hafif katı parafin) prosese verilmiş yerine göre farklılık olabildiğini açıklamışlardır.

Salem vd. (2012) yaptıkları çalışmalarında, çeşitli ahşap esaslı panel levhaların formaldehit emisyonu ve formaldehit içeriği yongalevha, orta ve yüksek yoğunlukta lif levha, kontrplak ve döşeme malzemeleri (HDF laminant, masif ahşap, masif bambu ve polivinil klorür) materyallerine; Avrupa küçük ölçekli chamber EN 717-1 (2004), gas analizi EN 717-2 (1994), Amerikan küçük ölçekli chamber (ASTM D 6007-02, 2002) ve perforator TS 4894 EN 120 (1999) yöntemlerine göre formaldehit gaz analiz testleri yapmışlar ve analiz sonuçlarına göre yöntemler arası korelasyon analizi göstermişlerdir. Roffael ve Behn (2012) yaptıkları çalışmada, yongalevha üretiminde kullanılan yüksek mol oranlı üre formaldehit reçinesini ile düşük mol üre formaldehit reçinesini levha oluşumuna etkileri ve çevre açısından serbest formaldehit gaz emisyonları hakkında çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir. Mao ve Kim (2013) yaptıkları araştırmasında, düşük mol içerikli üre formaldehit tutkalın yapısındaki metilen eter gruplarının odun bazlı kompozit levha ürünlerinde formaldehit gaz emisyonuna etki değeri üzerine çalışmışlardır. Çalışmanın sonucunda, üre formaldehit tutkalında metil eter gruplarının artması formaldehit emisyonunu artırma potansiyeli olduğunu ifade etmişlerdir. Costa vd. (2013) yaptıkları çalışmada, yongalevha üretiminde formaldehit tutucu olarak sodyum metabisülfid kullanmışlardır. Üre formaldehit farklı mol oranlarında ve melamin formaldehit farklı mol oranlarında sentezlenen reçinelere sodyum metabisülfid katılmıştır. Üretilen yongalevhaların fizikomekanik ve formaldehit gaz emisyonları test edilmiştir.

Grigsby vd. (2014) yaptıkları çalışmada, kürlenmiş reçinenin su ekstraksiyonu ile reçinenin hidrolitik dengesine etkisi üzerine araştırma yapmışlardır. MDF üretimi sırasında lif üzerinde çok aktif olan üre formaldehit reçinesini sertleşme sonucunda çapraz bağlı, reçine matrisine eksik katılımların olmasından dolayı ÜF reçinesinin kürlenmesi tamamlanamamaktadır. Araştırmaya göre su ile ekstraksiyonda %50-70 bağlanma kayıpları oluşabilmektedir. Mantanis vd. (2018) çalışmalarında, Avrupa, orta yoğunlukta lif levha (MDF) ve yönlendirilmiş yonga levha (OSB) de kullanılan yapıştırıcı üzerine çalışmışlardır. Araştırmaya göre kullanılan levhaların üretim maliyetini ve formaldehit gaz emisyonunu azaltma gerekliliğini ifade etmişlerdir.

Son yıllarda Türkiye'de MDF/HDF üretimi 4.910.000 m³/yıl Avrupa'da birinci sırada yer almaktadır. 2018 yılında Avrupa da MDF üretimi yaklaşık 17.764.338 m³/yıl olmuştur. Dünyada 99.443.242 m³/yıl MDF üretim gerçekleşmiştir (Foostat, 2020). Bu çalışmada, orta yoğunlukta lif levha üretim prosesinde, üretim parametreleri sabit kalarak, üç farklı mol oranlarında sentezlenen formaldehit bazlı üre reçinelerinin HDF levhalardaki performansı araştırılmıştır.

Bu çalışma sonucunda, farklı mol oranları ile sentezlenen reçineler ile üretilen levhaların TS EN standartların belirlediği kriterler içinde kalmak koşuluyla F:Ü; 0.98 mol üre formaldehit ve F:Ü; 0.88 mol üre formaldehit reçinesini hem fiziksel değerleri hemde formaldehit gaz salınımı test sonuçlarına göre HDF üretiminde kullanılması önerilebilir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Hammadde

Bu çalışmada; %50 sarı çam (*Pinus sylvestres* L), %30 göknar (*Abies nordmanniana* L), %20 kayın (*Fagus orientalis* L) kullanılmıştır. Bu odunlar Kastamonu Daday bölgesinden kastamonu organize sanayi bölgesinde özel bir MDF üretim tesisine getirilmiştir.

2.2. Tutkal

Üre formaldehit tutkalları Kastamonu Tutkal Üretim Tesisleri'nde üretilmiştir.

Tutkalların kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

2.3. Parafin

Parafin rengi kirli beyaz sıvıdır. Denizli ilinden faaliyet gösteren özel bir işletmeden tedarik edilmiştir. Parafinin kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

2.4. Sertleştirici

Üre formaldehit tutkalını sertleştirilmesinde katalizör olarak amonyum sülfat (NH₄)₂SO₄ kullanılmıştır. İstanbul'dan özel bir firmadan tedarik edilmiştir. Kullanılan katalizör %20'lik amonyum sülfat (NH₄)₂SO₄ solüsyondur. Sertleştiricinin kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1'de HDF üretiminde kullanılan tutkal türlerinin kimyasal özellikleri, parafinin kimyasal özellikleri ve sertleştiricinin kimyasal özellikleri verilmiştir.

2.5. Üretim parametreleri

Bu çalışmada uygulana üretim parametreleri Çizelge 2'de gösterilmiştir. Test grubundaki levhalar R, X, Y sembolü ile ifade edilmiştir. Üç farklı mol üre-formaldehit tutkalı (ÜF) R; 1.17, X; 0.98 ve Y; 0.88 mol üre-formaldehit tutkalı (ÜF) kullanılmıştır. Bu çalışmada deneme levhalar Kastamonu Entegre Ağaç San. Tic. AŞ Kastamonu MDF Tesislerinde üretim yapılmıştır.

Çizelge 1. HDF üretiminde kullanılan kimyasalların özellikleri

Özellikler	1.17 mol ÜF	0.98 mol ÜF	0.88 mol ÜF	Parafin	Sertleştirici
Katı madde	63±1	58±1	58±1	60	20
Yogunluk (20 °C g/cm ³)	1.227	1.227	1.227	0.96	0.95
Vizkosite (25°C cps) (sn)	20-35	15-35	15-35	13-23	-
Jelleşme zaman (100°C) (20% (NH ₄) ₂ SO ₄) (sn)	20-45	20-60	20-75	-	-
pH	7-8.5	7-8.5	7-8.5	9-10	6.5
Serbest formaldehit (%) maksimum	0.20	0.18	0.15	-	-
Metilol grup (%)	12-15	12-15	12-15	-	-
Raf ömrü (gün)	75	75	75	45	-

ÜF:Üre formaldehit

Çizelge 2. HDF üretim parametreleri

Testler	Üre formaldehit mol oranı (F: Ü)	Tutkal life göre tüketim (%)	Parafin life göre tüketim (%)	Pres süresi (sn)	Pres sıcaklığı (°C)	Pres hızı (mm/sn)	Levha ölçüleri (mm)
R	1.17	11	1.35	60	215	950	7.7x2100x2440
X	0.98	11	1.35	60	215	950	7.7x2100x2440
Y	0.88	11	1.35	60	215	950	7.7x2100x2440

R; 1.17 mol üre-formaldehit tutkalı, X; 0.98 mol üre-formaldehit tutkalı, Y; 0.88 mol üre-formaldehit tutkalı

2.6. HDF levhalarının üretimi

İlk olarak, sert ağaç ve yumuşak ağaç türleri Batı Karadeniz ormanlarından getirilmiştir. MDF üretiminde, çam, kayın ve göknar odunları hammadde olarak kullanılmış ve daha sonra bu türler yongalanmıştır. Üretim parametrelerine göre tek tek silolarda depolanmıştır. Cipsler, Andritz defibrilatöründe (2008 model; Andritz AG, Graz, Austria) 8.3 bar buhar basıncı içinde 186°C'de 3.5 dakika pişirildi. Reçineler ve diğer kimyasallar tutkal fabrikasında hazırlandı. HDF üretim hattındaki kimyasal tank depolarına sevk edildi. Bu çalışmada kullanılan 1.17 mol üre formaldehit tutkalı, 0.98 mol üre formaldehit tutkalı ve 0.88 mol üre formaldehit tutkalı ayrı ayrı tanklarda depolanmıştır. Daha sonra tanklarda depo edilen sıvı parafin, amonyum sülfat ve üre formaldehit üretim parametrelerine göre sırasıyla defibratör tarafından liflendirilmiş liflere blowline hattında üretime verilmiştir. Üre formaldehit kuru lif ağırlığına göre %11 oranında verilmiştir. Sertleştirici olarak amonyum sülfat kuru life ağırlıkça %0.72 kullanıldı. Parafin, kuru life ağırlıkça %1.35 olarak ilave edildi. Lifler kurutucuda %12 rutubete kadar kurutulmuştur. HDF levhalar sürekli sıcak preste üretilmiştir. Sürekli sıcak pres parametreleri; 215°C presleme hızı yaklaşık 950 mm/sn, pres faktörü yaklaşık 8.50 sn/mm presleme süresi boyunca uygulanmıştır. Levhaların boyutları 7.7mmx2100mmx2440mm boyutlarında kesilmiştir. Daha sonra, levhalar 5 gün boyunca ön depolamada dinlendirilmiştir. Levhalar burada iklimlendirilmiştir. Bu işlemden sonra panellerin üst ve alt yüzeyleri 40, 80, 120 kum zımpara kâğıdı ile zımparalanmıştır.

Levhalar 20±2 ve %65±5 bağıl nem (RH) koşullarında TS 642-ISO 554 (1997) standardına göre kondisyonlanmıştır. Testler üç farklı kademede Çizelge 2 parametrelerine göre üretilmiştir. HDF levhalar R (874 kg/m³), X (881 kg/m³) ve Y (860 kg/m³) hedef yoğunluğunda 7.7mmx2100mmx2440 mm boyutlarında sürekli sıcak preste üretilmiştir. Bu çalışmada HDF levhaların kalınlığı, yoğunluğuna, levha rutubeti, 24 saat kalınlığına suda şişme yüzdesine ve 24 saat su alma yüzdesine ve formaldehit gaz salınım performans testleri yapılmıştır.

Deneylerde üç farklı mol oranlarında (1.17, 0.98 ve 0.88) sentezlenen üre formaldehit tutkalı kullanılmıştır. Levhalar 7.7mmx2100mmx2440mm. boyutlarında HDF levhalar sonsuz bantlı sıcak pres MDF üretim hattında üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada toplam fiziksel ve formaldehit gaz emisyon testler dahil 90 tane ölçüm yapılmıştır.

Levhalara uygulanan testler; levhaların birim hacim ağırlığının tayini TS-EN 323 (1999), levhaların boyutlarının

tayini (kalınlık, genişlik ve uzunluğun) TS-EN 324-1 (1999), deney numunelerinin boyutlarının tayini TS-EN 325 (2008), levhalardan numune alma kesme ve muayene bölüm (deney numunelerinin seçimi, kesimi ve deney sonuçlarının gösterilmesi) tayini TS-EN 326-1 (1999), levhaların standart kondisyonlama tayini TS 642 ISO 554 (1997), levhaların su içerisine daldırma işleminden sonra kalınlığına şişme ve su alma tayini TS-EN 317 (1999), levhaların tarifleri, sınıflandırma ve sembolleri TS-EN 316 (2011) ve levha özellikleri (bölüm 1, genel özellikler) TS 64-1 EN 622-1 (2005), standartlarına göre testleri yapılmıştır. TS 4894 EN 120 (1999) ekstraksiyon metodu ile formaldehit miktarının tayini ölçülmüştür. Deney numunelerini ölçerken 0.01 mm duyarlı dijital mikrometre kullanılmıştır. Testlerde İmal IB700 laboratuvar (İmal Mobiltemp shc 22, model IB700, San Damaso, Italy) cihazı kullanılmıştır. Verilen istatistiksel analizde SSPS 22 paket programından yararlanılarak tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. ANOVA'da farklıların tespit edilmesi için post hoc testlerinden Duncan testi ile farklılıklar araştırılmıştır. Sonuçlar p<0.05'te istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Veriler tek yönlü varyans analizi ve Duncan (ANOVA) analizine göre istatistiki değerlendirmeler yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Fiziksel test sonuçları

Üç farklı mol ÜF reçinesi ile üretilen HDF levhalarının fiziksel testlerini sonuçları çizelge 3'de gösterilmiştir.

