



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: 2

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: 2

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 : turkjfor@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

- Early drought test with polyethylene glycol in Anatolian black pine [*Pinus nigra* J.F. Arnold ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] seeds
Eda Demir, Bora İmal..... 65-72
- Estimating ecosystem naturalness using Benford's Law and Generalized Benford's Law
Kürşad Özkan..... 73-82
- Local recipes of some natural plant taxon consumed as food in Onikişubat (Kahramanmaraş) region
Ebru Hatice Tıǧlı Kaytanlıoğlu, Hüseyin Fakir, Aslı Nisa Aydemir..... 83-90
- Cynipid Galls (Hymenoptera: Cynipidae) on Roots of *Quercus infectoria* Oliv.: Two new records from Turkey
Musa Azmaz 91-96
- Investigation of temporal changes in land cover and in categories of forest development age and crown closure: The case of Karabiga Forest Planning Unit
Sinan Kaptan..... 97-104
- Assessment of non-wood forest products trade competitiveness between Ethiopia and Asia/19 countries
Ahmed Nuru Zeleke 105-110
- Forecasting of pine honey producer sales prices by using Box-Jenkins model
Emre Göksu, Gamze Saner 111-116
- Perceptions and expectations of forestry cooperatives: The case of Yenice Forest Enterprise
İsmet Daşdemir, Akif Karcı..... 117-127
- Effect of moisture content and density on some technological properties of fiberboard
Abdullah Özkalaycı, İbrahim Bektaş, Bekir Cihad Bal, Ayşenur Kılıç Ak..... 128-134
- Modelling some physical and mechanical properties of heat-treated Scotch pine using artificial neural network
Sibel Yıldız, Ayşenur Gürgen 135-142
- Chemical and morphological evaluation of the suitability of banana pseudo-stem waste for pulp and paper production
Evren Ersoy Kalyoncu, Meryem Ondaral..... 143-150
- Effects of various fertilizer mixture applications and harvesting time on main volatile compounds of thyme (*Thymus sipyleus* BOISS. subsp. *sipyleus* BOISS. var. *sipyleus* L.)
Samim Yaşar, Nevriye Sicim 151-156
- Determination of the effect of laminated veneer lumber (LVL) moisture content on pressure resistance by artificial intelligence
Eser Sözen, Timuçin Bardak, Kadir Kayahan..... 157-164
- Effects of heat treatment in the presence of nitrogen gas on some mechanical properties of poplar wood
Hasan Orhan, Bekir Cihad Bal..... 165-170

Review

- Resolving the ambiguity: Forest function or ecosystem service?
Can Vatandaşlar 171-185

İÇİNDEKİLER

Araştırma

- Anadolu karaçamı [*Pinus nigra* J.F. Arnold ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] tohumlarında polietilen glikol ile erken kuraklık testi
Eda Demir, Bora İmal..... 65-72
- Benford Kanunu ve Genelleştirilmiş Benford Kanunu ile ekosistem doğallığının hesaplanması
Kürşad Özkan..... 73-82
- Onikişubat (Kahramanmaraş) yöresinde gıda olarak tüketilen bazı doğal bitki taksonlarına ait yöresel tarifler
Ebru Hatice Tıǧlı Kaytanlıoğlu, Hüseyin Fakir, Aslı Nisa Aydemir..... 83-90
- *Quercus infectoria* Oliv. (Mazı Meşesi) köklerinde oluşan mazılar (Hymenoptera: Cynipidae): İki yeni kayıt
Musa Azmaz 91-96
- Arazi örtüsü ile meşcere gelişim çağı ve kapalılığı kategorilerindeki zamansal değişimlerin incelenmesi: Karabiga Orman İşletme Şefliği örneği
Sinan Kaptan..... 97-104
- Etiyopya ve Asya/19 ülkeleri arasındaki odun dışı orman ürünleri ticaretinin rekabetçilik değerlendirmesi
Ahmed Nuru Zeleke..... 105-110
- Çam balı üretici satış fiyatlarının Box-Jenkins modeli ile öngörüsü
Emre Göksu, Gamze Saner 111-116
- Ormancılık kooperatiflerine yönelik algı ve beklentiler: Yenice Orman İşletmesi örneği
İsmet Daşdemir, Akif Karacı..... 117-127
- Lif levhanın bazı teknolojik özellikleri üzerine rutubet miktarı ve yoğunluğun etkisi
Abdullah Özkalaycı, İbrahim Bektaş, Bekir Cihad Bal, Ayşenur Kılıç Ak..... 128-134
- Isıl işlem uygulanmış sarıçam odununun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin yapay sinir ağı kullanılarak modellenmesi
Sibel Yıldız, Ayşenur Gürgen 135-142
- Muz yalancı gövde atığının kağıt hamuru ve kağıt üretimine uygunluğunun kimyasal ve morfolojik açıdan değerlendirilmesi
Evren Ersoy Kalyoncu, Meryem Ondaral..... 143-150
- Çeşitli gübre karışımı uygulamaları ve hasat zamanının kekik (*Thymus sipyleus* BOISS. subsp. *sipyleus* BOISS. var. *sipyleus* L.) bitkisinin ana uçucu bileşenleri üzerine etkileri
Samim Yaşar, Nevriye Sicim 151-156
- Lamine kaplama kereste (LVL) rutubetinin basınç direnci üzerine etkisinin yapay zekâ ile belirlenmesi
Eser Sözen, Timuçin Bardak, Kadir Kayahan..... 157-164
- Azot gazı varlığında yapılan ısıl işlemin kavak odununun bazı mekanik özellikleri üzerine etkileri
Hasan Orhan, Bekir Cihad Bal..... 165-170

Derleme

- Orman fonksiyonu mu ekosistem hizmeti mi?
Can Vatandaşlar 171-185

Anadolu karaçamı [*Pinus nigra* J.F. Arnold ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] tohumlarında polietilen glikol ile erken kuraklık testi

Eda Demir^a, Bora İmal^{b,*}

Özet: Bu çalışmada, Anadolu Karaçamı orijinlerinde farklı su stresi seviyelerinin çimlenmeye etkisi araştırılarak kuraklığa dayanıklı orijinleri tespit etmek amaçlanmıştır. Çalışmada, su stresi seviyeleri Polietilen glikol (PEG)-6000 solüsyonu kullanarak 0 ile -0.8 MPa arasında oluşturulmuş ve ardından çimlenme testleri gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonunda; su stresi seviyesi arttığında, çimlenme değerlerinin azaldığı anlaşılmış; bu değerler bakımından orijinler arasında önemli farklılıkların bulunduğu, istatistiksel olarak da teyit edilmiştir. Buna göre, daha az yağışlı bölgeleri temsil eden, Nallıhan, K. Hamam, Çerkeş ve M.K. Paşa orijinlerinin -0.6 ve -0.8 MPa su stresi seviyelerine kadar yüksek oranda çimlenme değerleri gösterdiği saptanmıştır. Bu bağlamda söz konusu orijinlerin kuraklığa daha dayanıklı oldukları kanısına varılmıştır. Bu bulgular, Anadolu karaçamında kuraklığa dayanıklılık bakımından tür içi bir varyasyon olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada, kuraklığa daha dayanıklı olduğu tespit edilen orijinlerin yarı kurak bölge ağaçlandırmalarında kullanılması başarıyı arttırabilir.

Anahtar kelimeler: Çimlenme, Kuraklığa dayanıklılık, Orijin, PEG, Anadolu karaçamı, Su stresi

Early drought test with polyethylene glycol in Anatolian black pine [*Pinus nigra* J.F. Arnold ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] seeds

Abstract: In this study, it was aimed to investigate the impact of water stress on germination and determine drought tolerant provenances in different Anatolian Black Pine provenances. Levels of water stress between 0 and -0.8 MPa were applied by using solution of PEG-6000 and germination tests were carried out. Our results revealed that germination values significantly decreased with increasing water stress level among provenances. Accordingly, Nallıhan, K. Hamam, Çerkeş and M.K. Paşa provenances, which represent regions with lower rainfall, had higher germination values up to -0.6 and -0.8 MPa water stress levels compared to other provenances. In this respect, mentioned provenances were found to be more resistant to drought. This result shows that there are variations within species in Anatolian Black Pine in terms of drought tolerances. Using provenances, which are determined to be drought-tolerant in this study, can increase afforestation success in semi-arid regions.

Keywords: Germination, Drought resistance, Provenance, PEG, Anatolian Black Pine, Water stress

1. Giriş

Türkiye ormancılığında ağaç türleri bakımından önemli bir yer teşkil eden Anadolu karaçamı ülkemizde Güneydoğu Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgeleri hariç tüm bölgelerimizde yayılış göstermekte ve toplam 4.35 milyon ha. ılık bir alan kaplamaktadır (Alptekin, 1986; OGM, 2019). Meşe türlerinden sonra ülkemizde stebe en fazla giren tür olup (Uslu, 1959; Saatçioğlu, 1976) biyoklimatik bakımdan yarı nemli, yarıkurak ve soğuk iklim koşullarında yer almaktadır (Dirik, 1999; Çalikoğlu, 2002; İmal 2015). Aynı zamanda Anadolu karaçamı ülkemiz ağaçlandırmalarında kızılçamdan sonra en büyük paya sahip doğal türümüzdür (2009 yılı sonuna kadar 488.379 ha) (Atalay ve Efe, 2010; Ertekin ve Özel, 2010). Özellikle son yıllarda Karaçam ağaçlandırmaları hem doğal yayılış alanı içinde hem de doğal yayılış alanı dışında, soğuk ve kuraklık etkisinin de aralarında bulunduğu alanlarda kapsamlı bir şekilde yürütülmektedir (Konukçu, 2001; Atalay ve Efe, 2010). Söz

konusu alanlarda don ve kuraklık stresi ağaçlandırma çalışmalarının başarısını olumsuz yönde etkileyebilmektedir.

Bitki gelişimini olumsuz yönde etkileyen faktörlerden birisi de stres durumudur. Bitkiler üzerinde olumsuz bir etki oluşturan dışsal bir etmen veya bitkilerin gelişim ve verimliliklerini negatif yönde etkileyen çevre faktörleri kısaca stres olarak adlandırılmaktadır (Kramer, 1983; Kozłowski ve Pallardy, 1996; Larcher, 2003; Özen ve Onay, 2007). Kaynağına göre stresler biyotik (böcek, mantar, vb) ve abiyotik (don, kuraklık, tuzluluk) stresler olarak iki grupta incelenmektedir. Yapılan araştırmalarda dünya karalarının yaklaşık %28'lik kısmında kuraklık, %24'ünde sıg topraklar, %23'ünde bitki besin maddesi eksikliği veya fazlalığı ve %16'lık kısmında ise don stresinin, bitkilerin büyüme ve gelişimini olumsuz yönde etkilediği belirtilmektedir (Kramer ve Boyer, 1995; Semerci vd., 2008; Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005). Söz konusu stres faktörlerinden kuraklık bitkilerde özellikle tohumun

✉ ^a Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Çankırı

^b Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Silvikültür Anabilim Dalı, Çankırı

@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): bimal@karatekin.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 28.10.2020, **Accepted** (Kabul tarihi): 08.06.2021



Citation (Atıf): Demir, E., İmal, B., 2021. Anadolu karaçamı [*Pinus nigra* J.F. Arnold ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] tohumlarında polietilen glikol ile erken kuraklık testi. Turkish Journal of Forestry, 22(2): 65-72. DOI: [10.18182/tjf.817212](https://doi.org/10.18182/tjf.817212)

çimlenme aşaması ve fidan aşamasında daha olumsuz koşullar yaratabilmektedir.

Tohumun çimlenmesi, bitkinin yaşam döngüsünde en önemli aşamalardan birisi olup bu dönemde çevre koşullarına oldukça duyarlıdır. Tuz ve kuraklık stresleri gibi abiyotik faktörler, tohum çimlenmesini ve fide büyümesini sınırlayan en önemli abiyotik streslerden ikisidir (Keshavarzi, 2012; Shitole ve Dhubal, 2012). Toprakta sağlanan su, çimlenme ve fidan gelişimini kontrol eden önemli bir çevresel faktördür (Kramer ve Kozlowski, 1979; Bradford vd., 1992; Boydak vd., 2003). Çeşitli faktörlerin etkisi ile oluşan su stresi sonucu tohum bünyesine su alınması güçleşmekte ve tohumların çimlenme yüzdesi ile çimlenme hızları düşerek tohum gücü olumsuz yönde etkilenmektedir (Leviit, 1972; Çalikoğlu ve Tilki, 2002).

Ağaç türlerine ve orijinlerine ait tohumların su stresi altında çimlenmeye karşı göstermiş oldukları tutumlar farklılık göstermektedir. Ekolojik açıdan önem taşıyan bu durumda, söz konusu bu farklılıkların ortaya konarak, ağaç türlerinin kuraklık stresine dayanıklılıklarının ve türlerin kendi orijinleri içinde nasıl bir varyasyon gösterdiğinin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır (Larcher, 2003).

Yukarıda sözü edilen stres faktörlerinden kuraklık stresi özellikle kurak ve yarıkurak bölgelerde etkisini daha şiddetli olarak hissettirmektedir. Bu bağlamda, Türkiye’de yarıkurak alanlar 31 milyon hektarlık bir alana sahip olup ülke alanının %37’si yarıkurak iklim tipinin etkisi altındadır (Zoralioğlu, 1990; Ürgenç, 1998; Çalikoğlu ve Tilki, 2004). Erinç kuraklık indisi değerlerine göre ise ülkemizin yaklaşık ¾’ü yılın 5-8 ayını yarıkurak iklim koşulları altında geçirmekte olup, düşen yıllık yağışın pek azı vejetasyon dönemine rastlamaktadır (Erinç, 1984; Türkes, 1990). Ormancılık çalışmalarını olumsuz yönde etkileyen söz konusu alanlarda Anadolu karaçamının da kuraklık stresinden etkilendiği belirtilmektedir (Şimşek vd., 1995; Ürgenç, 1986; Akkemik, 2001; Çalikoğlu, 2002; Kilis, 2007; Gökdemir vd., 2012; Güner vd., 2016). Bu yüzden bu bölgelerde Anadolu karaçanı ile yapılacak ağaçlandırma çalışmalarında kuraklığa daha dayanıklı orijinleri tespit etmek başarı açısından önem taşımaktadır.

Orman ağaçlarında kuraklığa dayanıklılık çalışmaları tohum, fidan ve ağaç aşamasında çeşitli yöntemlerle belirlenebilmektedir (Hinckley vd., 1980; Dirik, 1994; Çalikoğlu, 2002; Gonzales, 2009; Deligöz, 2011; Bartlett vd., 2012; Zhang ve Zgeng, 2012; İmal, 2015; Deligöz ve Bayar 2017; Bayar, 2018). Bu yöntemlerden tohum aşamasında kuraklık testleri, su alımını güçleştirici çeşitli kimyasal maddeler (polietilen glikol, sodyum klorür vb) kullanılarak su gerilimi oluşturulan ortamda tohumların çimlendirilmesi ile yapılmaktadır (Barnet, 1969; Michel ve Kaufmann, 1973; Khalil vd., 1997; Çalikoğlu ve Tilki,

2002). Söz konusu kimyasallardan polietilen glikol (PEG-6000) ile kuraklık testleri, hızlı, ucuz ve pratik bir yöntem olması nedeniyle çeşitli araştırmalara konu edilmiştir (Falusi ve Calamassi, 1982; Falusi vd., 1983; Falleri, 1994; Dirik, 2000; Boydak vd., 2003; Tilki, 2005; Zhu vd., 2006; Tilki ve Dirik, 2007; Ahmadloo vd., 2011; Shitole ve Dhubal, 2012; Bahrami vd., 2012; Li vd., 2013; Toosi vd., 2014; Şevik ve Ertürk, 2015). Ülkemizde Anadolu karaçamında PEG ile tohum aşamasında yapılan kuraklık testleri bulunmakla birlikte farklı biyoklimatik bölgeleri temsil eden orijinler ile yapılan çalışma sayısı sınırlıdır (Çalikoğlu, 2002; Semerci vd., 2008; Buyurukcu, 2011; Topaçoğlu vd., 2016). Özellikle türün geniş yayılış alanı ve küresel iklim değişikliğinin de etkileri göz önüne alındığında ekofizyoloji tabanlı yeni çalışmaların yapılması büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışma; farklı biyoiklim bölgelerini temsil eden Anadolu karaçanı orijinlerinde PEG-6000 solüsyonu ile farklı su stresi düzeylerinin çimlenme üzerine olan etkisini ortaya koyarak, kuraklığa dayanıklı orijinleri tespit etmek ve orijinler arasında tür içi varyasyon düzeyini saptamak amacı ile 2018 yılında yürütülmüştür. Aynı çalışma kapsamında, orijinlerin kuraklık stresi altındaki tutumları ile temsil ettikleri biyoklimatik reyonların iklim özellikleri arasında olabilecek muhtemel ilişkilerin belirlenmesi de amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda türün kuraklık koşullarındaki ekofizyolojisine katkı yapılarak ağaçlandırma çalışmalarında orijin seçimine yardımcı olması beklenmektedir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmada, 6 farklı Anadolu karaçanı orijininin elde edilen tohumlar ana materyal olarak kullanılmıştır. Söz konusu tohumlar Orman Genel Müdürlüğü, Fidanlık ve Tohum İşleri Dairesi Başkanlığından 500 er gr olarak temin edilmiş ardından laboratuvara getirilerek +4 °C de ağız kapalı kaplarda deney gününe kadar bekletilmişlerdir. Orijinlerin seçiminde Anadolu karaçanı Türkiye’deki doğal yayılış alanlarını temsil etmeleri dikkate alınarak yörelerin farklı biyoiklim bölgelerini temsil etmesine dikkat edilmiştir (Şekil 1). Orijinlere ve tohum toplanan alanlara ait bilgiler Çizelge 1 de, Emberger Biyoiklim Sınıflandırma Yöntemine göre orijinlerin iklim karakteristikleri ilgili bilgiler ise Çizelge 2 de verilmiştir. Orijinlere ait iklim verileri Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden temin edilmiştir.

Çizelge 1. Tohumların temin edildiği orijinlere ilişkin genel bilgiler

Bölge müdürlüğü	Orijinler	Yükselti (m)	Tohum kaynağı ve ulusal kayıt no	Kuzey enlemi-doğu boylamı	Toplanma yılı	1000 dane ağırlığı (gr)
Ankara	Nallıhan	1250	TM-120	40° 20' 27"-31° 06' 43"	2016	22.9
Ankara	Kızılcahamam	1350	TM-123	40° 28' 30"-32° 34' 56"	2016	23.7
Ankara	Çerkeş	1250	TM-124	40° 49' 25"-32° 39' 22"	2016	21.8
Balıkesir	Dursunbey	800	TM-113	39° 23' 07"-27° 15' 57"	2009	27.3
Bursa	Mustafakemalpaşa	1000	TM-83	39° 53' 45"-28° 43' 00"	2011	23.2
Muğla	Yılanlı	1100	TM-369	37° 11' 23"-28° 31' 53"	2011	25.8

T.M: Tohum meşceresi

Çizelge 2. Anadolu karaçamı orijinlerinin Emberger Biyoiklim Sınıflandırmasına göre iklim karakteristikleri (Akman, 1999)

No	Orijin	En yakın istasyon	İstasyon yükseltisi (m)	P (mm)	M (°C)	m (°C)	Q	PE (mm)	S	Biyoiklim zonu
1	Nallıhan	Nallıhan	650	299.1	31.4	-2.7	30.5	35.8	1.1	<i>Kurak-Soğuk</i>
2	K.Hamam	K.Hamam	1033	565.6	28.2	-4.8	60.1	84.4	3.0	<i>Yarı kurak-Çok soğuk</i>
3	Çerkeş	Çerkeş	1126	397.8	26.4	-7.1	42.0	96.1	3.6	<i>Yarı kurak-Son derece soğuk</i>
4	Dursunbey	Dursunbey	637	617.0	28.5	-0.8	73.5	57.1	2.0	<i>Az yağışlı-Soğuk</i>
5	M.K.Paşa	M.K.Paşa	1063	683.7	29.6	1.7	86.3	58.6	1.4	<i>Az yağışlı-Serin</i>
6	Yılanlı	Muğla	646	1220.9	32.8	1.6	133.5	38.4	1.1	<i>Yağışlı-Serin</i>

P (mm): Yıllık ort. yağış, M (°C): En sıcak ayın mak. Sıcaklık ort., m (°C): En soğuk ayın min. sıcaklık ort., Q: Yağış-sıcaklık katsayısı, PE (mm): Yaz ayları (6.,7. ve 8. aylar) yağış ort., S: Yaz kuraklık indisi= Yaz yağışı (Haz, Tem. Ağu.) / aynı üç ayın max. sic. ort



Şekil 1. Araştırmaya konu olan Anadolu karaçamı orijinlerin haritası

2.2. Yöntem

Su stresinin Anadolu karaçamı tohumunun çimlenmesi üzerine etkisi ve orijinler arasındaki farkların ortaya konulması amacıyla, her bir orijine ait tohumlar değişik su stresi koşullarında çimlenme testine tabi tutulmuşlardır. Değişik su stresine sahip ortamlar, saf suya belirli miktarlarda polietilen glikol (PEG 6000) eklenerek oluşturulmuştur. Su stresi seviyeleri 0, -0.2, -0.4, -0.6 ve -0.8 megapaskal (MPa) olacak şekilde Michel ve Kaufman (1973)'a göre hazırlanmıştır (Çizelge 3). Orijinler, her bir su stresi işleminde 4x50 adet tohumla çimlenmeye tabi tutulmuşlardır (6 orijin x 200 tohum x 5 su stresi=6000 tohum). Çimlendirmeler 11 cm çapındaki cam petri kaplarında gerçekleştirilmiş olup altlık olarak yine 11 cm çapındaki filtre kağıtları kullanılmıştır. Çimlenmeye alınan tohum örnekleri deneme kaplarına konulmadan önce, 5'er dakikalık sürelerle saf suda çalkalanarak yüzeysel olarak temizlenmiştir.

Çizelge 3. Uygulanan su stresi seviyeleri ile PEG miktarları

Su stresi (MPa)	gr PEG 6000/kg H ₂ O
0	0
-0.2	104.98
-0.4	164.30
-0.6	209.45
-0.8	247.40

Çimlenme testleri inkübatörde (Lovibond TC-140G marka ve model) 20 °C sabit sıcaklık ve %60-70 nem koşullarında 28 günlük sürede ISTA (1996) kurallarına göre gerçekleştirilmiştir (Çalikoğlu, 2002). Petri kaplarındaki filtre kağıtları ve solüsyonlar 3 günde bir değiştirilerek yenilenmiştir. Deneme sürecinde kökçüğü, tohum boyunun 1-1.5 katı olan tohumlar çimlenmiş kabul edilmiştir (Şekil 2) (Çalikoğlu, 2002; Boydak vd., 2003; Tilki, 2005). Çimlenen tohumlar çimlenme cetvellerine kaydedilerek, testler sonunda orijinlere ait çimlenme yüzdeleri (ÇY) ve 10. gündeki çimlenme değerlerinden faydalanılarak çimlenme hızları (ÇH) belirlenmiştir.

Çimlenme verileri "Windows SPSS Software (23.0)" istatistik programında çift yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiş, verileri normal dağılıma yaklaştırmak için arcsin dönüştürmesi uygulanmıştır. Varyans analizi sonuçlarında istatistiksel bakımından anlamlı farklar çıkması (P<0.05) durumunda Tukey testi uygulanarak orijin ve işlemlerin gruplaşması ortaya konmuştur. Varyans analizi öncesi ÇY değerleri için denemeye alınan orijinlerin kontrol gruplarındaki (0 MPa) çimlenme yeteneği farklılıklarının analiz sonuçlarındaki yanıtıcı etkilerini elimine edebilmek için, bu işlemdeki değerler 100 kabul edilmiş ve diğer stres düzeyi işlemlerindeki değerler 100'e oranlanarak oransal çimlenme yüzdeleri (OÇY) elde edilmiştir. Böylece işlemler ve orijinler arası farklar daha rasyonel bir şekilde ortaya konulmaya çalışılmıştır.



Şekil 2. Petri kaplarına yerleştirilen filtre kâğıtları ile solüsyonların yenilenmesi ve çimlenen tohumların sayımı

3. Bulgular

Farklı Anadolu karaçamı orijinlerine ait tohumların farklı su stresi seviyelerindeki çimlenme yüzdeleri (ÇY) Çizelge 4'te verilmiştir. Tüm orijinlerin ÇY leri stres düzeyi arttıkça buna paralel olarak düşüş göstermiştir. Fakat bazı orijinlerde az da olsa artış göstermiştir.

Çimlenme testleri sonucunda elde edilen bulgulara uygulanan varyans analizi sonucunda; orijin, su stresi düzeyi ve orijin ile su stresi düzeyi etkileşiminin Anadolu karaçamı tohumlarının oransal çimlenme yüzdesi (OÇY) ve çimlenme hızı (ÇH) üzerinde $p < 0.005$ güven düzeyinde etkili olduğu bulunmuştur (Çizelge 5). Orijinlerin ve su stresi düzeylerinin kendi içlerindeki gruplaşmalarına ait Tukey testi sonuçları ise Çizelge 6 ve Çizelge 7'de verilmiştir.

Orijinlerin OÇY lerine ait Tukey testi sonuçları incelendiğinde (Çizelge 6); kontrol ve 0.2 MPa su stresi seviyesinde orijinler arasında istatistiki açıdan fark bulunmaz iken diğer stres seviyelerinde fark bulunmuştur. Fark tespit edilen su stresi seviyelerinde, -0.4 MPa su stresindeki OÇY değerleri incelendiğinde en yüksek değer Çerkeş (%107.2) en küçük değer ise Yılanlı (%69.3) orijininde tespit edilmiştir. -0.6 MPa su stresi seviyesinde, en yüksek OÇY değerlerini sırasıyla Çerkeş (%93.0), K.Hamam (%88.7) ve Nallıhan (%81.2) orijinleri gösterirken, en düşük OÇY değerini ise Yılanlı (%38.9) orijini göstermiştir. Son olarak -0.8 MPa su stresi seviyesinde en yüksek OÇY değerini K.Hamam (% 37.0) ve Nallıhan (%26.8) orijinleri, en düşük OÇY değerini ise Yılanlı (% 0) orijini göstermiştir.

Her orijinin kendi içindeki su stresi seviyelerinde oluşan OÇY değerleri istatistiki açıdan değerlendirildiğinde ise (Çizelge 6, Şekil 3); tüm orijinlerde su stresi seviyesi arttıkça orijinlere ait OÇY değerlerinde genel bir düşüş olduğu anlaşılmaktadır. Nallıhan, K.Hamam, Çerkeş ve M.K. Paşa orinleri -0.4 ve -0.6 MPa su stresi seviyelerine kadar kontrol grubundaki gibi yüksek bir OÇY değeri göstererek kontrol grubundan istatistiki açıdan farklılık göstermezken diğer orijinler daha düşük su stresi seviyelerinde farklılık göstermişlerdir. Bununla birlikte Çerkeş orijini kontrol grubundan itibaren -0.6 MPa su stresi derecesine kadar yüksek OÇY değerlerini korumuştur (Çizelge 6). Ayrıca Nallıhan orijininde -0.4 MPa daki OÇY -0.2 MPa dakine göre, Çerkeş orijininde -0.2 ve -0.4 MPa su stresindeki OÇY kontrol grubuna göre ve Dursunbey orijininde -0.2 MPa daki OÇY kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuştur (Şekil 3).

Su stresi seviyelerinin orijinlerin ÇH larına yapmış olduğu etkiler incelendiğinde (Çizelge 7); kontrol ve -0.2 MPa stres grubunda en yüksek ÇH değerlerini Nallıhan (%39, %32.5) K.Hamam (%34, %22.5) ve M.Kemalpaşa (%38, %27) orijinleri gösterirken diğer orijinler en düşük ÇH değerleri göstermiştir. -0.4 ve -0.6 MPa su stresi seviyelerinde en yüksek ÇH değerini Nallıhan (%33.5, %14.5) en düşük ÇH değerini ise Çerkeş (%4, %2.5) ve Yılanlı (%2.5, %0) orijinleri göstermiştir. -0.8 MPa su stresi seviyesinde ise tüm orijinler ÇH değerleri bakımından istatistiksel anlamda bir fark göstermemiştir. Genel olarak su stresi seviyesi arttığında orijinlerin çimlenme hızları azalış göstermiştir.

Çizelge 4. Anadolu karaçamı orijinlerine ait tohumların çimlenme yüzdeleri

Orijinler	Su stresi seviyeleri (MPa) ve çimlenme yüzdeleri				
	0	-0,2	-0,4	-0,6	-0,8
Nallıhan	89.5	85.5	88.5	73.0	24.0
K. Hamam	71.5	65.5	66.0	63.5	26.0
Çerkeş	37.0	38.5	39.5	34.0	6.0
Dursunbey	41.5	41.0	46.5	24.5	2.5
M. Kemalpaşa	70.0	74.5	57.0	42.0	16.5
Yılanlı	57.0	49.5	39.0	22.5	0.0
Ort.	61.1	59.1	56.1	43.3	12.5

Çizelge 5. Çimlenme değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

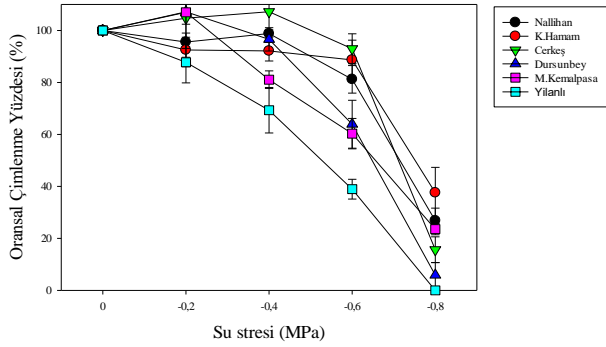
Oransal çimlenme yüzdesine ait sonuçlar				
Varyasyon kaynağı	DF	Kareler ortalaması	F Hesap	P
Orijin	5	1641.3	9.75	0.000
Su stresi	4	28082.2	166.81	0.000
Orijin*su stresi	20	453.0	2.69	0.001
Çimlenme hızlarına ait sonuçlar				
Varyasyon kaynağı	DF	Kareler ortalaması	F Hesap	P
Orijin	5	1352.1	76.75	0.000
Su stresi	4	2280.8	129.47	0.000
Orijin*su stresi	20	127.2	7.22	0.000

Çizelge 6. Su stresinin oransal çimlenme yüzdesine olan etkisini gösteren Tukey testi sonuçları

Orijinler	Su stresi seviyeleri (MPa) ve oransal çimlenme yüzdesi				
	0	-0,2	-0,4	-0,6	-0,8
Nallıhan	100 ^a _A	95.6 ^{ab} _A	98.8 ^a _{AB}	81.2 ^b _{AB}	26.8 ^c _{AB}
K. Hamam	100 ^a _A	92.5 ^a _A	92.1 ^a _{AB}	88.7 ^a _{AB}	37.6 ^b _A
Çerkeş	100 ^a _A	104.7 ^a _A	107.2 ^a _A	93.0 ^a _A	15.6 ^b _{ABC}
Dursunbey	100 ^{ab} _A	107.2 ^a _A	96.6 ^{ab} _{AB}	64.0 ^b _{BC}	5.6 ^c _{BC}
M. Kemalpaşa	100 ^a _A	107.0 ^a _A	81.1 ^b _{AB}	60.3 ^c _{BC}	23.6 ^d _{ABC}
Yılanlı	100 ^a _A	87.8 ^{ab} _A	69.3 ^b _B	38.9 ^c _C	0.0 ^d _C
Ortalama	100 ^a	99.1 ^a	90.9 ^a	71.0 ^b	18.2 ^c

* Aynı satırdaki küçük harfler, her orijinin kendi içindeki su stresi derecelerinde oluşan farklı grupları göstermektedir ($p < 0.05$).

** Aynı sütundaki büyük harfler, her bir su stresi derecesinde orijinler arasındaki farklı grupları göstermektedir ($p < 0.05$).



Şekil 3. Su stresinin oransal çimlenme yüzdesine olan etkisi

Çizelge 7. Su stresinin çimlenme hızına olan etkisini gösteren Tukey testi sonuçları

Orijinler	Su stresi seviyeleri (MPa) ve çimlenme hızları (10. gündeki çimlenme yüzdesi)				
	0	-0.2	-0.4	-0.6	-0.8
Nallıhan	39.0 ^a _A	32.5 ^a _A	33.5 ^a _A	14.5 ^b _A	0.5 ^b _A
K. Hamam	34.0 ^a _A	22.5 ^b _A	17.5 ^{bc} _{BC}	9.5 ^{cd} _{AB}	0.0 ^d _A
Çerkeş	13.5 ^a _B	8.0 ^b _B	4.0 ^{bc} _D	2.5 ^c _{BC}	0.0 ^c _A
Dursunbey	11.0 ^a _B	9.5 ^a _B	7.5 ^a _{DC}	0.0 ^b _C	0.0 ^b _A
M. Kemalpaşa	38.0 ^a _A	27.0 ^b _A	19.5 ^b _B	9.5 ^d _{AB}	0.0 ^e _A
Yılanlı	13.0 ^a _B	10.0 ^b _B	2.5 ^c _D	0.0 ^d _C	0.0 ^d _A
Ortalama	24.7^a	18.2^b	14.0^c	6.0^d	0.1^e

* Aynı satırdaki küçük harfler, her orijinin kendi içindeki su stresi derecelerinde oluşan farklı grupları göstermektedir (p<0.05).

** Aynı sütündeki büyük harfler, her bir su stresi derecesinde orijinler arasındaki farklı grupları göstermektedir (p<0.05)

4. Tartışma ve sonuç

Ağaç türlerine ait tohumların su stresi koşullarındaki çimlenme yeteneklerinin ortaya konması gerek türlerin gelişme ekolojilerinin aydınlatılmasında gerekse kuraklığa karşı dayanıklılıklarının belirlenmesinde önem taşıyan bir araştırma alanıdır. Bu amaçla ele alınan çalışma sonucunda; su stresinin Anadolu karaçamı tohumlarının çimlenmesi üzerinde oldukça etkili bir faktör olduğu ve su stresi seviyesinin artması ile de çimlenme değerlerinin azalış gösterdiği, -0.6 MPa su stresi seviyesinde orijinler arasında belirgin farklılıklar olduğu ve -0.8 MPa su seviyesinde ise tüm orijinlerin çimlenme değerlerinin büyük oranda azaldığı tespit edilmiştir (Çizelge 6 ve 7). Nitekim -0.4 ile -0.6 MPa arasında OÇY %22 ÇH %57 azalmış, -0.6 ile -0.8 MPa arasında ise OÇY %74 ve ÇH %98 oranında azalarak kırılma noktası olmuştur. Bu çalışmadan edilen bulgular Anadolu Karaçamında yapılmış olan benzer çalışmalar ile de benzerlik göstermektedir. Nitekim Çalikoğlu (2002), Semerci vd., (2008), Buyurukcu (2011) ve Topaçoğlu vd., (2016) su stresi seviyesi arttıkça çimlenme değerlerinin azaldığını ifade etmişlerdir.

Her ne kadar su stresinin artmasıyla birlikte genel olarak çimlenme değerlerinin azaldığı ifade edilse de, bazı düşük su stresi seviyeleri çimlenme verilerine olumlu etki yapabilmektedir. Çalışmamızda Nallıhan, Çerkeş ve Dursunbey orijinlerinde -0.4 MPa su stresi seviyesine kadar bu durum gözlemlenmiştir (Çizelge 6, Şekil 3). Bazı orman ağacı tohumlarında ılımlı su stresi ve osmotik stres ile koşullandırmanın çimlenmeyi artırdığı da bildirilmektedir (Dirik vd., 1999).

Anadolu karaçamının yanında, ülkemiz silvikültüründe önemli bir yer teşkil ederek ağaçlandırma çalışmalarında kullanılan önemli ibrelili ağaç türlerimiz Toros sediri,

Kızılçam ve Sarıçam'dır. Söz konusu türlerin tohumlarının su stresi altında çimlenme yeteneklerinin karşılaştırılarak türler arasındaki farklılıkların belirlenmesi de büyük önem taşımaktadır. Yapılan literatür taramalarına göre; Dirik (2000); Toros sediri tohumlarının -0.2 ve -0.4 MPa stres düzeylerinde oldukça düşük çimlenme yeteneklerine sahip olduğunu belirlemiştir. Boydak vd., (2003) farklı biyoklimatik bölgeleri temsil eden kızılçam orijinlerine ait tohumlarda su stresinin çimlenme değerlerine olan etkisini araştırdıkları çalışmada, türün tohumlarının çimlenmesinin -0.4 MPa stres düzeyine kadar etkilenmediğini -0.6 MPa dan sonra çimlenme yüzdesinde belirgin bir düşüş olduğunu tespit etmişlerdir. Yine Kızılçam tohumlarının çimlenmesi üzerinde su stresinin araştırıldığı diğer bir çalışmada da Şevik ve Ertük (2015) benzer sonuçları elde etmiştir. Diğer önemli bir ağaç türümüz olan sarıçamda su stresinin çimlenme üzerine olan etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda ise Tilki (2002 ve 2005); -0.2 ve -0.4 MPa su stresi seviyelerinde çimlenme yüzdesinin istatistiki anlamda düşmeye başladığını -0.6 MPa su stresi seviyesinde ise çimlenmelerin önemli oranda azaldığını belirlemişlerdir. Yukarıda da belirttiği gibi Anadolu karaçamı tohumları üzerinde yapılan bu çalışma ve diğer çalışma sonuçlarında -0.6 MPa su stresi seviyesinden sonra çimlenme yüzdesinde önemli bir düşüş tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular ile söz konusu literatür bilgileri birlikte değerlendirildiğinde; 0 ile -0.8 MPa su stresi düzeyleri arasında strese en dayanıklı türler olarak Kızılçam ve Anadolu karaçamının öne çıktığı bunu sırasıyla Sarıçam ve Toros sedirinin izlediği kanısına varılmıştır.

Orman ağacı tohumlarının su stresi altındaki çimlenme yetenekleri ele alındığında; artan su stresi koşullarında ağaç türleri ve orijinleri arasında çimlenme yeteneği bakımından önemli farklılıklar olduğu anlaşılmıştır. Konu ile ilgili olarak yapılanmış olan araştırmalarda da benzer sonuçların elde edildiği gözlenmiştir. Falusi vd., (1983) *Pinus halepensis* tohumlarının -0.2 MPa su stresi düzeyinde ÇY lerinde önemli bir gerileme olmadığını -0.4 MPa su stresi düzeyinde hafif, -0.6 MPa su stresi düzeyinden itibaren ise belirgin bir düşüş olduğunu tespit etmişlerdir. Falleri (1994) *Pinus pinaster* türünde 6 orijin ile yaptığı çalışmada türe ait tohumların çimlenme yüzdesininin -0.4 MPa su stresi düzeyinde olumsuz olarak etkilenmeye başlayarak -0.8 MPa su stresi seviyesinde ani bir düşüşle ÇY sinin %50 azaldığını ortaya koymuştur. Yine Kaufmann ve Eckard (1977) -0.8 MPa su stresi düzeyinin *Pinus contorta* ve *Picea engelmannii* tohumlarında ÇY sini %50 oranında azalttığını belirlemişlerdir. Dunlap ve Barnet (1984) ise, *Pinus taeda* tohumlarının ÇY sinin -1.0 MPa su stresi düzeyine kadar fazla bir değişim göstermediğini, -1.5 MPa ise çimlenmenin %10-15'e düştüğünü belirtmişlerdir. Kızılçam türü ile yapılan diğer bir çalışmada Falusi ve Calamassi (1982), -0.4 MPa su stresi seviyesinde çimlenmenin belirgin bir azalmaya uğradığını -0.8 MPa stres düzeyinde ise % 5 seviyesine kadar düştüğünü ortaya koymuşlardır. Zhu vd., (2006) doğal ve yapay sarıçam ormanlarından elde edilen tohumların çimlenme değerleri üzerine, %0, %10, %15, %20, %25 ve %30 oranlarında hazırlanan PEG solüsyonlarının etkisini araştırmışlardır. Sonuç olarak %25 seviyeden sonra çimlenmenin olmadığını ve doğal ormanlardan toplanan tohumların tüm işlem gruplarında yapay ormanlardan toplananlara göre yüksek çimlenme değerleri sergilediğini tespit etmişlerdir. Toosi vd. (2014)'de *Brassica juncea* türünde yapmış oldukları çalışmada, su

stresi değerinin artması ile birlikte tohumların çimlenme değerlerinde bir düşüş olduğunu, -1.0 MPa ve -1.2 MPa su stresi seviyelerinde ise tamamen çimlenmenin durduğunu belirlemişlerdir. Ahmadloo vd., (2011) *Cupressus arizonica* ve *C. sempervirens* tohumlarında kuraklık stresinin çimlenme parametrelerine olan etkisini araştırdıkları çalışmada, 0 MPa dan -0.8 MPa su stresi seviyesine çıktıkça türlerin çimlenme değerlerinde bir düşüş yaşandığını ve *C. sempervirens*'in düşük su stresi seviyelerinde *C. arizonica* ya göre kuraklığa daha dirençli olduğunu bildirmişlerdir. Yılmaz (2005), Doğu kayınının optimum yetişme ortamında yetişen ve yaz kuraklığı bulunmayan bölgeleri temsil eden orijinlerin çimlenme parametrelerinin stres koşullarında diğer orijinlere göre daha düşük çıktığını tespit etmiştir.

Çalışmamızda farklı orijinlere ait tohumlara uygulanan 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 MPa su stresi seviyelerinde elde edilen çimlenme verileri değerlendirildiğinde; Çerkeş, Kızılcahamam, Nallıhan ve M.Kemalpaşa orijinleri, çalışmada kullanılan diğer orijinlere göre daha yüksek bir çimlenme değerleri göstermişlerdir. Artan su stresine paralel olarak bahsi geçen orijinlerin çimlenme yeteneklerini diğer orijinlere göre daha az oranda azaltarak daha dayanıklı bir tutum gösterdikleri tespit edilmiştir (Çizelge 6 ve 7). Bu sonuçlara göre, söz konusu orijinlerin kuraklığa daha dayanıklı oldukları söylenebilir. Nitekim, benzer çalışmalarda da Çalikoğlu (2002), Semerci vd., (2008), İmal (2015) söz konusu orijinleri kuraklığa dayanıklı orijinler olarak tespit etmişlerdir.

Çimlenme hızı tohum kalitesini belirlemede önemli etkenlerden olup hızlı çimlenen tohumların fidan yüzdeleri de yüksek olmakta ayrıca ÇH yüksek olan tohumlar stres etmenlerine daha dayanıklı olabilmektedir (Tilki ve Çalikoğlu, 1998). Nitekim Smith (1986) ve Çalikoğlu (2002), su stresi koşullarında daha yüksek oranda ve hızda çimlenebilen tohumlardan oluşan fidelerin daha fazla kök ve sak geliştirmesi ile biyotik (mantar) abiotik (kuraklık) karakterli olumsuz etmenlere karşı daha dayanıklı olduklarını belirtmişlerdir. Yapmış olduğumuz araştırma neticesinde de; tüm su stresi seviyelerinde çimlenme hızları yüksek olan Nallıhan, K.Hamam ve M.K.Paşa orijinleri kuraklığa daha dayanıklı orijinler olarak öne çıkmıştır. Bu bilgilerin ışığı altında; tohumların çimlenme hızının fidelik gücünün tespit edilmesinde ve su stresi etkilerinin daha anlaşılabilir yorumlanmasında etkili bir parametre olduğu söylenebilir.

Araştırmada gerek su stresi koşullarındaki OÇY gerekse ÇH değerleri bakımından orijinler arası tespit edilen farklılıklar kuraklığın çimlenme üzerindeki etkisinin, Anadolu karaçamında bir tür içi varyasyona neden olduğunu göstermektedir. Anadolu karaçamı ve diğer türlerde yapılan benzer çalışmalarda da yine tür içi varyasyonlar tespit edilmiştir (Falusi ve Calamassi, 1982; Dirik, 2000; Çalikoğlu, 2002; Boydak vd., 2003; Tilki, 2005; Topaçoğlu vd., 2016).

Su stresi koşullarında orijinlerin temsil ettiği biyolojik iklim bölgeleri ile tohumların çimlenme değerleri arasındaki ilişki birlikte ele alındığında; kuraklığa dayanıklılık bakımından orijinler temsil ettikleri biyoiklim sınıflarının karakteristiklerini yansıttıkları anlaşılmış, daha az yağışlı yöreleri temsil eden orijinler su stresi koşullarında daha fazla oranda ve hızda çimlenmişlerdir. Nitekim Emberger biyoiklim sınıflamasında (Çizelge 3), bir bölgenin "Q" değeri yağış-sıcaklık katsayısını, "S" değeri ise yaz kuraklığı indisini ifade etmekte olup bu değerlerin azalması

ile o bölgenin yaz kuraklığı şiddeti artmaktadır. Farklı su stresi seviyelerinde yapılan çimlenme testleri sonrasında "Q" ve "S" değerleri düşük olan orijinler (Nallıhan, M.K.Paşa, K.Hamam ve Çerkeş) yüksek çimlenme değerleri ile ön planda yer almışlardır. Söz konusu orijinlerin artan su stresi seviyesi derecelerinde yüksek bir çimlenme yüzdesi performansları biyoiklim sınıflandırması ile paralellik göstermiştir. Bu durum, yukarıda belirtilen orijinlerin doğal yayılış alanlarında ait olduğu ekolojik koşullardaki stres faktörlerine kendilerini daha iyi adapte etmeleri ile açıklanabilir.

Ağaçlandırma çalışmalarında kurak ve yarıkurak bölgelerde kuraklık stresi başarıyı olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle bu bölgelerde kuraklığa karşı dayanıklı orijinlerin tespit edilerek kullanılması ve ağaçlandırma çalışmalarında gerekli özel tekniklerin uygulanması başarı şansını arttıracaktır. Araştırma sonuçlarından elde edilen bulguların ışığı altında; özellikle İç Anadolu Bölgesinde yapılacak olan ağaçlandırma çalışmalarında yükselti ve tohum transfer bölgeleri dikkate alındığında, yaz kuraklığının daha şiddetli görüldüğü alanlarda kuraklığa karşı dayanıklı olarak tespit edilen, Nallıhan, Kızılcahamam, Çerkeş ve M.K. Paşa orijinlerinin kullanılması önerilebilir.

Farklı orman ağacı türleri veya orijinlerinin kuraklığa dayanıklılığının tespit edilmesinde; öncelikle tohum ve fidan aşamasında kuraklık testlerinin yapılması gerekmektedir. Bunun yanında araziye dikimi gerçekleştirilen fidanların hayatta kalma yüzdeleri ile morfolojik ve fizyolojik özelliklerinin belirlenmesi de oldukça önem taşımaktadır. Bu kapsamda, çalışmamızda Anadolu karaçamında tohum aşamasındaki kuraklık test sonuçları verilmiştir. Bununla birlikte kuraklığa dayanıklı ağaç türlerinin tespitinin arazi aşaması ile birlikte değerlendirilmesi durumunda, kuraklığa dayanıklı tür ve orijinlerin daha güvenilir bir şekilde belirlenmesi mümkün olacaktır. Aynı zamanda bu tip çalışmalar sağlam bir ekofizyolojik temele yerleşeceği gibi uygulamaya da katkı sağlayacaktır.

Açıklama

Bu çalışma Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde hazırlanan yüksek lisans tezinin bir kısmının özeti. Ayrıca çalışmanın sonuçları "III. International Mediterranean Forest and Environment Symposium (IMFES 2019)" isimli sempozyumda sözlü olarak sunulmuş ve özet metni bildiri kitabında yayımlanmıştır. Araştırma için tohum temininde yardımcı olan OGM-Fidanlık ve Tohum İşleri Dairesi Başkanlığı yetkilileri ve ilgili işletme ve fidanlık şeflerine teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Ahmadloo, F., Tabari, M., Behtari, B., 2011. Effect of drought stress on the germination parameters of *Cupressus seeds*. International Journal of Forest, Soil and Erosion, 1(1): 11-17.
- Akkemik, Ü., 2001. A long master chronology of *Pinus nigra* Arn. and its contribution to climatology and pollen analysis. International Scientific Conference of Dendrochronology Book of Abstracts, 6-10 June, Gozd Martuljeck, Slovenia, pp.3.
- Akman, Y., 1999. İklim ve Biyoiklim (Biyoiklim metodları ve Türkiye iklimleri), Kariyer Yayın Evi, Ankara.
- Alptekin, C.Ü., 1986. Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe)'nın coğrafik varyasyonları. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Atalay, İ., Efe, R., 2010. Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold ssp. *pallasiana*)'nın Ekolojisi ve Tohum Nakli Açısından Bölgelere Ayrılması. Orman Ağaçları ve Tohumları İslah Araştırma Müdürlüğü, Ankara.
- Bahrami, H., Razmjoo, J., Ostadi, J.A., 2012. Effect of drought stress on germination and seedling growth of sesame cultivars (*Sesamum indicum* L.), International Journal of AgriScience, 2(5): 423-428.
- Barnett, J.P., 1969. Moisture stress affects germination of longleaf and slash pine seeds. Forest Science, 15: 275-276.
- Bartlett, M. K., Scoffoni, C., Sack, L., 2012. The determinants of leaf turgor loss point and prediction of drought tolerance of species and biomes. Ecology Letters, 15: 393-405.
- Bayar, E., 2018. Anadolu karaçamı [*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] meşcerelerinde sıklık bakımının ekofizyolojik etkileri. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Boydak, M., Dirik, H., Tilki, F., Calikoglu, M., 2003. Effect of water stress on germination in six provenances of *Pinus brutia* seeds from different bioclimatic zones in Turkey. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 27: 91-97.
- Bradford, K.J., Dahal, P., Ni, B.R., 1992. Quantative models describing germination response to temperature, water potential, and growth regulators. Fourth International Workshop on Seeds Basic and Applied Aspects of Seed Biology, 20-24 July, France, pp. 239-248.
- Buyurkcu, S., 2011. Hanönü-Günlüburun Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe) tohum bahçesinde su stresi etkileri yönünden klonal varyasyon. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Çalikoğlu, M., 2002. Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) orijinlerinin kuraklığa karşı reaksiyonlarının ekofizyolojik analizi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çalikoğlu, M., Tilki, F., 2002. Orman ağacı tohumlarında çimlenme-su stresi ilişkisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, B 52(1): 79-88.
- Çalikoğlu, M., Tilki, F., 2004. Lübnan Meşesi (*Quercus libani* Olivier) ve Macar Meşesi (*Q. frainetto* Ten.) fidanlarında kurak dönemdeki transpirasyon analizi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri, A54(1): 133-142.
- Deligöz, A., 2011. Seasonal changes in the physiological characteristics of Anatolian black pine and the effect on seedling quality. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 35: 23-30.
- Deligöz, A., Bayar, E., 2017. Kuraklık stresli *Quercus cerris* fidanlarının fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerindeki değişimler. Turkish Journal of Forestry, 18(4): 269-274.
- Dirik, H., 2000. Effet du stress hydrique osmotique sur la germination des graines chez les provenances de Cèdre du Liban (*Cedrus libani* A. Rich.) d'origine Turque. Annals of Forest Science, 57: 361-367.
- Dirik, H., 1994. Üç yerli çam türünün (*Pinus brutia* Ten., *Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* Lamb. Holmboe, *Pinus pinea* L.) kurak periyottaki terleme tutumlarının ekofizyolojik analizi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A (44):111-121.
- Dirik, H., 1999. Dikim mevsiminde Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe) fidanlarındaki fizyolojik değişimler ve bunun dikim başarısı üzerindeki etkileri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A49 (2): 59-70.
- Dirik, H., Çalikoğlu, M., Tilki, F., 1999. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) tohumlarında ozmotik stres ile koşullandırmanın çimlenme üzerine etkileri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A49(2): 76-89.
- Dunlap, R., Barnett, P., 1984. Manipulating loblolly pine (*Pinus taeda* L.) seed germination with simulated moisture and temperature stress. In: Seedling Physiology and Reforestation Success (Ed: Duryea, M.L., Brown, G.N). Springer, USA, pp. 61-74.
- Erinç, S., 1984. Klimatoloji ve Metotları. İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Yayınları, İstanbul.
- Ertekin, M., Özel, H.B., 2010. Çorum yöresi erozyonla mücadele kapsamında yapılan Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ve Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) ağaçlandırmaları. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 12(18): 77-85.
- Falleri, E., 1994. Effect of water stress on germination of six provenances of *Pinus pinaster* Ait. Seed Science and Technology, 22(3): 591-599.
- Falusi, M., Calamassi, R., 1982. Effects of moisture stress on germination and root growth in provenances of *Pinus brutia* Ten. Italian Academy of Forest Sciences, 31: 99-118.
- Falusi, M., Calamassi, R., Tocci, A., 1983. Sensitivity of seed germination and seedling root growth to moisture stress in four provenances of *Pinus halepensis* Mill. Silvae Genetica, 32: 4-9.
- Gonzales, C. A., 2009. Interactions between xylem structure and water relations of southern pines. PhD Dissertation, University of Florida School Of Forest Resources and Conservation, USA.
- Gökdemir, Ş., Tosun, S., Palazoğlu, Z., Arslan, M., Çoşgun, S., Türker, H., Tokcan, M., 2012. Türkiye'de Karaçam (*Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) Orijin Denemelerinin Yirmi Beşinci Yıl Ara Sonuçları. İç Anadolu Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten Serisi, No:293, Ankara.
- Güner, Ş.T., Çömez, A., Özkan, K., Karataş, R., Çelik, N., 2016. Türkiye'deki karaçam ağaçlandırmalarının verimlilik modellemesi. Journal of Faculty of Forestry Istanbul University, 66(1): 159-172.
- Hinckley, T.M., Duhme, F., Hinckley, A.R., Richter, H., 1980. Water relations of drought hardy shrubs: Osmotic potential and stomatal reactivity. Plant Cell and Environment, 3: 131-140.
- ISTA, 1996. International rules for seed testing. Seed Science and Technology (Supplement), 24: 1-365.
- İmal, B., 2015. Bazı Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold ssp. *pallasiana* [Lamb.] Holmboe) orijinlerinin dona ve kuraklığa karşı dayanıklılıklarının ekofizyolojik olarak belirlenmesi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kalefetoğlu, T., Ekmekçi, Y., 2005. The effects of drought on plants and tolerance mechanisms (Review). Gazi University Journal of Science, 18(4): 723-740.
- Kaufmann, M.R., Eckard, A.N., 1977. Water potential and temperature effects on germination of Engelmann Spruce and Lodgepole Pine seeds. Forest Science, 23: 27-33.
- Keshavarzi, M.H. B., 2012. The effect of drought stress on germination and early growth of *Sesamum indicum* seedling's varieties under laboratory conditions. International Journal of Agricultural Management and Development, 2(4): 271-275.
- Khalil, S.K., Mexal, J.G., Ortiz, M., 1997. Osmotic priming hastens germination and improves seedling size of *Pinus brutia* var *elderica*. Tree Planters Notes, 48: 24-27.
- Kilis, Y., 2007. Tüplü Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) ve Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) fidanlarıyla kurulmuş plantasyonlarda kuraklığa dayanıklılık analizleri. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Konukçu, M., 2001. Ormanlar ve Ormanlığımız, Genişletilmiş 2. Baskı. Devlet Planlama Teşkilatı Yayın ve Temsil Dairesi başkanlığı, Yayın No:2630, Ankara.
- Kozłowski, T.T., Pallardy, S.G., 1996. Physiology of Woody Plants. Second Edition, Academic press, United States of America.
- Kramer, P.J., Kozłowski, T.T., 1979. Physiology of Woody Plants. Academic Press, New York.
- Kramer, P. J., 1983. Water Relations of Plants. Academic Press Inc., United States of America.
- Kramer, P. J., Boyer, J. S., 1995. Water Relations of Plants and Soils. Academic Press, Toronto.
- Larcher, W., 2003. Physiological Plant Ecology. 4th edition, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York.

- Leviit, J., 1972. Responses of Plants to Environmental Stress. Academic Press, New York.
- Li, H., Li, X., Zhang, D., Liu, H., Guan, K., 2013. Effects of drought stress on the seed germination and early seedling growth of the endemic desert plant *Eremosparton songoricum* (Fabaceae), EXCLI Journal, 12: 89-101.
- Michel, B. E., Kaufmann, M. R., 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. Plant physiology, 51(5): 914-916.
- OGM, 2019. Ormancılık istatistikleri 2019. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Sayfalar/Istatistikler.aspx> Erişim: 28.06.2020.
- Özen, H. Ç., Onay, A., 2007. Bitki Fizyolojisi. Nobel Yayınları, Ankara.
- Saatçioğlu, F., 1976. Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını, İstanbul.
- Semerci, H., Öztürk, H., Semerci, A., İzbirak, H., Ekmekçi, Y., 2008. Değişik Islah Zonlarından Örneklenen Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold ssp. *nigra* var. *caramanica* (Loudon) Rehder) Orijinlerinin Dona ve Kuraklığa Dayanıklılıklarının Belirlenmesi. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülteni, No:21, Ankara.
- Şevik, H., Ertürk, N., 2015. Effects of drought stress on germination in fourteen provenances of *Pinus brutia* Ten. seeds in Turkey. Turkish Journal of Agriculture Food Science and Technology, 3(5): 294-299.
- Shitole, S.M., Dhumal, K.N., 2012. Effect of water stress by polyethylene glycol 6000 and sodium chloride on seed germination and seedling growth of *Cassia angustifolia*. International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research, 3(2): 528-531.
- Smith, D.M., 1986. The Practice of Silviculture 8th. Edition. John Wiley and Sons, New York.
- Şimşek, Y., Erkuloğlu, Ö.S., Tosun, S., 1995. Türkiye'de Karaçam (*Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) Orijin Denemelerinin İlk Sonuçları. İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten Serisi, No: 247, Ankara.
- Tilki, F., Dirik, H., 2007. Seed germination of three provenances of *Pinus brutia* (Ten.) as influenced by stratification, temperature and water stress. Journal of Environmental Biology, 28: 133-136.
- Tilki, F., 2002. Türkiye'de Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) tohumu üzerine teknolojik araştırmalar. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Tilki, F., 2005. Seed germination and radicle development in six provenances of *Pinus sylvestris* L. under water stress. Israil Journal Plant Science, 53: 29-33.
- Tilki, F., Çalıköğlü, M., 1998. Tohum gücü ve orman ağacı türlerinde test edilmesi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, B(48): 67-80.
- Toosi, A.S., Bakar, B.B., Azizi, M., 2014. Effect of drought stress by using PEG-6000 on germination and early seedling growth of *Brassica juncea* var. *ensabi*. Scientific Papers Series A. Agronomy, 57: 360-363.
- Topaçoğlu, O., Sevik, H., Akkuzu, E., 2016. Effects of water stress on germination of *Pinus nigra* Arnold. Seeds. Pakistan Journal of Botany, 48(2): 447-453.
- Türkeş, M., 1990. Türkiye'de kurak bölgeler ve önemli kurak yıllar. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü, İstanbul.
- Uslu, S., 1959. İç Anadolu steplerinin antropojen karakteri üzerine araştırmalar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Umum Müdürlüğü Yayınları, 302 (15): 138-178.
- Ürgenç, S., 1986. Ağaçlandırma Tekniği. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Ürgenç, S., 1998. Ağaçlandırma Tekniği. Yenilenmiş ve genişletilmiş ikinci baskı, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Yılmaz, M., 2005. Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) tohumlarının fizyolojisi üzerine araştırmalar. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Zhang, Y., Zgeng, Q., 2012. Determination of volumetric elastic moduli of plant leaf cells based on pressure-volume curves. Theoretical and Applied Mechanics Letters, 2(1): 014003.
- Zhu, J., Kang, H., Tan, H., Xu, M., 2006. Effects of drought stresses induced by polyethylene glycol on germination of *Pinus sylvestris* var. *mongolica* seeds from natural and plantation forests on sandy land. Journal Forest Research, 11: 319-328.
- Zoralioğlu, T., 1990. Eskişehir Yöresi Kurak ve Yarı Kurak Alanların Ağaçlandırılmasında Uygulanabilecek Makineli Arazi Hazırlığı Yöntemlerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten serisi, No:149, İzmit.

Benford Kanunu ve Genelleştirilmiş Benford Kanunu ile ekosistem doğallığının hesaplanması

Kürşad Özkan^{a,*} 

Özet : Ekosistemlerin doğallık tespitine yönelik yeni bir yöntem önerilmiştir. Bitki türleri ve örnek alanlardan oluşan (S X A) üç veri seti kullanılmıştır. Bunlar Sultan Dağları Alt Bölgesi (BS) veri seti (60 X 96), Dedegül Dağları Alt Bölgesi (BD) veri seti (89 X 119) ve iki alt bölgenin birleşmesinden oluşan Beyşehir Gölü Havzası (B) veri setidir (98 X 215). İlk olarak BS ve BD veri setlerinden belirlenen ilk rakam olasılık değerleri (d_1p_o) ile Benford Kanunu teorik olasılık değerleri (d_1p_e) arasındaki genel uyumu belirlemek için ki kare (χ^2) testleri yapılmıştır. Sonuçta $\chi^2(e_{BS}) = 16,579$ ve $\chi^2(e_{BD}) = 2,406$ olarak bulunmuştur. İkinci olarak BS ve BD'nin gözlenen olasılık değerlerine en uyumlu teorik olasılık değerlerini belirlemek için genelleştirilmiş Benford Kanunu ($GB(d; \gamma)$) kullanılmıştır. BS ve BD için en küçük χ^2 değerleri sırasıyla $\gamma = 0,65$ 'de ve $\gamma = 0,07$ 'de elde edilmiştir ($\chi^2(e_{BD}^{\gamma}) = 4,992$ ve $\chi^2(e_{BD}^{\gamma}) = 2,209$). Beklendiği gibi genelleştirilmiş Benford Kanunu ile her iki alt bölgenin χ^2 değerleri düşmüştür. χ^2 değer düşüşü BS'de çok daha yüksek olmuştur. Alt bölgelerin örnek alan sayıları birbirlerinden farklıdır. Bu yüzden üçüncü aşamada B veri setinden her iki alt bölgenin örnek alan sayıları dikkate alınarak rastlantısal yinelemeli işlemler uygulanmış ve yineleme sayısı (K) kadar ($K = 10000$) χ^2 değerleri elde edilmiştir. Daha sonra kalibrasyon katsayı değerlerini (kd) belirlemek için bu χ^2 değerlerinin ortalamaları (${}^k\bar{\chi}^2(E_{BS}^{\gamma}) = 6,747$ ve ${}^k\bar{\chi}^2(E_{BD}^{\gamma}) = 6,176$) alınmıştır. Sonuçta, BS için $kd = 1$ olduğu için BS doğallık değeri 4,992 ve BD için $kd = 1,093$ olduğu için BD doğallık değeri 2,414 olarak bulunmuştur. Teorik olarak en doğal ekosistemler için tam doğallık değeri=0 kabul edildiğinden, elde edilen doğallık hesaplama sonuçları BD ekosistemlerinin BS ekosistemlerinden daha doğal olduğu göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Hemerobi, Doğallık, Orman ekosistemleri, İlk sayı kanunu, Genelleştirme, Rastgele seçim

Estimating ecosystem naturalness using Benford's Law and Generalized Benford's Law

Abstract: A new method was proposed to estimate ecosystem naturalness. Three species-plot (S X A) datasets were used. Those data sets belong to Sultan mountain sub-district (BS) (60 X 96) Dedegül mountain sub-district (BD) (89 X 119) and, Beyşehir Watershed (B) (98 X 215) consisting of both of the sub-districts. Firstly, chi square test (χ^2) was applied to define the statistical goodness of fit between the first digit observed probabilities (d_1p_o) and the theoretical probabilities of Benford's Law (d_1p_e). It was found that $\chi^2(e_{BS}) = 16.579$ and $\chi^2(e_{BD}) = 2.406$.

Secondly, to find the fittest theoretical probabilities for BS and BD, generalized Benford's Law ($GB(d; \gamma)$) was applied. Minimal χ^2 values were obtained at $\gamma = 0.65$ and $\gamma = 0.07$ for BS and BD respectively ($\chi^2(e_{BD}^{\gamma}) = 4.992$, $\chi^2(e_{BD}^{\gamma}) = 2.209$). As expected, χ^2 values of the sub-districts decreased by generalized Benford's Law. The most dramatic χ^2 decrease occurred in BS. The number of sample plots of the sub-districts are different. Two random iterative processes happened 10000 times were therefore performed considering the number of sample plots of the sub-districts in B dataset. As a result 10000 χ^2 values were obtained for each sub-district. Average values of those χ^2 values were then used (${}^k\bar{\chi}^2(E_{BS}^{\gamma}) = 6.747$ and ${}^k\bar{\chi}^2(E_{BD}^{\gamma}) = 6.176$) to calculate calibration coefficients of each sub-district. Naturalness values of BS and BD were found to be 4.992 and 2.414 respectively due to calibration coefficients of $BS = {}^k\bar{\chi}^2(E_{max}^{\gamma}) / {}^k\bar{\chi}^2(E_{BS}^{\gamma}) = 1$ and $BD = {}^k\bar{\chi}^2(E_{max}^{\gamma}) / {}^k\bar{\chi}^2(E_{BD}^{\gamma}) = 1.093$. Since the perfect naturalness value is theoretically equal to 0, the obtained results indicate that BD ecosystems are more natural than BS ecosystems.

Keywords: Hemeroby, Naturalness, Forest ecosystems, First digit rule, Generalization, Randomization

1. Giriş

Doğallık insan etkisi haricindeki her türlü süreç, durum veya sistem olarak tanımlanmaktadır (Anderson, 1991). Haliyle bir ekosistemin doğallık derecesini belirlemek onun temelde insan etkisine ne kadar maruz kaldığını ifade etmek (hemerobi) anlamına gelmektedir. İnsanlar ekosistemleri kesme, otlatma, alan açma, yakma ve hatta silvikültürel

müdahaleler (özellikle ağaçlandırma faaliyetleri) ile etkilemektedir. Bu da ekosistemlerin gittikçe doğallığından uzaklaşmasına sebep olmaktadır. Genel bir kabul olarak söylenebilir ki, doğal sürecin kendi çıktısı haricindeki tüm çıktıları doğallık denkleminin negatif tarafında yer almaktadır.

Doğallık, koruma potansiyeli veya ekolojik değer tespitinde kullanılması gereken girdilerden biridir (Tans,

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

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 31.03.2021, **Accepted** (Kabul tarihi): 17.05.2021



Citation (Atf): Özkan, K., 2021. Benford Kanunu ve Genelleştirilmiş Benford Kanunu ile ekosistem doğallığının hesaplanması. Turkish Journal of Forestry, 22(2): 73-82. DOI: [10.18182/tjf.907217](https://doi.org/10.18182/tjf.907217)

1974; Margules ve Usher, 1981; Smith ve Theberge, 1986). Ekosistemlerin koruma potansiyeli veya ekolojik değer tespitinde doğallık dışında dikkate alınan diğer girdiler ise, biyoçeşitlilik, nadirlik, alan, temsil kabiliyeti, eğitim değeri, tarihsel değer, bilimsel değer, yaban hayatı potansiyeli, ekolojik hassasiyet, ekolojik birim içindeki pozisyon, potansiyel değer, kullanılabilirlik, değiştirilebilirlik ve yönetim anlayışı olarak ifade edilmektedir (Margules ve Usher, 1981).

Doğallık hesabı genelde kavramsal modellere (Reif ve Walentowski, 2008; Côté vd., 2019), ölçeklendirmeye (Machado, 2004; Fanfarillo vd., 2018), gösterge değer tespitine (Erdős vd., 2017) veya süksesyon-klimaks oranına (Dunlop vd., 2014) dayandırılmaktadır. Bu yaklaşımlarla doğallığın tespiti subjektif, zaman alıcı ve masraflı olmaktadır.

Ekolojik değer tespitinde yer alan girdilerden doğal ekosistemin güncel durumunu en iyi şekilde açıklayan parametreler biyoçeşitlilik ve nadirliktir. Biyoçeşitlilik ve nadirlik hesaplarını gerçekleştirmek için türlerin frekans veya bolluk değerlerine dayalı olarak geliştirilmiş birçok indis bulunmaktadır (Özkan, 2016; Leroy, 2016; Fattorini, 2003).

Biyoçeşitlilik ve nadirlik parametrelerinin hesaplanmasında aynı veri havuzu kullanılabilir. Doğallığın da bu ortak veri havuzundan hesaplanmasına yönelik bir yaklaşım önermek hem zaman, kaynak ve emek tasarrufunun sağlanması hem de bir sisteminin büyük oranda tespit edilebilecek koruma değerinin veya nitelik derecesinin biyoçeşitlilik ve nadirlik hesabının yapıldığı aynı veri kaynağından bir bütün olarak değerlendirilmesi açısından önemlidir.

Doğallığı canlı toplum verisine dayanarak değerlendirmek ve bu sayede ekosistemlerin birbirlerine göre doğallık kıyaslamasını gerçekleştirecek bir yaklaşım önermek mümkün olabilir. Bu bağlamda bir kanun bize yardımcı olabilir; doğadaki sayıların eşit dağıldığını gösteren bir kanun...

Şöyle ki;

Bir gökbilimci ve matematikçi olan Simon Newcomb dikkate değer bir gözlem gerçekleştirir. Araştırmacı bir logaritma kitabında ilk sayfaların diğer sayfalarla kıyaslandığında daha çok aşımış olduğunu fark eder. Bu onun fiziksel veya doğal veri setlerindeki sayıların ilk rakamlarının eşit olarak dağıldığını keşfini yapmasını sağlar. Newcomb'un keşfi asıl olarak doğadaki sayıların üstel formda açıklanabileceğini ortaya koymaktadır. Başka bir deyişle sayılar rastgele dağılmamaktadır. Rastgele dağılım - ya da yeknesak dağılım- doğal ya da sosyal sistemlere ait sayıların logaritmik değerlerinden elde edilen mantis değerleri için söz konudur (Newcomb, 1881). Newcomb'un bu keşfi o dönemde bilim camiası tarafından ilgi görmemiştir. Aradan 50 yılı aşkın bir süre geçtikten sonra Newcomb'un keşfi tekrar ele alınır. Frank Benford, Newcomb gibi logaritma kitaplarında aynı gözlemi gerçekleştirir ve oldukça geniş veri seti kullanarak detaylı bir araştırmanın içine girer. Benford'un araştırması kimyasal ve fiziksel sabiteler, başlangıç sayıları, nehir uzunlukları, göl alanları, fibonacci

dizileri, nüfus verileri, hatta kitap ve magazinlerden elde edilen veriler gibi 20 farklı kaynak alandan toplam 20229 sayısal değer kullanılarak gerçekleştirilir. Benford araştırmasını "anormal sayılar kanunu" başlığı altında yayınladı (Benford, 1938). Bu kanun günümüzde "Benford Kanunu" veya "İlk Sayı Kanunu" olarak bilinmektedir.

Benford Kanunu'nda olasılık değerleri sabittir. Bu olasılık değerlerine göre yapılacak değerlendirme bir şablona bağlı kalmak anlamına gelir. Ekosistem verilerinin değerlendirmesinde şablonlar veya eşik değerler pek tercih edilmez. Diğer bir deyişle ekosistem analizlerinde genelde esnek yapıya sahip yöntemler ve tolerans alanına sahip eşik değerler tercih edilir. Ekolojik değerlendirmelere uygun olacak şekilde Benford Kanunu'na esneklik kazandıran form, genelleştirilmiş Benford Kanunu'dur (Hürlimann, 2015).

Bu makalede ekosistemlerin doğallık analizinin ve karşılaştırılmasının Benford Kanunu'na ve genelleştirilmiş Benford Kanunu'na dayandırılarak gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, sadece doğallık hesabı için değil, aynı zamanda biyoçeşitlilik ve nadirlik hesaplarının da yapılabileceği gerçek bir veri seti kullanılmıştır. Bu veri seti Beyşehir Gölü Havzası'nda 215 örnek alanda kaydı gerçekleştirilmiş bitki türlerinden oluşan öz nitelik tablosudur (Özkan, 2003).

2. Materyal ve yöntem

2.1. Çalışma materyali

Çalışmada Beyşehir Gölü Havzası'nın (B) iki alt bölgesinden (Sultan Dağları Alt Bölgesi (BS) ve Dedegül Dağları Alt Bölgesi (BD)) elde edilmiş toplam 215 örnek alan (A_B) ve 98 türden (S_B) oluşan veri matrisi kullanılmıştır (Özkan, 2003). BS'de yer alan örnek alan sayısı, $A_{BS} = 96$ olup bu örnek alanlarda kayda geçirilen tür sayısı, $S_{BS} = 60$ 'dir. BD dahilinde yer alan örnek alan sayısı, $A_{BD} = 119$ olup, toplam tür sayısı ise, $S_{BD} = 89$ 'dur (Çizelge 1). Her iki alt bölgedeki ortak tür sayısı 51'dir. Sadece BS'de bulunan tür sayısı 9 iken BD'e özgü tür sayısı 38'dir.

2.2. Tür frekans verileri

Türlerin örnek alanlarda rastlanma değerleri toplamı onların frekans değerlerine (f_i) karşılık gelmektedir. Beyşehir Gölü Havzası (B)'nden alınan örnek alanda 16 türe tek bir örnek alanda rastlanmıştır ($f_i = 16$). Sadece 4 türün rastlanma değeri 100'ü geçmektedir ($f_{103} = 1$, $f_{119} = 1$, $f_{121} = 1$, $f_{134} = 1$). Sultan Dağları Alt Bölgesi (BS)'inde tek bir örnek alanda rastlanan tür sayısı 19 iken ($f_i = 19$), bu değer Dedegül Dağları Alt Bölgesi (BD)'inde 15'dir ($f_i = 15$). BS'de $f_{max} = f_{61} = 1$, BD'de ise $f_{max} = f_{90} = 1$ 'dir (Çizelge 1).

B, BS ve BD için gözlenen veri olasılık değerleri kendilerine ait tür frekans değerlerinin d_i değerlerinden belirlenmiştir.

Çizelge 1. Beyşehir Gölü Havzası (B), Sultan Dağları Alt Bölgesi (BS) ve Dedegül Dağları Alt Bölgesi (BD) içinde toplam ve frekans değerlerine düşen tür sayıları

B		98																		
f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7	f_8	f_9	f_{10}	f_{12}	f_{13}	f_{14}	f_{15}	f_{16}	f_{17}	f_{18}	f_{21}	f_{22}	f_{23}	
16	12	4	8	6	5	3	3	1	3	1	5	2	1	2	1	1	1	2	2	
f_{24}	f_{25}	f_{26}	f_{31}	f_{41}	f_{42}	f_{43}	f_{44}	f_{48}	f_{54}	f_{61}	f_{73}	f_{77}	f_{91}	f_{103}	f_{119}	f_{121}	f_{134}			
1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
BS		60																		
f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_8	f_9	f_{10}	f_{12}	f_{14}	f_{15}	f_{16}	f_{17}	f_{18}	f_{29}	f_{37}	f_{39}	f_{41}	f_{42}	
19	7	5	2	2	1	2	2	2	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
f_{44}	f_{45}	f_{61}																		
1	1	1																		
BD		89																		
f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7	f_8	f_9	f_{10}	f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{14}	f_{15}	f_{16}	f_{18}	f_{20}	f_{21}	f_{27}	
15	9	5	6	6	5	3	4	4	2	6	3	1	1	1	1	1	1	1	1	
f_{29}	f_{30}	f_{31}	f_{32}	f_{35}	f_{44}	f_{45}	f_{49}	f_{58}	f_{66}	f_{82}	f_{90}									
1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1									

Çalışma da istatistiksel değerlendirmeler bitki türleri (S) ve örnek alanlardan (A) oluşan S X A boyutlarındaki üç veri setinde gerçekleştirilmiştir. Bunlar B (98 X 215), BS (60 X 96) ve BD (89 X 119) veri setleridir. BS ve BD farklı örnek alan sayılarına sahip olduğu için, onların birbiri ile karşılaştırmasında B'nin 96 ve 119'luk yinelemeli rastgele örnek alan seçim ve analiz çıktılarının ortalaması kullanılmıştır.

2.3. Benford kanunu

Newcomb (1881) ve Benford (1938)'e göre ilk sayı kanunun eşitliği aşağıdaki verilmiş olan formül ile belirlenir.

$$Pr(d_1 = d) = \log_{10} \left(1 + \frac{1}{d} \right) \quad (1)$$

Eşitlikte d_1 ilk basamağı (soldaki ilk rakam değerini) ifade etmektedir ($d = 1, 2, 3 \dots 9$).

İkinci rakam dağılım olasılık (d_2) değerlerinin belirlenmesinde eşitlik 2'de bulunan k iki basamaklı sayıların ilk basamak değerlerini ifade etmektedir (Nigrini ve Miller, 2007).

$$Pr(d_2 = d) = \sum_{k=1}^9 \log_{10} \left(1 + \frac{1}{10k+d} \right) \quad (2)$$

Burada $d = 0, 1, 2, 3 \dots, 9$ ve $10k + d = 10, 11, 12 \dots, 99$ değer aralığındaki rakamları ifade etmektedir.

İkiden fazla basamaklı değerler için olasılık değerlerini eşitlik 3 verir (Hindls ve Hronová, 2015):

$$Pr(d_m = d) = \sum_{d_1=1}^9 \sum_{d_2=0}^9 \dots \sum_{d_{m-1}=0}^9 \log_{10} \left(1 + \frac{1}{\sum_{i=1}^{10} d_i 10^{m-i}} \right) \quad (3)$$

Burada $d_m = 0, 1, 2, 3 \dots 9$ değerlerini ifade etmektedir.

Bu makalede d_1 olasılık dağılımları kullanılmıştır. Benford Kanunu'na göre d_1 olasılık dağılımları 1'den 9'a kadar sırası ile 0,3010; 0,1761; 0,1249; 0,0969; 0,0792; 0,0669; 0,0580; 0,0512; 0,0458 şeklindedir.

Her bir d_1 sayısı için gözlenen ve teorik değerler arasında fark olup olmadığı Z istatistiği ile araştırılmıştır. Z istatistiği uygulanmasında her bir d_1 olasılık dağılımının uyumu için % 5 önem seviyesinde $u_{0,975} = 1,96$ kritik değeri esas alınmıştır (Durtschi vd., 2004; Cleary ve Thibodeau, 2005).

$$Z(d_1) = \frac{|p_o - p_e| - \frac{1}{2s}}{s(d_1)} \quad (4)$$

Burada $s(d_1)$ standart sapmayı ifade etmektedir.

$$s(d_1) = \sqrt{\frac{p_e(1-p_e)}{s}} \quad (5)$$

Her bir beklenen değer için % 95 güven düzeyinde güven aralığı (alt sınır ve üst sınır) aşağıda verilen formüllerle belirlenmiştir (Nigrini ve Mittermaier, 1997).

$$alt\ sınır = p_e - \left[1,96 * s(d_1) - \left(\frac{1}{2s} \right) \right] \quad (6.1)$$

$$üst\ sınır = p_e + \left[1,96 * s(d_1) + \left(\frac{1}{2s} \right) \right] \quad (6.2)$$

Gözlenen dağılımla teorik dağılım arasında genel anlamda uyum olup olmadığının kontrolü için ki-kare (χ^2) testi uygulanmıştır (Hindls ve Hronová, 2015).

$$\chi^2 = S \sum_{d_1=1}^9 \frac{(p_o - p_e)^2}{p_e} \quad (7)$$

Eşitliklerde yer alan p_o gözlenen (ampirik) değer, p_e teorik veya beklenen değer, S tür sayısı ya da örnek boyutudur. %95 güven düzeyinde $n - 1 = \sum d_1 - 1 = 8$ değerinde χ^2 kritik değeri, $\chi_{0,95}^2[8] = 15,51$ 'dir.

2.4. Genelleştirilmiş Benford Kanunu

Benford Kanunu'nun d_1 olasılık değerleri ile sınırlı kalmamak için ideal olan seçeneği genelleştirilmiş Benford Kanunu'dur. Genelleştirilmiş Benford Kanunu ile bir ekosistem için (e_i) gözlenen olasılık değerlerine (p_o) maksimum uyumunu sağlayacak teorik olasılık değerleri (p_γ) tespit edilebilir. Böylece her bir ekosistem kendisi için en uygun olasılık dağılımlarına göre ifade edilebilir.

Hürlimann (2015) Bayesian olasılık modeline dayanarak Benford Kanunu'nu ($GB(d; \alpha)$) genelleştirmiştir ($\gamma \in (-\infty, \infty)$).

$$GB(d; \gamma) = \begin{cases} \frac{d^{-\gamma} - (1+d)^{-\gamma}}{1 - 10^{-\gamma}}, \gamma \neq 0 \\ \log(1 + d^{-1}), \gamma = 0 \end{cases} \quad (8)$$

Burada $GB(d; \gamma) = \log(1 + d^{-1}) = Pr(d_m = d)$ olup, Benford Kanunu'na denk gelmektedir. Ayrıca $GB(d; \gamma) = \frac{d^{-\gamma} - (1+d)^{-\gamma}}{1 - 10^{-\gamma}}$ formunda $\gamma \rightarrow 0$ iken teorik olasılık değerleri Benford Kanunu'nun teorik olasılık değerlerine yaklaşır.

Bir ekosistem (e_i) için en uygun teorik olasılık değerlerinin belirlenmesi sonrası güven aralıkları ile birlikte Z istatistiği ve χ^2 testi p_e yerine p_γ kullanılarak belirlenmiştir.

$$Z(d_j) = \frac{|p_0 - p_\gamma| - \frac{1}{2S}}{\sqrt{\frac{p_\gamma(1-p_\gamma)}{S}}} \quad (9)$$

$$\text{alt sınır} = p_\gamma - \left[1,96 * \sqrt{\frac{p_\gamma(1-p_\gamma)}{S}} - \left(\frac{1}{2S}\right) \right] \quad (10.1)$$

$$\text{üst sınır} = p_\gamma + \left[1,96 * \sqrt{\frac{p_\gamma(1-p_\gamma)}{S}} + \left(\frac{1}{2S}\right) \right] \quad (10.2)$$

$$\chi^2 = S \sum_{d_i=1}^9 \frac{(p_0 - p_\gamma)^2}{p_\gamma} \quad (11)$$

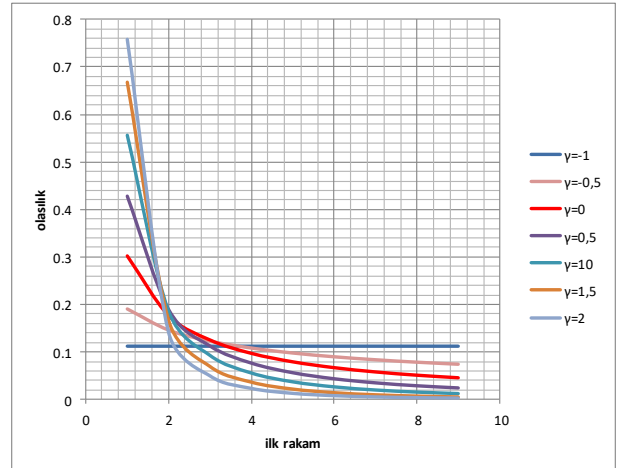
Bu makalede, bir ekosistem (e_i) için $GB(d; \gamma)$ uygulaması ile elde edilecek beklenen olasılık değerlerine (p_γ) yönelik tek kabul $d_i p_{\gamma(i)} > d_i p_{\gamma(i+1)}$ ($i = 1, 2, \dots, 8$) şeklindedir. Örnek olması amacıyla, Eşitlik 5 kullanılarak $\gamma = -1$ 'den $\gamma = 2$ 'e kadar oluşturulan teorik olasılık eğrileri Şekil 1'de verilmiştir.

2.5. İterasyonlar

İterasyon işlemleri BS ve BD 'nin örnek alan boyutlarından kaynaklanacak sapmanın belirlenmesi ve hesaplamalara aktarılması amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda B veri matrisine iki kere iterasyon işlemi uygulanmıştır. Bunlardan birincisi BS 'ye atfen B veri matrisinden toplamda 10000 kere ($K = 10000$) olmak üzere ($k = 1, 2, \dots, 10000$) her defasında rastgele seçilen 96 örnek alan verisinden ${}^k p_0$ değerlerinin belirlenmesi, ikincisi BD 'ye atfen B veri matrisinde aynı işlemlerin 119 örnek alan için gerçekleştirilmesi şeklindedir. Genelleştirilmiş Benford Kanunu ile B 'nin gözlenen olasılık dağılımına en uygun olan teorik olasılık dağılımları (p_γ) tespit edildikten sonra bu teorik dağılım değerleri ile iterasyonlara ait olasılık dağılımlarının (${}^k p_0$) her biri arasında ${}^k \chi^2$ hesaplamaları gerçekleştirilmiştir.

$${}^k \chi^2 = {}^k S \sum_{d_i=1}^9 \frac{({}^k p_0 - p_\gamma)^2}{p_\gamma} \quad (12)$$

Eşitliklerde yer alan ${}^k S$ her bir iterasyonda yer alan tür sayısını ifade etmektedir. Zira rastgele seçilen örnek alanlar sebebiyle iterasyonların hepsinde tür sayısının eşit olması beklenemez.



Şekil 1. Genelleştirilmiş Benford Kanunu'nun farklı γ değerlerinde olasılık değer eğrileri

Tüm istatistiksel çıktılarının ortalaması alınarak (K değerine bölünerek) her iki alt bölge için ${}^k \chi^2$ değerleri standart sapma $\left(\sigma = \frac{\sqrt{\sum_{k=1}^{10000} ({}^k \chi^2 - {}^k \chi^2)^2}}{K-1} \right)$ değerleri ile birlikte elde edilmiştir.

$${}^k \chi^2 = \frac{\sum_{k=1}^K {}^k \chi^2}{K} \quad (13)$$

2.6. Doğallık hesabı

Bu makalede ekosistemlerin doğallık kestirimine yönelik temel kabul "Bir ekosistemin (e_i) doğallığı onun kendisine en uygun olasılık dağılım eğrisi ve parçası olduğu bütüne açıklanabilir" şeklindedir.

Bu kabul çerçevesinde doğallık tespiti iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir.

İlk aşama Bölüm 2.4'de açıklandığı üzere ekosistem $i(e_i)$ 'nin genelleştirilmiş Benford Kanunu ile en uygun olduğu teorik olasılık dağılımları (p_γ) belirlenmiştir. Bu durumda ekosistem $i(e_i)$ artık e_i^γ olarak tanımlanmıştır.

İkinci aşamada ekosistemlerin bütününden oluşan veri matrisinden (E_i) p_γ değerleri tespit edilmiş ve bu p_γ değerleri kullanılarak her bir ekosistem için iterasyon ile elde edilen olasılık değerleri kullanarak istatistiksel analizler gerçekleştirilmiştir. Bu durumda e_i^γ 'in karşılığı E_i^γ olmuştur. E_i^γ 'lerin Bölüm 2.5'de açıklandığı üzere hesaplanan ${}^k \chi^2$ değerlerinden maksimum değere sahip olanı E_{max}^γ olmak üzere, ekosistem $i(e_i)$ için doğallığın (nat_i) χ^2 testi ile kestirimine yönelik form eşitlik 14'de verilmiştir.

$$nat_i(\chi^2) = \chi^2(e_i^\gamma) \left(\frac{{}^k \chi^2(E_{max}^\gamma)}{{}^k \chi^2(E_i^\gamma)} \right) \quad (14)$$

Ekosistem $i(e_i)$ 'nin $nat_i(\chi^2)$ değeri ne kadar küçük ise o kadar doğaldır. Haliyle teorik olarak bir ekosistemin (e_i) tamamen doğal olması $nat_i(\chi^2) = 0$ olması anlamına gelmektedir.

3. Bulgular

3.1. Benford kanunu'na dayalı bulgular

Beşşehir Gölü Havzası (B), Sultan Dağları Alt Bölgesi (BS) ve Dedegül Dağları Alt Bölgesi (BD) veri setlerinden gözlenen olasılık değerleri ile Benford Kanunu olasılık değerleri arasında gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonuçları Şekil 2 ve Çizelge 2'de verilmiştir.

B'nin ilk rakam değerleri (B_{d_1}) ile Benford Kanunu'nun ilk rakam değerleri (K_{d_1}) arasında genel olarak bir uyumun olduğu görülmektedir. B_{d_1} eğrisi K_{d_1} eğrisi ile en fazla $d_1 = 3$, $d_1 = 1$ ve $d_1 = 4$ rakamlarında uyumsuzluk göstermektedir. Fakat bu değerlerin Z_{d_1} sonuçları 1,96 değerinden daha düşüktür. Bunun sonucu olarak B_{d_1} eğrisi K_{d_1} eğrisinin güven aralıkları içinde kalmıştır. B_{d_1} ve K_{d_1} arasında farklılık söz konusu değildir ($\chi^2(e_B) = 8,733 < \chi^2_{0,95}[8] = 15,51$) (Şekil 2a, Çizelge 2).

BS'nin ilk rakam değerlerinden (BS_{d_1}) $d_1 = 1$ için $Z_1 = 3,501$ olup bu değer $u_{0,975} = 1,96$ kritik değerini aşmıştır. Ayrıca $d_1 = 7$ için $Z_7 = 1,646$ ile kritik değere oldukça yaklaşmıştır. Bunların sonucu olarak BS_{d_1} eğrisi K_{d_1} eğrisinin güven aralıkları içinde kalmamıştır ve $\chi^2(e_{BS}) = 16,579 > \chi^2_{0,95}[8] = 15,51$ olduğundan BS_{d_1} dağılımı K_{d_1} dağılımına uyum göstermemiştir (Şekil 2b).