HDF levhalarının kalınlık ölçüm sonuçları çizelge 3'de gösterilmiştir. R levhasının kalınlığı 7.73 mm, X levhası 7.68 mm ve Y levhasının kalınlığı 7.68 mm ölçülmüştür. Ölçüm sonucunda HDF levhaların kalınlıkları birbirine yakın sonuçlanmıştır. İstatistiki ANOVA (Duncan) analiz sonucu gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Farklı mol oranlarında sentezlenen üre formaldehit tutkalı, levhaların kalınlıklarına etki etmediği sonucuna varılmıştır. HDF levhaların kalınlıkları fiziksel testlere ve formaldehit sonuçlarını etki etmeyeceği anlamına gelmektedir.

Yoğunluk değerleri Çizelge 3'de gösterilmiştir. R levhasında yoğunluğu 874.2 kg/m³ ölçülmüştür. X levhasının yoğunluğu 881.2 kg/m³ ve Y levhasının yoğunluğu 860.8 kg/m³ ölçülmüştür. Testlerdeki HDF levhaların yoğunlukları birbirine yakın ölçülmüştür. İstatistiki ANOVA (Duncan) test hesaplama sonucunda R, X ve Y arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Bu farklılık HDF üretimi esnasında tutkalın üre ve formaldehit mol oranından kaynaklanmaktadır. R levhası X levhasına göre yoğunluğu %0.79 azalırken Y levhasının yoğunluğuna göre %1.56 yoğunluğu fazla ölçülmüştür.

Çizelge 3. HDF levhaların fiziksel testlerinin performans sonuçları

Deneyler	Test	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	Ortalama için %95 güven aralığı**		Minimum	Maximum
					Alt sınır	Üst sınır		
Kalınlık (mm)	R	7.73 ^a	0.03	0.02	7.69	7.77	7.68	7.77
	X	7.68 ^a	0.07	0.03	7.59	7.78	7.59	7.79
	Y	7.68 ^a	0.04	0.02	7.63	7.74	7.62	7.74
Yoğunluk (kg/m ³)	R	874.2 ^b	3.77	1.69	869.52	878.88	868.00	87.00
	X	881.2 ^c	5.97	2.67	873.78	888.62	871.00	886.00
	Y	860.8 ^a	4.82	2.15	854.82	866.78	854.00	866.00
Levha Rutubeti (%)	R	7.64 ^a	0.16	0.07	7.45	7.84	7.45	7.85
	X	7.55 ^a	0.10	0.04	7.43	7.67	7.45	7.65
	Y	7.55 ^a	0.05	0.02	7.48	7.62	7.48	7.63
24 saat kalınlığına şişme (%)	R	17.79 ^a	0.42	0.19	17.28	18.32	17.10	18.20
	X	19.65 ^c	0.02	0.01	19.63	19.69	19.64	19.69
	Y	19.08 ^b	0.11	0.05	18.95	19.22	19.01	19.22
24 saat su alma (%)	R	19.65 ^b	0.14	0.06	19.48	19.83	19.48	19.82
	X	19.09 ^a	0.07	0.03	19.00	19.18	19.02	19.19
	Y	22.42 ^c	0.08	0.03	22.32	22.52	22.32	22.53

*Ortalama ANOVA için % 95 güven aralığı; a, b, c harfleri aynı harfle anlamlı olarak farklı değildir (Duncan testi)

Levhalarının rutubet ölçüm sonuçları çizelge 3'de gösterilmiştir. R levhasının rutubet değeri %7.64 X levhası rutubeti %7.55 ve Y levhasının rutubeti %7.68 ölçülmüştür. Ölçüm sonucunda HDF levhaların rutubetleri birbirine yakın sonuçlanmıştır. İstatistik ANOVA (Duncan) analiz sonucu gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. İstatistik sonuçlara göre levhaların rutubet sonuçları fiziksel testlere ve formaldehit gaz analiz sonuçlarını etkilemeyeceği anlamına gelmektedir.

Levhalarının 24 saat kalınlığına suda şişme ölçüm sonuçları çizelge 3'de gösterilmiştir. R levhasının kalınlığına şişme değeri %17.79 X levhası kalınlığına şişme değeri %19.65 ve Y levhası suda kalınlığına şişme değeri %19.08 ölçülmüştür. HDF levhaların suda kalınlığına şişme ölçüm sonuçları istatistik ANOVA (Duncan) analiz sonucuna göre gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Bu farklılık üretimde kullanılan üre formaldehit tutkalından kaynaklanmaktadır. Bu çalışmada tek değişken üre formaldehit tutkalıdır. R levhası X levhasına göre 24 saat suda kalınlığına şişme ölçüm sonucu %9.46 artmıştır. R levhası Y levhasının suda kalınlığına şişme sonucu %6.76 oranında artmıştır. Bu çalışmada X levhası en fazla kalınlığına su alan levhası olmuştur. R levhası en az kalınlığına şişme performansı sergilemiştir.

HDF levhalarının 24 saat su alma sonuçları çizelge 3'de gösterilmiştir. R levhasının su alma değeri %19.65, X levhası su alması değeri %19.09 ve Y levhası su alma değeri %22.42 ölçülmüştür. HDF levhaların su alma ölçüm sonuçları istatistik ANOVA (Duncan) analiz sonucuna göre gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Bu farklılık üretimde kullanılan ÜF tutkalından kaynaklanmaktadır. 24 saat su alma test performansına göre; R levhası X levhasına göre %2.96 azalmıştır. R levhası Y levhasının su alma test performansına göre %12.33 oranında artmıştır. Bu çalışmada X levha en az kalınlığına su alan performansı göstermiştir. Y levhası en kötü performans gösteren levha olmuştur. Mao ve Kim (2013) yaptıkları çalışmada ÜF reçinesini mol oranı azaldıkça levhalarda 24 saat suda kalınlığına şişme ve su alma performans değerlerini azaldığını ifade etmişlerdir. Mao ve Kim (2013) yaptıkları ÜF mol oranları ile ilgili çalışması bu çalışmanın verilerini desteklemektedir. Dazmire vd. (2019) yapılan çalışmada, MDF levhalarında, fiziksel testlerden 24 saatlik su alma ölçümü en yüksek

sonucu 1.9 mol oranında %17, 2.1 mol oranında %13 ve 2.3 mol oranında ise %15 ölçmüştür

R (F/Ü:1.17), X(F/Ü:0.98), Y(F/Ü:0.88), farklı mol oranlarında sentezlenen üre formaldehit tutkalından üretilen HDF levhalarının fiziksel testlerden 24 saat su alma ve 24 suda kalınlığına şişme ölçüm sonuçlarında değişiklik göstermektedir. Tutkalların formaldehit içeriğine 24 saat su alma ve 24 suda kalınlığına şişme performansları farklılık göstermiştir. 24 saat su alma test ölçüm sonucu Y>R>X olarak sıralanmaktadır. 24 suda kalınlığına şişme ölçüm sonucu X>Y>R şeklinde sıralanmıştır. Test sonucunda en az su alan ve en az kalınlığına şişme değeri R ve X ÜF tutkalla üretilen HDF levhalarında gerçekleşmiştir. Bu araştırma sonucunda üre formaldehit tutkalında formaldehit oranı artıkça levhaların fiziksel direnci artığı görülmektedir.

3.2. Formaldehit gaz emisyon sonuçları

Üç farklı mol ÜF reçinesi ile üretilen HDF levhalarının formaldehit gaz emisyon performans sonuçları çizelge 4'de gösterilmiştir.

HDF levhalarının formaldehit gaz emisyon test sonuçları Çizelge 4'de gösterilmiştir. R levhasının formaldehit gaz emisyon test sonucu 14.96 mg/100g, X levhası formaldehit gaz emisyon 8.28 mg/100g, Y levhasının formaldehit gaz emisyon test sonucu 6.79 mg/100g ölçülmüştür. Levhaların formaldehit gaz emisyon sonuçları istatistik ANOVA (Duncan) analiz sonucuna göre gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Bu farklılık üretimde kullanılan üre formaldehit tutkalının mol oranından kaynaklanmaktadır.

TS 4894 EN 120 (1999) perforatör yöntemine göre analizi yapılan levhaların birbirine göre performansı ölçülmüştür. Formaldehit gaz emisyonu X levhası R levhasına göre %80.64 daha az formaldehit gaz salınımı gerçekleştirmiştir. Y levhasında R levhasına göre %120.38 oranında en az formaldehit gaz emisyonu ölçülmüştür. Y levhası formaldehit gaz salınım performansı R levhasın göre %120.38 oranında azalmıştır. Bu çalışmada, Y levhasında en düşük formaldehit gaz emisyonu ölçülmüştür. R levhasında, en fazla formaldehit gaz emisyonu ölçülmesinden dolayı en kötü performansı gösteren levha olmuştur.

Çizelge 4. HDF levhaların formaldehit gaz emisyon performans sonuçları

Testler	Levhalar	Ort. ^x	Std. sapma	Std. hata	Ortalama için %95 güven aralığı*		Min.	Max.
					Alt Sınır	Üst sınır		
Formaldehit gaz emisyonu (mg/100g)	R	14.96 ^c	0.17	0.08	14.75	15.18	14.78	15.24
	X	8.28 ^b	0.07	0.03	8.20	8.37	8.22	8.36
	Y	6.79 ^a	0.07	0.03	6.71	6.87	6.70	6.88

X; levhaların ortalama değeri; *Ortalama ANOVA için% 95 güven aralığı; a, b, c harfleri aynı harfle anlamlı olarak farklı değildir (Duncan testi)

Formaldehit analizi perforatör TS 4894 EN 120 (1999) test yöntemine göre PB, MDF, OSB levhalarda limit değeri >8 mg/100g ve ≤30 mg/100g arasındaki ölçümler E2 sınıfında yer almaktadır (Boran ve Usta, 2010). Bu levhalardaki formaldehit gaz limit değerine göre; R levhası E2 sınıfına dahil olurken X levhasının formaldehit gaz analiz sonucu E1 çok yakın değerde ölçülmüştür. Y levhası E1 sınıfında içinde yer almıştır. Eroğlu ve Usta (2000) yaptıkları çalışmada, serbest formaldehitin iki farklı yolla odun bazlı levhalardan açığa çıktığını açıklamıştır. Bu çalışmaya göre; ilk yolla açığa çıkması sıcak pres esnasında üre ile reaksiyona giremeyen levha oluşumundan sonra ortaya çıkan serbest formaldehit, ikinci yolla açığa çıkan ise bu tür levhaların kullanım yerlerindeki sıcaklık ve rutubete bağlı olarak metil eter bağlarının deformasyonu sonucu açığa çıkan serbest formaldehittir.

Bu çalışmada, CARB (2007) ahşap bazlı kompozit ürünlerden yayılan formaldehit miktarını sınırlayan bir yönetmeliğe göre, iç mekanlarda yaşayan insanlar tarafından CARB I veya CARB II seviyelerinde olması istenmektedir. Buna açıklama göre Y levhasının formaldehit gaz salınımı CARB I kriterlerini karşılamaktadır. Dazmiri vd. (2019) çalışmalarında, TS 4894 EN 120 (1999) perforatör yöntemine göre orta yoğunlukta lif levhaların formaldehit gaz salınım değerleri; 1.9 mol oranında 6.8 mg/100g, 2.1 mol oranında 8.5 mg/100g ve 2.3 mol oranında 11 mg/100g olarak analiz edilmiştir.

R (F/Ü:1.17), X(F/Ü:0.98), Y(F/Ü:0.88), farklı mol oranlarında sentezlenen üre formaldehit tutkalından üretilen HDF levhalarının formaldehit gaz salınım testi TS 4894 EN 120 (1999)'e göre analiz edilmiştir. Formaldehit gaz salınım ölçüm sonucu büyükten küçüğe doğru R>X>Y olarak sıralanmaktadır.

HDF levhalarının hem fiziksel özellikleri hemde formaldehit gaz salınımı açısından optimum performansı gösteren X(F/Ü:0.98) reçinesi ile üretilen levhalarda gerçekleşmiştir. HDF levhaların üretiminde F/Ü:0.98 mol üre formaldehit reçinesi önerilebilmektedir.

4. Sonuç ve öneriler

Bu çalışmada; HDF üretim prosesinde tüm parametreler aynı olmasına rağmen, üretiminde tek değişken üre formaldehit tutkalının mol oranlarında olmuştur. Tutkalın mol oranı azaldıkça levhaların fiziksel testlerden; levha kalınlığı, levhanın rutubeti ve levha yoğunluğunda değişiklik olmamıştır. ÜF tutkalının mol oranının azalması; levha kalınlığını, rutubetini ve yoğunluğunu etkilememiştir.

Tutkalın mol oranı azaldıkça ters orantılı olarak levhaların fiziksel testlerden; 24 saat suda kalınlığına şişme ve 24 saat su alma değerlerinde değişiklik olmuştur. ÜF tutkalının mol oranının azalması sonucu levhalarda; suda kalınlığına şişme ve su alma değerleri arttığı görülmüştür.

Tutkalın mol oranı azaldıkça doğru orantılı olarak levhaların formaldehit gaz salınım test ölçüm sonucu azalmaktadır.

Üre formaldehit tutkalının içeriğindeki formaldehit miktarı azaldıkça, HDF levhalarının formaldehit gaz salınımı değerlerinde doğru orantılı olarak azaldığı görülmüştür.

Fiziksel özelliklerinin test sonucu ve TS 4894 EN 120 (1999) yöntemiyle formaldehit gaz salınım sonucu üre formaldehit reçinesinin mol oranı azaldıkça formaldehit gaz salınım değeri azalmıştır. HDF levhalarının üretiminde, 0.98 mol üre formaldehit tutkalı önerilebilir.

Açıklama

Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi Tic. A.Ş, Kastamonu-Samsun Fabrikalar Direktörü Enüs KOÇ'a, Tutkal üretim müdürü Uğur ÇELİK'e yardımlarından dolayı teşekkür ediyorum.

Kaynaklar

- Alpar, T., Faczan, T., Racz, I., Katoli, G., 2010. MDF/HDF production from plantation wood species. *Drvna Industrija*, 61(3): 183-191.
- Angelatos, A.S., 2004. NMR structural elucidation of amino resins. *Journal of Applied Polymer Science*, 91(6): 3504-3512. DOI:10.1002/app.13538.
- ASTM D 6007-02, 2002. Standard test method for determining formaldehyde concentration in air from wood products using a small-scale chamber. ASTM Standards, USA.
- Boran, S., Usta, M., 2010. Odun esaslı panellerde açığa çıkan formaldehit ve formaldehit sınırları hakkında bilgiler. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs, Artvin, s. 1968-1975.
- Boran, S., Usta, M., Gümüşkaya, E., 2011. Decreasing formaldehyde emission from medium density fiberboard panels produced by adding different amine compounds to urea formaldehyde resin. *International Journal of Adhesion&Adhesive*, 31: 674-678.
- CARB, 2007. Proposed Airborne Toxic Control Measure (ATCM) to reduce formaldehyde emission from composite wood products. http://www.arb.ca.gov/sites/default/files/classic/toxics/compwood/consumer_faq.pdf. Accessed: 30.09.2020.
- Costa, N., Pereira, J., Ferra, J., Cruz, P., Martins, J., Magalhaes, F., Mendes, A., Carvalho, L., 2013. Sodium metabisulfite as scavenger of air pollutions in wood based building materials. *International Wood Products Journal*, 4(4): 242-247. doi:10.1179/2042645313Y.0000000037.
- Dazmiri, M.K., Kiamahalleh, M.V., Dorieh, A., Pizzi, A., 2019. Effect of the initial F/U molar ratio in urea-formaldehyde resins synthesis and its influence on the performance of medium density fiberboard bonded with them. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 95: 102440. DOI: 10.1016/j.ijadhadh.
- Despres, A., Pizzi, A., Vu, C., Delmotte, L., 2010. Colourless formaldehyde-free urea resin adhesives for wood panels. *European Journal Wood Product*, 68(1): 13-20.
- EN 717-1, 2004. Wood based panels-determination of formaldehyde release-Part 1: formaldehyde emission by the chamber method. European Standard.
- EN 717-2, 1994. Wood based panels-determination of formaldehyde release-Part 2: formaldehyde release by the gas analysis method. European Standard.

- Eroglu, H., Usta, M., 2000. Lif Levha Üretim Teknolojisi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Genel Yayın No: 200, Fakülte Yayın No: 30, Trabzon.
- Faostat, 2020. Forestry production and trade. Food and Agriculture Organization of the United, Nations, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO>, Accessed: 24.01.2020.
- Grigsby, W., McDonald, A.G., Thumm, A., Loxton, C., 2004. X-ray photoelectron spectroscopy determination of urea formaldehyde resin coverage on MDF fibre. *Holz als Roh- und Werkstoff: European Journal of Wood and Wood Industries*, 62(5): 358-364.
- Grigsby, W.J., Carpenter, J.E.P., Sargent, R., 2014. Investigating the extent of urea formaldehyde resin cure in medium density fiberboard: Resin extractability and fiber effects. *Journal of Wood Chemistry and Technology*, 34(3): 225-238. <https://doi.org/10.1080/02773813.2013.861850>.
- Grigsby, W.J., Thumm, A., 2012. Resin and wax distribution and mobility during medium density fibreboard manufacture. *European Journal of Wood and Wood Products*, 70(1-3): 337-348. DOI: 10.1007/s00107-011-0560-0.
- Jann, O., Deppe H.J., 1990. Zur Berücksichtigung der Aerialfeuchte bei der Formaldehydmessung von Spanplatten. *Holz Roh-Werkst* 48:365-368
- JIS A-5908, 1994. Japanese industrial standard. JIS standard specification for particleboard.
- Johnsson, B., Engström, B., Roffael, E., 2011. Influence of molar ratio in aminoplastic resins on the dependence of the measured perforator values on the moisture content of wood-based panels. *Wood Science Technology*, 45: 389-398.
- Kim, S., 2009. The reduction of indoor air pollutant from wood-based composite by adding pozzolan for building materials. *Construction and Building Materials*, 23(6): 2319-2323.
- Kim, S., Kim, H.J., 2005. Comparison of standard of methods and gas chromatography method in determination of formaldehyde emission from MDF bonded with formaldehyde based resins. *Bioresource Technology*, 96(13): 1457-1464.
- Louis Cyr, P., Riedl, B., Wang, X.M., 2008. Investigation of urea-melamine-formaldehyde (UMF) resin penetration in Medium-Density Fiberboard (MDF) by high resolution confocal laser scanning microscopy. *Holz als Roh- und Werkstoff: European Journal of Wood and Wood Products*, 66(2): 129-134.
- Mansouri, H.M., Pizzi, A., 2006. Urea-formaldehyde-propionaldehyde physical gelation resins for improved swelling in water. *Journal of Applied Polymer Science*, 102(6): 5131-5136.
- Mantanis, G.I., Athanassiadou, E.T., Barbu, M.C., Wijnendaele, K., 2018. Adhesive systems used in the European particleboard MDF and OSB industries. *Wood Material Science & Engineering*, 13(2): 104-116. DOI:10.1080/17480272.2017.1396622.
- Mao, A., Kim, M.G., 2013. Low mole ratio urea-melamine-formaldehyde resins entailing increased methylene-ether group contents and their formaldehyde emission potentials of wood composite boards. *BioResources*, 8(3): 4659-4675.
- Martins, J., Coelho, C., Ferra, J., Cruz, P., Carvalho, L., 2012. Low formaldehyde emission MDF overlaid with wood veneer: Bonding problems assessment. *International Wood Products Journal*, 3(1): 1-31.
- Park, B.D., Jeong, H.W., 2011. Hydrolytic stability and crystallinity of cured ureaformaldehyde resin adhesives with different formaldehyde-urea mole ratios. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 31(6): 524-529. DOI: 10.1016/j.ijadhadh.2011.05.001.
- Park, B.D., Lee, S.M., Roh, J.K., 2009. Effects of formaldehyde/urea mole ratio and melamine content on the hydrolytic stability of cured urea-melamine-formaldehyde resin. *European Journal of Wood and Wood Products*, 67(1): 121-123. DOI: 10.1007/s00107-008-0277-x.
- Roffael, E., Behn, C., 2012. On the influence of binder content in particleboards bonded with resins of high and low molar ratio on the formaldehyde release measured by the perforator method. *European Journal of Wood and Wood Products*, 70(6): 819-822.
- Salem, M.Z.M., Bohm, M., Srba, J., Berankova, J., 2012. Evaluation of formaldehyde emission from different types of wood-based panels and flooring materials using different standard test methods. *Building Environment*, 49: 86-96.
- TS 4894 EN 120, 1999. Ahşap esaslı levhalar, formaldehit miktarının tayini, ekstraksiyon metodu ile ayırma. TSE, Ankara.
- TS 64-1 EN 622-1, 2005. Lif levhalar özellikler-bölüm 1: genel özellikler. TSE, Ankara.
- TS 642-ISO 554, 1997. Kondisyonlama ve-veya deney için standart atmosfer - özellikler. TSE, Ankara.
- TS-EN 316, 2011. Odundan mamul lif levhalar-tarifler, sınıflandırma ve semboller. TSE, Ankara.
- TS-EN 317, 1999. Yonga levhalar ve lif levhalar-su içerisine daldırma işleminden sonra kalınlığına şişme tayini. TSE, Ankara.
- TS-EN 323, 1999. Ahşap esaslı levhalar-birim hacim ağırlığının tayini. TSE, Ankara.
- TS-EN 324-1, 1999. Ahşap esaslı levhalar-levha boyutlarının tayini-bölüm 1: kalınlık, genişlik ve uzunluğun tayini. TSE, Ankara.
- TS-EN 325, 2008. Ahşap esaslı levhalar-deney numunelerinin boyutlarının tayini. TSE, Ankara.
- TS-EN 326-1, 1999. Ahşap esaslı levhalar-numune alma kesme ve muayene bölüm 1: deney numunelerinin seçimi, kesimi ve deney sonuçlarının gösterilmesi. TSE, Ankara.
- Xing, C., Riedl, B., Cloutier, A., He, G., 2004. The effect of urea-formaldehyde resin pre-cure on the internal bond of medium density fiberboard. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 62(6): 439-444.

Bakır, çinko ve seryum içeren kimyasal maddeler ile odunun antifungal özelliklerinin iyileştirilmesi

Eylem Dizman Tomak^{a,*}, Ayşegül Günaydın^a, Şebnem Sevil Arpacı^a

Özet: Organik bir malzeme olan odun, odun tahripçisi organizmalar tarafından bozundurulmakta ve tahrip edilebilmektedir. Bu amaçla geçmişten günümüze kadar birçok emprenye maddesi geliştirilmiş ve halen de geliştirilmeye devam etmektedir. Bu çalışmada, sarıçam örnekleri %0,25, 0,5, 1, 1,5 ve 2,5 konsantrasyon seviyesinde çinko klorür (ZnCl₂), nano seryum oksit (CeO₂), nano çinko oksit (ZnO) ve bakır II sülfat (CuSO₄) ile emprenye edilerek, örneklerin esmer (*Coniophora puteana*) ve beyaz (*Trametes versicolor*) çürüklük mantar saldırılarına karşı dayanımı belirlenmiştir. Emprenye maddelerinin etkinliği, yıkanmış ve yıkanmamış örneklerde tespit edilmiştir. Ayrıca, yıkanma sularında zehirlilik tespiti, çalışmada kullanılan mantar türlerinin misel gelişimi ile takip edilmiştir. Sonuçlar, ZnCl₂'ün her iki mantarın saldırısını önlemede etkili olduğunu göstermiştir. Ayrıca ZnCl₂'ün yıkanmaya karşı dayanıklı olduğu ve test edilen kimyasal maddeler arasında en etkili sonucun ZnCl₂ ile alındığı tespit edilmiştir. Biyolojik dayanım için CeO₂ ve CuSO₄'ün minimum %1,5'lük konsantrasyonlarının gerekli olduğu belirlenmiştir. Yıkanmamış örneklerde ZnO'ın %1 konsantrasyon seviyesi her iki mantara karşı dayanım gösterirken, yıkanmış örneklerin tüm grupları *T. versicolor*'a karşı bir dayanım göstermemiştir. Yıkanma sularının zehirlilik testinde, 2 hafta sonunda misel gelişimi, kontrol örneklerinde görülen büyüme seviyesine benzer bulunmuştur.