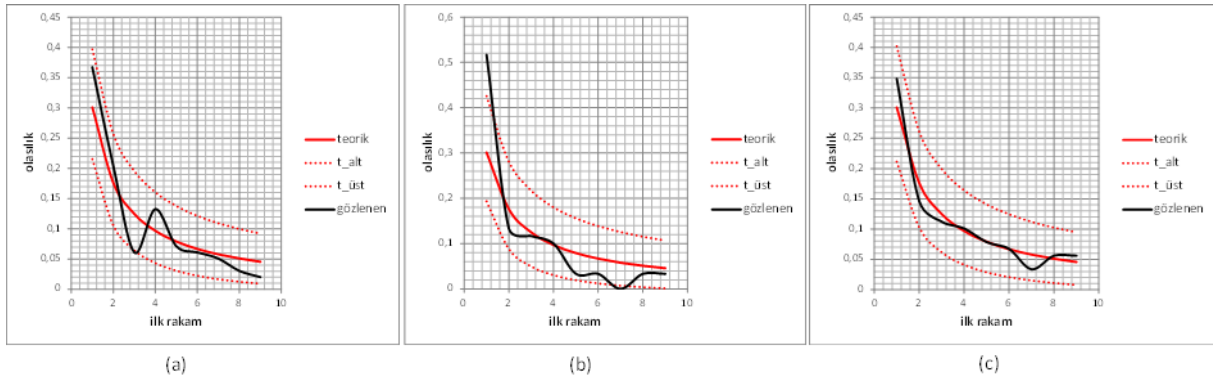
BD'nin ilk rakam değer (BD_{d_1}) eğrisi ile K_{d_1} eğrisi birbirleri ile oldukça paralel seyir izlemektedir ve BD_{d_1} eğrisinin bu seyri K_{d_1} eğrisinin güven aralıkları içinde

gerçekleşmektedir (Şekil 2c). Bütün d_1 değerleri için Z istatistiği sonuçları $u_{0,975} = 1,96$ kritik değerinin oldukça altındadır. En uyumsuz BD_{d_1} değeri $d_1 = 7$ olup bunun için $Z_7 = 0,753$ 'tür. $\chi^2(e_{BD}) = 2,406 < \chi^2_{0,95}[8] = 15,51$ olup bu sonuç, BD_{d_1} ile K_{d_1} arasında oldukça yüksek bir uyumun varlığına işaret etmektedir.

3.2. Genelleştirilmiş Benford Kanunu'na dayalı bulgular

Genelleştirilmiş Benford Kanunu uygulanırken B, BS ve BD'nin her biri için $\gamma = -1$ 'den $\gamma = 2$ 'ye kadar 0,01 birim aralıklarla χ^2 hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. B, BS ve BD'nin maksimum uyumlarına (minimum χ^2 değerlerine) sırası ile $\gamma = 0,25$ 'de, $\gamma = 0,65$ 'de ve $\gamma = 0,07$ 'de ulaşılmıştır (Şekil 2).

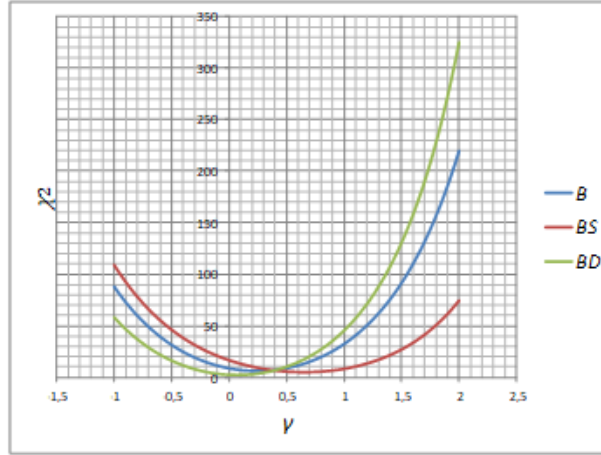
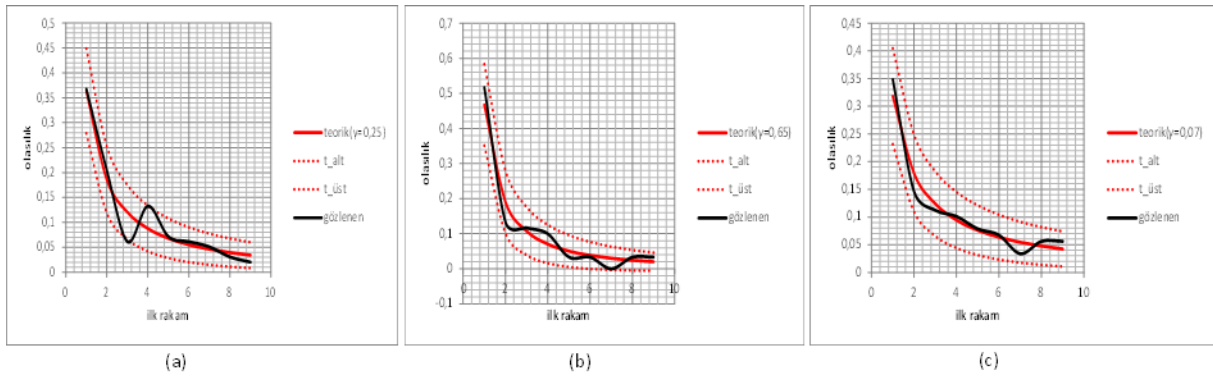
B, BS ve BD'nin gözlenen olasılık değerleri ile teorik olasılık değerleri arasında dikkate değer bir şekilde uyum artışı olmuştur (Şekil 2 ve Şekil 4). Çizelge 2 ve Çizelge 3 karşılaştırıldığında genel olarak Z_i değerlerinde uyuma katkı sağlayacak sonuçlar elde edilmiştir. Beşşehir Gölü Havzası ve onun alt bölgeleri için uyum artışındaki en büyük paya $d_1 = 1$ sahip olmuştur. Havza ve alt bölgeler kıyaslandığında en fazla uyum artışı BS'de gerçekleşmiştir. Zira Çizelge 2'de görüleceği üzere BS'nin χ^2 değeri genelleştirme öncesi ($\gamma = 0$) 16,589 (Çizelge 2) iken, bu değer genelleştirme sonrası ($\gamma = 0,25$), 4,992'ye kadar düşmüştür (Çizelge 3). Bu düşüşü B takip ederken en az uyum kazancı BD'de olmuştur (Şekil 3).



Şekil 2. Beşşehir Gölü Havzası (a), Sultan Dağları Alt Bölgesi (b) ve Dedegül Dağları Alt Bölgesi (c) $d_1 p_o$ eğrileri ve % 95 önem seviyesinde alt ve üst güven aralıkları ile $d_1 p_e$ teorik eğrisi

Çizelge 2 Beşşehir Gölü Havzası (B), Sultan Dağları Alt Bölgesi (BS) ve Dedegül Dağları Alt Bölgesi (BD) Benford olasılık değerlerine dayalı Z_{d_1} ve χ^2 sonuçları

e_i	S	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6	Z_7	Z_8	Z_9	χ^2
e_B	98	1,321	0,595	1,755	1,025	0,097	0,025	0,079	0,694	0,959	8,733
e_{BS}	60	3,501	0,700	-0,001	-0,137	1,076	0,783	1,646	0,334	0,152	16,589
e_{BD}	89	0,857	0,605	0,199	-0,045	-0,178	-0,194	0,753	-0,025	0,217	2,406

Şekil 3. B, BS ve BD'nin $\gamma = -1$ 'den $\gamma = 2$ 'ye χ^2 değer dağılımlarıŞekil 4. Beyşehir Gölü Havzası (a), Sultan Dağları Alt Bölgesi (b) ve Dedegül Dağları Alt Bölgesi (c) d_1p_0 eğrileri ve maksimum uyumu sağlayan d_1p_γ teorik eğrileri ile onların % 95 önem seviyesinde alt ve üst güven aralıklarıÇizelge 3. Beyşehir Gölü Havzası (B), Sultan Dağları Alt Bölgesi (BS) ve Dedegül Dağları Alt Bölgesi (BD) maksimum uyum eğrilerine dayalı Z_{d_1} ve χ^2 sonuçları

e_i^γ	S	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6	Z_7	Z_8	Z_9	χ^2
e_B^γ	98	-0,03	0,351	1,647	1,396	-0,07	0,04	-0,01	0,189	0,478	6,187
e_{BS}^γ	60	0,636	0,959	0,018	0,635	0,315	-0,13	0,991	0,021	0,249	4,992
e_{BD}^γ	89	0,497	0,674	0,173	0,033	-0,11	-0,07	0,632	0,127	0,386	2,209

3.3. İterasyon bulguları

215 örnek alandan oluşan B veri setine BS'ye atfen 96 örnek alan boyut sınırlandırması ile rastlantısal 10000 yinelemeli işlemlerden ve BD'ye atfen 119 örnek alan boyut sınırlandırması ile rastlantısal 10000 yinelemeli işlemlerden elde edilen olasılık değer eğrileri Şekil 5a ve Şekil 5b'de gösterilmektedir.

96 ve 119 örnek alan boyut sınırlandırmasının her birinde her bir yinelemeye ait gözlenen olasılık değerleri ile B'nin genelleştirme ile elde edilen teorik olasılık değerleri ($\gamma = 0,25$) arasında χ^2 testleri yapılmıştır. Her bir yinelemede örnek alan boyut sınırlandırması söz konusu olduğundan B veri setinde olan bütün türlerin (toplam 98 tür) işlemde yer alması beklenemez. Bu yüzden 96 örnek alan sınırlandırmasına ve 119 örnek alan sınırlandırmasına dayanan yineleme işlemlerinden tam sayıya yuvarlanmış ortalama tür sayıları ($[S_{ort}]$) sırası ile 84 ve 88 olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre 96 örnek alan sınırlandırmasının yineleme sayısına denk ($K = 10000$) χ^2 değerlerinin ortalaması, $k\chi^2(E_{BS}^\gamma) = 6,747$ ($\sigma_{BS} = 3,302$) olarak bulunmuştur. 119

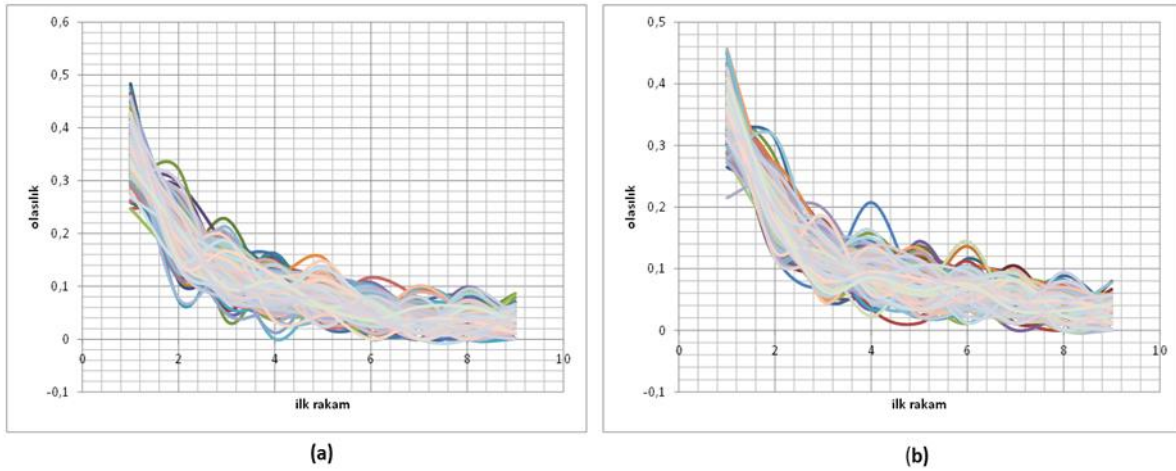
örnek alan sınırlandırmasında ise yinelemelerin ortalama χ^2 değeri ise $k\chi^2(E_{BS}^\gamma) = 6,176$ ($\sigma_{BS} = 3,147$) çıkmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 5'deki değerler Bölüm 2.6'da verilen formülde (eşitlik 14) yerine konulduğunda, BS'nin doğallık değeri $nat_{BS}(\chi^2) = \chi^2(e_{BS}^\gamma) \left(\frac{k\chi^2(E_{max}^\gamma)}{k\chi^2(E_{BS}^\gamma)} \right) = 4,992(6,747/6,747) = 4,992$ ve BS'nin doğallık değeri $nat_{BD}(\chi^2) = \chi^2(e_{BD}^\gamma) \left(\frac{k\chi^2(E_{max}^\gamma)}{k\chi^2(E_{BD}^\gamma)} \right) = 2,209(6,747/6,176) = 2,414$ olarak ortaya çıkmaktadır.

Bölüm 2.6'da ifade edildiği üzere bir ekosistemin (e_i) doğallık değerinin yüksekliği $nat_i(\chi^2)$ değerinin düşüklüğü ile orantılıdır. Elde edilen sonuçlar göstermektedir ki, Dedegül Dağları Yöresi(BD)'nin doğallık değeri Sultan Dağları Yöresi(BS)'den daha yüksektir.

3.4. Doğallık hesaplama bulguları

BS ve BD'nin doğallık hesaplamaları için ihtiyaç duyulan tüm girdiler Çizelge 3 ve Çizelge 4'den özetlenerek Çizelge 5'de verilmiştir.



Şekil 5. Beyşehir gölü havzası, (215 örnek alan), rastgele seçilen 96 örnek alan (a) ve rastgele seçilen 119 örnek alan (b) veri setlerinin $d_1 p_0$ dağılımları (örnek alan sayısı boyutlandırma işlemlerinin her biri için yineleme sayısı=10000)

Çizelge 4. $\gamma = 0,25$ 'de B veri setinden 96 örnek alandan oluşan alt toplumlar ve 119 örnek alandan oluşan alt toplumlara ait $k\overline{\chi^2}$ sonuçları (uygulamaların her biri için alt toplum (alt veri seti) sayısı (yineleme sayısı) =10000)

	E_{BS}^Y	σ_{BS}	E_{BD}^Y	σ_{BD}
$k\overline{\chi^2}$	6,747	3,302	6,176	3,147
$[S_{ort}]$	84		88	

$[S_{ort}]$ yinelemelerin ortalama tür sayılarının tam sayıya yuvarlanmış değerlerini ifade etmektedir.

Çizelge 5. Doğallık hesaplama girdileri

	$\chi^2(e_i^Y)$	$k\overline{\chi^2}(E_i^Y)$	$k\overline{\chi^2}(E_{max}^Y)$	$\frac{k\overline{\chi^2}(E_{max}^Y)}{k\overline{\chi^2}(E_i^Y)}$
BS	4,992	6,747	6,747	1,000
BD	2,209	6,176		1,093

4. Tartışma ve sonuç

Ekosistemlerin doğallık hesabında Benford Kanunu'na odaklanılmasının sebebi, onun verdiği mesajın çok net olmasından kaynaklanmaktadır.

Matematiksel işlemlerin ürünü olmayan, haliyle özgeçmişe sahip olmayan (rastgele seçilmiş) on binlerce rakamın $d_1 = 1$ 'den $d_1 = 9$ 'a kadar elde edilen olasılık değer dağılımlarının birbirlerinden farklı olması beklenmez. Beklenti homojen dağılımdır. Oysaki yeterince işlem görmüş (çarpılmış çırpılmış ve/veya bölünmüş parçalanmış; eğer elde edilen sonuç bir (1) değerinden büyük ise kendisi aksi durumda tersi alınmış) ve bu sayede bir özgeçmişe sahip olan on binlerce rakamdan $d_1 = 1$ 'den $d_1 = 9$ 'a kadar elde edilen olasılık değerleri ($d_1 p_{o(1)} = 0,301, d_1 p_{o(9)} = 0,046$) azalan bir trende sahiptir. Bu trendi oluşturan eğri Benford Kanunu'nun olasılık değerleri tarafından oluşturulmuştur. Buna merkezi limit teorisinin vücut bulmuş hali de diyebiliriz (Hill, 1995; Fewster, 2009).

Benford olasılık eğrisi gerçekte sayı ordusundan oluşan bir bütünün "işlem bilgisi" içerdiği anlamına gelmektedir. Bu "işlem bilgisi" olasılık hesabına giren sayıların ne olduğunu ve hangi formüller kullanılarak elde edildiğini açıklamaz. Buradaki "işlem bilgisi" sadece özgeçmişe sahip sayılar

anlamına gelir. Benford Kanunu'nun bu mesajı onun teorik olasılık değerleri kadar nettir.

Özgeçmişe sahip sayılar ne anlama gelmektedir?

Sistem anlamına gelmektedir. Şöyle ki; bir bütünü oluşturan sayısal değerler eğer Benford olasılık eğrisine uyumlu bir davranış trendi gösteriyor ise, o bütünün var olması ve bunun devamını sağlayan bir "doğal bilinç" vardır. Diğer bir deyişle bir bütün eğer "doğal bilince" sahip ise Benford eğrisine benzer bir görüntü sunması beklenir. Bu durumda artık "bütün" ifadesi yerine "sistem" ifadesi kullanılır.

Doğal bilince uyumsuzluk ne anlama gelmektedir?

Doğal bilince dışardan harici faktörlerin etki ettiği veya ediyor olduğu anlamına gelir. Diğer bir deyişle, doğal bilinçte rol oynayan değişkenlerin oynadığı rollere müdahale ya da manipülasyon söz konusudur. Manipülasyon Benford Kanunu'nun kullanıldığı yere göre farklı anlamlara gelebilir. Örneğin Benford Kanunu şirket ya da devlet kuruluşlarının mali denetiminde kullanılıyor ise ve gözlenen olasılık değerlerinin Benford Kanunu teorik olasılık değerlerine olan bariz uyumsuzluğu için makul bir açıklama söz konusu değil ise, bu durumda manipülasyon sahtekarlık veya yolsuzluk anlamına gelmektedir (Akkaş, 2007; Aybars ve Ataunal, 2016).

İnsanlar tarafından kurulan finansal ya da ekonomik sistemlerde Benford Kanunu'nu teorik olasılık değerlerini kontrol amacıyla kullanmak mantıklıdır. Zira bu sistemlerin dikkate alınan sayısal değerlerinin gerisinde bilinen matematik kuralları işlemektedir. Fakat doğal sistemlerde Benford Kanunu'nun teorik olasılık değerlerini eşik değerler olarak almak ve bu eşik değerler temelinde elde edilen sonuçlara göre kararlar vermek yapılacak değerlendirmelerde önemli hatalara sebep olabilir. Bu yüzden doğal sistemler için Benford Kanunu yerine geliştirilmiş Benford Kanunu'nun kullanılması çok daha iyi bir seçenektir.

Bu çalışmanın işlem süreçleri üç aşamadan oluşmaktadır.

İlk aşamada BS ve BD 'nin gözlenen olasılık değerleri (BD_{d_i} , BS_{d_i}) ile standart Benford Kanunu'nun teorik olasılık değerlerini (K_{d_i}) karşılaştırmak amacıyla χ^2 analizleri gerçekleştirilmiştir. Sonuçta $\chi^2(e_{BS}) = 16,579$ ve $\chi^2(e_{BD}) = 2,406$ olarak bulunmuştur. Standart Benford Kanunu'na göre BS , BD 'den 6,89 kat daha büyük bir χ^2 değerine sahiptir.

İkinci aşamada, geliştirilmiş Benford Kanunu kullanarak BS ve BD 'nin gözlenen olasılık değerlerine en uyumlu teorik olasılık değerleri belirlenmiştir. BS ve BD için en küçük χ^2 değerleri sırasıyla $\gamma = 0,65$ 'de ve $\gamma = 0,07$ 'de elde edilmiştir ($\chi^2(e_{BS}^Y) = 4,992$ ve $\chi^2(e_{BD}^Y) = 2,209$). Geliştirilmiş Benford Kanunu devreye sokulduğunda χ^2 değerleri itibarıyla BS 'de yaklaşık 3,5 kat azalma, BD 'de ise sadece 1,08 kat azalma tespit edilmiştir. Bunun sonucu olarak BS ve BD 'nin χ^2 değerleri itibarıyla oransal farkı 6,89'dan 2,26'ya düşmüştür.

BS ve BD için geliştirilmiş Benford Kanunu ile elde edilen χ^2 değerlerinin ekosistem doğallığına atfen kullanılması her iki alt bölgeye ait örnek alan sayılarının eşit olmaması sebebiyle güvenilir değildir. Diğer bir değişle doğallık hesabının sonlanması için kalibrasyon işlemi ile alt bölgelerin içerdiği örnek alan sayı farklılıklarından kaynaklanan sapmanın ortadan kaldırılması gerekmektedir.

Bu sebeple son aşama olan üçüncü aşamada BS ve BD 'nin birleşmesinden oluşan B veri setine 96 ve 119 örnek alan sınırlandırılması ile yineleme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Bu yineleme işlemleri sonucunda $k\chi^2(E_{BS}^Y) = 6,747$ ve $k\chi^2(E_{BD}^Y) = 6,176$ bulunmuştur. Bu sonuçlar itibarıyla BS 'nin kalibrasyon katsayı değeri $k\chi^2(E_{max}^Y)/k\chi^2(E_{BS}^Y) = 1$ olduğu için doğallık değeri 4,992 ve BS 'nin kalibrasyon katsayı değeri $k\chi^2(E_{max}^Y)/k\chi^2(E_{BD}^Y) = 1,093$ olduğu için doğallık değeri 2,414 olarak bulunmuştur. Kalibrasyon sonucu BS ve BD 'nin χ^2 değerlerine dayalı doğallık değerlerinin oransal farkı 2,26 değerinden bir miktar daha düşerek 2,06 ile gerçek değerine ulaşmıştır. Elde edilen sonuçlar BD 'nin BS 'den yaklaşık olarak 2 kat daha doğal olduğunu göstermektedir. "Beşşehir Gölü Havzası'nın Yetiştirme Ortamı Özellikleri ve Sınıflandırılması" isimli araştırmada alt bölgeler ile ilgili yapılan açıklamalar da bu sonuçları teyit eder niteliktedir (Özkan, 2003).

Bu bölümü sonlandırılmadan önce ekosistem doğallık konusunda gelecekteki çalışmalar için faydalı olabilecek ek bilgileri vermek uygun olacaktır.

Bu çalışmada gözlenen olasılık değerleri ile beklenen olasılık değerleri arasındaki genel uyumu belirlemek için sadece χ^2 testi kullanılmıştır. χ^2 testi dışında kullanılabilir başka alternatif testler de vardır. Bunlardan ilki χ^2 ile birlikte içinde birçok formülü barındıran $D^2(\lambda)$ eşitliğidir (Cressie ve Read, 1984).

$$D^2(\lambda) = \frac{2}{\lambda(\lambda+1)} \sum_{i=1}^9 S p_o \left\{ \left(\frac{p_o}{p_e} \right)^\lambda - 1 \right\} \quad (15)$$

Burada S örnek boyutu (tür sayısı), p_o gözlenen olasılık değeri, p_e beklenen olasılık değeridir. Eşitlikte $\lambda = 1$ değerinde Pearson χ^2 , $\lambda = 0$ 'da ($\lambda \rightarrow 0$) benzerlik oran testi (log likelihood ratio) $\lambda = -1/2$ değerinde Freman-Tukey istatistiği, $\lambda = -1$ 'de modifiye edilmiş benzerlik testi ve $\lambda = -2$ 'de modifiye edilmiş Neyman istatistiği sonuçları elde edilmektedir. Ayrıca Cressie ve Read (1984) yeni bir uyum istatistik testi önermişlerdir. Araştırmacıların önerdiği formül güç sapma test istatistiği olup bu formülde $\lambda = 2/3$ 'tür. Güç sapma test istatistiğinde önem düzeyi için serbestlik derecesi $n - 2 = \sum d_i - 2$ 'ye göre belirlenmektedir. Daha detaylı bir açıklama ile %95 güven düzeyinde $\sum d_i - 1 = 8$ değerinde χ^2 kritik değeri, $\chi_{0,95}^2[8] = 15,51$ iken $D^2(\lambda = 2/3)$ için %95 güven düzeyinde kritik değer ($\sum d_i - 2 = 7$) $D^2(\frac{2}{3})_{0,95}[7] = 14,07$ 'dir. Belirtmek gerekir ki, ekolojik verinin özellikleri sebebiyle $D^2(\lambda)$ formülünde negatif λ değerlerinin kullanılması uygun olmayabilir. Zira özellikle iterasyon işlemlerinde $\forall d_i p_{o(i)} > 0$ durumu geçerli olmayabilir.

$D^2(\lambda)$ formülü dışında mutlak farkların ortalaması (MAD) (Hinds ve Hronová, 2015), maksimum fark (d_{max}) (Judge ve Schechter, 2009), öklit mesafesi (d_e) (Judge ve Schechter, 2009), normalize edilmiş öklit mesafesi (d^*) (Crocetti ve Randi, 2016; Branets, 2019), FSD dağılımına dayalı fark (d_a) (Branets, 2019) ve Kullback ve Leibler ayrışması (d_{KL}) (Ausloos vd., 2016) kullanılabilir diğer formüllerdir.

$$d_{max} = \max_{i=1..9} |p_o - p_e| \quad (16)$$

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^9 |p_o - p_e|}{9} \quad (17)$$

$$d_e = \sqrt{\sum_{i=1}^9 (p_o - p_e)^2} \quad (18)$$

$$d^* = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^9 (p_o - p_e)^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^9 (p_e)^2 + (0,954243)^2}} \quad (19)$$

$$d_a = \frac{|\mu_o - \mu_e|}{9 - \mu_e} \quad (20)$$

$$d_{KL} = \sum_{i=1}^9 p_o \ln \left(\frac{p_o}{p_e} \right) \quad (21)$$

Bu formlar içinde d_{KL} iterasyon işlemlerinde $\forall d_i p_{o(i)} > 0$ ise kullanılabilir.

Eşitliklerde p_o gözlenen olasılık değeri, p_e beklenen olasılık değeridir. d^* eşitliğinde $0,954243 = 1 - 0,045757$ olup; $0,045757 d_i = 9$ 'un olasılık değeridir. d_a formülünde yer alan μ_o ve μ_e gözlenen ve beklenen olasılık değerlerinin kendilerine ait d_i değerleri ile çarpımlarının toplam değerleridir.

Uyum testlerinde olduğu gibi bu makalede kullanılmış olan Benford Kanunu'nun geliştirilmiş formu da ($GB(d; \gamma)$) (Hürlimann, 2015) alternatif değildir. $GB(d; \gamma)$ dışında kullanılabilir hem tek hem de iki parametrelili geliştirilmiş eşitlikler bulunmaktadır. Tüm

genelleştirilmiş eşitliklerde $d \in \{1, \dots, 9\}$ olup, tek parametrelilikten $GB(d; a)$ (Tseng vd., 2017) ve $GB(d; c)$ (Hürlimann, 2003) ve $GB(d; s)$ (Clippe ve Ausloos, 2012) a, c ve s modellere ait parametrelerdir ($c \geq 1$). $GB(d; a)$ eşitliği $a \rightarrow \infty$ doğru, $GB(d; s)$ eşitliği $s = 0$ 'da ve $GB(d; c)$ eşitliği $c = 1$ veya $c = 2$ 'de Benford Kanunu'na indirgenir.

$$GB(d; a) = \sum_{j=-\infty}^{\infty} \int_{10^j d}^{10^{j+1} d} f(x) dx = \sum_{j=-\infty}^{\infty} \left[\frac{1}{10^{j+1} d^{a+1}} - \frac{1}{10^j d^{a+1}} \right] \quad (22)$$

$$GB(d; c) = \frac{1}{2} \{ [\log_{10}(I + d)]^c - [\log_{10}(d)]^c - [I - \log_{10}(I + d)]^c + [I - \log_{10}(d)]^c \} \quad (23)$$

$$GB(d; s) = N \log_{10} \left(\frac{1}{d} + I + sd \right) \quad (24)$$

İki parametrelilikten genelleştirilmiş eşitliklerden $GB(d; s; m)$ 'de s ve m (Fu vd., 2007), $GB(d; a; b)$ 'de a ve b (Tseng vd., 2017), $GB(d; \alpha; \beta)$ 'de α ve β (Hürlimann, 2009) modellere ait parametreleri temsil etmektedir.

$$GB(d; s; m) = N \log_{10} \left(I + \frac{1}{s+am} \right) \quad (25)$$

$$GB(d; a; b) = \frac{b}{a+b} \sum_{j=-\infty}^{-1} \left[10^{\frac{j}{b}} (I + d)^{\frac{1}{b}} - 10^{\frac{j}{b}} d^{\frac{1}{b}} \right] - \frac{a}{a+b} \sum_{j=0}^{\infty} \left[10^{-\frac{j}{a}} d^{-\frac{1}{a}} - 10^{-\frac{j}{a}} (I + d)^{-\frac{1}{a}} \right] \\ = \frac{b}{a+b} \left[\frac{(I+d)^{\frac{1}{b}-a^{-\frac{1}{b}}}}{10^{\frac{1}{b}-1}} \right] + \frac{a}{a+b} \left[\frac{d^{-\frac{1}{a}-a^{-\frac{1}{a}}}}{1-10^{-\frac{1}{a}}} \right] \quad (26)$$

$$GB(d; \alpha; \beta) = \frac{\alpha}{\alpha+\beta} \{ [\log_{10}(I + d)]^\beta - [\log_{10}(d)]^\beta \} + \frac{\beta}{\alpha+\beta} \sum_{k=1}^{\infty} \{ [k + \log_{10}(d)]^{-\alpha} - [k + \log_{10}(I + d)]^{-\alpha} \} \quad (27)$$

$GB(d; s; m)$ eşitliği $s = 0$ ve $m = 1$ 'de, $GB(d; a; b)$ eşitliği $a \rightarrow \infty$ ve/veya $b \rightarrow \infty$ doğru ve, $GB(d; \alpha; \beta)$ eşitliği $\alpha \rightarrow \infty$ ve $\beta = 1$ 'de Benford Kanunu'na indirgenir. $GB(d; s)$ ve $GB(d; s; m)$ 'de bulunan N normalleştirme faktörü olup beklenen olasılık değerleri toplamı=1 olmasını sağlar.

Bunların dışında Benford Kanunu'nun Tsallis entropisi ile genelleştirilmiş bir formuda ($GB(d; q; \beta)$) bulunmaktadır (Shao ve Ma, 2010).

$$\widehat{GB}(d; q; \beta) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \left\{ [I - 10^n \beta d(I - q)]^{\frac{q-2}{q-1}} - [I - 10^n \beta d + 1)(I - q)]^{\frac{q-2}{q-1}} \right\} \quad (28)$$

Bu eşitlikle $1 < q \leq 2$ olup, $d_1 = 1$ 'den $d_9 = 9$ 'a kadar olasılık değer toplamları ≤ 1 olma ihtimali sebebiyle, olasılık değerlerinin $GB(d; q; \beta) = \frac{\widehat{GB}(d; q; \beta)}{\sum_{i=1}^9 \widehat{GB}(d; q; \beta)}$ formülü ile düzenlenmesine ihtiyaç vardır. Bu eşitlik ekolojik çalışmalar için $\beta = 1$ ve q 'nun model parametresi alınması durumunda işe yarayabilir. $GB(d; q; \beta)$ ile teorik olasılık değerleri dar aralıkta değişim göstermektedir. Bu yüzden bu formdan diğer genelleştirilmiş formlar kadar verimli sonuçlar alınması beklenmemelidir.

Burada belirtmek gerekir ki, Benford Kanunu'nun genelleştirilmiş herhangi bir j formu (GB_j) seçildiğinde, bu formun model parametresine ya da parametrelerine ait değerler $d_j p_{GB_j(i)} > d_{j+1} p_{GB_j(i+1)}$ ($i = 1, 2, \dots, 8$) kuralını ihlal etmeyecek sınırlarda kalmalıdır.

Sonuç olarak, bu makale ile ekosistem veya meta toplum seviyesindeki karşılaştırmalar için ilk defa önerilmiş olan genelleştirilmiş Benford Kanunu'na dayalı doğallık hesabı alışılmadık model yaklaşımlarından tamamen farklıdır. Bu model yaklaşımı olasılık temelli olup, uyum ve genelleştirmeye yönelik birçok alternatif formülle birlikte kullanılabilir ve ekosistemlerin doğallık hesabına yönelik sonuçların elde edilmesinde etkin rol oynayabilir. Bununla birlikte, önerilen bu model yaklaşımının etkinliğini gerçek anlamda görebilmek için farklı bölge ekosistemlerinde ve farklı canlı gruplarında gerçekleştirilecek yeni çalışmalara da ihtiyaç olduğu bilinmelidir.

Kaynaklar

Akkaş, M., 2007. Denetimde Benford kanunu'nun uygulaması. Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 9(1): 191-206.

Anderson, J.E., 1991. A conceptual framework for evaluating and quantifying naturalness. Conservation Biology, 5: 347-352.

Ausloos, M., Castellano, R., Cerqueti, R., 2016. Regularities and discrepancies of credit default swaps: A data science approach through Benford's law. Chaos, Solitons & Fractals, 90: 8-17.

Aybars A., Ataunal L., 2016. An application of Benford's Law to fundamental accounting figures reported by Borsa Istanbul (BIST) companies. Journal of Economics, Finance and Accounting, 3(3): 234-243.

Benford, F., 1938. The law of anomalous numbers. Proceedings of The American Philosophical Society, 78: 551-572.

Branets, S., 2019. Detecting money laundering with Benford's law and machine learning . Masters Thesis, University of Tartu, Faculty of Social Sciences, Estonia.

Cleary, R., Thibodeau, J.C., 2005. Applying digital analysis using Benford's law to detect fraud: The dangers of type I errors. Auditing: A Journal of Practice & Theory, 24(1): 77-81.

Clippe, P., Ausloos, M., 2012. Benford's law and their transform of financial data. Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications, 391: 6556- 6567.

Côté, S., Bélanger, L., Beaugard, R., Thiffault, É., Margni, M., 2019. A conceptual model for forest naturalness assessment and application in Quebec's Boreal Forest. Forests, 10(4): 325. <https://doi.org/10.3390/f10040325>

Cressie, N., Read, T.R.C., 1984. Multinomial goodness-of-fit tests. Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological), 46: 440-464.

Crocetti, E., Randi, G., 2016. Using the Benford's Law as a first step to assess the quality of the cancer registry data. Frontiers in Public Health, 4:225. DOI:10.3389/fpubh.2016.00225.

Dunlop, S., Lanfranco, S., Schembri, J.S., 2014. The role of 'Naturalness' and seral stage in the assessment and management of coastal sites, <https://www.um.edu.mt/library/oar/bitstream/123456789/21115/1/Dunlop%20C%20Lanfranco%20%26%20Schembri%20%282014%29.%20The%20role%20of%20%27Naturalness%27%20and%20seral%20stage%20in%20the%20assessment%20and%20management%20of%20coastal%20sites.pdf> , Erişim: 20.12.2020.

Durtschi, C., Hillison, W., Pacini, C., 2004. The effective use of Benford's law to assist in detecting fraud in accounting data. Journal of Forensic Accounting, 5(1): 17-34.

Erdős, L., Bátori, Z., Penksza, K., Dénes, A., Kevey, B., Kevey, D., Magnes, M., Sengl, P., Tölgyesi, C., 2017. Can naturalness indicator values reveal habitat degradation? A test of four methodological approaches. Polish Journal Of Ecology, 65: 1-13.

- Fanfarillo, E., Kasperski, A., Giuliani, A., Cicinelli, E., Latini, M., Abbate, G., 2018. Assessing naturalness of arable weed communities: A new index applied to a case study in central Italy. *Biological Agriculture & Horticulture*, 34(4): 232-244, DOI: 10.1080/01448765.2018.1434832.
- Fattorini, L., 2003. Statistical analysis of ecological diversity (Eds., El-Shaarawi, A.H., Jureckova, J.), *Environmetrics*, EOLSS: Paris, France, 1, 18–29.
- Fewster, R.M., 2009. A simple explanation of Benford's Law. *The American Statistician*, 63: 26-32. <http://dx.doi.org/10.1198/tast.2009.0005>.
- Fu, D., Shi, Y.Q., Su, W., 2007. A generalized Benford's Law for JPEG coefficients and its applications in image forensics. *Proceedings of SPIE*, 6506, 1L1- 1L11.
- Hill, T.P., 1995. A statistical derivation of the significant-digit law. *Statistical Science*, 10: 354–363.
- Hindls, R., Hronová, S., 2015. Benford's Law and possibilities for its use in governmental statistics. *Statistika*, 95(2): 54-64.
- Hürlimann, W., 2009. Generalizing Benford's law using power laws: Application to integer sequences. *International Journal of Mathematics and Mathematical Sciences*, Article ID 970284, Doi:10.1155/2009/970284.
- Hürlimann, W., 2003. A generalized Benford law and its application. *Mathematics Preprint Archive*, 3(3): 217-228.
- Hürlimann, W., 2015. On the uniform random upper bound family of first significant digit distributions. *Journal of Informetrics*, 9(2): 349-358.
- Judge, G., Schechter, L., 2009. Detecting problems in survey data using Benford's Law. *Journal of Human Resources*, 44(1): 1-24.
- Leroy, B., 2016. Calculation of rarity indices for species and assemblages of species. R package version 1.3-4. Available at: <https://CRAN.R-project.org/package=Rarity>.
- Machado, A., 2004. An index of naturalness. *Journal for Nature Conservation*, 12: 95-110.
- Margules, C., Usher, M.B., 1981. Criteria used in assessing wildlife conservation potential: A review. *Biological Conservation*, 21:79–109.
- Newcomb, S., 1881. Note on the frequency of use of the different digits in natural numbers. *American Journal of Mathematics*, 4(1): 39–40.
- Nigrini, M.J., Mittermaier, L.J., 1997. The use of Benford's law as an aid in analytical procedures. *Auditing*, 16(2): 52.
- Nigrini, M.J., Miller, S.J., 2007. Benford's Law applied to hydrology data—Results and relevance to other geophysical data. *Mathematical Geology*, 39(5): 469–490. <http://doi.org/10.1007/s11004-007-9109-5>.
- Özkan, K., 2016. *Biyolojik Çeşitlilik Bileşenleri (α , β ve γ) Nasıl Ölçülür (1. Basım)*. Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, Isparta.
- Özkan, K., 2003. *Beyşehir Gölü Havzasının Yetiştirme Ortamı Özellikleri ve Sınıflandırılması*. Doktora Tezi, İÜ Araştırma Fonu Proje Numarası T-981/19022001, 189s.
- Reif, A., Walentowski, H., 2008. The assessment of naturalness and its role for nature conservation and forestry in Europe. *Waldökologie Landschaftsforschung Naturschutz*, 6:63–76.
- Shao, L., Ma, B.Q., 2010. First-digit law in nonextensive statistics. *Physical Review E*, 82(4): 1-4, 10.1103/PhysRevE.82.041110.
- Smith, P.G.R., Theberge, J.B., 1986. A review of criteria for evaluating natural areas. *Environmental Management*, 10(6): 715-734.
- Tans, W., 1974. Priority ranking of biotic natural areas. *Michigan Botanist*, 13: 31–39.
- Tseng, H.C., Huang, W.N., Huang, D.W., 2017. Modified Benford's law for two-exponent distributions. *Scientometrics*, 110(3): 1403–1413.

Onikişubat (Kahramanmaraş) yöresinde gıda olarak tüketilen bazı doğal bitki taksonlarına ait yöresel tarifler

Ebru Hatice Tıgı Kaytanlıoğlu^{a,*} , Hüseyin Fakir^a , Ash Nisa Aydemir^a 

Özet: Onikişubat yöresinde (Kahramanmaraş) doğal olarak yetişen ve gıda olarak tüketilen bazı doğal bitki taksonlarına ait yöresel tarifleri tespit etmek amacıyla yapılmıştır. Çalışmada veri toplama aracı olarak 10 soruluk anket formu kullanılmıştır. Anket uygulaması kırsal kesimde yaşayan 101 kişiyle yapılmıştır. Anket sonucunda 9 bitki taksonu belirlenmiştir. Belirlenen bitkiler 2019 yılı vejetasyon döneminde toplanmıştır. Çalışma sonucunda yemek yapımında kullanılan bitkiler; ısgın (*Pistacia terebinthus* L. subsp. *palaestina* (Boiss.) Engler), tırsık (*Arum maculatum* L.), yarpuz (*Mentha pulegium* L.), ebeğümeci (*Malva sylvestris* L.), gelinalı (*Papaver rhoeas* L.), semizotu (*Portulaca oleracea* L.), su teresi, ıspatan (*Nasturtium officinale* R.Br.), ısırgan (*Urtica dioica* L.), çiriş (*Asphodelus aestivus* Brot.)'dir. Bu doğal bitkiler, sağlıklı ve doğal beslenmenin yanı sıra yöre halkı tarafından ekonomik kazançta sağlamaktadır. Onikişubat yöresinde doğal olarak yetişen bitkilerin gıda olarak tüketilmesi ve gelecek nesillere bu bilgilerin aktarılması amacıyla bu bitkilerle yapılan yöresel tariflere yer verilmiştir. *Pistacia terebinthus*'tan yapılan dürüm ve *Mentha pulegium*'dan yapılan çorba literatüre kazandırılmıştır.

Anahtar kelimeler: Yenilebilir otlar, Yöresel tarif, Kahramanmaraş

Local recipes of some natural plant taxon consumed as food in Onikişubat (Kahramanmaraş) region

Abstract: In this study was made to determine the local recipes of some natural plant taxa that grow naturally in the Onikişubat region (Kahramanmaraş) and are consumed as food. A questionnaire with 10 questions was used as a data collection tool in the study. The survey application was made with 101 people living in rural areas. As a result of the survey, 9 plant taxa were determined. The determined plants were collected in the 2019 vegetation period. As a result of the study, the plants used in cooking; ısgın (*Pistacia terebinthus* L. subsp. *palaestina* (Boiss.) Engler), tırsık (*Arum maculatum* L.), yarpuz (*Mentha pulegium* L.), ebeğümeci (*Malva sylvestris* L.), gelinalı (*Papaver rhoeas* L.), semizotu (*Portulaca oleracea* L.), su teresi, ıspatan (*Nasturtium officinale* R.Br.), ısırgan (*Urtica dioica* L.), çiriş (*Asphodelus aestivus* Brot.). These natural plants, in addition to healthy and natural nutrition, provide economic gain by the local people. In order to consume the naturally grown plants in the Onikişubat region as food and to transfer this information to future generations, local recipes made with these plants are included. The wrap made from *Pistacia terebinthus* and the soup made from *Mentha pulegium* have been brought to the literature.

Keywords: Wild edible plants, Local recipe, Kahramanmaraş

1. Giriş

Ot kelimesi insanlar tarafından yetiştirilmesinden ziyade doğal ortamda kendiliğinden yetişen bitkiler olarak tanımlanmakta olup, yabani veya yabancı otlar diye de adlandırılmaktadır (Karaca vd., 2015). Yenilebilir ot ise; belirli bir büyümeye gelmiş ve uygun şekillerde birkaç parçası yenmek için toplanan ve mutfaklarda kullanılan çoğunluğu yabani bitki olan türlerdir. Bunun yanı sıra bu bitkiler kırsal bölgelerde kendiliğince yetişen veya tarımı yapılan bitkilerdir (Kallas, 1996).

Yöre insanları tarafından belirli mevsimlerde toplanan bu otlar, o yörenin insanlarına hem besin maddesi olarak, hem de yöre pazarlarında satılarak kazanç sağlamaktadır. Yapılan bazı çalışmalara göre bu otların sağlıklı beslenme de önemli bir değere sahip olduğu ve hastalıkları geciktirmede önemli bir potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir (Knight, 2000). Yenilebilir otlardan

sarmalar, sebzeli yemekler, çorbalar, börekler, tatlılar yapılmaktadır. Ayrıca bu otlar, taze ve kurutulmuş baharat ve çay olarak da kullanılmaktadır.

Doğu Akdeniz'de bulunan Kahramanmaraş, Başkonuş ve Yavşan yaylaları, Kapıçam Tabiat Parkı, Körçoban Tabiatı Koruma Alanı, mağaraları, barajları, akarsuları, gölleri, dağları, Germanicia Mozaikleri, Eshab-ı Kehf Külliyesi, kaleleri, tarihi camileri ve çarşıları, geleneksel el sanatları, yöresel mutfağı ve coğrafi işaret olarak da tescil edilmiş olan tarhanası, pul biberi, dondurması gibi değerleri ile önemli paya sahiptir. Akdeniz iklim kuşağında olmakla birlikte Orta ve Doğu Anadolu iklim kuşakları ile birlikte sınır teşkil etmektedir (KTB, 2020).

Türk mutfağının en sevilen geleneksel yemeklerine ev sahipliği yapan Kahramanmaraş'ın yöresel yemeklerinden olan Acem Pilavı havuç, et, fındık, bol baharat, kuş üzümü ve ek olarak çeşitli sebzeler katılarak yapılan doyurucu bir pilavdır. Tırsık çorbası, pancar çeşitlerinden olan tırsık

✉ ^a Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Isparta

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 05.02.2021, **Accepted** (Kabul tarihi): 09.03.2021



Citation (Atıf): Tıgı Kaytanlıoğlu, E.H., Fakir, H., Aydemir, A.N., 2021. Onikişubat (Kahramanmaraş) yöresinde gıda olarak tüketilen bazı doğal bitki taksonlarına ait yöresel tarifler. Turkish Journal of Forestry, 22(1): 83-90. DOI: [10.18182/tjf.875214](https://doi.org/10.18182/tjf.875214)

toplanıp temizlenir ve ayrılan ile servis edilerek tüketime hazırlanır. Boranı çorbası, yabancı otlar, bulgur ve mercimek ile haşlanır. Haşlanan bu karışıma yoğurt eklenerek soğuk bir çorba elde edilir (YG, 2020).

Çalışmada Onikişubat yöresinde (Kahramanmaraş) yaşayan halkın kullandığı doğal (yabani) bitkilerin bilimsel, yöresel adları ve yöre halkının yemek yapımında kullandığı doğal bitkilerin kullanım şekillerini kayıt altına almak amaçlanmıştır. Bu yöresel tariflerin bölge turizm çekiciliği açısından ve Akdeniz bölgesi ve Türk mutfağına değer katabileceği düşünülmekte olup bu alanda yapılan çalışmalara da katkı sağlayabilecektir.

2. Materyal ve yöntem

Çalışma materyalleri, Onikişubat (Kahramanmaraş) yöresinden "37.582281" enlem, "36.926121" boylam arasındaki temin edilmiştir (Şekil 1). Materyaller 2020 yılı vejetasyon dönemi içerisinde yapılan arazi çalışmaları ile toplanmıştır (Şekil 2).

Bitki örnekleri budama makası ve bıçak yardımı ile kesilmiş ve kâğıt ambalajlara koyulmuştur. Bitkilerin bir kısmı yemek yapımı için ayrılmış bir kısmı da mevki, yükselti, toplanma zamanı, toplayan kişinin bilgileri kayıt edilerek, herbaryum örneği haline getirilmiştir. Herbaryum örneği haline getirilen bitkiler Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi Herbaryumu'nda muhafaza altına alınmıştır. Bitkileri teşhis etmek için Davis (1985) kaynaktan yararlanılmıştır.

Onikişubat (Kahramanmaraş) Yöresinde doğal bitkilerin tüketimi bir kültür haline gelmiş ve yöresel tarifler günümüze kadar gelmiştir. Bu amaçla yörede kullanılan bitkiler, temin biçimleri, kullanılan kısımları ve yemek yapımında kullanımı ile ilgili bilgi kaynakları ve tarifler hakkındaki bilgileri belirlemek için anket çalışmaları yürütülmüştür. Örnek büyüklüklerinin belirlenmesinde sınırlı toplumlarda kullanılan ve aşağıda açıklanan eşitlikten (1) faydalanılmıştır (Baş, 2010);

$$n = \frac{Nt^2pq}{d^2(N-1)+t^2pq} \quad (1)$$

Burada;

n : Örnek büyüklüğünü,

t : Belirli bir anlamlılık düzeyinde t tablosuna göre bulunan teorik değer (%95 güven düzeyi için 1,96),

N : Ana kütle büyüklüğünü,

p : Ölçmek istenilen büyüklüğün ana kütlede bulunma olasılığını (0,5),

q : Ölçmek istenilen büyüklüğün ana kütlede bulunmama olasılığını (0,5),

d : Kabul edilen örnekleme hatasını (Bu çalışmada %10 olarak alınmıştır) göstermektedir.

(1) nolu eşitliğe göre hesaplanan örnek büyüklüğü asgari 96 kişi olarak belirlenmiş olup, 101 kişi ile yüzüze anket yapılmıştır. Anket çalışmaları kapsamında yöresel yemeklerin yapımını sürdüren ve kırsal kesimde yaşayan orta yaşlı, yaşlı ve ev hanımı kadınlar ağırlıklı olarak seçilmiştir. Anket verilerinin değerlendirilmesi için yüzde oranlar kullanılmıştır. Tariflere ilişkin elde edilen bilgiler ise derlenerek sunulmuştur.

3. Bulgular

3.1. Katılımcıların sosyo-demografik özellikleri

Onikişubat (Kahramanmaraş) yöresinde yapılan anket çalışmalarına katılan tüketicilerin %29,7'ünü erkekler, %70,3'ünü kadınlar oluşturmaktadır. Ankete katılan katılımcılar arasında 18-25 yaş grubu (%15,8), 26-45 yaş grubu (%38,6), 46-65 yaş grubu (%40,6), 66 ve üzeri yaş grubu (%5,0) ağırlıktadır. 46-65 yaş grubu ile birlikte değerlendirildiğinde (%40,6), ankete katılanların büyük bir bölümünün orta yaş grubunda olduğu görülmektedir. Katılımcılar arasında evli grup daha ağır basmaktadır. Katılımcıların büyük bölümü lise mezunu kişilerden oluşmaktadır. Katılımcıların büyük bir bölümü düşük (0-1000 TL: %45,5) gelir düzeyindedir (Çizelge 1).

3.2. Yörede yemek yapımında kullanılan bitkiler, temin biçimleri ve kullanılan kısımları

Yapılan çalışma sonucunda 9 bitki taksonuna ait familya adı, bilimsel adı, yöresel adı, gıda olarak tüketilen kısımları Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Katılımcıların %86,4'ünün yemek yapımı için bitkileri köy pazarından temin ettiği, %96,6'sının sürgün kısımlarını çoğunlukla kullandığı, %98,3'ünün yöresel bitkilerden yemek yapımı ile ilgili bilgileri aile büyüklerinden öğrendiği belirlenmiştir. Yöresel yemeklerin çoğunlukla ayda en az bir kez yapıldığı görülmektedir. (Çizelge 3).

Çizelge 1. Katılımcıların sosyo-demografik özellikleri

Cinsiyet	%
Kadın	70,3
Erkek	29,7
Medeni durum	%
Bekar	23,8
Evli	76,2
Yaş	%
18-25	15,8
26-45	38,6
46-65	40,6
66 ve üzeri	5,0
Eğitim	%
Okur yazar olmayan	3,0
İlkokul	13,9
Ortaokul	15,8
Lise	41,6
Üniversite	25,7
Aylık Gelir (TL)	%
0-1000	45,5
1001-3000	6,9
3000-5000	18,8
5001 ve üzeri	28,8

Çizelge 2. Onikişubat (Kahramanmaraş) yöresinde bazı gıda olarak tüketilen doğal bitki taksonlarına ait bilgiler

Familya adı	Latince tür adı	Yöresel adı	Gıda olarak tüketilen kısmı	Mevki	Yükselti	Toplanma zamanı
Anacardiaceae	<i>Pistacia terebinthus</i> L.subsp. <i>palaestina</i> (Boiss.) Engler	Işgın	Taze yaprak ve sürgün	Şerefoğlu köyü	576 m	Nisan
Araceae	<i>Arum maculatum</i> L.	Tırşik	Yaprak ve sap kısımları	Ahır dağı	1243 m	Nisan
Lamiaceae	<i>Mentha pulegium</i> L.	Yarpuz	Yaprak	Çakallı köyü		Nisan
Malvaceae	<i>Malva sylvestris</i> L.	Ebegümeçi	Yaprak	Şerefoğlu köyü	624 m	Nisan
Papaveraceae	<i>Papaver rhoeas</i> L.	Gelinalı	Taze yaprak	Şerefoğlu köyü	546 m	Nisan
Portulacaceae	<i>Portulaca olerace</i> L.	Semizotu	Yaprak	Ahır dağı	1145 m	Mayıs
Urticaceae	<i>Nasturtium officinale</i> R.Br.	Ispatan	Yaprak	Çakallı köyü	486 m	Nisan
Urticaceae	<i>Urtica dioica</i> L.	Isırgan	Yaprak	Şerefoğlu köyü	675 m	Mayıs
Xanthorrhoeaceae	<i>Asphodelus aestivus</i> Brot.	Çiriş	Yaprak ve sap kısımları	Şerefoğlu köyü	736 m	Mayıs

3.3. Yöresel tarifler

3.3.1. Işgın Böreği (*Pistacia terebinthus* L.subsp. *palaestina*)

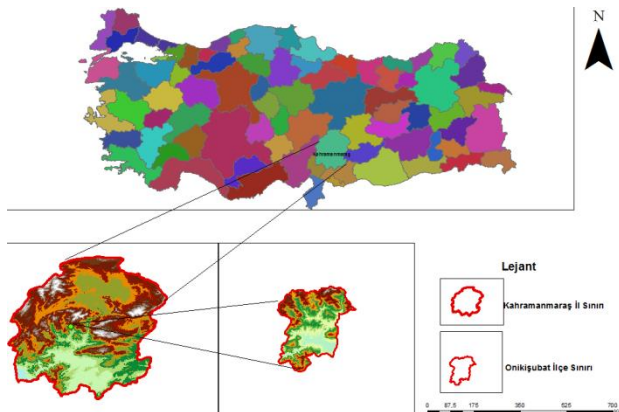
Işgın yaprakları araziden toplanır. Yemek hazırlığı için yaprakları saplarından ayrılır. Ayrılan yapraklar sirkeli suda yıkanarak temizlenir. Yapraklar kaynamış suyun içine atılarak 10 dakika kaynatılır. Soğumaya başlayan yapraklar süzülerek ince ince bıçak yardımı ile doğranır. Yemek için ilk önce az miktarda yağ ile ince kıyılmış soğanlar kavrulur. Kavrulmuş soğanların üzerine kaşık ucuyla salça, tuz ve karabiber eklenir. Kavrulmuş bu karışımın üzerine 2 adet (isteğe bağlı) yumurta kırılır. Kırılan yumurta ile kavrulmuş soğan karışımı pişirilir. Pişen bu karışımın içine ince ince doğranmış ışgın yaprakları ilave edilir ve karıştırılır. Tamamen harmanlanan yemek ocaktan indirilir. İster soğuk bir şekilde, isterse sıcak bir şekilde yufka ekmeğin arasına dürüm yapılarak tüketime hazırlanır (Şekil 3).



Şekil 2. Bitkilerin araziden toplanması

Çizelge 3. Yemek yapımında kullanılan doğal bitkilere ilişkin bilgiler

Yemek yapımında kullanılan bitkilerin temin biçimleri	%
Köy pazarlarından satın alıyorum	86,4
Doğadan topluyorum	6,8
Diğer	6,8
Bitkilerin kullanılan kısımları	%
Kök	3,4
Sürgün/yaprak	96,6
Yöresel bitkilerin yemek yapımında kullanımı ile ilgili bilgi kaynakları	%
Aile büyükleri	98,3
İnternet, TV vb.	1,7
Yemek yapımında sıklık	%
Yılda 1 defa	35,6
Ayda 1 defa	55,9
Haftada 1 defa	8,5



Şekil 1. Kahramanmaraş İli, Onikişubat İlçesi gösterir harita



Şekil 3. Işgın böreğinin yapılışı

3.3.2. Tırşik çorbası (*Arum maculatum* L.)

Tırşik yaprakları araziden toplanır. Yemek hazırlığı için yaprakları saplarından ayrılır. Ayrılan yapraklar sirkeli suda yıkanarak temizlenir. Temizlenen tırşikler ince ince doğranır. Dödüklü tencereye sıcak su koyulur, içine doğradığımız tırşikler, un, yoğurt ve Maraş tarhanası koyulur ve karıştırılır, daha sonra dödüklü tencerenin ağzı kapatılır ve mayalanması için bir gece üstü bezlerle örtülerek iyice üstü kapatılır. Ertesi gün üstü açılır ve kısık ateşte en az bir saat kaynatılır ve son olarak haşlanmış nohutlar içine atılarak kısık ateşte 10 dakika daha kaynatılarak altı kapatılır ve tuzu atılarak servise hazırlanır (Şekil 4).

3.3.3. Yarpuzlu ayran çorbası (*Mentha pulegium* L.)

Yarpuz yaprakları araziden toplanır. Yemek hazırlığı için yaprakları saplarından ayrılır. Ayrılan yapraklar sirkeli suda yıkanarak temizlenir. Temizlenen yarpuz yaprakları ince ince doğranır. Bir gün önceden buğdaylar suda ıslatılır ve şişmesi beklenir. Şişen buğdayların üstü kapanacak şekilde sıcak su koyularak pişmesi sağlanır. Yumuşayan buğdayların içine tuz ve yarpuz ekleyerek bir güzel karıştırılır. Yarpuzun rengi değişip yumuşama olduğunda ocaktan indirilir ve soğumaya bırakılır. Soğuyan karışımın içine isteğe bağlı olarak sarımsaklı veya sarımsaksız süzme yoğurt eklenir. Eklenen yemek bir güzel harmanlanır ve sunuma hazırlanır (Şekil 5).

3.3.4. Ebegümece Lepesi (*Malva sylvestris* L.)

Ebegümece yaprakları araziden toplanır. Yemek hazırlığı için yaprakları saplarından ayrılır. Ayrılan yapraklar sirkeli suda yıkanarak temizlenir. Yapraklar küçük parçalar halinde doğranır. Yemek için ilk önce az miktarda yağ ile ince kıyılmış soğanlar kavrulur. Kavrulmuş soğanların üzerine kaşık ucuyla salça, tuz ve karabiber eklenir. Karıştırdıktan sonra ılık su eklenip kaynaması beklenir. Kaynayan suyun içine göz kararı (isteğe bağlı) bulgur eklenir ve karıştırılır. Bulgur pişmeye yakın doğranmış ebegümeçleri üzerine ilave edilir. Ebegümeçleri ile bulgur karıştırılıp, kısık ateşte 10 dakika kaynatılır ve daha sonra ocaktan alınarak sunuma hazırlanır (Şekil 6).

3.3.5. Gelinali böreği (*Papaver rhoeas* L.)

Gelinali yaprakları araziden toplanır. Yemek hazırlığı için yaprakları saplarından ayrılır. Ayrılan yapraklar sirkeli suda yıkanarak temizlenir. Temizlenen Gelinali yaprakları ince ince doğranır. Doğranan Gelinali yaprakları tavada kuru soğan ve az yağ ile sotelenip, soğuduktan sonra isteğe bağlı olarak peynir ile birlikte bir karışım elde edilir. Hamuru için un, tuz ve su karışımı yumuşak bir hamur hazırlanır, hazırlanan hamur bir saat dinlendikten sonra küçük küçük bezelere bölünür. Bezeler yuvarlak bir şekilde hazırlanır ve içine yapmış olduğumuz malzemeler koyulur. Ay şeklinde bir ucundan malzemeli olan yerin üstüne kapatılır. Hazırlanan börekler tavada arkalı önlü pişirilip tereyağı ile yağlanır ve servise hazırlanır (Şekil 7).



Şekil 4. Tırşik çorbasının yapılışı



Şekil 5. Yarpuzlu ayran çorbasının yapılışı

3.3.6. Semizotu ekşili çorba (*Portulaca olerace L.*)

Semizotu yaprakları araziden toplanır. Yemek hazırlığı için yaprakları saplarından ayrılır. Ayrılan yapraklar sirkeli suda yıkanarak temizlenir. Temizlenen semizotu ince ince doğranır. Bir su bardağı kırmızı mercimek ile bir su bardağı buğday düdüklü tencereye koyulup bir miktar su ilave edilerek pişmesi için ocağa koyulur. Pişen karışımın içine doğranmış olan semizotları ile birlikte yöresel sumak ekşisi de koyularak karıştırılır. İki-üç diş sarımsak havanda ezilir, az miktarda yağ ile kavrulur ve içine karabiber, kırmızıbiber ve tuz atıldıktan sonra bir güzelce kavrulur ve bu karışım tencerenin üzerine ilave edilir. Hepsini karıştırıldıktan sonra servise hazırlanır (Şekil 8).

3.3.7. Yumurtalı ıspatan salatası (*Nasturtium officinale R.Br.*)

Ispatan yaprakları araziden toplanır. Yemek hazırlığı için yaprakları saplarından ayrılır. Ayrılan yapraklar sirkeli suda yıkanarak temizlenir. Temizlenen ıspatan yaprakları, yeşil soğan, biber ve yumurta ince ince kıyılır. Kıyılan malzemeler zeytinyağı, tuz, limon, kırmızı toz biber karıştırılarak servise hazırlanır (Şekil 9).



Şekil 7. Gelinali böreğinin yapılışı



Şekil 6. Ebegümece lepesinin yapılışı



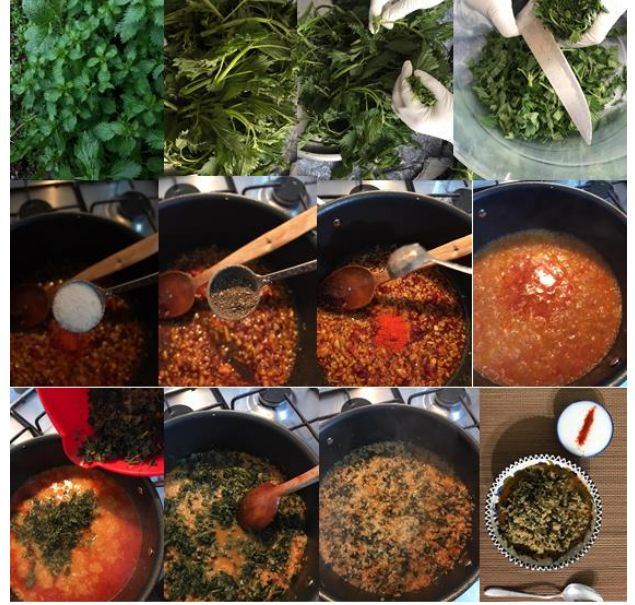
Şekil 8. Semizotu ekşili çorba yapılışı

3.3.8. Isırgan lepesi (*Urtica dioica* L.)

Isırgan yaprakları araziden toplanır. Yemek hazırlığı için yaprakları saplarından ayrılır. Ayrılan yapraklar sirkeli suda yıkanarak temizlenir. Temizlenen ısırganlar ince ince doğranır. Bir tane soğan ince ince doğranıp az miktarda yağ ile kavrulur ve içine karabiber, kırmızıbiber ve tuz atıldıktan sonra doğranan ısırganlar içine atılır. Bütün malzemeler karıştırılarak kavrulur. Hazırlanan karışımın içine su ilave edilir ve kaynamaya bırakılır. Kaynayan sulu karışımın içine bulgur ve doğranmış ısırgan otları ilave edilerek pişmeye bırakılır. Suyu çeken yemeğin altı kapatılarak dinlenmeye alınır ve servis edilir (Şekil 10).

3.3.9. Çiriş böreği (*Asphodelus aestivus* Brot.)

Çiriş yaprakları araziden toplanır. Yemek hazırlığı için yaprakları saplarından ayrılır. Ayrılan yapraklar sirkeli suda yıkanarak temizlenir. Temizlenen çiriş yaprakları ince ince doğranır. Doğranan çirişler sıcak suyun içine atılır ve yumuşayınca süzülür. Bir tane soğan ince ince doğranıp az miktarda yağ ile kavrulur ve içine karabiber, kırmızıbiber ve tuz atıldıktan sonra yumuşayan çirişler içine atılır. Bütün malzemeler bir güzelce karıştırılarak kavrulur. Soğuması için ocaktan alınır. Hamuru için un, tuz ve su eklenerek yumuşak bir hamur hazırlanır, hazırlanan hamur 1 saat dinlendikten sonra küçük küçük bezelere bölünür. Bezeler isteğe bağlı olacak şekilde yuvarlak bir şekilde hazırlanır ve içine yapmış olduğumuz malzemeler koyulur. Ay şeklinde bir ucundan malzemeli olan yerin üstüne kapatılır. Hazırlanan börekler kızgın yağda bir güzelce arkalı önlü kızartılır. İsteğe bağlı olarak ister sıcak isterse soğuk olarak servis edilir (Şekil 11).



Şekil 10. Isırgan lepesi çorbasının yapılışı



Şekil 11. Çiriş böreğinin yapılışı



Şekil 9. Yumurtalı Ispatan salatası yapılışı

4. Tartışma ve sonuç

Yapılan bu araştırma ile Onikişubat (Kahramanmaraş) yöresinde gıda olarak tüketilen doğal bazı bitki taksonlarına ait yöresel tarifler hakkında bir veri tabanı oluşturulmuştur. Anket çalışmaları sonucunda elde edilen bilgiler ışığında yemek yapımında kullanılan doğal bitkilerin temin biçimleri, kullanılan kısımları ve kullanıma ilişkin bilgi kaynakları literatürde yapılan çalışmalarla (Korkmaz ve Dündar, 2019; Korkmaz vd., 2011; Fakir vd., 2009; Korkmaz ve Fakir, 2009) benzerlik göstermektedir.

Yapılan arazi çalışmaları sonucu yörede, yemek yapımında en fazla kullanılan bitkiler; ışgın (*P. terebinthus* subsp. *palaestina*), trşik (*A. maculatum*), yarpuz (*M. pulegium*), ebegümece (*M. sylvestris*), gelinalı (*P. rhoeas*), semizotu (*P. oleracea*), su teresi, ıspatan (*N. officinale*), ısırgan (*U. dioica*), çiriş (*A. aestivus*)'dir.

Samavati ve Manoochehrizade (2013)'nin çalışmalarında *Malva sylvestris*'in taze yaprakları çiğ olarak ve yaprak ile sürgünlerini çorbalarda kullanıldığını belirtmiştir. Sargın (2019)'nin çalışmasında yapraklar kurutulup çay olarak tüketildiği, taze yaprakların haşlanıp soğan ve biberle kavruarak yendiği, üzerine yumurta kırılarak tüketildiği belirtilmiştir. Hakverdi ve Yiğit (2017)'in yapmış olduğu çalışmalarında ebegümece yapraklarının kurutulup çay olarak tüketildiğini bildirmişlerdir. İnaltong (2015)'un çalışmasında ise ebegümece büyük yapraklarından sarma yapımında ve börek için iç malzeme yapımında, taze yaprakları ise haşlanarak yoğurtlu mezeli ve pirinçli yemeğinin yapıldığını bildirmiştir. Çalışmamız yukarıda bahsedilen çalışmalarla bazı benzerlikler göstermiş olsa da, küçük farklıklar bulunmaktadır.

Tunçgenç ve Tunçgenç (2008), yapmış olduğu çalışmalarında *Papaver rhoeas*'in taç yaprakları suda kaynatıldıktan sonra içerisine limon ve şeker katılarak yoğunlaştırıp şerbet olarak tüketildiği bildirmişlerdir. Tuzlacı (2011)'nin yapmış olduğu çalışmasında, yaprakları börek, salata, köfte yapımında ve yaprakları kavruarak tüketildiğini bildirmiştir ve bu çalışma ile çalışmamızın benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

Asphodelus aestivus 'nun yapraklarının gulik çorbası yapımında kullanıldığı ve yine aynı çorbaya süt ilave edilerek te tüketildiği belirtilmiştir (TV, 2020; Terzioğlu, 2020). Aynı zamanda bitki yapraklarının kavruarak tüketildiği de bildirilmiştir (YG, 2020). Alpaslan ve Önal (2016)'ın yapmış olduğu çalışmalarında, çiriş bitkisinden hem bulgur pilavı hem de çiriş ketesi yapımının olduğu ve yaptığımız çalışma ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Sargın (2019)'nin yapmış olduğu çalışmada, *P. terebinthus* subsp. *terebinthus* yapraklarının kurutulup çay olarak ve tohumlarının yaş olarak veya kavruarak çerez gibi tüketildiği belirtilmiştir. Tugay vd. (2012)'nin yapmış olduğu çalışmalarında, genç dönemlerde sürgünlerinin yenildiği, tohumlarının çerez olarak tüketildiği ve tohumlarının öğütülerek kahvelerin içine koyulduğunu belirtmişlerdir. Akyol (2020) ve Hakverdi (2020)'nin yenilebilir yabani otlardan olan bu ürünlerin yerel halk için önemli doğal kaynak olduğu ve bu kaynaklardan maksimum fayda sağlayarak ekonomik anlamda bölge halkının kalkınacağını bildirmişlerdir. Çalışmamız, ışgın (menengiç) yapraklarının kavruarak tüketilmesi ile farklılık göstermektedir.

Aksoy vd. (2016)'un yapmış olduğu çalışmada, *M. pulegium* taze yapraklarının ayrıran çorbasında baharat olarak kullanıldığını bildirmişlerdir. Güneydoğu Anadolu'da yarpuzun, ekşimsi bir tadı olduğu ve taze yapraklarının salata, köfte ve piyaz yapımında kullanıldığı belirtilmiştir (Gürsoy ve Gürsoy, 2020). Yarpuz çorba yapımı diğer çalışmalardan farklı olarak bol miktarda yarpuz yeşil iken doğranır ve bulgur ile soğuk bir çorba hazırlanır.

Karaevli ve Sarıkaya (2019)'nin yapmış olduğu çalışmalarında, toplanan nünük (*Arum* spp.) bitkisinin mısır unu ile kavruarak tüketildiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda ise yöresel tarhana ile yapılan çorba farklılık göstermektedir.

Ceylan ve Yücel (2015)'in yapmış olduğu çalışmalarında, taze ısırgan (*U. dioica*) otunun çorba yapımında kullanıldığı belirtilmiştir. Facciola ve Cornucopia (1990)'nin yapmış olduğu çalışmalarında ise, taze ısırganotu yapraklarının çorba ve çay olarak tüketiminin yaygın olduğu bildirilmiş ve ısırgan otunun ayrıca otlu omllet, otlu tavuk köftesi, püre, otlu lahmacun, gözleme ve börek olarak tüketildiği de bildirmişlerdir. Çalışmamızda ısırganotu bulgur ile bir yemek yapılmış olup yapılan diğer çalışmalar ile farklılık göstermektedir.

Yücel vd. (2012)'nin yapmış olduğu çalışmalarında, *P. oleracea* yapraklarından sulu yemek yapımının olduğu ve aynı zamanda börekler için iç harç olarak kullanıldığını belirtmişlerdir. Altay ve Karahan (2012)'nin yapmış olduğu çalışmalarında ise taze yaprakları yoğurtla cacık yapılarak tüketildiğini söylemişlerdir. Çalışmamızda yöresel sumak ekşisi ile yapılan bir çorba elde edilmiş olup yapılan çalışmalarda farklılık göstermektedir.

İnaltong (2015)'un yapmış olduğu çalışmasında, *N. officinale* bitkisinin salatalarda, çorbalarda, börek içinde kullanıldığını bildirmiştir. Polat vd. (2012)'nin çalışmalarında ise, salatalarda ve haşlanıp yemek olarak tüketildiği bildirilmiştir. Çalışmamız da salata olarak tüketilmekte olup diğer çalışmalar ile tarif açısından benzerlikler göstermektedir.

Doğal otların tüketimi gün geçtikçe artmakta olup, yapılan yöresel yemekleri pişirme ve tüketme şekilleri farklılık göstermesi Anadolu'nun kültürel anlamda zenginliğini ortaya koymuştur. Bu doğal yetişen bitki türlerimizin sürekliliği ve korunması son derece önemlidir. Bu yüzden yapılan bu çalışmanın gastronomi turizmine, gıda ve tarım sektörlerinde de ekonomik anlamda katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Açıklama

Yazar Ebru Hatice Tıgılı Kaytanlıoğlu sürdürülebilir ormancılık tematik alanında 100/2000 YÖK doktora öğrencisidir.

Kaynaklar

- Aksoy, A., Çelik, J., Tunay, H., 2016. Gazipaşa (Antalya) ilçe pazarında satılan ve halk tarafından kullanılan bazı bitkiler ve kullanım amaçları. *Research Journal of Biology Sciences*, 9(2): 55-60.
- Akyol, A., 2020. Burdur-Göhlisar Yöresinde Odun Dışı Orman Ürünlerinin ve Çıntar Mantarının Yerel Halk Açısından Önemi. *Ziraat, Orman ve Su Ürünleri Alanında Teori ve Araştırmalar II. Gece Kitaplığı*, Ankara.
- Alpaslan, İ., Önal, Ö., 2016. Ağrı bölgesi karapapak terekemelerin yaptığı yemekler. *Uluslararası Karadeniz Havzası Halk Bilimi Araştırmaları Dergisi*, 1(6): 98-123.

- Altay, V., Karahan, F., 2012. Tayfur Sökmen Kampüsü (Antakya-Hatay) ve çevresinde bulunan bitkiler üzerine etnobotanik bir araştırma. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 3(2): 13-28.
- Baş, T., 2010. Anket. Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Ceylan, F., Yücel, E., 2015. Düzce ve çevresinde gıda olarak tüketilen yabancı bitkilerin tüketim biçimleri ve besin ögesi değerleri. Afyon Kocatepe University Journal of Science & Engineering, (15): 1-17.
- Davis, P.H., 1985. Flora of Turkey and East Aegean Islands, Vol 2. University Press, Edinburgh.
- Facciola, S., Cornucopia, A., 1990. Source Book of Edible Plants. Kampong Publications, Vista.
- Fakir, H., Korkmaz, M., Güller, B., 2009. Medicinal plant diversity of western Mediterranean region in Turkey. Journal of Applied Biological Sciences, 3(2): 30-40.
- Gürsoy, H., Gürsoy, M.E., 2020. Güneydoğu Anadolu'nun mis kokulu otu: Yarpuz. <https://www.bilgiustam.com>, Erişim: 12.01.2020.
- Hakverdi, A.E., Yiğit, N., 2017. Yozgat-Akdağmadeni yöresinde bulunan bazı tıbbi ve aromatik bitkiler. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 19(2), 82-87.
- Hakverdi, A.E., 2020. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Mühendisliği Bölümü öğrencilerinin tarımsal ormancılık kavramı ve uygulamaları hakkında bilgi düzeyleri. Turkish Journal of Forest Science, 4(1): 60-71.
- İnaltonç, T., 2015. Türkiye'nin otları. <http://www.turkishcuisine.org/>, Erişim: 12.01.2020.
- Kallas, J., 1996. Edible wild plants from neighborhood to wilderness: A catalyst for experiential education. 1996 Association for Experiential Education 24th Annual International Conference Proceedings, September 26-29, Spokane, WA, pp. 140-144.
- Karaca, O.B., Yıldırım, O., Çakıcı, C., 2015. Gastronomi turizminde otlar, ot yemekleri ve sağlıkla ilişkisi üzerine bir değerlendirme. Journal of Tourism and Gastronomy Studies, 3(3): 27-42.
- Karaevli, A., Sarıkaya, A.G., 2019. Korgan (Ordu) yöresinde doğal yayılış gösteren bitki taksonlarının etnobotanik özellikleri. Journal of Tourism and Gastronomy Studies, 7(2): 1108-1123.
- KTB, 2020. Kahramanmaraş il kültür ve turizm müdürlüğü. <https://kahramanmaras.ktb.gov.tr/>, Erişim: 12.11.2020.
- Knight, J.A., 2000. The biochemistry of aging. Advances in Clinical Chemistry, 35: 1-62.
- Korkmaz, M., Dündar, N., 2019. Tüketicilerin odun dışı orman ürünlerine yönelik satın alma tercihlerini etkileyen faktörler. Turkish Journal of Forestry, 20(3): 213-220.
- Korkmaz, M., Fakir, H., 2009. Odun dışı bitkisel orman ürünlerine ilişkin nihai tüketici özelliklerinin belirlenmesi (Isparta iline yönelik bir araştırma). SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, A(1): 10-20.
- Korkmaz, M., Fakir, H., Guller, B., 2011. Consumer preferences for medicinal and aromatic plant products: Surveys of urban consumers and sellers in western mediterranean region of Turkey. Journal of Medicinal Plants Research (ISI), 5(10): 2054-2063.
- Polat, R., Selvi, S., Çakılcıoğlu, U., Açar, M., 2012. Investigations of ethnobotanical aspect of wild plants sold in Bingöl (Turkey) local markets. Journal of Biological Diversity and Conservation, 5(3): 155-161.
- Samavati, V., Manoochehrizade, A., 2013. Polysaccharide extraction from *Malva sylvestris* and its anti-oxidant activity. International Journal of Biological Macromolecules, 60: 427-436.
- Sargın, S., 2019. Mersin'in Bozyazı ilçesinde gıda olarak tüketilen yabancı bitkiler. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 24(3): 152-169.
- Terzioğlu, S., 2020. Çiriş otu çorbası. <http://www.tuzekmek.com/ciris-otu-corbasi>, Erişim: 12.01.2020.
- Tugay, O., Bağcı, İ., Ulukuş, D., Özer, E., Canbulat, M.A., 2012. Kurucuova Beyşehir, Konya/Türkiye Kasabası'nda gıda olarak kullanılan doğal bitkiler. Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma, 5(3): 140-145.
- Tunçgenç, Ş., Tunçgenç, M., 2008. Giritli Türklerin Mutfağından Ot ve Sebze Yemekleri. Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, İstanbul.
- Tuzlacı, E., 2011. Türkiye'nin Yabancı Besin Bitkileri ve Ot Yemekleri. Melisa Matbaacılık. İstanbul.
- TV, 2020. T.C. Tunceli Valiliği. Bir tutam Tunceli. www.tunceli.gov.tr, Erişim: 12.01.2020.
- YG, 2020. Yenişafak Gazetesi. Maraş mutfağının saklı lezzetleri. <https://www.yenisafak.com/>, Erişim: 12.11.2020.
- Yücel, E., Şengün, İ.Y., Çoban, Z., 2012. Afyonkarahisar çevresinde gıda olarak tüketilen yabancı otlar ve tüketim biçimleri. Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma, 5(2): 95-105.

Quercus infectoria Oliv. (Mazı Meşesi) köklerinde oluşan mazılar (Hymenoptera: Cynipidae): İki yeni kayıt

Musa Azmaz^{a,*} 

Özet: Batı Palearktik bölge içerisinde mazı arıları çeşitliliği açısından zengin olan Türkiye coğrafyasında son yıllarda yeni türler tanımlanmış ve yeni kayıtlar verilmiştir. Bu çalışmada ise konukçu meşenin köklerinde ve/veya genç toprakaltı dallarında mazı oluşturan bazı türler (*Andricus csokai*, *A. quercusradicis*, *A. rhyzomae*, *A. schoenroggei*, *A. stonei*) tespit edilmiştir. Mazı meşesi (*Q. infectoria*) üzerinden toplanan mazılar içerisinde, *A. rhyzomae* ve *A. schoenroggei* türleri Türkiye mazı arıları (Hymenoptera: Cynipidae) faunası için yeni kayıt olarak verilmektedir. Bunun yanı sıra, *A. quercusradicis* ve *A. rhyzomae* türleri için yeni bir konukçu meşe kaydı verilirken, *A. stonei* türünün ise daha önceden Türkiye’den kaydı bilinmesine rağmen ilk kez bu çalışmayla lokasyon kaydı sağlanmaktadır. Tespit edilen beş türün araştırma bölgesindeki (Afyonkarahisar) yayılışı ilk kez yine bu çalışmayla bildirilmektedir.

Anahtar kelimeler: Cynipidae, Mazı, Meşe, Yeni kayıt, Türkiye

Cynipid Galls (Hymenoptera: Cynipidae) on Roots of *Quercus infectoria* Oliv.: Two new records from Turkey

Abstract: In recent years, new cynipid species have been described and new records were provided in Turkey where is the most species-rich region in the Western Palearctic region. In this study, some cynipid galls were collected from roots (close to the surface) or branches below the soil surface of the host oak (*Andricus csokai*, *A. quercusradicis*, *A. rhyzomae*, *A. schoenroggei*, *A. stonei*). *A. rhyzomae* and *A. schoenroggei* among these species are new records for the cynipid (Hymenoptera: Cynipidae) fauna of Turkey. In addition, a new host oak was recorded for *A. quercusradicis* and *A. rhyzomae*. Also, the first location record of *A. stonei* was provided with this study although the species previously is known from Turkey. With this study, these five species were reported for the first time for the study area (Afyonkarahisar).

Keywords: Cynipidae, Gall, Oak, New record, Turkey

1. Giriş

“Mazı (gal)”, bitkilerin iletim demetlerini korumak amacıyla yabancı bir organizmayı hapsetmek ve ona besin sağlamak için oluşturdukları anormal büyümelere veya bitkisel urlara denir (Demirsoy, 2006). Mazının oluşumu, dişi mazı arısının ovipozisyonu ile başlamaktadır. Dişi arı konukçu bitkide mazı bölgesini belirler ve yumurtasını bırakır. Zamanla olgunlaşmaya başlayan mazı içinde larvalar gelişmeye başlar. Dişi arının salgıları mazı oluşumunu başlatırken, yumurta ve larvanın salgıları ise mazının gelişimine etki ederek türe özgü yapıda ve şekilde olmasını sağlar. Sonuç olarak olgun hale gelmiş her bir mazı, türler ve nesiller (aseksüel ve seksüel nesil) arası muazzam bir farklılık göstermektedir. Mazılar morfolojik olarak farklı görüne de hepsinin ortak özelliği larva odasına sahip olmasıdır. Sahip olduğu larva odası içerisinde bulunan larva, bitkinin sağlamış olduğu besin dokusu ile beslenerek gelişir. Gelişen larvalar zamanla ergin arıya dönüşür. Ergin arılar ise mazı içindeki gelişimini tamamladığında ve uygun çevresel şartlar sağlandığında mazı dokusunu içten yiyerek mazıdan çıkar (Stone vd., 2002; Csóka vd., 2004).

Görüldüğü üzere mazı, böceklerin beslenebileceği ve korunup gelişebileceği bir mikroçevre sağlamaktadır (Price vd., 1986, 1987; Stone ve Schönrogge, 2003). Sonuç olarak bitkiler, mazı oluşturan böceklere karşı kimyasal vb. savunma atakları yapmak yerine onlara gerek duydukları besin kaynaklarını sunarak evrimsel süreçte en iyi yolu bulmuştur (Stone ve Schönrogge, 2003).

Cynipidae Latreille, 1802 familyası üyelerinin çoğunluğu (mazı yerleşimcileri hariç) konukçu bitkilerin mazı oluşturmalarına sebep oldukları için “mazı (gal) arıları” olarak bilinir. Cynipidae familyasının önceleri çeşitli Hymenoptera parazit gruplarını içerdiği düşünülmüştür. Fakat, yapılan çalışmalar sonucunda Cynipidae familyasının “mazı oluşturanlar” ve “mazı yerleşimcileri” olmak üzere iki ana trofik grubu kapsadığı ortaya konmuştur (Melika, 2006). Cynipidae familyası üyeleri, bazı morfolojik özellikleri ile birlikte biyolojisi ve konukçu bitki bilgileri kullanılarak karakterize edilmiş ve 12 tribusa ayrılmıştır. Mazı oluşturan türlerin en önemli konukçu bitkileri: meşeler (*Quercus* L.), meşelerle yakın akraba diğer Fagaceae cinsleri (*Castanea* Miller, *Castanopsis* (D. Don) Spach, *Chrysolepis* Hjelmq., *Lithocarpus* Blume ve

✉ ^a Pamukkale Üniversitesi, Acıpayam Meslek Yüksekokulu, Veterinerlik Bölümü, Laborant & Veteriner Sağlık Programı, Acıpayam, Denizli, Türkiye

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): musazmaz@pau.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 01.04.2021, **Accepted** (Kabul tarihi): 27.04.2021



Citation (Atf): Azmaz, M., 2021. *Quercus infectoria* Oliv. (Mazı Meşesi) köklerinde oluşan mazılar (Hymenoptera: Cynipidae): İki yeni kayıt. Turkish Journal of Forestry, 22(2): 91-96. DOI: [10.18182/tjf.908162](https://doi.org/10.18182/tjf.908162)

Notholithocarpus Manos, Cannon & S.H.Oh) ve güller (*Rosa* L.). Bunun yanında Asteraceae, Lamiaceae, Rosaceae ve Papaveraceae familyalarına ait bitkiler de mazı arıları için konukçu olabilmektedir. Mazı yerleşimcileri ise, mazı oluşturmayıp yumurtalarını diğer türlerin mazıları içine bırakmaktadır. Bu türlerin larva gelişimi kendisine ait olmayan mazıların içerisinde olmaktadır (Ronquist vd., 2015; Buffington vd., 2020; Fang vd., 2020).

Cynipini (Cynipidae) tribusu türleri çoğunlukla meşeler ve meşelerle akraba diğer cinsler üzerinde mazı oluşumunu uyardıkları için “meşe mazı arıları” olarak bilinir. Meşe mazı arıları, 45 cinse ait toplam 1085’i aşkın tanımlanmış türleri ile Cynipidae tribusları içerisindeki en zengin taksondur. Bu taksonun üyeleri Holoarktik, Neotropik ve Oryantal bölgelerde dağılım göstermektedir (Ronquist vd., 2015; Buffington vd., 2020). Cynipidae familyası üyeleri pek çok böcek grubunda olduğu gibi konukçu bitkilerine bağımlı olarak yaşar. Bu sebeple meşe mazı arıları, konukçu meşesinin veya meşelerinin dağılım gösterdiği coğrafyalarda yayılış göstermektedir. *Q. infectoria* (mazı meşesi) meşesi, kayngiller (Fagaceae) familyasına ait Türkiye, Suriye, İran ve Yunanistan coğrafyasında dağılım gösteren küçük bir ağaç formudur. Bu tür, üzerinde görülebilir büyüklükte *Andricus infectorius* (Hartig, 1843), *A. quercustozae* (Bosc, 1792) ve *A. sternlichti* Bellido, Pujade-Villar & Melika, 2003 türlerinin mazılarını sıklıkla bulundurmasından dolayı halk arasında “mazı meşesi” adıyla bilinmektedir. Meşe taksonları açısından zengin olan Türkiye coğrafyasında mazı arılarından (Cynipidae) pek çok yeni tür tanımlanmış (Melika ve Stone, 2001; Melika vd., 2004; Dinç vd., 2014; Mutun vd., 2014, 2020; Azmaz ve Katılmış, 2020a, 2020b) ve yeni kayıtlar (Katılmış ve Kıyak, 2008; Mutun ve Dinç, 2011, 2015; Katılmış ve Azmaz, 2015; Azmaz ve Katılmış, 2017) verilmiştir.

Yapılan çalışmalar sonunda, yeni türlerin ve yeni kayıtların sürekli ortaya konması Türkiye Cynipidae faunasının hala tam anlamıyla belirsizliğini koruduğunu göstermektedir. Bu çalışmayla geniş bir dağılıma sahip olan *Q. infectoria* türünün köklerinde veya toprakaltı dallarında mazı oluşturan türler ortaya konarak yeni kayıtlarla birlikte ülke faunasına katkı sağlamak amaçlanmıştır.

2. Materyal ve yöntem

Araştırma alanında (Türkiye, Afyonkarahisar, Sandıklı, Otluk köyü, 38°26’K, 29°57’D; 985 m) yayılış gösteren mazı meşesinin (*Q. infectoria*) köklerinden veya toprakaltı dallarından kasım (2019 yılı) ve mart (2020 yılı) aylarında mazılar toplanmıştır. Toplanan mazıların öncelikle çalışma alanında fotoğrafları çekilmiş daha sonra 1 L hacimli cam kavanozların içine konularak laboratuvara getirilmiştir. İçerisinde mazı bulunan cam kavanozların ağzı, küflenmesini önlemek için gözenekli bir bezin lastikle tutturulmasıyla kapatılmıştır. Laboratuvar koşullarında (25 °C) mazılarından çıkan ergin arılar %70’lik etanol içerisine alınmıştır. Ergin arılar önceden kesilen böcek yapıştırma kartlarına etiket bilgileri kaydedilip yapıştırılmıştır. Standart müze materyali haline getirilen örneklerin ve mazıların teşhis işlemleri ilgili kaynaklarda (Melika, 2006; Tavakoli vd., 2008) bulunan teşhis anahtarları ve türlerin tanımlamaları kullanılarak yapılmıştır. Teşhisi yapılan örnekler Pamukkale Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Entomoloji Araştırma Laboratuvarı’nda muhafaza edilmektedir. Yeni kayıtlar “*” ile işaretlenmiştir.

3. Bulgular ve tartışma

3.1. *Andricus* Hartig, 1840

Andricus cinsi, tür zenginliğinin çok fazla olmasının yanı sıra Holoarktik bölgenin tamamında yayılış gösteren önemli bir taksondur. *Andricus* türleri, konukçu bitkisi olan meşelerin (*Quercus* spp.) çeşitli bitki kısımlarında (çiçek, yaprak, kök vb.) mazı oluşturmaktadır (Shachar vd., 2018). Dünya üzerinde yaklaşık 375 türü tanımlanmışken (Buffington vd., 2020) bu türlerden 99 tanesi ülkemizin de içinde konumlandığı Batı Palearktik bölgede yayılış göstermektedir (Pénzes vd., 2018).

3.1.1. *Andricus csokai* Melika & Tavakoli, 2008

İncelenen materyal: Türkiye, Afyonkarahisar, Sandıklı, Otluk köyü, 38°26’K, 29°57’D; 985 m; konukçu bitki *Q. infectoria*; mazı toplama tarihi 14.III.2020; laboratuvar koşullarında ergin arı çıkışı 15.III.2020; 7♀♀.

Biyoloji: Sadece aseksüel nesil bilinmektedir. Aseksüel nesil mazıları, yaz mevsimi başında konukçu meşede görülmeye başlar. Mazı, yer yüzeyine yakın köklerde ve toprakaltı genç dallarda oluşmaktadır. Ergin arılar ise kasım ayının başında mazılarından çıkar (Tavakoli vd., 2008). Bu çalışmada ise mazılar, mart ayında toplanıp laboratuvara getirilmiştir (Şekil 1). Hemen ardından ergin arılar laboratuvar şartlarında mazılarından çıkmıştır.

Konukçu meşeler: *Q. infectoria* (Tavakoli vd., 2008).