Anahtar kelime: Emprenye, Antifungal, Nano metal oksitler, Çinko, Bakır

Improving antifungal properties of wood with copper, zinc and cerium containing chemicals

Abstract: Wood being an organic material can be degraded and destroyed by wood-destroying organisms. For this purpose, many wood preservatives have been developed from the past to the present, and are still being developed. In this study, scots pine samples were impregnated with zinc chloride (ZnCl₂), nano cerium oxide (CeO₂), nano zinc oxide (ZnO) and copper II sulphate (CuSO₄) at a concentration level of 0.25%, 0.5, 1, 1.5 and 2.5. Decay resistance against brown (*Coniophora puteana*) and white (*Trametes versicolor*) rot fungi attacks has been determined. The antifungal effectiveness of the preservatives was determined for both leached and unleached samples. Furthermore, toxicity in leachate was determined by measuring the mycelium growth of the same fungi species in the petri dishes. Decay test results showed that ZnCl₂ was effective in inhibiting both fungi growth on wood samples. In addition, ZnCl₂ was found to be the most leach resistant and effective chemical in preventing both decay fungi among the other chemicals. A minimum concentration level of 1.5% was needed for efficient decay resistance for both CeO₂ and CuSO₄. 1% concentration of ZnO was found to be effective in suppressing the tested fungi attacks in unleached samples, while, all concentration levels in leached samples were not found to be effective to prevent *T. versicolor* attack. Mycelium growth of the both fungi on leachates was similar to the growth level on references after 2 weeks.

Keywords: Impregnation, Antifungal, Nano metal oxides, Zinc, Copper

1. Giriş

Odun yenilenebilir organik bir malzemedir. Bu yönüyle uygun şartların oluşması durumunda biyolojik olarak bozundurulabilmekte ve bu da odunun son kullanım yerinde hizmet ömrünün kısalmasına neden olmaktadır. Odunun kullanım ömrünü uzatmak için uygun biyositler ile emprenye edilmesi gerekmektedir (Humar vd., 2005; Sivrikaya vd., 2017). Artan çevre sorunları ile emprenye maddelerinin zehirliliği dikkate alınmakta ve bu nedenle son yıllarda çevre dostu emprenye maddeleri tercih edilmektedir. Günümüzde bakır esaslı emprenye maddeleri odun koruma endüstrisinde en fazla kullanılan kimyasallardır. Özellikle, bakır bazlı fungusitler ile

emprenye işleminin başarılı sonuçlar verdiği (Humar vd., 2005) ve çinko bazlı kaplamaların ultraviyole (UV) stabilizatörü ve koruyucu bileşen olarak uzun süre etkinlik özelliğine sahip olduğu bildirilmiştir (Clausen vd., 2010; Can vd., 2018, 2019). Son çalışmalarda, özellikle nano bazlı kimyasallara ilginin arttığı görülmektedir. Nano parçacıkların sahip oldukları karakteristik özellikler (büyüklük, toz-sıvı formu, konsantrasyon vb.), odun koruma uygulamalarında performansı önemli ölçüde etkilemektedir (Akhtari ve Arefkhani, 2010; Blanchard ve Blanchet, 2011). Nano parçacıklar, odun hücre çeperindeki por büyüklüğünü ve alanını azaltmakta, böylece ahşap malzemenin rutubet isteğini azaltarak, suyun odun içerisine giriş yollarını bloke etmekte ve anti-mikrobiyal etki yapmaktadır. Ayrıca nano

✉ ^a Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Endüstri Mühendisliği, Mimar Sinan Yerleşkesi, Bursa, Türkiye

@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): eylem.dizman@btu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 29.09.2020, **Accepted** (Kabul tarihi): 21.01.2021



Citation (Atıf): Dizman Tomak, E., Günaydın, A., Arpacı, Ş.S., 2021. Bakır, çinko ve seryum içeren kimyasal maddeler ile odunun antifungal özelliklerinin iyileştirilmesi. Turkish Journal of Forestry, 22(1): 56-61.
DOI: [10.18182/tjf.801815](https://doi.org/10.18182/tjf.801815)

parçacıklar odunun ultraviyole (UV) dayanımını iyileştirmekte ve odundaki boşlukları doldurarak sertliği arttırmaktadır (Kartal vd., 2009; Fufa ve Hovde, 2010; Clausen vd., 2011). Odun ve levha uygulamalarında nano oksit (TiO_2 , ZnO , SiO_2 ve CeO_2), nano metal parçacıklar (Ag vb.) ve nano killer, saf olarak veya diğer katkı maddelerine katılarak kullanılmaktadır (Fufa ve Hovde, 2010). Yanmaya karşı kil, silikon dioksit (SiO_2) ve titanyum dioksit (TiO_2); higroskopik özellikler açısından kil, seryum oksit (CeO_2), SiO_2 ; UV dayanımı açısından TiO_2 , çinko oksit (ZnO) ve CeO_2 ; biosit özellikler açısından gümüş (Ag), SiO_2 ; çizilme ve aşınma dayanımı açısından SiO_2 'nin kullanılabilmesi rapor edilmiştir (Fufa ve Hovde, 2010). Kartal vd. (2009), nano parçacık kullanımının, emprenyesi güç odun türlerinin emprenye edilebilirliğini arttırabileceği ve mühendislik ürünü kompozit malzemelerde yıkanma özelliği az olan bir ürün elde edilebileceğini belirtmektedir. Nano bileşikler üzerine yapılan çalışmalarda (Kartal vd., 2009; Clausen vd., 2010, 2011; Mantanis vd., 2014) özellikle nano bakır ve nano çinko bileşiklerinin, normal boyutlu bileşiklere kıyasla suda çok daha az yıkandığı bildirilmektedir. Metallerin ve/veya metal oksitlerin nano formlarını içeren ahşap koruyucu formülasyonlar geliştirmek için pek çok çalışma yapılmıştır (Kartal vd., 2009; Clausen vd., 2010; Akhtari vd., 2013; Mantanis vd., 2014; Terzi vd., 2016; Tomak vd., 2018). Bu çalışmaların çoğu, ticari olarak mevcut dispersiyonların, ahşap ve/veya ahşap esaslı malzemede mantar, termit, yıkanma ve UV dayanımı özelliklerinin analiz edilmesiyle ilgilidir. Terzi vd. (2016) tarafından yapılan çalışmada %1'lik nano ZnO, bor oksit (B_2O_3), bakır II oksit (CuO), TiO_2 , CeO_2 , and kalay oksit (SnO_2) çözeltilerinin küf ve çürüklük yapan mantarlar ile termite karşı biyolojik dayanımı ve ayrıca UV'ye karşı dayanımı araştırılmış, sonuç olarak nano ZnO diğer bileşikler içinde yıkanmaya karşı dayanıklı bulunmuştur. Çalışmada nano CeO_2 ve ZnO termite karşı orta derece dayanım sağlamıştır. Bileşiklerin tamamı *Gloeophyllum trabeum* mantarına karşı etkili olurken *Trametes versicolor*'a karşı etkinlik sadece nano CuO ve SnO_2 kullanıldığında elde edilmiştir (Terzi vd., 2016). Kartal vd. (2009) tarafından yapılan çalışmada nano çinko, bakır ve bor ile emprenye edilen sarıçam odununda, nano bakır ve nano çinko+gümüş yıkanmaya karşı dayanım özelliği sergilemiş, nano bor ise odundan yıkanmıştır. Küf mantarlarına karşı nano çinko oksit orta dereceli bir koruma sağlarken, diğer maddeler koruma sağlayamamıştır. *Gloeophyllum trabeum* mantarına karşı bakır koruma sağlamıştır. *Antrodia* sp.'e karşı koruma sağlanamamıştır. *Trametes versicolor*'a karşı nano metaller koruma sağlamıştır. Nano çinko ya da nano çinko+gümüş termitlere karşı dayanım sergiler iken bakır işlemi termitlere karşı daha az etkili olmuştur. Maddeler arasında, yıkanma, termit ve çürüklük mantarlarına karşı en iyi performansı nano çinko göstermiştir (Kartal vd., 2009). %1, 2,5 ve 5 konsantrasyonda ZnO (30 ve 70 nm) ile emprenye edilen odunda, termitlere ve yıkanmaya karşı dayanım sağlanmış, her iki parçacık büyüklüğü arasında bir fark gözlenmemiştir (Clausen vd., 2011). Nano ZnO, esmer çürüklük mantarlarının saldırılarını tam olarak engelleyemez iken beyaz çürüklük mantarlarının saldırısını engellemiştir. 8 haftalık dış ortam testinde UV'ye karşı dayanım sağlanmıştır. Tüm özellikler incelendiğinde nano ZnO'nin, UV'ye, yıkamaya ve termitlere karşı dayanıklı olduğu bulunmuştur (Clausen vd., 2009). %0,055-0,220 konsantrasyondaki nano çinko ile

emprenye edilen ladin, kavak ve kayın odunları *P. placenta* mantarının gelişimini engellemiştir ancak %5 konsantrasyonda daha iyi sonuçların alınabileceği belirtilmiştir (Bak vd., 2012). Marzbani ve Afrouzi (2014), %1, 2 ve 4 konsantrasyonda TiO_2 ile emprenye etikleri odun örneklerinde herhangi bir yıkanma gözlemlememiş, örneklerin çürüklük mantarlarına karşı oldukça dayanıklı olduğunu bulmuşlardır.

Kalıcı ve bioaktif nanoparçacıklar ile emprenye işlemi odunu tamamıyla koruyarak uzun süreli servis ömrü sağlamaktadır (Kartal vd., 2009). Bu amaçla yapılan çalışmalardan da görüleceği üzere en çok nano çinko oksit kullanılmıştır. Bu çalışmada, literatürdeki mevcut çalışmalara kıyasla nispeten düşük konsantrasyon seviyelerinde nano çinko ve seryum oksitin *T. versicolor* ve *C. puteana* mantarına karşı etkinliğinin klasik odun koruyucu maddelerden bakır II sülfat ve çinko klorüre kıyasla belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla çalışmada, sarıçam örnekleri %0,25, 0,5, 1, 1,5 ve 2,5 konsantrasyonlarda $CuSO_4$, $ZnCl_2$, nano ZnO ve nano CeO_2 ile emprenye edilmiş, ardından yıkanma deneyine tabi tutularak *T. versicolor* ve *C. puteana* mantarına karşı antifungal özellikler tespit edilmiştir. Ayrıca yıkama suyunun zehirlilik etkisi araştırılarak yıkanan kimyasal maddelerin zehirliliği hakkında bilgi edinilmiştir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Örnek hazırlama

Budaksız, çatlaksız ve kusur içermeyen 15 mm (radyal) x 5 mm (teğet) x 30 mm (lif yönü) boyutundaki sarıçam örnekleri, 180'lik kum zımpara kağıdı ile hafifçe zımparalanmış, ardından numaralandırılarak 2 hafta 20°C ve %65 bağıl nemde koşullandırılmıştır.

2.2. Emprenye maddeleri

$CuSO_4$ ve $ZnCl_2$, Sigma Aldrich'den, nano ZnO (20nm, BYK3820) ve nano CeO_2 (10nm, BYK3810) Feza Kimya'dan temin edilmiştir. Kimyasal maddelerin %0,25, 0,5, 1, 1,5 ve 2,5 konsantrasyonlardaki çözeltileri destile su ile hazırlanmıştır. Çürüklük testi için malt ekstrakt agar (Merck) ve 90 mm çaplı steril plastik petri kapları (İsolab) kullanılmıştır.

2.3. Emprenye işlemi

Hava kuru örnekler, önce 45 dakika 730 mmHg'lık vakum, ardından atmosferik basınçta 60 dakika çözelti içerisinde bekletilerek emprenye edilmiştir. Her varyasyon için 10 adet örnek emprenye edilmiştir. Örneklerin, emprenye öncesi tartımları yapılarak (Meö) kaydedilmiş olup, emprenye sonrası örnekler üzerinde fazla çözelti yavaşça silinerek tekrar tartımları yapılmış ve Mes olarak kaydedilmiştir. Örnekler tekrar 20°C ve %65 bağıl nemde üç hafta süreyle koşullandırılmıştır. Retensiyon miktarı (kg/m^3) aşağıdaki formüle (1) göre belirlenmiştir.

$$Ret (kg/m^3) = [(G.C) / V].10 \quad (1)$$

G: $M_{es} - M_{eo}$ (Emprenye sonrası ağırlık - emprenye öncesi ağırlık) (g)

C: Çözelti konsantrasyonu (%)

V: Örnek hacmi (cm^3)

2.4. Yıkama testi

Her bir varyasyon için 5 adet test örneği kullanılmış, bu örnekler 40mbar'lık vakum altında 20 dakika boyunca destile su ile emprenye edilmiştir. Ardından EN 84 (1997) standardına göre 14 gün boyunca 9 kez suyu değiştirmek koşulu ile yıkama testi gerçekleştirilmiştir. Testten sonra örnekler iki hafta oda koşullarında kurumaya bırakılmıştır. Test esnasında yıkama suları toplanmış ve zehirlilik tespiti için saklanmıştır.

2.5. Mantar çürüklük testi

Deney öncesi örnekler 80°C'de değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiş ve tam kuru ağırlıkları (Çö) belirlenmiştir. Ardından 5 tekrarlı olacak şekilde yıkanmış, yıkanmamış ve kontrol örnekleri malt ekstrakt agar ortamında *T. versicolor* ve *C. puteana* mantar saldırısına maruz bırakılmıştır. 20°C ve %70 bağıl nemli bir iklimlendirme kabinde 12 hafta boyunca mantar saldırısına bırakılan örneklerin, deney sonrası tam kuru ağırlıkları (Çs) belirlenerek ağırlık kayıpları (%) aşağıda belirtilen eşitlik (2) yardımıyla hesaplanmış ve biyolojik dayanım özellikleri değerlendirilmiştir.

$$AK (\%) = [(Çö-Çs)/Çö].100 \quad (2)$$

2.6. Yıkama sularının zehirlilik tespiti

Örneklerin yıkama testinden sonra her konsantrasyonun yıkama suyu ayrı kaplarda toplanmıştır. Bu sular buzdolapta her türlü bakteri ve diğer etmenlere karşı korunarak deney için hazır tutulmuştur. Toplanan sularla her konsantrasyon için 300'er ml suya %4'lük malt ekstrakt agar katılmıştır. 120°C'deki bir otoklavda 20 dk bekletilen bu çözeltiler steril edilmiş ve petri kaplarına dökülerek üzerlerine *C. puteana* ve *T. versicolor* mantarı aşılansmıştır. Kontrol örnekleri ise aynı oranlarda saf su ile malt ekstrakt agar çözeltisi hazırlanmıştır. Test 20°C ve %70 bağıl nemde 2 hafta boyunca devam ettirilmiştir. Her bir grup için her hafta sonunda mantar gelişmeleri ölçülerek deney sonlandırılmıştır.

3. Bulgular ve tartışma

Örneklerin retensiyon değerleri Çizelge 1'de verilmiştir. En düşük retensiyon değerleri nano çinko ve seryum oksit ile emprenye edilen grupta gözlenmiştir. Bakır II sülfat ve çinko klorür ile emprenye edilen örnekler birbirine yakın retensiyon değerleri vermiştir. Beklendiği üzere konsantrasyon arttıkça retensiyon değerleri de artmıştır.

Çizelge 1. Emprenye edilen örneklerin ortalama retensiyon değerleri (kg/m³)

Konsantrasyon	ZnCl ₂	CeO ₂	ZnO	CuSO ₄
%0,25	1,05 (0,17)*	0,90 (0,16)	1,04 (0,25)	1,03 (0,27)
%0,5	2,24 (0,46)	1,77 (0,23)	1,76 (0,18)	2,01 (0,54)
%1	3,74 (1,17)	2,89 (0,60)	3,35 (0,42)	3,77 (1,35)
%1,5	6,15 (1,51)	5,15 (1,06)	5,61 (1,38)	6,21 (1,18)
%2,5	10,59 (2,57)	8,71 (2,03)	7,58 (0,79)	9,89 (2,30)

*Parantez içindeki veriler standart sapmadır.

Bir emprenye maddesinin koruyucu etkinliğinden bahsedilebilmesi için, test örneklerinde %3'den daha az bir ağırlık kaybı değeri olması gerekmektedir. Gerçekleştirilen mantar çürüklük testinin geçerli sayılabilmesi için ise, kontrol örneklerindeki ağırlık kaybı değerinin %20'nin üstünde olması gerekmektedir (EN 113, 1980). Yapılan çalışmada, bütün varyasyonlarda kontrol örneklerinin ağırlık kaybı değeri %20'nin üstünde tespit edilmiştir.

Çürüklük testi sonrasında yıkanmış ve yıkanmamış örneklerin ağırlık kayıpları (%) Şekil 1'de gösterilmektedir. Şekil 1a'da görüldüğü üzere, ZnCl₂ ile emprenye edilen hem yıkanmış hem de yıkanmamış örneklerde, her bir konsantrasyon seviyesinde *T. versicolor* mantarına karşı oldukça iyi bir biyolojik dayanım sağlandığı, *C. puteana* mantarına karşı ise %0,25 ve 1,5 konsantrasyon seviyesindeki yıkanmamış örnekler hariç diğer tüm örneklerde de başarılı sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Sun vd. (2007) tarafından yapılan çalışmada, bambu örneklerine, kitosan çinko kompleksi (CZC) ve ZnCl₂ ile emprenye uygulandıktan sonra esmer çürüklük mantarı olan *Poria placenta*'ya karşı biyolojik dayanım test edilmiş, ahşap malzeme içerisinde çinko iyonu artmasıyla, örneklerde ağırlık kaybının daha az olduğu belirtmiştir.

Şekil 1b'de yer alan grafiğe göre %1,5 ve 2,5 konsantrasyon seviyesinde CeO₂ ile emprenye edilen yıkanmış ve yıkanmamış örneklerde, *T. versicolor* ve *C. puteana* mantar saldırısına karşı biyolojik dayanım sağlanmaktadır. %0,25, 0,5 ve 1 konsantrasyon seviyelerinde ise örneklerde %3'ün üzerinde ağırlık kayıpları bulunmuştur. Bu sonuçlara göre antifungal etkinlik için gerek duyulan konsantrasyon seviyesinin etkisi CeO₂ için önemli bulunmuştur. Terzi vd. (2016), %1'lik CeO₂ nano parçacıklarının *T. versicolor* ve *G. trabeum*'a karşı etkinliğini araştırmış, ve sonuç olarak CeO₂ *T. versicolor*'a karşı etkili olmazken *G. trabeum*'a karşı başarılı bulunmuştur.

Şekil 1c'de yer alan grafiğe göre, %1, 1,5 ve 2,5 konsantrasyon seviyesinde ZnO ile emprenye edilen yıkanmamış örneklerin, *T. versicolor* mantarına karşı biyolojik dayanım sağladığı görülmektedir. Yıkanmış örneklerde ise genel olarak başarı sağlanamamış, yıkama işleminin etkisi ile kimyasal maddenin bir miktarının yıkandığı düşünülmektedir. *C. puteana* için ise, %1, 1,5 ve 2,5 konsantrasyon seviyelerinde hem yıkanmış hem yıkanmamış örneklerde biyolojik dayanımının sağlandığı görülmektedir. Clausen vd. (2011) tarafından yapılan çalışmada, %1, 2,5 ve 5 konsantrasyon seviyelerinde ZnO (30 ve 70nm) ile emprenye edilen ahşap malzeme, termitlere ve yıkanmaya karşı dayanım sağlanmakta, her iki parçacık büyüklüğü arasında bir fark gözlenmediği bildirilmektedir. Terzi vd. (2016), %1'lik ZnO nano parçacıkları ile emprenye edilen odunda hem yıkanmış hem de yıkanmamış örneklerde *T. versicolor*'a karşı iyi bir biyolojik dayanım bulamazken, *G. trabeum*'a karşı iyi bir biyolojik dayanım tespit etmişlerdir.

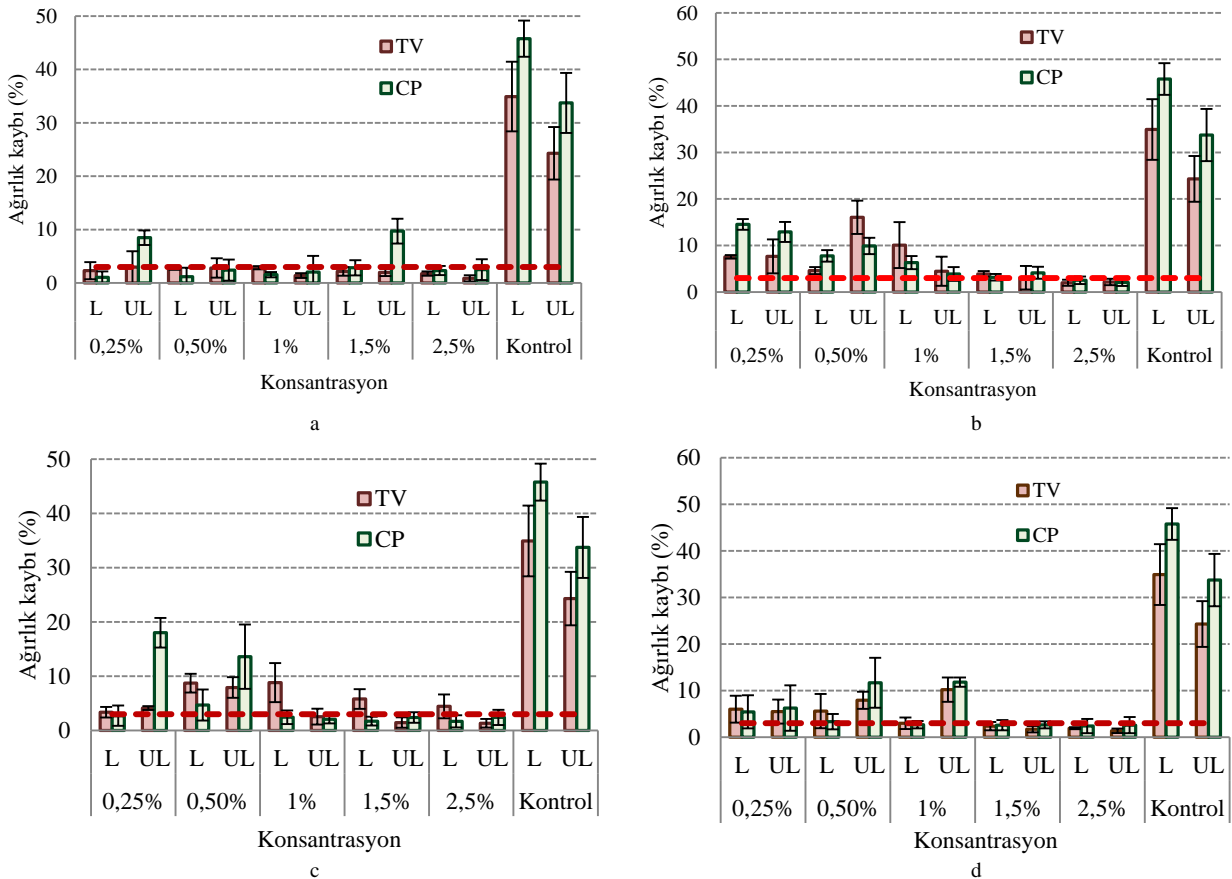
Şekil 1d'de yer alan grafikte, %1,5 ve 2,5 konsantrasyon seviyelerinde CuSO₄ ile emprenye edilmiş hem yıkanmış hem de yıkanmamış örneklerde, *T. versicolor* için biyolojik dayanımda başarılı sonuçların elde edildiği görülmektedir. %1 konsantrasyonda yıkanmış örneklerde başarı elde edilirken, yıkanmamış örneklerin ağırlık kaybı oranı %3 üzerinde görülmektedir. Benzer bulgu *C. puteana* mantarı saldırısı için de geçerlidir.

Şekil 1'de bazı grupların yıkanmamış örneklerindeki ağırlık kaybı değeri, yıkanmış örneklerden fazla olmuştur. Bu durum özellikle düşük konsantrasyonlu örneklerde daha yaygın gözlenmiştir. Düşük konsantrasyon seviyelerinde kimyasallar mantara karşı zehirli özellik göstermekten çok, mantarın örnek üzerinde gelişmesini arttırmış olabilir. Bu durumun başka bir olası sebebi ise, çürüklük testinde örneklerin petri kabındaki mantar misellerinin üstüne bir destek malzeme olmadan direkt konması ve petri içindeki yüksek nemli koşulların odundaki kimyasal maddeyi uzaklaştırması olabilir.

Tüm kimyasal maddeler arasında en etkili sonuç $ZnCl_2$ ile emprenyeli örneklerde elde edilmiştir. Genel olarak, çinko bazlı kimyasallar ile emprenye işlemi uygulanan örneklerde elde edilen başarı, çinkonun mantar gelişimini engelleyebilen bir malzeme olarak kabul edilmesi ile açıklanmaktadır (Kartal vd., 2009).