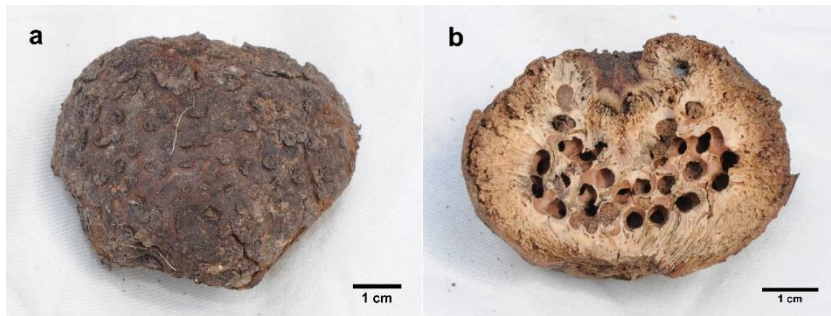
Yayılış: İran (Tavakoli vd., 2008) ve Türkiye (Mutun ve Dinç, 2015).

Not: *A. csokai* aseksüel nesil mazısı, *A. quercusradicis* aseksüel nesil mazısına morfolojik olarak benzemektedir. Fakat, *A. csokai* aseksüel mazıları daha küçük boyutlarda (2,5-5,0 cm) olmaktadır.

3.1.2. *Andricus quercusradicis* (Fabricius, 1798)

İncelenen materyal: Türkiye, Afyonkarahisar, Sandıklı, Otluk köyü, 38°26’K, 29°57’D; 985 m; konukçu bitki *Q. infectoria*; mazı toplama tarihi 14.III.2020; laboratuvar koşullarında ergin arı çıkışı 25.III.2020; 1♀.

Biyoloji: Hem aseksüel hem de seksüel nesilleri bilinmektedir (Melika, 2006). Seksüel neslin mazıları; konukçu meşenin sürgünlerinde, yaprak saplarında veya yaprak orta damarında oluşmaktadır. Seksüel arılar, ağustos-eylül ayları arasında mazılarından çıkar. Bununla birlikte, bazı seksüel arıların bir sonraki yılda mazılarından çıktığı bilinmektedir. Aseksüel neslin mazıları ise yer yüzeyine yakın köklerde veya gövdesi yosunla kaplı ağaçların yer seviyesindeki dallarında oluşmaktadır. Aseksüel arılar, kışı mazı içerisinde geçirdikten sonra mazılarından çıkar ve şubat sonunda konukçu meşenin genç sürgünlerine yumurtalarını bırakır (Melika, 2006). Bu çalışmada ise aseksüel nesil mazıları, mart ayında toplanıp laboratuvara getirilmiştir (Şekil 2). Hemen ardından ergin arılar laboratuvar şartlarında mazılarından çıkmıştır.

Şekil 1. *Andricus csokai* aseksüel neslinin mazısıŞekil 2. a) *Andricus quercusradicis* aseksüel neslinin mazısı; b) Disekte aseksüel mazi

Konukçu meşeler: Aseksüel nesil: *Q. frainetto* (Azmaç ve Katılmış, 2017), *Q. petraea*, *Q. pubescens*, *Q. robur*, *Q. pyrenaica*, *Q. faginea*, *Q. lusitanica*, *Q. canariensis*, *Q. macranthera*, *Q. ithaburensis*, *Q. coccifera*, *Q. suber* (Melika, 2006). Seksüel nesil: Avrupa'da yayılış gösteren meşelerin çoğu üzerinde mazi oluşturur (sıklıkla *Q. cerris*) (Melika, 2006).

Yayıliş: Avrupa kıtası, Rusya (Leningrad bölgesi), Kuzey Afrika, İran, İsrail, Ukrayna, Transkarpatya bölgesi (Melika, 2006) ve Türkiye (Azmaç ve Katılmış, 2017).

Not: Bu çalışmayla ilk kez *Q. infectoria* üzerinde tespit edilmiştir. Aynı zamanda, *A. quercusradicis* aseksüel nesil mazısı ve *A. stonei* aseksüel nesil mazısı üst üste gelecek şekilde aynı kök/dal üzerinde birlikte bulunmuştur.

3.1.3. *Andricus rhyzomae* (Hartig, 1843) *

İncelenen materyal: Türkiye, Afyonkarahisar, Sandıklı, Otluk köyü, 38°26'K, 29°57'D; 985 m; konukçu bitki *Q. infectoria*; mazi toplama tarihi 14.III.2020; laboratuvar koşullarında ergin arı çıkışı 18.V.2020; 4♀♀.

Biyoloji: Sadece aseksüel nesli bilinmektedir. Aseksüel nesil mazıları, ertesi yılın sonbaharında olgunlaşır. Ergin arılar ise üçüncü yılın mart-nisan aylarında mazının

tepesinden çıkar (Melika, 2006). Bu çalışmada ise mazılar, mart ayında toplanıp laboratuvara getirilmiştir (Şekil 3). Ergin arılar laboratuvar şartlarında Mayıs ayında mazılarından çıkmıştır.

Konukçu meşeler: *Q. petraea*, *Q. robur* (Melika, 2006).

Yayıliş: Avrupa kıtası, Rusya (Leningrad bölgesi), Ukrayna, Transkarpatya bölgesi (Melika, 2006) ve Türkiye.

Not: Türün, Türkiye'deki yayılışı ve yeni bir konukçu meşe (*Q. infectoria*) kaydı ilk kez bu çalışmayla verilmektedir.

3.1.4. *Andricus schoenroggei* Melika & Stone, 2008 *

İncelenen materyal: Türkiye, Afyonkarahisar, Sandıklı, Otluk köyü, 38°26'K, 29°57'D; 985 m; konukçu bitki *Q. infectoria*; mazi toplama tarihi 14.III.2020.

Biyoloji: Sadece aseksüel nesli bilinmektedir. Aseksüel nesil mazıları, yaz mevsiminin ilk yarısında gelişmeye başlar. Gelişimini hızlıca tamamlayarak Kasım ayı sonunda olgunlaşır. Mazi, yer yüzeyine yakın köklerde ve toprağa gömülü dallar üzerinde oluşmaktadır. Ergin arılar Kasım-ocak ayları arasında mazılardan çıkar (Tavakoli vd., 2008). Bu çalışmada, mazılar mart ayında toplanmıştır (Şekil 4).

Konukçu meşeler: *Q. infectoria* (Tavakoli vd., 2008).

Yayıllı: İran (Tavakoli vd., 2008) ve Türkiye.

Not: Türün, Türkiye'deki yayılışı ilk kez bu çalışmayla verilmektedir.

3.1.5. *Andricus stonei* Melika, Tavakoli & Sadeghi, 2006

İncelenen materyal: Türkiye, Afyonkarahisar, Sandıklı, Otluk köyü, 38°26'K, 29°57'D; 985 m; konukçu bitki *Q. infectoria*; mazi toplama tarihi 29.XI.2019, 14.III.2020; laboratuvar koşullarında ergin arı çıkışı 10.III.2020; 3♀♀.

Biyoloji: Sadece aseksüel nesli bilinmektedir. Aseksüel nesil mazıları (Şekil 5), yer yüzeyine yakın genç dallarda veya köklerde oluşmaktadır. Mazi, temmuz ayı sonlarında gelişmeye başlar ve ağustos sonu-eylül arasında olgunlaşır. Ergin arılar laboratuvar koşullarında ekim ayının başından

ertesini yılın mart ayına kadar çıkmaya devam etmiştir (Azizkhani vd., 2006). Bu çalışmada ise sadece kasım ayında toplanan mazılardan ergin arılar çıkmıştır. Bu arıların çıkışı ertesini yılın mart ayında ve laboratuvar şartlarında gerçekleşmiştir.

Konukçu meşeler: *Q. infectoria* (Azizkhani vd., 2006).

Yayıllı: İran (Azizkhani vd., 2006) ve Türkiye (Mutun vd., 2014).

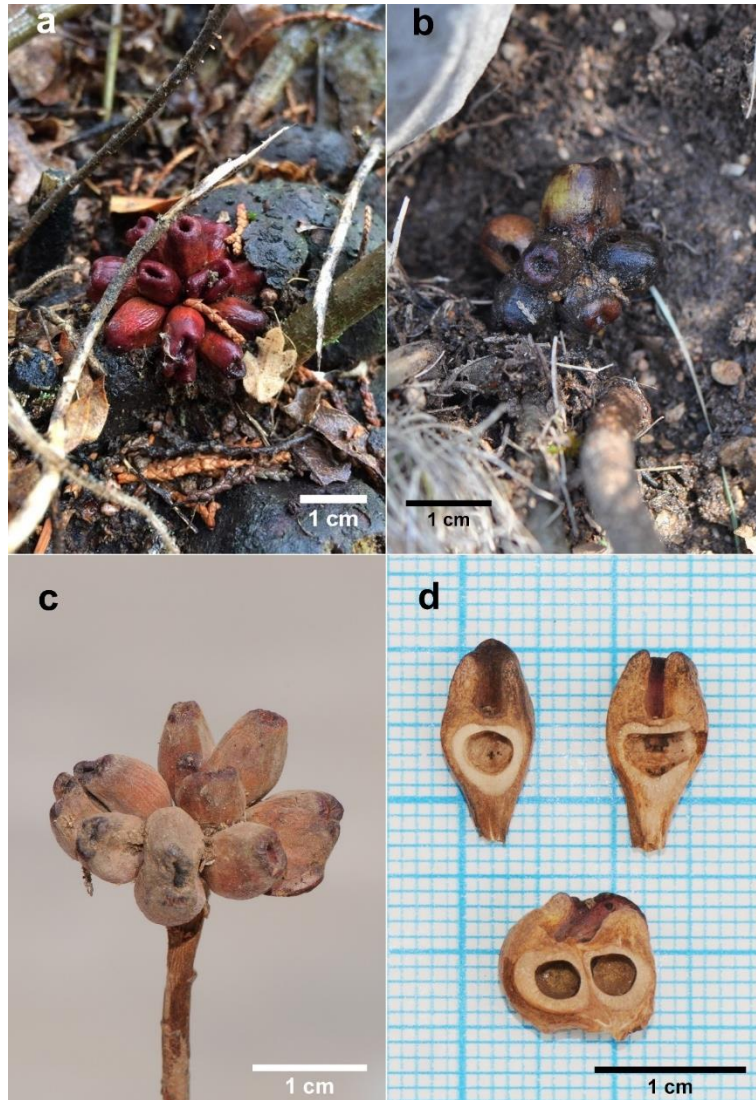
Not: Türün, Türkiye yayılışı bilinmesine rağmen (Mutun vd., 2014; Azmaz ve Katılmış, 2017) ilk kez bu çalışmayla lokasyon bilgileri verilmiştir. Aynı zamanda, *A. stonei* aseksüel nesil mazısı ve *A. quercusradicis* aseksüel nesil mazısı üst üste gelecek şekilde aynı kök/dal üzerinde birlikte bulunmuştur.



Şekil 3. *Andricus rhyzomae* aseksüel neslinin mazısı



Şekil 4. *Andricus schoenrogei* aseksüel neslinin mazısı



Şekil 5. a-c) *Andricus stonei* aseksüel neslinin mazısı; d) Disekte aseksüel mazi

4. Sonuç

Doğanın ve doğadaki biyoçeşitliliğin korunması dünyanın her yerinde olduğu gibi Türkiye coğrafyasında da her geçen gün önem kazanmaktadır. Türkiye; toprak özellikleri, iklim, bitki örtüsü, farklı jeomorfolojik bölgelere sahip olması, Asya ve Avrupa kıtalarının kesişme noktasında bulunması, üç tarafının denizlerle çevrili olması, üç fitocoğrafik bölgeyi (Avrupa-Sibirya, İran-Turan ve Akdeniz) ve iki Vavilov gen merkezini (Akdeniz ve Yakın Doğu) içermesi gibi sayılabileceğimiz pek çok sebeplerden dolayı tarihsel süreçte farklı ekosistemlere sahip olmasıyla Batı Paleartik bölge içerisinde önemli bir konumda bulunmaktadır (Çıplak vd., 1993; Azmaz ve Katılmış, 2017). Bu önemi kazanmasında ekosistemlerinin hayvan ve bitki çeşitliliği açısından zengin olması rol oynamaktadır. Bu çeşitliliklerin ortaya konması hem Türkiye faunasına hem de dünyadaki biyolojik zenginliklere katkıda bulunulması açısından değerlidir.

Meşeler dahil çoğu Batı Paleartik türlerinin popülasyonları büyük oranda Doğu Avrupa, Türkiye, Kafkasya ve İran'a yayılmıştır (Hewitt, 1999). Türkiye genelinde, bazıları endemik olmak üzere toplam 24 meşe

taksonu dağılım göstermektedir (Öztürk, 2013). Konukçu bitki çeşitliliğine bağlı olarak mazi arılarının da aynı oranda zengin olacağı yaklaşımı sağlıklı olmamasına rağmen Türkiye coğrafyasında dağılım gösteren mazi arılarının çeşitliliği (Azmaz ve Katılmış, 2017) Batı Paleartik bölgede konumlanan diğer ülke coğrafyalarından daha fazladır (Tavakoli vd., 2021). Bu çalışma sonucunda yapılan katkılar ile Cynipidae familyasını temsil eden tür sayısı artmıştır. Gelecekte farklı bölgelerde yapılacak olan faunistik ve/veya taksonomik çalışmalar ile Türkiye'nin Cynipidae faunasına daha da katkı sağlanacağı düşünülmektedir.

Açıklama

Çalışmaya olan katkılarından dolayı Sinipidolog (Cynipidologist) Prof. Dr. Yusuf KATILMIŞ'a ve konukçu bitki üzerinden mazıların toplanması yönünde sağladığı yardımlardan dolayı Doç. Dr. Mehmet KARACA'ya teşekkürlerimi sunarım.

Kaynaklar

- Azizkhani, E., Rasouljan, G.R., Kharazi-Pardel, A., Tavakoli, M., Sadeghi, S.E., Melika, G., Stone, G.N., Atkinson, R., 2006. New species of oak gall wasps from Zagross Mountains of Iran (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipini). *Folia Entomologica Hungarica*, 67: 161-197.
- Azmaz, M., Katılmış, Y., 2020a. A new species of herb gall wasp (Cynipidae, Aulacideini, *Aulacidea*) from Turkey. *Zootaxa*, 4747(2): 378-390.
- Azmaz, M., Katılmış, Y., 2020b. A new species of *Cynips* (Cynipidae: Cynipini) from Turkey. *Zoology in the Middle East*, 66(3): 232-239.
- Azmaz, M., Katılmış, Y., 2017. Updated species list of Cynipidae (Hymenoptera) from Turkey. *Zootaxa*, 4303(3): 361-378.
- Buffington, M.L., Forshage, M., Liljebäck, J., Tang, C.T., van Noort, S., 2020. World Cynipoidea (Hymenoptera): A key to higher-level groups. *Insect Systematics and Diversity*, 4(4): 1-69.
- Csóka, G., Stone, G.N., Melika, G., 2004. Biology, ecology and evolution of gallinducing cynipidae. In: *Biology, Ecology and Evolution of Gall-Inducing Arthropods* (Ed: Raman, A., Schaefer, C.W., Withers, T.M.), Science Publishers, Inc. Enfield, USA, New Hampshire, pp. 569-636.
- Çıplak, B., Demirsoy, A., Bozcuk, A.N., 1993. Distribution of orthoptera in relation to the Anatolian diagonal in Turkey. *Articulata*, 8: 1-20.
- Demirsoy, A., 2006. Omurgasızlar/Böcekler (Yaşamın Temel Kuralları). Meteksan Yayınları, Meteksan Basımevi, Ankara.
- Dinç, S., Mutun, S., Melika, G., 2014. A new species of *Andricus* Hartig oak gall wasp from Turkey (Hymenoptera: Cynipidae, Cynipini). *North-Western Journal of Zoology*, 10(1): 122-127.
- Fang, Z., Tang, C.T., Nicholls, J.A., Zhu, Y., Xiong, T., Hearn, J., Sinclair, F., Melika, G., Nieves-Aldrey, J.L., Csóka, G., Mikolajczak, K.M., Stone, G.N., Fang, S., 2020. A new genus of Oak gallwasp, *Heocynips* fang, Nieves-Aldrey, and Melika (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipini), from China. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 122(4): 787-804.
- Hewitt, G.M., 1999. Post-glacial re-colonization of European biota. *Biological Journal of the Linnean Society*, 68: 87-112.
- Katılmış, Y., Azmaz, M., 2015. Investigation on the inquiline (Hymenoptera: Cynipidae, Synergini) of oak galls from Inner-Western Anatolia, Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 39(1): 168-173.
- Katılmış, Y., Kiyak, S., 2008. Checklist of Cynipidae of Turkey, with a new genus record. *Journal of Natural History*, 42(31-32): 2161-2167.
- Melika, G., Stone, G.N., 2001. A new species of cynipid gall wasp from Turkey (Hymenoptera: Cynipidae). *Folia Entomologica Hungarica*, 62: 127-131.
- Melika, G., 2006. Gall Wasps of Ukraine, Cynipidae. *Vestnik Zoologii*, 21(1-2): 1-644.
- Melika, G., Stone, G.N., Sadeghi, S.E., Pujade-Villar, J., 2004. New species of cynipid gallwasps from Iran and Turkey (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipini). *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 50(2): 139-151.
- Mutun, S., Dinç, S., 2011. Contributions to the gallwasp (Hymenoptera: Cynipidae) fauna of Turkey with one new record. *Journal of Applied Biological Sciences*, 5(3): 83-85.
- Mutun, S., Dinç, S., 2015. Twelve oak gall wasp species (Hymenoptera, Cynipidae) new to the Turkish fauna. *Turkish Journal of Zoology*, 39(5): 962-964.
- Mutun, S., Dinç, S., Melika, G., 2020. Two new species of oak gall wasps from Turkey (Hymenoptera: Cynipidae, Cynipini). *Zootaxa*, 4890(3): 428-438.
- Mutun, S., Dinç, S., Bozsó, M., Melika, G., 2014. Four new species of *Andricus* Hartig oak gallwasp from Turkey (Hymenoptera: Cynipidae, Cynipini). *Zootaxa*, 3760(2): 241-259.
- Öztürk, Y., 2013. Türkiye Meşeleri Teşhis ve Tanı Kılavuzu. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, OGM, Orman Zararlılarıyla Mücadele Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Pénzes, Z., Tang, C.T., Stone, G.N., Nicholls, J.A., Schwéger, S., Bozsó, M., Melika, G., 2018. Current status of the oak gallwasp (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipini) fauna of the Eastern Palaearctic and Oriental Regions. *Zootaxa*, 4433(2): 245-289.
- Price, P.W., Waring, G.L., Fernandes, G.W., 1986. Hypotheses on the adaptive nature of galls. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 88: 361-363.
- Price, P.W., Waring, G.L., Fernandes, G.W., 1987. Adaptive nature of insect galls. *Environmental Entomology*, 16(1): 15-24.
- Ronquist, F., Nieves-Aldrey, J.L., Buffington, M.L., Liu, Z., Liljebäck, J., Nylander, J.A.A., 2015. Phylogeny, evolution and classification of gall wasps: The plot thickens. *PLoS ONE*, 10(5): 1-40.
- Shachar, E., Melika, G., Inbar, M., Dorchin, N., 2018. The oak gall wasps of Israel (Hymenoptera, Cynipidae, Cynipini)- diversity, distribution and life history. *Zootaxa*, 4521(4): 451-498.
- Stone, G.N., Schönrogge, K., 2003. The adaptive significance of insect gall morphology. *Trends in Ecology & Evolution*, 18(10): 512-522.
- Stone, G., Schönrogge, K., Atkinson, R.J., Bellido, D., Pujade-Villar, J., 2002. The population biology of oak gall wasps (Hymenoptera: Cynipidae). *Annual review of entomology*, 47(1): 633-668.
- Tavakoli, M., Hosseini-Chegeni, A., Stone, G.N., Sadeghi, S.E., Atkinson, R.J., Melika, G., 2021. The gall wasp fauna of Iran (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipinae): species checklist and biogeographical assessment. *Zootaxa*, 4948(3): 301-335.
- Tavakoli, M., Melika, G., Sadeghi, S.E., Péntzes, Z., Assareh, M.A., Atkinson, R., Bechtold, M., Mikó, I., Zargaran, M.R., Aligolizade, D., Barimani, H., Bihari, P., Pirozi, F., Fülöp, D., Somogyi, K., Challis, R., Preuss, S., Nicholls, J., Stone, G.N., 2008. New species of oak gallwasps from Iran (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipini). *Zootaxa*, 1699: 1-64.

Arazi örtüsü ile meşcere gelişim çağı ve kapalılığı kategorilerindeki zamansal değişimlerin incelenmesi: Karabiga Orman İşletme Şefliği örneği

Sinan Kaptan^{a,*} 

Özet: Küresel felaketlerin itici gücü olarak kabul edilen arazi kullanımı/örtüsü değişimlerinin incelenmesi ve değerlendirilmesi karar alıcılar, planlamacılar ve yöneticiler için daha sağlıklı ve tutarlı kararların alınmasına önemli katkı sunmaktadır. Özellikle zaman, emek ve maliyetin yüksek olduğu ormancılık sektöründe yaşanan değişimlerin incelenmesi, raporlanması ve haritalandırılması oldukça önemlidir. Bu çalışmada, Biga Orman İşletme Müdürlüğü Karabiga Orman İşletme Şefliği'nin arazi kullanımı/örtüsünde, orman alanlarında, gelişim çağlarında ve kapalılık sınıflarında yaşanan değişimler için ayrıntılı bir zamansal ve mekânsal değerlendirme yapılmıştır. Çalışmada Orman Genel Müdürlüğü'nden temin edilen plan ünitesinin 1995 ve 2018 yılı sayısal meşcere tipleri haritaları kullanılmıştır. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımlarından ArcGIS 10.8 kullanılarak ilgili haritaların öznetelik verilerinde yer alan meşcere tipleri verileri aracılığıyla orman ve orman dışı olmak üzere iki ayrı sınıf altında kategoriler oluşturulmuştur. Orman alanlarında yaşanan değişimlerin ağaç türü, gelişim çağı ve kapalılık sınıfları açısından ele alındığı çalışmada klasik arazi değişim matrisinin yerine her bir kategorinin toplam değişim, net değişim, kayıp, kazanç ve takas değişim miktarlarını gösteren matris tablo oluşturulmuştur. Bu tablo yardımıyla orman ve orman dışı alanlara ait her bir kategoride yaşanan değişimler ve eğilimler hakkında daha ayrıntılı bilgilere ulaşılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre; arazi örtüsünün %27'sinde, gelişim çağının %56'sında ve kapalılık sınıfının ise %55'inde değişim yaşanmıştır. Arazi örtüsü kategorisinde yapraklı orman %61, ağaçsız orman %30 ve ziraat %1 azalırken, ibrelili orman %9 ve yerleşim alanı %20 artmıştır. 1995-2018 dönemi boyunca, karışık, maki, orman dışı ve özel ağaçlandırma kategorilerindeki değişiklikler sadece net bir değişiklikten oluşurken, diğer kategorilerdeki değişiklikler hem net hem de takas tipi değişikliklerden oluşmuştur.

Anahtar kelimeler: Arazi örtüsü değişim, Gelişim çağı, Kapalılık, CBS, Karabiga

Investigation of temporal changes in land cover and in categories of forest development age and crown closure: The case of Karabiga Forest Planning Unit

Abstract: The study and evaluation of land use/cover changes that are considered to be the driving force of global disasters contribute significantly to healthier and more consistent decisions for decision makers, planners and managers. Especially in the forestry sector, where time, labor and cost are high, it is very important to study, report and map changes. In this study, a detailed temporal and spatial assessment was made for changes in land use/cover, forest areas, development stages and crown closure classes of Karabiga Forest Planning Unit of Biga Forest Enterprise. In the study, the forest cover type maps of the forest plan unit obtained from the General Directorate of Forestry in 1995 and 2018 were used. Using ArcGIS 10.8, one of the Geographical Information Systems (GIS) software, categories under two separate classes, forest and non-forest, were created through stand types data included in the attribute data of the relevant maps. In the study in which the changes in forest areas were discussed in terms of tree type, development stage and crown closure classes, a matrix table showing the total change, net change, loss, gain and swap change amounts of each category was created instead of the classical land change matrix. With the help of this table, more detailed information was obtained about the changes and trends in each category of forest and non-forest areas. According to the results of the study; 27% of the land cover, 56% of the development stage and 55% of the crown closure class have changed. In the category of land cover, broad-leaved forest decreased by 61%, treeless forest by 30% and agricultural by 1%, while coniferous forest increased by 9% and settlement area by 20%. During the period 1995-2018, changes in the mixed, maquis, non-forest and special afforestation categories consist of only a net change, while changes in other categories consist of both net and swap changes.

Keywords: Land cover change, Development stage, Crown closure, GIS, Karabiga

1. Giriş

Arazi kullanımı/arazi örtüsü (LULC) değişikliği, iklim değişikliği, kentsel planlama ve ormancılık alanlarında en iyi bilinen ve en önemli araştırma konularından birisidir (Turner vd., 1994; Watson vd., 2000; Doaemo vd. 2020). Çevresel değişimin ana bileşenlerinden biri olarak kabul edilen LULC değişikliği yerel ve bölgesel düzeyde iklimi, karbonu, suyu ve biyolojik çeşitliliği etkilemektedir (Grimm vd.,

2008; Turner vd., 2007; Yu vd., 2016). Bölgesel ve küresel ölçekte yaşanan LULC değişikliklerinin başlıca nedenlerini orman bozulması, tarım alanı genişletme, küreselleşme ve kentleşme olarak açıklayan pek çok kaynak mevcuttur (Lambin vd., 2001; Vivekananda vd., 2020). Son yıllarda farklı disiplinlerden bilimsel araştırmacılar, arazi kullanım değişikliklerinin sebep ve sonuçlarını daha iyi anlamaya, gelecek yıllar için arazi kullanım değişikliklerinin kapsamını

✉ ^a Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği, 74100, Bartın

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): skaptan@bartin.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 26.03.2021, **Accepted** (Kabul tarihi): 04.05.2021



Citation (Atıf): Kaptan, S., 2021. Arazi örtüsü ile meşcere gelişim çağı ve kapalılığı kategorilerindeki zamansal değişimlerin incelenmesi: Karabiga Orman İşletme Şefliği örneği. Turkish Journal of Forestry, 22(2): 97-104.

DOI: [10.18182/tjf.903733](https://doi.org/10.18182/tjf.903733)

ve yerini araştırmaya yoğunlaşmışlardır (Verburg vd., 2004; Aksoy ve Kaptan, 2020).

Ormanlar yerel, bölgesel ve küresel ölçekte ekonomik, ekolojik ve sosyokültürel olmak üzere çok çeşitli fonksiyonlara sahiptir. Özellikle son yıllarda etkileri sıklıkla görülen küresel iklim değişikiminin yavaşlatılması ve geciktirilmesi konusunda ormanlar hayati derecede öneme sahiptir. Küresel ısınmanın en önemli ana kaynağının sera gazı emisyonları ve özellikle de CO₂ emisyonları olduğu kabul edilmektedir (Prada vd., 2020; Wang vd., 2019; Wang vd., 2021). Orman ekosistemleri karbondioksiti fotosentez yoluyla bünyesinde uzun yıllar depolama özelliğine sahiptir (Durkaya vd., 2016). Küresel düzeyde önem arz eden ormanların korunması, iyileştirilmesi, genişletilmesi ve izlenmesi hususu ülkelerin ortak hareket etmesini mecbur kılmıştır (Kaptan vd., 2019). Özellikle küresel karbon bütçesinin dengelenmesi, habitatların korunması, iklim değişikliğinde ormanların rolünün anlaşılması için yaşanan değişimlerin izlenmesi kritik derecede önemlidir (Hayes ve Cohen, 2007).

Dünyada orman alanları ve arazi örtüsünde yaşanan değişimlerin izlenmesi ve değerlendirilmesi çalışmalarında CBS araçları ve uzaktan algılama teknikleri çok yaygın ve etkin şekilde kullanılmaktadır. Ülkemizde CBS teknikleri kullanılarak orman alanlarında yaşanan değişimlerin incelendiği birtakım çalışmalar mevcuttur (Kanja ve Karahalil, 2015; Reis vd., 2016, Bayramoğlu ve Kadioğulları, 2017; Kaptan ve Durkaya, 2019; Keten ve Zengin, 2020; Çoban ve Gündoğdu, 2020). Yaşanan değişikliklerin sebep ve sonuçlarını anlamak, arazi kullanım politikalarının etkinliğini değerlendirmek için orman örtüsünün geçmişini gösteren temel verilere ihtiyaç vardır (Kim vd., 2014). Ülkemiz orman alanlarındaki zamansal ve mekânsal değişimlerin incelendiği çalışmaların genelinde meşcere tipleri haritaları kullanılmaktadır. Fakat geçmişe dönük meşcere tipleri haritalarının sayısal olmaması değişim periyotlarının çok kısa kalmasına sebep olmakta, bu da ülkemizdeki çalışmaların 50 yıldan daha geriye gidemediğini göstermektedir (Keten ve Zengin, 2020).

Sürdürülebilir ormancılığın sigortası olarak görülen orman amenajman planlarının temel altlığını oluşturan meşcere tipleri haritaları yersel ve uzaktan algılama metodlarının bir arada kullanılmasını içeren kombine envanter yöntemine göre üretilirler. Bu haritalar orman ve orman dışı alanlar, meşcerelerin ağaç türü, gelişim çağı ve kapallığı açısından çeşitli bilgileri içerirler. Dolayısıyla bu haritaların doğruluğu ve güvenilirliği hem planın yapımını, uygulamalarını ve sonuçlarını hem de orman alanlarının zamansal ve mekânsal değişimlerini etkiler. Sürdürülebilir orman yönetimi kapsamında ülkeler, taraf oldukları çeşitli uluslararası anlaşmaların şartlarını yerine getirmek ve ulusal ormancılık amaçlarını gerçekleştirmek için ormancılık politikalarını en doğru şekilde belirlemek zorundadırlar. Düzgün bir ormancılık politikası geliştirmek ve saptanan hedeflere ulaşmak için orman alanlarında yaşanan değişimlerin izlenmesi, haritalanması, raporlanması ve değerlendirilmesinin önemi büyüktür.

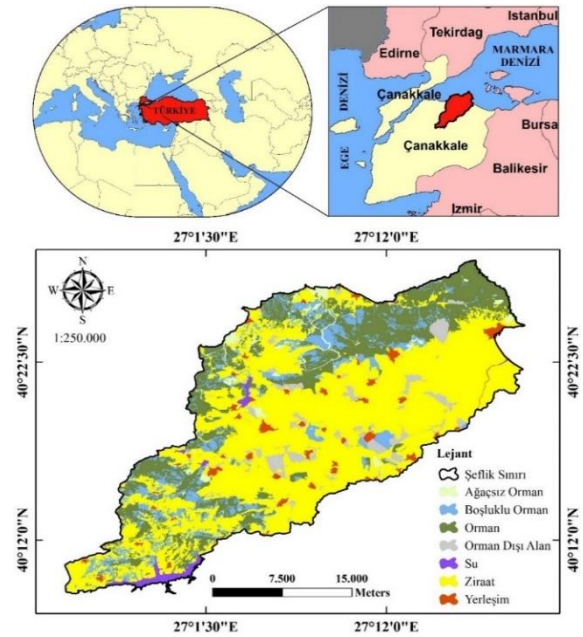
Bu çalışmada Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü, Biga Orman İşletme Müdürlüğü'nün Karabiga Orman İşletme Şefliği'nde 1995-2018 arasında yaşanan arazi örtüsü değişiklikleri orman ve orman dışı olarak iki ayrı sınıfta incelenmiştir. Arazi örtüsünde yaşanan değişimler ibrelî, yapraklı, karışık, maki, ağaçsız, orman dışı, özel ağaçlandırma, yerleşim, su ve ziraat olmak üzere 10 kategori

altında incelenmiştir. Orman alanları sınıfında yaşanan değişimler ise gelişim çağı (a, b, c, d) ve kapallık sınıfı (1, 2, 3 kapalı) açısından ayrı ayrı incelendi. Bu çalışmada Türkiye ölçeğinde yapılan benzer çalışmalardan farklı olarak her bir kategori için toplam değişim (net değişim + takas değişim = kayıp + kazanç), net değişim, kayıp, kazanç ve takas değişim miktarları tespit edilmiştir. Bu miktarları hesaplamak için klasik arazi değişim matrislerinden farklı şekilde geliştirilmiş bir matris kullanılmıştır. Klasik arazi değişim çalışmalarından farklı olarak geliştirilmiş matrisin kullanılmasıyla kategorilerin değişimleri hakkında elde edilen bilgiler arazi kullanım değişikliği ve eğilimleri hakkında daha fazla fikir sahibi olunmasına katkı sunabilecektir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Çalışma alanı

Çanakkale ili Biga ilçesi sınırları içerisinde yer alan çalışma alanı orman idaresi bakımından Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü, Biga Orman İşletme Müdürlüğü, Karabiga Orman İşletme Şefliğine bağlıdır. Çalışma alanı coğrafi konum itibarıyla 40° 28' 30" - 40° 08' 51" kuzey enlemleri ile 26° 53' 18" - 27° 20' 01" doğu boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 1). 2018 yılı meşcere tipleri haritası verilerine göre plan ünitesinin %35'i orman, %65'i orman dışı alandan oluşmaktadır. Genel alanın %21'i normal (verimli), %11'i boşluklu ve %2'si ağaçsız orman alanından oluşurken, %1'i özel ağaçlandırma sahalarından oluşmaktadır. Genel alanın yarısından fazlası ziraat alanından (%57) oluşmaktadır. Çalışma alanının %35'ini temsil eden ormanların %15'i ibrelî, %8 yapraklı, %6'sı karışık türlerden oluşurken genel alanın %8'i makiliktir. Orman alanlarında yayılış gösteren başlıca ağaç türleri ise Macar Meşesi (*Quercus frainetto* Ten.), Saçlı Meşe (*Quercus cerris* L.), Fıstık Çamı *Pinus pinea*, Kızılçam (*Pinus brutia*), Sahil Çamı (*Pinus pinaster*)'dir.



Şekil 1. Çalışma alanına ait lokasyon haritası

Kuzeyinde Marmara Denizi, batısında Çanakkale İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Lapseki ve Umurbey İşletme Şeflikleri, doğusunda Biga ve Sava İşletme Şeflikleri, güneyinde ise Çan İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Karadağ Orman İşletme Şefliği bulunmaktadır. Çalışma alanının ormanları coğrafi olarak Güney Marmara Bölgesi'nde kalmaktadır. İklim olarak ise Alt Akdeniz iklim kuşağı olan Ege iklim kuşağının Ege ardı iklim tipi içinde kalmaktadır. Kışlar mutedil ve yağışlı, yazları ise az yağışlı ve sıcak geçmektedir. Biga ilçesinin kuzeyinde bulunan alanlarda (Değirmencik, Aksaz, Karabiga ve civarları) maki ve frigana formasyonlarının yanında her dem yeşil meşelerden Pınal Meşesi (*Quercus ilex*) ve Kermes Meşesi (*Quercus coccifera*) bu alanların özel doğal bitki örtüsü arasında yer almaktadır (OGM, 2018).

Çalışmada materyal olarak Karabiga Orman İşletme Şefliği'nin orman amenajman planları ve meşcere tipleri haritaları kullanıldı. Kategorilerde yaşanan değişiklikleri tespit etmek için altlık olarak kullanılan sayısal meşcere tipleri haritaları Orman Genel Müdürlüğü Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı'ndan temin edildi.

2.2. Yöntem

Kategoriler arası değişimleri gösteren değişim matrisinin girdilerini oluşturan verileri üretmek amacıyla gerekli olan arazi örtüsü haritalarını üretmek için ArcGIS 10.8 yazılımı kullanılmıştır. İlk olarak meşcere tipi haritalarının projeksiyonları kontrol edilmiş, aynı projeksiyona sahip olmaları sağlanmıştır. Böylece projeksiyon farkından kaynaklanacak üst üste bindirme hataları giderilmiştir. Projeksiyon düzeltme işlemi sonrası her bir haritanın veri tabanındaki "MESCIERE" veri alanına göre "Dissolve" (çözme) edilerek kaydedilmiştir. Böylece plan ünitesinin çeşitli yerlerine dağılmış olan, öznelik tablosunda her biri ayrı ayrı gösterilmiş meşcere tipi (bölme) ve alanları bir bütün haline getirilerek tek satırda toplanmıştır. Dissolve edilerek üretilen haritaların veri tabanlarında meşcere tipleri bilgileri kullanılarak arazi örtüsü, ağaç türü, gelişim çağı ve kapallık sınıfları için yeni veri alanları açılmıştır. Sonrasında veri tabanındaki meşcere bilgileri aracılığıyla her bir kategori için veri girişleri gerçekleştirilmiş ve kaydedilmiştir. Kategori bilgilerini içeren haritalar "Intersect" (kesiştirme) komutu kullanılarak birbiriyle çakıştırılmış ve kaydedilmiştir. Üretilen yeni haritanın veri tabanından

kopyalanan veriler ile Excell'de geçiş matrisleri oluşturulmuştur (Çizelge 1).

Geçiş matrisi olarak da adlandırılan bu çapraz sınıflama matrisinin satırları 1. zamandaki (T_1) kategorileri, sütunları ise 2. zamandaki (T_2) kategorileri göstermektedir (Çizelge 1). Kesikli çizgi ile gösterilen hücreler klasik bir geleneksel geçiş matrisidir. Çizelgedeki çapraz girişler ($P_{11}, P_{22}, P_{ii}, \dots$) ilgili kategorinin zaman periyodu arasında değişmeden kalan kısmını (kalıcılık miktarı) ifade ederken, köşegen dışındaki tüm girişler "i" kategorisinden farklı bir "j" kategorisine geçiş miktarını göstermektedir (Pontius vd., 2004).

Toplam sütunundaki P_{i+} , tüm i satırındaki P_{ij} 'nin toplamı olan T_1 yılındaki i kategorisine ait alan miktarını göstermektedir. Toplam satırındaki P_{+j} , tüm j sütunundaki P_{ij} 'nin toplamı olan T_2 yılındaki j kategorisinin alanını göstermektedir. Çizelgenin kayıp (L) sütunu, T_1 ile T_2 zaman aralığında diğer kategorilere dönüşen i kategorisinin toplam arazi miktarını ifade etmektedir. Kazanç (G) satırı ise T_1 ile T_2 zaman aralığında j kategorisinin diğer kategorilerden kazandığı toplam arazi miktarını göstermektedir. Kategorinin minimum kazanç ya da kaybının iki katı olan takas değişikliği (S_j), toplam değişim ile net değişiklik arasındaki farka eşittir. Pontius vd. (2004) ve Teferi vd. (2013), arazi kullanımı/arazi örtüsü kategorileri arasında yaşanan eşzamanlı kazanç ve kayıplar olarak ifade edilen takas değişiminin, toplam değişimin açıklanmasında net değişikliktan daha önemli olduğunu ortaya koymuşlardır (Gebremicael vd., 2018). Takas değişim kategorilerinin sadece alsansal değil konumsal olarak kazanç ya da kayıplarını ifade etmektedir. Örneğin, tüm çalışma alanı içerisinde bir A kategorisinin kazancının ya da kaybının, farklı bir konumdaki B kategorisinin kaybından ya da kazancından kaynaklandığı anlamını içermektedir. Burada kategoriler arasında konumsal olarak yer değiştirme söz konusu olup net değişime bir katkısı yoktur. Bu çalışma boyunca kullanılan matematiksel gösterimler ve açıklamalar Çizelge 2'de verilmiştir.

Arazi örtüsü değişimleri için ibrelili, yapraklı, karışık, maki, ağaçsız, orman dışı, özel ağaçlandırma, yerleşim, su ve ziraat olmak üzere 10; gelişim çağı için B, a, b, c, d olmak üzere 5; kapallık sınıfı için B, 1, 2, 3 kapalı olmak üzere 4 ayrı kategori oluşturulmuştur (Çizelge 3). Her bir kategori için toplam değişim, net değişimin mutlak değeri, kayıp, kazanç ve takas değişim miktarları belirlenmiştir.

Çizelge 1. Arazi örtüsünün zamansal değişim matrisi (Duan vd., 2021)

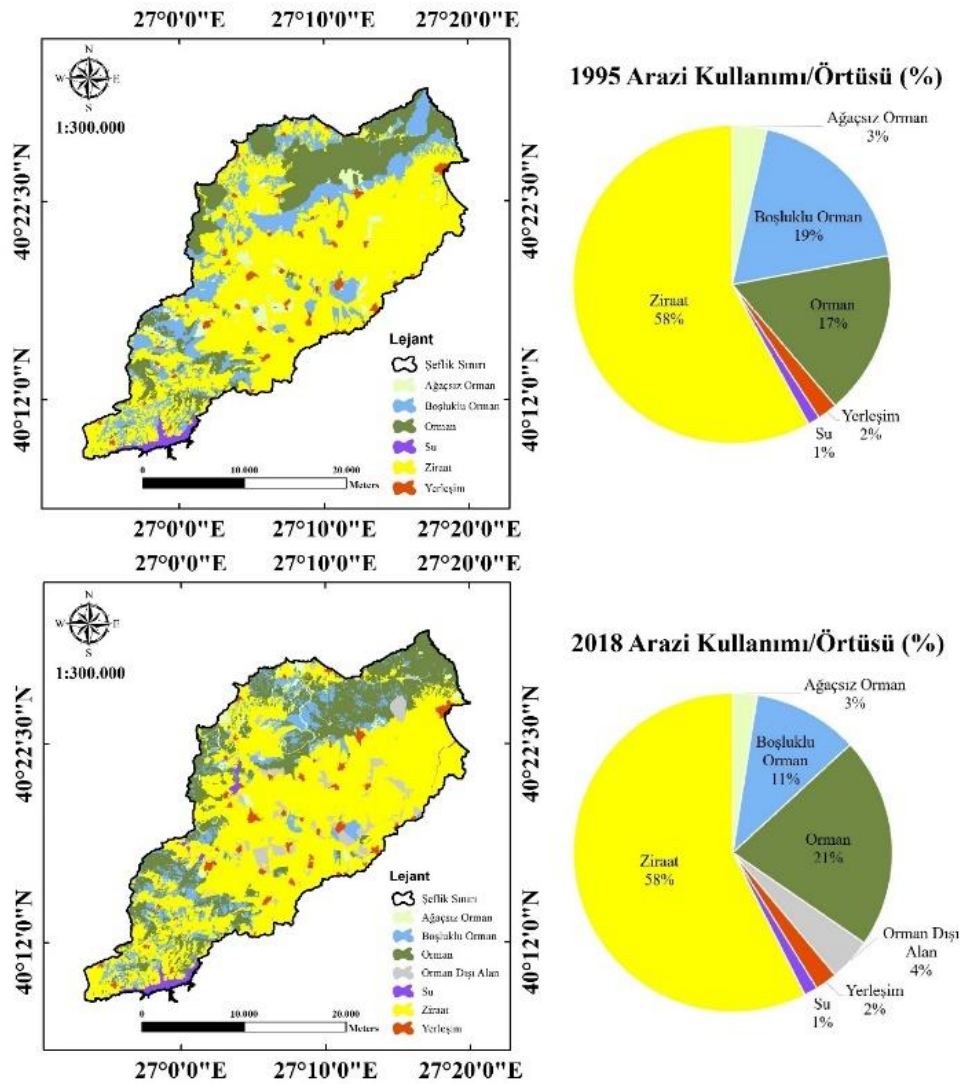
T_1	T_2						Toplam T_1	Kayıp (L)		
	Kategori 1	Kategori 2	...	Kategori i	...	Kategori j			...	Kategori J
Kategori 1	P_{11}	P_{12}	...	P_{1i}	...	P_{1j}	...	P_{1J}	P_{1+}	$P_{1+} - P_{11}$
Kategori 2	P_{21}	P_{22}	...	P_{2i}	...	...	...	P_{2J}	P_{2+}	$P_{2+} - P_{22}$
...
Kategori i	P_{i1}	P_{i2}	...	P_{ii}	...	P_{ij}	...	P_{iJ}	P_{i+}	$P_{i+} - P_{ii}$
...
Kategori j	P_{j1}	P_{j2}	...	P_{ji}	...	P_{jj}	...	P_{jJ}	P_{j+}	$P_{j+} - P_{jj}$
...
Kategori J	P_{J1}	P_{J2}	...	P_{Ji}	...	P_{Jj}	...	P_{JJ}	P_{J+}	$P_{J+} - P_{JJ}$
Toplam T_2	P_{+1}	P_{+2}	...	P_{+i}	...	P_{+j}	...	P_{+J}	1	
Kazanç (G)	$P_{+1} - P_{11}$	$P_{+2} - P_{22}$	...	$P_{+i} - P_{ii}$	...	$P_{+j} - P_{jj}$	...	$P_{+J} - P_{JJ}$		
Net Değişim (N_j)	$G_1 - L_1$	$G_2 - L_2$	...	$G_i - L_i$	...	$G_j - L_j$	...	$G_J - L_J$		
Takas (S_j)	$2 \times \min(G_1, L_1)$	$2 \times \min(G_2, L_2)$	...	$2 \times \min(G_i, L_i)$	...	$2 \times \min(G_j, L_j)$	...	$2 \times \min(G_J, L_J)$		
Toplam Değişim (C_i)	$N_j + S_j$	$N_2 + S_2$	...	$N_i + S_i$	...	$N_j + S_j$	...	$N_J + S_J$		

Çizelge 2. Çalışmada kullanılan matematiksel gösterimler

T_1	Çalışma döneminin ilk zamanı
T_2	Çalışma döneminin son zamanı
J	Arazi örtüsü kategorilerinin sayısı
i, j	Bir arazi örtüsü kategorisi için 1 'den J 'ye kadar değer aralığı indeksi
P_{ij}	Kategori i 'den kategori j 'ye geçen alan miktarı
P_{ii}	Kategori i 'nin değişmeden kalan alan miktarı
P_{i+}	P_{ij} 'in tüm j üzerindeki toplamı olan T_1 'deki i kategorisindeki alan
P_{+j}	P_{ij} 'in tüm i üzerindeki toplamı olan T_2 'deki j kategorisindeki alan
G_{ij}	j kategorisinin rastgele değişim durumu altında i kategorisinden kazandığı alan
L_{ij}	i kategorisinin rastgele değişim durumunda kategori j 'ye kaybettiği alan
N_j	Mutlak net değişim
S_j	Takas alanı
C_j	Her bir kategorinin toplam değişim alanı

Çizelge 3. Her bir sınıftaki kategorilere ait genel açıklamalar

Sınıf	Sembol	Değer Aralığı	Açıklama
Gelişim Çağı	B	-	Boşluklu kapalı ya da boşaltılmış orman alanı
	a	$d_{1,30} < 8$ cm	Gençlik ve sıklık
	b	$d_{1,30} = 8-19,9$ cm	Sırlıklık ve direklik
	c	$d_{1,30} = 20-35,9$ cm	İnce ağaçlık
Kapalılık	d	$d_{1,30} > 36$ cm	Orta ve kalın ağaçlık
	B	%0-10	Boşluklu kapalı
	1	%11-40	Gevsek kapalı
	2	%41-70	Orta kapalı
	3	%71-100	Tam-Normal kapalı



Şekil 2. 1995 ve 2018 yılları arazi kullanımı/örtüsü haritaları

3. Bulgular

3.1. Arazi kullanımı ve örtüsünde yaşanan değişimler

Çalışma alanının 2018 sayısal meşcere tipleri haritası verilerine göre genel alan büyüklüğü 63.429,5 ha'dır. Genel alanın %36'sı orman (22.621,7 ha), %64'ü orman dışı alandan (40.807,8 ha) oluşmaktadır (Şekil 2). Çalışma alanının yaklaşık %27'sinde değişim yaşanırken %73'ü kalıcılığını korumuştur (Kalıcılık Oranı= Çapraz Girişlerin Toplamı/Toplam Alan*100). 1995-2018 yılları arasında kategoriler arasında yaşanan arazi örtüsü değişimlerini gösteren Çizelge 4'e göre; karışık orman alanları 3.716 ha ile en fazla kazanç elde eden kategori iken, yapraklı orman 9.792,4 ha ile en fazla kayıp yaşayan kategori olmuştur. Kayıp ile kazanç arasındaki farkı ifade eden net değişim miktarı incelendiğinde; yapraklı orman 23 yıl sonunda 8.255,5 ha, ağaçsız orman alanı 676,3 ha, ziraat alanı ise 342,7 ha azalmıştır. Karışık orman ile orman dışı alanlarda sırasıyla 3.716 ha ve 2.759 ha net artış yaşanmıştır.

Net değişime göre en yüksek kayıp yaşayan kategori olan yapraklı orman en büyük kayıplarını sırasıyla karışık (2.964,1 ha), ibrelili (2.628,6 ha) ve ziraat (1.479,8 ha) alanlarına doğru yaşamıştır. Ağaçsız orman alanı 929,9 ha ile orman dışı alana, 528,5 ha ile ziraat alanına, 266,6 ha ile de ibrelili ormana en büyük kayıplarını yaşamıştır. Kayıp yaşayan son kategori olan ziraat alanı ise en büyük kayıplarını sırasıyla orman dışı (840,6 ha), yapraklı (529,1 ha) ve ağaçsız orman (420,6 ha) alanına yaşamıştır.

Bir alandaki toplam değişimi anlamak için hem takas hem de net değişiklikler oldukça önemlidir. Çünkü sadece net değişime bağlı kalınarak yapılan analiz, takas değişimlerini hesaba katmakta yetersiz kaldığından toplam değişiklikleri olduğundan az tahmin etmektedir (Pontius vd., 2004; Gebremicael vd., 2018). Karışık orman, maki, orman dışı alan ve özel ağaçlandırma alanlarında yaşanan değişimler tamamen net değişimden, diğer kategorilerde yaşanan değişimler ise hem net hem de takas değişiminden kaynaklanmaktadır. Çizelge 4'te her bir kategorinin diğer kategorilere kayıplarını gösteren satır değerleri incelendiğinde; karışık orman, maki, orman dışı alan ve özel ağaçlandırma kategorilerinin herhangi kaybının olmadığı, her

bir kategoriden elde ettikleri kazançları gösteren sütun değerleri incelendiğinde ise diğer kategorilerden kazanç elde ettiği görülmektedir. Yani bu kategoriler sadece kazanç elde etmiş, takas değişiminin mantığı gereği eş zamanlı olarak kayıp ve kazanç yaşamamıştır. Bu sebeple kazançları tamamen net değişimden kaynaklıdır. İbrelili, ağaçsız, yerleşim, su ve ziraat alanlarının takas değişimi net değişimden büyüktür. Takas değişiminin üstünlüğü, kategoriler arasında karşılıklı kazançlar ve kayıpların yoğun olarak yaşandığını göstermektedir. Diğer kategoriler içerisinde ziraat ve ibrelilerin takas değişim miktarının yüksek olması, arazi kullanım örtüsü kategorileri içerisindeki en dinamik kategoriler olduklarını, çalışma dönemi boyunca takas dinamiğini yaşadıklarını ifade etmektedir.

3.2. Gelişim çağı sınıfında yaşanan değişimler

Çalışma alanının 2018 sayısal meşcere tipleri haritası verilerine göre alanın %36'sını oluşturan ormanların (22.621,7 ha) %46'sı "boşluklu", %40'ı "b" çağında, %13'ü "a" ve %1'i "c" çağındaki meşcerelerden oluşmaktadır. 1995 yılı meşcere tipleri haritasına göre 2,8 ha olan "d" gelişim çağına 2018 yılında rastlanılmamıştır (Çizelge 5). 1995-2018 yılları arasında gelişim çağları kategorilerinin yaklaşık %56'sında değişim yaşanırken, %44'ü sürekliliğini korumuştur.

1995-2018 arasında sınıf içi toplam en büyük değişim 20.239,6 ha ile "boşluklu" orman alanında yaşanmıştır. "Boşluklu" ormanı sırasıyla "a" ve "b" gelişim çağındaki ormanlar takip etmektedir. Kazanç ve kayıp arasındaki farkı gösteren net değişim miktarı açısından en büyük değere ise "b" gelişim çağı sahiptir. Gelişim çağı kategorileri arasında en yüksek kazanç sağlayan kategori olan "b" kazancını 4.640,3 ha ile "a" ve 3.124 ha ile "boşluklu" ormanın kayıplarından sağlamıştır. Bu sonuç alandaki ağaçlandırma ve rehabilitasyon çalışmalarının kısmen de olsa başarılı olduğunun, ormanların çap ve kalite açısından iyileştirmenin bir göstergesi olarak yorumlanabilir. Gelişim çağı kategorilerinde "d" kategorisi hariç gerçekleşen değişimlerin tamamı net ve takas değişimden kaynaklıdır. Takas miktarı "Boşluklu" ve "c" gelişim çağında net değişim miktarından fazladır.

Çizelge 4. 1995-2018 yılı çalışma alanının arazi kullanımı/örtüsü değişim matrisi (ha)

1995	2018											
	İbrelili	Yapraklı	Karışık	Maki	Ağaçsız	Orman dışı alan	Özel ağaçlandırma	Yerleşim	Su	Ziraat	Toplam	Kayıp (L_j)
İbrelili	6.501,5	810,9	478,1	397,4	367,9	12,6	36,7	1,1	0,2	224,8	8.831,2	2.329,7
Yapraklı	2.628,6	3.732,1	2.964,1	417,4	553,9	955,1	742,9	27,4	23,2	1.479,8	13.524,5	9.792,4
Karışık	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Maki	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ağaçsız	266,6	172,4	72,0	2,3	208,9	929,9	38,7	20,7	2,6	528,5	2.242,7	2.033,8
Orman dışı alan	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Özel ağaçlandırma	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Yerleşim	0,0	8,2	1,1	0,0	11,5	20,8	0,7	1.063,5	8,4	152,7	1.267,0	203,5
Su	0,0	16,2	3,6	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0	626,0	125,6	775,2	149,1
Ziraat	238,3	529,1	197,1	20,5	420,6	840,6	93,2	305,6	209,3	33.934,7	36.788,9	2.854,2
TOPLAM	9.635,0	5.269,0	3.716,0	837,6	1.566,4	2.759,0	912,2	1.418,3	869,7	36.446,3	63.429,5	
Kazanç (G_j)	3.133,5	1.536,8	3.716,0	837,6	1.357,5	2.759,0	912,2	354,8	243,7	2.511,5		
Net Değişim (N_j)	803,8	-8.255,5	3.716,0	837,6	-676,3	2.759,0	912,2	151,3	94,6	-342,7		
Takas (S_j)	4.659,4	3.073,6	0,0	0,0	2.715,0	0,0	0,0	407,0	298,2	5.023,0		
Toplam Değişim (C_j)	5.463,2	11.329,2	3.716,0	837,6	3.391,3	2.759,0	912,2	558,3	392,8	5.365,7		

3.3. Kapalılık sınıfında yaşanan değişimler

2018 sayısal meşcere tipleri haritası verilerine göre 22.621,7 ha'lık orman alanının %46'sı "boşluklu", %11'i "1" kapalı, %9'u "2" kapalı ve %34'ü "3" kapalıdır. 1995-2018 yılları arasında en büyük kayıp 6.199 ha ile "1" kapalı, en büyük kazanç ise 5.706,3 ha ile "3" kapalı ormana aittir (Çizelge 6). Kaybı kazancından daha yüksek olan "1" kapalı (4.626,2 ha) ve kazancı kaybından daha fazla olan "3" kapalı (4.105,9 ha) ormanlar net değişim miktarı en yüksek olan kategorilerdir. "1" kapalı ormandan en fazla kayıp 3.102,3 ha ile "3" kapalı ormana doğru gerçekleşmiştir. Kaybı kazancından yüksek olan diğer bir kategori olan "boşluklu" orman kategorisinin 2.587,3 ha'ı "3" kapalı orman tarafından kazanılmıştır. "Boşluklu" ve "1" kapalı orman kayıplarının "3" kapalı ormanlarda artışa dönüşmesi ormanların yapısında kalitenin arttığını göstermektedir. 1995 yılında 45,8 ha olan "2" kapalı orman alanında 2.082,7 ha'lık artış gerçekleşmiştir. "2" kapalı orman ise en büyük kazancı "1" kapalı orman kaybından (1.134,6 ha) sağlamıştır.

4. Tartışma ve sonuç

1995-2018 yılları arasında Karabiga Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde kalan orman alanları ve arazi örtüsünde yaşanan değişimlerin incelendiği bu çalışmada, benzer çalışmalardan farklı olarak her bir kategorinin toplam değişimi, net değişimi, kayıp, kazanç ve takas değişim miktarları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; orman alanlarında azalmanın olduğu, bu azalmanın da en fazla

yapraklı ve ağaçsız orman alanlarındaki azalmalar ile orman dışı alan ve özel ağaçlandırma kategorilerinde yaşanan artışlardan kaynaklandığı görülmüştür. Yapraklı orman alanında gerçekleşen azalma ise büyük bir bölümünün ziraat alanına kaybedilmesinden kaynaklanmaktadır. Her ne kadar ziraat alanı 23 yıllık dönem boyunca yapraklı ormanın kayıplarını kazanç olarak hedeflemiş olsa da diğer kategoriler arasında fazlaca kayıp yaşaması sebebiyle net kayıp yaşayan kategoriler arasında yer almıştır. Yaşanan bu ziraat alanı kayıplarında orman sınırlarının kesinleştirilmesi amacıyla 6831 sayılı Orman Kanunu'na göre yürütülen orman kadastro sunun ve 2/B olarak anılan çalışmaların etkili olduğu düşünülmektedir. Kadioğulları vd. (2014), Bozali vd. (2015), Kaptan ve Durkaya, (2019), Kaptan vd. (2019) gibi Türkiye'nin bazı bölgeleri için yapılan çalışmalarda da ziraat alanlarında kayıp yaşandığını gösteren benzer sonuçlara ulaşılmıştır. 2018 yılında ibrelili ormanlarda görülen artış büyük oranda yapraklı ormanlardan sağlanan kazanımlara bağlıdır. Ağırlıklı olarak baltalık olarak işletilen meşe ormanlarından oluşan yapraklı ormanlardaki koruya tahvil çalışmalarının ya da muhtemel ağaç türü değişim çalışmaları ile orman içi açıklıkların ağaçlandırmasına yönelik gerçekleştirilen çalışmaların etkileri olabileceğini düşündürmektedir. Ketten ve Zengin (2020) ise yaptıkları çalışmada ibrelili ormanlarda artış yaşanmasına rağmen yapraklı ormanlarda azalma gerçekleştiğini, bunun sebebi olarak da çalışma alanında gerçekleştirilen ağaçlandırma faaliyetlerinde ağırlıklı olarak ibrelili türlerin kullanılmasını göstermişlerdir.

Çizelge 5. 1995-2018 yılları arası çalışma alanı ormanlarının gelişim çağı değişim matrisi (ha)

1995	2018					Toplam	Kayıp (L_j)
	Boşluklu	a	b	c	d		
Boşluklu	7.501,9	1.691,9	3.124,0	70,7	0,0	12.388,6	4.886,7
a	2.298,7	1.183,5	4.640,3	5,5	0,0	8.128,0	6.944,5
b	621,0	11,2	1.317,8	28,8	0,3	1.979,2	661,3
c	44,6	0,0	20,3	58,5	2,5	125,9	67,4
d	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Toplam	10.466,2	2.886,6	9.102,5	163,5	2,8	22.621,7	
Kazanç (G_j)	2.964,3	1.703,2	7.784,7	105,0	2,8		
Net Değişim (N_j)	-1.922,4	-5.241,4	7.123,4	37,6	2,8		
Takas (S_j)	5.928,6	3.406,4	1.322,6	134,8	0,0		
Toplam Değişim (C_j)	20.239,6	16.775,8	10.452,2	298,3	2,8		

Çizelge 6. 1995-2018 yılları arası çalışma alanı ormanlarının kapalı sınıfı değişim matrisi (ha)

1995	2018			Toplam	Kayıp (L_j)
	Boşluklu	1	2			3
Boşluklu	7.477,5	1.342,3	621,6	2.587,3	12.028,6
1	1.962,1	868,7	1.134,6	3.102,3	7.067,7
2	9,4	2,0	17,7	16,7	45,8
3	1.017,2	228,5	354,7	1.879,1	3.479,5
Toplam	10.466,2	2.441,5	2.128,5	7.585,4	22.621,7
Kazanç (G_j)	2.988,8	1.572,8	2.110,8	5.706,3	
Net Değişim (N_j)	-1.562,4	-4.626,2	2.082,7	4.105,9	
Takas (S_j)	5.977,6	3.145,6	56,2	3.200,8	
Toplam değişim (C_j)	7.539,9	7.771,8	2.138,9	7.306,7	

Her ne kadar zaman içerisinde genel orman alanında azalma gerçekleşmiş olsa da orman alanlarının kalitesinde artış yaşanmıştır. Zaman içerisinde gençlik ve sıklık (a) çağındaki meşcerelerin büyük bölümünün sıklık ve direklik (b) çağına geçmiş olması silvikültürel açıdan bakım ve koruma çalışmalarının başarıyla yürütüldüğünün bir göstergesidir. Ayrıca gevşek kapalı (1) ormanların büyük bir bölümünün normal kapalı (3) ormana dönüşmesi de bu durumu desteklemektedir. Çizelge 4'te 1993 yılı toplam alan miktarları incelendiğinde; toplam ormanlık alanın yaklaşık %55'i (13.524,5 ha) yapraklı ormanlardan, yapraklı ormanların da %61'i (8.192 ha) meşe türlerinden oluşmaktadır. Değişmeden kalan "b" çağıının tamamında meşe türleri hakimdir. Genel olarak incelendiğinde kök ve kütük sürgünlerinden gelen bireyler olması nedeniyle meşeler alandaki aktüel yetişme ortamı koşullarının verimliliği (bonitet) de göz önüne alındığında yeterli düzeyde göstermeleri gereken normal büyüme performanslarının gerisinde kalmalarına neden olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte yöredeki diğer meşe meşcereleri incelendiğinde genel olarak heterojen bir yapının hakim olduğu, yukarıda belirtilen nedenlerle birlikte küresel iklim değişikliğinin sebep olduğu koşullardan dolayı bu duruma hassas olan meşe türlerinde yaşanan büyüme gerilemeleri sınıf değişimini ve gelişim çağları açısından geçiş süre ve kantitatif büyüme karakterleri açısından uzatabilmektedir. Söz konusu durumun nedenlerinin bundan kaynaklı olduğu kuvvetli ihtimalle düşünülmektedir. Amenajman bilimi açısından ise perspektifte alansal olarak yapısal matris değerlendirmelerine dayanan değerlendirmelerin yapıldığı bu durumda "b" çağındaki meşcerelerin alan olarak "c" çağına intikal etmesi gerekirken edemediği, planlama ünitelerinde yeniden değerlendirmelere ve değişimlere yol açtığı görülmektedir. Bu değerlendirmenin altında yatan yine en önemli neden biyolojik ve ekolojik temelli büyüme gecikmelerine bağlı olabilmektedir.

Klasik arazi değişim matrisleri üzerinden yapılan arazi kullanımı ve örtüsü çalışmalarında takas değişimi dikkate alınmadan net değişim üzerinden değerlendirmeler yapıldığı için arazi kullanımı ve örtüsünde yaşanan toplam değişim miktarı olduğundan daha az tahmin edilebilmektedir. Arazi kullanımı ve örtüsünde ve özellikle orman alanları için gerçekleştirilecek zamansal ve mekânsal analizlerde sadece net değişim üzerinden yapılacak değerlendirmelerden kaynaklanan bu sorunu önlemek için kategoriler arasındaki takas değişim miktarının da dikkate alınması ve değerlendirilmesi yararlı olacaktır. Orman alanlarında yaşanan değişimleri üzerinde birden fazla faktörün ortak etkisi söz konusudur. Özellikle ormancılık çalışmalarının şiddeti ve yoğunluğu başta olmak üzere orman içi ve civarında yaşayan insanların ormanlar üzerinde var olan etkilerinin yönü ve şiddetinin yani sosyo-ekonomik koşulların ve nedenlerin bir arada değerlendirilmesinde büyük fayda vardır.

Türkiye ormanlarında yaşanan değişimlerin izlenmesi ve değerlendirilmesinde yaşanan en büyük sorun CBS ortamında analizleri gerçekleştirmek için kullanılacak meşcere tipleri haritalarının (genellikle 2001 ve öncesi) sayısal formatta olmamasıdır. Bu sebeple analizler ya dar bir zaman aralığında ya da küçük bir alanda yürütülmek zorunda kalmaktadır. Uydu görüntüleri kullanılarak bu sorun kısmen aşılabilsede sağlıklı bir veri elde etmenin yolu uydu görüntüsü sınıflandırma işleminin doğruluğuna ve başarısına

bağlıdır. Uydu görüntülerinin denetimli sınıflandırma işleminin başarısının tespitinde meşcere tipleri haritasının kullanıldığı bilinmektedir (Kaptan vd., 2020). Tüm bu ve benzeri gerekçeler eski plan dönemlerine ait meşcere tipleri haritalarının sayısal ortamda bulunmasının önemini göstermektedir. Ayrıca sayısal haritaların öz nitelik verilerinin tüm ülke genelinde standartlara göre düzenlenmesi ve kaydedilmesi de oldukça önemlidir.

Açıklama


Plan ünitesinin orman amenajman planlarının ve sayısal meşcere tipleri haritalarının temin ve teslimini gerçekleştiren Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanı Sayın Murat ÇEVİRME'ye ve daire başkanlığının değerli personeline sonsuz şükranlarımı sunarım.

Kaynaklar

- Aksoy, H., Kaptan, S., 2020. Simulation of future forest and land use/cover changes (2019-2039) using the cellular automata-Markov model. Geocarto International, (just-accepted), 1-17.
- Bayramoğlu, M.M., Kadioğulları, A.İ., 2017. Analysis of land use change and forestation in response to demographic movement and reduction of forest crime. EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 14(1): 225-238.
- Bozali, N., Sivrikaya, F., Akay, A.E., 2015. Use of spatial pattern analysis to assess forest cover changes in the Mediterranean region of Turkey. Journal of Forest Research, 20(4): 365-374.
- Çoban, H., Gündoğdu, Ş., 2020. Orman alanlarındaki değişimlerin CBS tabanlı belirlenmesi: Çamsu Orman İşletme Şefliği örneği. Turkish Journal of Forestry, 21(1): 60-69.
- Doaemo, W., Mohan, M., Adrah, E., Srinivasan, S., Dalla Corte, A.P., 2020. Exploring forest change spatial patterns in papua new guinea: A pilot study in the Bumbu River Basin. Land, 9(9): 282.
- Duan, H., Xie, Y., Du, T., Wang, X., 2021. Random and systematic change analysis in land use change at the category level - A case study on Mu Us area of China. Science of The Total Environment, 777: 145920.
- Durkaya, A., Durkaya, B., Kaptan, S., 2016. Biokütle çalışmaları ve gövde odun örneklerinin alınması esasları. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 18(2): 168-174.
- Gebremicael, T.G., Mohamed, Y.A., van Der Zaag, P., Hagos, E.Y., 2018. Quantifying longitudinal land use change from land degradation to rehabilitation in the headwaters of Tekeze-Atbara Basin, Ethiopia. Science of the Total Environment, 622: 1581-1589.
- Grimm, N.B., Faeth, S.H., Golubiewski, N.E., Redman, C.L., Wu, J., Bai, X., Briggs, J.M., 2008. Global change and the ecology of cities. *Science*, 319(5864): 756-760.
- Hayes, D.J., Cohen, W.B., 2007. Spatial, spectral and temporal patterns of tropical forest cover change as observed with multiple scales of optical satellite data. Remote Sensing of Environment, 106(1): 1-16.
- Kadioğulları, A.İ., Sayın, M.A., ÇelİK, D.A., Borucu, S., Çil, B., Bulut, S., 2014. Analysing land cover changes for understanding of forest dynamics using temporal forest management plans. Environmental Monitoring and Assessment, 186(4): 2089-2110.
- Kanja, K., Karahalil, U., 2015. Aydoğın Orman İşletme Şefliği orman kaynaklarında meydana gelen zamansal ve konumsal değişimin CBS ve uzaktan algılama yardımıyla ortaya konması. TUFUAB VIII. Teknik Sempozyumu. 21-23 Mayıs, Konya, s. 369-375.
- Kaptan, S., Aksoy, H., Durkaya, B., Aksoy, Ş.Ç., 2019. Coğrafi bilgi sistemleri ile arazi örtüsü ve kullanımında yaşanan değişimlerin incelenmesi (Akgöl orman işletme şefliği örneği). 8th International Vocational Schools Symposium, 11-13 Haziran, Sinop, s. 535-542.

- Kaptan, S., Aksoy, H., Durkaya, B., 2020. Estimation of uneven-aged forest stand parameters, crown closure and land use/cover using the Landsat 8 OLI satellite image. *Geocarto International*, 1-18.
- Kaptan, S., Durkaya, A., 2019. Analysing temporal and spatial changes in land cover: the case of Drahna Forest Subdistrict Directorate. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 19(1): 47-56.
- Keten, S., Zengin, H., 2020. Düzce Asar Orman İşletme Şefliğinde arazi metriklerindeki zamansal değişimler. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 16(1): 31-48.
- Kim, D.H., Sexton, J.O., Noojipady, P., Huang, C., Anand, A., Channan, S., Feng, M., Townshend, J.R., 2014. Global, Landsat-based forest-cover change from 1990 to 2000. *Remote Sensing of Environment*, 155: 178-193.
- Lambin, E.F., Turner, B.L., Geist, H.J., Agbola, S.B., Angelsen, A., Bruce, J.W., Coomes, O.T., Dirzo, R., Fischer, G., Folke, C., George, P.S., Homewood, K., Imbernon, J., Leemans, R., Li, X., Moran, E.F., Mortimore, M., Ramakrishnan, P.S., Richards, J.F., Skånes, H., Steffen, W., Stone, G.D., Svedin, U., Veldkamp, T.A. Vogel, Z., Xu, J., 2001. The causes of land-use and land-cover change: Moving beyond the myths. *Global Environmental Change*, 11(4): 261-269.
- OGM, 2018. Karabiga Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planı (2018-2037). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara, 398 s.
- Pontius Jr, R.G., Shusas, E., McEachern, M., 2004. Detecting important categorical land changes while accounting for persistence. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 101(2-3): 251-268.
- Prada, M., Prada, I.F., Cristea, M., Popescu, D.E., Bungău, C., Aleya, L., Bungău, C.C., 2020. New solutions to reduce greenhouse gas emissions through energy efficiency of buildings of special importance—Hospitals. *Science of the Total Environment*, 718: 137446.
- Reis, M., Dutal, H., Abız, B., Bolat, N., 2016. Kahramanmaraş ili Göksun ilçesinde arazi kullanımında meydana gelen zamansal değişimin uzaktan algılama teknikleri ve coğrafi bilgi sistemi ile belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(2): 35-41.
- Teferi, E., Bewket, W., Uhlenbrook, S., Wenninger, J., 2013. Understanding recent land use and land cover dynamics in the source region of the Upper Blue Nile, Ethiopia: Spatially explicit statistical modeling of systematic transitions. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 165: 98-117.
- Turner, B.L., Lambin, E.F., Reenberg, A., 2007. The emergence of land change science for global environmental change and sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(52): 20666-20671.
- Turner, B., Meyer, W.B., Skole, D.L., 1994. Global land-use/land-cover change: Towards an integrated study. *Ambio*, Stockholm, 23(1): 91-95.
- Verburg, P.H., de Nijs, T.C., van Eck, J.R., Visser, H., de Jong, K., 2004. A method to analyse neighbourhood characteristics of land use patterns. *Computers, Environment and Urban Systems*, 28(6): 667-690.
- Vivekananda, G.N., Swathi, R., Sujith, A.V.L.N., 2020. Multi-temporal image analysis for LULC classification and change detection. *European Journal of Remote Sensing*, 1-11.
- Wang, C., Zhan, J., Zhang, F., Liu, W., Twumasi-Ankrah, M.J., 2021. Analysis of urban carbon balance based on land use dynamics in the Beijing-Tianjin-Hebei region, China. *Journal of Cleaner Production*, 281: 125138.
- Wang, Z., Xue, M., Wang, Y., Song, M., Li, S., Daziano, R.A., Wang, B., Ma, G., Chen, K., Li, X., Zhang, B., 2019. Big data: New tend to sustainable consumption research. *Journal of Cleaner Production*, 236: 117499.
- Watson, R.T., Noble, I.R., Bolin, B., Ravindranath, N.H., Verardo D.J., Dokken, D.J., 2000. *Land Use, Land-Use Change and Forestry: A Special Report of The Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, United Kingdom.
- Yu, W., Zhou, W., Qian, Y., Yan, J., 2016. A new approach for land cover classification and change analysis: Integrating backdating and an object-based method. *Remote Sensing of Environment*, 177: 37-47.

Assessment of non-wood forest products trade competitiveness between Ethiopia and Asia/19 countries

Ahmed Nuru Zeleke^{a,*} 

Abstract: The study makes a comparative analysis of Ethiopia and Asia/19 countries in the foreign trade of non-wood forest products between the periods of 2008-2018. The study focused on two commodity groups with the Harmonized System (HS) codes; of HS409: (Natural honey); and HS130190: (Natural Gums, resins, gum Arabic, and oleoresins). Revealed Comparative Advantage Index, Relative Export Advantage Index, Relative Import Advantage Index, and Relative Trade Advantage Index were used to assess the competitive advantage of Ethiopia in non-wood forest products foreign trade over Asian/19 countries. At the same time, Cross Relative Export Advantage and Cross Relative Import Advantage indicators were employed to test the competitiveness of Ethiopia and Asian/19 countries in the foreign trade of non-wood forest products. The study findings show that Ethiopia has experienced a comparative advantage both in a relative export and import advantage in the trade of non-wood forest products over the study period as compared to Asia/19 countries.

Keywords: Asia, Comparative advantage, Ethiopia, International competitiveness, Non-wood forest products trade

Etiyopya ve Asya/19 ülkeleri arasındaki odun dışı orman ürünleri ticaretinin rekabetçilik değerlendirmesi

Özet: Bu çalışma, 2008-2018 dönemleri arasındaki odun dışı orman ürünleri dış ticaretinde Etiyopya ve Asya/19 ülkelerinin rekabet gücünü analiz etmektedir. Çalışma, uyumlaştırılmış (HS) kodları sistemine sahip iki ayrı emtia grubu HS409: Doğal bal; HS130190: Doğal Zamlar, reçineler, Arap zımmı ve oleoresinler baz alınarak gerçekleştirilmiştir. Etiyopya'nın Asya/19 ülkeleriyle odun dışı orman ürünleri dış ticaretinde mukayeseli üstünlüğünü değerlendirmek için, Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlük Endeksi, Görelî İhracat Avantajı Endeksi, Görelî İthalat Avantajı Endeksi ve Görelî Ticaret Avantajı Endeksi kullanılmıştır. Aynı zamanda, Etiyopya'nın Asya/19 ülkeleri ile odun dışı orman ürünlerinin dış ticaretindeki rekabet gücünü incelemek için Görelî İhracat Avantajı ve Görelî İthalat Avantajı göstergeleri kullanılmıştır. Çalışmanın bulgularına göre, Asya/19 ülkelerine kıyasla, Etiyopya'nın odun dışı orman ürünlerinin ticaretinde, çalışma dönemi boyunca hem görelî ihracat hem de ithalat avantajı açısından karşılaştırmalı bir avantaj yaşadığı görülmektedir.

Anahtar kelimeler: Asya, Karşılaştırmalı Üstünlük, Etiyopya, Uluslararası rekabet, Odun dışı orman ürünleri ticareti

1. Introduction

Forest products are important for economic activities all over the world (Aiyeloja et al., 2012). Forests are multi-functional natural resources, providing different products to people living in this world. Accordingly, forest products are grouped into two major categories: Timber and non-timber forest products (NTFPs) collected from the forest (Berhanu, 2019). NTFPs are useful substances, materials, or commodities obtained from forests without the harvesting process of trees (Sacande and Parfondry, 2018). NTFPs have sustained rural families for centuries globally and are prominent among internationally traded commodities for long periods (Aiyeloja et al., 2012). Now, they are, more widely, viewed as crucial for sustainable forest use, providing benefits for local communities and offering an important means for development of countries, especially in drylands. Many NTFPs have significant economic potential for developing countries (Sacande and Parfondry, 2018).

In Ethiopia, NTFPs contribute significantly to the total household income of rural people, the national economy and ecosystem stability, and environment (Baye, 2015; Berhanu, 2019). Non-timber forest products are important sources of livelihood in many rural areas of Ethiopia. For instance, Honey is one of the main NTFPs used as a cash crop by the majority of the rural population in Ethiopia. Of the total honey production Ethiopia, more than half (50-60%) of the produce is used in the production of local beverage called *Tej* (honey wine), 20% is consumed at the household level used as table honey, and only a small portion of the product is marketed. Cash generated from the sale of honey provides an opportunity of supplementing income earning for the farmers. For example, in the southwestern parts of Ethiopia on average, households own 20-30 beehives. Five to six kilograms of honey is harvested from each hive, and the total annual harvest of a household reaches 100-200kg of honey (Berhanu, 2019). The income obtained from the sale of gum and resin was estimated to contribute to 32.6% of annual household subsistence and ranks second after

✉ ^a Ethiopian Environment and Forest Research Institute, Forest Products Innovation Research, P.O Box: - 1832 Hawassa, Ethiopia

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): manem880@gmail.com

✓ **Received** (Geliş tarihi): 15.02.2021, **Accepted** (Kabul tarihi): 21.05.2021



Citation (Atıf): Zeleke, A.N., 2021. Assessment of non-wood forest products trade competitiveness between Ethiopia and Asia/19 countries. Turkish Journal of Forestry, 22(2): 105-110.

DOI: [10.18182/tjf.880850](https://doi.org/10.18182/tjf.880850)

livestock in the overall household livelihood contributions to rural households in Ethiopia (Ahmed, 2013). According to Berhanu (2019), gum and resin are essential components of livelihood activities for the rural people in dryland areas, for the collection, tapping, and grading of gum and resin demands a large number of labor. Therefore, it provides seasonal job opportunities for rural people. The quality of NTFPs is different, that low quality is utilized at a household level and high quality products enter local, regional and international markets (Berhanu, 2019).

The growing participation of developing countries in world trade over the past thirty years has been one of the most important developments (Negussie and Dessalegn, 2014). Asia is a major contributor for this growing participation, which has been facilitated by diversification of exports (Negussie, 2015). He also states that foreign trade has increasingly become a basis of economic prosperity in many countries of the world, both export and import trades are equally important though. Many developing countries have to work to increase their experience in international trade. Ethiopia, as a developing country, has limited its export to few primary products, which are mainly agricultural commodities and somehow NTFPs. Ethiopia's total exports have been growing at an average rate of 15.23 percent during the years 1970/71 to 2010/11 (Belayneh and Wondaferahu, 2013). Ethiopia is the leading Honey producer in Africa, and the tenth largest honey-producing countries in the world (Tekeba and Yeshitela, 2018). According to Tekeba and Yeshitela (2018), the Ethiopian main market for honey is traditional honey wine (Tej) making, which does not require high-quality honey. The market for honey in Ethiopia is generally not well developed, mainly due to a limited number of buyers compared to the number of producers. Ethiopia is the leading honey producer in Africa, and in order for it to have quality honey production for the export purpose, it is better to know the potential. Additionally, the focus must be on its competitiveness against the 19 main importer Asian countries. The Gums and Resins market in Ethiopia plays an important role in the daily life of many Ethiopians, these products contribute a lot to the national economy of Ethiopia. For instance, during 2001–2010, Ethiopia exported about 11,247 tons of gums and resins and generated USD 24,208,760. The list of main importers included China and the United Arab Emirates with a share of about 20% and 19%, respectively (Zenebe et al., 2013). However, the major gum producing species are declining both in terms of size (deforestation) and quality of stands (degradation) at an alarming rate. The decline is also associated factors such as expansion of crop and livestock production as well as human settlement, overgrazing, fuel-wood & charcoal production, and anthropogenic fire and traditional harvest (Semegnew et al., 2018). Focusing on the potential of the country and studying the competitiveness of Ethiopia against the biggest 19 Asian importer countries of gum and resin product will serve the purpose of giving an insight for policy makers and different stakeholders working on this area.

The forestry sector plays several important economic roles by earning foreign currency mainly from the export of non-timber forest products, and by providing environmental services that support the sustainable operation of other sectors. The most important NTFPs that generate substantial income for rural households and foreign currency earnings

in Ethiopia are coffee, honey, and natural gums and resins (Kilawe and Habimana, 2016).

Asia is both the largest market for Ethiopian exports and accounts for about 36% of total exports, also the dominant supplier of Ethiopian imports with a share of about 65% (Gebrehiwot and Gebru, 2015). Asia is the region to where much of Ethiopian NTFPs are exported. Asia receives more than 57% of Ethiopian NTFPs followed by Africa which receives about 15% of the Ethiopian forest product export (Baye, 2015). This makes it paramount for the country to assess the international competitiveness of the non-timber forest products market so as to maximize the trade potential in the Asian market. Based on the relative sources of export receipts in Asia in 2012, China took the lead by providing about \$320.66 million, followed by Saudi Arabia with \$190.92 million and United Arab Emirates, Japan, Israel, Pakistan, and India with \$78.3 million, \$74.54 million, \$67.18 million, \$45.70 million, and \$42.42 million respectively. More than 20 percent of the import payment on goods in 2012 originated from China, followed by Saudi Arabia and India accounting for about 14 % and 9 % of the total imports expenditure respectively. Kuwait, Japan, Indonesia, United Arab Emirates, Rep. of Korea, Malaysia, and Thailand account 6.05 %, 3.72%, 2.93 %, 2.44 %, 1.72 %, 1.59 %, and 1.4 % respectively. There is also a great potential for imports from countries such as Hong Kong and Singapore (Aleka, 2016). The data obtained from the UN Comtrade database on honey and gum and resin non-wood forest products shows that Ethiopia has more import and export relation with 19 Asian countries from all other Asian countries.

The main purpose of the study is, therefore, to assess the competitiveness of Ethiopia with the selected Asian countries in the foreign trade of non-wood forest products. And aimed to measure the competitive advantage of the non-wood forest product sector in Ethiopia between the periods of 2008-2018 over the selected Asian countries.

1.1. Competitiveness and comparative advantage

Assessing the international competitiveness of countries and identifying the main factors affecting international performance is important for formulating effective policies to maintain, adjust, or enhance market positions (Maksymets and Lönnstedt, 2016). The concept of competitiveness in classical international economic theory is the same as the competitive advantage, which is linked to the macroeconomic concept of competitiveness of a nation (Maksymets and Lönnstedt, 2016; Hoang et al., 2017). Comparative advantage and its principle are important and the oldest concept to economic theory (Vollrath, 1991). The measure of competitiveness and comparative advantage on the scope of forest-based sectors was determined with the help of the number of prominent quantitative indices such as Ratio Of Net Exports Index, Export-Import Ratio Index, The Relative Export Advantage Index, The Relative Import Penetration Index, The Relative Trade Advantage Index, Rate Of Export Shares Index, and Intra Industry Trade Index (Müftüoğlu and Kayacan, 2019). Magezi and Okan (2019) observed that the concept of comparative advantage could be attributed to a situation where a country has a relatively low cost of goods compared to other countries. However, the international competitiveness of trade refers to a nation securing and maintaining an advantage in trade

compared to the rest of the world. Kara et al. (2019) state that, competitive advantage is manifested by a situation where a country should specialize in the export of certain categories of goods and services and import others. Competitiveness is the ability to provide products more effectively and efficiently compared to their competitors and to stay in business to have the capacity to exploit existing market opportunities and generate new markets (Sasatani, 2009).

According to Durand and Giorno (1987), there are three basic criteria that a perfect measure of international competitiveness should satisfy. The perfect measure should cover all of the sectors exposed to competition (represent all traded goods that are subject to competition and only those goods); it should encompass all of the markets open to competition; and it should be constructed from data that are fully comparable internationally. The measurement of competitiveness differs depending on whether it is undertaken for the purpose of policy analysis within a specific country, or is used for international comparisons of the business environment (Eckhard, 2006). On the measure of international competitiveness, researches have extensively investigated that product quality determines export performance, price competitiveness as a value for money, service quality, and relationship with importers or trust (Masnat et al., 2010). Siggel (2006) states that calculating comparative advantage using the Balassa (1965) index of 'Revealed Comparative Advantage' (RCA) is common in the empirical trade literature. It reflects the success of exporting countries relative to a worldwide standard. Vollrath (1991) observes that the Relative Trade Advantage (RTA) index takes into account both export and import statistics.

The concept of revealed comparative advantage (RCA) is grounded in conventional trade theory and calculated by using the Balassa (1965) index of 'Revealed Comparative Advantage' (Fertö and Hubbard, 2003). This approach shows the success in exporting countries relative to a worldwide standard (Magezi and Okan, 2019). Due to the importance of international competitiveness, diverse indices have been developed to assess it. Such indices include the Revealed Comparative Advantage (RCA), Relative Export Advantage (RXA), Relative Import Advantage (RMA), Relative Trade Advantage (RTA), Relative Competitiveness (RC), and Cross-Country Indexes of Relative Competitiveness (CRC) (Maksymets and Lönnstedt, 2016).

Various authors have applied a combination of these indices for examining competitiveness of countries internationally. For example, Hoang et al. (2017) using the Relative Export Advantage (RXA), Relative Import Advantage (RMA), Relative trade advantage (RTA), analyzed the competitive advantages of Vietnam's agricultural sectors. Manying and Xiaohong (2017) also used the trade competitiveness index (TC) and revealed

comparative advantage index (RCA) indices to study the Competitiveness of Financial Services Trade between China and the countries along "One Belt, One Road". Magezi and Okan (2019) applied Revealed Comparative Advantage (RCA), Relative Export Advantage (RXA), Relative Import Advantage (RMA), Relative Trade Advantage (RTA) Cross Relative Competitiveness (CRC), Cross Relative Export Advantage (CRXA), and the Cross Relative Import Advantage (CRMA) indices to assess Competitiveness of forest products trade between Turkey and the European Union countries.

2. Materials and methods

2.1. Materials

The study focuses on the non-wood forest products trade between Ethiopia and the nineteen Asian countries (Bahrain, China, Hong Kong SAR, India, Indonesia, Israel, Japan, Jordan, Kuwait, Malaysia, Oman, Pakistan, Qatar, Rep. of Korea, Saudi Arabia, Singapore, Thailand, United Arab Emirates, and Vietnam). These countries are selected because they have great import-export relation with Ethiopia basically on honey, gum & resin, and other non-wood forest products. The data set contained the annual imports and exports nominal values in the US dollar from the trade of non-wood forest products between Ethiopia and Asian/19 countries from the years 2008 to 2018. The data was obtained from the UN Comtrade database (United Nations, 2019) of the Harmonized System Codes (HS 2019) of two commodity groups HS409: Natural honey; HS130190: Natural Gums, resins, gum Arabic, oleoresins.

2.2. Methods

Where X_{ij} is the volume or value of exports of product i by country j , X_{rj} is the volume or value of exports of all products by country j , X_{is} is the volume or value of exports of product i by country j to all countries of the world (or region), X_{rs} is the total volume or value of world exports of the product. M_{ij} is the volume or value of imports of product i into country j , M_{rj} is the volume or value of imports of all products to country j , M_{is} is the volume or value of imports of product i to country j from all countries of the world (region), and M_{rs} is the volume or value of total world imports. X_{ik} is the volume or value of exports of product i by country k , and X_{rk} is the volume or value of all exports of all products by country k . M_{ik} is the volume or value of imports of product i into country k , and M_{rk} is the volume or value of imports of all products to country k . As competitiveness is a relative measure and should only be applied for comparative purposes, it is important to use two Cross-Country Indices of Relative Competitiveness (Table 1).

Table 1. Index's to assess the competitiveness of Ethiopia with Asia/19 countries in non-wood forest product trade

No	Name of Index	Formula	Reference	Remark
1.	Revealed Comparative Advantage (RCA)	$B = \frac{X_{ij}/X_{rj}}{X_{is}/X_{rs}}$	Balassa (1965)	A value greater than 1 indicates there is a comparative advantage of the trade in the focal product.
2	Relative Export Advantage (RXA)	$RXA = \frac{X_{ij}/X_{rj}}{(X_{is} - X_{ij})/(X_{rs} - X_{rj})}$	Magezi, H.E. and Okan, T., (2019)	A value greater than 1 indicates that the country has an export advantage in the focal commodity.
3	Relative Import Advantage (RMA)	$RMA = \frac{M_{ij}/M_{rj}}{(M_{is} - M_{ij})/(M_{rs} - M_{rj})}$	O. Maksymets and L. Lönnstedt, (2016)	A value less than 1 indicates that a country has an import Advantage.
4	Relative Trade Advantage (RTA)	$RTA = RXA - RMA.$	Vollrath, (1991)	A positive value of RTA is an indication of comparative advantage.
5	Cross Relative Export Advantage (CRXA)	$CRXA = \frac{X_{ij}/X_{rj}}{X_{ik}/X_{rk}}$	O. Maksymets and L. Lönnstedt, (2016)	A value greater than 1 indicates that the country has an advantage in the export of the commodity.
6	Cross Relative Import Advantage (CRMA)	$CRMA = \frac{M_{ij}/M_{rj}}{M_{ik}/M_{rk}}$	Magezi, H.E. and Okan, T., (2019)	A value less than 1 indicates that there is a comparative advantage in the import of a commodity.
7	Cross Relative Competitiveness (CRC)	$\ln CRC = \ln CRXA - \ln CRMA$	O. Maksymets and L. Lönnstedt, (2016)	$\ln CRC > 0$ reveal a comparative/competitive advantage in the target market.

3. Results and discussion

Ethiopia appears to have experienced an advantage in the export of HS409 and HS130190 non-wood forest products on the Asian/19 countries market from the period of 2008 to 2018 with mean values of 2.59 and 2.65 for RCA and RXA respectively. Concerning its progress, both the values of RCA and RXA indices have increased over the past 11 years but decreased in 2018. The decline was due to the political crisis and unrest in the country. Accordingly, the import and export of the country was very much affected by the unrest. Besides, Ethiopia has experienced an advantage in the import of non-wood forest products of HS409 and HS130190 for the past 11 years. This implies a relative import advantage in the trade of non-wood forest products with RMA value of less than 1. Ethiopia has experienced a comparative trade advantage in non-wood forest products over the Asian/19 markets, for it has experienced a positive value of RTA index over the study period (Figure 1).