Yıkama sularının zehirlilik testinde petri kabında misellerin gelişimi (cm) ölçülmüş ve elde veriler petri kabının çapına oranlanarak (%) olarak hesaplanmıştır. Bulgular Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2'de görüldüğü üzere yıkama sularının tüm gruplarında 2. hafta sonunda mantar miselleri kontrol örnekleri gibi gelişim göstermiş ve petri kabı tamamen mantar miselleri ile kaplanmıştır. 1. hafta sonunda *T. versicolor* mantarı için yıkama suyunda en

az gelişim %0,5 $ZnCl_2$ içeren suda gözlenmiş, bunu sırasıyla %1,5 ZnO , %1,5 CeO_2 ve $CuSO_4$, %0,5 ve %2,5 CeO_2 takip etmiştir. Bu sonuçlar, Şekil 1'de yer alan grafikler ile desteklenmektedir. *C. puteana* mantarında 1. hafta sonunda en az misel gelişimi tüm konsantrasyon seviyelerinde (%0,5 hariç) ZnO içeren yıkama suyundan hazırlanan besi ortamında görülmüştür. Yıkama sularında 1 haftalık mantar gelişiminin gruplar arasındaki istatistiksel açıdan anlamlı olup olmadığı Basit Varyans Analizi ile IBM SPSS 25 programında irdelenmiştir ($P < 0,05$). *T. versicolor* mantarı için gruplar arasında anlamlı farklılıklar bulunamamıştır (Önem düzeyi 0,062). Ancak *C. puteana* mantarı için gruplar arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir (Önem düzeyi 0,000). *C. puteana* mantarına maruz bırakılan varyasyonlar arasındaki ortalama değerler Duncan homojenlik grupları ile sınıflandırılmıştır. Buna göre en fazla misel gelişimi kontrol ve $CuSO_4$ 'de görülmüştür. CeO_2 , $ZnCl_2$ ve ZnO arasında istatistiksel açıdan farklılıklar çıkmamıştır. Genel olarak $CuSO_4$ içeren yıkama suyunda 1. haftada *C. puteana* gelişimi, *C. puteana* mantarının oksalik asit üretmesiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Yapılan çalışmalar oksalik asidin bakır toleransını artırdığını ve kahverengi çürüklük mantarlarının metabolik özelliğinin olduğunu göstermektedir (Young, 1961; Clausen vd., 2000; Green ve Clausen, 2005).



Şekil 1. Emprenye sonrası yıkanmış (L) ve yıkanmamış (UL) örneklerin ağırlık kayıpları (%) a) $ZnCl_2$, b) CeO_2 , c) ZnO , d) $CuSO_4$

Çizelge 2. Yıkama sularında mantarların gelişimi (%)

Gruplar	Konsantrasyon	<i>T. versicolor</i>		<i>C. puteana</i>	
		1.hafta	2.hafta	1.hafta	2.hafta
ZnCl ₂	%0,25	73,61 (0,5)*	100 (0,0)	61,11 (0,4)	100 (0,0)
	%0,5	51,39 (0,3)	100 (0,0)	54,16 (0,5)	100 (0,0)
	%1	63,89 (0,5)	100 (0,0)	69,44 (0,6)	100 (0,0)
	%1,5	68,06(0,5)	100 (0,0)	50 (0,7)	100 (0,0)
	%2,5	73,61 (0,5)	100 (0,0)	56,94 (1,2)	100 (0,0)
CeO ₂	%0,25	59,72 (0,8)	100 (0,0)	61,11 (0,7)	100 (0,0)
	%0,5	63,89 (0,3)	100 (0,0)	52,77 (0,5)	100 (0,0)
	%1	62,50 (0,5)	100 (0,0)	68,05(0,5)	100 (0,0)
	%1,5	58,33 (0,3)	100 (0,0)	61,11 (0,0)	100 (0,0)
	%2,5	59,72 (0,3)	100 (0,0)	54,16 (0,3)	100 (0,0)
ZnO	%0,25	76,39 (0,3)	100 (0,0)	63,88(0,5)	100 (0,0)
	%0,5	77,78 (0,4)	100 (0,0)	63,88 (0,6)	100 (0,0)
	%1	62,50 (0,5)	100 (0,0)	50 (0,7)	100 (0,0)
	%1,5	56,94 (0,5)	100 (0,0)	52,77 (0,6)	100 (0,0)
	%2,5	63,89(0,3)	100 (0,0)	48,61(0,5)	100 (0,0)
CuSO ₄	%0,25	66,67 (0,0)	100 (0,0)	88,88 (0,0)	100 (0,0)
	%0,5	77,78 (0,7)	100 (0,0)	62,5 (0,5)	100 (0,0)
	%1	63,89 (0,3)	100 (0,0)	51,38 (0,5)	100 (0,0)
	%1,5	58,33 (0,3)	100 (0,0)	58,33(0,3)	100 (0,0)
	%2,5	65,28 (0,3)	100 (0,0)	86,11 (1,0)	100 (0,0)
Kontrol		67,11 (0,7)	100 (0,0)	75 (0,7)	100 (0,0)

*Parantez içindeki veriler standart sapmadır.

4. Sonuç

T. versicolor ve *C. puteana* mantarlarının saldırısına maruz bırakılan ve ZnCl₂ ile empenye edilen örneklerde, tüm gruplar oldukça iyi biyolojik dayanım sağlamıştır. Söz konusu kimyasalın diğer kimyasallara kıyasla odundan yıkanmaya karşı etkili olduğu da yıkanmış örneklerdeki düşük ağırlık kayıpları ile ayrıca gözlenmiştir. Nano seryum oksit ile empenye edilen örneklerde her iki mantara karşı etkinlik minimum %1,5 konsantrasyon seviyesinde elde edilmiştir. Nano çinko oksit ile empenye edilen yıkanmış örneklerde *C. puteana* için minimum %1'lik bir konsantrasyon etkili olurken, *T. versicolor* mantarına karşı herhangi bir grup başarılı bulunamamıştır. Bakır II sülfatta ise biyolojik etkinlik her iki mantar türü için minimum %1,5 konsantrasyon seviyesinde bulunmuştur. Tüm kimyasalların içinde test edilen mantarlara karşı ZnCl₂ daha etkili bulunmuştur. Yıkama sularının zehirliliği ise ilk hafta sonunda kontrole kıyasla bazı gruplarda mantar misel gelişimi daha yavaş olsa da, 2 hafta sonunda tüm gruplarda mantar miseli, kontrol örnekleri gibi tüm petriye yayılmıştır. Bu durum yıkanma suyunun içinde mantarın gelişmesini engelleyecek seviyede zehirli bir bileşen olmadığını göstermiştir.

Kaynaklar

- Akhtari, M., Arefkhani, M., 2010. Application of nanotechnology in wood preservation. In 41st Annual Meeting of the International Research Group on Wood Protection, 9-13 May, Biarritz, France, pp. IRG-WP 10-30542.
- Akhtari, M., Taghiyari, H.R., Kokandeh, M.G., 2013. Effect of some metal nanoparticles on the spectroscopy analysis of Paulownia wood exposed to white-rot fungus. European Journal of Wood and Wood Products, 71(2): 283-285.
- Bak, M., Mbouyem, Yimmou, B., Csupor, C., Németh, R., Csoka, L., 2012. Enhancing the durability of wood against wood destroying fungi using nano-zinc. International Scientific Conference on Sustainable Development & Ecological Footprint. March 26-27, Sopron, Hungary, pp. 27.
- Blanchard, V., Blanchet, P., 2011. Color stability for wood products during use: Effects of inorganic nanoparticles. BioResources, 6(2): 1219-1229.

- Can, A., Palanti, S., Sivrikaya, H., Hazer, B., Stefani, F., 2019. Physical, biological and chemical characterisation of wood treated with silver nanoparticles. Cellulose, 26(8): 5075-5084.
- Can, A., Sivrikaya, H., Hazer, B., 2018. Fungal inhibition and chemical characterization of wood treated with novel polystyrene-soybean oil copolymer containing silver nanoparticles. International Biodeterioration & Biodegradation, 133: 210-215.
- Clausen, C.A., Green III, F., Woodward, B.M., Evans, J.W., DeGroot, R.C., 2000. Correlation between oxalic acid production and copper tolerance in *Wolfiporia cocos*. International Biodeterioration & Biodegradation, 46(1): 69-76.
- Clausen, C.A., Yang, V.W., Arango, R.A., Green III, F., 2009. Feasibility of nanozinc oxide as a wood preservative. Proceedings of American Wood Protection Association, 105: 255-260.
- Clausen, C.A., Green, F., Kartal, S.N., 2010. Weatherability and leach resistance of wood impregnated with nano-zinc oxide. Nanoscale Research Letters, 5(9): 1464-1467.
- Clausen, C.A., Kartal, S.N., Arango, R.A., Green, F., 2011. The role of particle size of particulate nano-zinc oxide wood preservatives on termite mortality and leach resistance. Nanoscale Research Letters, 6(1): 1-5.
- EN 84, 1997. Wood preservatives. Accelerated ageing of treated wood prior to biological testing. Leaching procedure. European Committee for Standardization, Brussels.
- EN 113, 1980. Wood preservatives. Test method for determining the protective effectiveness against wood destroying basidiomycetes, Determination of the toxic values. European Committee for Standardization, Brussels.
- Fufa, S.M., Hovde, P.J. 2010. Nano-based modifications of wood and their environmental impact. World Conference on Timber Engineering (WCTE), 20-24 June, Trentino, Italy, pp. 2387-2388.
- Green, F., Clausen, C.A., 2005. Copper tolerance of brown-rot fungi: Oxalic acid production in southern pine treated with arsenic-free preservatives. International Biodeterioration & Biodegradation, 56(2): 75-79.
- Humar, M., Kalan, P., Sentjurc, M., Pohleven, F., 2005. Influence of carboxylic acids on fixation of copper in wood impregnated with copper amine based preservatives. Wood Science and Technology, 39(8): 685.

- Kartal, S.N., Yoshimura, T., Imamura, Y., 2009. Modification of wood with Si compounds to limit boron leaching from treated wood and to increase termite and decay resistance. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 63(2): 187-190.
- Mantanis, G., Terzi, E., Kartal, S.N., Papadopoulos, A.N., 2014. Evaluation of mold, decay and termite resistance of pine wood treated with zinc-and copper-based nanocompounds. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 90: 140-144.
- Marzbani, P., Afrouzi, Y.A., 2014. Investigation on leaching and decay resistance of wood treated with nano-titanium dioxide. *Advances in Environmental Biology*, 8(10): 974-978.
- Sivrikaya, H., Can, A., Tümen, I., Aydemir, D., 2017. Weathering performance of wood treated with copper azole and water repellents. *Wood Research*, 62(3): 437-450.
- Sun, F., Duan, X., Mao, S., Lü, J., Wang, J., 2007. Mechanical and preservative performances of bamboo wood treated with chitosan-metal complexes. *Scientia Silvae Sinicae*, 43(8): 106-110.
- Terzi, E., Kartal, S.N., Yılgör, N., Rautkari, L., Yoshimura, T., 2016. Role of various nano-particles in prevention of fungal decay, mold growth and termite attack in wood, and their effect on weathering properties and water repellency. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 107: 77-87.
- Tomak, E.D., Yazici, O.A., Parmak, E.D.S., Gönültaş, O., 2018. Influence of tannin containing coatings on weathering resistance of wood: Combination with zinc and cerium oxide nanoparticles. *Polymer Degradation and Stability*, 152: 289-296.
- Young, G.Y., 1961. Copper Tolerance of Some Wood-Rotting Fungi (No. 2223). USDA Forest Service, Forest Products Laboratory, Wisconsin.

The chestnut growing hotspot of Turkey in danger: introduction of the Asian chestnut gall wasp into Aegean region

Melih Mıcık^a , Meltem Özçankaya^b , Fikriye Öçal^b , Kahraman İpekdağ^{c,*} 

Abstract: Asian chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera, Cynipidae), is an important pest of *Castanea* species worldwide. Adults emerge in summer and lay eggs in a few days. Severe infestations may reduce chestnut and timber production. It was first recorded in Europe in 2002 from Italy. In April 2014, it was recorded in Turkey for the first time in Marmara region (Yalova, north-western Turkey). Despite quarantine measures, infected chestnut saplings were sold from this region to several growers in western Turkey (Aydın and İzmir) in 2018. Although most of these saplings were removed and burned shortly after planting, some planted saplings could not be detected and some adult emergences may have occurred before the sapling removal, we had accepted hypothetically the Asian chestnut gall wasp was introduced in the region. Confirming this hypothesis, we detected the pest in a private chestnut orchard in 2020 in İzmir. Although, to date, we have not found it in adjacent natural chestnut stands, it will most probably increase in the whole region in the near future. As the largest private chestnut orchards of Turkey occur in this region, the Asian chestnut gall wasp invasion in the region will have serious socioeconomic consequences. Accordingly, we began to inform growers and foresters in the region, and to develop pest management strategies.