Only countries such as India (with mean value 2.28), Pakistan (with mean value 1.13), and Vietnam (with mean value 2.06) have an average RCA greater than one over the study period, from 2008-2018 and have experienced a comparative advantage in trade of non-wood forest products market. Ethiopia also has experienced a comparative advantage in the trade of non-wood forest products market with a mean value of 2.59 (Table 2).

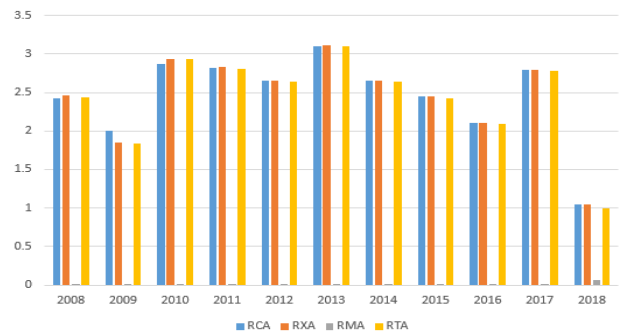


Figure 1. Ethiopia's RCA, RXA, RMA and RTA in non-wood forest products trade with Asian/19 countries

Table 2. Mean RCA, RXA, RMA, and RTA of Ethiopia and Asian/19 countries in non-wood forest products trade

Country	RCA	RXA	RMA	RTA
Bahrain	0.020	0.020	0.140	-0.12
China	0.050	0.040	0.130	-0.09
Hong Kong SAR	0.050	0.050	0.250	-0.20
India	2.280	2.340	0.880	1.46
Indonesia	0.830	0.830	0.320	0.51
Israel	0.020	0.020	0.300	-0.28
Japan	0.004	0.004	0.660	-0.65
Jordan	0.290	0.290	0.900	-0.61
Kuwait	0.020	0.020	1.040	-1.02
Malaysia	0.140	0.140	0.370	-0.23
Oman	0.190	0.190	0.010	0.18
Pakistan	1.130	1.130	0.400	0.73
Qatar	0.004	0.004	0.004	0
Rep. of Korea	0.004	0.004	0.070	-0.06
Saudi Arabia	0.340	0.340	0.230	0.11
Singapore	0.170	0.160	0.380	-0.22
Thailand	0.830	0.830	0.290	0.54
United Arab Emirates	0.090	0.090	0.430	-0.34
Vietnam	2.060	2.040	0.250	1.79
Ethiopia	2.590	2.650	0.200	2.58

In Table 2, compared to Ethiopia, the experience of the majority of the countries revealed export disadvantage of the non-wood forest products market having a mean RXA of below one. However, the export advantage of India, Pakistan, and Vietnam had a mean value of 2.34, 1.13, and 2.04 respectively. On the other hand, Japan, Qatar, and the Republic of Korea experienced the least mean RXA value of 0.004, which was similar across these five countries, between the periods of 2008-2018. Ethiopia experienced a high mean value of RXA 2.65 over eleven years. This shows that Ethiopia had the greatest export advantage compared to the 19 Asian countries. All countries in Asia/19 experienced a mean RMA of below one except Kuwait with a mean value of 1.04 over the study period. This indicates that the majority of the countries and Ethiopia had a relative import advantage in importing non-wood forest products except Kuwait over the study period. Qatar, the Republic of Korea, Oman, China, and Bahrain had a relative import advantage in importing non-wood forest products with a mean value of RMA 0.004, 0.01, 0.07, 0.13, and 0.14 respectively.

Countries like India (1.46), Indonesia (0.51), Oman (0.18), Pakistan (0.73), Saudi Arabia (0.11), Thailand (0.54), and Vietnam (1.79) had a positive mean RTA value over the study period which implies a comparative advantage in the trade of non-wood forest products. The rest countries, except for Qatar, experienced a negative mean RTA value. Qatar with RTA mean value of zero (0) was at a break-even point neither with trade advantage nor trade disadvantage on non-wood forest products. Ethiopia also experienced a comparative advantage with a positive RTA mean value of 2.58 in the non-wood forest product market (Table 2).

Ethiopia had an export advantage with a high mean value of CRXA over all the Asian/19 countries in the non-wood forest product market over the study period of 2008-2018. This advantage is greater than the advantage of China, Hong Kong SAR, Bahrain, Israel, and Kuwait, with a CRXA of 47.4, 47.4, 18.84, 18.84, and 16.6 respectively. On the other hand, Ethiopia had the least advantage over Japan (6.64) and Rep. of Korea (6.65) over the study period. Generally, Ethiopia was more advantageous on non-wood forest products (honey and gum & resin) over the selected Asian countries. Regarding relative import advantage, Ethiopia experienced an import advantage over fourteen countries. Specifically, Ethiopia has experienced a high advantage over Saudi Arabia, India, Jordan, and Japan with CRMA of 0.09, 0.23, 0.22, and 0.29 respectively. However, it experienced a relative import disadvantage over five countries' non-wood forest product markets- Bahrain (1.43), China (1.38), Oman (2.5), Qatar (5), and the Republic of Korea (2.77). The result, thus, shows that Ethiopia should strive to overcome the import disadvantage over these five Asian countries. The cross relative competitiveness which is natural logs of lnCRC was calculated and Ethiopia showed more competitiveness than all countries. On the other hand, the result of lnCRC showed that countries like Oman (0.53), Qatar (0.23), and Rep. of Korea (0.38) had small mean values compared to the rest 16 Asian countries. Nonetheless, Ethiopia remained competitive where lnCRC is a positive value. This indicates that Ethiopia had great competitiveness over Asian/19 countries in non-wood forest products over the study period (Table 3).

Table 3. CRXA, CRMA, and lnCRC of Ethiopia with Asia/19 countries in non-wood forest products trade.

Country	CRXA	CRMA	lnCRC
Bahrain	18.84	1.43	1.09
China	47.40	1.38	1.55
Hong Kong SAR	47.40	0.78	1.78
India	11.37	0.23	1.69
Indonesia	13.18	0.62	1.77
Israel	18.84	0.66	1.45
Japan	6.64	0.29	1.36
Jordan	8.56	0.22	1.58
Kuwait	16.60	0.91	1.93
Malaysia	14.45	0.54	1.42
Oman	8.38	2.50	0.53
Pakistan	11.06	0.50	1.34
Qatar	8.40	5.00	0.23
Rep. of Korea	6.65	2.77	0.38
Saudi Arabia	7.50	0.09	1.91
Singapore	15.40	0.51	1.47
Thailand	8.18	0.67	1.08
United Arab Emirates	15.75	0.46	1.52
Vietnam	12.50	0.81	1.18

The author shares the statement of Semegnew et al. (2018) that "one of the benefits delivered by non-wood forest products is foreign currency earning through export". Therefore, the result shows that Ethiopia was more beneficial and earned foreign currency in non-wood forest products than these selected Asian countries. Asia is the best destination for Ethiopia's export of non-wood forest products. The result implies that Ethiopia should maximize its trade potential in the non-wood forest product market over the selected Asian countries.

4. Conclusion

This study is aimed at assessing non-wood forest products foreign trade competitiveness between Ethiopia and Asian/19 countries. The empirical findings revealed that Ethiopia experienced a comparative advantage both in relative export and import advantage in the trade of non-wood forest products over the study period. The study findings revealed that Ethiopia had a strong comparative advantage over the Asian/19 countries in terms of trade of non-wood forest products.

The results confirmed that most of the countries' experience revealed both import and export disadvantage of non-wood forest products market compared to Ethiopia. The findings also revealed that, in relation to relative trade advantage (RTA), Ethiopia experienced a comparative advantage with a positive value, while the majority of Asia/19 countries experienced a negative RTA value. This positive RTA mean value gives a good picture of Ethiopia's position over the non-wood forest product market. The study finding suggested that Ethiopia has shown great competitiveness over Asia/19 countries in non-wood forest products over the study period in terms of cross relative competitiveness, and Ethiopia should go forward over 19 Asian countries for the future concerning cross relative competitiveness.

In the years to come, Ethiopia should strive to maintain full advantage of competitiveness both in export and import over Asia/19 countries by promoting its export of non-wood forest products, which may have a significant role in the economic development of the country in the long-run and

improving the export competitiveness of the non-wood forest product market. In addition to these findings, there are some areas that the study had not addressed on other non-wood forest products (like coffee, khat, spices, etc.) competitiveness that could be studied in future research. Therefore, I suggest that future researches need to focus on the in-depth analysis of non-wood forest products (like coffee, khat, spices, etc.) market competitiveness, which would give an insight to policymakers on how to improve the competitiveness of Ethiopia over Asian countries. Generally, this study provides interesting results that may help stakeholders and policymakers to obtain a clearer view on how to improve Ethiopia's Non-wood forest products trade with the Asian countries.

References

- Ahmed, M.A., 2013. Contribution of non-timber forest products to household food security: The case of Yabelo Woreda, Borana zone, Ethiopia. *The International Institute for Science, Technology and Education (IISTE)*, 20: ISSN 2225-0557.
- Aiyelaja, A.A., Oladele, A.T., Ezeugo, O.E., 2012. Evaluation of non-timber forest products trade in Ihiala Local Government Area, Anambra State, Nigeria. *International Journal Of Science and Nature*, 3(2): 366–372. ISSN 2229-6441.
- Alekaw, K.Y., 2016. Determinants and Potentials of Foreign Trade in Ethiopia: A Gravity Model Analysis. No. 74509. <https://mpira.ub.uni-muenchen.de/74509/> (Accessed: 15.01.2021)
- Balassa, B., 1965. Trade liberalization and revealed comparative advantage. *Manchester School of Economics and Social Studies*, 33(2): 99–123. ISSN 1467-9957.
- Baye, B., 2015. Status and trends of major non-timber forest products trade in Ethiopia. *Research Journal of Agriculture and Environmental Management*, 4(4): 197–201. ISSN 2315-8719.
- Belayneh, K.A., Wondaferahu, M.D., 2013. Determinants of export performance in Ethiopia: Var model analysis. *ABHINAV National Monthly Refereed Journal of Research in Commerce & Management*, 2(5): 94–109. ISSN 2277-1166.
- Berhanu, D.G., 2019. Review of Economic contribution of non-timber forest products (NTFPs) for rural livelihoods and its potential for sustainable forest management in Ethiopia. *Agricultural Research & Technology Open Access Journal*, 21(5): 214–215. ISSN 2471-6774. DOI: 10.19080/ARTOAJ.2019.21.556179.
- Durand, M., Giorno, C., 1987. Indicators of international competitiveness: Conceptual aspects and evaluation. *OECD Economic and Studies*, 9: 147–182.
- Eckhard, S., 2006. International Competitiveness and comparative advantage: A survey and a proposal for measurement. *Journal of Industry, Competition and Trade*, 6: 137–159. DOI 10.1007/s10842-006-8430-x.
- Fertö, I., Hubbard, L., 2003. Revealed comparative advantage and competitiveness in Hungarian agri-food sectors. *World Economy*, 26(2): 247–259. DOI 10.1111/1467-9701.00520.
- Gebrehiwot, G., Gebru, B., 2015. Ethiopia's foreign trade potential: Inferences from a dynamic gravity approach. *International Journal of Economics and Business Research*, 9(4): 355–375. DOI: 10.1504/IJEBR.2015.069667.
- Hoang, V.V., Tran, K.T., Tu, B.V., 2017. Assessing the agricultural competitive advantage by the RTA index: A case study in Vietnam. *AGRIS on-line Papers in Economics and Informatics*, 9(3): 15–26. ISSN 1804-1930. DOI 10.7160/aol.2017.090302.
- Kara, O., Şahin, Ö., Bekar, İ., Kayacan, B., 2019. International competitiveness analysis of industrial wood and wood products sector: The case of Turkey. *The International Journal of Economic and Social Research*, 15(1): 1306 – 2174.
- Kilawe, E., Habimana, D., 2016. Forestry contribution to national economy and trade in Ethiopia, Kenya and Uganda. *Food and Agriculture Organization of the United Nations, Addis Ababa*, pp. 6-8.
- Magezi, H.E., Okan, T., 2019. Competitiveness analysis of forest products trade between Turkey and European Union countries. *Turkish Journal of Forestry*, 20(4): 366–372. DOI: 10.18182/tjf.630250.
- Maksymets, O., Lönnstedt, L., 2016. International competitiveness: A case study of American, Swedish, and Ukrainian forest industries. *The International Trade Journal*, 30(2): 159–176. DOI 10.1080/08853908.2016.1138910.
- Manying, H., Xiaohong, D., 2017. A comparative analysis of the competitiveness of financial services trade between China and the countries along “One Belt, One Road”. *Journal of Emerging Issues in Economics. Finance and Banking (JEIEFB) an Online International Research Journal*, 6(2): 2317–2333. ISSN 2306-367X.
- Masnat, A.H., Bashir, A.Z., Amer, J., 2010. Competitive capacity determinants for Jordanian exports of selected fruits and vegetables in Arab gulf markets. *Dirasat, Agricultural Sciences*, 37(1):9-23.
- Müftüoğlu, G.İ., Kayacan, B., 2019. An analysis of foreign trade competitiveness of the forest-based sector in Turkey. *Turkish Journal of Forestry*, 20(1): 41-49. DOI: 10.18182/tjf.514745
- Negussie, Z., 2015. Determinants of Ethiopian trade performance to its bordering region: A gravity model approach. *Journal of Natural Sciences Research*, 5(11): 39–45. ISSN 2225-0921.
- Negussie, Z., Dessalegn, G., 2014. Determinants of bilateral trade between Ethiopia and its major trading partners': A gravity model approach. *Journal of Economics and Sustainable Development*, 5(15): 82–88. ISSN 2222-2855.
- Sacande, M., Parfondry, M., 2018. Non-timber forest products from restoration to income generation, FAO, Rome, pp. 40. ISBN 978-92-5-131118-9 License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- Sasatani, D., 2009. National Competitiveness Index of The Forest Products Industry in The Asia Pacific Region. FAO United Nations Regional Office for Asia and the Pacific. Bangkok.
- Semegnew, T., Teshome, S., Tesefaye, B., Abreham, B., Getachew, A., 2018. Production and challenges of gum Arabic in Ethiopia: Review. *Journal of Natural Sciences Research*, 8(24): ISSN 2225-0921
- Siggel, E., 2006. International competitiveness and comparative advantage: A survey and a proposal for measurement. *Journal of Industry, Competition and Trade*, 6(2): 137-159.
- Tekeba, N., Yeshitela, E., 2018. Review of Ethiopia's global position in honey and other bee products production and marketing: Analysis of sectoral opportunities and limitations. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research (BJSTR)*, 10(3): 7879-7883 DOI: 10.26717/BJSTR.2018.10.001969.
- United Nations, 2019. *UN Comtrade Database - International Trade Statistics - Import/Export Data*. <http://comtrade.un.org>, Accessed: 23.12.2019
- Vollrath, T.L., 1991. A theoretical evaluation of alternative trade intensity measures of revealed comparative advantage. *Weltwirtschaftliches Archiv*, 127(2): 265–280. DOI 10.1007/BF02707986.
- Zenebe, M., Adefires, W., Temsgen, Y., Tinsae, B., Trehas, M., Demel, T., 2013. Economic contribution of gum and resin resources to household livelihoods in selected regions and the national economy of Ethiopia. *Ethnobotany Research & Applications*, 11: 273–288.

Çam balı üretici satış fiyatlarının Box-Jenkins modeli ile öngörüsü

Emre Göksu^{a,*} , Gamze Saner^b 

Özet: Çam balı Türkiye’de ihraç edilen en önemli odun dışı orman ürünlerinden biridir. Bu nedenle çam balı fiyatının belirlenerek ileriye yönelik fiyat öngörüsünde bulunulması üretim planlaması için alınacak kararlara yol gösterici bir araç olarak değerlendirilmektedir. Bu araştırmada, çam balı üretiminin en yoğun olduğu Ege bölgesindeki İzmir, Aydın ve Muğla Ticaret Borsaları yıllık tescil bültenlerinde yer alan çam balı üretici satış fiyatları kullanılarak 2021-2025 yılları için reel fiyat (2003=100) öngörüsü yapılmıştır. Araştırmadaki öngörüler için zaman serisi çözümlerinde kullanılan Box-Jenkins yönteminden yararlanılmıştır. Oluşturulan model sonuçlarına göre, 2021 yılından itibaren çam balı üretici reel satış fiyatlarının dalgalı bir seyir izleyerek düşüş eğiliminde olacağı beklenmektedir. 2020 yılında 4,15 TL/kg (2.77 \$/kg) olan ortalama reel bal fiyatının 2025 yılı sonunda %18,07 oranında azalarak 3,40 TL/kg (2.27 \$/kg) seviyesine kadar ineceği öngörülmüştür.

Anahtar kelimeler: Çam balı fiyatı, Ticaret borsaları, Zaman serisi çözümlenmesi, Box-Jenkins yöntemi, Öngörü, Ege bölgesi

Forecasting of pine honey producer sales prices by using Box-Jenkins model

Abstract: Pine honey is the one of the most important non-wood forest products are exported in Turkey. For this reason, determining the price of pine honey and making a future price prediction is considered as a guiding tool for the decisions to be taken for production planning. In this research, real price (2003=100) forecasting for the years 2021-2025 by using pine honey producer sales prices in the annual registration bulletins of İzmir, Aydın and Muğla Commodity Exchanges in the Aegean region where pine honey production is the most intensively. Box-Jenkins method which is one of techniques used in time series analysis was used for the forecasting in the research. According to the model results, it is expected that starting from 2021, pine honey producer real sales prices will follow a fluctuating trend and will tend to decrease. It is forecasted that the average real honey price, which was 4.15 TL/kg (2.77 \$/kg) in 2020, will decrease by 18.07% by the end of 2025 and reach the level of 3.40 TL/kg (2.27 \$/kg).

Keywords: Pine honey price, Commodity exchanges, Time series analysis, Box-Jenkins method, Forecasting, Aegean region

1. Giriş

Dünya çam balı üretiminin %90’ının Türkiye’de gerçekleştiği bilinmektedir (Ülgentürk, vd., 2014). Önemli bir odun dışı orman ürünü olarak göze çarpan çam balının esasını *Marchalina hellenica* Genn. (basra böceği)’in salgıladığı bal özü oluşturmaktadır (Arslan, 2019). Çam balı üretiminde ana etken olan basra böceği doğal yayılışını dünyada sadece Türkiye, Yunanistan ve İtalya’nın Ischia adasında yapmaktadır (Bacandritsos vd., 2004). Basra böceği, Türkiye’de Ege bölgesi başta olmak üzere 5,74 milyon hektar ile genel ormanlık alanın %25,23’ünü oluşturan *Pinus brutia* Ten. (kızılcım) ormanlarında (OGM, 2021) yaygın olarak görülen ve ekonomik öneme sahip bir türdür (Ülgentürk vd., 2012).

Türkiye’de en yoğun arıcılık faaliyetlerinin olduğu Ege bölgesinde 2020 yılında, 12.354 adet arıcılık işletmesinde toplam 13.996 ton bal üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretim miktarının %80,31 gibi büyük bir bölümü Muğla (6.103,76 ton), Aydın (3.643,03 ton) ve İzmir (1.493,07 ton) illerinde gerçekleştirilmiştir (TÜİK, 2021). Ege İhracatçılar Birliği (EİB)’nden alınan bilgilere göre 2020 yılında Ege

bölgesinden yurtdışına ihraç edilen bal miktarı 2.812,74 ton olup bu miktar 13,35 milyon dolara karşılık gelmekte (EİB, 2021) ve önemli bir döviz kaynağı olarak görülmektedir.

Orman Genel Müdürlüğü (OGM) tarafından arıcılık faaliyetlerinin desteklenmesi amacıyla 2013-2017 dönemi ve sonrasında 2018-2023 yıllarını kapsayan Bal Ormanı Eylem Planı hazırlanarak yürürlüğe konulmuştur. Yapılan çalışmalar sonucunda günümüze kadar 77.166 hektar alanda 596 adet bal ormanı tesis edilmiştir. Ege bölgesi çam balı üretim alanlarına sahip Muğla, Aydın ve İzmir illerinde ise toplam 12.026,67 ha alanda 33 adet bal ormanı bulunmaktadır (OGM, 2021).

Şengül (2020) tarafından yapılan bir çalışmada, incelenen işletmelerin Muğla’da %74,39’unun, Aydın’da %76,67’sinin ve İzmir’de %62,16’sinin ana gelir kaynağının arıcılık olduğu belirtilmiştir. Dolayısıyla bölgedeki diğer ormanlık faaliyetlerinden yeterince gelir elde edemeyen orman köylerinde yaşayan üreticiler için arıcılık faaliyetinin kırsal kalkınma açısından önem taşıdığı söylenebilir.

Türkiye’de arıcılık büyük bir potansiyel oluşturmasına rağmen kurumsallaşma ve sektör durumuna gelme düzeyine henüz ulaşamadığından içinde bulunulan bu durum ülke

✉ ^a Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü Doktora Öğrencisi, 35100 Bornova, İzmir

^b Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, 35100 Bornova, İzmir

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): goksuemre@hotmail.com

✓ **Received** (Geliş tarihi): 16.04.2021, **Accepted** (Kabul tarihi): 21.05.2021



Citation (Atıf): Göksu, E., Saner, G., 2021. Çam balı üretici satış fiyatlarının Box-Jenkins modeli ile öngörüsü. Turkish Journal of Forestry, 22(2): 111-116.

DOI: [10.18182/tjf.917303](https://doi.org/10.18182/tjf.917303)

arıcılığına ve ekonomisine zarar vermektedir. Diğer taraftan geçmişten bugüne sektörde öne çıkan fiyat odaklı yaşanan sorunların çözülmemesinin de arıcılığı olumsuz yönde etkilediği bilinmektedir. Türkiye’de bal üretiminde fiyat düşüklüğünün ürün pazarlamasında oluşturduğu bu etkiler yapılan birçok araştırmada vurgulanmıştır. Üreticilerin balını hak ettiği değerden satamadığı ve fiyatların düşük kaldığını belirtenlerin oranını Öztürk vd. (2014) %37,41, Kadirhanogulları (2016) %94,12, Korkmaz (2016) %42,70, Akyol ve Cazağ (2018) %94,40, Çevrimli ve Sakarya (2019) %54,80, Çukur vd. (2019) %87,50 ve Onuç vd. (2019) %69,81 olarak belirlemişlerdir. Çam balı sektörünün ana sorunlarından biri fiyat dalgalanmaları ve düşüş eğilimleridir. Bu nedenle gelecekte oluşacak çam balı fiyatlarının tahmin edilmesi önemli görülmektedir.

Türkiye’de tarım ürünlerinde çok sayıda zaman serisi çözülmesi ile öngörüleme yapan çalışma (Özer ve İlkdoğan, 2013; Özer ve Yavuz, 2014; Çelik, 2015; Uçum, 2016; Burucu ve Gülse Bal, 2017; Güler vd., 2017; Bars vd., 2018; Saner vd., 2018; Berk ve Uçum, 2019; Yıldız ve Atış, 2019; Caner ve Engindeniz, 2020; Çakan, 2020; Çevrimli vd., 2020) olmasına rağmen orman ürünlerinde sınırlı sayıda çalışmaya rastlanılmış (Kayacan vd., 2013; Esen, 2016; Bayramoğlu, 2018; Göksu ve Adanacioğlu, 2018; Şen ve Güngör 2018; Kurt vd., 2018; Kurt ve Karayılmazlar, 2019) ve çam balı ile ilgili zaman serileri çözülmesine ilişkin bilimsel bir çalışmanın ise bulunmadığı belirlenmiştir.

Bu araştırmanın amacı, İzmir (İTB), Aydın (ATB) ve Muğla (MTB) Ticaret Borsalarında tescil edilen süzme çam balı üretici satış fiyatlarının kullanılmasıyla 1994-2020 yılları için oluşturulan zaman serisini Box-Jenkins modeli ile çözümlenerek gelecek yıllar için öngörülebilir.

2. Materyal ve yöntem

Araştırmanın materyalini oluşturan verileri başlıca iki bölüme ayırmak mümkündür. En önemli kaynağı oluşturan ana materyal, İTB, ATB ve MTB tarafından tescil edilerek yıllık dönemler halinde ilan edilen ve piyasada oluşan cari fiyatları içeren yıllık tescil edilendir. İkincil materyal olarak ise Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), OGM, EİB ve T.C. Resmi Gazete kayıtları, ulusal ve uluslararası araştırma, kitap, tez, rapor, makale ve internet kaynakları kullanılmıştır.

Zaman serisi, değişkenlerin değerlerinin zaman birimlerine (gün, ay, yıl vb.) göre değişimini içeren verilere denilmektedir (Tatoğlu, 2018). Oluşturulan veri setinin söz konusu zaman dönemindeki izlediği gelişimi görme açısından gerekli olan zaman serilerinin çözülmesi (Çamoğlu ve Akıncı, 2012), değişkenlerin zaman içerisinde aldıkları değerler içerisinde bulunan örüntülerin anlaşılacak gelecek zamanda alabileceği değerlerin öngörülmesi amacıyla yapılmaktadır (Erturan, 2017).

Araştırma kapsamında bölgedeki fiyat oluşumunu en iyi şekilde temsil etmek amacıyla İTB’deki fiyatlar ile birlikte ATB ve MTB’de oluşan fiyatlar da dikkate alınarak 1994-2020 yılları arasındaki dönem için tüm ticaret borsalarına ait süzme çam balı ağırlıklı ortalama üretici cari satış fiyatları hesaplanmıştır (Çizelge 1). Zaman içerisinde fiyatlarda meydana gelen oransal değişimleri yıllık dönemler halinde izlemek amacıyla, TÜİK tarafından her yıl düzenli olarak yayınlanan Yurt İçi Üretici Fiyat Endeksi kullanılmış ve cari fiyatlar 2003 temel yılına (2003=100) göre reel fiyata dönüştürülerek enflasyon etkisinden arındırılmıştır. Oluşturulan 2003=100 temel yıllık zaman serisi reel verileri

Microsoft Excel 2016 ve EViews-11 ekonometri yazılımlarından yararlanılarak çözümlenmiştir.

Zaman serileri çözümlemesinde kullanılan yöntemler; çok değişkenli ve tek değişkenli zaman serileri ile tahmin yöntemleri olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Çam balı üretici satış fiyatının gelecek yıllara ilişkin öngörüsünde tek değişkenli zaman serilerinde kullanılan, ileriye yönelik tahminleri istatistiksel yöntemlerle yapan tekniklerden biri olan Box-Jenkins tahmin yöntemi (ARMA Modelleri) kullanılmıştır. Bu yöntemin uygulanabilmesi için zaman serisinin; kesikli, durağan ve eşit aralıklı gözlem değerlerinden oluşması gerekmektedir (Akdağ ve Yiğit, 2016). Otoregresif (AR-Auto-Regressive), hareketli ortalama (MA-Moving Average), AR ve MA modellerinin karışımı olan Otoregresif Hareketli Ortalama (ARMA-Auto Regressive Moving Average) modelleri en genel doğrusal durağan Box-Jenkins modelleridir (Ataseven, 2013).

Durağan bir zaman serisi ARMA (p,q) Eşitlik (1)’deki gibi modellenir;

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (1)$$

Burada p (AR) derecesini, d bütünleşme derecesini ve q (MA) derecesini göstermektedir. Y_t d’inci dereceden farkı alınmış t zamanındaki gerçek değer, ε_t hata terimi, ϕ_i ($i=1,2,\dots,p$) ve θ_j ($j=0,1,2,\dots,q$) model parametreleridir (Akay vd., 2019).

Zaman serilerinin modellenmesi ve öngörülmesi için kullanılan bu yöntemin ön koşulu durağanlıktır (Oruç ve Eroğlu, 2017). Araştırmada, öncelikle oluşturulan serinin durağan olup olmadığını belirlemek amacıyla Genişletilmiş Dickey-Fuller (Augmented Dickey Fuller-ADF) Birim Kök testi uygulanmıştır (Dickey and Fuller, 1981). Ayrıca otokorelasyon fonksiyonu (ACF) ve kısmi otokorelasyon fonksiyonu (PACF) grafikleri de çizilerek serinin ne tür bir gelişim içerdiği görsel olarak da belirlenmeye (korelogram) çalışılmıştır.

Model oluşturma aşamasında değişkenler belirlendikten sonra elde edilen modelde otokorelasyon olup olmadığı denetlenmelidir (Özer ve Yavuz, 2014; Saner vd., 2018). Bu araştırmada modellerdeki otokorelasyon denetimi için Ljung-Box Q testi uygulanmış ve $H_0 =$ “otokorelasyon yoktur” hipotezi test edilmiştir (Ljung ve Box, 1978). Modele ait kalıntı değerlerinin normal dağılıma uygunluğunun denetlenmesi ise grafiksel incelemelerin yanında Shapiro-Wilks normallik testi ile değerlendirilmiştir.

İncelenen ticaret borsalarında oluşan çam balı üretici reel satış fiyatını, en az hata ile yansıtan tahmin gücü yüksek modellerin belirlenmesi için çok sayıda model denemesi gerçekleştirilmiştir. Ortaya çıkan modellerin uygunluğunun belirlenmesi için Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE) istatistiği (Oruç ve Eroğlu, 2017) değerinin %20’nin altında olmasına dikkat edilmiştir. Theil Eşitlik Katsayısı (Theil’s U) değerlerinin ise mümkün olduğunca 1’den küçük çıkması gerekmektedir (Özer ve İlkdoğan, 2013; Saner vd., 2018; Çakan, 2020). Ayrıca “Akaike Bilgi Ölçütü” (AIC), Hannan-Quinn Ölçütü” (HQC) ve Schwarz-Bayesçi Bilgi Ölçütü” (BIC) değerlerinin ise diğer modellere göre en düşük olanları dikkate alınmıştır (Yalta, 2011; Güler vd., 2017; Saner vd., 2018; Caner ve Engindeniz, 2020).

3. Bulgular

Üretici eline geçen süzme çam balı reel satış fiyatı serisine ait modelleme yapmadan önce serinin durağan olup olmadığı ADF Birim Kök testi ile denetlenmiştir. Sabit terimli ve eğilimli ADF Birim Kök testinden ortaya çıkan bulgulara göre fiyat değişkeninin %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde durağan olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1).

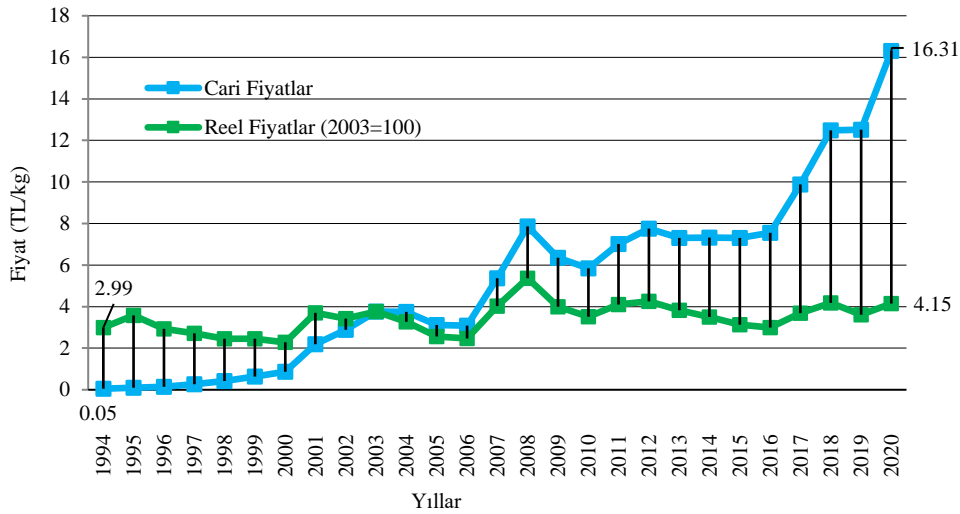
Çam balı fiyatlarına ait serinin öngörü modelinin oluşturulmasında serinin ACF ve PACF grafikleri de incelenmiştir. AR için p değerini PACF, MA için q değerini ise ACF vermektedir. Şekil 1'de görüldüğü gibi ACF'de ve PACF'de geometrik bir azalış sözü konusu değildir. Sadece ilk gecikme değerlerinin sınırlar dışında olduğu, diğer gecikme değerlerinin ise sınırlar içinde yer aldığı ve katsayıların

birbirleri ile ilişkisinin olmadığı anlaşıldığından, seride otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon bulunmamaktadır. Bu nedenle de serinin durağan olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Buna göre, Şekil 2'de fiyat serisi için PACF, AR için, ACF'de MA için olmak üzere 1. gecikmeye ait ilişki önemli olduğundan modelin ARMA (1,1) biçiminde kurulabileceği değerlendirilmiştir.

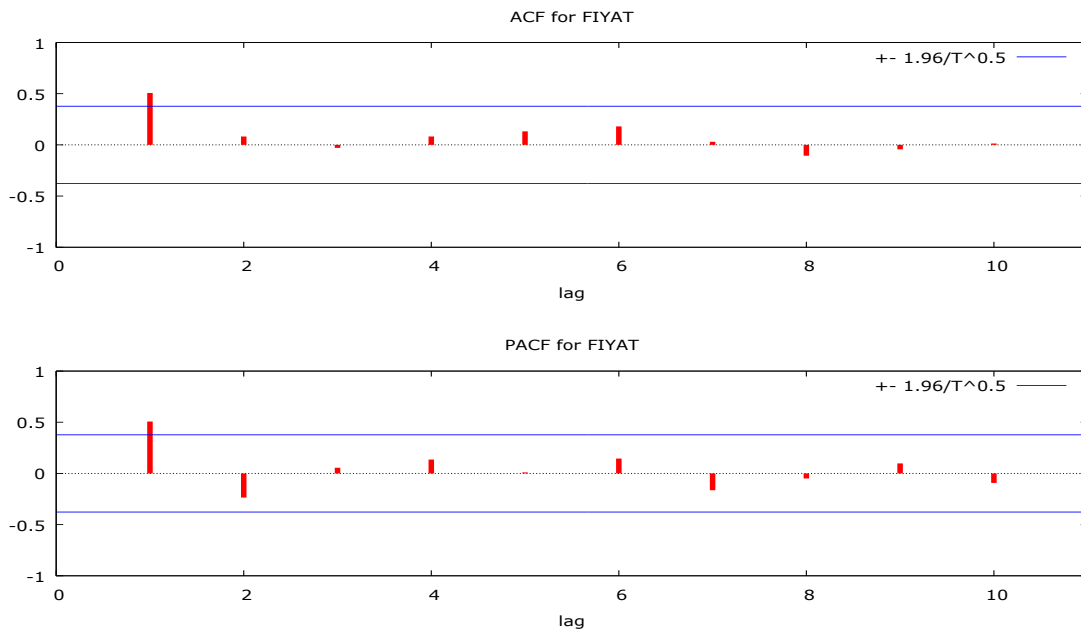
Çizelge 1. Çam balı fiyat serisine ait ADF birim kök testi sonucu

	Düzyey	t-istatistiği	p-değeri
ADF test istatistiği		-4,03838	
Testin kritik değerleri	% 1	-4.374307	0,007674***
	% 5	-3.603202	
	% 10	-3.238054	

***0,01 düzeylerinde anlamlı



Şekil 1. Ticaret borsaları süzme çam balı ağırlıklı ortalama üretici satış fiyatları (TL/kg) (*1994-2005 yılları arasındaki parasal değerlerden 6 sıfır atılarak dönüştürülmüştür)



Şekil 2. Çam balı fiyat serisinin ACF ve PACF dağılımı

Bu değerlendirmenin dışında birçok farklı ARMA modelleri de araştırılarak en iyi istatistiksel sonuç veren ARMA (1,2) modeli elde edilmiştir. ARMA (1,2) model sonuçlarına göre, tüm değişkenler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Ljung-Box istatistiğine göre (4. gecikme düzeyinde) 0,05 hata payı ile otokorelasyon sorunu tespit edilmemiş ($p=0,18>0,05$), fiyat hareketlerinin rassal bir seyir izlediği belirlenmiştir. Modelin MAPE değeri %14,65 olup belirtilen sınır (%20) içerisinde kalmaktadır. Theil Eşitlik Katsayısı 0,80 olarak hesaplanmış ve 1'den küçük olması nedeni ile çam balı üretici fiyat öngörüsü için uygun bir model olduğu ortaya çıkmıştır. Modele ilişkin sonuçlar Çizelge 2'de yer almaktadır.

Ancak modelden elde edilen kalıntı değerlerinin durağan olup olmadığını belirledikten sonra modelin doğruluğuna karar vermek amacıyla modele ait kalıntı değişkeni oluşturularak ADF Birim Kök testi uygulanmış ve "H₀ = birim kök vardır" hipotezi reddedilmiştir (Çizelge 3).

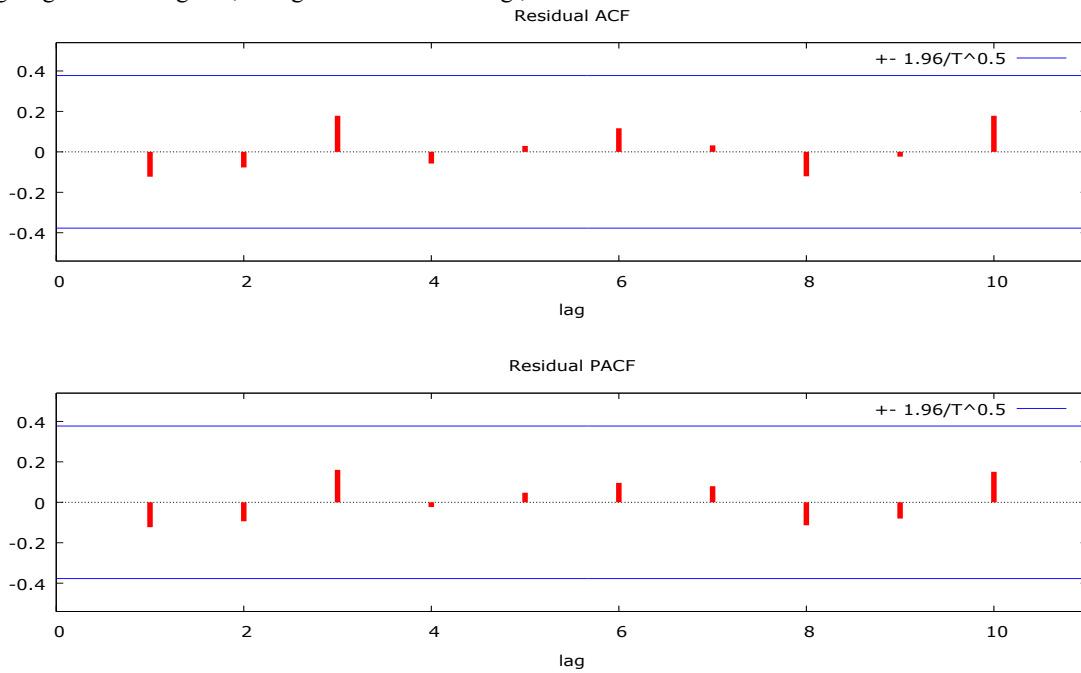
Diğer taraftan model kalıntı değerlerinin dağılımını belirlemek amacıyla Shapiro-Wilk normallik testi yapılmış ve hataların normal dağıldığı ($Z=0,96322$, $p=0,43625>0,05$) belirlenmiştir.

ARMA (1,2) modelinin kalıntı değerlerinin ACF ve PACF grafiği incelendiğinde; dalgalanmanın olmadığı,

anlamlılık sınırlarının aşılmadığı ve öngörü için uygun düzeylere sahip olduğu görülmektedir (Şekil 3). Bu değerlendirmeler ışığında çam balı üretici fiyat serisine ilişkin en uygun modelin ARMA (1,2) olduğu anlaşılmaktadır.

Tasarlanan ARMA modeli ile 1994-2020 yılları arasında kalan dönemde İTB, ATB ve MTB'de gerçekleşen çam balı ağırlıklı ortalama üretici reel satış fiyat verilerinden yararlanılarak 2021-2025 dönemi için öngörü yapılmıştır. Çam balı üretici reel satış fiyatları (2003=100) gerçekleşme ve öngörü grafiği Şekil 4'te gösterilmiştir.

Elde edilen sonuçlarına göre; ticaret borsalarında işlem gören çam balı üretici reel satış fiyatlarının 2021 yılından itibaren dalgalı bir yapı izleyerek azalma eğilimi göstereceği belirlenmiştir. 2023 yılında 3,26 TL/kg ile en düşük düzeye ulaştıktan sonra 2024 yılında %7,36 oranında artarak 3,50 TL/kg seviyesine gelmesi beklenen fiyatların, 2025 yılında %2,94 oranında tekrar azalacağı ve 3,40 TL/kg olacağı öngörülmüştür (Şekil 4). Gelecek beş yıl sonunda piyasada oluşması beklenen 3,40 TL/kg'lık fiyat ortalamasının ise, en son gerçekleşen 2020 yılı fiyat ortalamasından (4,15 TL/kg) %18,07 oranında daha az olduğu hesaplanmıştır.



Şekil 3. ARMA (1,2) modeli kalıntı değerlerine ilişkin ACF ve PACF dağılımı

Çizelge 2. Çam balı fiyat serisine ait ARMA (1,2) modeline ilişkin sonuçlar

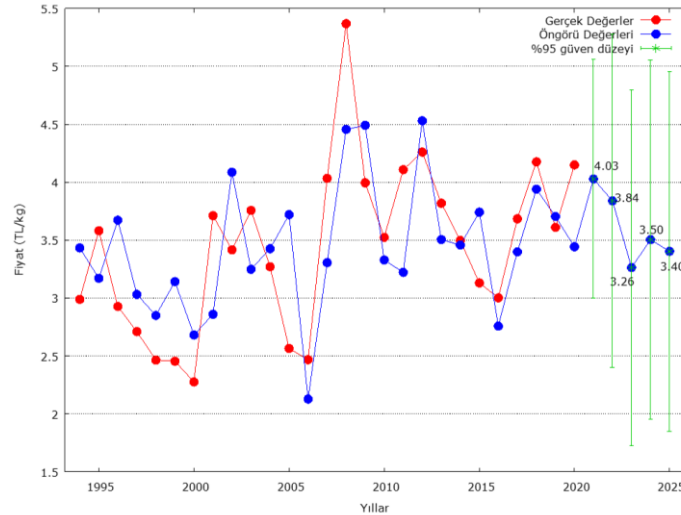
	Katsayı	Standart Hata	Z	p-değeri
Sabit	3,43272	0,232642	14,7554	<0,0001***
AR (1)	-0,41847	0,222787	-1,8783	0,0603*
MA (1)	1,39154	0,378709	3,6744	0,0002***
MA (2)	0,929004	0,549234	1,6915	0,0908*
AIC	55,49185	MAPE	14,653	
BIC	61,97103	Theil's U	0,79839	
HQC	57,41845	Ljung-Box Q (4)	1,79668	0,1801

***0,01 ve *0,10 düzeylerinde anlamlı

Çizelge 3. Fiyat modeline ilişkin kalıntı değerlerinin durağanlık testi

	ADF test istatistiği	p-değeri
Fiyat Modelinin Kalıntı Değeri	-5,97444	0,0002453***

***0,01 düzeylerinde anlamlı



Şekil 4. Çam balı üretici reel satış fiyatları (2003=100) gerçekleşme ve öngörü grafiği
Kaynak: Gerçek değerler İTB, ATB ve MTB yıllık bültenlerinden oluşturulmuştur (İTB, ATB, MTB, 2021).

4. Tartışma ve sonuç

Bu araştırmada İTB, ATB ve MTB’de tescil edilen süzme çam balı üretici satış fiyatları ağırlıklı ortalamasına ait 1994-2020 (27 yıl) yılları arasındaki dönem kapsayan veriler esas alınarak gelecek beş yıllık reel fiyat değerleri (2003=100) Box-Jenkins (ARMA) yöntemi kullanılarak öngörü yapılmıştır. Oluşturulan modellerden en iyi öngörü başarı ölçütlerine sahip olan ARMA (1,2) modeli kullanılmıştır. Yapılan çözümlere göre 2021 yılından itibaren çam balı üretici reel fiyatlarının düşeceği beklenmektedir. 2020 yılında 4,15 TL/kg olan ortalama reel fiyatın %18,07 oranında azalarak 2025 yılında 3,40 TL/kg seviyesine ineceği öngörülmüştür.

Girdi fiyatları artarken üreticinin bal satış fiyatının değişmemesi bir yana daha da düşmesi arcılık işletmelerinin bal üretimini bırakmasına yol açan önemli bir faktördür. Çam balı piyasasındaki fiyat değişimleri ve belirsizlikler sektörde beklenen olumlu gelişmeleri engellemektedir. Bu nedenle piyasanın öncelikli hedefi fiyat istikrarının sağlanması olmalıdır. Dolayısıyla, sektöre güvenilir bilgi sağlayacak, fiyatları dengeye getirecek bir sistem gereksinimi ortaya çıkmıştır. Tarım ürünlerindeki böyle bir ihtiyacın giderilmesi amacıyla 17.02.2005 tarihli ve 25730 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan 5300 sayılı Tarım Ürünleri Lisanslı Depoculuk Kanunu çıkarılmıştır (RG, 2005). Sonrasında ise 5300 sayılı Kanun çerçevesinde lisanslı depo işletmecilerince oluşturulan elektronik ürün senetleri ile vadeli işlem sözleşmelerinin ticaretinin yürütülmesini gerçekleştirmek üzere 06 Nisan 2017 tarih ve 30030 sayılı Resmî Gazete’de Türkiye Ürün İhtisas Borsası (TÜRİB) kurulmasına izin verilmiştir (RG, 2017).

Çam balı üretiminin fazla olduğu dönemde ürünün depolanması, az olduğu dönemde ise piyasaya arz edilmesine olanak veren ve ürün sahiplerinin mallarının kalitesini koruyan bir depolama sistemine gerek duyulmaktadır. Çam balının da lisanslı depolarda depolanabilecek ürün kapsamına alınıp, lisanslı depolarda bulunan ürünleri temsil eden elektronik ürün senedi ile kayıt altına alınarak TÜRİB’de işlem görmesi son derece önemlidir. Bununla birlikte, ürün sınıflarının yetkili laboratuvarlar tarafından belirlenmesini sağlayan, ürünlerin mülkiyetini temsil eden, finansmanını,

satışını ve teslimini gerçekleştirmeye yarayan ayrıca ticaretini kolaylaştıran bir oluşumun çam balı sektöründe yer alan tüm paydaşlar açısından olumlu yansımalarının olacağı söylenebilir.

Türkiye’de odun dışı orman ürünleri arasında ihracat açısından önemli bir yer tutan çam balı reel fiyatlarının öngörüsünün yapıldığı bu tür araştırmaların fiyat belirsizliklerinin azaltılması ve ileride oluşabilecek fiyatlar hakkında bilgi sahibi olunması gibi getirdiği yararların yanında üretim planlarının da sağlıklı bir şekilde oluşturulmasına olanak sağlayacağı düşünülmektedir.

Açıklama

Bu makale Orman Genel Müdürlüğü, Ege Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü’nce diğer çalışmaları kapsamında desteklenen ve Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı’nda yürütülen “Ürün İhtisas Borsasının Odun Dışı Orman Ürünlerine Uygulanabilirliği Üzerine Bir Araştırma: Çam Balı Örneği” isimli doktora tezinin bir bölümüdür. Araştırmaya verdikleri katkılar için İzmir Ticaret Borsası’na, Aydın Ticaret Borsası’na ve Muğla Ticaret Borsası’na teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Akay, E.Ç., Topal, K.H., Kızıllırsan, S., Bülbül, H., 2019. Türkiye konut fiyat endeksi öngörüsü: ARIMA, rassal orman ve arima-rassal orman. PressAcademia Procedia, 10(1): 7-11. DOI: 10.17261/Pressacademia.2019.1134.
- Akdağ, M., Yiğit, V., 2016. Box-Jenkins ve yapay sinir ağı modelleri ile enflasyon tahmini. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 30(2): 269-283.
- Akyol, A., Cazağ, S.N., 2018. Arcılığın geliştirilmesine yönelik arı yetiştiricilerinin beklenti ve değerlendirmeleri. 1st International Symposium on Silvopastoral Systems and Nomadic Societies in Mediterranean Countries, 22-24 October, Isparta, Turkey, pp. 329-340.
- Arslan, M.,B., 2019. Basra Böceği (*Marchalina hellenica* Genn.)’nin konuk olduğu ve olmadığı kızılçam (*Pinus brutia* ten.) ağaçlarının kabuk ve ibrelerinin bazı ekstraktif bileşenlerinin incelenmesi, Doktora Tezi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Isparta.
- Ataseven, B., 2013. Yapay sinir ağı ile öngörü modellemesi. Öneri Dergisi, 10(39): 101-115.
- ATB, Aydın Ticaret Borsası, Yıllık bültenler 2021. <https://aydinticaretborsasi.org.tr/>. Erişim: 10.04.2021.

- Bacandritsos, N., Saitanis, C., Papanastasiou, I., 2004. Morphology and life cycle of *Marchalina hellenica* (Gennadius) (Hemiptera: Margarodidae) on pine (Parnis Mt.) and fir (Helmos Mt.) forests of Greece. *Annales de la Société Entomologique de France*, 40(2): 169-176. DOI: 10.1080/00379271.2004.10697413.
- Bars, T., Uçum, İ., Akbay, C., 2018. ARIMA modeli ile Türkiye fındık üretim projeksiyonu. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21 (Özel Sayı): 154-160. DOI: 10.18016/ksutarimdog.v21i41625.473029.
- Bayramoğlu, M.M., 2018. Türkiye’de oduna dayalı orman ürünleri üzerine bir araştırma: Zaman serisi analizi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 19(1): 18-26, ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X. DOI: 10.17474/artvinofd.333344.
- Berk, A., Uçum, İ., 2019. "Türkiye'nin nohut üretiminin ARIMA modeli ile tahmini. *İğdir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(4): 2284-2293. DOI: 10.21597/jist.544619.
- Burucu, V., Gülse Bal, H., 2017. Türkiye’de arıcılığın mevcut durumu ve bal üretim öngörüsü. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 3(1): 28-37.
- Caner, C.B., Engindeniz, S., 2020. Türkiye’de pamuk üretiminin ARIMA modeli ile tahmini. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 26(1): 63-70. DOI: 10.24181/tarekoder.681079.
- Çamoğlu, S., Akıncı, M., 2012. Türkiye’de sektörel banka kredilerinin gelişimi: Bir zaman serisi analizi. *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19(1): 193-210.
- Çakan, V., 2020. Türkiye yaş incir üretimi ve kuru incir ihracatı için öngörü: Arima modeli yaklaşımı. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(3): 357-368. DOI: 10.33462/jotaf.684893.
- Çelik, Ş., 2015. Türkiye’de bal üretiminin zaman serileri ile modellenmesi. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19(3): 377-382.
- Çevrimli, M., Sakarya, E., 2019. Arıcılık ekonomisine giriş ve saha verileri ile bir değerlendirme. *Veteriner Farmakoloji ve Toksikoloji Derneği Bülteni*, 10(1): 40-48. ISSN:1309-4769.
- Çevrimli, M., Arıkan, M., Tekindal, M., 2020. Honey price estimation for the future in Turkey; example of 2019- 2020. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 67(2): 143-152. DOI: 10.33988/auvfd.570790.
- Çukur, F., Kızılaslan, N., Kızılaslan, H., 2019. Honey production and marketing in Tokat province, 3rd International Conference on Food and Agricultural Economics, 25-26th April, Alanya, Turkey, pp. 224-234.
- Dickey, D.A., Fuller, W.A., 1981. Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica*, 49(4): 1057-1072.
- EİB, 2021. Ege İhracatçı Birlikleri, Su ürünleri ve hayvansal mamüller aylık raporları, Ocak-Aralık 2020, <http://www.eib.org.tr/>, Erişim: 01.04.2021.
- Erturan, M.B., 2017. Zaman serileri için optimize ARIMA - YSA Hibrit modeli ve finansal Zaman serileri ile örnek uygulamalar. Doktora tezi, Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antalya.
- Esen, N., 2016. Türkiye'nin ağaç ve orman ürünleri ihracat ve ithalat değerlerinin Box-Jenkins ve yapay sinir ağları yöntemleri ile tahmin edilmesi ve karşılaştırılması. Doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Göksu, E., Adanacioğlu, H., 2018. Türkiye’de odun dışı orman ürünlerinde doğrudan pazarlama. *Türkiye Ormanlık Dergisi*, 19(2): 210-218. DOI: 10.18182/tjf.414125.
- Güler, D., Saner, G., Naseri, Z., 2017. Yağlı tohumlu bitkiler ithalat miktarlarının ARIMA ve yapay sinir ağları yöntemleriyle tahmini. *Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(1): 60-70.
- İTB, İzmir Ticaret Borsası, Yıllık Bültenler 2021. <https://itb.org.tr/>, Erişim: 21.03.2021
- Kadirhanogulları, İ., 2016. İğdir ili arıcılarının sosyo-ekonomik durumu. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 16(1): 2-11. DOI: 10.31467/uluaricilik.379245.
- Kayacan, B., Kara, O., Ucal, M.Ş., Öztürk, A., Bali, R., Koçer, S., Kaplan, E., 2013. An econometric analysis of imported timber demand in Turkey. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 11(1): 791-794.
- Korkmaz, M., 2016. Muğla Kızılcım Ormanlarında Arıcılık: Sosyo-Ekonomik Değerlendirme, Muğla Kızılcım Ormanlarında Arıcılık Ormancılık İlişkileri (Ed: Avcı, M., Korkmaz, M.), MAYBİR, ISBN 978-605-66673-0-5, s: 122-142.
- Kurt, R., Imren, E., Cabuk, Y., Karayılmazlar, S., 2018. Estimation of global wood pellet production as a renewable energy source by ARIMA method. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(7): 5147-5152.
- Kurt, R., Karayılmazlar, S., 2019. Türkiye mantar üretimi ve ARIMA (Box-Jenkins) ile projeksiyonu. *Ormanlık Araştırma Dergisi*, 6(1): 72-76. DOI: 10.17568/ogmoad.461534.
- Ljung, G.M., Box, G.E.P., 1978. On a measure of lack of fit in time-series models. *Biometrika*, 65(2): 297-303. <https://doi.org/10.1093/biomet/65.2.297>.
- MTB, Muğla Ticaret Borsası, Yıllık bültenler 2021. <http://www.muqlaticaretborsasi.org.tr>, Erişim: 01.04.2021.
- OGM, 2021., Orman Genel Müdürlüğü, Ormanlık İstatistikleri 2019, <https://www.ogm.gov.tr>, Erişim: 21.03.2021.
- Onuç, Z., Yanar, A., Saner, G., Güler, D., 2019. Arıcılık faaliyetinin ekonomik yönü üzerine bir analiz: İzmir-Kemalpaşa ilçesi örneği/Türkiye. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 56(1): 7-14, DOI: 10.20289/zfdergi.420370.
- Oruç, K.O., Eroğlu, Ş.Ç., 2017. Isparta ili için doğal gaz talep tahmini. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(1): 31-42.
- Özer, O.O., İlkdoğan, U., 2013. Box-Jenkins modeli yardımıyla dünya pamuk fiyatının tahmini. *Namık Kemal Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(2): 13-20.
- Özer, O.O., Yavuz, G.G., 2014. Box-Jenkins modeli yardımıyla fındık fiyatının tahmini. XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 03-05 Eylül, Samsun, pp. 1689-1694.
- Öztürk, C., Subaşı, O.S., Uysal, O., Seçer, A., Alemdar, T., Ören, M.N., 2014. Akdeniz Bölgesinde Arıcılık İşletmelerinin Teknik ve Ekonomik Yapısının Belirlenmesi. *Proje Sonuç Raporu, TAGEM, TEPGE Yayın No:254, ISBN: 978-605-9175-24-1, 39 s.*
- RG, 2005. Tarım Ürünleri Lisanslı Depoculuk Kanunu (5300 sayılı). *T.C. Resmi Gazete*, 25730, 17 Şubat 2005.
- RG, 2017. Türkiye Ürün İhtisas Borsası Anonim Şirketinin Kurulmasına İzin Verilmesi Hakkında Karar T.C. Resmi Gazete, 30030, 06 Nisan 2017.
- Saner, G., Adanacioğlu, H., Naseri, Z., 2018. Türkiye’de bal arzı ve talebi için öngörü. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 24(1): 43-51, DOI 10.24181/tarekoder.449992.
- Şen, G., Güngör, E. 2018. Determination of the seasonal effect on the auction prices of timbers and prediction of future prices. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 20(2): 266-277.
- Şengül, Z., 2020. Ege bölgesinde arıcılık yapan işletmelerin sürdürülebilirlik yönünden değerlendirilmesi. Doktora tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Tatoğlu, F.Y., 2018. Panel Veri Ekonometrisi. Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., Yayın No:3802, İşletme-Ekonomi Dizisi: 979, İstanbul, ISBN: 978-605-242-281-6, 334 s.
- TÜİK, 2021., Türkiye İstatistik Kurumu, Hayvansal üretim istatistikleri (yıllık), <https://data.tuik.gov.tr>, Erişim: 26.03.2021.
- Uçum, İ., 2016. ARIMA modeli ile Türkiye soya üretim ve ithalat projeksiyonu. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 2(1): 24-31.
- Ülgentürk, S., Civelek, H.S., Şahin, Ö., Evren, H., Sarıbaşak, H., 2012. Çam Pamuklu Koşnili Biti *Marchalina hellenica* Genn. (Hemiptera: Margarodidae)’nın Biyo-Ekolojisi, Ege ve Akdeniz Bölgesindeki Yayılış Alanları. *TÜBİTAK-TOVAG-1080359 Proje Sonuç Raporu*, 144 s.
- Ülgentürk, S., Özdemir, İ., Kozar, F., Kaydan, M., Dostbil, Ö., Sarıbaşak, H., Civelek, H., 2014. Honeydew producing insect species in forest areas in Western Turkey. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 3(4): 125-133, ISSN 2146-975X.
- Yalta, T.A., 2011. Ekonometri 2 Ders Notları, TÜBA, Türkiye Bilimler Akademisi, Açık Ders Malzemeleri Projesi, Sürüm 2.0, <http://yalta.etu.edu.tr>, Erişim: 01.04.2021, 180 s.
- Yıldız, M., Atış, E., 2019. Türkiye organik incir ihaç fiyatının arma yöntemi ile tahmini. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 25(2): 141-147. DOI: 10.24181/tarekoder.583972.

Ormanlık kooperatiflerine yönelik algı ve beklentiler: Yenice Orman İşletmesi örneği

İsmet Daşdemir^{a*}, Akif Karcı^b

Özet: Türkiye’de ormanlık kooperatifleri kırsal kalkınmada ve ormanların sürdürülebilir yönetiminde önemli bir role sahiptir. Bu çalışma, önemli bir paydaş olan orman köylülerinin ormanlık kooperatiflerine yönelik algı ve beklentilerini Yenice Orman İşletmesi örneğinde incelemek, değerlendirmek ve böylece ormanlık kooperatiflerinin etkinliğini artırmak ve alınması gereken önlemleri ortaya koymak amacıyla ele alınmıştır. Çalışma Yenice Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Göktepe ve Kayadibi Orman İşletme Şeflikleri sınırları içindeki 9 orman köyünde yürütülmüştür. Veriler, 123 orman köylüsü ile yüz yüze görüşme usulüyle yapılan anket çalışmasıyla elde edilmiştir. Verileri değerlendirmek için betimleyici istatistikler, Kruskal-Wallis H-Testi ve nonparametrik korelasyon analizi kullanılmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda; orman köylülerinin ormanlık kooperatiflerine yönelik toplam algı düzeyinin “orta düzeyde” (132,27 puan) olduğu, “beklenti” ve “farkındalık” algısının çok yüksek, buna karşılık kooperatiflerin “yönetim anlayışı” ve “yeterliliği” algısının çok düşük olduğu saptanmıştır. Kooperatiflere yönelik toplam algı düzeyinin orman köylülerinin yaşına, cinsiyetine, medeni haline, eğitim düzeyine ve ailedeki birey sayısına göre farklı olmadığı, ancak anket yapılan orman köylerine, orman köylülerinin kooperatifle olan ilişkisine (üye, üye değil, yönetici) ve ailenin aylık gelir miktarına göre farklar gösterdiği saptanmıştır. Ayrıca ormanlık kooperatiflerinin sorunları ve çözüm önerileri ortaya konulmuş ve daha etkili, başarılı olabilmeleri, böylece ormanların sürdürülebilir yönetimine ve kırsal kalkınmaya katkı sağlamaları için bazı öneriler geliştirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Algı ve itibar, Orman köylüsü, Ormanlık kooperatifi (Tarımsal kalkınma kooperatifi), Yenice Orman İşletmesi, Türkiye

Perceptions and expectations of forestry cooperatives: The case of Yenice Forest Enterprise

Abstract: Forestry cooperatives have an important role in rural development and sustainable management of forests in Turkey. The aim of this study was to examine and evaluate the perceptions and expectations of forest villagers who are important stakeholders towards forestry cooperatives in the example of Yenice Forest Enterprise and thus to increase the efficiency of forestry cooperatives and to reveal the necessary measures. The study was carried out in the 9 forest villages within the boundaries of the Göktepe and Kayadibi Forestry Chiefdoms affiliated to the Yenice Forest Enterprise Directorate. The data were obtained via a face-to-face interview with 123 forest villagers. Descriptive statistics, Kruskal-Wallis H-Test, and nonparametric correlation analysis were used to evaluate the data. As a result of the evaluations; it was determined that the total perception level of forest villagers towards forestry cooperatives was “moderate” (132.27 points), the perception of “expectation” and “awareness” was very high, whereas the perception of “management mentality” and “adequacy” of cooperatives was very low. It was found that the total perception level of cooperatives was not different according to the age, gender, marital status, education level, and the number of individuals in the family, but according to the surveyed forest villages, the relationship of forest villagers with the cooperatives (member, not member, manager) and the amount of monthly income of the family showed differences. In addition, the problems and solution proposals of forestry cooperatives were put forward and some suggestions were developed in order to be more effective and successful, thus contributing to the sustainable management of forests and rural development.

Keywords: Perception and reputation, Forest villager, Forestry cooperative (Agricultural development cooperative), Yenice Forest Enterprise, Turkey

1. Giriş

Sürdürülebilir kalkınma kapsamında; orman kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi, bu kaynaklardan hem bugünkü hem de gelecek nesillere optimal faydalar sağlanması, kırsal kalkınmaya destek olunması, orman köylülerinin geçim kaynaklarının artırılması ve ormanlara yönelik baskıların azaltılması önem arz etmektedir. Türkiye’de orman köylülerinin kalkındırılmasını sağlamak

ve böylece orman kaynaklarının sürdürülebilir yönetimine katkı sağlamak amacıyla 1970 yılında Orman ve Köy İlişkileri Genel Müdürlüğü (ORKÖY) kurulmuştur. ORKÖY’ün esas kuruluş amacı; *ormanların korunmasına genişletilmesine, geliştirilmesine, işletilmesine ve orman köylülerinin ekonomik, sosyal ve kültürel gelişimlerine katkıda bulunmak için kalkınma hazırlamak, etüt, araştırma, plan, proje ve programlar hazırlamak, kredi ve yardım kaynaklarını en iyi şekilde kullanarak ekonomik güç,*

^a Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Bartın, Türkiye

^b Yenice Orman İşletme Müdürlüğü, Karabük, Türkiye

* **Corresponding author** (İletişim yazarı): isdasdemir@hotmail.com

✓ **Received** (Geliş tarihi): 21.02.2021, **Accepted** (Kabul tarihi): 19.03.2021



Citation (Atıf): Daşdemir, İ., Karcı, A., 2021. Ormanlık kooperatiflerine yönelik algı ve beklentiler: Yenice Orman İşletmesi örneği. Turkish Journal of Forestry, 22(2): 117-127. DOI: [10.18182/tjf.884318](https://doi.org/10.18182/tjf.884318)

devlet-köylü işbirliği ve sosyal dayanışma sağlamak amacıyla kooperatiflerin kurulmasına ve faaliyetlerine yardımcı olmak ve böylece orman üzerindeki olumsuz baskıları azaltmaktır (Acun, 1983; Çağlar, 1986; Daşdemir, 2002). ORKÖY'ün kuruluşu aynı zamanda kırsal kalkınmayı sağlamak amacı ile ormancılık kooperatiflerinin kuruluşunu sağlamış ve ormancılıkta kooperatifleşme başlamıştır. Böylece köyler bazında orman köylerini kalkındırma kooperatifleri kurulmuştur.

Türkiye'nin toplam orman alanı yaklaşık 22,6 milyon ha olup, bu alan toplam karasal alanın %28'ine karşılık gelmektedir (OGM, 2018). Türkiye'de orman içinde ve orman kenarında 22.847 yerleşim yeri bulunmakta ve buralarda yaklaşık 6,8 milyon orman köylüsü yaşamaktadır (OGM, 2018). Orman köylerinde yaşayan bireyler sosyoekonomik zorluklar karşısında hayatlarını ikame ettirebilmeleri için ormanlardan yasadışı yararlanmalara neden olmaktadır (OGM, 2015). Hem yasadışı yararlanmaların azaltılması hem de orman kaynaklarının sürdürülebilir yönetiminin sağlanması için, orman köylülerinin kalkındırılması ve bu amaçla örgütlü hareket etmelerinin sağlanması önemlidir. Örgütlü hareket etmeleri konusunda orman köylerini kalkındırma kooperatifleri önemli bir role sahiptir.

Orman köylerini kalkındırma kooperatiflerinin asıl kuruluş amacı; orman köylüsünün olumsuz yaşam koşullarını iyileştirmek, onların sosyoekonomik sorunlarını çözmek, gönenç düzeyini yükseltmek ve böylece yoksul orman köylülerinin kalkındırılmasına olanak oluşturarak orman kaynakları üzerindeki sosyoekonomik baskıları azaltmaktır. 1989 yılında çıkarılan 3476 sayılı yasayla sayıları 2020 olan orman köylerini kalkındırma kooperatifleri ova köylerindeki köy kooperatifleriyle birleştirilerek çok amaçlı Tarımsal Kalkınma Kooperatifi adıyla yeni bir hukuki yapı (model) içinde toplanmıştır (Daşdemir, 2002). Ancak bu çalışmada "Ormancılık Kooperatifi" deyimini "Tarımsal Kalkınma Kooperatifi" ile aynı anlamda kullanılmıştır. Ormancılık kooperatifleri orman köylülerinin kalkındırılmasına yönelik bir birlik olmuş ve pek çok çalışma gerçekleştirmiştir. Ancak ormancılık kooperatiflerinin sürdürülebilirliği ve başarılı çalışmalar yapabilmeleri, pek çok faktörün yanında kooperatiflerin yerel halk (paydaş) tarafından nasıl değerlendirildiğine, algılandığına ve dolayısıyla kurumsal itibarının ne olduğuna da bağlıdır.

Türk Dil Kurumuna göre itibar; saygı görme, değerli ve güvenilir olma durumu, saygınlık ve prestij şeklinde tanımlanmaktadır (TDK, 1992). Diğer yandan yerli ve yabancı literatürde itibar kavramı çeşitli şekillerde tanımlanmıştır. Buna göre Yurtsever'e (2013) atfen itibarla ilgili olarak şu tanımlar verilmektedir: İtibar, bir kişiye veya nesneye dışarıdan gösterilen saygı, hürmet anlamındadır (Marconi, 2001). İtibar, kamuoyunun bir algılaması olup, bir değer ve çok pahalı bir varlıktır (Ersoy, 1996). İtibar, kurumsal değerlerle toplumun değerleri arasındaki etkileşimin bir ürünüdür (Sherman, 1999). İtibar kavramı kurumun, kamuoyu tarafından nasıl algılandığı, diğer bir ifadeyle kendisine biçilen değerle ilgilidir. Bu durumda itibar kavramı için önemli olan iki gerçek söz konusudur: Birincisi kurumun çevresini oluşturan paydaşın önemi, ikincisi ise bu kitlelerin kurumun itibarlı olduğuna inanmaları sonucu oluşan kurumun güvenilirliğidir (Ülger, 2003). Bu tanımlardan da anlaşılacağı üzere itibar ile algı arasında bir ilişki vardır ve itibar bir kurumun kamuoyu

veya paydaşlar tarafından nasıl algılandığının bir göstergesidir. Kurumlara yönelik itibar arttıkça, o kurumun sürekliliği ve dayanıklılığı artmaktadır.

Genel olarak çeşitli kurumlara yönelik algıyı ve kurumsal itibarı ölçmek amacıyla pek çok çalışma yapılmıştır (Erdoğan vd., 2006; Coşgun vd., 2008; Bakan ve Kefe, 2012; Yurtsever, 2013; Gezmen, 2014; Yılmaz, 2015; Yılmaz ve Gedik, 2019). Ayrıca halkla ilişkilerde itibar yönetimi (Uzunoğlu ve Öksüz, 2008; Karatepe, 2008; Ural, 2002), kriz yönetiminde itibar (Taşkın, 2010; Akdoğan ve Cingöz, 2017), kurumsal itibarın insan kaynakları, etik-performans, kurumsal kültür, kurumsal kimlik ve imajla ilişkisi (Öksüz, 2008; Sayılı vd., 2009; Kara, 2014) ve kurumsal itibarın yeşil pazarlamadaki rolü (Tuncoğlu, 2009) konularında bazı çalışmalar yapılmıştır. Bu kapsamda orman köylerinde kooperatifçilik (Muallaoglu, 1986; Ünver, 1993; Yılmaz, 1993), kooperatif kuruluşlarında başarının artırılması (Yıldırım, 1992), ormancılık kooperatiflerini kırsal kalkınma açısından değerlendirilmesi (Cığerci, 1993; Daşdemir, 2002; İnan, 2002; Atmış vd., 2009), sorunlarının ve çözüm önerilerini belirlenmesi (Günşen, 2006) ve orman köylerinde kooperatifçiliğin çeşitli açılardan incelenmesi (Toksoy vd., 2009; Alkan ve Demir, 2013) amacıyla bazı çalışmalar yapılmasına rağmen, ormancılık kooperatiflerinin paydaşları tarafından nasıl algılandığı ve dolayısıyla kurumsal itibarının saptanması amacıyla yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır. Türkiye'de ormancılık kooperatifleri kırsal kalkınmada ve ormanların sürdürülebilir yönetiminde önemli bir role sahiptir. Ormancılık faaliyetleri ile orman köylülerine geçim kaynağı oluşturulmasında ormancılık kooperatifleri önemli bir araçtır. Ormancılık teşkilatının orman köylüsüyle olan ilişkilerinde, ormancılık kooperatiflerinin köprü görevi gördüğü söylenebilir. Bu köprü görevinden dolayı hem ormancılık teşkilatının hem orman köylülerinin ormancılık kooperatiflerinden beklentileri oldukça fazladır. Dolayısıyla ormancılık kooperatiflerinin önemli bir paydaşı olan orman köylüleri tarafından ormancılık kooperatiflerinin nasıl algılandığı (itibarını) ve beklentilerini ortaya koymak bilime ve uygulamaya katkı sağlayacaktır.

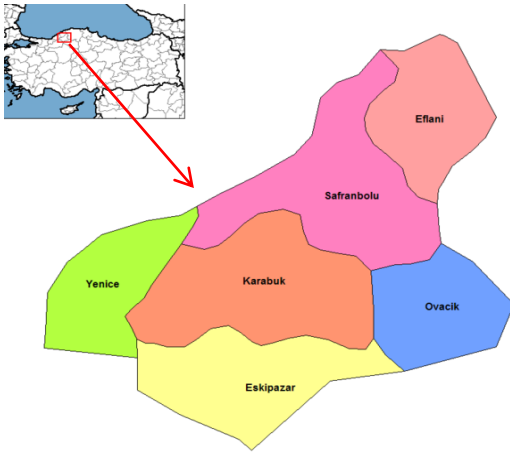
Bu çalışmayla Yenice Orman İşletmesi faaliyet alanındaki ormancılık kooperatiflerinin orman köylülerinde bıraktığı itibar, yarattığı algı ve köylülerin ormancılık kooperatiflerinden beklentileri belirlenmeye çalışılmıştır. Orman serveti ve çeşitliliği oldukça fazla olan, geçiminin büyük bölümünü ormancılık faaliyetlerinden sağlayan Yenice ilçesinde neredeyse tek geçim kaynağı olan ormancılık faaliyetleri kooperatifler aracılığıyla yapılmaktadır. Bu nedenle ilçede kooperatiflere daha fazla görev ve sorumluluk düşmekte ve beklentiler de o derece artmaktadır. Buna göre çalışmada; ormancılık kooperatiflerinin orman köylülerinde yarattığı algı bileşenlerinin (farkındalık, memnuniyet düzeyi, yeterlilik, etki düzeyi, yönetim anlayışı, ilişkiler ve beklentiler) düzeyi ve toplam algı düzeyinin bazı sosyoekonomik özelliklere göre farklı olup olmadığı saptanmıştır. Orman köylülerinin bakış açısıyla ormancılık kooperatiflerinin sorunları, çözüm önerileri ve beklentileri belirlenmiş, bunlara göre ormancılık kooperatiflerinin daha etkili ve başarılı olabilmesine yönelik bazı öneriler geliştirilmiştir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Araştırma alanı

Araştırma alanı, ormancılık faaliyetleri ve ormancılık kooperatifleri açısından yoğun olan Karabük iline bağlı Yenice ilçesi seçilmiştir (Şekil 1). İl merkezine 33 km mesafede bulunan ve toplam 1150 km²'lik bir alana sahip olan Yenice'nin %85'i verimli ormanlarla kaplıdır. Arazi yapısı Batı Karadeniz Bölgesinin karakteristik özelliklerini taşır. Düz ve ova niteliğinde arazi yok denecek kadar azdır. Deniz seviyesinden 130 metre yüksekliğe konumlanan ilçenin doğal yapısı, özgün bitki örtüsü ve yaban hayatı önemli bir çeşitlilik içerir. İlçeye hayat veren Yenice Irmağı, yerleşim merkezinin içinden geçerek, ilçe topraklarını iki parçaya böler. Araç ve Soğanlı Çaylarının birleşmesiyle oluşan Yenice Irmağı, Zonguldak ili sınırları içinde Filyos Irmağı adıyla Karadeniz'e dökülür (YK, 2019).

İlçenin ekonomisi ormana dayalı olup, ilçede irili ufaklı orman ürünleri üretim ve satışı yapan tesisler bulunmaktadır. Son yıllarda mobilya ve sandalye üretim tesisleri büyük gelişme göstermeye başlamıştır. Hediyeelik eşya sektörüne yönelik ağaç ürünlerinden baston, ağaç kaşık ve maket yenice evi yapılmaktadır. Bunun yanı sıra, özellikle son dönemde turizm sektörünü geliştirme çalışmaları devam etmektedir (YK, 2019).



Şekil 1. Yenice ilçesinin konumu (Wikipedi, 2020)

Yenice Orman İşletme Müdürlüğü, Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı olup, Bakraz, Balıksık, Camıyanı, Çitdere, Göktepe, Karakaya, Kavaklı, Kayadibi, Kızılkaya, Sarıot, Şimşirdere ve Yenice Orman İşletme Şefliği olmak üzere toplam 12 adet orman işletme şefliği ve İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne bağlı Yaylacık Araştırma Ormanı Mühendisliğine sahiptir (Çizelge 1; YOİM, 2019).

Yenice Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içinde 1 ilçe (Yenice), 1 belde (Yortan), orman kanununun 31. madde kapsamına giren 31 adet ve 32. madde kapsamına giren 2 adet olmak üzere toplam 33 adet orman köyü bulunmaktadır. Bu köylerde yaşayan nüfus 10.086'dır. Bunun %51,5'i erkek, %48,5'i kadındır (TÜİK, 2018). Yenice ilçesinde bulunan köylerde ormancılık işleriyle uğraşan toplam 33 adet tarımsal kalkındırma kooperatifi faaliyet göstermektedir.

Bu araştırma Göktepe Orman İşletme Şefliği ve Kayadibi Orman İşletme Şefliği sınırları içinde kalan köylerde yapılmıştır. Göktepe Orman İşletme Şefliğinin alanı toplam 9015,60 ha olup, bunun 6547,40 ha'ı normal alan, 427,70 ha'ı bozuk alan ve 1551,10 ha'ı ise ormansız alandır. Göktepe Orman İşletme sınırları içinde Kayadibi, Bağbaşı, Kale, Yamaç, Yeşilköy ve Ören olmak üzere 6 adet köy bulunmaktadır. Kayadibi Orman İşletme Şefliğinin alanı ise 6012,30 ha normal alan, 1091,60 ha bozuk alan ve 673 ha ormansız alan olmak üzere 8017,90 ha'dır. Kayadibi Orman İşletme Şefliği sınırları içinde İbrıcak, Kayaarkası ve Yeniköy köyleri olmak üzere 3 adet köy bulunmaktadır (YOİM, 2019). Böylece toplam 9 köyde araştırma yürütülmüştür.

2.2. Araştırma verileri

Yenice Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Göktepe ve Kayadibi Orman işletme şeflikleri çalışma alanındaki orman köylerinde yapılan bu çalışmada; materyal olarak 123 orman köylüsü üzerinde uygulanan anketlerden elde edilen veriler kullanılmıştır. Verileri elde etmek için dört bölümden (1.Sosyoekonomik Özellikler – 9 soru, 2.Algı Düzeyi Ölçeği – 38 soru, 3.Sorunlar ve Çözümler, 4.Düşünceler ve Beklentiler) oluşan bir anket formu geliştirilmiştir. Bu anket formu geliştirilirken daha önce benzer amaçla yapılmış bazı çalışmalardan da yararlanılmıştır. Böylece yörenin ve ormancılık kooperatiflerinin özelliklerine uygun hazırlanan bir anket formu uygulanmıştır. Anket formunun;

Çizelge 1. Yenice Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı işletme şefliklerinin alan özellikleri

İşletme şefliği	Normal alan (ha)	Bozuk alan (ha)	Toplam alan (ha)	Ormansız alan (ha)	Genel alan (ha)
Bakraz	41474,40	92,80	4267,20	0,00	4293,20
Balıksık	3542,70	867,00	4409,70	3234,70	9025,10
Camıyanı	5145,50	480,22	5625,70	1168,50	6850,30
Çitdere	5741,80	222,30	5964,10	2,50	6091,20
Göktepe	6947,40	427,70	7375,10	1551,10	9015,60
Karakaya	7537,90	1205,90	8743,80	208,30	8993,90
Kavaklı	4096,10	362,20	4458,30	165,80	4644,10
Kayadibi	6012,30	1091,60	7103,90	673,00	8017,90
Kızılkaya	6713,00	514,40	7227,40	523,80	7827,30
Sarıot	7582,90	176,60	7759,50	0,00	7767,60
Şimşirdere	5726,50	358,70	6085,20	97,80	6222,20
Yenice	8754,80	1125,60	9880,40	2128,20	12845,40
Yaylacık	5105,60	115,30	5220,90	0,00	5250,10
Toplam	77080,90	7040,30	84121,20	9753,70	96843,90

1. Sosyoekonomik Özellikler Bölümünde; anket yapılan kişinin köyü, kooperatif üyelik durumu, ikamet yeri, yaşı, cinsiyeti, medeni hali, eğitim düzeyi, ailedeki birey sayısı, ailenin aylık gelir miktarı şeklinde 12 soru yer almıştır.
2. Algı Düzeyi Ölçeği Bölümünde; yörenin ve kooperatiflerinin özelliklerine göre geliştirilmiş ve kooperatiflere yönelik algı düzeyini çeşitli yönleriyle (farkındalık, memnuniyet düzeyi, yeterlilik, etki düzeyi, yönetim anlayışı, ilişkiler ve beklentiler bileşenleri itibarıyla) ölçen 5'li Likert Ölçeğine göre hazırlanmış 38 soru yer almıştır. 5'li Likert Ölçeğindeki puanlar; 1: Hiç memnun değilim, 2: Az memnunum, 3: Orta düzeyde memnunum 4: Fazla memnunum 5: Çok Fazla memnunum şeklinde anlamlandırılmıştır.
3. Bölümünde; ormancılık kooperatiflerinin sorunları ve çözüm önerileri, 4. Bölümünde ise; ormancılık kooperatiflerinin kırsal kalkınmada ve ormanların sürdürülebilir yönetiminde daha etkin rol alabilmesi için kooperatiflerin yapılanması, yönetim şekli ve görevleriyle ilgili düşünceler ve beklentiler yer almaktadır.

2.3. Örneklem büyüklüğü ve veri toplama

Araştırmanın yürütüldüğü Yenice Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Göktepe ve Kayadibi orman işletme şefliklerindeki 9 orman köyünün (Bağbaşı, Derebaşı, Ibrıcak, Kale, Kayadibi, Örenköy, Yamaçköy, Yeniköy, Yeşilköy) nüfusu 2.399'dur. Ancak ankete katılanların reşit olması gerektiğinde 18 yaş ve üzerinde olan nüfus 1.919'dur (TÜİK, 2018). Buna göre her köyden kaç kişiyle görüşüleceği %95 güven düzeyi ve %10 hata kabul oranı ile sınırlı toplumlarda örnek büyüklüğünü veren aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Lemeshow vd., 1990; Orhunbilge, 2000; Daşdemir, 2019);

$$n \geq \frac{Z^2 \times N \times p \times q}{N \times D^2 + Z^2 \times p \times q}$$

Burada; n: Örnek büyüklüğünü, Z: Güven katsayısını (%95'lik güven düzeyi için Z=1,96), N: Ana kütle büyüklüğünü (1.919), p: Ölçülmek istenilen özelliğin ana kütlede bulunma olasılığını (0,5), q: Ölçülmek istenilen özelliğin ana kütlede bulunmama olasılığını (0,5), D: Kabul edilen örnekleme hatasını (0,10) göstermektedir.

Bu formüle göre n değeri hesaplanmış ve en az 92 orman köylüsü ile anket yapılması gerektiği belirlenmiştir. Ancak çalışmada bu sayı aşılarak toplam 123 kişi ile anket yapılmıştır. Her bir köyde anket yapılacak kişi sayısı ise $123/1.919=0,06$ oranına göre belirlenmiştir (Çizelge 2). İstatistiksel analizleri uygulayabilmek için her bir köyden görüşülecek kişiler rasgele seçilmiştir. Böylece çalışmada katmanlı-rasgele örnekleme yöntemine göre örnekleme yapılmıştır (Kalıpsız, 1988; Daşdemir, 2019). Anket çalışması 2019 yılının kasım ve aralık aylarında yüz yüze görüşme yöntemiyle uygulanmıştır.

Çizelge 2. Köylerin nüfusları ve anket yapılan kişi sayısı

Köy adı	Köy nüfusu*	≥18 yaş nüfusu*	Anket yapılan kişi sayısı
Bağbaşı	282	226	14
Derebaşı	296	237	15
Ibrıcak	404	323	20
Kale	123	98	7
Kayadibi	150	120	9
Örenköy	161	129	9
Yamaçköy	550	440	26
Yeniköy	258	206	13
Yeşilköy	175	140	10
Toplam	2399	1919	123

*Bu bilgiler TÜİK (2018)'den alınmıştır.

2.4. Verileri değerlendirme

Anket görüşmeleri tamamlandıktan sonra elde edilen veriler sayısallaştırılmış ve Excel programı kullanılarak bilgisayara girilmiştir. Katılımcıların sosyoekonomik özellikleri hakkında genel değerlendirme yapmak için betimleyici istatistikler (ortalama, standart sapma, frekans, yüzde) ve çizelgeler kullanılmıştır. Katılımcıların toplam algı düzeyi; anket formundaki 5'li Likert Ölçekli 38 soruya verilen puanların toplamı alınarak hesaplanmıştır. Likert tipi ölçeğin güvenilirlik analizi Cronbach Alpha testi ile yapılmıştır. Orman köylülerinin toplam algı düzeyinin bazı sosyoekonomik özelliklere göre farklı olup olmadığını test etmek için nonparametrik yöntemlerden Kruskal-Wallis H-Testi kullanılmış ve farklı grupları ortaya koymada nonparametrik Post Hoc çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Kalıpsız, 1988; Özdamar, 2002). Ayrıca bazı sosyoekonomik özellikler ile toplam algı düzeyi arasındaki ilişkiler Spearman'ın nonparametrik korelasyon analizi ile incelenmiştir. Bütün bu analizleri yapmak amacıyla Excel-2010 ve SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) (24.0 version) programları kullanılmıştır.

3. Bulgular ve tartışma

3.1. Sosyoekonomik özelliklere ilişkin bulgular

Çalışmada ankete katılan 123 kişiye ilişkin bazı sosyoekonomik özellikler aşağıdaki gibi açıklanmış ve istatistik analizlerde kullanılan sosyoekonomik özelliklere ait değişkenlerin betimleyici istatistikleri Çizelge 3'de verilmiştir.

Bu sonuçlara göre ankete katılan 123 kişinin/katılımcının %11'i Bağbaşı, %12'si Derebaşı, %16'sı Ibrıcak, %6'sı Kale, %7'seri Kayadibi ve Örenköy, %21'i Yamaç, %11'i Yeniköy ve %8'i Yeşilköy'de yaşamaktadır. Katılımcıların %83'ü kooperatif üyesi, %11'i kooperatif üyesi değil ve %6'sı kooperatif yöneticisidir.

Ankete katılanların %13'ü 20-30 yaş grubunda, %24'ü 31-40 yaş grubunda, %33'ü 41-50 yaş grubunda, %26'sı 51-60 ve %4'ü 61 ve üzeri yaş grubundadır. Katılımcıların yaşı 20-74 arasında değişmekte ve yaş ortalaması 43,7'dir. Katılımcıların %96'sı erkeklerden ve sadece %4'ü kadınlardan oluşmaktadır. Toplam 5 kadın katılımcıdan 3'ü kooperatif üyesi, 2'si ise kooperatif üyesi değildir. Kadın oranının bu derece düşük olması, kooperatif çalışmalarına kadının katılımının düşük olmasından ve anket çalışmalarına katılmak istememelerinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca katılımcıların %17'si bekar, %83'ü evlidir.

Anket yapılan orman köylülerinin %12'si okur-yazar değil, %66'sı ilköğretim mezunu, %18'i lise mezunu ve %4'ü üniversite mezunudur. Katılımcıların büyük çoğunluğu ilköğretim düzeyinde eğitim almıştır. Katılımcıların ailelerindeki birey sayısı 1-7 arasında değişmektedir. Anket yapılan orman köylülerinin %23'ünün ailesindeki birey sayısı 1-3 arasında, %75'inin 4-6 arasında, %2'sinin ise 7 ve daha fazladır. Genel ortalama aile büyüklüğü 4,3'dür. Ancak katılımcıların büyük çoğunluğu (%75'i) ortalama 5 kişilik bir aileye sahiptir.

Katılımcıların aylık gelir miktarı 1.500-11.250 TL arasında değişmekte ve ortalama gelir miktarı 3.184,3 TL'dir. Orman köylülerinin %30'nun aylık geliri 2.500 TL'den azdır. %66'sının aylık geliri 2.501-5.000 TL arasında ve sadece %4'ünün aylık geliri 5.000 TL'den daha fazladır.

Çizelge 3. Sosyoekonomik özelliklere ilişkin betimleyici istatistikler

Özellik/Değişken	Min.	Maks.	Ortalama	Standart sapma
Köyler	1	9	4,9	2,62
Üyelik	1	3	1,2	0,54
Yaş (yıl)	20	74	43,7	10,91
Cinsiyet	1	2	1,0	0,20
Medeni Hal	1	2	1,8	0,38
Eğitim	1	6	2,2	0,76
Birey Sayısı (adet)	1	7	4,3	1,18
Gelir (TL)	1.500	11.250	3.184,3	1.335,27

3.2. Algı düzeyine ilişkin bulgular ve değerlendirmeler

3.2.1. Algı düzeyi ölçeği sorularına verilen cevapların analizi

Çalışmada uygulanan anketin ikinci bölümünde, orman köylülerinin kooperatiflere ilişkin algı düzeyini 5'li Likert ölçeğine göre 1-5 puan arasında ölçen 38 adet soru yer almaktadır. Toplam 123 orman köylüsünün bu sorulara verdikleri cevapların sayısı (n) ve yüzde (%) olarak dağılımları ile ortalama (\bar{X}) ve standart sapma (S) değerleri Çizelge 4'de verilmiştir. Likert tipi ölçeğin güvenilirlik analizi yapılmış ve Cronbach Alpha değeri 0,95 bulunmuştur. Alfa katsayısı 0,80-1,00 arasında olduğundan ölçeğin güvenilirliğinin oldukça yüksek olduğu anlaşılmıştır (Kalaycı, 2014).