Keywords: *Dryocosmus kuriphilus*, *Castanea sativa*, Range expansion, New record

Türkiye'nin kestane üretim merkezi tehlike altında: Kestane gal arısının Ege Bölgesi'ne girişi

Özet: Kestane gal arısı, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera, Cynipidae), dünya genelinde kestane türlerinin önemli bir zararlısıdır. Erginleri yaz aylarında çıkmakta ve birkaç gün içinde yumurta bırakmaktadır. Kestane gal arısı yoğun istila durumunda kestane meyvesi ve odun üretimini azaltabilmektedir. Avrupa'daki ilk kaydı 2002 yılında İtalya'da yapılmıştır. Türkiye'de ise ilk olarak Nisan 2014'te Marmara Bölgesi'nde (Yalova) tespit edilmiştir. Karantina tedbirlerine rağmen 2018 yılında bu bölgeden Aydın ve İzmir'e, üzerinde kestane gal arısı galeri bulunan kestane fidan satışı yapılmıştır. Her ne kadar bu fidanların büyük bir kısmı, dikildikten kısa bir süre sonra imha edilmişse de, bazı fidanların tespitinin yapılamadığını ve bazı ergin çıkışlarının imhadan önce gerçekleşmiş olabileceğini göz önünde bulundurarak kestane gal arısının bu bölgeye ulaştığını varsaymıştık. Zararlıyı 2020 yılında İzmir'de tespit ederek bu varsayımı doğrulamış olduk. Zararlıyı civardaki doğal meşcerelerde tespit edememiş olsak da zararlının yakın bir gelecekte tüm bölgede artacağı söylenebilir. Özel kestanelikler bakımından Türkiye'nin en önemli bölgesi olması bakımından, kestane gal arısı istilasının bu bölgede ciddi sosyoekonomik sonuçları olacaktır. Bu nedenle bölgedeki üretici ve ormancuların bilgilendirilmesine ve mücadele stratejilerinin geliştirilmesine başlanmıştır.

Anahtar kelimeler: *Dryocosmus kuriphilus*, *Castanea sativa*, Yayılış alanı genişletme, Yeni kayıt

1. Introduction

Asian chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera, Cynipidae), is one of the most important insect pests on *Castanea* (Fagaceae) species worldwide as it causes significant decrease in chestnut harvest (Battisti et al., 2013; EPP0, 2005). It is native to China but was accidentally introduced to Europe (Italy) in 2002 (Brussino et al., 2002). It was first recorded in 2014 in Turkey (Çetin et al., 2014), the center of origin of *C. sativa* (Mattoni et al., 2013; Villani et al., 1994) and one of the largest chestnut producers (fourth in the world and second in Europe) (50.000-70.000 x 10³ kg/year) (FAO, 2002).

In Turkey, Asian chestnut gall wasp is currently present in several localities around Marmara region as well as along the Black Sea coast (Azmaç and Katılmış, 2020; İpekdağ et al., 2014; Yıldız et al., 2020). The rate of dispersal speed was reported as 25 km/year by Graziosi and Santi (2008) in Italy and by Rieske (2007) in the USA. It is, evidently, spreading much faster in Turkey due to anthropogenic factors. We recently detected Asian chestnut gall wasp in a private chestnut orchard in İzmir province (Aegean region), which is within the largest chestnut growing area in Turkey.

✉ ^a Sinop Provincial Directorate of Agriculture and Forestry, Sinop, Turkey

^b İzmir Regional Directorate of Forestry Department of Forest Pest Management, Karşıyaka, İzmir, Turkey

^c Ahi Evran University Faculty of Agriculture, Bağbaşı Campus, Kırşehir, Turkey

@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): kipekdağ@gmail.com

✓ **Received** (Geliş tarihi): 03.12.2020, **Accepted** (Kabul tarihi): 08.01.2021



Citation (Atf): Mıcık, M., Özçankaya, M., Öçal, F., İpekdağ, K., 2021. The chestnut growing hotspot of Turkey in danger: introduction of the Asian chestnut gall wasp into Aegean region. Turkish Journal of Forestry, 22(1): 62-64. DOI: [10.18182/tjf.835221](https://doi.org/10.18182/tjf.835221)

2. Materials and methods

Although trade in chestnut saplings was prohibited since 2015 due to national quarantine measures, a chestnut producer from Bursa (Marmara region, north-western Turkey), the first invasion spot of the pest in Turkey, had sold a large number of saplings to growers in Aydın and İzmir (Aegean region, western Turkey) in 2017. After detecting galls on the plants sent to İzmir, they were removed and burned on site on 6 June 2017 by the local departments of forestry and agriculture. Unfortunately, as this date was in the range of adult emergence, it was quite possible that the adult gall wasps emerged (and oviposited) in this area. Unfortunately, no examination for adult emergence holes on the galls was conducted prior to destruction of the infested saplings. Furthermore, as the transfer of the saplings was an illegal activity, precise information on the customers, and therefore the location of all saplings transferred to the region, remained largely unknown. As a result, we hypothetically accepted that Asian chestnut gall wasp was present in the region and began monitoring both the stands and the orchards. Along with the national monitoring program in which range expansion of the pest is recorded annually, we conducted field surveys between 2018 and 2020 particularly in the İzmir locality where extensive sapling destruction was carried out in 2017.

3. Results

We recorded *D. kuriphilus* galls on chestnut shoots for the first time from a private orchard (38.043108° North latitude, 28.114492° East longitude) on 16 July 2020 in Ödemiş, İzmir, Turkey (Figure 1, 2). Gall density was relatively low (2-3 galls per 50 cm of twig, one twig per tree, and one tree in ten trees). We detected the Asian chestnut gall wasp only in this private orchard but not in other orchards or adjacent natural stands. Additionally, the closest occurrence of the pest to this orchard was approximately 180 km away. This finding suggests anthropogenic transfer of the pest to the region, which confirms the hypothesis that illegal transport of infested chestnut saplings to the region in 2017 caused the infestation, despite the destruction of saplings following gall detection.

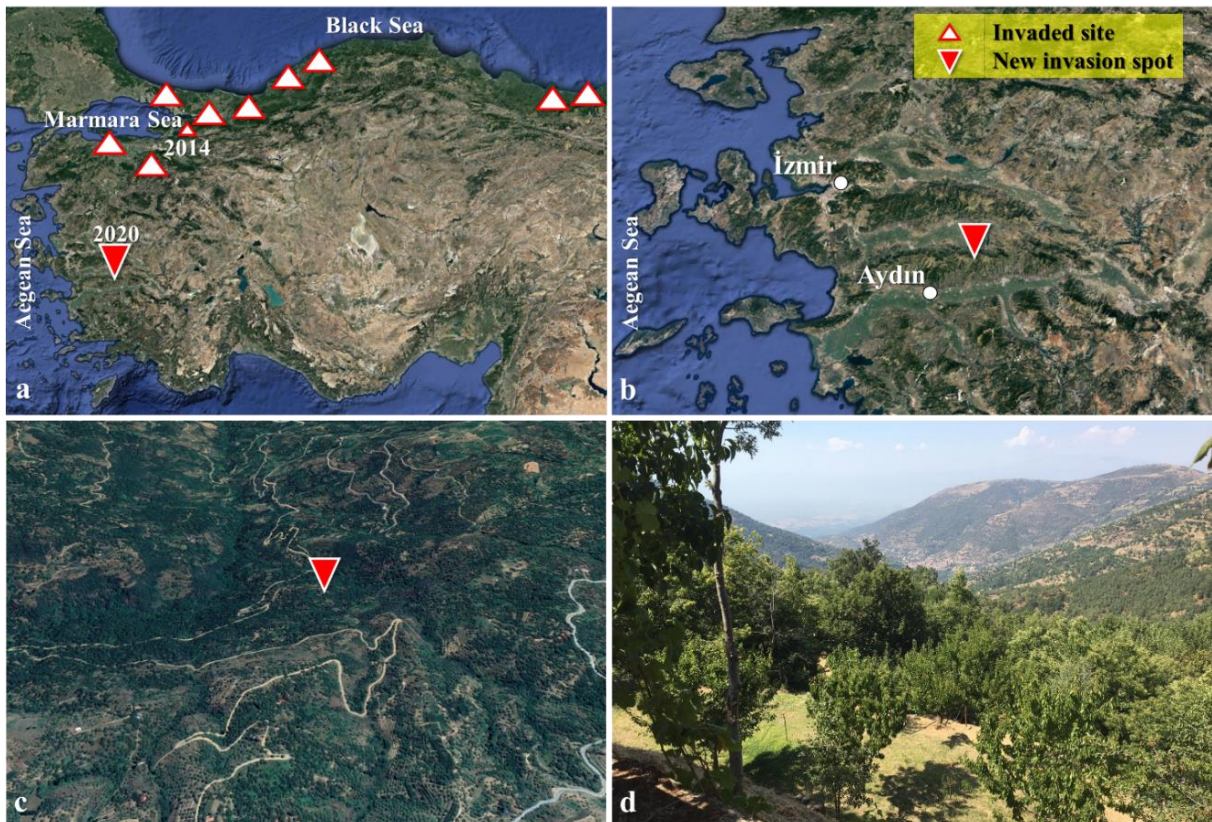


Figure 1. Invasion of the Asian chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus*, in Turkey (a), and closer views of the study site in Ödemiş, İzmir (b-d)



Figure 2. *Dryocosmus kuriphilus* leaf-gall on a chestnut tree in a private orchard in Ödemiş, İzmir

4. Discussion and conclusions

This study confirmed the presence of the Asian chestnut gall wasp in Aegean region of Turkey. The invasion by the pest will most likely be a major problem particularly in Aydın and İzmir provinces, where chestnut producers have already suffered significantly during the last 50 years. Private chestnut orchards in this region cover 10,600 ha, and annual chestnut production in 2019 was ca. 44,400 tons. There are also natural stands covering ca. 4,100 ha in the region (OGM, 2013). Since this region alone produces almost 60% of the chestnut harvest of the country (ÖCE, 2018), invasion by the pest will probably have a much greater socioeconomic impact than it had in Marmara region, along with impacts on the balance of the international chestnut market as most chestnut production in this region is exported. This new problem will inevitably increase the social and political pressure on the Ministry of Agriculture and Forestry. Therefore, detailed management plans are urgently needed from both the state and the private sector to deal with this new pressure in the near future. The Turkish General Directorate of Forestry (OGM) has released annually the specific parasitoid of Asian chestnut gall wasp, *Torymus sinensis* Kamiyo (Hymenoptera: Torymidae), since 2015 in the Marmara region under the supervision of one of the authors of this paper (Kİ). After we detected the pest in İzmir, OGM began to establish a *T. sinensis* rearing facility in the region. In October 2020, Kİ trained the staff to be employed in this facility along with two other new facilities in Sakarya and Zonguldak (Black Sea region). The İzmir facility will be activated as soon as the Asian chestnut gall wasp population in the region reaches a size suitable for *T. sinensis* release which will probably occur within two years.

Acknowledgements

Authors thank to Mehmet Selçuk, owner of the chestnut orchard, where the observations were conducted, and to two anonymous reviewers of the earlier version of the manuscript.