Çizelge 4. Algı düzeyi ölçeğindeki sorulara verilen cevaplara ilişkin istatistikler

Algı bileşeni	Soru	1		2		3		4		5		\bar{X}	S
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
Farkındalık	S1	0	0	14	11,4	21	17,1	19	15,4	69	56,1	4,16	1,08
	S2	0	0	12	9,8	20	16,3	26	21,1	65	52,8	4,17	1,03
	S3	0	0	16	13,0	29	23,6	25	20,3	53	43,1	3,94	1,09
Soru başına farkındalık												4,09	1,07
Memnuniyet	S4	1	0,8	12	9,8	42	34,1	37	30,1	31	25,2	3,69	0,98
	S5	2	1,6	17	13,8	48	39,0	32	26,0	24	19,5	3,48	1,01
	S6	4	3,3	23	18,7	44	35,8	23	18,7	29	23,6	3,41	1,14
	S7	5	4,1	18	14,6	53	43,1	32	26,0	15	12,2	3,77	0,99
	S8	4	3,3	20	16,3	37	30,1	47	38,2	15	12,2	3,40	1,01
	S9	9	7,3	30	24,4	53	43,1	21	17,1	10	8,1	2,94	1,02
	S10	5	4,1	34	27,6	43	35,0	30	24,4	11	8,9	3,06	1,02
Soru başına memnuniyet												3,39	1,02

Çizelge 4. devamı

Algı bileşeni	Sorular	1		2		3		4		5		\bar{X}	S	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%			
Yeterlilik	S11	Kooperatif yöneticilerinin kooperatifçilik konusunda bilgi ve eğitim düzeylerinin yeterliliği	7	5,7	38	30,9	39	31,7	27	22,0	12	9,8	2,99	1,06
	S12	Kooperatiflerle ilgili yasal düzenlemenin yeterliliği	3	2,4	32	26,0	53	43,1	29	23,6	6	4,9	3,02	0,89
	S13	Kooperatiflerin denetlenmesinin yeterliliği	7	5,7	38	30,9	52	42,3	19	15,4	7	5,7	2,85	0,95
	S14	Kooperatiflerin sermaye/finansman yeterliliği	10	8,1	38	30,9	42	34,1	24	19,5	9	7,3	2,87	1,06
	S15	Kooperatiflerin bina, tesis, araç-gereç vb. yeterliliği	50	40,7	35	28,5	26	21,1	6	4,9	6	4,9	2,05	1,12
	S16	Kooperatiflere sağlanan teşviklerin yeterliliği	12	9,8	33	26,8	57	46,3	14	11,4	7	5,7	2,76	0,98
	S17	ORKÖY'ün verdiği kredilerin yeterliliği	13	10,6	36	29,3	51	41,5	15	12,2	8	6,5	2,75	1,02
	Soru başına yeterlilik												2,76	1,01
Etki Düzeyi	S18	Ormancılık kooperatiflerinin köylüye gelir etkisi	1	0,8	16	13,0	36	29,3	32	26,0	38	30,9	3,73	1,06
	S19	Ormancılık kooperatiflerinin istihdama etkisi	1	0,8	21	17,1	24	19,5	42	34,1	35	28,5	3,72	1,08
	S20	Ormancılık kooperatiflerinin göçü önlemeye etkisi	7	5,7	22	17,9	38	30,9	17	13,8	39	31,7	3,48	1,26
	S21	Ormancılık kooperatiflerinin kırsal kalkınmaya etkisi	6	4,9	16	13,0	30	24,4	21	17,1	50	40,7	3,76	1,25
	S22	Kooperatiflerin ormanlar üzerindeki sosyoekonomik baskıları azaltmaya etkisi	5	4,1	24	19,5	40	32,5	22	17,9	32	26,0	3,42	1,19
	S23	Kooperatiflerin gerekliliği ve köylüye yararlılık düzeyi	1	0,8	15	12,2	28	22,8	37	30,1	42	34,1	3,86	1,06
	S24	Kooperatiflerin ortakların/üyelerin beklentilerini karşılama düzeyi	4	3,3	24	19,5	53	43,1	25	20,3	17	13,8	3,22	1,02
	Soru başına etki düzeyi												3,60	1,13
Yönetim Anlayışı	S25	Ormancılık kooperatifleri kırsal kalkınmada iyi bir yönetim modeli oluşturma düzeyi	5	4,1	18	14,6	38	30,9	38	30,9	24	19,5	3,47	1,09
	S26	Ormancılık kooperatifleri demokratik/katılımcı/adil bir yönetim şekli vardır	4	3,3	26	21,1	48	39,0	24	19,5	21	17,1	3,26	1,08
	S27	Ormancılık kooperatiflerinin siyasallaşmış bir yönetim anlayışı vardır	16	13,0	25	20,3	31	25,2	33	26,8	18	14,6	3,10	1,26
	S28	Ormancılık kooperatiflerinin üyelerinin işgücüne göre iş dağıtım düzeni vardır	1	0,8	15	12,2	33	26,8	19	15,4	55	44,7	3,91	1,13
	S29	Köy muhtarının kooperatif yönetiminin seçilmesindeki payı	9	7,3	38	30,9	37	30,1	24	19,5	15	12,2	2,98	1,24
	Soru başına yönetim anlayışı												3,34	1,16
İlişkiler	S30	Ormancılık kooperatiflerinin genel olarak orman köylüleriyle ilişkileri	2	1,6	13	10,6	31	25,2	32	26,0	45	36,6	3,85	1,08
	S31	Ormancılık kooperatiflerinin ortakları/üyeleriyle ilişkileri	4	3,3	15	12,2	20	16,3	26	21,1	58	47,2	3,97	1,19
	S32	Ormancılık kooperatiflerinin orman işletmesiyle ilişkileri	0	0,0	11	8,9	24	19,5	22	17,9	66	53,7	4,16	1,04
	S33	Ormancılık kooperatiflerinin kamu kurumları ve STK'larla ilişkileri	1	0,8	16	13,0	33	26,8	36	29,3	37	30,1	3,75	1,05
	S34	Ormancılık kooperatiflerinin üst birlikle (ORKOOP) ile ilişkileri	0	0,0	15	12,2	26	21,1	15	12,2	67	54,5	4,09	1,12
	S35	Ormancılık kooperatiflerinin siyaset ve siyasi partilerle ilişkileri	7	5,7	32	26,0	28	22,8	24	19,5	32	26,0	3,34	1,30
	Soru başına ilişkiler												3,86	1,13
Beklentiler	S36	Ormancılık kooperatiflerinin kırsal kalkınmada gelecekteki önemi ve rolleri	4	3,3	14	11,4	26	21,1	14	11,4	65	52,8	3,99	1,22
	S37	Ormancılık kooperatiflerinin üyelerden beklentileri	3	2,4	16	13,0	13	10,6	17	13,8	74	60,2	4,16	1,20
	S38	Üyelerin ormancılık kooperatiflerinden beklentileri	1	0,8	16	13,0	16	13,0	11	8,9	29	23,6	4,23	1,15
	Soru başına beklentiler												4,13	1,19
Toplam Algı Düzeyi												132,27	24,63	
Soru başına algı düzeyi												3,49	1,09	

1-Hiç memnun değilim, 2-Orta memnunuz, 3-Orta düzeyde memnunuz 4- Fazla memnunuz 5-Çok Fazla memnunuz; \bar{X} : Aritmetik ortalama; S: Standart sapma

Çizelge 4'den anlaşıldığı gibi 123 orman köylüsünün, her bir soruya 1-5 arasında verdiği puanların ortalamalarının toplamına göre toplam algı düzeyi $132,26 \pm 24,63$ puandır ($\bar{x} \pm S$). Tüm soruların ortalaması ise $3,49 \pm 1,09$ 'dür. 38 sorunun tamamı dikkate alındığında teorik olarak 38-190 arasında beklenen toplam algı puanı;

1. Sınıf: Düşük Düzeyde Algı: 38-88 arası puan,
2. Sınıf: Orta Düzeyde Algı: 89-139 arası puan,
3. Sınıf: Yüksek Düzeyde Algı: 140-190 arası puan

şeklinde üç düzeyli bir sınıflamaya tabi tutulursa; 123 orman köylüsünün genel olarak ormancılık kooperatiflerine yönelik ortalama $132,26$ puanlık, yani *orta düzeyde* bir algısının olduğu anlaşılmaktadır. Çizelge 4'e göre en yüksek ortalama puan alan ilk 5 soru şunlardır;

- 1) Üyelerin ormancılık kooperatiflerinden beklentileri (38. soru ; $\bar{x} = 4,23$)
- 2) Ormancılık kooperatiflerinin ne iş yaptığını bilme (2. soru ; $\bar{x} = 4,17$)
- 3) Ormancılık kooperatiflerinin varlığından haberdar olma (1. soru ; $\bar{x} = 4,16$)
- 4) Ormancılık kooperatiflerinin orman işletmesiyle ilişkileri (32. soru ; $\bar{x} = 4,16$)
- 5) Ormancılık kooperatiflerinin üyelerden beklentileri (37. soru ; $\bar{x} = 4,16$).

Katılımcıların verdiği cevaplardan en düşük ortalama puan alan sorular ise şunlardır;

- 1) Kooperatiflerin bina, tesis, araç-gereç vb. yeterliliği (15. soru; $\bar{x} = 2,05$)
- 2) ORKÖY'ün verdiği kredilerin yeterliliği (17. soru; $\bar{x} = 2,75$)
- 3) Kooperatiflere sağlanan teşviklerin yeterliliği (16. soru; $\bar{x} = 2,76$).

Dolayısıyla orman köylülerinin kooperatiflere yönelik algı düzeyin artırmak için, düşük puanlı sorulara verilen cevapların iyileştirilmesi ve geliştirilmesi üzerinde durulmalıdır. Ancak ortalaması yüksek olan sorulara verilen cevapların ise düşürülmemesi gerektiği anlaşılmaktadır.

Ayrıca Çizelge 4'de soru başına ortalama puanlardan hareket ederek; orman köylülerinin ormancılık kooperatiflerine yönelik toplam algı düzeyi *farkındalık*,

memnuniyet düzeyi, yeterlilik, etki düzeyi, yönetim anlayışı, ilişkiler ve beklentiler bileşenleri itibarıyla incelenmiştir. Buna göre en yüksek algı düzeyi ($4,13$ puan) "beklentiler" bileşeninde oluşmakta, bunu sırasıyla $4,09$ puan ile "farkındalık" bileşeni, $3,86$ puan ile "ilişkiler" bileşeni, $3,60$ puan ile "etki düzeyi" bileşeni, $3,39$ puanla "memnuniyet", $3,34$ puanla "yönetim anlayışı" ve $2,76$ puanla "yeterlilik" bileşeni izlemektedir. Bu sonuçlara göre orman köylülerinin kooperatiflere yönelik toplam algı düzeyi en fazla "beklentiler" bileşeninden, en az da "yeterlilik" bileşeninden etkilenmektedir (Çizelge 5). Yani orman köylülerinin ormancılık kooperatiflerine yönelik "beklenti" ve "farkındalık" algısı çok yüksek, buna karşılık kooperatiflerin "yönetim anlayışı" ve "yeterliliği" algısı çok düşüktür.

3.2.2. Algı düzeyinin sosyoekonomik özelliklere göre farklılığının denetimi

Orman köylülerinin ormancılık kooperatiflerine yönelik toplam algı düzeyi (Topalgı) $84-179$ puan arasında değişmekte olup, ortalaması $132,27$ 'dir. Toplam algı puanları 100 üzerinden değerlendirildiğinde (Algı100), algı düzeyinin $44-94$ puan arasında değiştiği ve ortalamasının $69,61$ olduğu saptanmıştır. Yani Algı100'e göre yapılan üçlü sınıflandırmada da toplam algı "orta düzeydedir". Ancak orman köylülerinin ormancılık kooperatiflerine yönelik toplam algı düzeyinin köylere, üyelik durumuna, yaş, cinsiyet, medeni hal, eğitim düzeyi, ailedeki birey sayısı ve ailenin aylık gelir miktarı gibi sosyoekonomik özelliklere (değişkenlere) bağlı olarak değişebileceği açıktır. Dolayısıyla bu çalışmada orman köylülerinin toplam algı düzeyinin bazı sosyoekonomik özelliklere göre farklı olup olmadığı Kruskal-Wallis H-Testi ile denetlenmiş ve farklı grupları ortaya koymada nonparametrik Post Hoc çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Çizelge 6) (Kalıpsız, 1988; Özdamar, 2002).

Çizelge 5. Ormancılık kooperatiflerine yönelik algı bileşenleri ve ağırlıkları

Algı bileşeni	Algı puanı	Algı bileşenin ağırlığı (%)
1.Beklentiler	4,13	16,4
2.Farkındalık	4,09	16,2
3.İlişkiler	3,86	15,3
4.Etki Düzeyi	3,60	14,3
5.Memnuniyet	3,39	13,5
6.Yönetim anlayışı	3,34	13,3
7.Yeterlilik	2,76	11,0
Toplam	25,17	100

Çizelge 6. Toplam algı düzeyinin bazı sosyoekonomik değişkenlere göre farklılığının denetimi

Değişken/Özellik	Kruskal-Wallis H-Testi sonuçları		Post Hoc Çoklu Karşılaştırma Testine göre farklı gruplar (Gruplar ve gruplar içinde sıralamalar önem derecesine göre)			\bar{X}	N
	Khi-kare Değeri	SD	No	Grup Elemanları			
				Algı Düzeyi			
1. Köyler	44,93**	8	1	Yeşilköy, Ibrıcak	Düşük	108,9	30
			2	Kayadibi, Yeniköy, Kale, Derebaşı, Yamaç, Örenköy	Orta	134,6	79
			3	Bağbaşı	Yüksek	159,8	14
2. Üyelik	10,28**	2	1	Kooperatif üyesi ve üyesi olmayan orman köylüsü	Orta	124,4	116
			2	Kooperatif yöneticisi	Yüksek	150,4	7
3. Yaş	8,78	4	Yaş gruplarına göre toplam algı düzeyi farklı değildir.				
4. Cinsiyet	0,34	1	Cinsiyete göre toplam algı düzeyi farklı değildir.				
5. Medeni Hal	3,44	1	Medeni hale göre toplam algı düzeyi farklı değildir.				
6. Eğitim düzeyi	6,27	5	Eğitim düzeyine göre toplam algı düzeyi farklı değildir.				
7. Birey Sayısı	1,03	2	Ailedeki birey sayısına göre toplam algı düzeyi farklı değildir.				
8. Gelir	7,34*	2	≥5001 TL gelire sahip olanlar		Düşük	104,8	5
			≤5000 TL gelire sahip olanlar		Orta	132,8	118

* : 0,05 güven düzeyinde anlamlı; ** : 0,01 güven düzeyinde anlamlı; SD: Serbestlik derecesi, \bar{X} : Aritmetik ortalama, N: Gruptaki kişi/katılımcı sayısı

Çizelge 6'dan görüldüğü gibi toplam algı düzeyi orman köylülerinin yaşına, cinsiyetine, medeni haline, eğitim düzeyine ve ailedeki birey sayısına göre farklı değildir. Buna karşılık anket yapılan orman köylerine, orman köylülerinin üyelik durumuna, yani kooperatifle olan ilişkisine (üye, üye değil, yönetici) göre 0,01 güven düzeyinde ve ailenin aylık gelir miktarına göre de 0,05 güven düzeyinde anlamlı farklar göstermektedir.

Buna göre göreceli olarak, Yeşilköy ve Ibrıcak köylerinde yaşayan 30 orman köylüsünün toplam algı düzeyi düşükken, Kayadibi, Yeniköy, Kale, Derebaşı, Yamaç ve Örenköy köylerinde yaşayan 79 orman köylüsünün toplam algı düzeyi orta seviyede, Bağbaşı köyünde yaşayan 14 orman köylüsünün ise toplam algı düzeyi yüksek bulunmuştur. Diğer yandan kooperatif üyesi ve üyesi olmayan orman köylülerinin toplam algı düzeyi, kooperatif yöneticilerine göre düşük bulunmuştur. Bu sonuç, doğal olarak, kooperatif yöneticilerinin kooperatiflerin çalışma ve etkilerine ilişkin düşüncelerinin pozitif olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca aylık gelir düzeyi yüksek olan orman köylülerinin, aylık gelir düzeyi düşük olan orman köylülerine göre daha düşük algı düzeyine sahip oldukları saptanmıştır.

Bu konuda Karabük Üniversitesi öğrencileri üzerinde yapılan bir çalışmada (Yurtsever, 2013); üniversitenin genel itibarının 55,75 puan olduğu, en yüksek itibar düzeyinin finansal performans bileşeninde olduğu, bunu sırasıyla vizyon ve liderlik, sosyal sorumluluk, ürünler ve hizmetler, duygusal çekicilik ve çalışma ortamının izlediği saptanmıştır. Ayrıca eğitim düzeyine, cinsiyete ve memnuniyet düzeylerine göre kurumsal itibarın farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Benzer şekilde İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü'nün bazı dış paydaşlara göre kurumsal itibarını belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada (Yılmaz ve Gedik, 2019); kurumsal itibar duygusal cazibe, ürünler ve hizmetler, finansal performans, vizyon ve liderlik, çalışma ortamı ve sosyal sorumluluk bileşenleri itibarıyla ölçülmüş, dış paydaşlara göre kurumsal itibar değişimle beraber, bütün paydaşlar tarafın en yüksek finansal performans ve en az ürünler ve hizmetler bileşeninin olduğu, katılımcıların yaşları ve eğitim düzeyleri arttıkça İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü'nün tanınırlığının arttığı belirlenmiştir.

3.2.3 Sosyoekonomik özellikler ile algı düzeyi arasındaki ilişkiler

Orman köylülerinin bazı sosyoekonomik özellikleri (köyler, üyelik, yaş, cinsiyet, medeni hal, eğitim, ailedeki birey sayısı, ailenin aylık gelir miktarı) ile toplam algı düzeyi arasındaki ikili doğrusal ilişkileri incelemek amacıyla Spearman'ın nonparametrik korelasyon analizi uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 7'de verilmiştir.

Korelasyon analizi sonuçlarına göre "toplam algı düzeyi" ile "köyler" değişkenleri arasında 0,05 güven düzeyinde anlamlı negatif bir korelasyon ($r=-0,191^*$) vardır. Buna göre toplam algı düzeyi "Bağbaşı, Örenköy, Yamaç Derebaşı, Kale, Yeniköy, Kayadibi, Ibrıcak ve Yeşilköy" şeklindeki köy sıralamasına uygun olarak azalmaktadır. Ayrıca "yaş" ile "toplam algı düzeyi" arasında 0,05 güven düzeyinde anlamlı pozitif bir korelasyon ($r=0,195^*$) vardır. Yani orman köylülerinin yaşı arttıkça, gençlere göre ormancılık kooperatiflerine yönelik toplam algı düzeyi de artmaktadır.

3.3. Ormancılık kooperatiflerinin temel sorunları ve çözüm önerileri

Ankete katılan orman köylüleri, ormancılık kooperatiflerinin en önemli sorunlarını ve bunların çözüm önerilerini Çizelge 8'deki gibi tespit etmiştir.

Çizelge 7. Korelasyon analizi sonuçları

Değişkenler	Toplam algı düzeyi
Köyler	-0,191*
Üyelik	0,012
Yaş	0,195*
Cinsiyet	-0,037
Medeni Hal	0,156
Eğitim	-0,054
Birey Sayısı	0,002
Gelir	-0,122

* : 0,05 güven düzeyinde anlamlı korelasyon.

Çizelge 8. Ormancılık kooperatiflerinin en önemli sorunları ve bunların çözüm önerileri

Sorunlar	Cözüm önerileri
1 Kooperatifin ekipman, makina ve bina yetersizliği	Kooperatife ait bina, ekipman ve iş makinaları artırılmalı ve devlet desteği/kredisi sağlanmalı
2 Yetersiz ve adil olmayan iş dağılımı sorunu	İş şahsa değil de, kooperatife verilip daha fazla kişinin çalışması sağlanmalı, iş miktarı iş gücüne göre dağıtılmalı
3 Üretim işlerinde birim fiyatın düşük olması	Üretim işlerindeki birim/tabana fiyatlar yükseltilmeli
4 İş güvenliği ve sağlığı, sigorta sorunu	Ormancılık işlerinde çalışan kooperatif üyelerinin sigortası işletme veya kooperatif tarafından yapılmalı, ormancılık işlerinde çalışan kooperatif üyelerine düzenli olarak üretim ve orman işçiliği, iş sağlığı ve güvenliği eğitimleri verilerek bilinçlendirilmeli ve sertifika verilmeli, çalışma şartları iyileştirilerek riskler azaltılmalı
5 Kooperatif yönetimine ilişkin sorunlar (seçimler, üye sayısı, katılımcılık, adaletsizlik, etkinlik, köylüyle ilişkiler, yerel yönetim ve orman işletmesiyle ilişkiler, iletişim, denetim, bilinçsiz ve özensiz yönetim vb. sorunlar)	Kooperatif yönetimleri makul, mantıklı, adil ve tarafsız olmalı, ayrımcılık yapmamalı, yönetime aday olacaklar ön elemeyden geçmeli, kooperatif yönetim seçimleri tarafsız yapılmalı, kooperatif yönetimine özellikle gençlerin katılımı sağlanmalı, kooperatife üye yapılması konusunda kurallara uyulmalı, üye ve ortakları birlik içinde olmalı ve her konuyu istişare edilmeli, kooperatifler yerel yönetimlerle ve orman işletmeleri sürekli irtibat halinde olmalı ve yeniliklerden haberdar olmalı
6 ORKÖY ve ORKOOP desteğinin yetersiz olması	ORKÖY kredileri ve destekleri artırılmalı ORKOOP'un aldığı %1 'lik pay artırılmalı
7 Kooperatifin sağladığı iş çeşitliliğinin ve miktarının az olması, ek gelir kaynağının olmaması	Kooperatifin sağladığı iş çeşitliliği ve miktarı artırılmalı, sadece ormancılık işi yapılmamalı, kooperatif üyeleri başka işlere de yönlendirmeli Kooperatifi sadece ormancılıkla değil, tarım ve hayvancılıkla da ilgillemeli ve hayvancılığa destek vermeli
8 Kooperatifin üyelerin ve ortakların beklentilerini karşılamaması	Orman köylüsünün ormancılık işleri dışında ikinci bir geçim kaynağı olması, bunun için orman köylüsü çeşitli hibe ve kredilerle (gelir getirici türler vb.) desteklenmeli ve bu konuda kolaylıklar sağlanmalı Kooperatifler daha etkin olmalı, üyelerin sorununa çözüm bulmalı, onları desteklemeli ve yardımcı olmalı Kooperatifler belirli zamanlarda denetlenmeli, sosyal ve ekonomik olarak kendini geliştirmeli
9 Destekler için prosedürlerin fazlalığı	Orman işletmesi daha fazla personel çalıştırmalı ve bürokratik süreçler kısaltılmalı
10 Kesilen istihkaklardan köylünün teşvik amaçlı aldığı payın (%10) düşük olması	Kesilen istihkaklardan köylünün teşvik aldığı pay artırılmalı
11 Nakliyat sırasında kamyonla taşımaya getirilen yük sınırı-tonaj sorunu (maksimum 22 ton)	Nakliyat sırasındaki tonaj miktarı artırılmalı

3.4. Kooperatiflerin yönetim şekli ve görevleriyle ilgili düşünceler ve beklentiler

Anket yapılan orman köylülerinin kooperatiflerin yönetim şekli ve görevleriyle ilgili düşünceleri ve beklentileri şöyledir;

- Ormancılık ve köy halkıyla ilgili kararlarda kooperatifin de fikri sorulmalı, kırsal kalkınmayla ilgili toplantılara diğer kurumlarla birlikte muhtar ve kooperatif başkanı da çağrılmalı,
- Kooperatif seçimlerinin süresi uzatılmalı, seçimler tarafsız yapılmalı, seçilenler görevini yönetmeliğe göre yapmalı, kooperatif yönetimine özellikle eğitim düzeyi yüksek (en az lise mezunu) gençlerin katılım sağlanmalı, adil, tarafsız, saygılı ve hoşgörülü bir yönetim anlayışı olmalı, kişiye özel değil köylüyü tek bir çatı altında toplayacak genel yönetim anlayışına sahip olmalı,
- Orman köylüsünün emeğinin temsilcisi olan ormancılık kooperatiflerinin yönetimleri adil, demokratik ve üyelerin düşüncelerine önem veren bir yönetim anlayışına sahip olmalı, kooperatif yönetimlerinin tekelciliğe dönüşmemesi için adil bir denetleme oluşturulmalı,
- Kooperatifler herkesin söz sahibi olduğu katılımcı ve üyelerine karşı sorumlu bir yönetim yapısına sahip olmalı, yöneticiler yandaş ayrımı yapmadan adil olarak iş dağıtmalı,
- Kooperatifler, üyelerine ve ortaklarına faydalı olması ve onların sorunlarının çözümü için, kooperatifler daha etkin, yol gösterici ve uygulayıcı bir rol üstlenmeli,
- Kooperatifler daha etkili olmalı, üyelerin haklarını korumalı ve onlara destek olmalı, köylüyü bilinçlendirmeli, köylünün ekonomisine katkıda bulunacak işler yapmalı,
- Kooperatiflerin bölünerek üye sayısını düşürülmesi kanuni hakların azalmasına neden olmaktadır. Bu nedenle bölücü değil, yapıcı ve birleştirici yönetim olmalı,
- Kooperatifler işletme, yerel yönetim ve diğer kurum ve kuruluşlarla sıkı işbirliği içerisinde olmalı,
- Kooperatiflerin kırsal kalkınmada etkili olması için ORKOOP ve ORKÖY ile bağlantıları güçlü olmalı, orman işletmesi, ORKÖY ve ORKOOP tarafından desteklenmeli,
- Kooperatif üyelerine orman işçiliği, iş sağlığı ve güvenliği konularında düzenli eğitimler verilerek sertifika almaları sağlanmalı ve böylece iş kazaları önlenmeli,
- Kooperatifler çok yönlü çalışmalı, ormancılık işleri yanında değişik tarımsal ve hayvansal ürünlerin de üretimini ve satışını yaparak köylüye fayda sağlamalı, gelir getirici türler konusunda köylüye destek olmalı, halkın köyde kalıp üreten bir toplum olmasına katkıda bulunmalı,
- Dikili ağaç satışı ormancılık kooperatiflerini saf dışı bırakmaktadır. Bu da kooperatiflerin yok olmasına ve göçlere neden olmaktadır. Ormancılık kooperatiflerinin

sürdürülebilirliği ve orman köylüsünün emeğinin karşılığını alabilmesi için dikili ağaç satışlarının durdurulması ve üretim işlerinin köylüye verilmesi gerekmektedir.

Türkiye’de ormancılık kooperatiflerinin yönetimi ve diğer konular ile ilgili benzer sorunlar ve beklentiler daha önce yapılan bazı çalışmalarda da (Muallaoğlu, 1986; Ünver, 1993; Yılmaz, 1993; Daşdemir, 2002; İnan, 2002; Günşen, 2006) tespit edilmiştir. Farklı bölgelerde olsa bile, özellikle ormancılık kooperatiflerinin yönetimiyle ilgili sorunların ve kooperatiflerden beklentilerin benzerlik gösterdiği, zaman içinde pek fazla değişmediği ve iyileşme görülmediği anlaşılmaktadır.

4. Tartışma ve sonuç

Yenice Orman İşletmesindeki orman köylülerinin ormancılık kooperatiflerine yönelik algı/itibar düzeyini belirlemek ve köylülerin ormancılık kooperatiflerinden beklentilerini ortaya koymak amacıyla ele alınan bu çalışma; Yenice Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Göktepe ve Kayadibi Orman İşletme Şefliklerinde 9 adet orman köyünde yürütülmüştür. 123 orman köylüsüyle yapılan anket çalışmasının verilerinin değerlendirilmesi sonucunda; orman köylülerinin ormancılık kooperatiflerine yönelik toplam algı düzeyinin “orta düzeyde” (132,27 puan) olduğu saptanmıştır. En yüksek algı düzeyi (4,13 puan) “beklentiler” bileşeninde oluşmakta, bunu sırasıyla 4,09 puan ile “farkındalık” bileşeni, 3,86 puan ile “ilişkiler” bileşeni, 3,60 puan ile “etki düzeyi” bileşeni, 3,39 puanla “memnuniyet”, 3,34 puanla “yönetim anlayışı” ve 2,76 puanla “yeterlilik” bileşeni izlemektedir. Bu sonuçlara göre orman köylülerinin ormancılık kooperatiflerine yönelik “beklenti” ve “farkındalık” algısının çok yüksek, buna karşılık kooperatiflerin “yönetim anlayışı” ve yeterliliği” algısının çok düşük olduğu anlaşılmaktadır. Kooperatiflere yönelik toplam algı düzeyinin orman köylülerinin yaşına, cinsiyetine, medeni haline, eğitim düzeyine ve ailedeki birey sayısına göre farklı olmadığı, ancak anket yapılan orman köylerine, orman köylülerinin kooperatifle olan ilişkisine (üye, üye değil, yönetici) ve ailenin aylık gelir miktarına göre farklar gösterdiği saptanmıştır.

Çalışmada kooperatiflerin etkinliklerinin sadece orman işleriyle kısıtlı kaldığı, diğer iş kollarına yönelmedikleri anlaşılmıştır. Makinalı üretimin yanı sıra beden gücüne de ihtiyaç duyan orman işçiliği, her yaş ve cinsiyet grubu için uygun olmamaktadır. Ancak kooperatif üyelerinin iş gücü ve becerilerine uygun iş alanları (arıcılık, seracılık, mantar yetiştiriciliği, odun dışı orman ürünü toplama ve değerlendirme vb.) bulunmalı, bu konuda eğitimler verilmeli ve sertifikasyonu sağlanarak kooperatife üye olan bütün bireylerin kırsal kalkınmaya katkıda bulunması sağlanmalıdır. Orman işlerinin belli sezonlarda olması, orman işi yapmak isteyen üyelerin fazla olması nedeniyle yılın sadece belli bir kısmında çalışan üyeler, diğer zamanlarda iş aramak için geçici olarak göç etmektedir. Kooperatiflerin, üyelerinin işsiz kaldığı sürelerde kendilerine iş edinmeleri için farklı iş kolları (arıcılık, seracılık, mantar yetiştiriciliği, hayvancılık vb.) bulmaları, köyden göçü önlemek için önlemler almaları gerekmektedir.

Orman işçiliği tehlikeli iş grubunda olup, eğitimlerin düzenli olarak yapılması ve alınan tedbirlerin denetlenmesi konusunda esnekliğe göz yumulmaması gerekmektedir.

Oluşabilecek herhangi bir iş kazası geri dönülmeyecek sonuçlara sebep olmaktadır. Bu nedenle kooperatifler sadece orman işletmesinden işi alıp üyelerine işi taksim etmekle kalmamalıdır. Üyelerini bilinçlendirme eğitimlerini zorunlu tutmalı, çeşitli eğitimlere katılarak üyelerinin mesleki yeterlilik belgesi almaları sağlanmalı, ayrıca üyelerine iş güvenliği ekipmanı sağlamalı, ekipmanı olmayan üyelerine iş taksiminde bulunmamaları gerekir. Bu eğitimlerin düzenlenmesi konusunda diğer kamu kurumları ve sivil toplum kuruluşlarından destek talep etmelidir.

Orman köylüsünün işverenle ilişkilerinde köprü görevinde olan ormancılık kooperatifleri, ağır koşullarda çalışan orman işçisinin emeğinin karşılığını alması için çalışmalar yapmalıdır. Ayrıca kooperatifler yeterli düzeyde iş makinasına sahip olmalı ve bu sayede orman içindeki sürütme yollarının yapımında ve rampada depolama çalışmalarında diğer kişi veya kurumlara olan bağımlılığı azaltılmalıdır.

Orman köylüsünün temsilcisi konumunda olan ormancılık kooperatiflerinin yönetimi, görevlerini ve sorumluluklarını layıkıyla yerine getirebilecek yeterlilikte ve yetenekte olması gerekmektedir. Bu da kooperatif yönetimine aday olacak kişilerin belirli şartları sağlaması ile mümkündür. Eğitim durumu ve yaşının yanı sıra kooperatifçilik konusundaki bilgisi ve mesleği de göz önünde bulundurulmalıdır. Kooperatif yöneticileri çalışkan, dürüst, adil, güvenilir, eğitilmiş ve girişimci kişilerden seçilmelidir. Ayrıca kooperatif yönetiminin köy muhtarı ile irtibat halinde olması ve köyün diğer sorunlarında da söz sahibi olması gerekmektedir. Kooperatif yönetimin düzenli olarak denetlenmesi, özellikle iş dağılımındaki adaletsizliğin önüne geçmeye yardımcı olacaktır.

Orman köylüsünün geçmişten günümüze kadar gelen geçim kaynaklarının başında tarım ve hayvancılık gelmektedir. Bu kapsamda tarım ve hayvancılık konusunda kooperatif adına alınacak kredi ve hibeler ile bu iş kolunun kurumsallaşmaya yönelik geliştirilmesi, kooperatif üyelerine iş imkanı sağlanması ya da köylüler tarafından üretilen tarım ve hayvancılık ürünlerinin satın alınarak paketlenmesi ve farklı bir şekilde pazarlanması, köylülerin ürettikleri ürünlerde destekleme alımı ve emeğinin karşılığını alma garantisini verilmelidir. Bu şekilde köylülere farklı bir iş kolu daha açılmış olacaktır. Ayrıca ormancılık kooperatiflerinin orman ve hayvancılık işleri yanında alternatif gelir alanlarına (gelir getirici türler, arıcılık, seracılık, halıcılık vb.) yöneltilmesi de faydalı olacaktır. Keza ormancılık kooperatifleri, iş kollarını geliştirerek diğer kamu kurum ve kuruluşları, sivil toplum örgütleri ve halkın gözünde itibarını da yükseltmelidir.

Açıklama

Bu çalışma, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalında 2020 yılında sonuçlandırılan bir Yüksek Lisans Dönem Projesinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Acun, E., 1983. Aydın İli Köylülerinin ve Özellikle Orman Köylülerinin Kalkındırılmaları Üzerine Araştırmalar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 338, İstanbul.
- Akdoğan, A., Cingöz, A., 2017. İtibar ve kriz yönetimi: Kriz yönetimi aracı olarak kurumsal itibarın önemi. Üçüncü Bölüm: İşletmenin Değişik Dönemlerinde İtibar Yönetimi, s.249-273, Erciyes.

- Alkan, H., Demir, E., 2013. Orman köylerinde kooperatifçiliğin gelişimine etki eden etmenler. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 14: 1-9.
- Atmış, E., Günşen, H.B., Özden, S., 2009. Forest cooperatives and its importance in rural poverty reduction in Turkey. XIII World Forestry Congress, 18-23 October, Buenos Aires, Argentina, 11 p.
- Bakan, İ., Kefe, İ., 2012. Kurumsal açıdan algı ve algı yönetimi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, İİBF Dergisi*, 1: 19-34.
- Ciğerci, R., 1993. Türkiye’de ormancılık kooperatiflerinin kalkınmaya etkilerinin irdelenmesi ve bir uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Coşgun, U., Bekiroğlu, S., Telek, A., 2008. Orman Köylerindeki Tarımsal Kalkınma Kooperatiflerinin Etkinlik Düzeylerinin İrdelenmesi (Antalya İli Örneği). *Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten*: 34, ÇOB Yayın No: 375, Müdürlük Yayın No:046, s.58, Antalya.
- Çağlar, Y., 1986. Türkiye’de Orman Köyleri ve Kalkındırılmasına Yönelik Etkinlikler. MPM Yayın No: 340, Ankara.
- Daşdemir, İ., 2002. Sarıkamış ve Oltu yöresindeki ormancılık kooperatiflerinin kırsal kalkınma ve bölge ormancılığı açısından değerlendirilmesi. I. Ulusal Ormancılık Kooperatifleri Sempozyumu, 22-23 Mart, Kastamonu, s.107-128.
- Daşdemir, İ., 2019. Bilimsel Araştırma Yöntemleri (2. Basım). Nobel Akademik Yayıncılık ve Danışmanlık Tic. Ltd. Şti., Yayın No: 1536, ISBN 978-605-320-442-8, 210 s., Ankara.
- Erdoğan, B.Z., Develioğlu, K., Gönüllüoğlu S., Özkaya, H., 2006. Kurumsal imajın şirketin farklı paydaşları tarafından algılanışı üzerine bir araştırma. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 15: 55-76.
- Ersoy, A., 1996. Şirket Ününü Korumanın Yolları (Çeviri: Green, S.P., 1992. Reputation Risk Management. Financial Times/Pitman Publishing series, London). Milliyet Yayınları, 208 s., İstanbul.
- Gezmen, A., 2014. Kurumsal itibar yönetimi ve kurumsal itibar algısının ölçülmesine yönelik bir araştırma: Türkiye Büyük Millet Meclisi örneği. Yüksek Lisans Tezi, Türk Hava Kurumu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Günşen, H.B. 2006. Batı Karadeniz Bölgesindeki ormancılık kooperatiflerinin sorunları ve çözüm önerileri (Kastamonu örneği). Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
- İnan, İ.H., 2002. Kırsal kesimde üretici örgütlenmesi ve orman köyleri kalkınma kooperatifleri. I. Ulusal Ormancılık Kooperatifleri Sempozyumu, 22-23 Mart, Kastamonu, s. 69-72.
- Kalaycı, Ş. (Editör) 2014. SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri. ISBN 975-9091-14-3, Ankara.
- Kalpsız, A., 1988. İstatistik Yöntemler. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 3522/394, 558 s., İstanbul.
- Kara, A.İ., 2014. Kurumsal kültür, kurumsal kimlik ve kurumsal imajın kurumsal itibar üzerine etkileri, bir işletme örneği. Yüksek Lisans Tezi, Beykent Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Karatepe, S., 2008. İtibar yönetimi: Halkla ilişkilerde güven yaratma. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(23): 77-97.
- Lemeshow, S., Hosmer Jr, D.W., Klar, J., Lwanga, S.K., 1990. Adequacy of Sample Size in Health Studies. John Wiley & Sons, ISBN 0 471 92517 9, New York, USA.
- Marconi, J., 2001. Reputation Marketing: Building and Sustaining Your Organizations Greatest Asset. Mc Graw-Hill Inc., New York.
- Muallaoglu, R., 1986. Orman köylerinde kooperatifçilik. *Orman ve Av Dergisi*, 2: 27-31.
- OGM, 2015. Orman Genel Müdürlüğü Faaliyet Raporu 2015. 87 s., Ankara.
- OGM, 2018. Orman Genel Müdürlüğü Ormancılık İstatistikleri, Ankara.
- Orhunbilge, A.N., 2000. Örneklem Yöntemleri ve Hipotez Testleri (Gözden Geçirilmiş ve Genişletilmiş İkinci Baskı). ISBN 9789758345045, Avcıol Basım ve Yayın, İstanbul.
- Öksüz, B., 2008. Kurumsal itibar ve insan kaynakları yönetiminin ilişkisinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Özdamar, K., 2002. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizleri (4. Baskı). ISBN 975-6786-00-7, Kaan Kitabevi, Eskişehir.
- Sayılı, H., Ağca, V., Kızıldağ, D., Yaşar Uğurlu, Ö., 2009. Etik kurumsal itibar ve kurumsal performans ilişkisinin belirlenmeye yönelik ilk 500 işletme içinde yapılmış bir araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(2): 171-180.
- Sherman, M.L., 1999. Reputation: Rhetoric Versus Reality. Director Publication Ltd., London.
- Taşkın, M. 2010. Ekonomik kriz ortamlarında kurumsal iletişim kanallarıyla iç paydaşlara dönük itibar yönetimi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- TDK, 1992. Türkçe Sözlük. Milliyet Yayınları, Ankara.
- Toksoy, D., Yenigün, M., Şen, G., 2009. Orman köylerindeki tarımsal kalkınma kooperatiflerinin SWOT analizi ile değerlendirilmesi (Maçka ilçesi örneği). *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 9(1): 12-18.
- Tuncoğlu, M., 2009. Kurumsal itibar yönetiminde yeşil pazarlamanın yeri ve önemi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- TÜİK, 2018. Türkiye İstatistik Kurumu, Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr>. Erişim: 10.12.2019.
- Ural, E.G., 2002. İtibar yönetimi: Değer yaratan bir halkla ilişkiler çalışması olarak itibar yönetimi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Dergisi*, 2: 83-93.
- Uzunoğlu, E., Öksüz, B., 2008. Kurumsal itibar riski yönetimi: Halkla ilişkilerin rolü. *Selçuk İletişim*, 5(3): 111-123.
- Ülger, B., 2003. İşletmelerde İletişim ve Halkla İlişkiler. Der Yayınları, İstanbul.
- Ünver, A., 1993. Orman Köylerinde Kooperatifçilik. I. Ormancılık Şurası, Tebliğler ve Ön Çalışma Grubu Raporları, Cilt: 2, Seri No: 13, Yayın No: 006, T.C. Orman Bakanlığı, Ankara.
- Vikipedi, 2020. Karabük’ün ilçeleri ve haritası. Özgür Ansiklopedi. https://tr.wikipedia.org/wiki/Karabük'_ün_ilçeleri. Erişim:10.01.2020.
- Yıldırım, Ş., 1992. Kooperatif Kuruluşlarında Başarının Artırılmasına Yönelik Önlemler. MPM Yayınları, Ankara.
- Yılmaz, G., 1993. Orman Köylerinde Kooperatifçilik. I. Ormancılık Şurası, Orman Bakanlığı Yayın No: 6, Seri 13, Cilt 2, s.383-391, Ankara.
- Yılmaz, M., 2015. Kurumsal itibar yönetimi algısının örgütsel bağlılık algısı üzerindeki etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Türk Hava Kurumu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Yılmaz, T., Gedik, T., 2019. İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü’nün Bazı Dış Paydaşlara Göre Kurumsal İtibarının Ölçülmesi. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Marmara Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Proje Sonuç Raporu, Proje Numarası: 10.5305/2018-2019, 276 s., İstanbul.
- YK, 2019. Yenice Kaymakamlığı Web Sitesi. <http://www.360yenice.com/www/index.php/yenice>. Erişim:25.12.2019.
- YOİM, 2019. Yenice Orman İşletme Müdürlüğü, İşletme Müdürlüğü Alanları ve Özellikleri. <https://zonguldakobm.ogm.gov.tr>. Erişim: 10.12.2019.
- Yurtsever, S., 2013. Kurumsal itibarın ölçülmesi: Karabük Üniversitesi’nin kurumsal itibarının öğrenciler tarafından değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Karabük.

Effect of moisture content and density on some technological properties of fiberboard

Abdullah Özkalaycı^a, İbrahim Bektaş^a, Bekir Cihad Bal^b, Aysenur Kılıç Ak^{a,*}

Abstract: In this study, the effect of moisture content and density of panel on some physical and mechanical properties of fiberboard was investigated. The effect of moisture and density differences on some properties of fiberboard were aimed to be revealed. The test samples were obtained from fiberboards which were divided into three different density (0.590 g/cm³, 630 g/cm³ and 0.680 g/cm³) and moisture contents (6%, 9% and 12%) groups. Within the scope of the study, physical properties such as water absorption and thickness swelling and mechanical properties such as bending strength, modulus of elasticity, internal bond strength, Janka hardness and screw holding capacity were determined. The physical and mechanical properties of the boards with different moisture and density values differed significantly. For instance, the internal bond strengths were determined as 0.34 N/mm², 0.39 N/mm² and 0.62 N/mm² in the low, medium and high density groups, respectively. Respective values for moisture content groups were found 0.52 N/mm², 0.45 N/mm² and 0.38 N/mm², respectively. Furthermore, the screw holding capacity which is important strength for fiberboard were determined as 15.3 N/mm², 18.8 N/mm² and 25.3 N/mm² in the low, medium and high density groups, respectively. And respective values for moisture content groups were found as 19.8 N/mm², 20.1 N/mm² and 19.4 N/mm², respectively. In the samples belonging to the same moisture group, high mechanical properties at low moisture content and low mechanical properties at high moisture content were obtained. Research results revealed that the mechanical properties increased in parallel with the increase in density. Physical and mechanical properties of MDF boards change as the board density increases. Generally, as the board density increased, all mechanical properties increased. However, with the increase in moisture percentage, the mechanical properties of the boards decreased.

Keywords: Fiberboard, Physical properties, Mechanical properties

Lif levhanın bazı teknolojik özellikleri üzerine rutubet miktarı ve yoğunluğun etkisi

Özet: Bu çalışmada, rutubet ve yoğunluk farklılıklarının, liflevhanın bazı fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkisinin ortaya konması amaçlanmıştır. Araştırmada kullanılan test numuneleri, üç farklı yoğunluk grubuna (0.590 g/cm³, 0.630 g/cm³ ve 0.680 g/cm³) ve üç farklı rutubet derecesine (%6, %9 ve %12) ayrılan lif levhalardan elde edilmiştir. Çalışma kapsamında, su alma ve kalınlığına şişme gibi fiziksel özellikler ile eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, iç yapışma kuvveti, Janka sertlik ve vida tutma kapasitesi gibi mekanik özellikler belirlenmiştir. Farklı rutubet ve yoğunluk değerlerine sahip levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri önemli ölçüde farklılık göstermiştir. Levhaların yüzeye dik çekme direnci düşük yoğunluk grubunda 0.34 N/mm², orta yoğunluk grubunda 0.39 N/mm², yüksek yoğunluk grubunda 0.62 N/mm² olarak tespit edilmiştir. Rutubet miktarlarına göre kıyaslandığında ise düşük rutubetten yüksek rutubete doğru sırası ile 0.52 N/mm², 0.45 N/mm² ve 0.38 N/mm² bulunmuştur. Yine, MDF için önemli dirençlerden vida tutma direnci düşük yoğunluk grubunda 15.3 N/mm², orta yoğunluk grubunda 18.8 N/mm² ve yüksek yoğunluk grubunda 25.3 N/mm² olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde, rutubet grupları için de düşük rutubette 19.8 N/mm², orta rutubette 20.1 N/mm² ve yüksek rutubette 19.4 N/mm² değerleri elde edilmiştir. Yine, MDF için önemli dirençlerden vida tutma direnci testlerinde yoğunluk grupları için değerler, LD: 15.3, MD: 18.8 ve HD: 25.3 N/mm² olarak ölçüldü. Aynı şekilde, rutubet grupları için de, LM: 19.8, MM: 20.1 ve HM: 19.4 N/mm² değerleri elde edilmiştir. Aynı rutubet grubuna ait numunelerde, düşük nem içeriğinde yüksek mekanik özellikler ve yüksek nem içeriğinde düşük mekanik özellikler elde edilmiştir. Araştırma sonuçları, mekanik özelliklerin yoğunluktaki artışa paralel olarak arttığını ortaya koymuştur. MDF levhaların, fiziksel ve mekanik özellikleri levha yoğunluğu arttıkça değişmektedir. Genel olarak, levha yoğunluğu arttıkça, tüm mekanik özellikler artmıştır. Fakat, rutubet yüzdesindeki artışla levhaların mekanik özellikleri azalmıştır.

Anahtar kelimeler: Lif levha, Fiziksel özellikler, Mekanik özellikler

1. Introduction

In the past, wood-based boards, such as chipboard and fiberboard, were produced by some manufacturers operating

in different countries. The density values of the boards produced by these producers showed little difference. Today, the number of companies operating in this sector has increased rapidly. As a natural consequence, the densities of

✉ ^a Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Faculty of Forestry, Department of Forest Industry Engineering, Kahramanmaraş, Turkey

^b Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Vocational School of Technical Sciences, Kahramanmaraş, Turkey

@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): aysenurkili89@gmail.com

✓ **Received** (Geliş tarihi): 03.12.2020, **Accepted** (Kabul tarihi): 17.05.2021



Citation (Atf): Özkalaycı, A., Bektaş, İ., Bal, B.C., Kılıç Ak, A., 2021. Effect of moisture content and density on some technological properties of fiberboard. Turkish Journal of Forestry, 22(2): 128-134. DOI: [10.18182/tjf.834279](https://doi.org/10.18182/tjf.834279)

wood-based boards on the market have gained a wide variety. The aesthetic, physical and mechanical properties of these boards are important in usage areas. Particularly, the density of the board affects its mechanical properties highly. In addition, moisture content is an important factor affecting the board form and its durability.

In the literature, some studies have been carried out on the physical and mechanical properties of fiberboard. In these studies, effects of board thickness (Istek et al., 2015), board density (Ozen, 1975), used fiber properties (Park et al., 2001; Ayrimis, 2002), press time and press temperature (Li et al., 2009) or glues (Park et al., 2001) on board properties were investigated.

The measured and calculated values showed that the resistance against removal of wood screws, embedded in the wood material, is mainly dependent on the screw diameter and material density. Strength values increase with the increasing density of the material. With increasing diameter, embedment depth of screw, and density of the material the axial stiffness of the joint is increasing (Joščák et al., 2014).

Istek et al. (2015) investigated the properties of commercial medium density fiberboard (MDF) of different thicknesses used in furniture production. According to the findings; it was determined that physical and mechanical properties changed as the board thickness increased.

Ganev et al., (2007) studied on the effect of moisture content and density of MDF on modulus of elasticity E1, E3, shear modulus, G13, and Poisson's ratios ν_{12} and ν_{13} . Parameters density was determined from panels without density profile with average density levels of 540 kg/m³, 650 kg/m³, and 800 kg/m³. The relation with moisture content was determined from samples conditioned at 50%, 65%, and 80% relative humidity. While panels E1, E3, and G13 decreased with the increase of moisture content, they increased with the increase in density. At each nominal density level, the values of E1 were much higher than the values of G13. Also, the effect of moisture content and density on the Poisson's ratios was not significant.

Ayrimis (2002) investigated the effect of tree species on mechanical properties of MDF manufactured from furnishes of oak, beech, pine (*Pinus nigra*), and a mixture of these species. Tests were made on specimens conditioned at 20±2°C and 65±5% relative humidity. According to the, it was determined that tree species affects mechanical properties of the panels. Similar results were obtained by Akgul and Camlibel (2008) using *R. ponticum* L., *Pinus sylvestris* L. and *Quercus robur* L. biomass.

Today, wood raw material is used intensively in fiberboard production. In addition, it was determined by scientific researches that fiberboard can be produced from some annual plants and natural fibers as well. For example, Rashid et al. (2014) determined that both physical and mechanical properties of MDF produced with natural fibers obtained from leaf and stem fibers of banana plant were better than commercial MDF except water absorption. Similar results were obtained from MDF produced from sugar cane fiber by Ashori et al. (2009).

The effects of two different silane and paraffin on the physical and mechanical properties of the boards were investigated by Ozsoylu (2018). According to the obtained data, water absorption and thickness swelling rates improved with the use of additional agents. For internal bond strength and modulus of elasticity values, there was an

increase in the use of the additive compared to the control sample.

The moisture content of the fiberboards not only affects the physical and mechanical properties but also the electrical conduction and thermal properties. In a study conducted by Zhou et al. (2013), it was reported that electrical and thermal conduction increased with the increase of board moisture. In another study, it was determined that the board surface roughness increased with the increasing of board moisture but adhesion strength decreased (Ozdemir et al., 2009).

In the literature, there are many studies on the factors affecting the technological properties of fiberboards. However, the effect of board density and moisture on technological properties have not been completely introduced. Therefore, in this study, the effect of board moisture and density on the physical and mechanical properties of fiberboard was investigated.

2. Material and method

The boards used in the preparation of the test samples were supplied from the same source in order to avoid differences in the structural properties. Fiberboards with 3 different densities were obtained from the market by purchase.

The fiberboards used in the tests were parted in three groups as low density (LD:0.590 g/cm³), medium density (MD:0.630 g/cm³) and high density (HD:0.680 g/cm³) according to their densities. 30 test samples were prepared for each density group and totally 90 samples were tested. At the same time, the test samples were separated into three different moisture groups. These are low moisture content (LMC:6%), medium moisture content (MMC:9%) and high moisture content (HMC:12%). As in the density groups, 30 samples were prepared in each moisture group and a total of 90 samples were tested. Moisture of the test samples were tried to be adjusted to the moisture content of 6, 9, 12% by applying different temperature and moisture conditions in the air conditioner cabinet. For 6% moisture content, air conditioner cabinet (Nuve TK 252) were adjusted 20±2°C-30±5% relative humidity. Cabinet settings were changed to 20±2°C-50±5% and 20±2°C-65±5% for 9% and 12% moisture content, respectively (Kantay, 1993). Thus, the samples were provided to reach the desired humidity levels.

The physical and mechanical properties were determined according to the relevant standards, as follows; moisture content (TS EN 322), density (TS EN 323), water absorption- thickness swelling (TS EN 317), modulus of rupture and modulus of elasticity (TS EN 310), internal bond strength (TS EN 319), janka hardness (TS 2479), screw holding capacity (TS EN 13446).

3. Results and discussion

The results of the analysis of the effect of density and moisture content differences on the water absorption percentages of the boards obtained from fiberboards are shown in Table 1.

According to the results of the analysis of variance given in Table 1, it is seen that the effect of density, moisture and densitymoisture together on the water absorption values calculated in fiberboard samples compose significant differences at $p<0.001$ level. The multiple-range test

(Duncan) applied to the same samples showed that the water absorption values of all three density groups (LD, MD and HD) were statistically different (64%, 54% and 51%, respectively). Within the same test, statistically significant differences were found in the average water absorption values (68%, 54% and 47%, respectively) calculated according to the moisture groups (6%, 9% and 12%). On the other hand, it was seen that the difference between the LD (63.7%) and the MD (54.2%) density groups and the 6% (67.5%) and 9% (46.9%) moisture ranges were higher than the other groups and ranges. Although the increases between the density groups (from LD to MD 8% and from MD to HD 7%) were similar, the changes in water absorption percentages were not parallel to the increases in the groups.

When the water absorption percentages are examined, it is seen that the percentage of water absorption decreases as the density increases. Similarly, as the moisture content of the test samples increased, the percentage of water absorption values decreased. In a study on the water absorption percentages of fiberboards, Istek et al. (2015) reported similar results.

The findings of the thickness swelling test of the test samples in Table 2 are shown according to the density and moisture differences. When the findings given in the table are examined, it is seen that as the density increases, the percentage of thickness swelling increases but the percentage of thickness swelling decreases as the moisture

content increases. As can be seen from Table 2, variance analysis results were significant at $p < 0.001$ confidence level for density, moisture and density-moisture interaction data.

According to these results, density, moisture and density-moisture differences have a significant effect on the thickness swelling values of the fiberboards. The Duncan test results showed that the average thickness swelling values calculated for all three density and moisture groups were statistically different from each other. In addition, it can be seen from the same table that the thickness swelling values obtained based on the both density (LD:23.28%, MD:25.51% and HD:31.69%) and moisture (LM:31.66%, LM:26.81% and LM:21.99%) groups are also conveniently occur with the between density (LD:0.590 g/cm³, MD:0.630 g/cm³ and HD:0.680 g/cm³) and moisture (LM:6%, LM: 9% and LM:12%) groups differences. Similar results related to density and thickness swelling were also determined by Ayırlmis (2007). Another factor effecting the fiberboard's thickness swelling percentage is the heat treatment process. In the study conducted by Ayırlmis et al. (2009), it was determined that the thickness swelling and water absorption percentages of boards applied high temperatures are changed.

In Table 3, it can be seen that the modulus of elasticity increases in direct proportion to the density; however decreases inversely with moisture.

Table 1. Water absorption

	Groups ^(*)	Number of sample	Mean (%)	Standard deviation	Standard error	Coefficient of variation (%)
Density	LD	90	63.71a ^(**)	13.54	1.427	21.25
	MD	90	54.18b	7.981	0.841	14.73
	HD	90	50.89c	9.717	1.024	19.10
	Total	270	56.26	11.943	0.727	21.23
Moisture	LM	90	67.51a	10.958	1.155	16.23
	MM	90	54.40b	5.396	0.569	9.92
	HM	90	46.87c	7.822	0.824	16.69
	Total	270	56.26	11.943	0.727	21.23
– Analysis results of variance –						
		Sum of squares	df	Mean square	F	Sig.
	Density	7980.318	2	3990.159	112.997	0.000
	Moisture	19645.450	2	9822.727	278.168	0.000
	Density * Moisture	1526.469	4	381.617	10.807	0.000

* LD, MD and HD's mean values were given for all moisture groups (LM:6%, MD:9%, HM:12%); also LM, MM and HM mean values were given all density groups (LD:0.590 gr/cm³, MD:0.630 gr/cm³ and HD:0.680 gr/cm³); ** Means with the same lower case letter are not significantly different in Duncan's mean separation test.

Table 2. Thickness swelling

	Groups ^(*)	Number of sample	Mean (%)	Standard deviation	Standard error	Coefficient of variation (%)
Density	LD	90	23.28a ^(**)	4.152	0.438	17.84
	MD	90	25.51b	7.702	0.812	30.20
	HD	90	31.69c	5.320	0.561	16.79
	Total	270	26.82	6.885	0.419	25.67
Moisture	LM	90	31.66a	5.914	0.623	18.68
	MM	90	26.81b	5.837	0.615	21.77
	HM	90	21.99c	5.186	0.547	23.58
	Total	270	26.82	6.885	0.419	25.67
– Analysis results of variance –						
		Sum of squares	df	Meansquare	F	Sig.
	Density	3417.599	2	1708.800	93.98	0.000
	Moisture	4209.997	2	2104.998	115.77	0.000
	Density * Moisture	376.452	4	94.113	5.176	0.000

* LD, MD and HD's mean values were given for all moisture groups (LM:6%, MD:9%, HM:12%); also LM, MM and HM mean values were given all density groups (LD:0.590 gr/cm³, MD:0.630 gr/cm³ and HD:0.680 gr/cm³); ** Means with the same lower case letter are not significantly different in Duncan's mean separation test.

Table 3. Modulus of elasticity

Groups ^(*)	Number of sample	Mean (N/mm ²)	Standard deviation	Standard error	Coefficient of variation (%)
Density	LD	1725.1a ^(**)	330.94	34.88	19.18
	MD	1898.9b	529.50	55.81	27.89
	HD	2641.5c	562.97	59.34	21.31
	Total	270	2088.5	626.41	38.12	29.99
Moisture	LM	2624.2a	559.87	59.02	21.33
	MM	2081.1b	443.71	46.77	21.32
	HM	1560.1c	320.99	33.84	20.57
	Total	270	2088.5	626.41	38.12	29.99
– Analysis results of variance –					
	Sum of squares	df	Meansquare	F	Sig.
Density	42640000	2	21320000	938.718	0.000
Moisture	50960000	2	25480000	1121.825	0.000
Density * Moisture	6016889	4	1504222.326	66.224	0.000

* LD, MD and HD's mean values were given for all moisture groups (LM:6%, MD:9%, HM:12%); also LM, MM and HM mean values were given all density groups (LD:0.590 gr/cm³, MD:0.630 gr/cm³ and HD:0.680 gr/cm³); ** Means with the same lower case letter are not significantly different in Duncan's mean separation test.

According to the results of the variance analysis of modulus of elasticity included in the same Table, the interaction of density, moisture and density-moisture factors on the fiberboard test samples were found to be statistically significant on the modulus of elasticity ($p < 0.001$). Similarly, the mean values of LD (1725.1 N/mm²), MD (1898.9 N/mm²) and HD (2641.5 N/mm²) samples and the mean values of the LM (2624.2 N/mm²), MM (2081.1 N/mm²) and HM (1560.1 N/mm²) groups were found to be significantly different from each other as can be seen in the Duncan test results shown in Table 3.

It can be seen from Table 3, the modulus of elasticity values increase in direct proportion to the density but decreasing inversely with moisture. According to the results of variance analysis of the modulus of elasticity included in the same table; density, moisture and the interaction of density-moisture factors on the fiberboard test samples were found to be statistically significant ($p < 0.001$) on the modulus of elasticity. Similarly, the Duncan test results in the Table reveal the existence of significant differences in mean values of LD (1725.1 N/mm²), MD (1898.9 N/mm²) and HD (2641.5 N/mm²) samples as well as mean values of LM (2624.2 N/mm²), MM (2081.1 N/mm²) and HM (1560.1 N/mm²) groups compared to each other. Yet, when the density and moisture groups are evaluated according to the range, it can be said that the density range (HD-LD:916.4 N/mm²) is narrower than the moisture samples (HM-LM:1064.1 N/mm²).

In general, wood based boards are effected by density and moisture like solid wood. Namely, as the density of the solid wood increases, its mechanical properties increase (Kollmann and Cote, 1968; Bozkurt and Göker, 1996; Örs and Keskin, 2001). In the literature, a similar behavior was also found in wood based boards (Istek et al., 2015).

Findings of bending strength obtained from laboratory experiments are given in Table 4.

When the results of the analyzes are considered in terms of the effects of densities, it will be seen that the density constitutes significant differences on the bending strength ($p < 0.001$). Same evaluations are also valid for the effect of moisture on bending strength. At the same time, the combined effect of density and moisture on the bending strength also made a difference in $p < 0.01$ significance level.

The results of the Duncan test given in Table 4 show that there are significant differences between the three density groups in terms of bending strength values (19.3, 21.6 and 29.1 N/mm², for LD, MD and HD, respectively). Besides, there was no difference between LM (23.8 N/mm²) and MM (23.8 N/mm²) groups according to Duncan test, while significant differences were determined between these two groups and HM (22.3 N/mm²). According to the results of Duncan analysis, it can be said that the differences between MD and HD in density groups as well as MM and HM in moisture groups are more obvious. In previous studies on the mechanical properties of MDF boards, it has been reported that the bending strength increases as the board density increase (Ozen, 1975; Istek et al., 2015).

Table 5 revealed that density, moisture and together both have significant differences on the internal bond strength. The internal bond strength measured in the fiberboard samples were 0.34 N/mm² in LD, 0.39 N/mm² in MD and 0.62 N/mm² in HD; 0.52 N/mm² for LM, 0.45 N/mm² for MM and 0.38 N/mm² for HM.

From the results of the Duncan test applied to the specimens internal bond strength, it can be seen in Table 5 that the density and humidity have significant differences between these strength values. In previous studies, it was determined that the internal bond strength increased in parallel with the increase in density (Ozen, 1975).

The results of the data obtained in the screw withdrawal tests performed on the fiberboard samples are shown in Table 6. According to the results of variance analysis, density, moisture and density-moisture interaction were found to be significantly effective on screw withdrawal strength.

Comparing the mean values of density and moisture groups given in the same Table, while LD, MD and HD are completely different from each other, as for the moisture groups noteworthy differences are only found between MM and HM. In a study on the screw withdrawal strength of MDF boards, it was reported that the increase in density also increased the screw holding strength (Vassillou and Barboutis, 2005). In addition, similar findings were found by Joščák et al. (2014).

Table 4. Modulus of rupture

	Groups ^(*)	Number of sample	Mean (N/mm ²)	Standard deviation	Standard error	Coefficient of variation (%)
Density	LD	90	19.3a ^(**)	3.081	0.325	15.96
	MD	90	21.6b	1.818	0.192	8.43
	HD	90	29.1c	1.567	0.165	5.39
	Total	270	23.3	4.753	0.289	20.39
Moisture	LM	90	23.8a	4.413	0.465	18.55
	MM	90	23.8a	5.167	0.545	21.70
	HM	90	22.3b	4.544	0.479	20.35
	Total	270	23.3	4.753	0.289	20.39
– Analysis results of variance –						
		Sum of squares	df	Meansquare	F	Sig.
	Density	4718.289	2	2359.144	537.949	0.000
	Moisture	129.089	2	64.544	14.718	0.000
	Density * Moisture	83.889	4	20.972	4.782	0.001

* LD, MD and HD's mean values were given for all moisture groups (LM:6%, MD:9%, HM:12%); also LM, MM and HM mean values were given all density groups (LD:0.590 gr/cm³, MD:0.630 gr/cm³ and HD:0.680 gr/cm³); ** Means with the same lower case letter are not significantly different in Duncan's mean separation test.

Table 5. Internal bond strength

	Groups ^(*)	Number of sample	Mean (N/mm ²)	Standard deviation	Standard error	Coefficient of variation (%)
Density	LD	90	0.34a ^(**)	0.099	0.010	29.12
	MD	90	0.39b	0.108	0.011	27.55
	HD	90	0.62c	0.128	0.014	20.69
	Total	270	0.45	0.165	0.010	36.69
Moisture	LM	90	0.52a	0.170	0.018	32.42
	MM	90	0.45b	0.154	0.016	34.08
	HM	90	0.38c	0.138	0.015	36.65
	Total	270	0.45	0.165	0.010	36.69
– Analysis results of variance –						
		Sum of squares	df	Meansquare	F	Sig.
	Density	3.98	2	1.990	243.659	0.000
	Moisture	0.984	2	0.492	60.218	0.000
	Density * Moisture	0.259	4	0.065	7.943	0.000

* LD, MD and HD's mean values were given for all moisture groups (LM:6%, MD:9%, HM:12%); also LM, MM and HM mean values were given all density groups (LD:0.590 gr/cm³, MD:0.630 gr/cm³ and HD:0.680 gr/cm³); ** Means with the same lower case letter are not significantly different in Duncan's mean separation test.

Table 6. Screw withdrawal strength

	Groups ^(*)	Number of sample	Mean (N/mm ²)	Standard deviation	Standard error	Coefficient of variation (%)
Density	LD	90	15.3a ^(**)	1.950	0.206	12.73
	MD	90	18.8b	1.159	0.122	6.16
	HD	90	25.3c	1.319	0.139	5.22
	Total	270	19.8	4.397	0.268	22.21
Moisture	LM	90	19.8ab	4.227	0.446	21.31
	MM	90	20.1a	4.478	0.472	22.29
	HM	90	19.4b	4.508	0.475	23.16
	Total	270	19.8	4.397	0.268	22.21
– Analysis results of variance –						
		Sum of squares	df	Meansquare	F	Sig.
	Density	4588.708	2	2294.354	1095.305	0.000
	Moisture	18.146	2	9.073	4.331	0.014
	Density * Moisture	47.943	4	11.986	5.722	0.000

* LD, MD and HD's mean values were given for all moisture groups (LM:6%, MD:9%, HM:12%); also LM, MM and HM mean values were given all density groups (LD:0.590 gr/cm³, MD:0.630 gr/cm³ and HD:0.680 gr/cm³); ** Means with the same lower case letter are not significantly different in Duncan's mean separation test.

Data and analysis results belonging to Janka hardness measurements are given in Table 7.

From this table, according to the data of variance analysis made to determine the effect of density and moisture differences on fiberboard Janka hardness samples, it can be said that density, moisture and both have a significant effect on Janka hardness samples. Again, by comparing the average Janka hardness values of density and moisture groups, there were significant differences between

the averages in both factors. Especially the difference between MD (32.8 N/mm²) and HD (45.1 N/mm²) groups is quite high compared to other groups. From these data, it can be said that Janka hardness value is more effected by density than moisture differences. In a study conducted by Ozen (1975), it was reported that the hardness value increased as the density of the fiberboard increased and the moisture content decreased.

Table 7. Janka hardness

	Groups ^(*)	Number of sample	Mean (N/mm ²)	Standard deviation	Standard error	Coefficient of variation (%)
Density	LD	90	28.0a ^(**)	2.812	0.296	10.04
	MD	90	32.8b	3.617	0.381	11.03
	HD	90	45.1c	4.253	0.448	9.43
	Total	270	35.3	8.055	0.490	22.82
Moisture	LM	90	39.1a	8.483	0.894	21.69
	MM	90	35.3b	7.060	0.744	19.99
	HM	90	31.5c	6.685	0.705	21.25
	Total	270	35.3	8.055	0.490	22.82
– Analysis results of variance –						
		Sum of squares	df	Meansquare	F	Sig.
Density		13976.27	2	6988.136	2768.021	0.000
Moisture		2635.844	2	1317.922	522.033	0.000
Density * Moisture		183.044	4	45.761	18.126	0.000

* LD, MD and HD's mean values were given for all moisture groups (LM:6%, MD:9%, HM:12%); also LM, MM and HM mean values were given all density groups (LD:0.590 gr/cm³, MD:0.630 gr/cm³ and HD:0.680 gr/cm³); ** Means with the same lower case letter are not significantly different in Duncan's mean separation test.

4. Conclusion

In this study, the effect of board moisture and density on the physical and mechanical properties of the fiberboard was investigated on commercially produced boards. According to the obtained findings, the following results can be said;

- In commercially produced MDF boards, physical and mechanical properties vary as the board density increases. When the density of the boards increased from 590 kg/m³ to 680 kg/m³, it was determined that the percentage of water absorption decreased, but thickness swelling increased. In addition, the percentage of water absorption was decreased when the moisture increased from 6% to 12%.
- Generally, as the board density increased, all mechanical properties increased. However, mechanical properties of boards decreased with the increase in the moisture percentage. According to the ANOVA test F values, the effect of density on mechanical properties is higher than the effect of moisture.
- As a result, the degree of interactions between density and moisture content during the use of MDF in various areas has been revealed in this study. Hereat, some landmarks have been identified as to how the basic properties of the material will change between density and moisture content. With this aspect, the findings obtained in the study will be able to make a different contribution to the literature. At the same time, it is likely that this contribution will provide additional benefits for the areas of use.

Acknowledgement

The authors would like to express their gratitude to the KSU-BAP (The Scientific Research Projects Unit of Kahramanmaraş Sütcü Imam University) No: 2017/1-59YLS for its financial support.

References

- Akgul, M. Camlibel, O., 2008. Manufacture of medium density fiberboard (MDF) panels from rhododendron (*R. ponticum L.*) biomass. Building and Environment, 43(4): 438-443. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2007.01.003>
- Ashori, A., Nourbakhsh, A., Karegarfard, A., 2009. Properties of medium density fiberboard based on bagasse fibers. Journal of Composite Materials, 43(18): 1927-1934. DOI: 10.1177/0021998309341099
- Ayrilmis, N., 2002. Effect of tree species on some mechanical properties of MDF. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 1(52): 125-146.
- Ayrilmis, N., 2007. Effect of panel density on dimensional stability of medium and high-density fiberboards. Journal of Materials Science, 42(20): 8551-8557. DOI:10.1007/s10853-007-1782-8
- Ayrilmis, N., Laufenberg, T.L., Winandy, J.E., 2009. Dimensional stability and creep behavior of heat-treated exterior medium density fiberboard. European Journal of Wood and Wood Products, 67(3): 287-295. DOI 10.1007/s00107-009-0311-7
- Bozkurt, Y., Göker, Y., 1996. Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, No: 3944, İstanbul.
- Ganev, S., Gendron, G., Cloutier, A., Beauregard, R., 2007. Mechanical properties of MDF as a function of density and moisture content. Wood and Fiber Science, 37(2): 314-326.
- Istek, A., Mugla, K., Yazici, H., 2015. Mobilya üretiminde kullanılan ticari mdf levhaların özellikleri. Selçuk-Teknik Dergisi, 14(2): 333-343.
- Jošćák, P., N., Langová, N. Tvrđovský, M., 2014. Withdrawal resistance of wood screw in wood-based materials. Forestry and Wood Technology, 87: 90-96.
- Kantay, R. 1993. Kereste Kurutma ve Buharlama. Ormancılık Eğitim ve Kültür Vakfı Yayın No: 6, İstanbul, Turkey.
- Kollmann, F., Cote, W.A., 1968. Principles of Wood Science and Technology, Springer Verlag.
- Li, X., Li, Y., Zhong, Z., Wang, D., Ratto, J.A., Sheng, K., Sun, X.S., 2009. Mechanical and water soaking properties of medium density fiberboard with wood fiber and soybean protein adhesive. Bioresource Technology, 100(14): 3556-3562. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.02.048>
- Ors, Y., Keskin, H., 2001. Ağaç Malzeme Bilgisi. Gazi Üniversitesi Ders Kitabı, Ankara.
- Ozdemir, T., Hiziroglu, S., Malkocoglu, A., 2009. Influence of relative humidity on surface quality and adhesion strength of coated medium density fiberboard (MDF) panels. Materials&Design, 30(7): 2543-2546. DOI: 10.1016/j.matdes.2008.09.036
- Ozen, R., 1975. Lif levhalarının fiziksel ve mekanik özellikleri ve bunlara tesir eden faktörler. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 25(2): 49-84.

- Ozulusoylu, S., 2018. Effects of silane and paraffin used on properties in fiber board production. Master's Thesis, Bartin University, Institute of Science and Technology, Bartin.
- Park, B.D., Kim, Y.S., Riedl, B., 2001. Effect of wood-fiber characteristics on medium density fiberboard (MDF) performance. *Journal of the Korean Wood Science and Technology*, 29(3): 27-35.
- Rashid, M.M., Das, A.K., Shams, M.I., Biswas, S.K., 2014. Physical and mechanical properties of medium density fiber board (MDF) fabricated from banana plant (*Musa sapientum*) stem and midrib. *Journal of the Indian Academy of Wood Science*, 11(1): 1-4. DOI 10.1007/s13196-014-0109-z
- TS EN 2479, 2005. Wood-determination of static hardness. TSE, Ankara.
- TS EN 310, 1999. Wood-based panels-determination of modulus of elasticity in bending and of bending strengt. TSE, Ankara.
- TS EN 317, 1999. Particleboards and fibreboards-determination of swelling in thickness after immersion in water. TSE, Ankara.
- TS EN 319, 1999. Particleboards and fibreboards- determination of tensile strength perpendicular to the plane of the board. TSE, Ankara.
- TS EN 322, 1999. Wood-based panels- determination of moisture content. TSE, Ankara.
- TS EN 323, 1999. Wood-based panels- determination of density. TSE, Ankara.
- TS EN 13446, 2005. Wood-based panels- determination of withdrawal capacity of fasteners. TSE, Ankara.
- Vassiliou, V., Barboutis, I., 2005. Screw withdrawal capacity used in the eccentric joints of cabinet furniture connectors in particleboard and MDF. *Journal of Wood Science*, 51(6): 572-576. DOI 10.1007/s10086-005-0708-9
- Zhou, J., Zhou, H., Hu, C., Hu, S., 2013. Measurements of thermal and dielectric properties of medium density fiberboard with different moisture content. *BioResources*, 8(3): 4185-4192.

Modelling some physical and mechanical properties of heat-treated Scotch pine using artificial neural network

Sibel Yıldız^{a,*}, Ayşenur Gürgen^a

Abstract: In this study, some physical and mechanical properties of yellow pine wood (*Pinus sylvestris*), which is used extensively in furniture industry, were tested after heat treatment. The findings obtained were modelled by artificial neural network (ANN) and interval values related to temperature and time variations were tried to be estimated. This study, which makes it easier to reach intermediate values, aims to save the relevant researchers from trial load all of the heating parameters during the furniture design/production stages. In the study scotch pine samples were heat-treated at 150, 160, 170, 180, 190 and 200 °C for 2, 4 and 6 hours, under normal atmosphere conditions. Color changes, weight losses and compression strength parallel to grain values of heat-treated samples were determined. After experimental study, modelling procedure was performed by ANN using two different learning algorithm- Levenberg-Marquardt (LM) and Scaled Conjugate Gradient (SCG) algorithm- 15 different hidden neurons. The best model was obtained from 2-7-6 structure using LM learning algorithm. Mean absolute percentage error (MAPE) of the best model was found below 8.0% for estimated color parameters. The weight loss and compression strength parallel to grain were 5.79% and 1.50%, respectively. It was concluded that ANN can be used successfully to predict all studied parameters of heat-treated wood samples.

Keywords: Heat-treatment, Modelling, Scotch pine, Artificial Neural Network

Isıl işlem uygulanmış sarıçam odununun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin yapay sinir ağı kullanılarak modellenmesi

Özet: Bu çalışmada, mobilya endüstrisinde yoğun olarak kullanılmakta olan sarıçam odununun (*Pinus sylvestris*) ısı işlem sonrası bazı fiziksel ve mekanik özellikleri test edilmiş, elde edilen bulgular yapay sinir ağı (YSA) ile modellenerek sıcaklık ve süre varyasyonlarına ilişkin ara değerler tahmin edilmeye çalışılmıştır. Ara değerlere ulaşmayı kolaylaştıran bu çalışma, mobilya tasarım/üretim aşamalarında ilgili araştırmacıları, akla gelen tüm ısı parametrelerini deneme yükünden kurtarmayı hedeflemektedir. Çalışmada, sarıçam odunu örnekleri, 2, 4 ve 6 saat süreyle 150, 160, 170, 180, 190 ve 200 °C sıcaklıkta, normal atmosfer ortamında ısı işleme tabi tutulmuştur. Ardından ısı işlem uygulanmış örneklerdeki renk değişiklikleri, ağırlık kayıpları ve liflere paralel basınç direnci değerleri belirlenmiştir. Deneysel çalışmanın ardından, yapay sinir ağı ile iki farklı öğrenme algoritması -Levenberg-Marquardt (LM) ve Scaled Conjugate Gradient (SCG) algoritması ve 15 farklı gizli nöron kullanılarak modelleme işlemi gerçekleştirilmiştir. En iyi model LM öğrenme algoritması kullanan 2-7-6 yapısında elde edilmiştir. En iyi modelin ortalama mutlak yüzde hatası (MAPE); tahmin edilen renk parametreleri için %8,0'in altında bulunmuştur. Ağırlık kaybı ve liflere paralel basınç direnci MAPE değerleri sırasıyla %5,79 ve %1,50 olarak bulunmuştur. Sonuç olarak, YSA'nın, ısı işlem görmüş odun numunelerinin çalışılan bütün parametrelerini tahmin etmede başarıyla kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Isıl işlem, Modelleme, Sarıçam, Yapay sinir ağıları

1. Introduction

Wood modification is described as a process that improves the properties of wood (Hill, 2007). In general, wood modification methods can be grouped into physical modification, chemical modification, enzymatic modification, and thermal modification (heat treatment) (Akkılıç et al., 2014). Heat treatment, one of the wood modification methods, is a physical process that results in permanent changes in the chemical composition of the polymer compounds of the wood cell wall. Today, interest in heat-treated wood is increasing due to the decrease in the production of qualified and hard timber, increasing the need

for wood used in the building industry, the destruction of forests and government regulations that restrict the use of toxic chemicals (Boonstra and Tjeerdsma, 2006).

The basic object of the heat treatment method is to heat the wood at temperatures above 150 °C where the chemical reactions accelerated. Since the molecular structure of the wood is modified in the heat treatment application, the performance of the wood also increases. In another words biological resistance against fungi and insects increases with the application of heat treatment (Kamdem et al., 2002; Sivrikaya et al., 2015; Brito et al., 2019). Thanks to the low equilibrium moisture content, less shrinkage and swelling, increased dimensional stability is achieved (Oliveria et al.,

✉ ^a Karadeniz Technical University, Forest Industry Engineering, Trabzon, Turkey

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 04.02.2021, **Accepted** (Kabul tarihi): 14.06.2021



Citation (Atıf): Yıldız, S., Gürgen, A., 2021. Modelling some physical and mechanical properties of heat-treated scotch pine using artificial neural network. Turkish Journal of Forestry, 22(2): 135-142. DOI: [10.18182/tjf.874681](https://doi.org/10.18182/tjf.874681)

2010). The thermal insulation capability of wood also increases. Due to the fact that wood is more resistant to outdoor weather conditions, its usage time is also increasing (Yan-Jun et al., 2002). In addition, heat treatment provides decorative color variety (Vinha et al., 2015). However, especially after 200 °C significant decreases in mechanical properties may occur (Yildiz et al., 2006; Shi et al., 2007).

Artificial neural network (ANN) is an information processing technology inspired by the information processing technique of the human brain (Hassoun, 1995). ANN simulates the way the biological system works. The imitated nerve cells contain neurons, and these neurons connect to each other in various ways to form the network. Artificial nerve cells are similar in structure to biological nerve cells. Artificial neurons connect to each other to form artificial neural networks. Just like biological neurons, artificial neurons have sections where they receive input signals, collect and process these signals, and transmit outputs (Willis et al., 1992). ANN, has been used by researchers working on wood modification methods as well as other disciplines such as medicine (Walczak, 2005; Nasser and Abu-Naser, 2019), engineering science (Adeli, 2001; Moayedi et al., 2020). For example, Tiryaki et al., (2014) developed an ANN model to predict optimum bonding strength of heat treated woods. Zanuncio et al., (2017) reported a study that the predicted of the physical, mechanical and colorimetric properties of *Eucalyptus grandis* heat-treated wood samples using ANN. Van Nguyen et al., (2018) used ANN for predicting hardness change of wood during heat treatment.

It is very important to determine the optimal conditions of heat treatment that provide the desired properties in wood structure. It is necessary to prevent decreases that may occur especially in mechanical resistance by applying ideal heating programs. This study, intends to save the relevant investigators from trial load all the heating parameters during the furniture design/production stages. For that purpose, some physical and mechanical properties of heat-treated Scotch pine wood were investigated and obtained data were modelled with artificial neural networks.

2. Material and method

2.1. Wood material

In this research, scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) wood which widely used at furniture industry was chosen as raw material. The preparation of the test samples was carried out according to principles of ASTM-D 1666 87 (1994). The wood samples without any defects were selected and prepared for further experimental studies. The wood samples were cut into 2x2x3 cm (tangential x radial x longitudinal) dimensions and then conditioned (25 °C and 65% relative humidity) for further analysis.

2.2. Heat-treatment

Heat-treatment was performed in a laboratory oven under the normal atmosphere conditions. The treatment was consisted of a total of 18 variations applied in six different temperatures (150, 160, 170, 180, 190 and 200 °C) and three different time periods (4, 6 and 8 hours). Design of experimental study was given in Table 1.

Table 1. Design of experimental study

Heat-treatment temperature (°C)	Heat-treatment duration (h)	Assay no
150	4	1
	6	2
	8	3
160	4	4
	6	5
	8	6
170	4	7
	6	8
	8	9
180	4	10
	6	11
	8	12
190	4	13
	6	14
	8	15
200	4	16
	6	17
	8	18

2.3. Color measurement

The color of the outer surface of the heat-treated samples was measured using Konica Minolta CM-2600d spectrophotometer. The color parameters were;

L^* refer to brightness to darkness, a^* refer to intensity in green-red ($a^* < 0$ for green, $a^* > 0$ for red), b^* refer to intensity in blue-yellow ($b^* < 0$ for blue, $b^* > 0$ for yellow).

The color parameters of the heated samples were measured according to the CIELAB color scale (Hunt and Pointer, 2011). Color measurements were performed in the most colorful area of all samples. Four measurements were recorded for each group. The lightness difference (ΔL^*), red/green difference (Δa^*) and yellow/blue difference (Δb^*) and total color change (ΔE^*) were determined according to following Equations 1-4;

$$\Delta L^* = L_f^* - L_i^* \quad (1)$$

$$\Delta a^* = a_f^* - a_i^* \quad (2)$$

$$\Delta b^* = b_f^* - b_i^* \quad (3)$$

$$\Delta E^* = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2} \quad (4)$$

where; f means final values after heat treatment and i means initial values before heat treatment.

2.4. Weight loses measurement

Weight loses of heat-treated samples were determined according to following Equation 5;

$$\text{Weight loses}(\%) = \frac{W_i - W_f}{W_i} * 100 \quad (5)$$

where, W_i means initial oven dried weight of samples and W_f means final oven dried weight of samples.

2.5. Compression strength parallel to grain measurement

The compression strength (CS) parallel to grain values for control samples (untreated) and heat-treated samples were determined according to the TS 2595 (1977).

The compression strength parallel to grain was calculated using the following Equation 6;

$$\sigma_{B//} = \frac{F_{max}}{a*b} (N/mm^2) \tag{6}$$

where: F_{max} is the force applied on wood specimen (N); a is the width of the sample (mm); and b is the height of the sample (mm).

2.6. Artificial neural network

ANN, one of the artificial intelligence techniques, are information processing software inspired by the human brain. In other words, ANN are computer programs that imitate biological neural networks. Artificial neural networks are self-learning mechanisms that do not require traditional skills. In addition to learning, these networks have the ability to memorize and create relationships between information. Just as biological neural networks have nerve cells, ANNs have artificial nerve cells. The basic structure of an artificial neuron was shown in Figure 1.

An artificial neuron consists of five basic elements: inputs, weights, summation function, activation function and output. Inputs are defined as the informations from the environment or from another neuron. Weights are the elements that show the effect of information on the cell. The summation function is used to calculate the net input by processing all inputs to the cell. The most commonly used summation function is as seen in the Equation 7.

$$Net = \sum_{i=1}^n X_i * W_i \tag{7}$$

where X is the input value, W is the weight value of the input and n is the number of inputs. The inputs are multiplied by the weights and the net input is calculated by adding all the values. The input from the summation function is processed in the activation function and the output that the cell will produce for this input is determined.

In ANN, artificial neurons are simply clustered. This clustering is accomplished in layers and then these layers are linked to one another. These layers are classified as input layer, hidden layer and output layer.

The input layer contains neurons that receive inputs from outside. Also, an important point is that the neurons in the input layer do not apply any action on the input values. Only input values in this layer are transmitted to the next layer.

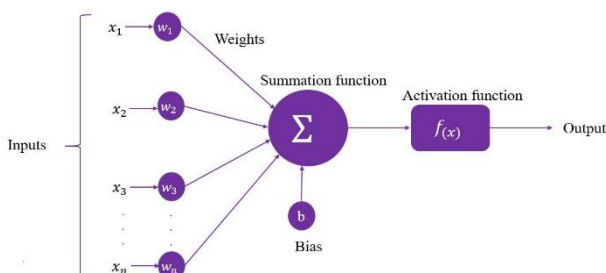


Figure 1. The basic structure of an artificial neuron

The output layer is the layer that contains the neurons that transmit the outputs outside. There may be one or more hidden layer between input layer and output layer. These hidden layers contain a large number of neurons, and these neurons are completely connected with other neurons in the network. Hidden layers contain a large number of neurons, and these neurons are completely connected with other neurons in the network.

One of the important issues in ANN is training the network. In fact, the training of an ANN is the process of determining the optimum weight values in the network. There are some learning algorithms for this purpose. The most well-known learning algorithms are Levenberg-Marquardt algorithm, a variation of Newton's method and Conjugate Gradient Algorithm. These two learning algorithms are used successfully in the training of multi-layer ANN models.

The main application areas of artificial neural networks can be considered as classification, prediction and modeling.

2.6.1. Modelling

Some physical and mechanical properties of heat-treated scotch pine were modeled by using ANN method. 80 % of the data were used for training, 10 % for validation and 10 % for testing. Two different learning algorithms (Levenberg-Marquardt (LM) and Scaled Conjugate Gradient (SCG) were used in the modeling process. To achieve the best model, all numbers between 1 and 15 were tested as hidden neurons. A total of 30 models were obtained and the best model was selected according to the performance of the models. Heat-treatment duration and heat-treated temperature were used as inputs parameters. The output parameters were ΔL , Δa , Δb , ΔE values, weight losses and compression strength parallel to grain values of heat-treated samples. The architecture of ANN model was given at Figure 2.

To determine network performance, mean square error (MSE), mean absolute percentage error (MAPE) and correlation coefficient (R) were determined according to following Equations 8-10;

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (e_i - p_i)^2 \tag{8}$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{e_i - p_i}{e_i} \right| * 100 \tag{9}$$

$$R = \frac{n \sum_{i=1}^n e_i p_i - (\sum_{i=1}^n e_i)(\sum_{i=1}^n p_i)}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n p_i^2 - (\sum_{i=1}^n p_i)^2} \sqrt{n \sum_{i=1}^n e_i^2 - (\sum_{i=1}^n e_i)^2}} \tag{10}$$

where, e is the experimental result, p is the prediction result, p_m is the mean of the prediction results and n is the number of samples.

3. Results and discussion

ΔL^* , Δa^* , Δb^* , ΔE^* changes, weight losses and CS values of heat-treated samples were given at Figure 3-8, respectively.

ΔL^* refers to the lightness-darkness of the color parameters. The differences in colors and their locations are determined according to the L^* , a^* and b^* color coordinates in the CIEL*a*b* color scheme. In this scheme, L^*

(lightness) is located on the black-white axis ($L^* = 0$ for black, $L^* = 100$ for white), a^* on the red-green axis (positive values for red and negative values for green), and b^* for the yellow-blue axis (positive values for yellow and negative values for blue) (McGuire, 1992; Oliver et al., 1992; Budakçı et al., 2012). As can be seen in Figure 3, as the heat treatment time and the temperature increase the ΔL^* value of the wood increased continuously in the negative direction. According to this, it is possible to say that the color of the wood has become darker. Color is an aesthetic issue. The color of the wood becomes darker as a result of the oxidative and hydrolytic (hydrolysis-related) reactions that occur during the heat treatment application (Korkut and Kocaefe, 2009). Color changes are a positive effect especially on coniferous trees. Color can add a more preferable feature to heat treated coniferous trees than those without heat treatment, therefore darkening of color can give them a new market potential (Johansson, 2005). The color change that occurs in the wood depends on the treatment method. The darkening of the color of the wood occurs in the samples treated in oxygen atmosphere rather than the nitrogen atmosphere (Aydemir and Gündüz, 2009).

The increment of Δa^* value denotes the red intensity and decline of Δa^* denotes the green intensity. When Figure

4 was examined, it was seen that the increase in heat treatment temperature and duration increased the red color intensity of the wood.

The increment of Δb^* value denotes the intensity of the color yellow decline of Δb^* indicates the intensity of the blue color. When Figure 5 was examined, it was shown that the different heat treatment temperatures and durations affect the wood samples in different rates. Especially in the heat treatment applied at 200 °C for 8 hours, it was seen that the increase in blue color intensity.

ΔE^* denotes the color changes. As can be seen from the Figure 6, the color change increased with the increasing of heat treatment time and temperature. Color has the potential to determine the quality of heat treatment application. The chemical reasons of the color changes in wood during the heat treatment application are not fully defined in the literature (Korkut and Kocaefe, 2009). However, in studies conducted on this subject, it has been shown that the main causes of color changes are degradation of hemicellulosis, lignin and some extractive substances. In the heat treatment application, as the temperature and time increases, the color darkness of the wood increases (Nuopponen, 2005).

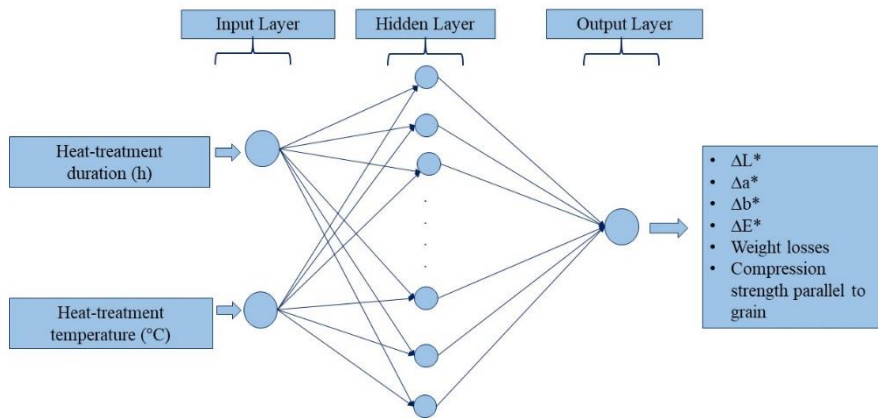


Figure 2. Architecture of ANN model

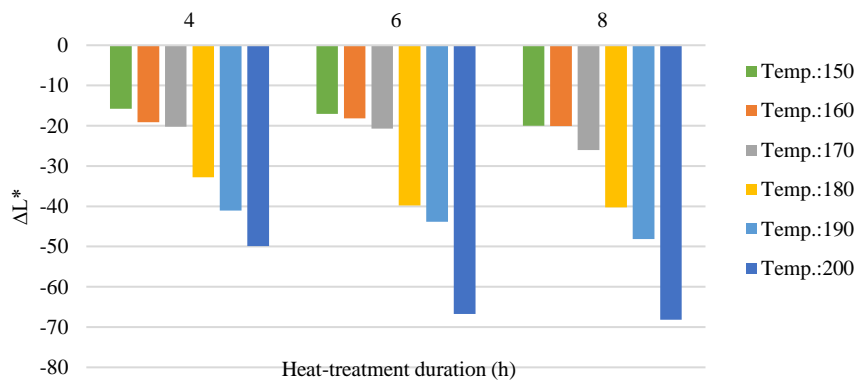


Figure 3. ΔL^* changes of heat-treated wood samples

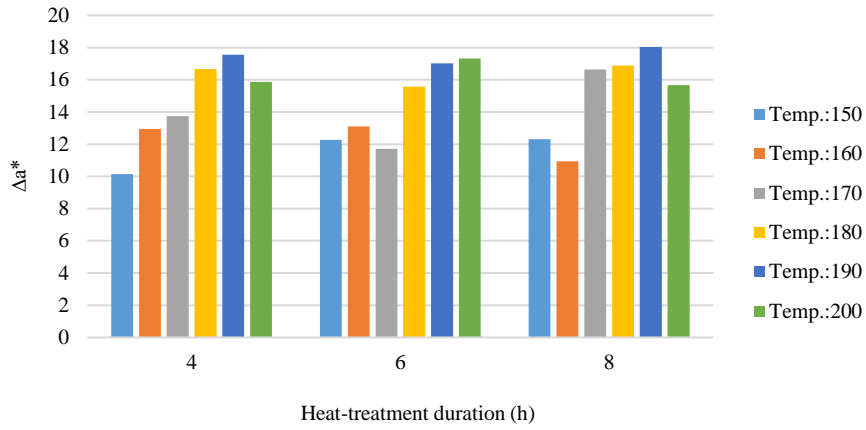


Figure 4. Δa^* changes of heat-treated wood samples

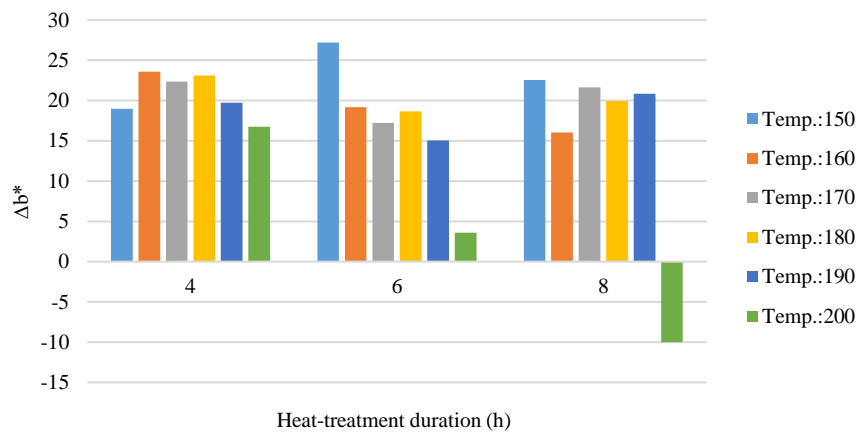


Figure 5. Δb changes of heat-treated wood samples

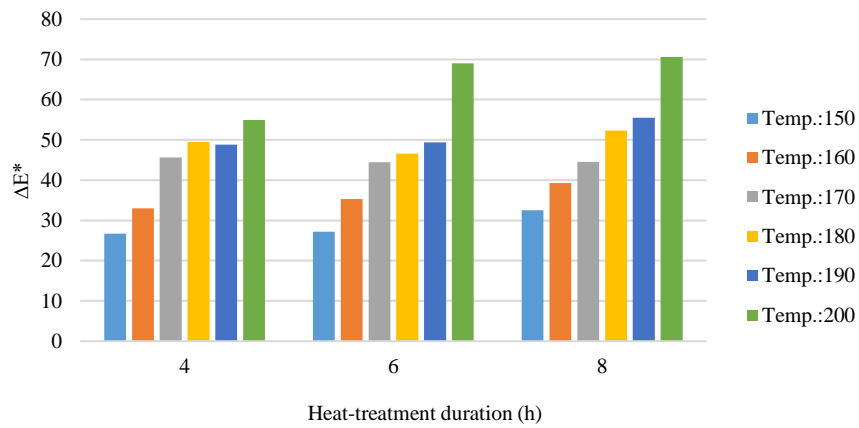


Figure 6. ΔE changes of heat-treated wood samples

When Figure 7 was examined, it was seen that as the heat treatment time and temperature increased, the weight loss increased in wood. It is thought that weight loss is caused by the loss of water in the wood structure due to the decrease in the existing hydroxyl groups, material losses in the cell wall and the degradation of hemicelluloses (Fengel and Wegener, 1989; Viitanen et al., 1994). In low temperature heat treatment causes low mass loss with the loss of volatile and bound water. The loss of macromolecular compounds occurs above 100 °C and the advancing time and temperatures increase the mass loss. If the process is not optimal, there will be more change in the structure of the wood (Millett, 1972).

When Figure 8 was examined, it was seen that the compression strength parallel to grain values decreases especially at 200 °C temperature. It has been reported that while biological resistance and stability increase during heat treatment, significant decreases in mechanical properties may occur, especially after temperatures of 200 °C.

In a previous study, some mechanical and physical properties of beech (*Fagus orientalis*) wood samples heated at temperatures 170, 180, 190, and 212 °C for 2 h with Thermo-Wood method were investigated. The results were compared with the oven-dried reference samples. It has been reported that depending on the increase of heat treatment temperature, the bending strength was decreasing, the compression strength parallel to the grain and modulus of

elasticity values of samples increased (Kol et al., 2017). In a previous study, it was determined that the compression strength of the eucalyptus wood decreased significantly depending on the heat treatment temperature and time. The compression strength value of the samples that were heat treated at 180 °C for 10 hours was 19% lower than that of the control samples (Unsal and Ayrimis, 2005).

After the experimental study, the modelling procedure was carried out using different learning algorithms and hidden neuron number. Then, the best model was obtained in 2-7-6 structure using the LM learning algorithm. Performance values of the best model were shown in Figure 9. Comparison of real values and ANN results of studied parameters were given in Table 2.

MSE value represents the difference between the obtained data and the estimated value of the model, and if the values of the data in different tests are not close to each other, it is not meaningful to compare the MSE values. In this study, since the compression strength values were much higher than the other data, the MSE values seem high, but this does not indicate that the model is unsuccessful.

MAPE value refers to the error rate of the prediction capability of the model. In this study, the lowest MAPE value is seen in compression strength values with 1.5% and Δb values with 8.3%. It can be concluded that the obtained ANN model predicts all values with high accuracy since the MAPE values of all the studied values are below 10%.

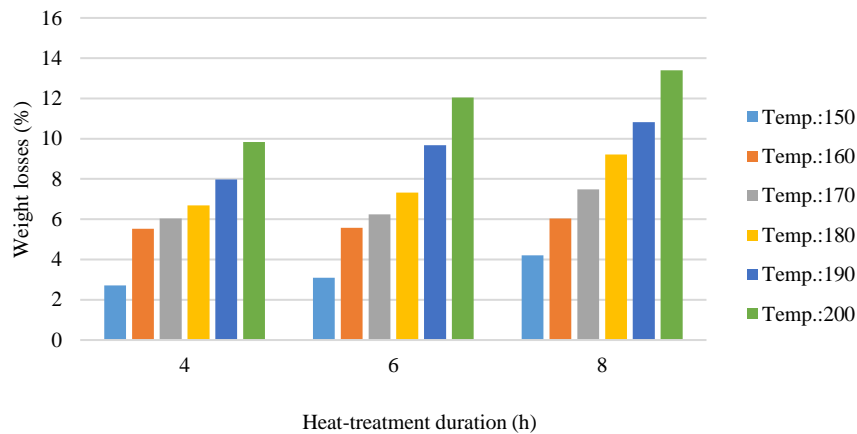


Figure 7. Weight losses of heat-treated wood samples

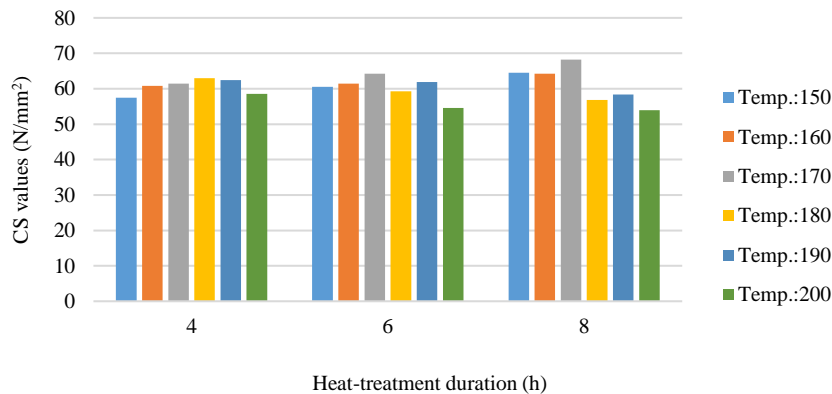


Figure 8. Compression strength parallel to grain (CS) values of heat-treated wood samples

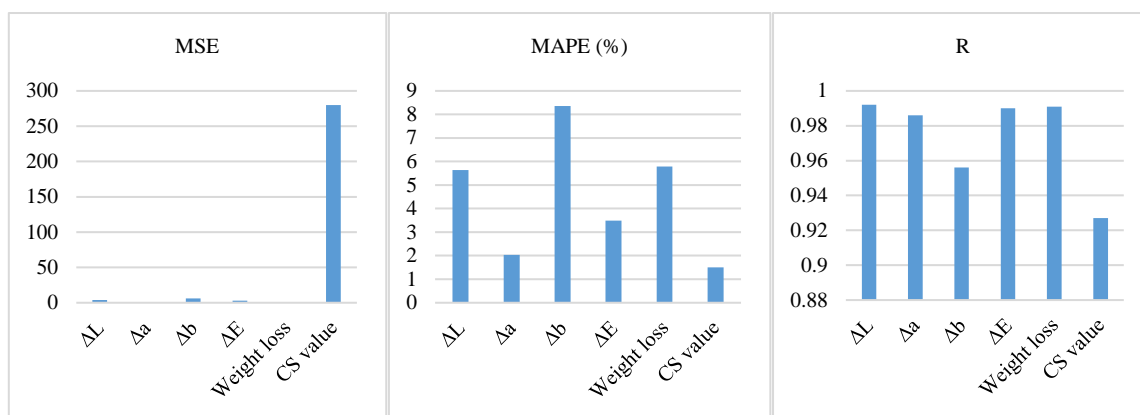


Figure 9. Performance values of the best ANN model

Table 2. Comparison of real values and ANN results of studied parameters

Assay no	ΔL		Δa		Δb		ΔE		Weight losses (%)		CS values (N/mm ²)	
	Real values	ANN results	Real values	ANN results	Real values	ANN results	Real values	ANN results	Real values	ANN results	Real values	ANN results
1	-15.79	-17.73	10.14	11.59	18.97	26.01	26.68	23.15	2.71	3.27	57.46	55.16
2	-17.07	-14.77	12.26	12.31	27.20	25.75	27.17	26.69	3.10	3.35	60.49	60.39
3	-20.00	-20.60	12.30	12.36	22.55	21.99	32.55	33.17	4.21	4.04	64.50	64.66
4	-19.11	-19.73	12.95	12.77	23.58	24.27	33.00	33.69	4.96	4.51	56.96	58.58
5	-18.15	-19.84	13.11	12.72	19.19	22.32	35.32	37.53	5.54	5.08	60.85	60.48
6	-20.07	-18.57	10.94	11.02	16.03	16.34	39.25	40.38	5.58	5.87	68.03	67.95
7	-20.24	-21.79	13.75	13.92	22.34	22.42	45.65	44.10	6.04	5.77	61.49	62.00
8	-20.69	-21.33	11.71	11.74	17.21	15.72	44.45	42.22	6.25	6.44	64.21	64.29
9	-26.02	-27.47	16.65	16.43	21.64	22.24	44.51	42.65	7.50	7.26	68.25	68.15
10	-32.80	-31.30	16.67	16.70	23.09	22.54	49.44	49.91	6.69	7.11	62.95	62.62
11	-39.77	-37.37	15.57	15.83	18.67	17.19	46.61	43.69	7.32	7.93	59.24	62.60
12	-40.26	-42.85	16.88	17.31	19.91	20.75	52.31	51.58	9.21	9.70	56.83	57.32
13	-41.06	-40.93	17.56	17.74	19.72	19.21	48.82	49.03	7.99	8.36	62.47	62.74
14	-43.82	-43.48	17.02	16.89	15.04	16.35	49.36	51.18	9.69	9.11	61.88	61.72
15	-48.17	-45.01	18.04	17.75	20.84	19.12	55.50	57.06	10.83	10.47	58.34	57.99
16	-49.85	-44.60	15.86	16.55	16.75	10.47	54.93	53.92	9.84	9.44	58.51	64.01
17	-66.71	-67.32	17.32	17.19	3.61	3.60	69.02	66.85	12.05	12.12	52.56	52.47
18	-68.15	-67.95	15.66	15.73	-10.02	-9.97	70.64	71.63	13.40	13.39	53.93	53.99

CS: Compression strength parallel to grain values

R value expresses the closeness of the obtained value and the prediction value, and it can be said that the closer it is to 1.0, the closer the predicted values of that model to the data obtained. All R values in this study were higher than 0.9 and it can be concluded that the prediction performance of the selected model is high.

Comparison of real values and ANN results of studied parameters were given in Table 2. It was seen that ANN results and real values were very close to each other and it has been concluded that ANN models can be successfully used to estimate the color change, weight losses and CS values of pine wood samples. In a previous study, it was aimed to predict the color change of heat-treated wood during artificial weathering by ANN model. The network included an input layer consisting of three input nodes, namely, the weathering exposure time, heat treatment temperature, and heat-treated wood species, a hidden layer using six neurons and an output layer consisting of one output node, namely heat-treated wood color. According to the results, MAPE values were 8.17, 9.70, and 9.85% for the prediction of color change (ΔE) for training, validation and testing data sets, respectively. R value were above 0.92 of the proposed ANN model for all data sets. These results showed that the ANN model can be successfully used for predicting the color change of heat-treated wood (Nguyen et al., 2019).

4. Conclusion

In this study some physical and mechanical properties of heat-treated scotch pine wood were investigated and modelled with artificial neural networks. It was concluded that, as the heat treatment time and the temperature increase the ΔL value of the wood increased continuously in the negative direction. The color of the wood has become darker. Weight loss has increased in the variations of heat treatment applied at higher temperatures and longer times. The compression strength parallel to grain values decreased especially in the variation heated at 200 °C temperature for 8 hours. When the model performance was examined, it was concluded that ANN applications can be easily applied in such studies. It was seen the obtained data and the estimated values of the model were close to each other. The best model was obtained from 2-7-6 structure using LM learning algorithm. Since the MAPE values of all the studied values are below 10%, it can be concluded that the obtained model predicts all values with high accuracy. All R values in this study were higher than 0.9 and it can be concluded that the prediction performance of the selected model was high. At the end of the study, it was concluded that modeling experimental data with ANN modeling provides chemical, time and labor savings. Thanks to the proposed ANN model, it was possible to predict with high accuracy the color changes, weight loss and pressure resistance values parallel

to the fibers of non-worked heat treatment temperatures and times (for example, 175 °C 2.5 h heat treatment application). It was suggested that ANN applications should be made widespread in similar studies.

Acknowledgments

This study was presented as oral presentation at VI. International Furniture Congress- IFC2020 (02-05 November 2020) in Trabzon, Turkey.

References

- Adeli, H., 2001. Neural networks in civil engineering: 1989–2000. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 16(2): 126-142.
- Akkılıç, H., Kaymakçı, A., Ünsal, Ö., 2014. Isıl işlem uygulanmış ahşap malzemenin dış cephe kaplaması olarak değerlendirilme potansiyeli, 7. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, 3-4 Nisan, İstanbul s. 1-9.
- ASTM-D-1666-87, 1994. Standard Test Methods for Conducting Machining Tests of Wood and Wood-Base Materials. Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia, USA.
- Aydemir, D., Gündüz, G., 2009. The effect of heat treatment on physical, chemical, mechanical and biological properties of wood. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 11(15): 71-81.
- Boonstra, M.J., Tjeerdsma, B., 2006. Chemical analysis of heat treated softwoods. *Holz als Roh-und Werkstoff*, 64(3): 204-211.
- Brito, J.O., Dias Júnior, A.F., Lana, A.Q., Andrade, C.R., Bernardes, F.F., 2019. Biological resistance of heat-treated wood of *Pinus caribaea* and eucalyptus saligna. *Maderas. Ciencia y tecnología*, 21(2): 223-230.
- Budakçı, M., Sönmez A., Pelit H., 2012. The color changing effect of the moisture content of wood materials on water borne varnishes. *BioResources*, 7(4): 5448-5459.
- Fengel, D., Wegener, G., 1989. *Wood: Chemistry, Ultrastructure, Reactions*. Walter De, Germany.
- Hassoun, M.H., 1995. *Fundamentals of Artificial Neural Networks*. MIT Press, London, England.
- Hill C.A., 2007. *Wood Modification: Chemical, Thermal and Other Processes*. John Wiley & Sons, England.
- Hunt, R.W.G., Pointer M.R., 2011. *Measuring Colour*. John Wiley & Sons, USA.
- Johansson, D., 2005. Strength and colour response of solid wood to heat treatment. Licentiate Thesis, Department of Skellefteå Campus, Luleå Tekniska Universitet, Skellefteå-Sweden.
- Kamdern, D., Pizzi, A., Jermannaud, A., 2002. Durability of Heat-Treated Wood. *Holz als Roh-und Werkstoff*, 60(1): 1-6.
- Kol, H.Ş., Keskin, S.A., Vaydoğan, K.G., 2017. Effect of heat treatment on the mechanical properties and dimensional stability of beech wood. *Journal of Advanced Technology Sciences*, 6(3): 820-830.
- Korkut, S., Kocaepe D., 2009. Effect of heat treatment on wood properties. *Duzce University Journal of Forestry*, 5(2): 11-34.
- McGuire, R.G., 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27(12): 1254-1255.
- Millett, M., 1972. Accelerated aging: Residual weight and flexural properties of wood heated in air at 115 °C to 175 °C. *Journal of Wood Science*, 4: 193-201.
- Moayedi, H., Mosallanezhad, M., Rashid, A.S.A., Jusoh, W.A.W., Muazu, M.A., 2020. A systematic review and meta-analysis of artificial neural network application in geotechnical engineering: Theory and applications. *Neural Computing and Applications*, 32(2): 495-518.
- Nasser, I.M., Abu-Naser, S.S., 2019. Predicting tumor category using artificial neural networks. *International Journal of Academic Health and Medical Research*, 3(2): 1-7.
- Nguyen, T.T., Van Nguyen, T.H., Ji, X., Yuan, B., Trinh, H.M., Do, K.T.L. Guo, M., 2019. Prediction of the color change of heat-treated wood during artificial weathering by artificial neural network. *European Journal of Wood and Wood Products*, 77(6): 1107-1111
- Nuopponen, M., 2005. Thermal modification of wood and FT-IR and UV Raman spectroscopic; Studies of its extractable compounds. Ph.D. Thesis, Helsinki University, Helsinki-Sweden.
- Oliveira, R.M.D., Brisolari, A., Sales A., Gonçalves D., 2010. Wettability, Shrinkage and color changes of *Araucaria angustifolia* after heating treatment. *Materials Research*, 13(3): 351-354.
- Oliver, J., Blakeney, A., Allen H., 1992. Measurement of flour color in color space parameters. *Cereal Chemistry*, 69(5): 546-551.
- Sivrikaya, H., Can, A., de Troya T., Conde, M., 2015. Comparative biological resistance of differently thermal modified wood species against decay fungi, *Reticulitermes grassei* and *Hylotrupes bajulus* Maderas. *Ciencia y Tecnología*, 17(3): 559-570.
- Shi, J.L., Kocaepe, D., Zhang, J., 2007. Mechanical behaviour of quebec wood species heat-treated using thermowood process. *Holz als Roh-und Werkstoff*, 65(4): 255-259.
- Tiryaki, S., Özşahin, Ş., Yıldırım, İ., 2014. Comparison of artificial neural network and multiple linear regression models to predict optimum bonding strength of heat treated woods. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 55: 29-36.
- TS-2595, 1977. Wood-Determination of Ultimate Stress in Compression Parallel to Grain. Turkish Standards Institution, Turkey.
- Unsal, O., Ayrimis N., 2005. Variations in compression strength and surface roughness of heat-treated turkish river red gum (*Eucalyptus camaldulensis*) wood. *Journal of Wood Science*, 51(4): 405-409.
- Van Nguyen, T. H., Nguyen, T.T., Ji, X., Do, K.T.L., Guo, M., 2018. Using artificial neural networks (ANN) for modeling predicting hardness change of wood during Heat Treatment. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 394(3): 1-7.
- Viitanen, H., Jämsä, S., Paaanen, L., Nurmi A., Viitaniemi P., 1994. The effect of heat treatment on the properties of spruce. A preliminary Report. The International Research Group on Wood Preservation, 29 May-3 June, Nusa Dua, Bali, Indonesia, pp. 1-4.
- Vinha, A.J., Carvalho, A.G., Teixeira de Souza, M., Marangon Jardim, C., de Cassia Oliveira Carneiro, A., Luiz Colodette, J., 2015. Effect of extractives on wood color of heat treated *Pinus radiata* and *Eucalyptus pellita*. *Maderas. Ciencia y Tecnología*, 17(4): 857-864.
- Walczak, S. 2005. Artificial neural network medical decision support tool: Predicting transfusion requirements of ER patients. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 9(3): 468-474.
- Willis, M.J., Montague, G.A., Di Massimo, C., Tham, M.T., Morris A.J., 1992. Artificial neural networks in process estimation and control. *Automatica*, 28(6): 1181-1187.
- Yan-Jun, X., Yi-Xing, L., Yao-Xing S., 2002. heat-treated wood and its development in Europe. *Journal of Forestry Research*, 13(3): 224-230.
- Yildiz, S., Gezer, E.D., Yildiz U.C., 2006. Mechanical and chemical behavior of spruce wood modified by heat. *Building and Environment*, 41(12): 1762-1766.
- Zanuncio, A.J.V., Carvalho, A.G., Da Silva, L.F., Da Silva, M.G., Carneiro, A.D.C.O., Colodette, J.L., 2017. Prediction of the physical, mechanical and colorimetric properties of *Eucalyptus grandis* heat-treated wood using artificial neural networks. *Scientia Forestalis/Forest Sciences*, 45(113): 109-118.

Muz yalancı gövde atığının kağıt hamuru ve kağıt üretimine uygunluğunun kimyasal ve morfolojik açıdan değerlendirilmesi

Evren Ersoy Kalyoncu^{a,*} , Meryem Ondaral^a 

Özet: Bu çalışmada dünyada yaygın bir tarım alanına sahip muz bitkisinin (*Musa sapientum*) meyve hasadı sırasında oldukça fazla miktarda oluşan gövde atıklarının, kağıt endüstrisinde hammadde olarak kullanılabilirliğinin kimyasal ve morfolojik açıdan uygunluğunun araştırılması amaçlanmıştır. Muz yalancı gövdesinin başlıca kimyasal bileşenleri holoselüloz, α -selüloz ve lignin sırasıyla %77.5, %51.0 ve %12.7 olarak tespit edilmiştir. Sıcak su çözünürlüğü %17.3, soğuk su çözünürlüğü %13.0, alkol ve %1 NaOH çözünürlük değerleri ise sırasıyla %9.2 ve %33.3 olarak bulunmuştur. Lif uzunluğu bakımından iğne yapraklı ağaç odunu liflerine, lif genişliği bakımından ise yapraklı ağaç odunu liflerine benzeyen muz yalancı gövde atığı liflerinin düşük Runkel oranı, rijitlik katsayısı ve Mühlstep oranı ile yüksek narinlik ve esneklik oranlarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Kimyasal ve morfolojik analizlerden elde edilen sonuçlar, muz yalancı gövde atıklarının kağıt hamuru ve kağıt üretimi için uygun bir hammadde olduğunu göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Muz yalancı gövde, Kimyasal özellikler, Morfolojik özellikler, Kağıt hamuru ve kağıt üretimi, Tarımsal atık

Chemical and morphological evaluation of the suitability of banana pseudo-stem waste for pulp and paper production

Abstract: In this study, it was aimed to investigate the chemical and morphological suitability of using pseudo-stem which are formed in large amounts during the fruit harvesting of the banana plant (*Musa sapientum*) with a widespread agricultural area in the world, as raw material in the paper industry. The main chemical constituents of banana pseudo-stem holocellulose, α -cellulose and lignin were determined as %77.5, %51.0 and %12.7, respectively. Hot water solubility was 17.3%, cold water solubility 13.0%, alcohol and 1% NaOH solubility values were 9.2% and 33.3%, respectively. It has been determined that banana pseudo-stem waste fibers, which are similar to softwood fibers in terms of fiber length and hardwood fibers in terms of fiber width, have high slenderness and flexibility ratios with low Runkel ratio, rigidity coefficient and Mühlstep ratio. The results obtained from chemical and morphological analyzes indicated that banana pseudo stem waste is a suitable raw material for pulp and paper production.

Keywords: Banana pseudo-stem, Chemical properties, Morphological properties, Pulp and paper production, Agricultural waste

1. Giriş

Her geçen gün artan dünya nüfusuna bağlı olarak ihtiyaçlar doğrultusunda tüketim malzeme gereksinimleri artmakta, yaşam kolaylaştırıcı ürünler giderek yaygınlaşmakta ve tüm bunlarla orantılı olarak çevre kirliliği de artmaktadır. Küresel nüfus artışının bir sonucu olarak artan besin ihtiyacı ile üretilen tarımsal ürünlerin büyük miktarlarda işlenmemiş atıkları da oluşmaktadır. Tarımsal ürünlerin hasadı sırasında oluşan atıkların önemli bir kısmı ortamda bırakılarak ya da yakılarak uygun bir şekilde değerlendirilememektedir. Tarımsal atıkların bertaraf edilmesi sırasında doğal çevre üzerinde önemli olumsuz etkiler olduğu gözlenmektedir (Kara ve Sezer, 1992). Tarımsal atıkların faydaya dönüştürülmesi üzerine yapılan çalışmaların giderek yaygınlaşması nedeniyle yeni teknolojiler geliştirilmiş ve bu sayede tarımsal atıklardan olabildiğince fazla değer elde edilebilmek amaçlanmıştır.

Özellikle, meyve bahçelerinde, hasat ve bakım işlemleri sırasında önemli miktarlarda atık meydana gelmektedir.

En yaygın tüketim malzemelerinden olan kağıt-karton üretimi için yeterli hammadde kaynağının bulunmaması, çeşitli çevresel ve ekonomik kaygılar nedeniyle alternatif hammadde arayışlarını gündeme getirmiştir (Tutuş ve Çiçekler, 2016). Kağıt endüstrisinde selülozik lif kaynağı olarak odun dışı hammaddelerin yanında tarımsal atıkların da kullanılması giderek önem kazanmaktadır. Kivi budama artıklarının lif morfolojik özellikleri bakımından kağıt hamuru üretimine uygunluğu (Yaman ve Gençer, 2015) ve bu atıklardan kraft yöntemi ile üretilen kağıtların yapraklı ağaç odunundan elde edilen kağıtlar ile rekabet edecek seviye olduğu (Gençer, 2015) belirtilmiştir.

Neredeyse tüm dünyada yetişen ve her yıl yaklaşık 120-150 milyon ton yetiştirilen muz (*Musa spp.*) dünyada dördüncü en önemli gıda ürünüdür (Reddy ve Yang, 2015). Önemli gıda ürünü olması nedeniyle, 150 ülkede 4.84 hektarlık bir alanda 95.6 milyar ton üretilmektedir (Singh

✉ ^a Karadeniz Teknik Üniversitesi, Arsin Meslek Yüksekokulu, Malzeme ve Malzeme İşlem Teknolojileri Bölümü, 61900, Arsin/Trabzon

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): eersoy@ktu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 12.04.2021, **Accepted** (Kabul tarihi): 14.06.2021



Citation (Atıf): Ersoy Kalyoncu, E., Ondaral, M., 2021. Muz yalancı gövde atığının kağıt hamuru ve kağıt üretimine uygunluğunun kimyasal ve morfolojik açıdan değerlendirilmesi. Turkish Journal of Forestry, 22(2): 143-150. DOI: [10.18182/tjf.913696](https://doi.org/10.18182/tjf.913696)

vd., 2011). Ülkemizde 2020 yılı istatistiklerine göre 111.544 dekar alanda toplam 728 bin ton muz üretimi gerçekleştirilmiştir (TUİK, 2021). Gerçek ve yalancı gövde olmak üzere iki kısımdan oluşan muz bitkisinin yalancı gövde kısmı meyve hasadının ardından kesilerek atılmaktadır (Khan vd., 2014; Ortega vd., 2016). Her yıl muz ekim alanlarında önemli miktarlarda atık ürünler oluşmaktadır (Padam, 2014). Muz üretim seralarında her hafta yapılan yalancı gövde kesimi nedeniyle üretim sırasında ortaya çıkan atık, ülkemiz için de ciddi bir potansiyel oluşturmaktadır. Demirel ve Pınar (2019), 2018 yılı için üretimi yapılan 498.888 ton muz için tarımsal faaliyetler sonucunda yaklaşık olarak 209.448 ton kuru biyokütle artığı açığa çıktığı belirtilmiştir. Genellikle yakılarak imha edilen veya hiç işlem yapılmadan çöpe atılan bitkinin bu atık kısmı yüksek selüloz yüzdesine ve nispeten iyi mekanik özelliklere sahip olarak kağıt-karton üretiminde hammadde olarak avantajlı özelliklere sahiptir ve umut vaat etmektedir (Poonam ve Gupta, 1991; Pothan vd., 2010; Kumar ve Kumar, 2011; Singh ve Bandyopadhyay, 2013; Khan vd., 2014; Ramesh vd., 2014). Bir dönümlük arazi de ortalama 1000 ila 1500 adet oluşan yalancı gövde atıklarının 10-13'ü ile 1-2 kg muz lifi üretilebilir (Hussain ve Tarar, 2014). Bulunabilirliğinin kolay olması, sürekliliği, düşük maliyeti ve yüksek mekanik özellikleri doğal liflere özgü avantajlı özelliklerdir (Khan vd., 2014). Bu açıdan muz bitkisinin yalancı gövde atıklarının kağıt endüstrisinde hammadde olarak değerlendirilmesi önemli bir öneridir. Oldukça fazla oranda oluşan hasat atıkları, artan çevresel kaygılar, mevsimsel üretilebilirlik ve düşük üretim maliyetleri muz yalancı gövdesi atık liflerinin kağıt yapımında kullanımının mantıklı olduğunu göstermektedir (Soffner, 2001).

Çevresel faktörler göz önünde bulundurulursa lignoselülozik yapı gösteren atıl ve atık muz yalancı gövdelerinin hammadde olarak kullanımının uygunluğu bu çalışmada araştırılmıştır. Bu amaçla kimyasal ve lif morfolojik özellikleri belirlenerek lif boyutlarının birbirlerine oranlanması ile bulunan indeks değerleri (keçeleşme oranı, elastiklik katsayısı, rijidite katsayısı, runkel oranı, Mühlstep oranı ve F oranı) hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar çeşitli lignoselülozik malzemelerin özellikleriyle mukayese edilmiş ve kâğıtçılığa uygunluğu araştırılmıştır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Çalışmada, Mersin-Türkiye'de bir muz plantasyon alanından tedarik edilen muz bitkisinin meyve hasadı sırasında atık olarak ortaya çıkan muz yalancı gövde atıkları hammadde olarak kullanılmıştır. Kir, kum ve safsızlıklarından arındırmak için musluk suyu ile yıkanarak temizlenmiş ve yaklaşık 1 hafta boyunca açık havada kurutulmuştur.

2.2. Yöntem

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi (KTÜ), Orman Fakültesi, Orman Ürünleri Kimyası Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.

2.2.1. Kimyasal analizler

Muz yalancı gövdenin kimyasal özelliklerini belirlemek üzere hava kuru hale getirilen örneklerinin kimyasal analizlerde kullanılacak yeterli miktarı TAPPI T 257 sp-14 (2014) standart yöntemine uygun olacak şekilde hazırlanmıştır. Bu amaçla hava kuru örnekler öncelikle kesici bir aletle Şekil 1'deki gibi 3-4 cm uzunluğunda kesilmiştir. Standartta uygun olacak şekilde laboratuvar tipi Wiley değirmeninde öğütülen örnekler ardından sarsıntılı eleklerde elenmiş, 40 mesh elekten geçip 60 mesh elek üzerinde kalan kısımlar alınmıştır. Rutubetleri belirlenen örnekler kimyasal analizlerde kullanılmak üzere hava almayacak şekilde saklanmıştır.

Örneklere aşağıdaki kimyasal analizler uygulanmıştır:

- Holoselüloz tayini: Wise Klorit metodu (Wise ve Karl, 1962)
- α -selüloz tayini: TAPPI T 203 cm-09 (TAPPI, 2009)
- Lignin tayini: TAPPI T 222 om-15 (TAPPI, 2015)
- Kül tayini: TAPPI T 211 om-16 (TAPPI, 2016)
- Silis tayini: TAPPI T 245 cm-07 (TAPPI, 2007)
- Soğuk su çözünürlüğü TAPPI T 207 om-08 (TAPPI, 2008)
- Sıcak su çözünürlüğü TAPPI T 207 om-08 (TAPPI, 2008)
- %1'lik NaOH çözünürlüğü TAPPI T 212 om-12 (TAPPI, 2012)
- Etanol çözünürlüğü TAPPI T 204 cm-17 (TAPPI, 2017)

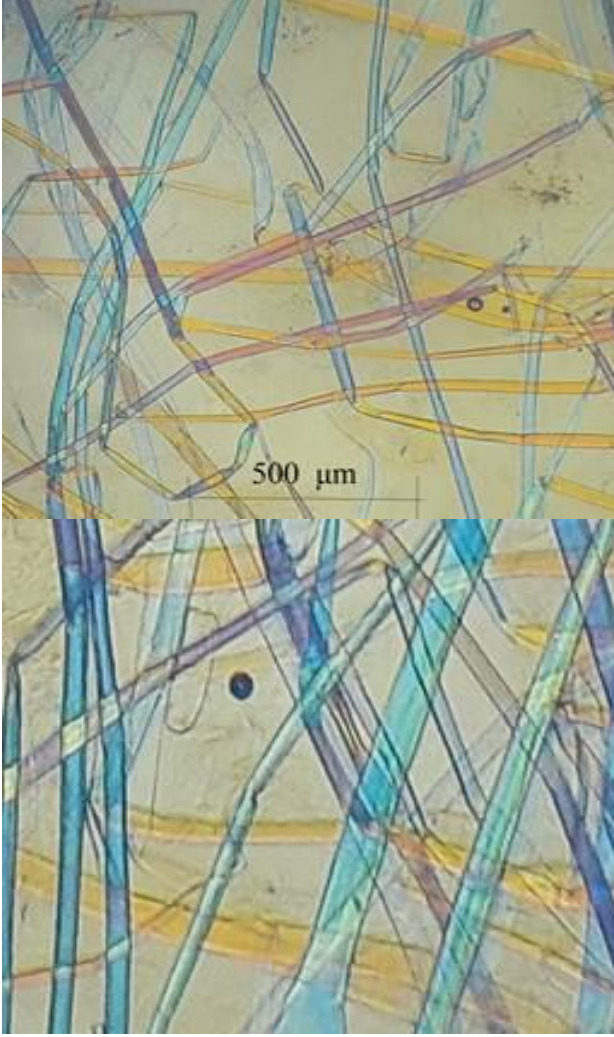
Her analiz üç tekrar olacak şekilde gerçekleştirilmiş ve ortalama değerler alınarak tam kuru ağırlığa göre rapor edilmiştir.

2.2.2. Morfolojik özellikler

Liflerin morfolojik ölçümlerinin yapılması amacıyla yıkanıp kurutulan muz yalancı gövde atıkları 3-5 cm boyutlarına getirilerek Franklin metoduna (Franklin, 1945) uygun olacak şekilde maserasyon işlemine uğratılmıştır. Bu yöntemle göre alınan örnekler, ağız kapaklı cam erlende % 98 asetik asit ve % 30 hidrojen peroksitten eşit hacimde (1:1) alınarak hazırlanan karışım ile 60 °C'de 48 saat süreyle işleme tabi tutularak lifler bireysel hale getirilmiştir. Elde edilen liflerden rastgele örnek alınarak kalıcı preparatlar hazırlanmıştır. Ölçümler için Projectina ışık mikroskobu kullanılmıştır. Lif uzunluğu ölçümü için 56x, lif çapı ve lümen genişliği ölçümü için 90x büyütme yapılmıştır. Mikroskop altında incelenen preparatlardan çekilen dijital fotoğraflar Şekil 2'de görülmektedir.



Şekil 1. Muz yalancı gövde atığı



Şekil 2. Maserasyon işlemine tabii tutulmuş muz yalancı gövde atıklarının mikroskobik görüntüleri

Çekilen dijital fotoğraflar, DIGIMER™ görüntü analiz programı ile her bir lif boyutu analiz edilerek belirlenmiştir. Her bir lif boyutu için, her slayttan rastgele 100 lif ölçümü yapılmıştır. Ölçüm sonucu elde edilen verilerden ortalama lif boyutları tespit edildikten sonra Elastiklik Oranı (Petri, 1952), Runkel Sınıflandırması (Okere, 1962), Keçeleşme Oranı (Rydholm, 1965; Kırcı, 2000) ve Katılık Katsayısı (Eroğlu, 2003) aşağıda belirtilen formüller ile hesaplanmıştır.

$$\text{Keçeleşme oranı} = \text{Lif Uzunluğu} / \text{Lif Genişliği} \quad (1)$$

$$\text{Elastiklik katsayısı (\%)} = (\text{Lümen Çapı} / \text{Lif Genişliği}) \times 100 \quad (2)$$

$$\text{Rijidite katsayısı} = (\text{Lif Çeper Kalınlığı} / \text{Lif Genişliği}) \times 100 \quad (3)$$

$$\text{Runkel oranı} = 2 \times (\text{Lif çeper Kalınlığı} / \text{Lümen Çapı}) \quad (4)$$

$$\text{Mühlstep oranı (\%)} = (\text{Hücre Çeper Alanı} / \text{Lif Enine Kesit Alanı}) \times 100 \quad (5)$$

$$\text{F Oranı (\%)} = (\text{Lif Uzunluğu} / \text{Lif Çeper Kalınlığı}) \times 100 \quad (6)$$

3. Bulgular ve tartışma

Muz yalancı gövde atık örneklerine ait kimyasal içerik ve çözünürlüklerine ait veriler çeşitli bitkisel saplar, yapraklı ve iğne yapraklı ağaçların referans değerleri ile karşılaştırmalı olarak Çizelge 1’de verilmiştir. Holoselüloz, lignin ve ekstraktif maddeler odun ve odun dışı lignoselülozik ürünlerin ana bileşenlerini oluşturmaktadır. Çizelge 1 incelendiğinde, muz yalancı gövde atığının holoselüloz içeriğinin (%77.5) çizelgedeki diğer tarımsal lignoselülozik referansların çoğundan daha yüksek olduğu ve yapraklı ağaç (YA) odununa daha yakın değer verdiği tespit edilmiştir. Holoselüloz içeriği selüloz, hemiselüloz ve çeşitli lifsel kalıntılardan oluşmaktadır. Hammadedeki yüksek holoselüloz içeriği, yüksek kağıt mukavemeti özellikleri ile ilişkilidir (Shakhes vd., 2011). Yüksek holoselüloz içeriğine sahip hammaddelerden üretilen kağıt hamurlarının verimleri de yüksek olmaktadır (Ashori vd., 2011).

Çizelge 1. Muz yalancı gövde atığı ve kağıt yapımında yaygın kullanılan bazı lignoselülozik liflerin kimyasal bileşimleri ve çözünürlükleri (Tam kuru örneğe oranla)

Türler	Kimyasal Bileşen (%)					Çözünürlük (%)				Referans
	Holoselüloz	α -Selüloz	Lignin	Toplam kül	Silis	Etanol	1% NaOH	Sıcak su	Soğuk su	
Muz yalancı gövde atığı	77.5	51.0	12.7	5.3	0.98	9.2	33.3	17.3	13.0	Tespit
Buğday sapı	75.9	47.7	20.1	6.2	4.42	7.8*	44.3	10.0	8.6	Kalyoncu, 2011
Bagas	70.6	42.0	20.3	3.8	2.10	6.3*	33.6	7.8	5.9	Dutt, 1994
Bambu	70.5	43.3	24.5	1.3	-	3.9*	25.1	6.47	-	Deniz ve Ateş, 2002
Çavdar sapı	74.1	44.4	15.1	3.2	-	9.2*	39.2	13.0	10.2	Usta ve Eroğlu, 1987
Mısır sapı	67.5	44.5	20.2	8.10	-	13.0*	44.7	18.1	17.4	Akgül vd.,2010
Pirinç sapı	71.9	-	25.2	13.6	12.18	4.8*	49.8	15.2	4.8	Goyal ve Ray, 1989
Göl Kamışı	77.9	47.5	18.7	3.9	-	4.0*	28.3	3.8	3.3	Kirci, 1996
Kenaf	81.2	37.4	14.5	4.1	-	5.0	34.9	12.8	11.7	Atchison, 1993
Kenevir	86.7	63.7	6.5	-	-	4.2*	29.5	9.0	7.7	Gumuskaya ve Usta, 2006
Pamuk sapı	72.2	41.6	19.3	2.4	-	6.1*	42.9	17.8	16.7	Akgül ve Tozluoğlu, 2009
Tütün sapı	67.6	37.5	19.5	7.3	-	6.5	42.9	19.1	15.8	Tank vd.,1985
Ayçiçek sapı	74.9	37.5	18.2	8.2	-	7.0*	29.8	16.5	15.5	Eroğlu vd.,1992
İYA	63-74	-	25-32	0.2-0.5	-	1-5.8*	8-10	1-5	0.5-4	Kırcı, 2006
YA	72-82	-	18-26	0.2-0.7	-	1-6.2*	12-25	1-8	0.2-4	Kırcı, 2006

*Alkol-benzen, İYA: İğne Yapraklı Ağaç, YA. Yapraklı Ağaç

Kağıt hamuru üretimi için hammadde seçiminde α -selüloz, oldukça önemli bir ana faktördür (Rahman vd., 2014). Kağıt sektöründe holoselüloz ve α -selüloz miktarlarının yüksek olması istenmektedir (Ashori vd., 2011). Nieschlag ve arkadaşlarının (1960) yaptıkları çalışmaya göre, α -selüloz içeriği % 34 veya daha fazla olan odun dışı yıllık bitkilerin kağıt hamuru ve kağıt üretiminde hammadde olarak kullanımının umut verici olarak düşünülmektedir (Nieschlag vd., 1960; Verweris vd., 2004). Çizelge 1'de görüldüğü gibi muz yalancı gövde atığının α -selüloz içeriğinin %51.0 oranı ile diğer tüm örneklerden daha yüksek değere sahiptir. Bu nedenle yüksek holoselüloz ve α -selüloz oranlarına sahip muz yalancı gövde atığının kağıt hamuru ve kağıt üretimi için tercih edilebilir ve gelecek vaat eden bir hammadde olacağını göstermektedir.

Hammaddenin lignin oranının düşük veya yüksek olması pişirme koşullarının belirlenmesinde bir göstergedir (Eroğlu, 1980). Çizelge 1'e göre muz yalancı gövde atığının lignin içeriği %12.7 oranı ile kenevir hariç diğer tüm bitkisel sap örnekleri ile yapraklı ağaç ve iğne yapraklı ağaç lignin içeriklerinden oldukça düşüktür. Düşük lignin içeriği hammaddede kağıt hamuru üretimi için değerli kılan bir özelliktir. Muz bitkisi, Musaceae familyasından *Musa* cinsine aittir (Nicemol, vd., 2007; Ortega vd., 2016) ve daha önce yapılan çalışmalarda *Musa* türlerinin selüloz açısından oldukça zengin olduğu, ve yapraklı ağaç odunlarına kıyasla düşük lignin içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir (Omotoso ve Ogunsile, 2009). Düşük lignin içeriği kolay delignifikasyon, kısa süreli hamurlaştırma işlemi, düşük kimyasal tüketimi ve düşük enerji gereksiniminin göstergesidir (Omotoso ve Ogunsile, 2009). Muz yalancı gövde atığı, yüksek holoselüloz içeriğine ve düşük lignin içeriğine sahip olması nedeniyle kağıt hamuru üretimi ve kağıt yapımı için ideal bir hammadde ve hammadde olarak diğerlerine göre daha avantajlıdır (Li vd., 2010). Odun olmayan hammaddelerin en önemli özelliği odunsu türlere göre yüksek kül ve silis içeriğine sahip olmasıdır (Hurter, 1997; Tutus vd., 2010). Kağıt sektöründe hammadde ekstraktif madde miktarının yüksek olması istenmeyen bir durumdur. Yüksek kül içeriği, kağıt hamuru üretiminde alkali tüketimini olumsuz etkilemekte, siyah çözeltilerin geri kazanılmasında problem oluşturmakta kağıt hamuru üretimini zorlaştırmaktadır (Ilvessalo-Pfäffli, 1995; Omotoso ve Ogunsile, 2009; Ashori vd., 2011). Birçok kaynakta muz hammaddesinin yüksek kül içeriğinden bahsedilmesine rağmen yapılan bu çalışmada muz yalancı gövde atığının kül içeriği %5.3 olarak tespit edilmiştir. Bu değer birçok yıllık bitki sapları ile benzer olup İYA ve YA odunların kül içeriklerinden daha yüksektir. Ancak silis içeriğinin %0.98 değeri ile Çizelge 1'deki diğer hammaddelerin silis içeriklerinden oldukça düşük oranda olduğu tespit edilmiştir.

Yüksek ekstraktif madde içeriğine sahip hammaddeler üretilen kağıt hamurunun rengini ve parlaklığını olumsuz yönde etkilemekte ve ağartma masraflarını arttırmaktadır (Bozkurt ve Erdin, 1989). Yüksek ekstraktif içeriği odun

hammaddelerine kıyasla daha düşük hamur verimi ile sonuçlanabilir (Omotoso ve Ogunsile, 2009). Etanol, aseton veya diklorometan gibi organik çözücülerle ekstrakte edilen maddeler lipofilik ekstraktifler olarak ifade edilir (Sun ve Tomkinson, 2003). Etanolde çözünen ekstraktların miktarı bozunma direnci ile ilişkilidir (Wilcox ve Piirto, 1976). Bu çalışmada, ekstraktların çözünürlüğünü belirlemek için aynı standarda (TAPPI T 204 cm-07) bağlı olarak alkol-benzen yerine etanol kullanılmış ve %9.2 etanol çözünürlüğü elde edilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda *Musa* türlerinin yüksek etanol-benzen çözünürlüğüne sahip olduğu belirtilmiştir (Sharma vd., 2011; Oluwasina ve Lajide, 2016).

%1 NaOH çözünürlüğü, hemiselüloz ve degrade olmuş selülozdan oluşan düşük molekül ağırlıklı karbonhidrat miktarını göstermekte (Sharma vd., 2011; Oluwasina ve Lajide, 2016) ve çürüme ile ilişkilendirilmektedir. Bu nedenle kağıt hamuru ve kağıt üretiminde kullanılacak hammaddenin %1 NaOH çözünürlük oranının düşük olması arzu edilmektedir (Khristova, 1998). Çizelge 1'den de görüldüğü üzere, muz yalancı gövde atığının %33.3 oranındaki % 1 NaOH çözünürlüğü, iğne yapraklı ağaç (İYA) ve yapraklı ağaç (YA) odun değerlerine kıyasla daha yüksek değerde olmasına rağmen çizelgedeki diğer lignoselülozik yıllık bitki sapları ile benzer oranda olmuştur. Muz yalancı gövde atığının sıcak su ve soğuk su çözünürlükleri sırasıyla %17.3 ve %13.0 oranlarında tespit edilmiştir. Bu değerler hem iğne yapraklı (İYA) hem de yapraklı ağaç (YA) odun değerlerinden hem de çizelgede verilen birçok lignoselülozik malzemelerden yüksek bulunmuştur. Bu durum, muz yalancı gövde atığında tanenler, sakızlar, şekerler ve renklendirici maddeler gibi yüksek inorganik bileşiklerin varlığına bağlanmaktadır (Redondo-Gómez vd., 2020).

Morfolojik analiz sonucu elde edilen lif boyutları ve morfolojik özelliklerden türetilen indeks değerleri sırasıyla Çizelge 2 ve Çizelge 3 'de gösterilmiştir. Karşılaştırma yapabilmek amacıyla çizelgede bazı lignoselülozik hammadde olarak yıllık bitki saplarına da yer verilmiştir.

Liflerin morfolojik özelliklerinin kağıt özellikleri üzerinde önemli oranda olumlu etkisi bulunmaktadır (Bozkurt ve Erdin, 1989). Çizelge 2 incelendiğinde muz yalancı gövde lif uzunluğunun 2.7 mm ve lif genişliğinin de 22.84 μ m olduğu görülmektedir. Bu değerler abaka hariç Çizelge 2'deki neredeyse tüm yıllık bitki sapları ile aynıdır. Muz bitkisi (*Musa sapientum*) ve abaka aynı türden olup birbirlerine yapısal olarak oldukça benzerdir (Bande vd., 2013). Muz yalancı gövde atığı ve abaka liflerini diğer odun dışı hammaddelerden ayıran en önemli özellik, hücre çeper kalınlıklarının diğer türlerden daha ince olmasıdır. Muz yalancı gövde atığı lifi 2.93 μ m değeri ile abaka lifine göre (1.8 μ m) daha kalın hücre çeperine sahiptir. İYA ve YA odun lifleri ile karşılaştırıldığında muz yalancı gövde atığı lifleri uzunluk bakımından İYA liflerine, lif genişliği bakımından ise YA odunu liflerine benzemektedir.

Çizelge 2. Muz yalancı gövde atığı ve kağıt yapımında yaygın kullanılan bazı lignoselülozik liflerin morfolojik özellikleri

Türler	L	D	d	W	Referans
Muz yalancı gövde atığı	2.7	22.84	16.98	2.93	Tespit
Buğday sapı	0.74	13.20	4.02	4.59	Deniz v., 2004
Pirinç sapı	0.89	14.80	6.40	4.20	Tutuş vd., 2004
Çavdar sapı	1.15	14.7	4.2	5.25	Usta ve Eroğlu, 1987
Mısır sapı	1.32	24.3	10.7	6.8	Usta vd., 1990
Pamuk sapı	0.81	24.98	16.75	4.12	Tutuş vd., 2010
Kenaf (tüm gövde)	1.29	22.1	12.7	4.3	Ververis vd.,2004
Göl Kamışı	1.39	13.5	7.0	3.25	Kırcı, 1996
Bagas	1.59	21.0	9.7	5.65	Mather ve Wardman, 2010
Abaka	3.35	23.2	19.6	1.8	Moreno vd.,2005
Bambu	2.30	15.1	6.9	4.10	Deniz ve Ateş, 2002
Kivi	1.58	35.97	22.30	6.84	Yaman ve Gençler, 2005
İYA	2-7	32-43	-	-	Atchison, 1987
YA	0.7-1.6	20-40	-	-	Atchison, 1987

L: Lif uzunluğu (mm); D: Lif genişliği (µm); d: Lümen çapı (µm); W: Lif çeper kalınlığı (µm), İYA: İğne Yapraklı Ağaç, YA: Yapraklı Ağaç

Çizelge 3. Muz yalancı gövde atığı ve kağıt yapımında yaygın kullanılan bazı lignoselülozik liflerin morfolojik özelliklerinden türetilmiş indeks değerleri

Türler	Keçeleşme oranı (L/D)	Elastiklik katsayısı (%) (d/D).100	Rijidite katsayısı (%) (W/D).100	Runkel oranı 2W/d	Mühlstep oranı (%) 100.(D ² -d ²)/D ²	F oranı (%) 100.(L/W)	Referans
Muz yalancı gövde atığı	118.21	74	12.83	0.34	44.73	92.15	Tespit
Buğday sapı	56.06	30	34.77	2.28	90.72	16.12	Deniz v., 2004*
Pirinç sapı	60.13	43	28.38	1.36	81.30	21.19	Tutuş vd., 2004*
Çavdar sapı	78.23	28	35.71	2.5	91.84	21.90	Usta ve Eroğlu, 1987*
Mısır sapı	54.32	44	27.98	1.27	80.61	19.41	Usta vd., 1990*
Pamuk sapı	32.42	67	16.49	0.49	55.04	19.66	Tutuş vd., 2010*
Kenaf	58.37	57	19.46	0.74	66.98	30.00	Ververis vd., 2004*
Göl Kamışı	102.96	52	24.07	0.92	73.11	32.32	Kırcı, 1996*
Bagas	75.21	46	26.90	1.16	78.66	28.14	Mather ve Wardman, 2010*
Abaka	144.39	84	7.76	0.18	28.63	186.11	Moreno vd., 2005*
Bambu	152.32	46	27.15	1.18	79.12	56.10	Deniz ve Ateş, 2002*
Kivi	44.03	62	19.00	0.61	61.58	231.56	Yaman ve Gençler, 2005
İYA	60-80	55-75	13-20	0.3-0.8	50-60	400-580	Tutuş vd.,2015
YA	40-55	35-55	15-35	0.5-1.8	55-90	150-300	Tutuş vd.,2015

L: Lif uzunluğu (mm); D: Lif genişliği (µm); d: Lümen çapı (µm); W: Lif çeper kalınlığı (µm), *L, D, d and W değerleri referanslardan alınmış, diğer değerler hesaplanmıştır. İYA: İğne Yapraklı Ağaç, YA: Yapraklı Ağaç

Temel lif uzunlukları ile kağıt özellikleri arasında bir ilişki aramaktan ziyade bu verileri kullanarak türetilen keçeleşme oranı, elastiklik oranı, rijidite katsayısı ve runkel oranı ile lif kalitesini değerlendirmek, liflerin kağıt hamuru ve kağıt üretimine uygunluğunu belirlemek ve kağıt özelliklerini değerlendirmek daha doğru olacaktır (Saikia vd., 1997; Ogbonnaya vd., 1997; Kırcı, 2000).

Önceleri lif uzunluğunun kağıt özelliklerini etkileyen en önemli faktör olduğu düşünülmüş ancak yapılan çalışmalar lif uzunluğunun lif genişliğine oranı olan keçeleşme oranının çok daha önemli faktör olduğu tespit edilmiştir (Panshin ve Zeeuw, 1970; Tutuş vd., 2014). Keçeleşme oranı kağıdın fiziksel sağlamlık özelliklerinden yırtılma, patlama, kopma ve çift katlama dirençleri hakkında fikir veren önemli bir faktördür (Göksel, 1986; Bostancı, 1987; Akgül ve Tozluoğlu, 2009). Keçeleşme oranı arttıkça yırtılma direnci de artar (Rydholm, 1965). Çizelge 3 incelendiğinde keçeleşme oranı bakımından muz yalancı gövde atığı liflerinin abaka ve bambu lifleri haricinde İYA ve YA odun lifleri dahil çizelgedeki tüm diğer hammadde türlerinin liflerine ait keçeleşme oranından daha yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. Bu şekilde keçeleşme oranı yüksek olan muz yalancı gövde atığı liflerinden üretilen kağıtların direnç özelliklerinin de yüksek olacağı tahmin edilmektedir. Ancak, kağıt ve kağıt hamuru üretiminde uzun liflerin tek başına kullanılması ile kağıt

safihası oluşumunda liflerin düzensiz dağılımı, topaklanma ve formasyonunda sorun oluşabilmektedir (Bostancı, 1987; Kırcı, 2006).

Lümen çapının lif genişliğine oranlanması ile hesaplanan elastiklik katsayısı liflerin bağ yapma derecesini belirleyen önemli parametrelerden biridir (Smook, 1997). Kağıdın direnç özelliklerinden çekme direnci ile arasında pozitif ilişki bulunan elastiklik katsayısının artışı ile çekme direnci de artmaktadır (Kırcı, 2000). Lifler, elastiklik katsayılarına göre dört gruba ayrılmıştır. Elastiklik katsayısı; 75'ten daha büyük olan lifler çok esnek, 50-75 arası olan lifler elastik, 50-30 arası olan lifler sert ve 30'dan düşük olan lifler ise çok sert olarak sınıflandırılmıştır (Bektaş vd., 1999; Kırcı, 2000). Çizelge 3 irdelendiğinde 74 elastiklik değeri ile muz yalancı gövde atığı liflerinin yapılan esnek lifler grubunda olup çok esnek grubuna da oldukça yakındır. Bu değer İYA'da 55-75 ve YA'da 35-55 aralığındadır. İnce çeperli ve geniş lümenli muz yalancı gövde atığı lifleri kağıt üretimi sırasında çok iyi yassılaşıma özelliği göstererek güçlü lif-lif bağlanması ile verimi yüksek kağıtların üretilebileceğini göstermektedir. Daha önce yapılan çalışmalar, elastiklik değeri yüksek (tercihen 60'dan yüksek) liflerin kağıt üretimi için önemini belirtmiştir (Petri, 1952; Okereke, 1962; Rydholm, 1965). Bu sonuca göre muz yalancı gövde atığı liflerinin kağıt hamuru ve kağıt üretimine uygun olduğu söylenebilir.

Runkel oranı lifin kağıt üretimi için uygunluğunu ve üretilen kağıdın kalitesini belirleyen bir değerdir (Ververis vd., 2004; David-Sarogoro ve Emerhi, 2016). Runkel oranı 1'e eşit veya 1'den küçük olan lifler hamurlaştırma işlemine uygun, 1'den büyük olan lifler ise hamurlaştırma işlemine uygun olmayan lifler olarak sınıflandırılır (Kırcı, 2006). Okereke (1962) ve Rydholm (1965)'a göre, en iyi kağıt sağlamlık özellikleri için Runkel oranı 1'in altında olmalıdır (Ogbonnaya vd., 1997). Bu sayede lifler presleme sırasında çökerek kolayca yassılaşmakta, lifler arası bağlantı için geniş yüzey alanları oluşmakta ve daha sağlam lif-lif bağları oluşmaktadır (Dutt vd., 2004; Ezeibekwe vd., 2009). Çizelge 3 irdelendiğinde muz yalancı gövde atığının 0.34 Runkel oranı ile kağıt hamuru ve kağıt üretimi için oldukça uygun bir hammadde olduğu görülmektedir. Bu değer İYA (0.3-0.8) ve YA (0.5-1.8) değerlerine oldukça yakındır. Odun dışı hammaddeler arasından abakadan sonra düşük Runkel oranına sahip olan muz yalancı gövde atığı kağıt hamuru ve kağıt üretimine en uygun liflere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Rijidite katsayısının büyük olması kâğıdın kopma, yırtılma, patlama ve çift katlama dirençlerini olumsuz yönde etkiler (Huş vd., 1975). Çizelge 3'den görüldüğü üzere bu değer muz yalancı gövde atığında 12.83'dür. Karşılaştırma yapıldığında bu değer İYA (13-20) ve YA (15-35)'dan ve abaka hariç diğer tüm yıllık bitki saplarından daha düşük olduğu görülmektedir.

Mühlstep oranı liflerin farklı şekilleri ve hücre duvarının kağıdın fiziksel özellikleri üzerindeki etkisi hakkında ön bilgi vermektedir. İnce çeperli lifler kağıt üretiminde kolaylıkla ezilir, bu da hem kağıt yoğunluğunu hem de direnç değerlerini olumlu yönde etkiler (Casey, 1960). Mühlstep oranı 30'dan düşük olan lifler şerit şeklindedir. İnce çeperli ve geniş lümenli olup keçeleşme özellikleri iyidir ve kağıt üretimine en uygun olan liflerdir. Mühlstep oranı 81'den yüksek orana sahip lifler ise kalın duvarlı ve küçük lümenli çubuk şeklinde lifler olup kağıt üretimine daha az kullanılabilir olan liflerdir. Mühlstep oranı 31-80 arasında olan lifler ise ara formlara sahip silindirik liflerdir (Simionescu vd., 1964). Kağıt üretiminde Mühlstep oranının düşük olması istenilmektedir. Muz yalancı gövde atığı liflerinin 44.73'lük Mühlstep oranı ile ara formlara sahip lifler olduğu ve kağıtçılık için uygun olduğu söylenebilir. Muz yalancı gövde atığı liflerinin 50 ile 60 arasında Mühlstep oranına sahip İYA lifleri ve 55 ile 90 Mühlstep oranına sahip YA liflerinden, İYA liflerine daha yakın olduğu görülmektedir. Çizelge 3'deki diğer tüm türlerin liflerinden (abaka hariç) daha düşük Mühlstep oranına sahip olduğu da görülmektedir.

Lif uzunluğunun lif çeper kalınlığına oranı şeklinde hesaplanan F oranı lif esnekliğinin ölçüsünü ifade eder ve kağıdın patlama, kopma direnci direnç özelliklerini etkiler (Horn, 1971; Horn ve Setterholm, 1990; Tutus vd., 2010). Yüksek F oranına sahip liflerden üretilen kağıtların elastikiyetleri de iyi olacaktır (Bostancı, 1987). Çizelge 3'e göre muz yalancı gövde atığı liflerinin F oranı 92.15 olup bu değer İYA odun liflerinin sahip olduğu 400-580 değer aralığının çok altında olduğu, YA odun liflerinin sahip olduğu 150-300 değer aralığına ise biraz daha yakın olduğu görülmüştür. Muz yalancı gövde atığının F değeri Çizelge 3'deki abaka hariç diğer yıllık bitkilerin F oranı değerlerinin üzerinde olduğu, esnek liflere sahip olduğu söylenebilir.

4. Sonuç

Muz yalancı gövde atığının hammadde olarak kağıt hamuru ve kağıt üretimine uygunluğunun tespiti için kimyasal ve morfolojik özellikleri açısından değerlendirilmesi yapılmıştır. Kimyasal analizler sonucunda; muz yalancı gövde atığının holoselüloz içeriği açısından oldukça zengin olduğu, YA odunlarına yakın özellik gösterdiği, birçok yıllık bitki saplarına oranla daha yüksek α -selüloz içeriğine sahip olduğu, İYA ve YA odunlarına ve çoğu yıllık bitki saplarına oranla oldukça düşük oranda lignin içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Kül içeriği bakımından İYA ve YA odunlarına göre daha yüksek kül içeriğine sahip olmuş olsa da bu bakımdan birçok yıllık bitkiye yakın özellik göstermiş ancak oldukça düşük oranda silis içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Kimyasal analizler sonucunda, yüksek holoselüloz ve α -selüloz içeriği ile düşük lignin içeriği bakımından muz yalancı gövde atığı kağıt hamuru ve kağıt üretimi için oldukça uygun ve değerli bir hammaddedir. Çözünürlük değerleri bakımından çoğu tarımsal yıllık bitki saplarına benzer özellik gösterse de YA ve İYA odunlarına kıyasla, düşük hamur verimine neden olabilecek yüksek çözünürlük içeriğine sahiptir. Bu durum, ileride yapılabilecek kağıt hamuru çalışmaları ile netleştirilebilir. Lif boyutları ve morfolojik indeksler bakımından değerlendirildiğinde, lif uzunluğu açısından İYA odun liflerine, lif genişliği açısından YA odun liflerine benzeyen muz yalancı gövde atığı lifleri, yüksek keçeleşme oranı ve elastikiyet katsayısı, düşük Runkel oranı, rijidite katsayısı ve Mühlstep oranı ve çoğu yıllık bitki saplarından yüksek, YA odun liflerine yakın F-oranı ile kağıt hamuru ve kağıt üretimine uygun bir hammaddedir.

Açıklama

Çalışmada hammadde teminini sağlayan Prof. Dr. Sedat ONDARAL'a, bazı analizlerin yapım aşamasındaki katkılarından dolayı Prof. Dr. Hüseyin KIRCI'ya ve Lif ve Kağıt Teknolojisi anabilim dalı laboratuvar imkanlarını sağlamalarından dolayı KTÜ Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği bölümüne teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Akgül, M., Tozluoglu, A., 2009. Some chemical and morphological properties of juvenile woods from beech (*Fagus orientalis* L.) and pine (*Pinus nigra* A.) plantations. Trends in Applied Sciences Research, 4(2): 116-125. doi: 10.3923/tasr.2009.116.125.
- Akgül, M., Güler, C., Cöpur, Y., 2010. Certain physical and mechanical properties of medium density fiber boards manufactured from blends of corn (*Zea mays* indurata Sturt.) stalks and pine (*Pinus nigra*) wood. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 34(3): 197-206. doi: 10.3906/tar-0902-26.
- Ashori, A., Hamzeh, Y., Amani, F., 2011. Lemon balm (*Melissa officinalis*) stalk: Chemical composition and fiber morphology. Journal of Polymers and the Environment, 19(1): 297-300, 19:297-300. doi: 10.1007/s10924-010-0279-8.
- Atchison, J.E., 1987. Data on non-wood plant fibers. In: The Secondary Fibers and Non-Wood Pulping: Third edition (Ed: Hamilton, F.), TAPPI Press, Atlanta, USA.
- Atchison, J.E., 1993. Data on non-wood plant fibers. In: Pulp and Paper Manufacture: Secondary Fibers and Nonwood Pulping (Ed: Kocurek, M.J.), TAPPI Press, Atlanta, vol 3, pp. 4-13.

- Bande M.M., Grenz, J., Asio, V.B., Sauerborn, J., 2013. Fiber yield and quality of abaca (*Musa textilis* var. *Laylay*) grown under different shade conditions, water and nutrient management. *Industrial Crops and Products*, 42: 70-77. doi: 10.1016/j.indcrop.2012.05.009.
- Bektas, I., Tutus, A., Eroglu, H., 1999. A study of the suitability of Calabrian pine (*Pinus brutiaten*) for pulp and paper manufacture. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23: 589-599.
- Bostancı, Ş., 1987. Kağıt Hamuru Üretimi ve Ağartma Teknolojisi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, No:114/13. Trabzon.
- Bozkurt, A.Y., Erdin, N., 1989. Odunsu lifler ve tanımı. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 39(4):1-16.
- Casey, J.P., 1960. Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology Vol.1, Wiley Interscience Publisher Inc., New York.
- David-Sarogoro, N., Emerhi, E.A., 2016. Runkel, flexibility and slenderness ratios of *Anthocleista djalonensis* (A) wood for pulp and paper production. *African Journal of Agriculture, Technology and Environment*, 5(2): 27-32.
- Demirel, B., Pınar, H., 2019. Determination of possible energy potential of banana residues in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7: 41-45. doi: 10.24925/turjaf.v7isp2.41-45.3117.
- Deniz, I., Ates, S., 2002. Determination of optimum kraft pulping conditions using bamboo (*Pyllostachys bambusoides*). 2nd National Black Sea Forestry Congress Proceedings, 15-18 May, Artvin, Turkey, pp. 1072- 1084.
- Deniz, I., Kırıcı, H., Ates, S., 2004. Optimization of wheat straw (*Triticum drum*) kraft pulping, *Industrial Crops and Products*, 19(3): 237-243. doi: 10.1016/j.indcrop.2003.10.011.
- Dutt, D., 1994. Pulping studies on *Cannabis sativa* and *Ipomea carnea*. PhD Dissertation, University of Roorkee, India.
- Dutt, D., Upadhyaya, J.S., Malik, R.S., Tyagi, C.H., 2004. Studies on pulp and papermaking characteristics of some Indian non-woody fibrous raw materials: Part-II. *Journal of Scientific and Industrial Research*, 63(2): 58-67.
- Eroğlu, H. 1980. O₂-NaOH Yöntemiyle buğday (*Triticum aestivum* L.) saplarından kağıt hamuru elde etme olanaklarının araştırılması, Doçentlik Tezi, KTÜ Orman Fakültesi, Trabzon.
- Eroğlu, H., Usta, M., Kırıcı, H., 1992. A review of oxygen pulping conditions of some non-wood plant growing in Turkey. *Tappi Pulping Conference*, 1-5 November, Boston, USA, pp. 215-22.
- Eroğlu, H., 2003. Kağıt Hamuru ve Kağıt Fiziği Ders Notları. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No:27, Fakülte Yayın No:13, Bartın.
- Ezeibekwe, I.O., Okeke, S. E., Unamba, C.I., Ohaeri, J.C., 2009. An investigation into the potentials of *Dactyladenia bacteri*, *Dialum guineense* and *Anthonota macrophylla* for paper pulp production. *Report and Opinion*, 1(4): 18-25. doi: 10.7537/marsroj010409.04.
- Franklin, G.L., 1945. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood resin composites and a new maceration method for wood. *Nature*, 155(3924): 51-51.
- Gençer, A., 2015. The utilization of Kiwi (*Actinidia deliciosa*) pruning waste for kraft paper production and the effect of the bark on paper properties. *Drewno*, 58(194): 103-113. doi: 10.12841/wood.1644-3985.084.08.
- Goyal, S.K., Ray, A.K., 1989. Economic comparison of soda and soda-AQ pulping processes for cereal straws, *Tappi Pulping Conference*, 22-25 October, Seattle, pp. 775-780.
- Göksel, E., 1986. Pamuk saplarının selüloz ve kağıt endüstrisinde kullanım olanakları üzerine araştırmalar, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 36(1): 38-54.
- Gumuskaya E., Usta, M., 2006. Dependence of chemical and crystalline structure of alkali sulfite pulp on cooking temperature and time. *Carbohydrate polymers*, 65(4): 461-468. doi: 10.1016/j.carbpol.2006.02.004.
- Horn, R.A., 1971. Fiber morphology considerations in paper properties. *Symposium on Effect of Growth Acceleration on the Properties of Wood*, pp. B1-B11., November 10-11, Madison, USA.
- Horn, R.A., Setterholm V.C., 1990. Fiber morphology and new crops. In: *Advances in New Crops* (Ed: Janick, J., Simon J. E.), Timber Press, Portland, pp. 270-275.
- Hurter, R.W., 1997. Nonwood plant fiber characteristics. *Agricultural Residues*, 1: 1-4.
- Hussain, I., Tarar, O.M., 2014. Pulp and paper making by using waste banana stem. *Journal of Modern Science and Technology*, 2(2): 36-40.
- Huş, S., Tank, T., Göksal, E., 1975. Considering eucalytus (*E. camaldulensis* Dehnh.) wood which grow in Turkey (in Tarsus-Karabacak) morphologically and opportunities for evaluating semi chemical cellulose in paper industry, *Tubitak Publications*, USA.
- Ilvessalo-Pfäffli, M.S., 1995. *Fiber Atlas: Identification of papermaking fibers*. Springer-Verlag, Berlin.
- Kalyoncu, E.E., 2011. Buğday saplarından (*Triticum aestivum*) çeşitli yöntemlerle elde edilen hamurların ağartılma karakteristiklerinin belirlenmesi, Doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kara, E.E., Sezer, İ., 1992. Anız Yakma. *Ekoloji*, 2(5): 18-22.
- Khan, M.Z., Sarkar, M.A., Forhad, I.A., Khan, M.Z., Raimo, O.M., 2014. Paper making from banana pseudo-stem: Characterization and comparison. *Journal of Natural Fibers*, 11: 199-211. doi: 10.1080/15440478.2013.874962.
- Khristova, P., Gabir, S., Bentcheva, S., Dafalla, S., 1998. Soda-anthraquinone pulping of sunflower stalks. *Industrial Crops and Products*, 9(1): 9-17. doi: 10.1016/S0926-6690(98)00008-9.
- Kırıcı, H., 1996. Soda-oksijen yöntemi ile göl kamışından (*Phragmites communis* L.) kağıt hamuru üretim koşullarının belirlenmesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Araştırma Fonu, No. 95.113.002.6, Trabzon.
- Kırıcı, H., 2000. Kağıt Hamuru Endüstrisi Ders Notları. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No:63, Trabzon.
- Kırıcı, H., 2006. Kağıt Hamuru Endüstrisi Ders Notları. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No:86, Trabzon.
- Kumar, M., Kumar, D., 2011. Comparative study of pulping of banana stem. *International Journal of Fibre and Textile Research*, 1(1): 1-5.
- Li, K., Fu, S., Zhan, H., Zhan, Y., Lucia, L., 2010. Analysis of the chemical composition and morphological structure of banana pseudo-stem. *BioResources*, 5: 576-585.
- Mather, R.R., Wardman, R.H., 2010. *The Chemistry of Textile Fibres*. Royal Society of Chemistry Publishing, Cambridge.
- Moreno, L.O., Parac, A.A., Ocon, F.L., 2005. Fiber characteristics of promising abaca (*Musa textilis* Nee) accessions in NARC (National Abaca Research Center) germplasm suited for specific industry end uses. *Philippine Journal of Crop Science*, 30(1): 60.
- Nicemol, J., Niladevi, K.N., Anisha, G.S., Prema, P., 2007. Pineapple & banana fibre. *Asian Textile Journal*, 1: 38-44.
- Nieschlag, H.J., Nelson, G.H., Wolff, J.A., Perdue, R.E., 1960. A search for new fibre crops. *TAPPI Journal*, 43(3): 193-201.
- Ogbonnaya, C.I., Roy-Macaulay, H., Nwalozie, M.C., Annerose, D.J.M., 1997. Physical and histochemical properties of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) grown under water deficit on a sandy soil. *Industrial Crops and Production*, 7: 9-18. doi: 10.1016/S0926-6690(97)00034-4.
- Okereke, O.O., 1962. Studies on the fibre dimensions of some Nigerian timbers and raw materials. Part 1. Res. Rep. No.16., Fed. Ministry of Commerce and Industry, Lagos, Nigeria.
- Oluwasina, O.O., Lajide, L., 2016. Evaluation of compositional properties of some plant wastes for industrial applications. *FUTA Journal of Research in Sciences*, 12(2): 180-187.

- Omotoso, M.A., Ogunsile, B.O., 2009. Fibre and chemical properties of some Nigerian grown *Musa* species for pulp production. *Asian Journal of Materials Science*, 1(1): 14–21. doi: 10.3923/ajmskr.2009.14.21.
- Ortega, Z., Morón, M., Monzón, M.D., Badalló, P., Paz, R., 2016. Production of banana fiber yarns for technical textile reinforced composites. *Materials*, 9(5): 370. doi: 10.3390/ma9050370.
- Padam, B.S., Tin, H.S., Chye, F.Y., Abdullah, M.I., 2014. Banana by-products: An under-utilized renewable food biomass with great potential. *Journal of Food Science and Technology*, 51(12): 3527-3545. doi: 10.1007/s13197-012-0861-2.
- Panshin, A.J., Zeeuw, C., 1970. *Textbook of Wood Technology*. M.C. Graw-Hill Book Company, London.
- Petri, R., 1952. Pulping studies with African tropical woods. *TAPPI*, 35: 157-160.
- Poonam, B., Gupta, K.C., 1991. Physio-chemical properties of banana fibre. *Indian Textile Journal*, 2: 60-62.
- Pothan, L.A., George, C.N., John, M.J., Thomas, S., 2010. Dynamic mechanical and dielectric behavior of banana-glass hybrid fiber reinforced polyester composites. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 29(8): 1131-1145. doi: 10.1177/0731684409103075.
- Rahman, M.M., Islam, T., Nayeem, J., Jahan, M.S., 2014. Variation of chemical and morphological properties of different parts of banana plant (*Musa paradisiaca*) and their effects on pulping. *International Journal of Lignocellulosic Products*, 1(2): 93-103. doi: 10.22069/IJLP.2014.2065.
- Ramesh, M., Atreya, T.S.A., Aswin, U.S., Eashwar, H., Deepa, C., 2014. Processing and mechanical property evaluation of banana fiber reinforced polymer composites. *Procedia Engineering*, 97: 563-572. doi: 10.1016/j.proeng.2014.12.284.
- Reddy, N., Yang, Y., 2015. Fibers from banana pseudo-stems. In: *Innovative Biofibers from Renewable Resources*. (Ed: Reddy, N., Yang, Y.), Springer, Berlin, pp. 25-27.
- Redondo-Gómez, C., Rodríguez Quesada, M., Vallejo Astúa, S., Murillo Zamora, P.Z., Lopretti, M., Vega-Baudrit, J.R., 2020. Biorefinery of biomass of agro-industrial banana waste to obtain high-value biopolymers. *Molecules*, 25(17): 3829. doi: 10.3390/molecules25173829.
- Rydholm, S.A., 1965. *Pulping processes*. Interscience Publishers, New York.
- Saikia, S.N., Goswami, T., Ali, F., 1997. Evaluation of pulp and paper making characteristics of certain fast growing plants. *Wood Science and Technology*, 31: 467–475.
- Shakhes, J., Marandi, M.A.B., Zeinaly, F., Saraian, A., Saghafi, T., 2011. Tobacco residuals as promising lignocellulosic materials for pulp and paper industry. *BioResources*, 6: 4481-4493.
- Sharma, A.K., Dutt, D., Upadhyaya, J.S., Roy, T.K., 2011. Anatomical, morphological, and chemical characterization of *Bambusa tulda*, *Dendrocalamus hamiltonii*, *Bambusa balcooa*, *Malocana baccifera*, *Bambusa arundinacea* and *Eucalyptus tereticornis*. *BioResources*, 6: 5062-5073. doi: 10.15376/biores.6.4.5062-5073.
- Simionescu, C.I.M., Grigora, S., Cernatescu-Asandei, A., 1964. *Chemistry of Wood in R.P.R. Bucharest*. Academy of Popular Republic of Romania Publishing House.
- Singh, H.R., Uma, S., Selvarajan, R., Karihaloo, J.L., 2011. Micropropagation for production of quality banana planting material in Asia-pacific. In: *Asia-pacific consortium on Agricultural Biotechnology (APCoAB)*, New Delhi, India, pp. 92.
- Singh, L., Bandyopadhyay, T.K., 2013. Handmade paper from banana stem. *International Journal of Scientific and Engineering*, 4(7): 2074-2079.
- Smook, G.A., 1997. *Handbook for Pulp and Paper Technologists*. Angus Wilde Publications, Vancouver.
- Soffner, M.L.A.P., 2001. Pulp production from banana stem. Master Thesis, University of Sao Paulo, Brazil.
- Sun, R.C., Tomkinson, J., 2003. Comparative study of organic solvent and water-soluble lipophilic extractives from wheat straw I: Yield and chemical composition. *Journal of Wood Science*, 49(1): 47-52.
- Tank, T., Bostancı, Ş., Eroğlu, H., Enercan, S., 1985. Tütün saplarının kağıt yapımında değerlendirilmesi. *Doğa Bilim Dergisi*, D2, 9: 3.
- TAPPI T 203 cm-09, 2009. Alpha-beta and gamma cellulose in pulp. Tappi Press, Atlanta, GA, USA.
- TAPPI T 204 cm-17, 2017. Solvent extractives of wood and pulp. Tappi Press, Atlanta, GA, USA.
- TAPPI T 222 om-15, 2015. Acid-insoluble lignin in wood and pulp. Tappi Press, Atlanta, GA, USA.
- TAPPI T 211 om-16, 2016. Ash in wood, pulp, paper and paperboard: Combustion at 525°C. Tappi Press, Atlanta, GA, USA.
- TAPPI T 245 cm-07, 2007. Silicates and silica in pulp (Wet Ash Method). Tappi Press, Atlanta, GA, USA.
- TAPPI T 207 om-08, 2008. Water solubility of wood and pulp. Atlanta, GA, USA.
- TAPPI T 212 om-12, 2012. One percent sodium hydroxide solubility of wood and pulp. Tappi Press, Atlanta, GA, USA.
- TAPPI T 257 sp-14, 2014. Preparation of wood for chemical analysis. Tappi Press, Atlanta, GA, USA.
- TÜİK, 2021. Bitkisel Üretim İstatistikleri 2020, Tablo-3 Meyve ürünleri, içecek ve baharat bitkileri üretim miktarları, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2020-33737>, Erişim: 07.06.2021
- Tutuş, A., Deniz, İ., Eroğlu, H., 2004. Rice straw pulping with oxide added soda-oxygen-antraquinone. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7(8):1350-1354. doi: 10.3923/pjbs.2004.1350.1354.
- Tutus, A, Ezici, A.C., Ates, S., 2010. Chemical, morphological and anatomical properties and evaluation of cotton stalks (*Gossypium hirsutum* L.) in pulp industry. *Scientific Research and Essays*, 5(12): 1553–1560. doi: 10.5897/SRE.9000265.
- Tutuş, A., Çiçekler, M., Özdemir, F., Yılmaz, U., 2014. Kahramanmaraş koşullarında yetişen Trabzon hurma ağacı (*Diospyros kaki*)'nın kağıt hamuru ve kağıt üretiminde değerlendirilmesi. II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 22-24 Ekim, Isparta, s.775-784.
- Tutus, A., Cicekler, M., 2016. Evaluation of common wheat stubbles (*Triticum aestivum* L.) for pulp and paper production. *Drvna Industrija*, 67(3): 271-279. doi: 10.5552/drind.2016.1603.
- Tutuş, A., Kazaskeroğlu, Y., Çiçekler, M., 2015. Evaluation of tea wastes in usage pulp and paper production. *BioResources*, 10(3): 5407–5416.
- Usta, M., Eroğlu, H., 1987. Soda-oxygen pulping of rye straw. In: *Nonwood Plant Fiber Pulping Conference Progress Report No:18*, Tappi Press, Washington, pp. 113-118.
- Usta, M., Kırcı, H., Eroglu, H., 1990. Soda-oxygen pulping of corn (*Zea mays* indurata sturt). Tappi Pulping Conference, October 14-17, Toronto, Ontario, Canada, pp. 307-312.
- Ververis, C., Georghiou, K., Christodoulakis, N., Santas, P., Santas, R., 2004. Fiber dimensions, lignin and cellulose content of various plant materials and their suitability for paper production. *Industrial Crops and Products*, 19: 245-254. doi:10.1016/j.indcrop.2003.10.006.
- Wilcox, W.W., Piirto, D.D., 1976. Decay resistance in redwood (*Sequoia sempervirens*) heartwood as related to color and extractives. *Wood Fiber Science*, 7(4): 240–245.
- Wise, E.L., Karl, H.L., 1962. *Cellulose and hemicelluloses in pulp and paper science and technology*, Vol. 1. Pulp (Ed: C. Earl Libby), McGraw Hill-Book Co., New York.
- Yaman, B., Gençer, A., 2005. Trabzon koşullarında yetiştirilen kivi (*Actinidia deliciosa* (A. Chev.) C.F. Liang & A.R. Ferguson)'nin lif morfolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, 2:149-155.

Çeşitli gübre karışımı uygulamaları ve hasat zamanının kekik (*Thymus sipyleus* BOISS. subsp. *sipyleus* BOISS. var. *sipyleus* L.) bitkisinin ana uçucu bileşenleri üzerine etkileri

Samim Yaşar^{a,*} , Nevriye Sicim^a 

Özet: Kekik (*Thymus sipyleus* BOISS. subsp. *sipyleus* BOISS. var. *sipyleus* L.) bitkisi Beyşehir Muslu Yayla mevkiinden 1750 m yükseltiden doğal ortamından köklenecek, Beyşehir İslibucak mevkiinde 1345 m yükseltide kültüre alınmıştır. Kekik üretimi, Azot + Fosfor + Potasyum (K1), Mikro Elementler (Bor + Bakır + Demir + Mangan + Molibden + Çinko) (K3) ve Azot + Fosfor + Potasyum + Mikro Elementlerden (Bor + Bakır + Demir + Mangan + Molibden + Çinko) (K2 ve K4) oluşan gübre karışımlarının uygulanması ile gerçekleştirilmiştir. Kekik bitkisi örnekleri ağustos, eylül ve ekim 2019 aylarında üç ayrı dönemde hasat edilmiş ve uçucu bileşenlerinin analizinde SPME-GC-MS kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, uygulanan gübre karışımlarının ve hasat döneminin kekik bitkisi ana uçucu bileşenlerinin miktarlarında çeşitlilik sağladığını göstermiştir. *p*-simenin (%43.76) K4 gübre karışımı uygulamasının ekim hasadında, γ -terpinenin (%24.79) K4 gübre karışımı uygulamasının ağustos hasadında, timolün (%20.26) K3 gübre karışımı uygulamasının ağustos hasadında ve karvakrolün (%67.01) K1 gübre karışımı uygulamasının eylül hasadında en yüksek değerlerde olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Kekik, Gübre karışımı uygulamaları, Hasat zamanı, Uçucu bileşenler, SPME, GC-MS

Effects of various fertilizer mixture applications and harvesting time on main volatile compounds of thyme (*Thymus sipyleus* BOISS. subsp. *sipyleus* BOISS. var. *sipyleus* L.)

Abstract: The thyme (*Thymus sipyleus* BOISS. subsp. *sipyleus* BOISS. var. *sipyleus* L.) plant was rooted from its natural environment at an altitude of 1750 m from Beyşehir Muslu Yayla location and was cultured at 1345 m altitude in Beyşehir İslibucak. Nitrogen + Phosphorus + Potassium (K1), Micro Elements (Boron + Copper + Iron + Manganese + Molybdenum + Zinc) (K3) and Nitrogen + Phosphorus + Potassium + Micro Elements (Boron + Copper + Iron + Manganese + Molybdenum + Zinc) (K2 and K4) was used as fertilizer mixtures for thyme production. Plant samples were harvested in three separate periods in August, September and October 2019 and SPME-GC-MS was used for the analysis of its volatile components. The results showed that the applied fertilizer mixtures and the harvest period provided a variety in the amounts of the thyme plant main volatile components. The highest value of *p*-cymene (43.76%) in the October harvest of thyme produced using K4 fertilizer mixture application, the highest value of γ -terpinene (24.79%) in the August harvest of thyme produced using K4 fertilizer mixture application, the highest value of thymol (20.26%) in the August harvest of thyme produced using K3 fertilizer mixture application and the highest value of carvacrol (67.01%) in the September harvest of thyme produced using K1 fertilizer mixture application were observed.

Keywords: Thyme, Fertilizer mixture applications, Harvesting time, Volatile compounds, SPME, GC-MS

1. Giriş

Thymus L., Türkiye'de 39 tür ve 60 takson ile Lamiaceae (Labiateae) familyasının en geniş polimorfik cinslerinden birisi olup, endemiklik oranı %45 olarak belirtilmiştir (Başer, 2002). Türkiye'de *Thymus* türleri "Kekik" olarak adlandırılmaktadır. Kurutulan bitki kısımları çay ve aroma maddesi olarak tüketilmektedir. Geleneksel yöntemle elde edilen *Thymus* uçucu yağı, değerli bileşenleri nedeniyle yerel halk tarafından sıklıkla tıbbi amaçlara yönelik kullanılmaktadır (Başer, 2001). *Thymus sipyleus* BOISS. subsp. *sipyleus* BOISS. var. *sipyleus* L., 400-2700 m yükseltilerde dağ bozkırları ve kayalık yamaçlarda yetişen

çok yıllık, yarıçalı formunda ve 5-8 adet çiçeklenmeye sahip bir bitki olup, Türkiye'de ve Ege adalarında oldukça geniş yayılış göstermektedir (Tübes, 2021).

Katı faz mikro ekstraksiyonu (SPME), uçucu bileşenlerin kaplanmış bir silika lifin yüzeyine tutulduğu analitik bir teknik olarak bilinmektedir. SPME aparatı modifiye edilmiş bir şırıngaya benzemektedir. İç kısmında uçucu bileşenleri tutmaya yarayan bir life sahip olan SPME iğnesi, kapalı durumda ısıtılmış numunenin serbest bıraktığı uçucu bileşenlerin bulunduğu atmosfere sokulmakta ve lifi koruyan metal iğne geri çekilerek lifin atmosferle teması sağlanmaktadır. Lif üzerindeki polimer kaplamanın (Carbokzen/Polidimetilsilokzan) absorpsiyon/adsorpsiyon

✉ ^a Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Isparta

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 09.03.2021, **Accepted** (Kabul tarihi): 20.04.2021



Citation (Atf): Yaşar, S., Sicim, N., 2021. Çeşitli gübre karışımı uygulamaları ve hasat zamanının kekik (*Thymus sipyleus* BOISS. subsp. *sipyleus* BOISS. var. *sipyleus* L.) bitkisinin ana uçucu bileşenleri üzerine etkileri. Turkish Journal of Forestry, 22(2): 151-156.
DOI: [10.18182/tjf.893828](https://doi.org/10.18182/tjf.893828)

yöntemiyle uçucu bileşenleri almasından sonra koruma amaçlı olarak lif tekrar metal iğnenin içerisine çekilmektedir. Bunu, bileşenlerin ayrılması için uygun bir kromatografi cihazına desorpsiyonu takip etmektedir. SPME uygulamaları, genellikle GC (Gaz Kromatografisi) veya GC-MS (Gaz Kromatografisi-Kütle spektroskopisi) ile yapılmaktadır. SPME-GC veya SPME-GC-MS analizinde, lif cihazın enjektör portuna yerleştirilmekte ve uçucu bileşenlerin kromatografik tayini için termal desorpsiyon gerçekleştirilmektedir (Galipo vd., 1999; Malik vd., 2006).

Çözücüye ihtiyaç duymayan bir izolasyon tekniği olan SPME, 1989'daki icadından itibaren uçucu ve yarı uçucu organik bileşiklerin ekstraksiyonunda sıklıkla kullanılmıştır (Belardi ve Pawliszyn, 1989; James ve Stack, 1996; Malik vd., 2006; Yaşar vd., 2016). Erken gelişim döneminde, SPME büyük ölçüde çevre kimyasında uygulanmıştır (Fattore vd., 1996; Abalos vd., 2002; Mousavi vd., 2007). Son yıllarda, GC veya GC-MS ile birlikte bitkisel kökenli örneklerdeki uçucu ve yarı uçucu organik bileşiklerin ekstraksiyonunda bu teknikten sıklıkla faydalanılmaktadır (Vas ve Vekey, 2004; Yaşar vd., 2016).