References

- Azmaç, M., Katılmış, Y., 2020. New infestation of Asian chestnut gall wasp in Eastern Black Sea Region, Turkey: A potential threat to natural regional chestnut population. *Acta Biologica Turcica*, 33(4): 205-210.
- Battisti, A., Benvegnu, I., Colombari, F., Haack, R.A., 2013. Invasion by the chestnut gall wasp in Italy causes significant yield loss in *Castanea sativa* nut production. *Agricultural and Forest Entomology*, 16(1): 75-79. doi: 10.1111/afe.12036.
- Brussino, G., Bosio, G., Baudino, M., Giordano, R., Ramello, F., Melika, G., 2002. Pericoloso insetto esotico per il castagno europeo. *Informatore Agrario*, 58(37): 59-61.
- Çetin, G., Orman, E., Polat, Z., 2014. First record of the oriental chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) in Turkey. *Bulletin of Plant Protection*, 54(4): 303-309.
- EPPO, 2005. *Dryocosmus kuriphilus*. EPPO Bulletin, 35: 422-424.
- FAO, 2002. Inventory of Chestnut Research, Germplasm and References. Regional Office for Europe, Rome, Italy.
- Graziosi, I., Santi, F., 2008. Chestnut gall wasp (*Dryocosmus kuriphilus*): Spreading in Italy and new records in Bologna province. *Bulletin of Insectology*, 61(2): 343-348.
- İpekçdal, K., Coşkuncu, K.S., Aytar, F., Doğanlar, M., 2014. Chestnut Gall Wasp *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae): An update for its situation on the world and in Turkey and its management. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 4(4): 241-257.
- Mattoni, C., Matin, M.A., Pollegioni, P., Cherubini, M., Villani, F., 2013. Microsatellite markers reveal a strong geographical structure in European populations of *Castanea sativa* (Fagaceae): Evidence for multiple glacial refugia. *American Journal of Botany*, 100(5): 951-961.
- OGM, 2013. Chestnut Action Plan 2013-2017. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara (in Turkish).
- ÖCE-Ödemiş Commodity Exchange, 2018. Chestnut Sectoral Report, İzmir, <https://www.otb.org.tr/dosyalar/sektorelraporlar/kestane.pdf>, Erişim: 10.11.2021
- Rieske, L.K., 2007. Success of an exotic gallmaker, *Dryocosmus kuriphilus*, on chestnut in the USA: A historical account. *EPPO Bulletin*, 37: 172-174.
- Villani, F., Pigliucci, M., Cherubini, M., 1994. Evolution of *Castanea sativa* Mill. in Turkey and Europe. *Genetics Research*, 63(2): 109-116.
- Yıldız, Y., Yıldırım, İ., Albas, E., Bostancı, C., Aydoğan, O., 2020. İstilaç tür kestane gal arısı (*Dryocosmus kuriphilus*) Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae)'nin yeni yayılış alanları. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 22(3): 1014-1022.

Instructions for authors

Manuscript should be prepared in A4 page size, with Times New Roman font and 12 pt font size, as plain text. Unless necessary, no special formatting should be used. Page and line numbers should be included into the manuscript. Please check out the explanations below for other details.

Cover page: Cover page should include title of the manuscript, names and contact information of the authors.

Title and abstract (Turkish and English): Abstract should not exceed 250 words, and briefly explains rationale, goals, methods, results and recommendations of the study. Keywords with 3-6 words should be included at the end of the abstract.

Main text: Main body of the manuscript should be written in single line spacing, and it should not exceed a total of 15 pages including tables and figures. Headings should be numbered as follows: 1., 1.1., 1.1.1.

Footnotes: Use of footnotes within the text should be avoided as much as possible. If necessary, it can be used below tables and figures.

Symbols and abbreviations: Unit symbols should comply with The International System of Units. Abbreviations should be explained briefly within a parenthesis where it appears first.

References: In the text, literature should be given with the last name of the author and year of the publication (For example: Oliver et al., 1996; Geray, 1998). At the end of the paper, references should be ordered first alphabetically and then chronologically. If there is more than one paper from the same author for a given year, these references should be identified by the letters a, b, c..., after the year of publication (For example: Jensen, 1998a; 1998b; 1999). See Appendix 1 for details on references.

Tables and figures: All tables and figures (graphs, photographs, maps etc.) should be numbered in the order of their citation in the text. Titles of the tables should be located above, and titles of the figures should be located below the related table or figure. Tables and figures should be simple, and their text, number and symbol components should be easily visible and understandable. Figures should be prepared in at least 300 dpi resolution and 8.15 or 17 cm width. Characters within the figures should be in Times New Roman font type and 8 pt font size.

Submission of a manuscript: All review and publishing processes are carried out online in [DergiPark Akademik](#). Authors should first "[register](#)" and "[login](#)" to the system and then upload their manuscript with a "[cover letter and copyright transfer form](#)".

Yazar rehberi

Makale A4 sayfa boyutunda, 12 punto Times New Roman yazı tipinde ve düz metin şeklinde hazırlanmalıdır. Zorunlu olmadıkça hiçbir özel format kullanılmamalıdır. Makaleye sayfa ve satır numarası eklenmelidir. Diğer hususlar için lütfen aşağıdaki açıklamalara bakınız.

Kapak sayfası: Kapak sayfasında sırasıyla makale başlığı, yazar adı soyadı, yazar iletişim bilgileri yer almalıdır.

Başlık ve özet (Türkçe ve İngilizce): Özet, 250 kelimeyi geçmeyecek şekilde yazılmalı, kısaca araştırmanın gerekçesini, amaçlarını, uygulanan yöntemi, sonuç ve önerileri içermelidir. Özet sonuna 3-6 kelimedenden oluşan anahtar kelimeler eklenmelidir.

Ana metin: Makale ana metni tek satır aralıklı olarak yazılmalı, çizelge ve şekillerle birlikte toplam 15 sayfayı geçmemelidir. Konu başlıkları 1., 1.1., 1.1.1., şeklinde numaralandırılmalıdır.

Dipnotlar: Metin içerisinde dipnotlardan olabildiğince kaçınılmalıdır. Çizelge ve şekillerde ise gerekli olması halinde ilgili objenin altında kullanılabilir.

Semboller ve kısaltmalar: Birim sembolleri Uluslararası Birimler Sistemine (The International System of Units; SI) uygun olmalıdır. Kısaltmalar ise metin içerisinde ilk geçtiği yerde parantez içinde açıklanmalıdır.

Kaynaklar: Metin içinde geçen kaynaklar yazarların soyadları ve yayım yılı ile birlikte verilmelidir (Örnek: Oliver vd., 1996; Geray, 1998). Metin sonundaki kaynaklar önce alfabetik sonra kronolojik sıraya göre sıralanmalıdır. Bir yazarın aynı yılda birden fazla yayımına atıf yapılmışsa, bu kaynaklar yayım yılından sonra gelecek a, b, c... harfleriyle ayrılmalıdır (Örnek: Jensen, 1998a; 1998b; 1999). Kaynaklar hakkında detaylar için Ek 1'e bakınız.

Çizelgeler ve şekiller: Bütün çizelge ve şekiller (grafik, fotoğraf, harita vb.) metin içerisinde atıf sıralarına göre ardışık olarak numaralandırılmalıdır. Çizelgelerin üzerinde ve şekillerin altında başlıkları yer almalıdır. Çizelge ve şekiller mümkün olduğu kadar sade olmalı, içerilerindeki metin, rakam, sembol vb. unsurlar net olarak görünür ve anlaşılabilir olmalıdır. Şekiller en az 300 dpi çözünürlüğünde ve 8.15 ya da 17 cm genişliğinde hazırlanmalıdır. Şekillerde kullanılan karakterler Times New Roman yazı tipinde ve 8 punto büyüklüğünde olmalıdır.

Makalenin gönderilmesi: Dergimizin tüm hakemlik ve yayıncılık faaliyetleri online olarak [DergiPark Akademik](#) üzerinden yürütülmektedir. Yazarların öncelikle dergimize "[kayıt](#)" olup sisteme "[giris](#)" yaptıktan sonra, makaleleri ile birlikte "[üst yazı ve telif devir](#)" formunu sisteme yüklemelidirler.

Appendix 1. References

In accordance with generally accepted principles; author, publication year, title, publisher, page numbers and other appropriate information should be given for each reference.

Electronic references: Ordinary internet sites sources with limited credibility and permanence should not be used as an electronic reference. If a publication exists in both print and electronic versions, the print version should be preferred as a reference.

If used, electronic sources should be treated as printed sources; author, year of publication, title of the article or web page, publisher's name and place should be given. DOI numbers should be included at the end if an online-only publication is used as reference.

Periyodik dergilerde makale / Article in periodical journals

Binkley, D., Stape, J.L., Ryan, M.G., 2004. Thinking about efficiency of resource use in forests. *Forest Ecology and Management*, 193: 5-16.

Acar, H.H., Ünver, S., 2012. Tomrukların oluk içerisinde traktör gücü ile kontrollü kaydırılması (TOKK-T) yönteminde iş verimliliği. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 13(2): 97-102.

Kitap / Book

Boydak, M., Çalıkoglu, M., 2008. Toros Sedirinin (*Cedrus libani* A. Rich) Biyolojisi ve Silvikültürü. Ormancılık Geliştirme ve Orman Yangınları ile Mücadele Hizmetlerini Destekleme Vakfı Yayını, Lazer Ofset Matbaası, Ankara.

Oliver, C.D., Larson, B.C., 1996. *Forest Stand Dynamics*. John Wiley and Sons, New York.

Kitapta bölüm / Reference to a chapter in an edited book

Little, C.H.A., Pharis, R.P., 1995. Hormonal control of tree stem growth. In: *Plant Stems: Physiology and Functional Morphology* (Ed: Gartner, B.L.), Academic Press, New York, pp. 281-319.

Öztekin, M., 2014. *Phlomis L. (Çalbalar)*. Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıları (Ed., Akkemik, Ü.), Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, s: 385-389.

Tez / Thesis and dissertation

Gürlevik, N., 2002. Stand and soil responses of a loblolly pine plantation to midrotation fertilization and vegetation control. PhD Dissertation, North Carolina State University, NC, USA.

Işık, F., 1998. Kızıldağın (*Pinus brutia* Ten.) genetik çeşitlilik, kalıtım derecesi ve genetik kazancın belirlenmesi. Doktora tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.

Konferans bildirisi / Conference proceedings

Erdönmez, C., Ok, K., 2009. Özel ağaçlandırmaları etkileyen sosyo-ekonomik etkenler. II. Ormancılıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi, 19-21 Şubat, Isparta, s. 74-80.

Erkan, N., 2002. Growth performance of Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.) in natural forest and plantation in Turkey. Proceedings of IUFRO Meeting: Management of Fast Growing Plantations, 11-13 September, Izmit, Turkey, pp. 67-74.

Elektronik kaynak / Electronic reference

FAO, 2011. Fact and figures: Forest cover. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, <http://www.fao.org/forestry/28808/en/>, Accessed: 22.12.2012.

OGM, 2009. Ormancılık istatistikleri 2009. Resmi istatistik programı kapsamındaki ormancılık istatistikleri, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, http://web.ogm.gov.tr/Dkmanlar/istatistikler/ormancilik_ist_2009.pdf, Erişim: 06.02.2013.

Ek 1. Kaynaklar

Genel kabul görmüş ilkelere uygun olarak, her bir yayının yazarı, yayın yılı, başlığı, yayıncısı, sayfa numarası ve gerekli diğer bilgileri verilmelidir.

Elektronik kaynaklar: Sıradan bir internet sitesi gibi güvenilirliği ve devamlılığı şüpheli olan elektronik kaynaklar tercih edilmemelidir. Eğer bir kaynağın hem elektronik hem de basılı hali mevcutsa, basılı olanı referans gösterilmelidir.

Eğer kullanılacaksa, elektronik kaynaklar da basılı kaynaklar gibi düşünülmeli; yazar, yayın yılı, makale veya internet sayfasının başlığı, yayıncı adı ve yeri verilmelidir. Sadece çevrimiçi yayın yapan dergilerde DOI numarası da kaynağın sonuna eklenmelidir.

Standartlar/Standarts

TS 2472, 2005. Odunda, fiziksel ve mekaniksel deneyler için birim hacim ağırlığı tayini. TSE, Ankara

ASTM-D 1413-007, 2007. Standart test methods of testing wood preservatives by laboratory soilblock cultures. Annual Book of ASTM Standarts, USA.

Çeviri kaynak/Translated reference

Eyüboğlu, A.K., 1979. Fidan (Çeviri: Cleary, B.D., Greaves, R.D., Owston, P.W., 1978. Seedlings. Oregon State University, School of Forestry, Forest Service U.S. Department of Agriculture, Corvallis, Oregon, USA). Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, 2:31-69.

Proje raporu/Project report

Yılmaz, E., Abbak, A., Kırış, R., Sayın, M.A., 2015. Orman Amenajman Planlamasının Sosyal Boyutu: Pozantı Orman İşletme Şefliğinde Örnek Uygulama. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Proje Sonuç Raporu, Proje Numarası: 20.5315/2014-2015, Tarsus.

Teknik rapor/Technical report

Davis, C.T., Kellogg, L.D., 2005. Measuring Machine Productivity with the MultiDAT Datalogger: a Demonstration on Three Forest Machines. USDA Forest Service, General Technical Report, PSWGTR-194.

Keskin, S., 1989. Kokulu Ardıç (*J. foetidissima* Willd.) ve Boylu Ardıç (*J. excelsa* Bieb.) Çeliklerinin Köklendirilmesi Üzerine Çalışmalar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Raporlar Serisi, No: 36-39, Ankara.

Teknik bülten/Technical bulletin

Eyüboğlu, A.K., Atasoy, H., Küçük, M., 1992. Doğu Karadeniz Bölgesinde Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Orijin Denemelerinin 9 Yıllık Sonuçları. Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten Serisi, No: 237, Ankara.