Aromatik bitkilerde bitki verimi, drog verimi, uçucu yağ içeriği ve bileşimi üzerinde yetiştirme koşulları, iklim koşulları, bitkilerin büyüme periyodu, genetik modifikasyonlar ve tarımsal uygulamalar gibi faktörler etkili olmaktadır (Lawrence, 1993; Perry vd., 1999; Grausgruber-Gröger vd., 2012). Tarımsal uygulamalardan özellikle fosfor aromatik bitkilerde uçucu yağ sentezi ve asimilasyonunda önemli rolü olan bitki besin elementlerinden bir tanesidir. Farnesil difosfat, geranil difosfat ile linalol difosfata indirgenmekte ve bu bileşenler uçucu yağ üretiminin ön sentezleyici bileşenleri olarak karışımıza çıkmaktadır (Ramezani vd., 2009). Kimyon, rezene, adaçayı, kekik, fesleğen ve kişniş gibi aromatik bitkilerde gübre uygulamalarının uçucu yağ içeriği ve verimini artırdığı belirtilmiştir (Tunçturk ve Tunçturk 2006; Moslemi vd., 2012; Nell vd., 2009; Meena vd., 2015).

Çalışmamızda, doğal ortamından köklenen kekik (*Thymus sipyleus* BOISS. subsp. *sipyleus* BOISS. var. *sipyleus* L.) bitkisi, kültüre alındıktan sonra çeşitli gübre karışımları uygulamalarına tabi tutulmuş ve farklı zamanlarda ürün hasadı gerçekleştirilmiştir. Bitki örneklerinin uçucu bileşenleri SPME ile izole edilmiş ve GC-MS ile analizleri gerçekleştirilmiştir. Söz konusu gübreleme uygulamaları ve hasat zamanlarının kekik bitkisi ana uçucu bileşenlerinin miktarlarına etkileri incelenmiştir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Bitki yetiştirme ve materyal toplama

Kekik bitkisi, Beyşehir Muslu Yayla mevkiinden 1750 m yükseltiden 23.05.2019 tarihinde doğal ortamından köklenecek, kültüre alınacağı Beyşehir İslibucak mevkiine (1345 m yükselti) getirilmiştir. Deneme alanı açık arazide kurulmuştur. 24.06.2019 tarihine kadarki köklendirme sürecinde herhangi bir müdahale gerçekleştirilmemiş, sadece sulama işlemi yapılmıştır. Sonrasında, gübreleme uygulamalarına başlanmıştır. Kekik üretiminde kullanılan gübre karışım ve miktarları Çizelge 1 ve uygulanan gübreleme parametreleri Çizelge 2'de verilmiştir. Örnekler birer ay arayla üç dönem halinde 02.08.2019, 02.09.2019 ve 02.10.2019 tarihlerinde hasat edilmiştir. Bitkilerin toplanan toprak üstü kısımları oda sıcaklığında ve karanlık ortamda sabit ağırlığa kurutulmuştur.

2.2. Yöntem

2.2.1. SPME

Kullanılan katı faz mikro ekstraksiyon (SPME) aparatı, 75 µm kalınlığında Carbokzen/Polidimetilsilokzan (CAR/PDMS) ile kaplanmış kısımdan oluşmaktadır. Kurutulan kekik örneklerinin her birinin 2.5 g'ı uçucu bileşen analizleri için 10 mL'lik bir vial içine aktarılmış ve vialin ağzı silikon bir kapakla kapatılmış, sonrasında 30 dakika süreyle 60 °C'de bekletilmiştir.

2.2.2. GC-MS

SPME aparatı, uçucu bileşenlerin adsorpsiyonu için vialin üst tarafında kalan atmosfere geçirilmiş ve daha sonra Restek Rx-5Sil MS kapiler kolon (30 m x 0.25 mm i.d., 0.25 µm film kalınlığı) kullanılan, Shimadzu 2010 Plus GC-MS cihazına uçucu bileşenlerin desorpsiyonu için doğrudan bağlanmıştır. Cihaz, EI modunda (70 eV) çalıştırılan aynı marka kütle seçici dedektörle irtibatlandırılmıştır. Taşıyıcı gaz olarak helyum dakikada 1.61 mL akış hızında uygulanmıştır. Enjeksiyon ve dedeksiyon sıcaklıkları 250 °C olarak programlanmıştır. Kolon sıcaklığı, 2 dakika boyunca 40 °C'de sabitlenmiş, devamında dakikada 4 °C artışla 250 °C'ye ulaştırılmış, sonrasında 230 °C'de 5 dakika boyunca bekletilmiştir.

Çizelge 1. Kekik üretiminde kullanılan gübre karışım ve miktarları

Örnek	Gübreleme uygulamaları		
	Bitki adedi	Gübre çeşidi	Gübre miktarı (g/bitki)
K1	5	Azot+Fosfor+Potasyum	2+2+2 = 6
K2	5	Azot+Fosfor+Potasyum+Mikro Elementler (Bor+Bakır+Demir+Mangan+Molibden+Çinko)	2+2+2+0.25 = 6.25
K3	5	Mikro Elementler (Bor+Bakır+Demir+Mangan+Molibden+Çinko)	0.25
K4	5	Azot+Fosfor+Potasyum+Mikro Elementler (Bor+Bakır+Demir+Mangan+Molibden+Çinko)	2+2+2+0.25 = 6.25
K0	Doğal ortamında takibi yapılp, toplanan örnek (Kontrol)		

Çizelge 2. Kekik üretiminde uygulanan gübreleme parametreleri

Örnek	Gübreleme parametreleri			
	Şekli	Periyod	Verilen sıvı miktarı (L/bitki)	Zaman
K1	Topraktan Gübrelü Su	5 gün	2	17:00 - 20:00 arası
K2	Topraktan Gübrelü Su	5 gün	2	17:00 - 20:00 arası
K3	Topraktan Gübrelü Su	5 gün	2	17:00 - 20:00 arası
K4	Topraktan Bir Sulamada Gübrelü Su, Bir Sulamada Tatlı Su	5 gün	2	17:00 - 20:00 arası

2.2.3. Uçucu bileşenlerin tanımlanması

Uçucu bileşenlerin Alıkonma İndisleri (RI), örneklerin analizinde uygulanan kromatografik koşullarda enjeksiyonu gerçekleştirilen C₇-C₃₀ alkan karışımı standardına göre belirlenmiştir. Uçucu bileşenlerin saptanmasında Wiley, NIST Tutor ve FFNSC kütüphanelerinden faydalanılmıştır.

2.3. İstatistiksel analiz

Çalışma verilerine istatistiksel analiz MiniTab 16 programı yardımıyla uygulanmıştır. Basit varyans analizi (Anova Testi) yapılmış ve istatistiksel açıdan farklılaşmanın gerçekleşmesi durumunda, veriler arasındaki farklılıklar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile belirlenmiştir.

3. Bulgular ve tartışma

Farklı gübre karışımı uygulamalarının kekik bitkisi örneklerindeki *p*-simen, γ -terpinen, timol ve karvakrol miktarları üzerine etkileri Çizelge 3'te verilmiştir. Miktarların aritmetik ortalamalarının kontrolü basit varyans analizi (Anova testi) ile yapılmış ve $p < 0.001$ düzeyinde Duncan testine göre elde edilen homojen gruplar gösterilmiştir.

p-simen miktarında, ağustos ve eylül hasatlarında K0 örneğine göre gübreleme uygulamalarına ait örneklerde belirgin bir şekilde düşüş görülmüş, ekim hasadında ise K4 örneğinde artış, diğer gübreleme uygulamaları örneklerinde düşüş belirlenmiştir. γ -terpinen miktarı eylül ve ekim hasatlarında K0 örneğine göre gübreleme uygulamalarına ait örneklerde artış göstermiştir. Timol miktarı K3 gübreleme örneğinde, diğer örneklere kıyasla her üç hasat döneminde de net bir şekilde üstünlük sergilemiştir. Karvakrol miktarı

ağustos ve eylül hasatlarında K1, K2 ve K4 gübreleme uygulamaları örneklerinde, ekim hasadında K1 ve K2 gübreleme uygulamaları örneklerinde yüksek düzeylerde yer almıştır (Çizelge 3).

Farklı hasat zamanlarının kekik bitkisi örneklerindeki *p*-simen, γ -terpinen, timol ve karvakrol miktarları üzerine etkileri Çizelge 4'de verilmiştir. Miktarların aritmetik ortalamalarının kontrolü basit varyans analizi (Anova testi) ile yapılmış ve $p < 0.001$ düzeyinde Duncan testine göre elde edilen homojen gruplar sunulmuştur.

p-simen miktarı K2 gübreleme uygulamasında eylül hasadı örneğinde, ağustos hasadı örneğine göre düşüş gösterirken, ekim hasadı örneğinde artış sergilemiştir. K0 ve diğer gübreleme uygulamalarında, *p*-simen miktarı ağustos hasadı örneğine kıyasla eylül ve ekim hasadı örneklerinde belirgin bir şekilde artış ortaya koymuştur. γ -terpinen miktarı K0 ve tüm gübreleme uygulamalarında ağustos hasadı örneğine göre, eylül ve ekim hasadı örneklerinde düşüş göstermiştir. Timol miktarı K2 gübreleme uygulamasında ağustos hasadı örneğine göre, eylül hasadı örneğinde yükseliş, ekim hasadı örneğinde azalış, K3 gübreleme uygulamasında ağustos hasadı örneğine göre, eylül ve ekim hasadı örneklerinde düşüş, K0 ve diğer uygulamalarda ağustos hasadı örneğine göre, eylül ve ekim hasadı örneklerinde artış sergilemiştir. Karvakrol miktarı K0 ve gübreleme uygulamalarında ağustos ve eylül hasadı örneklerinde, ekim hasadı örneklerine kıyasla yüksek seviyelerde elde edilmiştir (Çizelge 4).

p-simen % 43.76 ile K4 gübreleme uygulamasının ekim hasadı, γ -terpinen %24.79 ile K4 gübreleme uygulamasının ağustos hasadı, timol %20.26 ile K3 gübreleme uygulamasının ağustos hasadı ve karvakrol %67.01 ile K1 gübreleme uygulamasının eylül hasadı örneğinde en yüksek değerde elde edilmiştir (Şekil 1).

Çizelge 3. Gübrelemenin kekik bitkisi örneklerinin ana bileşenlerine etkileri

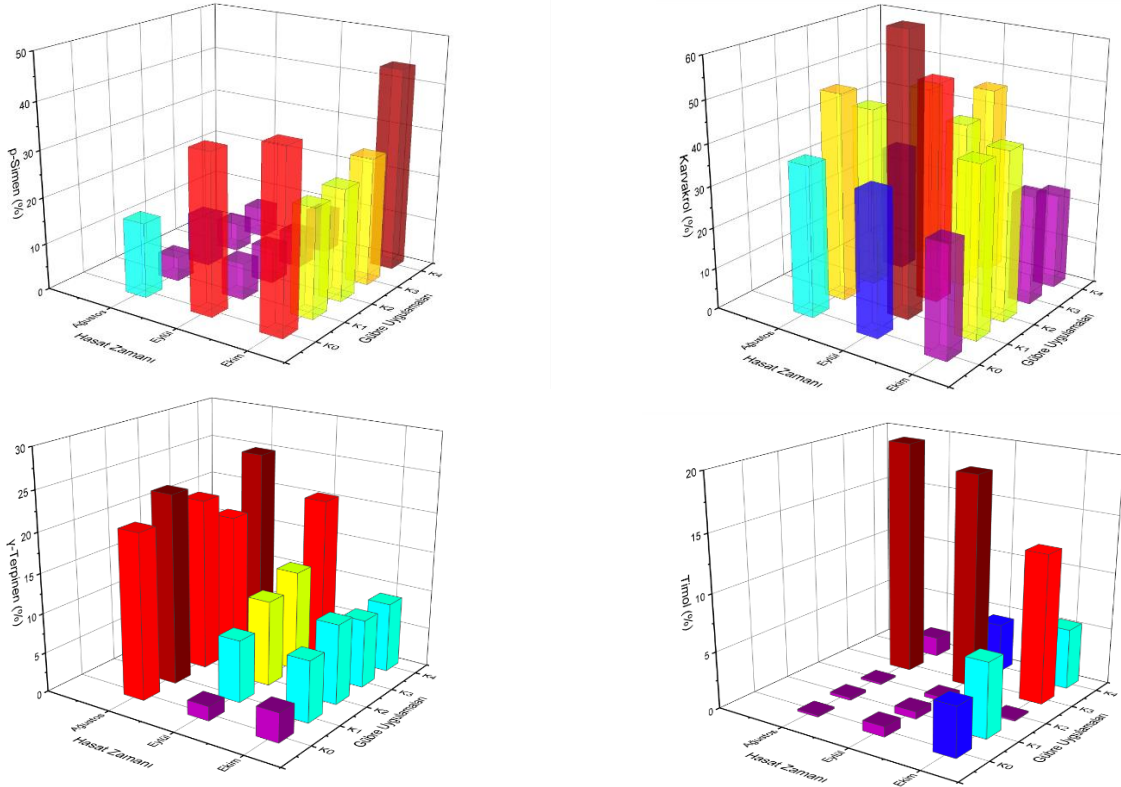
Bileşen (RI)	K0 (%)	K1 (%)	K2 (%)	K3 (%)	K4 (%)
Ağustos hasadı					
<i>p</i> -simen (1025)	16.16 a	5.21 b	10.88 c	6.26 d	6.55 e
γ -terpinen (1058)	20.78 a	23.80 b	21.61 c	17.99 d	24.79 e
Timol (1300)	0.17 a	0.25 b	0.17 a	20.26 c	1.71 d
Karvakrol (1317)	36.57 a	50.09 b	43.63 c	30.21 d	43.10 e
Eylül hasadı					
<i>p</i> -simen	34.28 a	7.84 b	7.67 c	7.49 d	8.91 e
γ -terpinen	1.84 a	7.87 b	10.81 c	12.73 d	20.32 e
Timol	0.91 a	0.66 b	0.36 c	18.60 d	4.36 e
Karvakrol	34.12 a	67.01 b	52.81 c	40.33 d	45.78 e
Ekim hasadı					
<i>p</i> -simen	38.36 a	23.45 b	24.16 c	27.56 d	43.76 e
γ -terpinen	3.72 a	7.76 b	10.11 c	8.65 d	8.85 e
Timol	4.38 a	6.55 b	0.14 c	13.06 d	5.34 e
Karvakrol	27.15 a	41.18 b	40.86 c	26.66 d	23.29 e

RI: Alıkonma indisi, a-e: Duncan testi homojen grupları, $p < 0.001$

Çizelge 4. Hasat zamanının kekik bitkisi örneklerinin ana bileşenlerine etkileri

Bileşen (RI)	Ağustos hasadı (%)	Eylül hasadı (%)	Ekim hasadı (%)
K0			
<i>p</i> -simen (1025)	16.16 a	34.28 b	38.36 c
γ -terpinen (1058)	20.78 a	1.84 b	3.72 c
Timol (1300)	0.17 a	0.91 b	4.38 c
Karvakrol (1317)	36.57 a	34.12 b	27.15 c
K1			
<i>p</i> -simen	5.21 a	7.84 b	23.45 c
γ -terpinen	23.80 a	7.87 b	7.76 c
Timol	0.25 a	0.66 b	6.55 c
Karvakrol	50.09 a	67.01 b	41.18 c
K2			
<i>p</i> -simen	10.88 a	7.67 b	24.16 c
γ -terpinen	21.61 a	10.81 b	10.11 c
Timol	0.17 a	0.36 b	0.14 c
Karvakrol	43.63 a	52.81 b	40.86 c
K3			
<i>p</i> -simen	6.26 a	7.49 b	27.56 c
γ -terpinen	17.99 a	12.73 b	8.65 c
Timol	20.26 a	18.60 b	13.06 c
Karvakrol	30.21 a	40.33 b	26.66 c
K4			
<i>p</i> -simen	6.55 a	8.91 b	43.76 c
γ -terpinen	24.79 a	20.32 b	8.85 c
Timol	1.71 a	4.36 b	5.34 c
Karvakrol	43.10 a	45.78 b	23.29 c

RI: Alikonma indisi, a-c: Duncan testi homojen grupları, $p < 0.001$



Şekil 1. Kekik bitkisi örneklerinin ana bileşenleri

p-simen, doğada bulunan, özellikle kekik türlerinde baskın olan bir monoterpen bileşimidir (Philis, 2005). Bu bileşik, antioksidan, antinosiseptif, anti-enflamatuar, anksiyolitik, antikanser ve antimikrobiyal aktiviteleri içeren çeşitli biyolojik etkiler göstermektedir (De Oliveira vd., 2015). Ayrıca, *p*-simenin antibakteriyel, antiviral ve

antifungal aktivitelere de sahip olduğu bilinmektedir (Marchese vd., 2017).

γ -terpinen bitkisel kökenli bir monoterpen hidrokarbon olup, çeşitli insan patojenlerine karşı antimikrobiyal özellikler göstermektedir (Pereira vd., 2014). Aynı zamanda γ -terpinenin antioksidan, anti-enflamatuar ve anti-proliferatif aktiviteleri ortaya konmuştur (Kavoosi vd., 2013).

Timol, fenolik bir monoterpen alkol bileşimidir. Timol'un diğer fenollere göre 30 kat daha fazla antiseptik ve 4 kat daha az toksik etkisi olduğu belirlenmiştir (Lukic, 1989). Parfümeri ve kozmetik sanayinde timol problemlili ciltlerin tedavisinde kullanılmaktadır. Ayrıca, timolün antimikrobiyel (Timbermont vd., 2010) ve antioksidan (Luna vd., 2010) aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Timol hızla bozunan, kalıcı olmayan bir pestisit olarak kullanım alanı bulmaktadır (Hu ve Coats, 2008; Nieto, 2017). Timolden tıbbi dezenfektan ve genel amaçlı dezenfektan olarak da faydalanılmaktadır (Novy vd., 2015).

Karvakrol, kekik ve kekik gibi Lamiaceae familyasına ait aromatik bitkilerin uçucu yağ fraksiyonundaki ana doğal bileşendir. γ -terpinenden, *p*-simen yoluyla biyosentezlenen fenolik bir monoterpen alkoldür (Kintzios, 2002). Gıda, baharat ve ilaç endüstrilerinde kullanılan kekiğin biyolojik aktivitelerinin karvakrol içeriği ile paralel olduğu ileri sürülmüştür (Burt, 2004). Karvakrol içeren ilaçlar ve uçucu yağlar geleneksel tıpta yaygın olarak kullanılmaktadır (Edris, 2007). Karvakrolün fungisidal (Ahmad vd., 2011; Dambolena vd., 2011), insektisidal (Tang vd., 2011) ve antimikrobiyal aktiviteler (Nostro ve Papalia, 2012) sergilediği belirlenmiştir. Karvakrolün antikarsinojenik ve antitümör aktivitelerine (Koparal ve Zeytinoglu, 2003; Karkabounas vd., 2006), güçlü antitümör etkilerine ve antioksidan özelliklerine (Mezzoug vd., 2007; Sökmen vd., 2004) atfedilen çalışmalar rapor edilmiştir.

Çalışmada, kekik (*Thymus sipyleus* BOISS. subsp. *sipyleus* BOISS. var. *sipyleus* L.) üretiminde çeşitli gübre karışımlarının kullanılması ve bitkinin farklı zamanlarda hasat edilmesi ile ana uçucu bileşenlerinin miktarlarında çeşitlilik sağlanabileceği görülmüştür. Bu vesileyle, kullanım alanına yönelik ana bileşenlerin yüksek oranlarda elde edilebilmesinin, gübre karışımı uygulamaları ve hasat zamanının belirlenmesi ile mümkün olabileceği anlaşılmıştır.

4. Sonuç ve öneriler

Kekik (*Thymus sipyleus* BOISS. subsp. *sipyleus* BOISS. var. *sipyleus* L.) bitkisi doğal ortamından köklü olarak, kültüre alınmış ve üretiminde Azot + Fosfor + Potasyum (K1), Mikro Elementler (Bor + Bakır + Demir + Mangan + Molibden + Çinko) (K3) ve Azot + Fosfor + Potasyum + Mikro Elementler (Bor + Bakır + Demir + Mangan + Molibden + Çinko) (K2 ve K4) gübre karışımları uygulanmıştır. Kekik bitkisinin ağustos, eylül ve ekim 2019 aylarında üç ayrı dönemde hasadı gerçekleştirilmiştir. Uygulanan gübre karışımlarının ve hasat döneminin kekik bitkisi ana uçucu bileşenlerinin miktarlarında çeşitlilik sağladığı anlaşılmıştır. *p*-simenin % 43.76 ile K4 gübre karışımı uygulamasının ekim hasadı, γ -terpinenin %24.79 ile K4 gübre karışımı uygulamasının ağustos hasadı, timolün %20.26 ile K3 gübre karışımı uygulamasının ağustos hasadı ve karvakrolün %67.01 ile K1 gübre karışımı uygulamasının eylül hasadından en yüksek değerlerde elde edilebileceği görülmüştür.

Açıklama

Bu çalışma, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi BAP Koordinasyon Birimi tarafından 2019-YL1-0039 nolu proje ile desteklenmiştir. Bu destekten dolayı Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi BAP Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ediyoruz.

Kaynaklar

- Abalos, M., Prieto, X., Bayona, J.M., 2002. Determination of volatile alkyl sulfides in wastewater by headspace solid-phase microextraction followed by gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 963(1-2): 249-257.
- Ahmad, A., Khan, A., Akhtar, F., Yousuf, S., Xess, I., Khan, L.A., Manzoor, N., 2011. Fungicidal activity of thymol and carvacrol by disrupting ergosterol biosynthesis and membrane integrity against *Candida*. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*, 30(1): 41-50.
- Başer, K.H.C., 2001. Her derde deva bir bitki Kekik. *Bilim ve Teknik*, 2001: 74-77.
- Başer, K.H.C., 2002. Aromatic biodiversity among the flowering plant taxa of Turkey. *Pure and Applied Chemistry*, 74(4): 527-545.
- Belardi, R.P., Pawliszyn, J.B., 1989. Application of chemically modified fused silica fibers in the extraction of organics from water matrix samples and their rapid transfer to capillary columns. *Water Quality Research Journal*, 24(1): 179-191.
- Burt, S., 2004. Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods-a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94(3): 223-253.
- Dambolena, J.S., Zygadlo, J.A., Rubinstein, H.R., 2011. Antifungal activity of natural phenolic compounds. A structure-property-activity relationship study. *International Journal of Food Microbiology*, 145: 140-146.
- De Oliveira, T.M., de Carvalho, R.B.F., da Costa, I.H.F., de Oliveira, G.A.L., de Souza, A.A., de Lima, S.G., de Freitas, R.M., 2015. Evaluation of *p*-cymene, a natural antioxidant. *Pharmaceutical Biology*, 53(3): 423-428.
- Edris, A.E., 2007. Pharmaceutical and therapeutic potentials of essential oils and their individual volatile constituents: A review. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 21(4): 308-323.
- Fattore, E., Benfenati, E., Fanelli, R., 1996. Analysis of chlorinated 1,3-butadienes by solid-phase microextraction and gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 737(1): 85-91.
- Galipo, R.C., Canhoto, A.J., Walla, M.D., Morgan, S.L., 1999. Analysis of volatile fragrance and flavor compounds by headspace solid phase microextraction and GC-MS: An undergraduate instrumental analysis experiment. *Journal of Chemical Education*, 76(2): 245-248.
- Grausgruber-Groger, S., Schmider, C., Steinborn, R., Novak, J., 2012. Seasonal influence on gene expression of monoterpene synthases in *Salvia officinalis* (Lamiaceae). *Journal of Plant Physiology*, 169(4): 353-359.
- Hu, D., Coats, J., 2008. Evaluation of the environmental fate of thymol and phenethyl propionate in the laboratory. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, 64(7): 775-779.
- James, K.J., Stack, M.A., 1996. The determination of volatile organic compounds in soils using solid phase microextraction with gas chromatography. *Journal of High Resolution Chromatography*, 19(9): 515-519.
- Karkabounas, S., Kostoula, O.K., Daskalou, T., Veltsistas, P., Karamouzis, M., Zelovitis, I., Metsios, A., Lekkas, P., Evangelou, A.M., Kotsis, N., Skoufos, I., 2006. Anticarcinogenic and antiplatelet effects of carvacrol. *Experimental Oncology*, 28: 121-125.
- Kavoosi, G., Tafsiy, A., Ebdam, A.A., Rowshan, V., 2013. Evaluation of antioxidant and antimicrobial activities of essential oils from carum copticum seed and *Ferula assafoetida* latex. *Journal of Food Science*, 78(2): T356-T361.
- Kintzios, S.E., 2002. *Oregano: The Genera Origanum and Lippia*. Taylor and Francis, New York, NY, USA.
- Koparal, A.T., Zeytinoglu, M., 2003. Effects of carvacrol on a human non-small cell lung cancer (nsclc) cell line, A549. *Cytotechnology*, 43: 149-154.

- Lawrence, B.M., 1993. Progress in essential oils, lavender oils. *Perfumer and Flavorist*, 18(1): 58-61.
- Lukic, P., 1989. In: *Farmacognazija, Farmaceutski facultet Univerziteta u Beogradu*.
- Luna, A., Labaque, M.C., Zygodlo, J.A., Marin, R.H., 2010. Effects of thymol and carvacrol feed supplementation on lipid oxidation in broiler meat. *Poultry Science*, 89: 366-370.
- Malik, A.K., Kaur, V., Verma, N., 2006. A review on solid phase microextraction-high performance liquid chromatography as a novel tool for the analysis of toxic metal ions. *Talanta*, 68: 842-849.
- Marchese, A., Arciola, C.N., Barbieri, R., Silva, A.S., Nabavi, S.F., Sokeng, N.A.J.T., Izadi, M., Jafari, N.J., Sunter, I., Daglia, M., Nabavi, S.M., 2017. Update on monoterpenes as antimicrobial agents: A particular focus on p-cymene. *Materials*, 10(8): 947.
- Meena, R.L., Meena, S.S., Mehta, R.S., Meena, R.D., Saini, Y., 2015. Response of varying nitrogen and phosphorus levels on growth and yield of anise (*Pimpinella anisum* L.). *International Journal of Seed Spices*, 5(1): 83-87.
- Mezzoug, N., Elhadri, A., Dallouh, A., Amkiss, S., Skali, N.S., Abrini, J., Zhiri, A., Baudoux, D., Diallo, B., El Jaziri, M., Idaomar, M., 2007. Investigation of the mutagenic and antimutagenic effects of *Origanum compactum* essential oil and some of its constituents. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 629(2): 100-110.
- Moslemi, M., Aboutalebi, A., Hamed, A., Farah, H., 2012. Evaluation the effects of different levels of phosphorous on yield and yield components of coriander (*Coriandrum sativum* L.). *World Applied Sciences Journal*, 19(11): 1621-1624.
- Mousavi, M., Noroozian, E., Jalali-Heravi, M., Mollahosseini, A., 2007. Optimization of solid-phase microextraction of volatile phenols in water by a polyaniline-coated Pt-fiber using experimental design. *Analytica Chimica Acta*, 581(1): 71-77.
- Nell, M., Votsch, M., Vierheilg, H., Steinkellner, S., Zitterl-Eglseer, K., Franz, C., Novak, J., 2009. Effect of phosphorus uptake on growth and secondary metabolites of garden sage (*Salvia officinalis* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(6): 1090-1096.
- Nieto, G., 2017. Biological activities of three essential oils of the lamiaceae family. *Medicines*, 4: 63.
- Nostro, A., Papalia, T., 2012. Antimicrobial activity of carvacrol: Current progress and future perspectives. *Recent Patents on Anti-Infective Drug Discovery*, 7(1): 28-35.
- Novy, P., Davidova, H., Serrano Rojero, C.S., Rondevaldova, J., Pulkrabek, J., Kokoska, L., 2015. Composition and antimicrobial activity of euphrasia rostkoviana hayne essential oil. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 1-5.
- Pereira, T.S., de Sant'Anna, J.R., Silva, E.L., Pinheiro, A.L., de Castro-Prado, M.A.A., 2014. In vitro genotoxicity of *Melaleuca alternifolia* essential oil in human lymphocytes. *Journal of Ethnopharmacology*, 151: 852-857.
- Perry, N.B., Anderson, R.E., Brennan, N.J., Douglas, M.H., Heaney, A.J., McGimpsey, J.A., Smallfield, B.M., 1999. Essential oils from Dalmatian sage (*Salvia officinalis* L.): variations among individuals, plant parts, seasons, and sites. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(5): 2048-2054.
- Philis, J.G., 2005. The S1←S0 spectrum of jet-cooled p-cymene. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 61(6): 1239-1241.
- Ramezani, S., Rezaei, M.R., Sotoudehnia, P., 2009. Improved growth, yield and essential oil content of basil grown under different levels of phosphorus sprays in the field. *Journal of Applied Biological Sciences*, 3(2): 105-110.
- Sökmen, A., Sökmen, M., Daferera, D., Polissiou, M., Candan, F., Ünlü, M., Akpulat, H.A., 2004. The in vitro antioxidant and antimicrobial activities of the essential oil and methanol extracts of *Achillea biebersteini* Afan. (Asteraceae). *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 18(6): 451-456.
- Tang, X., Chen, S., Wang, L., 2011. Purification and identification of carvacrol from the root of *Stellera chamaejasme* and research on its insecticidal activity. *Natural Product Research*, 25(3): 320-325.
- Timbermont, L., Lanckriet, A., Dewulf, J., Nollet, N., Schwarzer, K., Haesebrouck, F., Ducatelle, R., Van Immerseel, F., 2010. Control of *Clostridium perfringens*-induced necrotic enteritis in broilers by target-released butyric acid, fatty acids and essential oils. *Avian Pathology*, 39: 117-121.
- Tunçturk, R., Tunçturk, M., 2006. Effects of different phosphorus levels on the yield and quality components of cumin (*Cuminum cyminum* L.). *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 2(6): 336-340.
- Tübives, 2021. Türkiye Bitkileri Veri Servisi. <http://www.tubives.com>, Erişim: 04.03.2021
- Vas, G., Vekey, K., 2004. Solid-phase microextraction: A powerful sample preparation tool prior to mass spectrometric analysis. *Journal of Mass Spectrometry*, 39(3): 233-254.
- Yaşar, S., Dişli, M., Sonkaya, Y., 2016. Comparison of volatile components of *Thymus zygoides* Griseb. var. *lycaonicus* (Celak.) Ronniger due to reaping time. *Turkish Journal of Forestry*, 17(2): 94-98.

Lamine kaplama kereste (LVL) rutubetinin basınç direnci üzerine etkisinin yapay zekâ ile belirlenmesi

Eser Sözen^{a,*}, Timuçin Bardak^b, Kadir Kayahan^b

Özet: Yapı sektöründe kullanılan ahşap malzemeler, kullanım yerine bağlı olarak farklı yüklemeye çeşitlerine ve farklı dirençlere maruz kalmaktadır. Yükleme türüne uygun materyal kullanımı güvenlik, performans ve maliyet gibi önemli faktörleri etkilemektedir. Yapı sektöründe kullanılan ahşap materyallerde diğer bir önemli husus, odun-su ilişkileridir. Rutubet, odunun fiziksel, mekanik ve teknolojik (sertlik, aşınma) özellikleri üzerinde önemli değişikliklere neden olmaktadır. Bu çalışmada, soyma işlemi ile elde edilen 2 mm kayın (*Fagus orientalis* L.) kaplamalardan 5 katmanlı LVL (Laminated Veneer Lumber) üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen LVL'ler dört farklı nem (% 0, % 12, % 18 ve % 25) değerinde ve liflere dik ve paralel olmak üzere iki farklı yönde basınç direncine tabi tutulmuştur. Belirtilen rutubet değerlerinden elde edilen verilerden yararlanılarak yapay zeka ile diğer rutubet miktarlarındaki basınç direnci tahmin edilmiştir. Tahminlerde Yapay Sinir Ağları (YSA), Karar Ağaçları (KA) ve Rastgele Orman (RO) algoritmaları kullanılmıştır. Mekanik test sonuçlarına göre, en yüksek basınç direnci değeri rutubeti %0 (firın kurusu) olan örneklerin liflere paralel yönde yapılan yüklemelerinde (51,96 N/mm²) elde edilmiştir. En düşük basınç direnci değeri (13,57 N/mm²) ise %25 rutubetli örneklerin liflere dik yönde yapılan yüklemelerinde saptanmıştır. En yüksek tahmin başarısı R²=0,984 değeri ile Rastgele Orman algoritmasından elde edilmiştir. Sonuç olarak, farklı rutubetlerde LVL'lerin basınç direncini tahmin etmek için yapay zeka tekniklerinin çözüm olarak başarılı bir şekilde kullanılabileceği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: LVL, Basınç direnci, Rutubet, Yapay zekâ, Karar ağaçları, Rastgele orman

Determination of the effect of laminated veneer lumber (LVL) moisture content on pressure resistance by artificial intelligence

Abstract: Wooden materials used in the building sector are exposed to different loading types and different strength depending on the place of use. The use of materials suitable for the type of loading affects important factors such as safety, performance and cost. Another important issue in wooden materials used in the building sector is wood-water relations. Moisture causes significant changes on the physical, mechanical and technological (hardness, wear) properties of wood. In this study, 5-layer LVL (Laminated Veneer Lumber) was produced from 2 mm beech (*Fagus orientalis* L.) veneer obtained by peeling process. Produced LVLs were subjected to four different moisture (0%, 12%, 18% and 25%) compression strength in two different directions, perpendicular and parallel to the fibers. Using the data obtained from the specified moisture values, the pressure resistance values in other moisture amounts were estimated by artificial intelligence. Artificial Neural Networks (ANN), Decision Trees (DT) and Random Forest (RF) algorithms are used in the predictions. According to the mechanical test results, the highest compression strength value (51.96 N/mm²) was obtained in the loading parallel to the fibers of the samples with 0% moisture (oven dry). The lowest compression strength value (13.57 N/mm²) was determined in the loading vertical direction to the fibers of 25% moisture samples. The highest prediction success was obtained from the Random Forest algorithm with a value of R² = 0.984. As a result, it has been determined that artificial intelligence techniques can be used successfully as a solution to predict the pressure resistance of LVLs at different humidity.

Keywords: LVL, Compression strength, Moisture, Artificial intelligence, Decision trees, Random forest

1. Giriş

Ahşap kaplamalardan elde edilen kontrplak ya da LVL gibi yapısal ürünler, ahşap yapı sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır. Biçilmiş keresteye göre geniş yüzeyler elde edilebilmesi, daha güvenilir mekanik özelliklere sahip olması ve daha uzun mesnet genişliklerinin geçilmesi bu ürünlerin önemli avantajlarından (Stark vd., 2010). Dünya çapında inşa edilen çok katlı ahşap binaların sayısının artmasıyla, bu ürünlerin kullanımlarının daha da artması beklenmektedir.

Farklı ağaç türlerinden yeni yapısal ürünlerin üretilmesi ve piyasaya sunulması için direnç özelliklerinin belirlenmesi, güvenli mühendislik tasarımlarına katkı sağlayacaktır (Gilbert vd., 2017).

LVL'nin dış mekan uygulamalarında kullanımı, boyutsal kararlılık ve biyolojik bozulma gibi çeşitli dayanıklılık sorunları ile sınırlıdır. Dış ortamda kullanılan LVL levhaları çürümeye sebep olan yüksek nem ve sıcaklık değişimlerine maruz kalabilir. LVL'nin biyolojik dayanıklılığını artırmak için LVL'yi son işlemde geçirmek veya kaplamaların ticari

✉ ^a Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği, Bartın, Türkiye

^b Bartın Üniversitesi, Bartın Meslek Yüksekokulu, Mobilya ve Dekorasyon Programı, Bartın, Türkiye

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): esozen@bartin.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 01.03.2021, **Accepted** (Kabul tarihi): 19.04.2021



Citation (Atf): Sözen, E., Bardak, T., Kayahan, K., 2021. Lamine kaplama kereste (LVL) rutubetinin basınç direnci üzerine etkisinin yapay zekâ ile belirlenmesi. Turkish Journal of Forestry, 22(2): 157-164.
DOI: [10.18182/tjf.888829](https://doi.org/10.18182/tjf.888829)

koruyucularla üretimden önce ön işlemden geçirilmesi önerilmektedir (Nzokou vd., 2005). Diğer taraftan uygulanan bu işlemlerin mekanik dirençleri düşürdüğüne dair literatürde çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Roos vd., 1993; Gomben ve Gorman 1994; De Groot vd., 1998; Aydemir vd., 2016). Ahşap kaplamalardan elde edilen yapısal ürünlerin termit, mantar ve dış ortam koşullarına karşı dayanımını arttırmak için diğer bir yaklaşım da doğal olarak bu etmenlere dayanıklı olan ağaç türlerinin kullanılmasıdır. Bazı odun türleri bulundukları ekstraktif maddelerden dolayı özellikle mantar ve termit gibi zararlılara karşı dayanıklılık gösterebilmektedir (Nzokou vd., 2005; Sivrikaya vd., 2015). Çolak vd., (2004) farklı tutkallar kullanarak elde ettiği LVL'leri iki farklı (%45 ve %65) bağıl nem ortamında bekletmiştir. Çalışma sonucunda sunulan verilere göre %45 bağıl nem ortamındaki örneklerin denge rutubet miktarı, %65 bağıl nem ortamında bekletilenlere göre daha düşüktür. Diğer taraftan aynı ortamda bekletilen örneklerde, kullanılan farklı tutkalların da denge rutubetinde farklılıklara neden olduğu görülmüştür.

Yapay zeka, bilgisayar bilimi içinde bulunan, makinelerin insanlardan bilişsel görevleri devralmasına izin vermeyi amaçlayan ve oldukça ilgi çeken bir alandır. Yapay zeka tabanlı teknikler, geleneksel modelleme tekniklerinin sınırlamalarını ortadan kaldırmaktadır. Yapay zeka, farklı sistemlerde mükemmel doğruluk ile modelleme uygulamalarında umut vericidir (Khoshaim vd., 2021). Yapay zeka tekniklerinin geniş bir uygulama alanı vardır ve gerçek dünyada çok sayıda problem bu teknikler ile başarılı bir şekilde çözülmüştür. Orman endüstri alanında yapay zekaya dayalı çok sayıda bilimsel çalışma gerçekleştirilmiştir (Tiryaki vd., 2015; Bardak vd., 2016; Kurt vd. 2017; Kurt ve Karayılmazlar 2019; Ersen 2021). Buna karşın LVL'lerin üretimde verimliliği artırmak için yapay zekadan faydalanan çok sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır.

Bu çalışmada, kayın kaplamalardan elde edilen LVL'lerin liflere paralel ve liflere dik yöndeki basınç direnci dayanımı belirlenmiştir. Dört farklı rutubet oranında gerçekleştirilen bu statik testlerin yapay zeka ile işlenmiştir. Yapay zeka ile LVL'lerin %0-%25 rutubetleri arasındaki diğer rutubet değerlerindeki basınç değerleri tahmin edilmiştir. Güncel bilgi teknolojileri ile orman ürünlerinin

etkileşimi açısından önemli olan bu çalışma, bu alanda gerçekleştirilecek yeni çalışmalara da kaynak sağlayacak niteliktedir.

2. Materyal ve yöntem

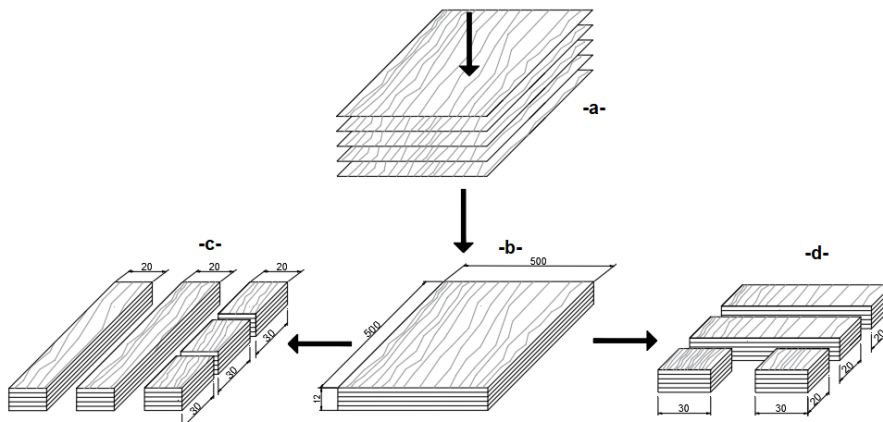
2.1. Materyal

LVL üretimi için kullanılan kaplamalar, Zonguldak'ın Devrek ilçesinde faaliyet gösteren bir firmadan temin edilmiştir. Kaplamalar, kayın (*Fagus orientalis* L.) tomruklarından soyma işlemi ile elde edilmiştir. 2 mm kalınlıkta soyulan kaplamalar 500 × 500 mm ebatlarında ölçülandırılmıştır. Kaplama yüzeylerine herhangi bir temizlik (zımpara vb.) uygulanmamıştır. Firmadan temin edilen kaplamaların rutubeti %8 olarak ölçülmüştür. Bu kaplamalar, %12'lik denge rutubetine ulaşana kadar %65 bağıl nem ve 20°C koşullarına ayarlanmış bir iklimlendirme dolabında tutulmuştur. Üzerinde budak, çatlak veya dalgalanma gibi kusur bulunan kaplamalar LVL üretiminde kullanılmamıştır. Yapıştırıcı olarak poliüretan (PU-D4) tutkalı kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. LVL Üretimi

Çalışma kapsamında 2 mm kalınlıktaki kaplamalar kullanılarak beş katmanlı 12 mm kalınlıkta LVL üretimi gerçekleştirilmiştir. Tutkallama işlemi için dört kaplamanın üst yüzeyleri tutkalanmış ve üstüne beşinci bir kaplama yerleştirilmiştir (Şekil 1-a). Levha taslağı oluşturulurken LVL'nin karakteristik özelliği olan liflerinin yönlerinin birbirine paralel olmasına dikkat edilmiştir. Uygulanan tutkal miktarı yaklaşık 200 g/m²'dir. 45 dakika pres süresi ve 1,2 N/mm² pres basıncı uygulanmıştır. Pres sonrası 500x500x12 mm ölçülerinde LVL levha elde edilmiştir. (Şekil 1-b). Numuneler, pres sonrası 24 saat oda sıcaklığında bekletildi. Daha sonra liflere paralel (Şekil 1-c) ve liflere dik (Şekil 1-d) basınç direnci için örnekler uygun ölçülerde kesilmiştir. Şekil 1 de LVL üretim aşamaları ve numunelerin hazırlanması gösterilmiştir.



Şekil 1. LVL üretim aşamaları ve numunelerin hazırlanması (ölçüler mm).

30x20x12 mm ölçülerinde hazırlanan numunelere %0 (fırın kurusu) %12, %18 ve %25 denge rutubetlerine ulaşmak için Çizelge 1'de verilen sıcaklık ve bağıl nem değerleri uygulanmıştır. Her varyasyon ayrı ayrı iklimlendirme kabineye koyulmuştur. Her varyasyon ile birlikte rutubetin kontrol edilmesi için test örnekleri ile aynı boyutta olan tam kuru örnekler de kabine yerleştirilmiştir. Hedeflenen ağırlığa ulaşıldıktan 24 saat sonra yapılan ağırlık ölçümlerinde değişim olmadığı teyit edildikten sonra örnekler mekanik teste tabi tutulmuştur. LVL'lerin rutubet miktarlarının ve özgül ağırlıklarının belirlenmesinde sırasıyla TS 2471 (1976) ve TS 2472 (1976) standartlarına uyulmuştur. Örnek ağırlıklarının ölçülmesinde $\pm 0,01$ g duyarlıklı hassas terazi, hacimlerin belirlenmesinde $\pm 0,01$ duyarlıklı dijital kumpas kullanılmıştır.

2.2.2. Liflere paralel ve liflere dik basınç direnci testi

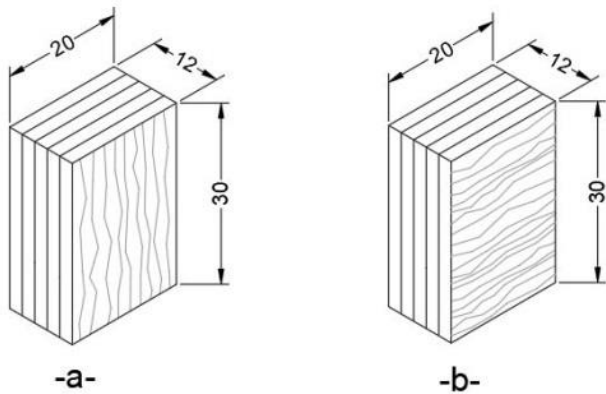
Çalışma kapsamında dört farklı rutubetteki LVL örneklerinde liflere paralel ve liflere dik olmak üzere 2 farklı yönde basınç testleri uygulanmıştır. Her varyasyon için 10 örnek kullanılmış toplamda 80 ($4 \times 2 \times 10 = 80$) adet örnek teste tabi tutulmuştur. Liflere paralel ve liflere dik basınç direnci testleri sırasıyla TS 2595 ve TS 2473 standartlarına göre gerçekleştirilmiştir. Şekil 2'de Liflere paralel (a) ve liflere dik (b) basınç direnci örnekleri gösterilmiştir.

Deneylerden önce, kuvvetin uygulandığı enine kesit alanı ($A=20 \times 12=240 \text{ mm}^2$) hesaplanmıştır. Mekanik testte kırılma anındaki maksimum kuvvet (F_{max}) belirlenmiş ve basınç direnci (σ_b) (1) numaralı eşitlik kullanılarak belirlenmiştir.

$$\sigma_b = \frac{F_{max}}{A} \quad (N/mm^2) \quad (1)$$

Çizelge 1. İklim koşulları ve EMC değerleri (Bardak vd., 2018)

Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	Süre (gün)	Rutubet miktarı (%)
103±2	0 (Fırında)	3	0 (Fırın kurusu)
20±2	65	2	12
15±2	80	4	18
10±2	90	10	25



Şekil 2. Liflere paralel (a) ve liflere dik (b) basınç direnci örneklerinin ölçüleri (mm)

Testler, 10 tonluk üniversal test cihazında 2 mm/dakika yükleme hızıyla gerçekleştirilmiştir. Şekil 3-a 'da liflere paralel, 3-b'de liflere dik basınç testlerinin gerçekleştirildiği test düzeneklerine ait konfigürasyon gösterilmiştir.

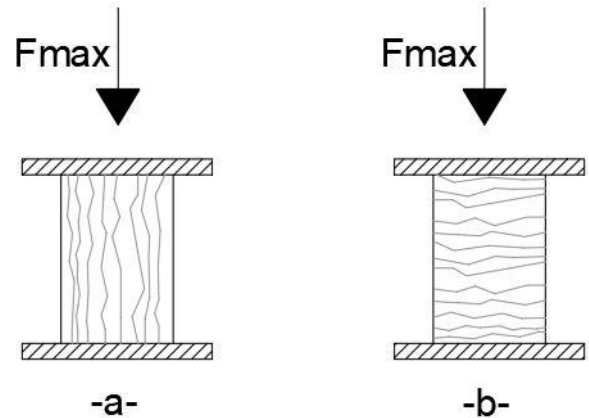
2.2.3. Verilerin değerlendirilmesi

Mekanik testler sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel analizinde SPSS 16.0 programı kullanılmıştır. Oluşturulan varyasyonlar arasında anlamlı farklılığın olup olmadığı tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile belirlenmiştir. Anlamlı farklılığın olduğu varyasyonlarda homojenlik gruplarının oluşturulmasında Duncan analizi kullanılmıştır.

2.2.4. Yapay zekâ ile basınç direncinin tahmini

Çalışmada uygulanan metodoloji, veri toplama, veri hazırlama, model optimizasyonu, yük tahmini, test ve simülasyon aşamalarından oluşmaktadır. Birinci aşamada veriler deney yöntemi ile toplanmış ve elde edilen veriler modellere uygun şekilde hazırlanmıştır. Yapay Sinir Ağları (YSA), Karar Ağaçları (KA) ve Rastgele Orman (RO) algoritmaları tahmin için kullanılmıştır. İkinci aşamada modelin parametreleri otomatik olarak farklı kombinasyonlar karşılaştırılarak optimize edilmiştir. Şekil 4'te modellerin optimizasyonu için kullanılan proses, Çizelge 2'de optimizasyon sonucu belirlenen model parametreleri gösterilmiştir.

Diğer aşamada, veri iki kısma ayrılmıştır. Bunlar; modelin eğitiminde kullanılan %70'lik kısım ve modelin testi için kullanılan %30'luk kısımdır. Modellerde yükleme türü ve rutubet girdi, basınç direnci çıktı olarak kullanılmıştır. Aynı zamanda çalışmada veri madenciliği alanında yaygın olarak kullanılan Yapay Sinir Ağları (YSA), Karar Ağaçları (KA) ve Rastgele Orman (RO) algoritmalarının tahmin performansı karşılaştırılmıştır.



Şekil 3. Liflere paralel (a) ve dik (b) basınç direnci test düzeneği konfigürasyonu.

Yapay sinir ağları, (YSA) biyolojik sinir ağlarından esinlenilmiş ve sinir ağlarının işleyişine benzer şekilde çalışan bir algoritmadır (Sözen vd., 2018). Karar Ağaçları (KA), hızlı eğitim süreleri ve iyi yorumlanabilmeleri nedeniyle tercih edilen makine öğrenimi modelleridir (Pereira vd., 2021). Rastgele Orman (RO) tahmin için kullanılan popüler bir veri madenciliği tekniğidir (Bou-Hamad ve Jamali, 2020). Bu algoritma gözetimli öğrenme türünde karar ağaçları topluluğunu kullanan etkili bir algoritmadır (Gholizadeh vd., 2020). Çalışmada tahmin modellerini kurmak için RapidMiner yazılımından faydalanılmıştır. Bu yazılım operatörler ile prosesler oluşturularak kullanılmaktadır. Her operatörün bir görevi vardır örneğin; veriyi yüklemek, veriyi düzenlemek, model kurmak gibi. Modellerin performansı belirlemek için kullanılan proses Şekil 5'te gösterilmiştir.

Modellerin performansını belirlemek için belirlilik katsayısı (R^2), ortalama hata kare kökü (RMSE) ve ortalama karesel hata (MSE) sonuçları sırasıyla (2), (3) ve (4)

numaralı eşitliklerden faydalanılarak hesaplanmıştır. Bu ölçütler veri madenciliği çalışmalarında modelleri değerlendirmek için tercih edilmektedir (Kim vd.,2019).

$$R^2 = \left[\frac{\sum(Y_p - Y_o)(Y_o - Y_o)}{\sum(Y_p - Y_o)^2(Y_o - Y_o)^2} \right]^2 \quad (2)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=0}^n (Y_o - Y_p)^2} \quad (3)$$

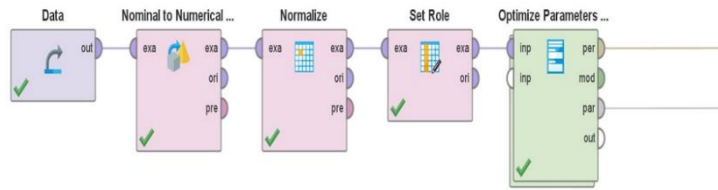
$$MSE = RMSE^2 \quad (4)$$

YO ve YP sırasıyla ölçülen ve tahmin edilen değerlerdir

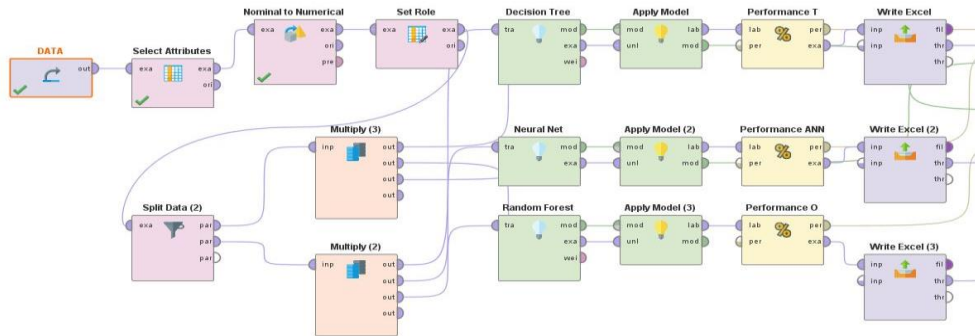
Son olarak her bir model ile simülasyonlar oluşturulmuştur. Buradaki amaç en yüksek eğilme direnci için optimum girdileri belirlemektir. Gerçek zamanlı simülasyonlar kullanılarak istenen herhangi bir basınç direnci için girdileri bulmak mümkündür. Şekil 6'da karar ağacı algoritması ile kurulan bir simülasyon gösterilmiştir.

Çizelge 2. Optimizasyon sonucu belirlenen model parametreleri

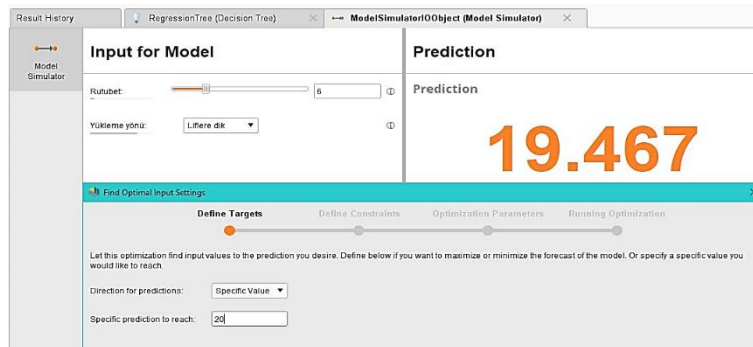
Yapay Sinir Ağları (YSA)	Karar Ağaçları (KA)	Rastgele Orman (RO)
Gizli katmanlar 2	Kriter En küçük kare	Kriter En küçük kare
Eğitim döngüleri 250	Maksimum derinlik 4	Ağaç sayısı 150
Öğrenme oranı 0.01		Maksimum derinlik 4



Şekil 4. Modellerin optimizasyonu için kullanılan proses



Şekil 5. Modellerin performansı belirlemek için kullanılan proses



Şekil 6. Karar ağacı algoritması ile kurulan bir simülasyon

3. Bulgular ve tartışma

3.1. Basınç testi sonuçları

Farklı rutubetlerde liflere paralel ve liflere dik yönde gerçekleştirilen basınç testi sonuçları Çizelge 3'te sunulmuştur. Testler sırasında maksimum kırılma kuvvetleri (F_{max}) kaydedilmiş ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Kuvvetin uygulandığı alan ve F_{max} değeri ile eşitlik (1)'de verilen formülden yararlanılarak basınç direnci değerleri hesaplanmıştır. Deformasyon verileri otomatik olarak üniversal test makinesinden alınmıştır. Üretilen LVL'lerin hava kuru (%12) yoğunlukları ortalama 0,69 gr/cm³ olarak belirlenmiştir. Uygulanan rutubet miktarları doğal olarak yoğunlukta değişimlere neden olmuştur. %18 ve %25 rutubetli örneklerde yoğunluklarda artışlar, fırın kuru (%0) örneklerde azalmalar gerçekleşmiştir. Çizelge 3'te görülen tüm veriler testi gerçekleştirilen 10 örneğin ortalamasıdır.

Gerçekleştirilen basınç testlerinde en yüksek basınç dayanım değerini 51,96 N/mm² ile fırın kuru (%0) örnekler, liflere paralel yükleme yönünde vermiştir. %12 rutubetli örneklerin liflere paralel basınç dirençleri de 50,71 N/mm² ile ikinci en yüksek basınç dayanımı sağlamıştır. %18 ve %25 rutubetli örneklerin liflere paralel dayanım değerleri sırasıyla 40,50 N/mm² ve 31,45 N/mm² olarak tespit edilmiştir. Bu değerler liflere paralel en yüksek basınç direncini oluşturan fırın kuru örnekler göre sırasıyla %22 ve %39 oranında daha düşük değerlerdir.

Çalışma sonuçları literatür ile karşılaştırıldığında elde edilen sonuçların daha önce yapılan benzer çalışmalar ile benzerlik gösterdiği görülmektedir. Aydın vd., (2004) okaliptus (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn.) ve kayın (*Fagus orientalis* L.) kaplamalarından PVA ve üre formaldehit kullanarak elde ettiği LVL'lerin fiziksel ve mekanik özelliklerini incelediği çalışmalarında liflere paralel basınç direnci değerlerini belirlemişlerdir. Üre formaldehit kullanılan okaliptus ve kayın LVL'lerin liflere paralel basınç direnci değerlerini sırasıyla 51,7 N/mm² ve 55,3 N/mm² olarak verilmiştir. Okaliptus odununun özgül ağırlığının kayına göre daha düşük olmasına rağmen daha yüksek liflere paralel basınç direnci değerleri göstermesinde, okaliptus kaplamalarının daha pürüzsüz bir yüzeye sahip olmasına, dolayısıyla daha fazla tutkal emme potansiyelinin etkili olduğunu vurgulamışlardır. Yine başka bir çalışmada (Kurt vd., 2012) hızlı gelişen bir tür olan İzmit kavak klonundan (*Populus deltoides*) soyma kaplamalarla elde ettiği LVL'lerde fenol formaldehit tutkalına farklı dolgu maddeleri ekleyerek performanslarını değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda kontrol örneklerinde liflere paralel basınç direnci değerini 55,59 N/mm² olarak belirlemişlerdir. de Souza vd., (2011) *Pinus oocarpa* ve *Pinus kesiya* kaplamalarından elde ettikleri LVL'lerin liflere paralel basınç direnci değerlerini

sırasıyla 55 N/mm² ve 57 N/mm² olarak tespit etmişlerdir. Yapraklı ağaçlara göre daha yüksek çıkan bu değerlerin, iğne yapraklı ağaçlardaki traheidlerin uzunluklarından kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Fırın kuru ve %12 rutubetli örneklerin en yüksek liflere paralel basınç direnci değerlerini verdiği görülmektedir. Bu durum ağaç malzemenin kurutulmasının ve denge rutubeti olarak ifade edilen ve yaklaşık %10-%12 olarak belirtilen rutubet değerinin önemini ortaya koymaktadır. Rutubet miktarı arttıkça basınç direnci değerlerinde düşüş görülmüştür. Yapılan bir çalışmada (Örs ve Keskin, 2008) artan rutubet miktarının genel olarak odunun mekanik özelliklerini düşürdüğünü, ancak şok direncinin bu genelleme dışında olduğu bildirilmiştir.

Liflere dik basınç direnci değerlerinde %12 rutubetli örnekler ortalama 23,67 N/mm² ile en yüksek değeri vermiştir. Daha sonra sırasıyla %0 (fırın kuru), %18 ve %25 rutubetli örnekler sıralanmıştır. Liflere dik basınç direnci değerlerinin aynı rutubet değerlerindeki liflere paralel basınç direnci değerleri arasındaki farkları yüzdesel olarak Çizelge 4'te ifade edilmiştir.

Çizelge 4'te görüldüğü gibi, liflere dik basınç direnci değerleri, bütün varyasyonlarda %50'den fazla (ortalama %59,5) düşüş göstermiştir. Çalışma kapsamında elde edilen bilgiler ışığında kullanım yerinde basınç direncine maruz kalacak LVL'lerin, liflere paralel yönde bu kuvvetlere karşı koyacak şekilde tasarlanması daha uygun olacaktır. Oduna fiziksel ve mekanik özelliklerinin incelendiği çalışmalara bakıldığında basınç dirençlerinde sadece liflere paralel yöndeki testlerin gerçekleştirildiği görülmüştür (Aydın vd., 2004; Pambou Nziengui vd., 2018; Wang vd., 2014; Jiang vd., 2012). Gerçekleştirilen çalışma ile bu alandaki bir eksikliğin giderilmesine katkı sağlanmıştır. Testler sırasında kaydedilen deformasyon miktarları incelendiğinde liflere dik basınç direncine tabi tutulan örnekler daha yüksek deformasyon miktarı göstermiştir. Bu durumun oluşmasında odunu oluşturan hücrelerin (yapraklı ağaçlarda trahelerin) yönleri etkili olmaktadır. Aynı deformasyon miktarları rutubet miktarları açısından değerlendirildiğinde, doğrusal veya ters orantı olmadığı görülmüştür. Bunun nedenlerinin ise tutkal, tutkal hattı, tutkalın rutubet veya sıcaklıktan etkilenmesi gibi farklı etkileşimler olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4. Rutubet miktarına göre liflere paralel ve liflere dik basınç direnci değerleri arasındaki farklar

Rutubet değerleri	Liflere paralel basınç direnci (N/mm ²)	Liflere dik basınç direnci (N/mm ²)	Fark (%)
%0	51,96	19,49	-62,5
%12	50,71	23,67	-53,3
%18	40,50	13,96	-65,5
%25	31,45	13,57	-56,9

Çizelge 3. Çalışmada gerçekleştirilen basınç testi sonuçları

Rutubet içeriği (%)	Test yükleme yönü	F_{max} (N)	Standart sapma	Basınç direnci (N/mm ²)	Deformasyon (mm)
%0 (Fırın kuru)	Liflere dik	4678	±425	19,49	3,59
	Liflere paralel	12470	±1034	51,96	1,75
%12	Liflere dik	5681	±288	23,67	6,04
	Liflere paralel	12170	±1267	50,71	2,44
%18	Liflere dik	3350	±323	13,96	4,62
	Liflere paralel	9720	±583	40,50	1,34
%25	Liflere dik	3257	±251	13,57	5,8
	Liflere paralel	7548	±397	31,45	1,44

Liflere dik ve liflere paralel basınç direnci sonuçlarının kendi aralarında anlamlı bir fark oluşturduğu tek yönlü varyans analizi (Analysis of variance-ANOVA) ile belirlenmiştir. Liflere dik basınç direnci değerlerinde gruplar arasında anlamlı bir fark olduğu ($F=62,898$; $p=0,000<0,05$) tespit edilmiş ve gruplar arasındaki farklılıklar Duncan testi ile sunulmuştur. Çizelge 5'te liflere dik basınç direnci Duncan testi sonuçları gösterilmiştir.

Duncan testi sonuçlarına göre liflere dik basınç direnci değerlerinde 3 farklı grup oluşmuştur. %12 rutubet miktarı en yüksek grubu, fırın kurusu örnekler (%0) ikinci grubu ve son olarak %18 ve %25 rutubetli örnekler üçüncü grubu oluşturmuştur. Bu sonuçlar ışığında liflere dik yönde basınç direncine maruz kalacak kayın LVL'lerin rutubetinin %18 veya %25 olmasının direnç değerlerini etkilemediği söylenebilir. Diğer taraftan %0 ve %12 rutubetlerde anlamlı farklılıkların olduğu bu farkın önemli olduğu (farklı gruplar oluşturduğu) görülmüştür.

Liflere paralel basınç direnci değerleri arasında anlamlı farklılığın olduğu ($F=136,070$; $p=0,000<0,05$) varyans analizi ile belirlenmiştir. Varyasyonların oluşturduğu gruplar Duncan testi ile belirlenmiş ve Çizelge 6'da gösterilmiştir.

Çizelge 6'te görüldüğü gibi en yüksek grubu %12 ve %0 rutubetli örnekler oluştururken, en düşük grupta %25 rutubetli örnekler yer almıştır. Liflere dik basınç direncinde farklı gruplarda olan %12 ve %25 rutubetli örnekler liflere paralel basınç direncinde aynı grupta yer almıştır. Buna göre liflere dik basınç direncine maruz kalacak yüklemelerde LVL kullanımında %12 veya daha düşük rutubetlerin direnç üzerinde etkili olduğu söylenebilir.

3.2. Yapay zekâ ile basınç direnci tahminleri

Çizelge 7'de algoritmaların test kısmı için ölçülen gerçek değerler, tahmin edilen değerler ve yüzde hataları gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre Yapay Sinir Ağları (YSA), Karar Ağaçları (KA) ve Rastgele Orman (RO) algoritmalarının tahmin performansları ise Çizelge 8'de gösterilmiştir.

Çizelge 8'deki sonuçlar değerlendirildiğinde, test kısmı için en yüksek başarı Rastgele Orman ($R^2= 0,984$) algoritmasında, en düşük başarı Yapay Sinir Ağları ($R^2= 0,978$) algoritmasında görülmektedir. Literatürde R^2 değerini 0,7'den büyük olması durumunda modelin tatminkâr olduğu belirtilmiştir (Wadie vd., 2006). Bu sonuçlara göre her üç model ile kurulan simülasyonlar güvenilirdir. Çizelge 9'da maksimum basınç direnci için modellerin belirlediği girdiler gösterilmiştir.

Çizelge 5. Liflere dik basınç direnci Duncan testi sonuçları

Rutubet oranı	Gruplar		
	A	B	C
%25	13,57		
%18	13,96		
%0		19,49	
%12			23,67

Çizelge 6. Liflere paralel basınç direnci Duncan testi sonuçları

Rutubet oranı	Gruplar		
	A	B	C
%25	31,45		
%18		40,50	
%12			50,71
%0			51,96

Çizelge 7. Test kısmı için ölçülen gerçek değerler, tahmin edilen değerler ve yüzde hataları

Deney No	Gerçek Değer	Tahmin YSA	Hata (%) YSA	Tahmin KA	Hata (%) KA	Tahmin RO	Hata (%) RO
1	15,05	20,79	38,09	20,37	35,30	20,25	34,54
2	17,50	20,79	18,79	20,37	16,39	20,25	15,74
3	19,79	20,79	5,03	20,37	2,91	20,25	2,34
4	50,84	52,96	4,17	52,49	3,23	52,23	2,73
5	49,87	52,96	6,20	52,49	5,25	52,23	4,74
6	51,46	52,96	2,92	52,49	2,00	52,23	1,51
7	22,48	23,02	2,39	23,82	5,98	23,84	6,05
8	23,67	23,02	2,75	23,82	0,66	23,84	0,73
9	54,96	49,75	9,49	50,05	8,94	50,18	8,70
10	53,02	49,75	6,17	50,05	5,60	50,18	5,35
11	48,79	49,75	1,97	50,05	2,59	50,18	2,86
12	14,22	18,12	27,48	14,17	0,30	14,21	0,05
13	12,25	18,12	48,00	14,17	15,75	14,21	16,04
14	13,94	18,12	30,03	14,17	1,70	14,21	1,96
15	39,14	41,77	6,74	40,25	2,85	40,35	3,10
16	41,96	41,77	0,46	40,25	4,08	40,35	3,84
17	41,72	41,77	0,12	40,25	3,52	40,35	3,29
18	40,64	41,77	2,77	40,25	0,96	40,35	0,72
19	13,15	14,30	8,73	13,62	3,59	13,54	2,94
20	14,91	14,30	4,09	13,62	8,62	13,54	9,20
21	12,27	14,30	16,52	13,62	11,02	13,54	10,32
22	32,46	32,60	0,45	31,11	4,16	31,02	4,42
23	31,58	32,60	3,24	31,11	1,50	31,02	1,77
24	32,68	32,60	0,23	31,11	4,81	31,02	5,06

YSA: Yapay Sinir Ağları, KA: Karar Ağacı, RO: Rastgele Orman

Çizelge 8. Çalışmada kullanılan algoritmaların performanslarının karşılaştırılması

Model	Test kısmı			Eğitim kısmı		
	R ²	RMSE	MSE	R ²	RMSE	MSE
YSA	0.978	2.762	7,629	0,953	4,457	19,865
KA	0.983	2.064	4,260	0,978	2,175	4,731
RO	0.984	2.004	4,016	0,978	2,175	4,731

YSA: Yapay Sinir Ağları, KA: Karar Ağacı, RO: Rastgele Orman

Çizelge 9. Maksimum basınç direnci için modellerin belirlediği girdiler

	YSA	KA	RO
Basınç Direnci (N/mm ²)	57,151	52,485	52,485
Rutubet oranı (%)	4	6	6
Test yükleme yönü	Liflere paralel	Liflere paralel	Liflere paralel

YSA: Yapay Sinir Ağları, KA: Karar Ağacı, RO: Rastgele Orman

Çizelge 9'daki veriler incelendiğinde, tüm modeller (YSA, KA ve RO) en yüksek basınç direnci için birbirine yakın değerler vermiştir. Karar ağacı ve rastgele orman algoritmaları tahminlerine göre en yüksek basınç direncine ulaşmak LVL'lerin %6 rutubetin uygun olacağı görülmüştür. Yapay sinir ağlarında ise bu rutubet değeri %4 olarak tahmin edilmiştir. Ahşap malzemenin kullanım yerindeki rutubet değerlerine göre mekanik performanslarının değişeceği göz önüne alındığında bu tahminlerin önemi daha da artmaktadır.

4. Sonuç ve öneriler

Bu çalışmada, LVL üretiminde rutubet ve yükleme yönünün etkisini belirlemek için yapay zekâ modelleri uygulanmıştır. Mekanik testler sonucunda, liflere paralel basınç direnci performanslarının, liflere dik basınç direnci değerlerinden %147 daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle basınç direncine maruz kalacak yüklemelerde ağaç malzemelerin liflere dik yönde kullanılması performansına katkı sağlayacaktır. %18 ve %25 rutubetli örneklerin liflere paralel basınç direnci değerlerinde anlamlı düşüşler görülmüştür. Bunun sonucu olarak ağaç malzemelerin rutubetinin düşük oranlarda (%5-%7) olması, kurutma maliyetleri düşünüldüğünde en azından %12 rutubetlerde olması tavsiye edilebilir. Yapay Sinir Ağları (YSA), Karar Ağaçları (KA) ve Rastgele Orman (RO) algoritmaları kullanılarak tahmin modelleri yüksek doğruluk oranında tahminlerde bulunmuştur. Rastgele orman algoritması ile kurulan model en yüksek tahmin başarısını göstermiştir. Sonuç olarak, yapay zekâ tahmin performansları üretim proseslerindeki verilerle, farklı şartlarda üretilen ürünlerin performansına ulaşma potansiyeli vardır. Değişken sayılarının bilinmesi ve doğruluğunun yanında seçilen algoritmaların da uygunluğu sonuç üzerinde etkili olmaktadır.

Kaynaklar

- Aydemir, D., Civi, B., Alsan, M., Can, A., Sivrikaya, H., Gunduz, G., Wang, A., 2016. Mechanical, morphological and thermal properties of nano-boron nitride treated wood materials. *Maderas Ciencia y Tecnología*, 18(1): 19-32.
- Aydın, İ., Çolak, S., Çolakoğlu, G., Salih, E., 2004. A comparative study on some physical and mechanical properties of Laminated Veneer Lumber (LVL) produced from Beech (*Fagus orientalis* Lipsky) and Eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn.) veneers. *Holz als Roh-und Werkstoff*, 62(3): 218-220.

- Bardak, S., Tiryaki, S., Bardak, T., Aydın, A., 2016. Predictive performance of artificial neural network and multiple linear regression models in predicting adhesive bonding strength of wood. *Strength of Materials*, 48(6): 811-824.
- Bardak, T., Sozen, E., Kayahan, K., Bardak, S. 2018. The impact of nanoparticles and moisture content on bonding strength of urea formaldehyde resin adhesive. *Drvena Industrija*, 69(3): 247-252.
- Bou-Hamad, I., Jamali, I., 2020. Forecasting financial time-series using data mining models: A simulation study. *Research in International Business and Finance*, 51: 101072.
- Çolak, S., Aydın, İ., Demirkir, C., Çolakoğlu, G., 2004. Some technological properties of laminated veneer lumber manufactured from pine (*Pinus sylvestris* L.) veneers with melamine added-UF resins. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 28(2): 109-113.
- De Groot, R.C., Gjovik, L.R., Crawford, D., Woodward, B., 1998. Field durability of CCA-and ACA-treated plywood composed of hardwood and softwood veneers. *Forest Products Journal*, 48: 76-82.
- de Souza, F., Del Menezzi, C.H.S., Júnior, G.B., 2011. Material properties and nondestructive evaluation of laminated veneer lumber (LVL) made from *Pinus oocarpa* and *P. kesiya*. *European Journal of Wood and Wood Products*, 69(2): 183-192.
- Ersen, N., 2021. Analysis of furniture products' contribution to Turkey's economy with a hybrid multi-criteria decision making method. *BioResources*, 16(1): 339-353.
- Gholizadeh, M., Jamei, M., Ahmadianfar, I., Pourrajab, R., 2020. Prediction of nanofluids viscosity using random forest (RF) approach. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 201: 104010.
- Gilbert, B.P., Bailleres, H., Zhang, H., McGavin, R.L., 2017. Strength modelling of laminated veneer lumber (LVL) beams. *Construction and Building Materials*, 149: 763-777.
- Gomben, P.C., Gorman, T.M., 1994. Treatability of lodgepole pine laminated veneer lumber. *Forest Products Journal*, 44(2): 39.
- Jiang, Z., Wang, H., Tian, G., Yu, Y., 2012. Sensitivity of several selected mechanical properties of moso bamboo to moisture content change under the fibre saturation point. *BioResources*, 7(4): 5048-5058.
- Khoshaim, A.B., Elsheikh, A.H., Moustafa, E.B., Basha, M., Mosleh, A.O., 2021. Prediction of residual stresses in turning of pure iron using artificial intelligence-based methods. *Journal of Materials Research and Technology*, 11: 2181-2194
- Kim, S., Pan, S., Mase, H., 2019. Artificial neural network-based storm surge forecast model: Practical application to Sakai Minato, Japan. *Applied Ocean Research*, 91: 101871.
- Kurt, R., Meriç, H., Aslan, K., Çil, M., 2012. Laminated veneer lumber (LVL) manufacturing using three hybrid poplar clones. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 36(2): 237-245.
- Kurt, R., Karayılmazlar, S., Imren, E., Çabuk, Y. 2017. Yapay sinir ağları ile öngörü modellemesi: Türkiye kağıt-karton sanayi örneği. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(2): 99-106.
- Kurt, R., Karayılmazlar, S., 2019. Estimating modulus of elasticity (MOE) of particleboards using artificial neural networks to reduce quality measurements and costs. *Drvena industrija*, 70(3): 257-263.
- Nzokou, P., Zyskowski, J., Boury, S., Kamdem, D.P., 2005. Natural decay resistance of LVL made of veneers from durable and non-durable wood species. *Holz als Roh-und Werkstoff*, 63(3): 173-178.
- Örs, Y., Keskin, H., 2008. Ağaç Malzeme Teknolojisi. Gazi Kitabevi, Ankara.
- Pambou Nziengui, C.F., Ikogou, S., Moutou Pitti, R., 2018. Impact of cyclic compressive loading and moisture content on the mechanical behavior of Aucoumea Klaineana Pierre. *Wood Material Science & Engineering*, 13(4): 190-196.
- Pereira, P.J., Cortez, P., Mendes, R., 2021. Multi-objective grammatical evolution of decision trees for mobile marketing user conversion prediction. *Expert Systems with Applications*, 168: 114287.

- Roos, K., Edwardson, C., Adams, R., 1993. Manufacture of laminated veneer lumber from preservative treated veneers. IUFRO—symposium: protection of wood based composite products, 17-19 May, Orlando, Florida, pp: 69–78.
- Sivrikaya, H., Can, A., de Troya, T., Conde, M., 2015. Comparative biological resistance of differently thermal modified wood species against decay fungi, *Reticulitermes grassei* and *Hylotrupes bajulus*. Maderas. Ciencia y tecnología, 17(3): 559-570.
- Sözen, E., Bardak, T., Aydemir, D., Bardak, S., 2018. Yapay sinir ağları ve derin öğrenme algoritmaları kullanarak nanokompozitlerde deformasyonun tahmin edilmesi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 20(2): 223-231.
- Stark, N.M., Cai, Z., Carl, C., 2010. Wood-based composite materials panel products, glued-laminated timber, structural composite lumber, and wood-nonwood composite materials. In: Wood Handbook, Wood as an Engineering Material (Ed: Ross, R.J.), Centennial Edition, Madison, Wisconsin, pp:1-28
- Tiryaki, S., Bardak, S., Bardak, T., 2015. Experimental investigation and prediction of bonding strength of Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) bonded with polyvinyl acetate adhesive. Journal of Adhesion Science and Technology, 29(23): 2521-2536.
- TS 2471, 1976. Odunda fiziksel ve mekaniksel deneyler için rutubet miktarı tayini. TSE, Ankara.
- TS 2472, 1976. Odunda Fiziksel ve mekaniksel deneyler için birim hacim ağırlığı tayini. TSE, Ankara.
- TS 2473, 1976. Odunun liflere dik doğrultuda basınçta denenmesi. TSE, Ankara.
- TS 2595, 1977. Odunun liflere paralel doğrultuda basınç dayanımı tayini. TSE, Ankara.
- Wadie, B.S., Badawi, A.M., Abdelwahed, M., Elemabay, S.M., 2006. Application of artificial neural network in prediction of bladder outlet obstruction: A model based on objective, noninvasive parameters. Urology, 68(6): 1211-1214.
- Wang, H., Li, W., Ren, D., Yu, Z., Yu, Y., 2014. A two-variable model for predicting the effects of moisture content and density on compressive strength parallel to the grain for moso bamboo. Journal of Wood Science, 60(5): 362-366.

Azot gazı varlığında yapılan ısıtma işleminin kavak odununun bazı mekanik özellikleri üzerine etkileri

Hasan Orhan^a, Bekir Cihad Bal^{b,*}

Özet: Bu çalışmada, azot gazı varlığında yapılan ısıtma işleminin, kavak (*Populus* subsp.) odununun bazı mekanik özellikleri üzerine etkileri belirlenmiştir. Isıtma transfer aracı olarak azot gazı ve hava olmak üzere iki farklı ısıtma transfer aracı kullanılmış ve ısıtma işleminin bazı mekanik özellikler üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmada, bir gruba ön işlem olarak vakumla odun boşluklarındaki havanın uzaklaştırılması ve yerine azot gazı transferi yapılmıştır. Sonra, ısıtma işlemi uygulanmıştır ve bu ön işlemin etkisi de belirlenmiştir. Laboratuvar deneylerinde statik eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, şok direnci gibi mekanik özellikler araştırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre; ısıtma işleminin, kavak odununun mekanik özellikleri üzerine etkili olduğu belirlenmiştir. Eğilme direnci ve şok direnci ısıtma işlemi sonrası azalırken, elastikiyet modülünün bir miktar arttığı belirlenmiştir. Azot gazı varlığında yapılan ısıtma işleminin mekanik özellikler üzerine etkisinin, hava varlığında yapılanlara göre daha az olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Isıtma işlemi, Kavak odunu, Azot gazı, Mekanik özellikler

Effects of heat treatment in the presence of nitrogen gas on some mechanical properties of poplar wood

Abstract: In this study, the effects of heat treatment performed in the presence of nitrogen gas on some mechanical properties of poplar (*Populus* subsp.) wood were determined. Two different heat transfer media, nitrogen gas and air, were used as heat transfer media, and the effect of heat treatment on some mechanical properties was investigated. In this study, as a pre-treatment, the air in the wood cavities was removed by vacuum and nitrogen gas was transferred instead in a group. Then, heat treatment was applied and the effect of this pre-treatment was also determined. In laboratory experiments, mechanical properties such as static bending strength, modulus of elasticity in bending, impact bending were investigated. According to the data obtained; it was determined that heat treatment has an effect on the mechanical properties of poplar wood. While the bending strength and impact bending decreased after heat treatment, it was determined that the elastic modulus increased a little. It has been determined that the effect of heat treatment in the presence of nitrogen gas on mechanical properties is less than those performed in the presence of air.

Keywords: Heat treatment, Poplar wood, Nitrogen gas, Mechanical properties

1. Giriş

Günümüzde ısıtma işlemi prosesi bir odun modifikasyon yöntemi olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Birçok faktör ısıtma işleminin sonuçları üzerine etkilidir. Bu faktörler; sıcaklık, işlem süresi, ısıtma transfer aracı, odun türü (yumuşak odun-sert odun), başlangıç rutubet miktarı, odun yoğunluğu ve odunun ekstraktif madde miktarıdır. Günümüzde, ısıtma transfer aracı olarak, su buharı, hava, bitkisel yağlar ve azot gazı kullanan birçok farklı endüstriyel ısıtma işlemi metodu geliştirilmiştir (Esteves ve Pereira, 2009; Korkut ve Kocaefe, 2009).

Odunun mekanik özellikleri; ağaç malzemenin boyut ve şekil değişimleri, gerilme ve kırılmaya yol açan mekanik cinsten dış kuvvetlere karşı koyma durumunu belirtmektedir. Bir malzeme olarak odunun, dış kuvvetlerin etkilerine karşı koyması, kuvvetin büyüklüğüne, yönüne, çeşidine ve zamanına bağlıdır. Ayrıca, ağaç malzemenin

şekli de karşı koyma gücünü etkilemektedir (Bozkurt ve Erdin, 1997). Kuvvetin tesir ediş şekline (uygulama şekli) göre 4 farklı yükleme şekli vardır. Bunlar; devamlı ve yavaş yavaş artan statik yüklemeler, ani şok şeklindeki dinamik yüklemeler, yeknesak ve uzun süreli yorma yüklemeleri ve tesir yönü tekdüze olarak değişen değişken yüklemeler şeklinde olduğu bildirilmiştir (Örs ve Keskin, 2001).

Odunun kimyasal, fiziksel, mekanik özellikleri, biyolojik dayanıklılığı, estetik görünüş özellikleri ve ses özellikleri odunun kullanım yerlerini belirlerken göz önünde bulundurulması önemli özelliklerindedir. Ayrıca, odunun maliyeti bu kullanım yerini belirlerken etkili olan faktörlerden birisidir. Estetik bakımdan üstün olan ve genelde mobilya ve iç mekân elemanlarında bu özelliği sebebiyle kullanılan ağaç türlerinin odunlarından elde edilen bu elemanlar fiyat olarak diğerlerine göre yüksektir. Bunun yanında, bir ağaç türünün odununun maliyetinin yüksek ya da düşük olmasına o ağaç türünün yetişme süresinde etki

✉ ^a Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, Türkiye

^b Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Malzeme Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): bcbal@hotmail.com

✓ **Received** (Geliş tarihi): 07.03.2021, **Accepted** (Kabul tarihi): 14.06.2021



Citation (Atıf): Orhan, H., Bal, B.C., 2021. Azot gazı varlığında yapılan ısıtma işleminin kavak odununun bazı mekanik özellikleri üzerine etkileri. Turkish Journal of Forestry, 22(2): 165-170.

DOI: [10.18182/tjf.892685](https://doi.org/10.18182/tjf.892685)

etmektedir. Kavak, söğüt, bazı çam türleri, pavlonya ve okaliptüs türleri hızlı büyüyen ağaç türleridir ve genelde maliyetleri düşüktür. Bu ağaç türlerinin odunları hammadde olarak birçok farklı endüstride kullanılmaktadır. Bu ağaç türlerinin odunları yapacak odun olarak farklı alanlarda kullanılması gerekirse farklı metotlarla modifiye edilerek veya koruma işlemleri uygulayarak kullanılmaktadır. Isıl işlem modifikasyon yöntemi bu yöntemlerden birisidir.

Bu güne kadar ısıl işlem modifikasyonu üzerine yapılan bilimsel çalışmalarda, ısıl işlem modifikasyonu uygulanan odunun daralma-genişleme özelliklerinin iyileştiği (Bal, 2016; Taşdelen vd., 2019), biyolojik dayanıklılığının arttığı ve daha dayanıklı hale geldiği (Jämsä ve Viitaniemi, 2001; Esteves ve Pereira, 2009; Candelier vd., 2013a; Düzkale ve Bektaş, 2019), renginin değiştiği (Yaşar, 2009; Ayata vd., 2018; Karamanoğlu ve Kaymakçı, 2018; Ayata, 2020; Yazıcı ve Özlüsoy, 2020), su almasının azaldığı (Bal, 2013; Taşdelen vd., 2019) ve bu olumlu iyileşmelerin yanında mekanik özelliklerinin azaldığı (Calonego vd., 2012; Candelier vd., 2013b; Bal ve Bektaş, 2013; Bal, 2014; Bal, 2018) bildirilmiştir. Bu nedenle, ısıl işlem metotları üzerinde yapılan çalışmalarda mekanik özelliklerin azalmasını önleyen veya en aza indiren bir ısıl işlem yöntemi geliştirebilmek önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, kavak odunundan hazırlanan test örneklerinin azot gazı varlığında yapılan ısıl işlem sonrası, eğilme direnci, elastikiyet modülü ve şok direncinde (dinamik eğilme direnci) meydana gelen değişmelerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmada, deneme materyali olarak kavak (*Populus* subsps.) odunu kullanılmıştır. Kavak odunu Kahramanmaraş ili, Küçüknacar köyünden tomruk olarak elde edilmiştir. Tomruklar bir kereste atölyesinde biçilmiş ve keresteye dönüştürülmüştür. Biçme işlemi TS 2470 (1976)'ya göre yapılmıştır.

Deneylerde kullanılmak üzere belirlenen 300 cm uzunluğundaki kavak tomrukları kereste atölyesine taşınmıştır. Beş farklı tomruk, önce öz kısmı tam ortada kalacak şekilde Şekil 1'de görüldüğü gibi 10 x 10 x 300 cm (kalınlık x genişlik x uzunluk) ölçülerinde biçilmiştir. Sonra bu parçalardan 2.5 x 10 x 150 cm boyutlarında tahtalar elde edilmiştir.

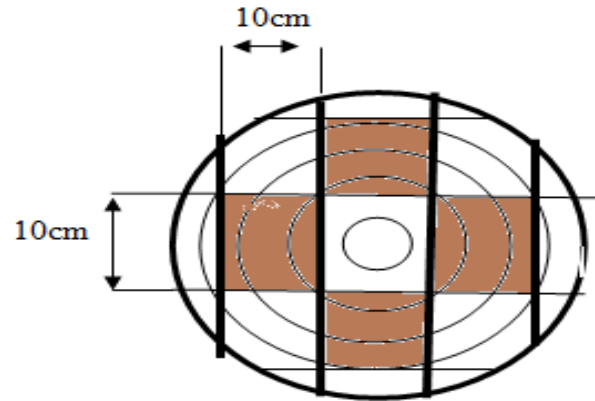
Bu tahtalar düzgün bir şekilde istif edilmiş ve yapay havalandırma ile kurumaları sağlanmıştır. Sonra, oda şartlarında 4 hafta kurutma yapıldıktan sonra, 2 x 2 x 150 cm olacak şekilde çitalara kesilmiştir. Elde edilen bu çitalar yaklaşık 1 ay süre ile oda şartlarında şartlandırılmıştır. Sonra eğilme direnci ve şok direnci için gerekli olan test örnekleri bu çitalardan 2 x 2 x 30 cm ölçüsünde hazırlanmıştır. Her bir grup için 33 adet test örneği hazırlanmıştır. Çitalardan art arda kesilen her bir test örneği farklı bir test grubuna dâhil edilmiştir. Böylece her bir çitadan her bir test grubu için bir tane test örneği kesilmiştir. Böylece test grupları arasında odunun kendi doğal yapısından kaynaklanan farklılıklar en aza indirilmeye çalışılmıştır.

İnert gazlar, genel olarak istenmeyen kimyasal reaksiyonların test örneğini etkilemelerini önlemek için kullanılır. Bu nedenle yapılan denemelerde inert bir gaz olan

azot gazı kullanılmıştır. Kullanılan azot gazı, Kahramanmaraş'ta faaliyet gösteren özel bir firmadan (OKNAL Sinaî ve Tıbbi Gazlar) tedarik edilmiştir.

2.2. Yöntem

Denemelerde kullanılmak üzere dört farklı test grubu hazırlanmıştır. Çizelge 1'de görülebileceği gibi, bu gruplardan 1 numaralı grup kontrol grubu olarak 2, 3 ve 4 numaralı gruplar ise deney grupları şeklinde planlanmıştır. 2 numaralı grup test örnekleri normal atmosfer şartlarında 210°C de 3 saat işlem görmüştür. 3 numaralı gruptaki test örnekleri ise azot atmosferinde 210°C de ve 3 saat işlem görmüştür. 4 Numaralı gruptaki test örnekleri ise önce 3 saat vakum uygulanarak odun boşluklarındaki hava alınmaya çalışılmış ve sonra etüv içerisine azot gazı verilerek ön işlem yapılmış ve sonra 3 saat 210°C de işlem görmüştür. Böylece çalışma sonunda, kontrol grubu ile karşılaştırılarak hem sıcaklığın hem azot gazının ve hem de azot gazı ile ön işlemin farkları tespit edilmeye çalışılmıştır. Statik eğilme direnci denemeleri TS 2474 (1976)'ya ve eğilme elastikiyet modülü TS 2478 (1976)'ya göre yapılmıştır. Test örnekleri 2 x 2 x 30 cm boyutlarında hazırlanmıştır. Testlerde mesnet açıklığı 24 cm olarak ayarlanmıştır. Kuvvet teğet yönde uygulanmıştır. Testlerin yapılmasında ALŞA marka hidrolik prensiple çalışan bir test cihazı kullanılmıştır. Şok direnci testleri TS 2477 (1976)'ya göre 2 x 2 x 30 cm'lik test örnekleri üzerinde ve ALŞA marka şok direnci test cihazı ile yapılmıştır.



Şekil 1. Tomruklardan elde edilen parçalar

Çizelge 1. Deneme planı ve grupların şartları

1. Grup	2. Grup	3. Grup	4. Grup
Kontrol Grubu İşlem yok	Normal şartlar altında 210°C'de 3saat ısıtıl işlem uygulanmış	Azot gazı altında 210°C'de 3 saat ısıtıl işlem uygulanmış	Azotla ön işlem ve azot gazı altında 3 saat ön işlem ve 210°C'de 3 saat ısıtıl işlem uygulanmış

Isıl işlem uygulanmasında 64 litre kapasiteli JSR marka bir vakumlu etüv kullanılmıştır. Vakumlu etüve azot gazı ve vakum pompası bağlantısı Şekil 2'de görüldüğü gibi yapılmıştır. Normal atmosfer şartlarında yapılan 2 numaralı grubun ısıtıl işlem uygulaması yapılırken vakum ve azot gazı kullanılmamıştır. 3 numaralı ve 4 numaralı gruplarda ise kapak kapatıldıktan sonra vakum uygulanmış ve dış atmosfer ile bağlantı kesilmiştir. Sonra, etüv içerisine azot gazı verilmiştir. Vakum azaldıkça tekrar vakum pompası çalıştırılmış ve sonra tekrar azot gazı beslenmiştir. Her üç deney grubunda da toplam ısıtıl işlem süresi ısıtılma periyodu dahil 3 saat uygulanmıştır. Bu sürenin sonunda test örnekleri etüvden çıkarılmış ve oksijenle temas etmesini önlemek için bir naylon poşete bırakılmış, sonra bu şekilde soğutulmuştur. Soğutma işlemi sonrası yaklaşık 4 hafta klima dolabında 20°C sıcaklık ve %65 bağıl nem şartlarında kondisyonlanmıştır.

2.2.1. İstatistik analizlerin yapılması

Laboratuvar denemeleri sonrası, mekanik özelliklerle ilgili testlerden elde edilen bulgular Excel programına kaydedilmiş ve düzenlenmiştir. Bazı istatistik değerler (aritmetik ortalama, standart sapma, maksimum değer ve minimum değer) bu program vasıtasıyla elde edilmiştir. Gruplar arasında önemli bir fark olup olmadığı basit varyans analizi ile (One-Way ANOVA) SPSS 13.0 programında %95 güven aralığında belirlenmiştir. Gruplar arasında fark olduğu belirlendiğinde ise hangi grupların diğerlerinden farklı olduğu Duncan çoklu ayırım testi ile belirlenmiştir. Elde edilen istatistik sonuçları ilgili çizelgelerde gösterilmiştir.

3. Bulgular ve tartışma

Testler sonucunda elde edilen eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve şok direncine ait istatistik değeri Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde genel olarak eğilme direnci ve şok direncine ait kontrol grubu test örneklerinden, deney grubu test örneklerine göre daha yüksek mekanik özellikler elde edildiği görülmektedir. Ancak eğilmede elastikiyet modülü değeri, deney grubu test örneklerinde kontrol grubu test örneklerinden daha yüksek ölçülmüştür. Çizelgede verilen deney grubu tam kuru yoğunluk değeri kontrol grubuna göre biraz daha düşüktür.

Çizelge 2'de verilen eğilme direncine ait istatistik değeri incelendiğinde en yüksek aritmetik ortalamanın kontrol grubunda ölçüldüğü en küçük ortalamanın ise normal atmosfer şartlarında yapılan 2 numaralı grupta

ölçüldüğü görülmektedir. 3 numaralı ve 4 numaralı gruplarda elde edilen eğilme direnci değeri 2 numaralı gruptan elde edilenden biraz daha yüksektir. Eğilme direnci verilerinde dört grup arasında bir fark olup olmadığını belirlemek için ANOVA testi yapılmış ve sonuçlar aşağıda Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelgede verilen bu ANOVA testi sonucuna göre gruplar arasında önemli seviyede ($P<0.001$) farklılık olduğu görülmektedir.

Çizelgede verilen elastikiyet modülüne ait değerler incelendiğinde genel olarak kontrol grubu test örneklerine göre deney grubu test örneklerinin elastikiyet modülü değeri biraz daha büyük ölçülmüştür. En yüksek elastikiyet modülü ise 3 numaralı grupta azot gazı atmosferinde işlem gören test örneklerinde belirlenmiştir. Azot gazı ile işlem gören 3 ve 4 numaralı gruplar arasındaki fark çok küçüktür. Bu gruplar arasında fark olup olmadığını belirlemek için ANOVA testi yapılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelgede verilen bu sonuçlara göre elastikiyet modülü grupları arasında önemli seviyede ($P<0.001$) farklılık bulunmaktadır.

Çizelgede 2'de verilen deney grubu test örneklerinin şok direnci değeri kontrol grubuna göre daha düşüktür. Bir diğer deyişle, uygulanan ısıtıl işlemin, şok direnci üzerinde yaklaşık olarak %50 düzeyinde azalmaya sebep olduğu görülmektedir. En düşük şok direnci 0.218 kgm/cm² olarak 2 numaralı grupta ölçülmüştür. 3 numaralı grup ile 4 numaralı grup arasında küçük bir farklılık olduğu görülmektedir. Bu verilere göre; gruplar arasındaki farklılıklar, Çizelge 3'de görülebileceği gibi, istatistiksel olarak önemli düzeydedir ($P<0.001$).



Şekil 2. Isıl işlem uygulaması yapılan vakumlu etüv, vakum pompası ve azot gazı tüpü

Çizelge 2. Mekanik özelliklere ait bulgular (Orhan 2017)

Grup	İD	TKY kg/m ³	ED (N/mm ²)	EM (N/mm ²)	ŞD (kgm/cm ²)
1.grup*	x	378	62,8A	4214,2B	0,528A
	ss	24	4.1	700.1	0.109
	mak	466	70.3	5430.2	0.718
	min	342	53.2	2550.7	0.237
2.grup	x	361	51.7C	4684.7A	0.218C
	ss	24	5.2	580.2	0.048
	mak	450	62.0	6236.5	0.307
	min	313	36.8	3547.5	0.141
3.grup	x	365	55.4C	4919.9A	0.241B
	ss	22	6.1	825.4	0.046
	mak	412	66.5	6576.1	0.345
	min	320	39.7	2460.4	0.163
4.grup	x	366	55.8B	4813.7A	0.248B
	ss	17	4.4	677.9	0.035
	mak	402	63.6	6618.3	0.320
	min	340	47.8	3635.1	0.188

*1. Grup; kontrol grubu, 2. Grup; Normal şartlar altında, 3. Grup; Azot şartları altında, 4. Grup; Azotla ön işlem ve azot şartları altında, İD: istatistik değerler, x: aritmetik ortalama, ss: standart sapma, mak: maksimum değer, min: minimum değer, TKY: tam kuru yoğunluk, ED: eğilme direnci, EM: elastikiyet modülü, ŞD: şok direnci

Çizelge 3. Eğilme direnci, elastikiyet modülü ve şok direncine ait ANOVA testi sonuçları

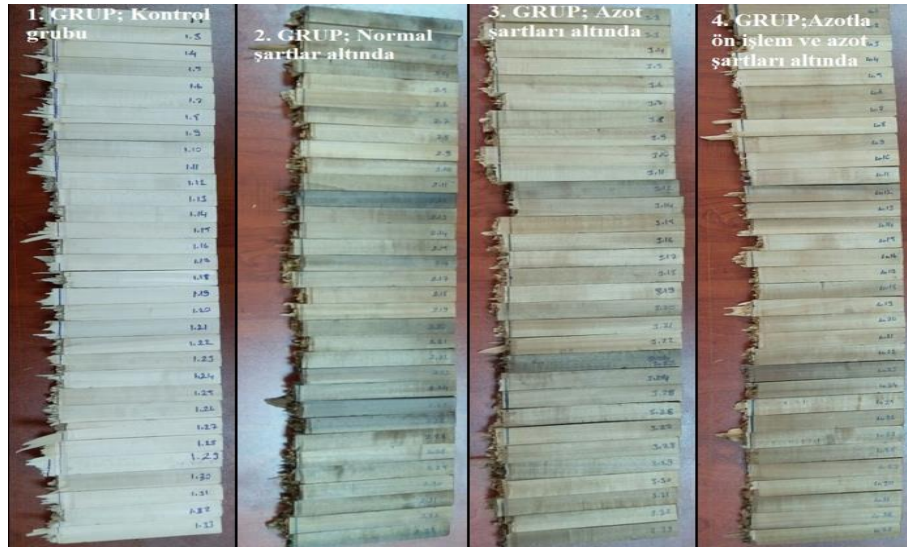
Bağımlı değişken	Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama kareler	F	Önem düzeyi
ED	Gruplar arası	2092	3	697	27.86	0.000*
	Gruplar içi	3078	123	25		
	Toplam	5170	126			
EM	Gruplar arası	9393367	3	3131122	6.38	0.000*
	Gruplar içi	60341401	123	490580		
	Toplam	69734768	126			
ŞD	Gruplar arası	2	3	0.67	152.79	0.000*
	Gruplar içi	0.52	120	0		
	Toplam	2.52	123			

*İstatistiksel olarak çok ileri düzeyde önemli.

Şok direnci test örnekleri, test sonrası kırılma bölgesindeki kıymık uzunluğuna göre incelenmiştir. TS 2477 (1976) numaralı standartta belirtilen kıymık uzunluğu kriterine göre, 3 mm'den kısa kıymıklı ise gevrek ve 3 mm'den uzun kıymıklı ise esnek olarak nitelendirilmektedir. Şok direnci testi sonrası test örneklerinin görüntüsü aşağıda Şekil 3'de verilmiştir. Şekilde verilen fotoğraf incelendiğinde, şok direnci test örneklerinin kırılma şekilleri bakımından birbirlerinden farklılık gösterdiği görülmektedir. Özellikle kontrol grubu test örneklerinin kırılma şekilleri uzun kıymıklıdır. Diğer gruplarda ise genel olarak kısa kıymıklı bir kırılma şekli gözlemlenmiştir. Özellikle, normal atmosfer şartlarında ısı işlem uygulanan 2 numaralı gruptaki test örneklerinin diğer 3 ve 4 numaralı gruplardaki test örneklerinden daha kısa kıymıklı bir kırılma oluşturdukları görülmektedir. Bu duruma göre, kontrol grubu test örneklerinin esnek, ısı işlem sonrası deney gruplarına ait test örneklerinin gevrek bir özellik gösterdikleri söylenebilir.

Yapılan önceki çalışmalarda, ısı işlem uygulaması sonrası test örneklerinin mekanik özelliklerinin değiştiği, özellikle eğilme direnci ve şok direncinin azaldığı birçok çalışmada ortaya konmuştur (Borrega ve Karenlampi, 2008; Mburu vd., 2008; Korkut ve Kocaefe 2009; Esteves ve Pereira, 2009; Bal ve Bektaş, 2013; Bal, 2014). Ancak yapılan bazı önceki çalışmalarda, elastikiyet modülünün nasıl değiştiğine dair farklı bazı sonuçlar rapor edilmiştir. Bu çalışmaların bazılarında elastikiyet modülünün azaldığı (Korkut vd., 2008; Bal, 2014), bazılarında değişmediği (Bekhta ve Niemz, 2003) ve bazılarında ise arttığı (Santos,

2000) yönünde farklı sonuçlar bildirilmiştir. Bu gibi farklı sonuçlar elde edilmesinin birçok farklı sebebi bulunmaktadır. Odun üzerine yapılan mekanik özelliklerle ilgili testlerde ağaç türü, rutubet ve yoğunluk mekanik özellikleri etkileyen en önemli özelliklerdendir (Kollman ve Cote, 1968; Örs ve Keskin, 2001). Bunların yanında diğer bazı özellikler ısı işlemin etkisini değiştirmektedir. Bunlar ise; test grupları arasında homojenliğin sağlanamaması, işlem şartları, odun özellikleri, ısı işlem öncesi ve sonrası işlemler şeklinde sıralanabilir. Bu nedenle, mekanik özelliklerle ilgili farklı bazı sonuçların bulunması, malzemenin kaynaklanan sebeplerdir. Ancak, bazı araştırmacılar tarafından elastikiyet modülünün artmasının sebebinin ligninin ısı işlem esnasında dallanması ve selülozun kristalleşmesi olarak gösterilmektedir (Kocaefe vd., 2008). Mekanik özellikler ile ilgili olarak tespit edilen diğer bir önemli konuda, ısı işlem uygulamasından en fazla etkilenen mekanik özelliğin şok direnci olduğudur. Yapılan bu çalışma sonunda, şok direnci her üç deney grubunda kontrol grubu test örneklerine göre şok direncinde yaklaşık %50 kadar azalma meydana gelmiştir. Bu durum, malzemenin esnek ya da gevrek olması ile ilgili bir konudur. ısı işlem gören ağaç malzemenin gevrekliği son derece artmaktadır. Daha kırılabilir bir hale gelmektedir. Bu konuda yapılan önceki çalışmalarda benzer sonuçlar rapor edilmiş ve en fazla etkilenen mekanik özelliğin şok direnci olduğu bildirilmiştir (Korkut vd., 2008; Bal ve Bektaş 2013; Bal, 2014).



Şekil 3. Şok direnci test örnekleri test sonrası görüntüsü

4. Sonuç

Bu çalışmada, kavak odunundan elde edilen test örneklerinin farklı şartlarda ısıtma işlemi uygulaması sonrası bazı mekanik özelliklerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre varılan sonuçlar şu şekilde sıralanabilir;

- Eğilme direnci, elastikiyet modülü ve şok direncinin ısıtma işlemi uygulamasından farklı şekillerde etkilendiği belirlenmiştir. Eğilme direnci ve şok direnci ısıtma işlemi sonrası azalırken, elastikiyet modülünün bir miktar arttığı belirlenmiştir. Kontrol grubuna göre en fazla azalan eğilme direnci ve şok direnci grubu normal atmosfer şartlarında yapılan ısıtma işlemi grubunda ölçülmüştür.
- Deney gruplarından azot gazı atmosferinde ön işlem gören grupla, ön işlem uygulanmayan grup arasında fark vardır, ancak bu fark istatistiksel olarak önemsizdir.
- Kontrol grubuna kıyasla deney grubu test örneklerinin renkleri gözlemlendiğinde, test örneklerinin renklerinde koyulaşma olduğu görülmektedir. En fazla renk değişimi normal atmosfer şartlarında yapılan ısıtma işlemi uygulamasında görülmektedir.
- Normal atmosfer basıncında ve hava atmosferinde yapılan ısıtma işlemi uygulamasına göre azot gazı atmosferinde yapılan deneylerden mekanik özellikler için daha iyi sonuçlar elde edilmiştir.

Açıklama

Bu makale, Hasan ORHAN isimli yazarın "Kavak odununun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine azot gazı varlığında yapılan ısıtma işleminin etkilerinin belirlenmesi" başlıklı yüksek lisans tezinden hazırlanmıştır. Bu çalışma, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince desteklenmiştir. Proje Numarası: 2017/1-60 YLS.

Kaynaklar

- Ayata, Ü., Gürleyen, T., Gürleyen, L., 2018. Effect of heat treatment on color and glossiness properties of zebrano, sapelli and merbau woods. *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 1(1): 11-20. DOI: 10.33725/mamad.428913.
- Ayata, Ü., 2020. Ayous odununun bazı teknolojik özelliklerinin belirlenmesi ve ısıtma işlemi sonrası renk ve parlaklık özellikleri. *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 3(1): 22-33. DOI: 10.33725/mamad.724596.
- Bal, B.C., 2013. A comparative study of the physical properties of thermally treated poplar wood and plane wood. *BioResources*, 8(4): 6493-6500. DOI: 10.15376/biores.8.4.6493-6500
- Bal, B.C., 2014. Some physical and mechanical properties of thermally modified juvenile and mature black pine wood. *European Journal of Wood and Wood Products*, 72: 61-66. DOI: 10.1007/s00107-013-0753-9.
- Bal, B.C., Bektaş, İ., 2013. The Effects of heat treatment on some mechanical properties of juvenile wood and mature wood of *Eucalyptus grandis*. *Drying Technology*, 31(4): 479-485. DOI: 10.1080/07373937.2012.742910.
- Bal, B.C., 2016. Sıcak bitkisel yağ ile muamele edilen Toros göknarı odununun bazı fiziksel özellikleri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(2): 20-26. DOI: 10.17780/ksujes.58765
- Bal, B.C., 2018. A comparative study of some of the mechanical properties of pine wood treated in vacuum, nitrogen, and air atmospheres. *Bioresources*, 13(3): 5504-5511.
- Bekhta, P., Niemi, P., 2003. Effect of high temperature on the change in color, dimensional stability and mechanical properties of spruce wood. *Holzforchung*, 57: 539-546. DOI: 10.1515/hf.2003.080.
- Borrega, M., Karenlampi, P.P., 2008. Mechanical behaviour of heat-treated spruce (*Picea abies*) wood at constant moisture content and ambient humidity. *Holz als Roh-und Werkstoff*, 66: 63-69. DOI: 10.1007/s00107-007-0207-3.
- Bozkurt, Y., Erdin, N., 1997. Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, Yayın no: 445, İstanbul.
- Calonego, F.W., Severo, E.T.D., Ballarin, A.W., 2012. Physical and mechanical properties of thermally modified wood from *E. Grandis*. *European Journal of Wood and Wood Products*, 70(4): 453-460. DOI: 10.1007/s00107-011-0568-5.

- Candelier, K., Dumarçay, S., Pétrissans, A., Desharnais, L., Gérardin, P., Pétrissans, M., 2013a. Comparison of chemical composition and decay durability of heat treated wood cured under different inert atmospheres: Nitrogen or vacuum. *Polymer degradation and Stability*, 98(2): 677-681. DOI:10.1016/j.polymdegradstab.2012.10.022.
- Candelier, K., Dumarçay, S., Pétrissans, A., Gérardin, P., Pétrissans, M., 2013b. Comparison of mechanical properties of heat-treated beech wood cured under nitrogen or vacuum. *Polymer degradation and stability*, 98(9):1762-1765. DOI: 10.1016/j.polymdegradstab.2013.05.026.
- Düzkale, S.G., Bektaş, İ., 2019. Esmer çürüklük mantarına karşı ısıtılmış işlem görmüş ve yoğunlaştırılmış kavak odununun biyolojik dayanımının araştırılması. *Turkish Journal of Forestry*, 20(4): 421-426. DOI: 10.18182/tjf.636671.
- Esteves, B.M., Pereira, H.M., 2009. Wood modification by heat treatment: A review. *BioResources* 4(1): 370-404. DOI: 10.15376/biores.4.1.370-404.
- Karamanoğlu, M., Kaymakçı, A., 2018. Higrotermal yaşlandırma işleminin ısıtılmış işlem görmüş kestane odununun renk ve sertlik özellikleri üzerine etkisi. *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 1(1): 31-37. DOI: 10.33725/mamad.429726.
- Kocaefe, D., Shi, L.J., Yang, D.Q., Bouazara, M., 2008. Mechanical properties, dimensional stability, and mold resistance of heat-treated jack pine and aspen. *Forest Products Journal*, 58(6): 88-93.
- Kollmann, F.F., Cote, Jr W.A., 1968. Principles of Wood Science and Technology, Volume I. Solid Wood, In Principles Of Wood Science and Technology. Springer-Verlag.
- Korkut, S., Gündüz, G., Korkut, D.S., 2008. The effects of heat treatment on physical and technological properties and surface roughness of Camıyanı Black Pine (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* var. *pallasiana*) wood. *Bioresource Technology*, 99: 2275–2280. DOI: 10.1016/j.biortech.2007.05.015.
- Korkut, S., Kocaefe, D., 2009. Isıtılmış işlemin odun özellikleri üzerine etkisi. *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, 5(2): 11-34.
- Mburu, F., Dumarçay, S., Bocquet, J.F., Petrisans, M., Gerardin, P., 2008. Effect of chemical modifications caused by heat treatment on mechanical properties of grevillea robusta wood. *Polymer Degradation and Stability*, 95(11): 2169-2174. DOI: 10.1016/j.polymdegradstab.2007.11.017.
- Orhan, H., 2017. Kavak odununun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine azot gazı varlığında yapılan ısıtılmış işlemin etkilerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş. Örs, Y., Keskin, H., 2001. Ağaç Malzeme Bilgisi. Gazi Üniversitesi Ders Kitabı, Atlas Yayın Dağıtım, Ankara.
- Jämsä, S., Viitaniemi, P., 2001. Heat treatment of wood–Better durability without chemicals. In: Rapp AO, editor. In: Review on heat treatments of wood. Cost Action E22. Proceedings of the special seminar, Antibes, France, Pp. 17–22
- Santos, J.A., 2000. Mechanical behavior of eucalyptus wood modified by heat. *Wood Science and Technology*, 34(1): 39-43. DOI: 10.1007/s002260050006.
- Taşdelen, M., Can, A., Sivrikaya, H., 2019. Some physical and mechanical properties of maritime pine and poplar exposed to oil-heat treatment. *Turkish Journal of Forestry*, 20(3): 254-260. DOI: 10.18182/tjf.566647.
- TS 2470, 1976. Odunla fiziksel ve mekanik deneyler için numune alma metotları ve genel özellikler. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2474, 1976. Odunun statik eğilme dayanımının tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2477, 1976. Odunun çarpımda eğilme dayanımının tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2478, 1976. Odunun statik eğilmede elastiklik modülünün tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Yaşar, S., 2009. Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) ekstraktif maddelerinde ısıtılmış işlemin uygulanması sonucu oluşan renk değişimleri üzerine araştırma. *Turkish Journal of Forestry*, 10(1): 95-100.
- Yazıcı, H., Özlüsoy, İ., 2020. Hızlandırılmış yaşlandırmanın ısıtılmış işlemin uygulanmış Akdeniz defnesi (*Laurus nobilis* L.) odunun bazı yüzey özelliklerine etkisi. *Turkish Journal of Forestry*, 21(4): 468-474. DOI: 10.18182/tjf.809139.

Orman fonksiyonu mu ekosistem hizmeti mi?

Can Vatandaşlar^{a,*} 

Özet: Son dönemde ortaya çıkan ve dünyada giderek yaygınlaşan ekosistem hizmetleri (EH) yaklaşımı, Türkiye ormancılığı için oldukça yeni bir kavramdır. Ülkemizdeki orman EH ile ilgili az sayıdaki çalışma, son yıllarda yürütülmeye başlanmıştır. Söz konusu çalışmalarda, orman fonksiyonları (OF) ve EH kavramlarının sıklıkla birbirine karıştırıldıkları ya da eşanlamlıymış gibi kullanıldıkları görülmektedir. Bu durum, sınıflandırma, sayısallaştırma ve haritalama gibi bilimsel değerlendirmelerde yanıltıcı verilerin üretilmesine neden olmaktadır. Dolayısıyla, ileride politika yapıcı ve karar vericilere hatalı bilgilerin sunulma riski söz konusudur. Bu çalışmanın amacı; OF ve EH kavramları arasındaki ayrım çizgisinin netleştirilerek EH yaklaşımının ormancılık sektörümüze sunabileceği olanakların gösterilmesidir. Bu amaçla, OF ve EH kavramları birbirinden bağımsız şekilde ele alınarak tanımlanmış, her iki yaklaşımın ormancılıktaki uygulamaları analiz edilmiş ve birbirlerine karşı zayıflık ve üstünlükleri ortaya konmuştur. Bununla beraber, EH basamak modeli ilk kez orman ekosistemine uyarlanmış; böylelikle, OF ve EH arasındaki bağlantılar hem teorik hem de ormancılıktan somut örneklerle gösterilmiştir. Son olarak, Türkiye orman kaynaklarının EH, Uluslararası Ortak Sınıflandırma Sistemi (CICES) uyarınca hiyerarşik olarak listelenmiştir. Çalışmanın sonucunda; ormanlardan çok amaçlı faydalanma için EH yaklaşımının, OF yaklaşımına nazaran daha kullanışlı olduğu değerlendirilmiştir. Türkiye ormancılığında EH yaklaşımının benimsenmesi halinde, ekosistem tabanlı fonksiyonel (çok amaçlı) planlama (ETFOP&ETÇAP) sisteminin bazı eksiklikleri de giderilmiş olacaktır. Diğer yandan, ülkemizde EH'ne ilişkin çalışma yürütecek araştırmacıların önünde oldukça uzun bir yol bulunmaktadır. Araştırmacılar, bugüne dek sayısallaştırılmamış olan birçok orman EH (termal konfor, karizmatik türler, kültürel miras vd.) için kantitatif göstergeler geliştirerek ve bunlara ekonomik değer takdir ederek işe koyulabilirler. Yolun sonunda, orman kaynaklarımızın doğal sermayeye olan katkısı belirlenmiş olacaktır.

Anahtar kelimeler: Orman fonksiyonları, Orman ekosistem hizmetleri, Üretim hizmetleri, Düzenleme ve koruma hizmetleri, Kültürel hizmetler

Resolving the ambiguity: Forest function or ecosystem service?

Abstract: Ecosystem services (ES) have become one of the most popular concepts in environmental research over the last decades. Nevertheless, the concept is quite new for the Turkish forestry sector. The number of national ES studies is very limited, and they have been conducted in recent years. Moreover, the term ES is often confused with forest functions (FF) in the literature. Such confusion may yield deceptive results stemming from inaccurate scientific assessments, including classification, digitizing, and mapping schemes. In this case, policy- and decision-makers will be misinformed in the future. This study aims to differentiate the ES and FF concepts explicitly and introduce the ES concept's opportunities to Turkish forestry. To this end, the ES and FF terms were separately identified, forestry applications using these concepts were thoroughly examined, and the two concepts were compared with each other from a forest management point of view. Furthermore, the ES cascade model was adapted to forest ecosystems, and thus, the cause-and-effect relationship between ES and FF was indicated with real-world examples from the sector. Finally, the ES of Turkey's forests were systematically documented based on the Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) for the first time. The results showed that the ES concept was more useful than the FF for multiple-use forestry. Specifically, the ecosystem-based multifunctional forest management planning (ETFOP&ETÇAP) system can greatly benefit from adopting the concept. However, the ES is a relatively novel research area in Turkey, and thus, researchers have a long way ahead. They may begin the work by developing ecological indicators for unquantified ES or monetarizing the intangible ES, such as thermal comfort, and cultural heritage. Thus, the contribution of Turkey's forests to the natural capital will be able to unveil in time.

Keywords: Forest functions, Forest ecosystem services, Provisioning ecosystem services, Regulating and maintenance ecosystem services, Cultural ecosystem services

1. Giriş

20. yüzyılın ikinci yarısında, uluslararası çevresel süreçlerin de teşvikiyle (UNCED, 1992; Resolution H1, 1993), ormanları "odun deposu" olarak gören ve buna göre planlayan işletmecilik anlayışı terk edilmiştir. Bunun yerini, orman ekosistemleri tarafından sunulan karbon depolama, su

rejimini düzenleme ve biyoçeşitlilik gibi birçok değeri bütünsel olarak ele alan ve bu değerlerden de sürdürülebilir şekilde faydalanmayı amaçlayan modern ormancılık yaklaşımları almıştır. Bu kapsamda, Türkiye'deki amenajman yönetmeliği 2008 yılında yenilenmiştir (OGM, 2008). Halen yürürlükte olan yönetmeliğe göre, ülkemizdeki orman amenajman planları Sürdürülebilir Orman Yönetimi

✉ ^a Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Artvin

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): canvatandaslar@artvin.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 08.03.2021, **Accepted** (Kabul tarihi): 28.05.2021



Citation (Atf): Vatandaşlar, C., 2021. Orman fonksiyonu mu ekosistem hizmeti mi? Turkish Journal of Forestry, 22(2): 171-185. DOI: [10.18182/tjf.892837](https://doi.org/10.18182/tjf.892837)

(SOY) ilkeleri uyarınca 'Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Planlama (ETFOP)' sistemiyle hazırlanmaktadır (Asan, 2017).

Bu süreçte orman fonksiyonları (OF) kavramı, sürdürülebilir ve fonksiyonel (çok amaçlı) ormancılığın ayrılmaz bir parçası olmuştur. Ülkemizin de içinde bulunduğu *Forest Europe* (pan-Avrupa) sürecinde ve SOY tanımında kendine yer bulan OF kavramı tüm dünyada popülerleşmiştir (Resolution H1, 1993). Özellikle kıta Avrupası ve Türkiye gibi Orta Avrupa ormancılık ekolünden etkilenmiş ülkeler, bu kavramı kendi ormancılık uygulamalarında etkin bir şekilde kullanmaktadırlar (Kindler, 2016; OGM, 2017; Boncina vd., 2019). OF kavramı Asan (2017) tarafından; orman ekosistemindeki ekolojik süreçler ve ekosistem bileşenleri arasındaki karşılıklı ilişkiler sonucunda doğal olarak ortaya çıkan ürün ve hizmetler olarak tanımlanmaktadır. Bunlar; parasal değeri doğrudan hesaplanabilen somut çıktılara sahip fonksiyonlar olabileceği gibi (örn. odun üretimi), parasal değerinin dolaylı yöntemlerle hesaplanabildiği çıktılar sunan fonksiyonlar da olabilirler (örn. gen koruma). Hatta ormanların sanatçılara ilham kaynağı olması gibi, maddi karşılığını belirlemenin oldukça zor olduğu soyut fonksiyonlar da doğada kendiliğinden yer almaktadır (de Groot, 1992).

İster somut ister soyut olsun orman ekosisteminde kendiliğinden ortaya çıkan bir fonksiyona, toplum tarafından talep var ise; o fonksiyon ormanın işletme amacı ya da koruma hedefi olur (OGM, 2017). Bu amaç ve/veya hedefler, orman planlamacıları tarafından orman işletme şeffiklerinin bütünü ya da belirli işletme sınıfları için katılımcı bir yaklaşımla belirlenir ve önceliklendirilir (ana amaç, yan amaç, bayrak tür gibi). Daha sonra ilgili işletme sınıfları, söz konusu amaç veya amaç kombinasyonlarını en üst düzeyde temin edecek şekilde planlanıp işletilirler (Başkent vd., 2008; Zengin vd., 2013; OGM, 2017). Böylelikle, hem toplumun orman ürün ve hizmetlerine olan ihtiyaçları karşılanmış hem de orman sahibine (ülkemizde OGM) maddi gelir sağlanmış olur. Bu yüzden OF yaklaşımı, 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren gerek bilimsel araştırmalarda (örn. fonksiyonların sınıflandırılması, sayısallaştırılması), gerekse ormancılık uygulamalarında (örn. fonksiyon haritaları, fonksiyonel eta) önemli bir yer tutmaktadır (Dieterich, 1953; Asan ve Şengönül, 1988; Eraslan ve Şad, 1993; Keleş vd., 2017; Şengönül ve Şahin, 2017; Boncina vd., 2019).

Küresel ölçekte yaşanan çevresel tahribatlarla birlikte 21. yüzyıla giren insanoğlu, doğanın korunması ve ekonomik kalkınma kısılcacında devamlı yeni arayışlar içerisinde olmuştur. Bu süreçte ekosistem hizmetleri (EH) kavramı ortaya çıkmış (Costanza vd., 1997; Daily, 1997) ve kavramsal çerçevesi çizilmiştir (MEA, 2005; de Groot vd., 2010; Potschin ve Haines-Young, 2011). Akabinde, EH yaklaşımı yaygınlaşmış ve kendine önemli uygulama alanları bulmuştur (MAES, 2011; TEEB, 2011; IPBES, 2018). Son yıllarda EH alanında yapılan çalışmaların ivmelenecek arttığı net bir şekilde görülmektedir (Boerema vd., 2017).

EH terimi kısaca; toplumların ekosistem fonksiyonlarından doğrudan veya dolaylı olarak sağladığı faydalar olarak tanımlanabilir (Burkhard vd., 2014). EH yaklaşımı (konsepti) ise; bu faydaların belirlenmesi, sayısallaştırılması, haritalanması ve parasal değer takdiri yoluyla ekosistemin yapısı, süreçleri, fonksiyonları ve toplumların refahı arasındaki ilişkileri değerlendiren geniş bir disiplin olarak karşımıza çıkar (Burkhard ve Maes, 2017). EH

yaklaşımı, bütüncül ve problem odaklı bir yapıya sahiptir. Bu sayede çeşitli EH arasındaki sinerji (ahenk) ve çelişkilerin de değerlendirilmesinde kolaylık sağlanır. Örneklendirmek gerekirse; ormanın sağladığı üretim hizmetlerinden odun üretimini arttırmayı amaçlayan bir yönetim stratejisinin, ormandaki düzenleme ve koruma hizmetlerinden biyoçeşitlilik ya da su kalitesinin korunmasını olumsuz yönde etkileyeceği kuvvetle muhtemeldir. Dolayısıyla orman planlamacıları burada bir karar verme problemiyle karşı karşıya kalır: Ya odun üretimi miktarından ödün vererek –örneğin– ormandaki boz ayı popülasyonunu arzu edilen seviyede tutacaktır ya da odun üretimini maksimize edip yaban hayatından feragat edecektir. İşletme amacı uyarınca iki seçenekten biri seçilebileceği gibi, ormanın sunduğu her iki EH'nin aynı alan üzerinde eşzamanlı temini de mümkündür. Böyle bir tercih yapılması durumunda, çok amaçlı faydalanmanın optimize edilebilmesi için EH'nin sayısallaştırılmasına ve ödünleşim (*trade-off*) analizlerine ihtiyaç duyulur. Bu analizler, planlamacılar için nicel bilgiler sunarak orman kaynakları hakkında daha doğru kararlar alınmasını sağlar (Başkent, 2018). Sonuç itibarıyla, EH yaklaşımı çok amaçlı orman amenajmanında sıklıkla yararlanılan bir araca dönüşmüştür (Kindler, 2016; Hansen ve Malmaeus, 2016; Maes vd., 2018). Hatta İngiltere, kendi ormancılık sektöründe son 25 yıldır hakim olan SOY dönemini kapatarak onun yerine –daha kullanışlı olduğunu düşündükleri– EH yaklaşımını benimsemişlerdir (Quine vd., 2013; Sing vd., 2015).

Türkiye'de OF yaklaşımı ve OF'nın amenajman planlarına yansıtılmasıyla ilgili geçmişten beri birçok çalışma yapılmış olmasına rağmen (Asan, 1990; Yılmaz, 2004; Karahalil vd., 2009; Yüksel vd., 2013; Keleş vd., 2017; Şengönül ve Şahin, 2017; Mutlu ve Cengiz, 2017), orman EH ile ilgili çalışmalar oldukça azdır. Var olan sınırlı sayıdaki çalışma ise son yıllarda gerçekleştirilmiştir (Uyur Erdoğan, 2017; Eker, 2018; Vatandaşlar vd., 2020; Başkent, 2020; Özdemir vd., 2020). Ancak, söz konusu çalışmaların çoğunda OF ile orman EH'nin birbirine karıştırıldığı anlaşılmaktadır. Oysa ikisi arasında hem terminolojik hem de kavramsal anlamda önemli farklılıklar bulunmaktadır. Bu farklılıklar OF ve EH'nin konumsal ve zamansal olarak birbirinden ayrışmasına neden olmaktadır (Burkhard ve Maes, 2017). Bu ayrımın görmezden gelinmesi, başta ekonomik fonksiyonlar olmak üzere diğer birçok OF'na yanlış değer takdir edilmesine (biyofiziksel+parasal) yol açabilir. Böyle bir ortamda karar vericilere yanıltıcı bilgilerin sunulması kaçınılmazdır.

Bu çalışmanın amacı; OF ve EH kavramları arasındaki çizginin kalınlaştırılarak, her ikisi için yapılacak ekolojik değerlendirmelerin birbirinden ayrılmasını sağlamaktır. Bu amaçla, çalışmanın 2. bölümünde OF kavramı ve ormancılıktaki uygulamaları tarihsel olarak analiz edilmiştir. 3. bölümde, EH kavramı ormancılık bakış açısıyla derinlemesine incelenmiştir. 4. bölümde her iki yaklaşım arasındaki farklar ön plana çıkarılmış ve orman ekosisteminden somut örneklerle açıklanmıştır. Son bölümde ise 2, 3 ve 4. bölümlerde yapılan değerlendirme ve karşılaştırmalara dayanarak, EH yaklaşımının ormancılık sektörümüze sunduğu olanaklara yer verilmiş, geleceğe dönük bazı önerilerde bulunulmuştur.

2. Orman fonksiyonları

2.1. Tanım ve tarihçe

Orman, yeryüzündeki onlarca farklı ekosistemden bir tanesidir. Bu yüzden OF'nı tanımlamadan önce ekosistem fonksiyonu üzerinde durmak gerekir. de Groot vd. (2002) ekosistem fonksiyonlarını “doğal süreç ve bileşenlerin insanoğlunun ihtiyaçlarını doğrudan veya dolaylı olarak karşılayan ürün ve hizmetleri sağlama kapasitesi” olarak tanımlamaktadırlar (s. 13). Bu bağlamda ekosistem fonksiyonu, ekolojik süreç ve ekosistem yapısının bir alt seti olarak anlaşılmalıdır. OF ise Asan (2013) tarafından; “orman ekosistemlerinin kendi doğal ortamları içinde, bu ekosistemleri oluşturan canlı ve cansız, mikro ve makro elemanlar arasındaki karşılıklı ilişki ve etkileşim süreci esnasında, zaman içinde ortaya çıkan ve bir bölümü toplum yararına kullanılan mal ve hizmetlerin tamamı” şeklinde tanımlanmaktadır (s. 37).

OF üzerine yapılan bilimsel çalışmalar, esasen çok eski tarihlere kadar uzanır. Ormanların odun üretimi haricinde kalan koruyucu fonksiyonları, 19. yüzyılın başlarında keşfedilmeye başlanmıştır (Zwerlein, 1806; Moreau de Jonnés, 1825). Ancak, teknik ormancılık anlamında OF'nın kavramsallaştırılması ilk kez 1953 yılında Dieterich (1953) tarafından Almanya'da yapılmıştır (Alm: *Waldfunktionenkonzept*). Bu yaklaşımın temel amacı, farklı OF'nın uygun bir şekilde harmonize edilerek dengelenmesi ve böylelikle ormanlardan çok amaçlı faydalanmadır. Yaklaşım; OF'nın sınıflandırılması, sayısallaştırılması, haritalanması ve uygulamayı içermektedir.

2.2. Orman fonksiyonlarının sınıflandırılması

OF, yerli ve yabancı araştırmacılar tarafından çok farklı şekillerde sınıflandırılmıştır (Dieterich, 1953; Hasel, 1971; Henne, 1972; Kapucu, 2004; Asan, 2013). Bu kadar farklı sınıflandırmalar yapılmış olmasının nedenlerinden biri; toplumun ormandan beklentilerinin zamanla değişip çeşitlenmesidir. Bu dinamik süreç, geçmişte önemli görülen bazı OF'ların ikinci plana atılmasına ya da konjektürel olarak yeni OF'nın keşfedilmesine neden olmuştur. Örneğin; sanayi devrimiyle başlayan endüstri çağında enerji kaynağı olarak kritik öneme sahip olan odun hammaddesi, günümüzde gelişmiş ülkeler tarafından ikincil fonksiyon olarak görülebilmektedir. Ya da son dönemlerde tüm dünyanın odağında olan küresel iklim değişimi, ormanların iklimi düzenleme fonksiyonunu ön plana çıkarmış ve yeni bir OF olarak karbon depolamayı gündeme getirmiştir.

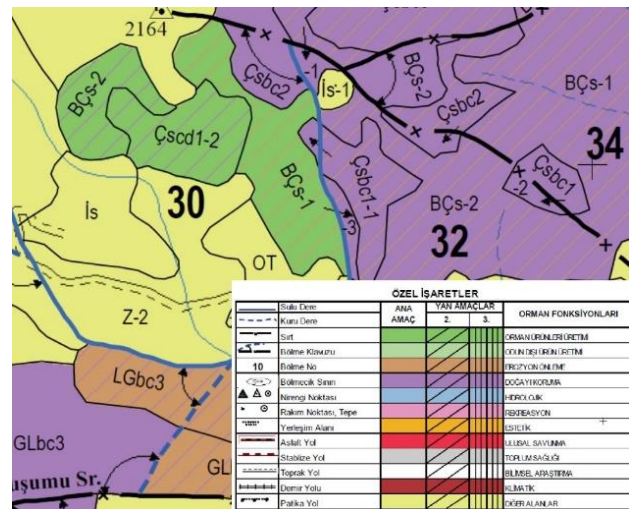
Dünya genelinde geniş kabul gören sınıflandırma sistemi; çeşitli OF'larının ekonomik, ekolojik ve sosyokültürel gruplar altında toplanmasıdır (Resolution H1, 1993). Ekonomik fonksiyonlar; ormanların odun ve odun dışı orman ürünleri (ODOÜ) üretim hizmetlerini kapsamaktadır. Bunlar fiziksel ve parasal olarak kolaylıkla kavranabilmekte ve genellikle belirli standartlara sokulabilmektedir. Ekolojik fonksiyonlar denildiğinde; ormanların doğal çevreye yaptıkları olumlu katkılar anlaşılır. Bu katkıların –genellikle– pazarı olmadığı için parasal anlamda kavranmaları güçtür (Kapucu, 2004). Sosyokültürel fonksiyonlar ise; ormanların toplum sağlığına, mutluluğuna, kültürüne ve gelişimine sağladığı her türlü katkıdır. Bu katkıların sayısallaştırılması da tıpkı ekolojik

fonksiyonları gibi zordur. Uluslararası süreçlerden *Forest Europe*'da yer alan Türkiye'de de, OF bu şekilde sınıflandırılmaktadır. Ülkemizde üç ana fonksiyon grubu altında 10 genel OF belirlenmiştir (Eraslan ve Şad, 1993; Eraslan ve Eler, 2014; OGM, 2017). Genel OF altında da toplam 54 adet işletme amacı ve koruma hedefi bulunmaktadır (Ek Çizelge 1).

Türkiye orman varlığının alansal olarak %42'si ekonomik, %49'u ekolojik, %9'u ise sosyokültürel fonksiyonlara ayrılmış durumdadır (OGM, 2020). Esasen, Orman Kanunu'nda devlet ormanları için vasıf ve karakter bakımından yapılan sınıflandırma da (istihsal ormanları, muhafaza ormanları, milli parklar), hemen hemen bu ana fonksiyonları karşılamaktadır (6831 sayılı O.K., 1956). Ek Çizelge 1'de sunulan sistematüğün hukuki açıdan ülke koşullarına uygun olduğu değerlendirilebilir. Bu uyum, özellikle Orman Kanunu'nun yürürlüğe girdiği yıl dikkate alındığında, Türkiye'deki ormancılık anlayışının –en azından teorik düzeyde– ne kadar ilerici olduğunu göstermesi bakımından anlamlıdır. Fakat geçmişte, sahada gerçekleştirilen bazı hatalı ormancılık faaliyetlerinin varlığı da bilinmektedir (Kose ve Baskent, 1997; Çolak vd., 2010; Zengin vd., 2013; Üzenge, 2013).

2.3. Orman fonksiyonlarının sayısallaştırılması ve haritalama

OF'nın doğru şekilde sayısallaştırılıp haritalanması oldukça önemlidir. Çünkü bu alanlar orman amenajman planlarında çeşitli ölçütlere göre ayrılarak bağımsız birer işletme sınıfı oluştururlar. Fonksiyonel alanların tahsisi aşamasında; (i) kanuni, teknik ve sosyokültürel ölçütler, (ii) katılımcı kuruluşların görüşleri, (iii) ormanın mevcut durumu ve fiili kullanım dikkate alınır (OGM, 2017). Daha sonra orman işletme şefliklerinin OF haritası üretilir (Şekil 1). Orman amenajmanında OF haritaları belirleyicidir. Nitekim, farklı OF gören aynı meşcere tipleri için kararlaştırılan eta miktarları bile birbirinden farklı olabilmektedir. Buna *fonksiyonel eta* denir (Asan, 2017).



Şekil 1. Altıparmak Orman İşletme Şefliği orman fonksiyonları haritasından bir kesit (OGM, 2010)

OF'nın haritalanmasıyla ilgili ilk talimatname, 1974'te Federal Almanya'da yayınlanmıştır (Henne, 1974). Talimatnamede, tüm OF'nın aynı anda aynı alandan sağlanması öngörülmektedir. Bu çerçevede, her orman işletmesinde tek bir silvikültürel rejim altında çoklu fonksiyonların sağlanması beklenmektedir. Ancak, ormancılık pratiği açısından bu çok zordur çünkü her meşcere tipinin silvikültürel reçetesi farklıdır. Ayrıca, belirli OF'nı en iyi biçimde yerine getiren orman formları da genellikle birbirinden ayrılmaktadır. Örneğin; yuvarlak odun üretimi açısından aynı yaşlı ve maktalı orman formu tercih edilirken, yüksek su kalitesi açısından değişik yaşlı ve düşey kapalı (seçme) ormanlar tercih edilmektedir (Asan, 2013). Dolayısıyla, uygulamada yaşanan başarısızlıklar söz konusu talimatnamenin revizyonunu gerektirmiştir. Bu vesileyle ormanın kullanım, koruyucu ve rekreasyon fonksiyonları eşit ağırlık kazanarak ilk kez 1983 yılında Federal Almanya'nın orman kanununa girmiştir (Bader ve Riegert, 2011).

Diğer ülkelerde farklı haritalama yöntemleri de söz konusudur. Örneğin Slovenya'da OF her alan için bağımsız olarak değerlendirilmekte ve fonksiyon haritaları üst üste çakıştırılarak çoklu fonksiyon gören ormanların nihai haritası üretilmektedir. Daha sonra fonksiyonların önem sırası belirlenerek önceliklendirme yapılmaktadır (Bocina vd., 2019). İsveç'te ise her alan ancak bir fonksiyona sahip olabilmektedir. Böylece çeşitli OF arasındaki potansiyel çelişkiler ortadan kaldırılmaktadır (Hanewinkel, 2011). Ülkemizdeki temel yaklaşım; ormanlardan çok amaçlı faydalanma şeklindedir. Diğer bir ifadeyle; belirli bir orman alanı aynı anda birden çok fonksiyon göreceği şekilde planlanmaktadır (OGM, 2017). Bu amaçla; fonksiyonlardan biri ana amaç, diğer(ler)i yan amaç olmaktadır (Şekil 1). Buradaki kritik nokta; tüm ana ve yan amaçların birbirleriyle uyum içerisinde olmasıdır. Endüstriyel ağaçlandırma ve estetik görünüm gibi birbiriyle çelişen amaçlar, her iki amacın da optimal düzeyde gerçekleştirilememesine neden olacaktır.

Türkiye'de OF terimi orman kanununda yer almasa da, çeşitli yönetmelik, tebliğ ve emirlerde geçmektedir (OGM, 2008; 2012; 2015; 2017). Bu mevzuatta fonksiyonel orman alanlarının ayrılmasıyla ilgili ayrıntılı ölçüt ve göstergeler bulunmaktadır. Örneğin; doğayı koruma fonksiyonu göreceği ormanların ayrılma ölçütlerinden biri eğitim, bu ölçütün nicel göstergesi ise %80'dir (OGM, 2017). Diğer bir ifadeyle; yamaç eğimi %80'nin üzerinde olan ormanlık alanlar, amenajman planlarında doğayı koruma fonksiyonuna ayrılmaktadır. Bu ormanlar OF haritalarında mor renkle temsil edilirler (Şekil 1). Doğayı koruma fonksiyonu gören ormanlardaki genel uygulama, planlı odun üretimi faaliyetlerinin yapılmaması yönündedir.

İlgili mevzuatta katılımcı yaklaşıma da yer verilmiştir. Bu bağlamda, toplumun orman ürün ve hizmetlerine duyduğu ihtiyacın daha iyi belirlenebilmesi için nihai OF haritası yapılmadan önce Orman Bölge Müdürlükleri tarafından muhtarlıklara, sivil toplum kuruluşlarına ve ilgili diğer örgütlere yazı gönderilir. Resmi yazıda, yapılacak çalışmalar hakkında genel bilgiler yer almaktadır (OGM, 2017). Gerekli görüldüğü takdirde yerel halkla bir araya gelinerek, taslak fonksiyon haritaları üzerinde tartışmaların yapıldığı toplantılar da düzenlenebilmektedir. Dolayısıyla, OF haritasının orman teşkilatı ve yerel halk arasında iletişim kurulması anlamında da önemli bir rol üstlendiğini söylemek yanlış olmaz.

2.4. Uygulama

Türkiye'de OF yaklaşımının uygulamaya aktarılması ETFOP ile sağlanmaktadır. Asan (2017) ETFOP'yu; "*orman ekosistemlerinde kendiliğinden oluşan ürün ve hizmetleri, bu sistemleri oluşturan canlı ve cansız elemanların varlığını yok etmeden ve aralarındaki doğal süreçleri zedeledikten, Orman Amenajmanı disiplininin temel ilkelerini ve plan ünitelerinde öne çıkan konumsal fonksiyonları gözetenerek sürekli ve kesintisiz biçimde alabilmek için, plan ünitelerinde öngörülen teknik, biyolojik, sosyal ve ekonomik etkinlikleri uzun ve orta vadeli stratejik öngörüler çerçevesinde yer ve zamana bağlı olarak düzenleyen bir planlama sistemi*" şeklinde tanımlamaktadır (s. 36). Sistemin özü; orman ekosisteminin uzun vadede sürdürülebilirliğini riske atmadan ekonomik, ekolojik ve sosyokültürel fonksiyonların katılımcı bir yaklaşımla dengelenmesine dayanmaktadır. Bu amaçla, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), uzaktan algılama (UA), küresel konum belirleme sistemleri (GPS), sayısal veri tabanları (ACCESS) ve amenajman plan programı (APP) gibi bilişim teknolojilerinden azami ölçüde yararlanılır.

Türkiye'de orman amenajman planları 2008 yılından itibaren ETFOP sistemiyle yenilenmektedir (OGM, 2008). Gerek Orman İdaresi ve Planlama Daire Başkanlığı'nda gerekse özel ormancılık bürolarında görev yapan amenajman heyetleri ve deneticiler, ETFOP'ya kısa sürede uyum sağlayarak ciddi bilgi ve birikim sahibi olmuşlardır. Teknolojik cihaz ve yazılımların heyetler tarafından aktif kullanımı, planlama işinin geçmişe nazaran daha hızlı yapılabilmesine olanak sağlamaktadır. Bu anlamda, ekosistem tabanlı fonksiyonel orman amenajman planlarının hazırlanması günümüzde etkin bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Ayrıca, OGM (2017) uyarınca hazırlanan planlar OGM (2015) uyarınca denetlenmektedir.

Türkiye'de uygulanan OF yaklaşımına ve ETFOP'ya dair bir takım eleştiriler de getirilmiştir. Bunlar aşağıdaki şekilde gruplandırılabilir;

- Ekolojik ve sosyokültürel fonksiyonlar ile meşcere yapısı arasındaki sayısal ilişkilerin kurulmamış olması (Başkent, 2018). Dolayısıyla birçok OF için optimal (hedef) meşcere kuruluşlarının belirsizliği,
- Bazı OF'nın ayrılmasında kullanılan ölçüt ve göstergelerin yetersizliği (Saraçoğlu, 2010; Şengönül ve Şahin, 2017; Vatandaşlar vd., 2020),
- Orman ürünleri (odun hammaddesi) üretimi fonksiyonuna, diğer OF'na nazaran daha fazla ağırlık verilmesi (Özdemir vd., 2020),
- Ormanlık alanların fonksiyonel tahsisinde ve işletme amaçlarının eniyilenmesinde, bilimsel karar verme tekniklerinden yararlanılmaması (Güngör, 2010; Başkent vd., 2013),
- Planlama sürecinde katılımcı yaklaşıma yeterince önem verilmemesi (Durkaya vd., 2013; Yılmaz, 2013),
- Toplumun orman ürün ve hizmetlerine olan talebinin (işletme amaçları) nitelik ve nicelik olarak bilinmemesi, gelecekte değişebilecek ihtiyaçların bugünden kestirilmemesi (Çağlar, 2011; Sağkaya, 2020).

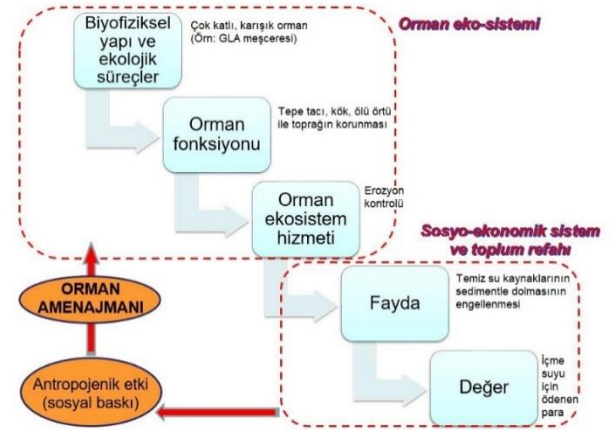
3. Ekosistem hizmetleri

3.1. Tanım ve tarihçe

EH teriminin ilk kullanımı 1970'li yıllara kadar uzansa da, bugünkü anlamıyla bilimsel literatüre girmesi 1997 yılında olmuştur (Costanza vd., 1997; Daily, 1997). Costanza vd. (1997)'nin makalesinde yapılan tanımlamaya göre EH; "toplumların ekosistem fonksiyonlarından doğrudan veya dolaylı olarak sağladığı faydalar"dır (s. 253). Araştırmacılar bu makalede yeryüzündeki tüm ekosistemler tarafından sunulan EH'nin toplam ekonomik değerini yıllık 33 trilyon \$ olarak hesaplamışlardır. Bu değere doğal sermaye de (*natural capital*) denmektedir. Bu gelişmeler üzerine, 21. yüzyılın başında Milenyum Ekosistem Değerlendirmesi (MED) yapılmış ve burada EH kavramsallaştırılmıştır (MEA, 2005). MED'den sonra EH kavramı bilim dünyasının dışına taşmış; çevre politikacıları, ekonomistler ve doğa korumacılar arasında da yaygınlaştırmıştır (Pistorius vd., 2012). Bu bağlamda EH yaklaşımı; insanoğlunun ekosistemlerden sağladığı faydaların konumsal olarak belirlenmesi ve bunlara ekonomik değer takdir edilmesi yoluyla ekosistemlerin yapısı, süreçleri, fonksiyonları ve toplumların refahı arasındaki ilişkileri değerlendiren bilimsel bir araştırma alanı olarak tanımlanabilir (Burkhard ve Maes, 2017).

EH yaklaşımının daha iyi anlaşılabilmesi ve uygulamada birlik sağlanması açısından bazı teorik modeller geliştirilmiştir (örn. *cascade model*, *tiered approach*, *ES bundles*, *blueprint* vd.). Bunlardan belki de en önemlisi; de Groot vd. (2010) ve Potschin ve Haines-Young (2011)'in geliştirdiği basamaklı (*cascade*) modeldir. Basamaklı modelin, orman ekosistemlerine uyarlanmış hali Şekil 2'de görülebilir. Şekilde ormanın *biyofiziksel yapısı*; orta boy, yaş sınıfı, tepe tacı kapallılığı gibi meşcere parametreleriyle karakterize edilmektedir. Bunların birbirleriyle ve diğer ekosistem elemanlarıyla etkileşimi sonucunda *ekolojik süreçler* meydana gelir ve böylece *orman fonksiyonunun* (OF) oluşmasına zemin hazırlanır. Orman EH esasen OF'ndan türetilirler ve günlük hayatta insanoğluna aktüel bir *hizmet* akışı sunarlar. İnsanlar bu EH akışından farkında olarak ya da olmadan *fayda* sağlarlar. Söz konusu fayda(lar) ekonomik *değere* dönüşebileceği gibi (dikili satış), parasal olarak değerlendirilmeyebilir de (oksijen üretimi). Sonuç itibarıyla, orman eko-sistemi, *sosyo-ekonomik sistem* (pazar vb.) ve *toplum refahına* katkı sağlamış olur.

Son yüzyıllarda yaşanan hızlı sanayileşme ve nüfus artışı, toplumları ormanlardan daha fazla faydalanmak zorunda bırakmıştır. Şekil 2'de *antropojenik etki* olarak gösterilen baskı unsurları (aşırı kesim, açmacılık, hayvan otlatma vd.) *orman eko-sistemine* zarar verebilmektedir. Bu anlamda *Orman Amenajmanı* bir taraftan sosyal baskıları kontrol etmeye çalışırken (orman koruma, endüstriyel plantasyonlar vd.), diğer taraftan ormancılık faaliyetleri ile birçok EH akışının sürdürülebilirliğini sağlamak zorundadır (ara hasılat, rekreasyon vd.). Bu sayede Şekil 2'deki döngü sağlıklı bir şekilde sürüp gider. Hatalı orman amenajmanı uygulamaları, aşırı sosyal baskı gibi nedenlerle zincirin halkalarından biri ya da birkaçı kopar(ılır)sa, gelecek nesiller kritik EH'nden faydalanamayacaktır. Böyle bir durumda, yeryüzündeki insan yaşamının sürdürülebilirliği tehlikeye girer.



Şekil 2. EH yaklaşımına ilişkin basamak modeli (de Groot vd., 2010 ve Potschin ve Haines-Young 2011'den orman EH'ne uyarlanmıştır)

3.2. Ekosistem hizmetlerinin sınıflandırılması

EH çeşitli kesimlerce farklı şekillerde sınıflandırılmış olmasına rağmen (MEA, TEEB, IPBES), günümüzde en sık kullanılan sınıflandırma; Ekosistem Hizmetlerinin Uluslararası Ortak Sınıflandırma Sistemi (EHUOS-CICES)'dir (Haines-Young ve Potschin, 2018; Tiemann ve Ring, 2018). EHUOS versiyon 5.1'e göre EH; (i) üretim, (ii) düzenleme ve koruma, (iii) kültürel hizmetler olarak üç ana gruba ayrılmaktadır (Haines-Young ve Potschin, 2018). Burada ekosistemlerden sağlanan somut (odun hammaddesi) ve soyut (jeotermal enerji) çıktılar, tek bir sınıf olarak üretim hizmetleri altında değerlendirilmiştir. Yine diğer sınıflandırmalardan farklı olarak EHUOS'ta destek hizmetleri de (örn. besin döngüsü), düzenleme ve koruma hizmetleri altında değerlendirilmektedir.

Üretim hizmetleri; canlı sistemlerden temin edilen gıda, hammadde ve enerji kaynakları olarak tanımlanabilir (örn. tomruk [biyotik], içme suyu [abiyotik]). Düzenleme ve koruma hizmetleri; canlı organizmaların dış çevreyle etkileşime girerek insanların yaşamını güvence altına aldığı tüm hizmetlerdir (Haines-Young ve Potschin, 2018). Ayrıca katı, sıvı ve gaz akışlarına elverişli ortamın temin edilmesi de bu sınıfa girmektedir (örn. vejetasyonun toprağı koruması [biyotik], devrik ağaçların fiziki engel oluşturarak taş yuvarlanmalarını önlemesi [abiyotik]). Kültürel hizmetler ise; ekosistemlerin insanların fiziki ve ruhsal sağlığını etkileyen tüm soyut ve tüketilemeyen çıktılardır (örn. doğa yürüyüşü için elverişli ortam oluşturma [biyotik], orman içinde gizli kalmış mağaralar [abiyotik]).

EH yaklaşımı yeryüzündeki tüm ekosistemleri kapsamaktadır. Bu çalışmanın kapsamı yalnızca ormanlarla sınırlı olduğu için EHUOS, orman ekosistemi özelinde sadeleştirilerek Ek Çizelge 2'de sunulmuştur. Ek Çizelge 2, yukarıdan aşağıya uzanan hiyerarşik bir sınıflandırma sistemine sahiptir (Haines-Young ve Potschin, 2018). Bu sisteme göre odun hammaddesi EH; *üretim hizmetleri* ana grubunun altında, *biyokütle* bölümündeki ilgili alt sınıflarda yer alırken, orman içi su bentleri; yine *üretim hizmetleri* ana grubu altında, *su kaynakları* bölümündeki alt sınıfta yer almaktadır (Ek Çizelge 2). EHUOS'un bu hiyerarşik yapısı sayesinde, ormanlardaki karmaşık ekolojik süreç, döngü ve

etkileşimler sonucunda ortaya çıkan tekil EH'nin ayrıntılı dökümü yapılabilmektedir.

3.3. Ekosistem hizmetlerinin sayısallaştırılması ve haritalama

EH'nin doğru şekilde sayısallaştırılabilmesi için amaca uygun göstergeler (indikatör) gereklidir. Bu göstergeler sayesinde ilgili EH, biyofiziksel birimlerle sayısal olarak ifade edilebilir. Örneğin; odun üretimi EH'nin göstergelerinden biri; yıllık eta miktarı, bunun biyofiziksel birimi ise $m^3/ha/yıl$ 'dır. Diğer önemli EH'ne ait bazı göstergeler Çizelge 1'de toplu olarak sunulmuştur. EH göstergelerinin bir başka görevi de; ilgili EH'lerin arzında zaman içinde meydana gelen değişimleri ölçmektir. Böylelikle, herhangi bir orman işletmesinin sunduğu –örneğin– biyoçeşitlilik EH düzeyinin geçmişten günümüze seyri takip edilebilir (Burkhard ve Maes, 2017).

Sayısallaştırma için uygun göstergeler seçildikten sonra sıra, bu göstergelerin nasıl ölçüleceğine gelir. Burada üç farklı yaklaşım söz konusudur: (i) doğrudan ölçüm, (ii) dolaylı ölçüm, (iii) modelleme. Doğrudan ölçümler; söz konusu EH'nin durumunu envanter, gözlem, anket ve izleme gibi yöntemlerle tespitine dayanır (Vihervaara vd., 2017). Orman envanteri sırasında hesaplanan meşcere parametrelerinden yıllık hacim artımı (m^3/ha), odun üretimi EH potansiyelinin doğrudan ölçülmesine güzel bir örnektir. Doğrudan ölçümlerle elde edilen bilgilere birincil veri denir (Egoh vd., 2012). Bunlar ilgili EH'nin sayısallaştırılması için kullanılabilir en doğru veri kaynaklarından. Ancak doğrudan ölçümün geniş orman alanlarında gerçekleştirilmesi oldukça masraflı, zahmetli ve zaman alıcı olabilmektedir.

Dolaylı ölçümler de tıpkı doğrudan ölçümler gibi somut biyofiziksel veriler sağlar. Fakat bu veriler ilgili EH'ni direkt olarak ölçmeye izin vermez. Bu yüzden dolaylı ölçümle elde edilen veriler önce yorumlanır, işlenir ya da diğer verilerle harmanlanır (Vihervaara vd., 2017). Örneğin; kent ormanlarının havayı filtre etme EH, ağaçların yaprak alan indeksi (YAI) yardımıyla ölçülebilmektedir. YAI esasen havadaki tozları bizzatı tutmamaktadır. Ancak, ağaçların tepe ve dallarındaki ibre ve yaprak miktarı arttıkça, havadaki toz partiküllerinin bu engellere daha fazla takılarak havadan süzüleceği açıktır. Dolayısıyla, YAI gibi indislere yardımcı (*proxy*) ya da ikincil göstergeler denmektedir (Egoh vd.,

2012). Dolaylı ölçümler genellikle uzaktan algılama yöntemleriyle gerçekleştirilirler. Bu yüzden daha kolay, hızlı ve ucuz yolla temin edilmeleri mümkündür. Fakat doğrulukları doğrudan ölçümlere nazaran daha düşüktür.

Modelleme; doğrudan ve dolaylı ölçümlerin mümkün olmadığı durumlarda ya da bazı düzenleme ve koruma EH için tercih edilmesi gereken bir yöntemdir. Modelleme ile karmaşık süreçler içeren EH'nin durumu, ekolojik ve sosyokültürel verilere dayalı olarak sayısallaştırılabilmektedir (Vihervaara vd., 2017). Örneğin; ormanların sıvı akışları düzenlemeyle ilgili EH'nin sayısallaştırılmasında kullanılan *Soil and Water Assessment Tool (SWAT)*, modellemeye örnek teşkil edebilir. Fakat SWAT modelinin biyofiziksel çıktıları (örn. sediment miktarı) bu amaçla direkt olarak kullanılamaz. Söz konusu çıktıların başka bir model yardımıyla ilgili EH'ne (örn. sedimentasyonun su kalitesine etkisi) dönüştürülmesi gerekir (Dunford vd., 2017). Yine sıvı akışlarla ilgili diğer bir örnekte; Uygur (2016), ormanlık havzalarda hidrolojik döngünün düzenlenmesi ve sel/taşkından koruma EH'ni sayısallaştırmıştır. Bunun için Mike 11 hidrolojik yazılımının NAM yağış-akış modülünü kullanan araştırmacı, daha sonra model çıktıları arazi kullanımları ile ilişkilendirmiştir. Böylelikle alt havzalardaki tüm arazi kullanım tipleri için yüzeysel akış katsayıları hesaplanabilmektedir. Çalışmanın sonunda orman, mera, tarım ve yerleşim arazi kullanımları için hesaplanan akış katsayıları sırasıyla; 0.32, 0.55, 0.61 ve 0.98'dir. Diğer bir ifadeyle, ormana düşen toplam yağış miktarının yaklaşık 1/3'ü yüzeysel akışa geçerek yamaçlardan derelere ve mansaba ulaşırken, aynı yağışın geçirimsiz tabakaya sahip yerleşim yerlerine düşmesi halinde neredeyse tamamı yüzeysel akışa geçerek sel/taşkın gibi felaketlere yol açabilmektedir.

EH, yukarıda açıklanan yöntemlerden uygun olan seçilerek sayısallaştırıldıktan sonra haritalanmalıdır. Çünkü özellikle ormanlarda neredeyse tüm EH'nin temin düzeyi, onların coğrafi konumlarıyla yakından ilişkilidir. Örneğin; dere kenarında yer alan (riperyan) meşcerelerin, drenaj ağına uzak bir başka meşcereye göre çok daha yüksek düzeylerde sediment önleme EH sunması beklenir. Ya da içinden araç yolu geçen meşcerelerde yaban hayatı EH düzeyinin düşeceği açıktır. EH haritalarının bir diğer faydası ise; planlamacı ve karar vericilere neredeki EH'nin güçlendirilmesi ve koruma faaliyetlerine nereden başlanması gerektiğiyle ilgili bilgiler sunmasıdır (Syrbe vd., 2017).

Çizelge 1. Bazı orman EH'ne ilişkin sayısal göstergeler

Ekosistem hizmeti	Örnek göstergeler	Birimi
Odun hammaddesi	Eta, gerçekleşen odun üretimi miktarı	$m^3/ha/yıl$, m^3
Odun dışı orman ürünü	Ormandan toplanan mantar miktarı	ton/ha/yıl
Su üretimi	Bentlerden şehir şebekesine aktarılan su miktarı, hidrolojik fonksiyon gören ormanın tüm alana oranı	$m^3/yıl$, %
Sel ve taşkın kontrolü	Sel sayısı, selden etkilenen alanlar	#/yıl, ha
Tozlaşma	Polen taşıyıcı böcek türlerinin bolluğu, orman kenar oranı	Tür sayısı/ m^2 , %
Erozyon kontrolü	Önlenen toprak kaybı miktarı	ton/ha/yıl
İklim düzenleme	Toprak/toprakaltı/toprak üstü bileşenlerdeki karbon stoğu, net CO_2 bağlama miktarı	ton/ha, ton/yıl
Ayrışma ve bağlama süreçleri	Nitrojen bağlayıcı türlerin yayılış alanı	ha
Rekreasyon	Milli park ziyaretçi istatistikleri	Ziyaretçi sayısı/yıl

Arazi kullanımı/arazi örtüsü (AKAÖ) haritaları, EH haritalarına altlık oluşturabilir (Burkhard vd., 2009). Orman ekosistemi özelinde düşünürsek, meşcere haritasındaki her bir meşcere tipinden temin edilebilecek EH düzeyleri farklıdır. Örneğin; 15 yaşındaki gevşek kapalı Meşe baltalığı (MBt1/15) tarafından sunulan su üretim EH düzeyinin, Göknarın yaşlı seçme kuruluşundan (GA) fazla olması beklenir. Çünkü MBt1/15 kışın yapraklarını dökerek toprağı tüm yıl boyunca tam olarak örtmediğı gibi, kısa idare süreleriyle tıraşlama kesildiğı için bazı yıllarda toprağı tamamen çıplak bırakmaktadır. Böyle bir arazide yağmur sularının yüzeyel akışa geçme oranı ve dolayısıyla suyun havza su rezervuarlarında birikimi fazla olacaktır. GA kuruluşu ise hem yatay hem de dikey yönden tam kapalı olduğı için yağmur sularının önemli bir kısmı toprağı hiç ulaşmadan sık ibrelerden atmosfere geri buharlaşacaktır (intersepsiyon). Ayrıca üzerinde yüksek miktarda ağaç serveti bulduran GA, terleme (transpirasyon) yoluyla topraktan ekstra su kaybına da neden olabilir. Dahası, seçme ormanlarda idare süresi ve maktada kavramları olmadığı için geliştirilmeler tek ağaç düzeyinde yapılmakta; dolayısıyla, orman örtüsü toprağı sürekli olarak kapatmaktadır (bkz. devamlı orman-*continuous cover forestry*) (Gadow vd., 2002). Aynı meşcere tipleri, örneğin erozyonu önleme ya da biyoçeşitlilik EH açısından karşılaştırıldığında, tam aksi sonuçlarla karşılaşılması kuvvetle muhtemeldir. İşte bu yüzden tüm EH ayrı ayrı değerlendirilmeli ve haritalandırılmalıdır.

EH haritalanmasında farklı yöntemler söz konusudur. Bunlar; (i) kılavuz tablo (matris), (ii) uzman görüşü, (iii) fonksiyonel ilişki, (iv) yersel ölçme ve (v) konumsal modelleme olarak sınıflandırılabilir. Haritacının hangi yöntemi tercih edeceği, çalışmanın amacına ve veri teminine bağlıdır. Karar verme noktasında aşamalı yaklaşımın (*tiered approach*) kullanılması yardımcı olabilir (Gret-Regamey vd., 2015). Bu yaklaşıma göre; yeterli miktarda ve kalitede altlık veri sağlanamıyorsa genellikle i. ya da ii. yöntem kullanılmak zorundadır. Bu yöntemler ile söz konusu EH'nin yalnızca alansal dağılımı hakkında kaba bilgiye sahip olunabilir. Eğer sistemin genel davranışı kavranmak isteniyorsa, iii. veya iv. yöntemler kullanılmalıdır. v. yöntem ise; sistemdeki süreçlerin arkaplanında yatan sebep-sonuç ilişkilerini (etki-tepki vs.) açığa çıkarır. Tahmin edilebileceğı gibi, i.'den v. yönteme doğru gidildikçe, hem veri ihtiyacı hem de harita doğruluğı tedricen artmaktadır. (Burkhard ve Maes, 2017).

3.4. Uygulama

EH yaklaşımı, bütüncül ve problem odaklı yapısı sayesinde günümüzde doğa koruma, doğal kaynak planlaması ve çevre yönetimi alanlarında sıklıkla tercih edilen bir uygulama aracına dönüşmüştür (Hauck vd., 2013; Tezer vd., 2018). Örneğin; Türkiye'nin de imza koyduğu Biyoçeşitlilik Sözleşmesi kapsamında taraf ülkelere benimsenen Stratejik Plan'da *Aichi Biyoçeşitlilik Hedefleri* belirlenmiştir (European Commission, 2011). Buradaki Hedef 11 ve Hedef 14, direkt olarak EH ile alakalıdır. Avrupa Birliği ülkeleri söz konusu hedefleri yerine getirebilmek için kendi biyoçeşitlilik stratejilerini güncellemişlerdir. Bu bağlamda, 2020 yılına kadar kendi sınırlarındaki EH'nin durumunu haritalayıp değerlendirmek ve bozuk ekosistemlerin en az %15'inde koruma ve restorasyon yapmak gibi somut hedefler koymuşlardır. Aynı süre zarfında

ormancılık sektörünün biyoçeşitliliğin sürdürülmesine olan katkısının da artırılması beklenmektedir (European Commission, 2011; IPBES, 2018). Bu yüzden aşağıda sıralanan çalışma grupları ve uluslararası girişimler, EH yaklaşımını fonksiyonel bir uygulama aracı olarak kullanmış ya da kullanmaktadırlar:

- *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA, 2005),
- *The Economics of Ecosystems and Biodiversity* (TEEB, 2011),
- *Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services* (MAES, 2011),
- *Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem* (IPBES, 2018).

EH yaklaşımının uygulamaya aktarılabilmesi için geliştirilmiş bir takım model yazılımlar da mevcuttur. Bu yazılımlar sayesinde birçok EH sayısallaştırılıp haritalanabildiğı gibi, ekosistemlerin farklı bileşenleri arasındaki etkileşimler, alternatif senaryolar aracılığıyla geleceğe dönük olarak analiz edilebilmektedir. *InVEST*, *ESTIMAP*, *ARIES*, *GISCAME* ve *MIMES*, dünyada yaygın olarak kullanılan EH yazılımlarından bazılarıdır. Bunlardan *GISCAME*'i kullanan araştırmacılardan Frank vd. (2014), erozyon kontrolü EH'ni güçlendirmek için yapılacak amenajman uygulamalarının diğer EH'lerini nasıl etkileyeceğini araştırmıştır. Senaryo analizlerine dayalı model çıktıları; dere kenarlarının bitkilendirilmesi sonucunda toprak kaybında %2-7, yamaçlara canlı/cansız çit yapımına ilaveten işlemeli tarımın terk edilmesi halinde %33-89 ve üç faaliyetin birden yapılması durumunda toprak kaybında %92'lik düşüş öngörmüştür. Ayrıca söz konusu faaliyetler ile alandaki ekolojik bütünsellik arasında da sinerji olduğu, fakat bunun odun üretimini olumsuz etkileyeceğı sonucuna varılmıştır. Başkent (2018) ve Tiemann ve Ring (2018), bu tür ödünleşim (*trade-off*) analizlerini içeren model yazılımlarının çok amaçlı ormancılık açısından önemine vurgu yapmaktadırlar. Nitekim, farklı yönetim stratejilerinin gelecekteki EH temini üzerine etkilerini bilmek, bugünkü planlama kararlarının daha isabetli verilmesine yardımcı olacaktır.

Bu anlayışla ülkemizdeki bazı EH'ni orman amenajman planlarına yansıtan çalışmalar da mevcuttur. Örneğin; Vatandaşlar (2020) ormanların erozyon kontrolü EH'ni ETFOP'a entegre etmeye çalışmıştır. Bu amaçla, iki orman işletme şefliğinin potansiyel toprak kayıpları ve yerinde tutulan toprak miktarları (azaltılan erozyon) tahmin edilmiş, toprak korumaya ayrılması gereken meşcereler belirlenmiş ve toprak koruma işletme sınıflarında erozyonu minimize edecek optimal orman kuruluşları ortaya konmuştur. Sonuç olarak; normal (>%10) kapalıdaki meşcerelerin sahadaki erozyonu çıplak saha koşullarına göre %95 oranında azaltabildikleri; seçme kuruluş ve tam kapalı ibreli meşcerelerde neredeyse hiç erozyon meydana gelmediğı; sarıçamın toprak koruma işletme sınıflarında erozyon kontrolü EH'ni maksimize etmek için amaç meşcere kuruluşlarının 55 m²/ha göğüs yüzeyine sahip olması gerektiğı ve bu işletme sınıfı için gerekli olan optimal idare süresinin 100-120 yıl olduğı ortaya konmuştur. Ayrıca, böyle bir entegrasyon stratejisinin benimsenmesi halinde plan süresince alınacak periyodik eta miktarlarında herhangi bir azalma olmayacağı da gösterilmiştir. Çünkü bu yaklaşım ile erozyon açısından riskli görülmeyen meşcereler sırf eğimli

arazi üzerinde buldukları için toprak korumaya ayrılmak zorunda kalmamaktadır. Nitekim, arazi eğiminin haricinde erozyon riskini belirleyen bir çok faktör bulunmaktadır (örn: bitki örtüsü, iklim, toprak yapısı vd.). Bir başka araştırmada, Özdemir vd. (2020) su verimi, su kalitesi, akış değişkenliği ve ekstrem akışlara odaklanarak ormanların su üretimi EH'ni Marmara Bölgesi ölçeğinde çalışmışlardır. Çalışma sonucunda planlamacı ve uygulamacılara bir takım öneriler getirilmiştir. Bunlardan bazıları; su verimini arttırmak için şiddetli aralamalara başvurulmaması, ormancılık faaliyetleri esnasında ölü örtüye zarar verilmemesi, baraj havzalarında geniş yapraklı ağaç türlerinin tercih edilmesi ve su kaynaklarını korumaya yönelik "İyi Uygulama Rehberleri"nin hazırlanması şeklindedir.

EH kavramı ülkemizde nispeten yeni olduğu için, ulusal literatürde EH yaklaşımına karşı getirilen eleştirilere henüz rastlanmamaktadır. Ancak, uluslararası arenada ender de olsa eleştirilere rastlamak mümkündür. Bunlar genellikle EH için ücret ödeme mekanizmaları (*payment for ecosystem services-PES, willingness to pay-WTP*) konusunda yoğunlaşmaktadır. Bazı araştırmacılar PES mekanizmasının fazla piyasa güdümlü olduğunu öne sürmektedir. Bu durumun, doğaya "faydacı" bir gözle bakılarak, onun para karşılığı sömürülmesine hizmet edebileceği noktasında uyarılar yapılmaktadır (Pistorius vd., 2012; Gómez-Baggethun vd., 2010; Quine vd., 2013). Gerçekten de yeryüzü tüm insanlığın ortak mirasıdır. Dolayısıyla parasını verenin, dilediği EH'ni dilediği düzeyde istismar etmesi kabul edilemez.

4. Orman fonksiyonu ve orman ekosistem hizmeti arasındaki farklılıklar

Ormanların sunduğu çeşitli fonksiyon, hizmet ve faydaların hepsi ülkemizde OF olarak anılsa da, OF ve EH arasında önemli farklılıklar vardır. Bu farklılıklar yalnızca terminolojik değil, aynı zamanda kavramsaldır. Farkın net olarak anlaşılabilmesi için, bir önceki bölümde orman ekosistemine uyarlanan basamaklı modelin iyi kavranması gerekir. Şekil 2'de görüldüğü gibi OF ve EH, orman ekosistemi'nin iki ayrı bileşenidir. Burada OF; bir ormanın ilgili EH'ni sağlayabilmesi için gereksinim duyduğu kapasite olarak algılanmalıdır. Söz konusu kapasite, ormanın potansiyeline işaret eder (örn. yüksek ağaç serveti=yüksek odun üretim potansiyeli gibi). Orman EH ise; ormanın fonksiyonlarından türetilirler ve gerçek hayatta insanlara fiili bir hizmet akışı sunarlar. İnsanlar bu hizmetlerden farkında olarak veya olmayarak fayda sağlarlar (Şekil 2). Bu bağlamda orman EH; OF'nun insanlar tarafından kullanılan kısmı (örn. odun üretimi için eta miktarı) ve böylelikle ormanın insanoğluna sağladığı katkılardır, şeklinde tanımlanabilir.

Örneklendirmek gerekirse; araçla ya da yaya olarak ulaşımı çok zor olan bir orman arazisinde rekreasyonel kullanıma oldukça uygun meşcereler bulunabilir. Buralarda ormanın rekreasyon fonksiyonu üst düzeyde sağlanıyordur. Ancak insanların bu alandan haberi olmadığı ya da haberi olsa bile ulaşamadıkları için OF, EH'ne dönüşmemektedir. Diğer bir ifadeyle; orman ekosisteminin bu alandaki kapasitesinden insanlar çeşitli nedenlerle faydalanmamaktadırlar. Bu anlamda, Belgrad Ormanları'nın sunduğu üst düzey rekreasyon EH, ormandaki rekreasyonel olanaklar kadar, alanın İstanbul gibi çok kalabalık bir şehirde yer almasından da kaynaklanmaktadır.

Aynı orman, örneğin Artvin'de bulunmuş olsaydı, rekreasyon fonksiyonu aynı olmasına rağmen rekreasyon EH muhtemelen çok daha alt düzeylerde temin edilebilirdi. Nitekim, Artvin'deki Kafkasör Kent Ormanı, tıpkı Belgrad Ormanları gibi –belki de daha fazla– olanaklar sunsa da, yıllık ziyaretçi sayısı çok daha azdır.

Benzer bir örnek, mutlak korumaya ayrılmış milli parklar için de verilebilir. Milli park içindeki ormanlar teorik olarak odun üretimi fonksiyonunu yerine getirebilmelerine rağmen, buralarda –genellikle– üretim faaliyetleri gerçekleştirilmediği için, odun üretimi EH akışı olmamaktadır. Yani pratikte milli parkların odun üretimi EH potansiyelinden değil, diğer potansiyellerinden (biyoçeşitlilik, rekreasyon, yaban hayatı, estetik görünüm vd.) faydalanılmaktadır.

Yukarıdaki örneklerden anlaşıldığı gibi OF ve EH kavramları, insanoğlu ve doğa arasındaki etkileşimin farklı boyutlarını ön plana çıkarmaktadırlar. Bu farklılık, doğal olarak tematik haritalara da yansımaktadır. OF ve EH düzeyleri hem zamansal hem de konumsal olarak örtüşmedikleri için, aynı ormanın OF ile EH haritaları çoğunlukla birbirinden farklıdır. Schulp vd. (2012), Doğu Avrupa'daki ülkelerin birçok EH ve OF'nu haritalamışlardır. Aynı temaya sahip (örn. ODOÜ) haritalar üst üste çakıştırıldıklarında, EH ve OF arasındaki konumsal uyumsuzluklar oldukça belirgindir. Araştırmacılar, yüksek OF düzeylerinin genellikle homojen yapıdaki doğal alanlarda yoğunlaştığını bildirmişlerdir. EH sıcak noktaları ise doğallık ve insan kullanımının içiçe geçtiği heterojen yapıdaki arazilerde toplanmıştır.

OF ve EH arasındaki bir diğer farklılık; sınıflandırma sistemlerinde görülmektedir. Ek Çizelge 1-2'den anlaşıldığı gibi, EH yaklaşımı hiyerarşik ve daha ayrıntılı bir sınıflandırma sunmaktadır. Bunun nedeni, bazı EH için farkında olmadan yapılabilen mükerrer sayımların önüne geçmektir (Hansen ve Malmaeus, 2016). Aksi takdirde *doğal sermaye*, olduğundan daha değerliymiş gibi gösterilmiş olur. İki yaklaşımın kronolojisi göz önüne alındığında, bu durum doğal karşılanmalıdır. Nitekim, OF yaklaşımının ortaya çıkışı, EH'ne göre çok daha eskiye dayanmaktadır. Ancak, ülkemizdeki OF sınıflandırma sisteminde bir takım mantıksal tutarsızlıklar da söz konusudur. Örneğin; "Hidrolojik Fonksiyon", sosyokültürel OF grubunda yer almaktadır (Ek Çizelge 1). Halbuki orman ekosisteminin biyofiziksel yapısı ve içindeki biyokimyasal süreçler marifetiyle su rejimini düzenlemesi ekolojik bir hadisedir. Dolayısıyla OGM (2017)'deki Hidrolojik Fonksiyon, sosyokültürel OF grubundan çıkarılarak ekolojik OF grubuna sokulmalıdır. Şayet Hidrolojik Fonksiyon'dan kasıt içme ve kullanma suyu üretimi ise bu sefer de ekonomik OF (1118) söz konusu olur (Ek Çizelge 1). Bu noktada Hidrolojik Fonksiyon ile ilgili çarpıcı bir örnekten söz etmek yerinde olur. Bilindiği gibi, insanoğlunun erişebildiği tatlı su kaynaklarının büyük bir kısmı (%75'i) ormanlık havzalardan sağlanmaktadır (MEA, 2005). Fakat ülkemizde kullanılan şebeke suyu ücretlerinin tamamı, haneler tarafından genellikle belediyelere bağlı sular idaresine ödenmektedir. Toplanan bu ücretlerden orman teşkilatına ayrılan bir pay bulunmamaktadır. Yani su, "serbest mal" olarak değerlendirilmektedir. Oysa ki; kaliteli suyun ormanlardan düzenli temininin OGM'ye bir takım maliyetleri vardır (örn. uzun idare süresi, sıklık bakımı vd.) (Eker, 2018). Bunun yanı sıra, söz konusu orman alanları amenajman planlarında hidrolojik fonksiyona ayrılarak odun

üretimi, toprak korunması ve diğer birçok EH'nden feragat edilmektedir. OGM tarafından katlanılan bu maliyetlerin parasal karşılığının farklı kurumlar tarafından tahsil edilmesi çelişkili bir durumdur ve kurumsal düzeyde tartışılmalıdır.

OF ve EH kavramları arasındaki farklılıklar kavrandıkça, özellikle orman amenajmanı disiplininde sıklıkla kullanılan "işletme amacı" kavramı akla gelebilir. Eraslan ve Şad (1993)'te de belirtildiği gibi, orman ekosisteminde kendiliğinden ortaya çıkan bir fonksiyona, toplum tarafından talep oluşması halinde, o fonksiyon ormanın işletme amacı (ya da koruma hedefi) olur. Ancak, orman amenajmanı bakış açısıyla yapılan bu tanımlamaya dayanarak, işletme amacı ile EH arasında benzerlik kurmak yanıltıcı olacaktır. Çünkü özellikle ekolojik OF'nın birçoğuna toplum tarafından aktüel talep olmamaktadır. Örneğin; ülkemizdeki ormanlık bir havzanın alt kesiminde ya da dere yatağındaki yerleşim yerlerinde ikamet eden insanların, üst havzadaki ormanın su rejimini düzenleme veya sel/taşkınları önleme fonksiyonuyla ilgili somut bir talebi genellikle söz konusu değildir. Hatta hane halkı çoğu zaman bu koruyucu etkinin farkında bile değildir (örtülü EH). Fakat tabandaki ormancılık faaliyetleri (aralama şiddeti, traşlama kesim, maktaların büyüklüğü ve konumsal dağılımı vs.), hane halkının can güvenliği ve refah düzeyini önemli ölçüde etkilemektedir.

OF ve EH terimlerinin literatürde birbirlerinin yerine kullanıldıkları da görülmektedir. Örneğin; OGM (2017)'deki "Orman Fonksiyonları, İşletme Amaçları ve Koruma Hedefleri Tablosu"nda *erozyonu önleme*; OF, *toprak koruma* (2213) ise; koruma hedefi olarak yer almaktadır (Ek Çizelge 1). Halbuki; ormanın tepe tacı, kök ve diğer biyofiziksel özellikleriyle toprağı aşınmaya karşı koruması OF iken, bu sayede toprak erozyonunun önlenmesi EH'dir. Benzer şekilde, ormanların su rejimini düzenleme gibi çok önemli bir fonksiyonu bulunmaktadır. Bu OF sayesinde, sel ve taşkınların kontrol edilmesi ise EH'dir. Buna ilaveten, iklimin düzenlenmesi OF; temiz hava temini, atmosferdeki sera gazı birikiminin azaltılması, küresel iklim değişikliğinin

yavaşlatılması vd. EH'dir. Dolayısıyla, terim ve kavramlar birbirine karıştırılmamalıdır. Elbette bu kafa karışıklığı yalnızca bizim ülkemizde yaşanmamaktadır. Yurtdışındaki ormancılar da OF (*function*), ormanın görevi (*forest's task*), kullanımı (*forest use*), değeri (*forest value*), katkısı (*forest's contribution*), hizmeti (*forest's service*) ve doğal etkisi (*natural effect*) terimlerini sıklıkla eşanlamlıymış gibi kullanmakta ve EH yaklaşımıyla SOY'ni zaman zaman birbirine karıştırmaktadırlar (Jax, 2005; Bader ve Riegert, 2011; Quine vd., 2013).

Terminolojik farklılıkların haricinde, OF ve EH yaklaşımları (konseptler) arasında da önemli farklılıklar bulunmaktadır. Örneğin; OF yaklaşımı ekosistemde doğal olarak oluşan arz konusunu kapsamaktadır. EH yaklaşımı ise; hem arz hem aktüel akış hem de toplum tarafından talep edilen fayda düzeyleriyle ilgilenmektedir (Şekil 2). OF ve EH yaklaşımları arasındaki diğer farklılıklar Çizelge 2'de özet olarak sunulmuştur.

5. Sonuç ve öneriler

Bu çalışmada OF ve EH kavramları ilk önce birbirinden bağımsız olarak ele alınmış, devamında aralarındaki bağlantı *orman ekosistemine uyarlanmış basamaklı model* (Şekil 2) yardımıyla kurulmuş ve daha sonra her iki yaklaşım birbiriyle karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonunda; OF ve orman EH'nin hem terimsel hem de kavramsal olarak birbirinden farklı yaklaşımlar olduğu ve birbirleriyle karıştırdıkları takdirde karar vericileri yanıltabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca EH yaklaşımının OF yaklaşımına tercih edilmesinin günümüzdeki modern ormancılık anlayışına daha uygun olacağı anlaşılmıştır. Çünkü OF yaklaşımı yalnızca ormanın doğal yapısı (kuruluşu) ve kapasitesi (potansiyeli) ile ilgilenirken, EH yaklaşımı daha bütüncül yapısıyla insanların ormandan talep ettiği fayda ve maddi/manevi değerleri de (toplum refahı) dikkate almaktadır.

Çizelge 2. OF ve EH yaklaşımları arasındaki farklılıklar (Pistorius vd., 2012; Kindler, 2016; Tiemann ve Ring, 2018; Boncina vd., 2019)

	Orman fonksiyonları	Ekosistem hizmetleri
Köken	Almanya (1950'ler)	ABD ve tüm dünya (2000'ler)
Bakış açısı	Devlet merkezci	İnsan merkezli, liberal
Ana amaç	Ekonomik, ekolojik ve sosyokültürel fonk. dengeleyen çok amaçlı ormancılık	Biyçeşitliliği korumak, tekil ekosistem hizmetlerinin devamlı temini
Bilim dalı	Dar ormancılık	Multidisipliner
Hedef kitle	Ormancılar, bölgesel planlamacılar	Doğal kaynak planlamacıları, politika yapıcılar, iş dünyası
Temel motivasyon	Orman sahibini tatmin etmek, toplum ihtiyaçlarını karşılama	Ekosistemler ve doğal sermayenin önemini kavratmak
İlgi alanı	Orman ekosisteminin bizatihi kendisi	Tüm ekosistemler, toplum refahı, eko- ve sosyo-ekonomik sistem arasındaki bağlar
Uygulama	Bazı ülkelerde yasal mevzuat üzerinden	Ulusal ve uluslararası sözleşme ve girişimler üzerinden

Türkiye ormancılığında EH yaklaşımının benimsenmesi halinde birçok avantaj sağlanabileceği gibi, OF uygulamasının (ETFOP) hali hazırdaki bir takım eksiklikleri de giderilmiş olacaktır. Bu anlamda, EH yaklaşımının bizlere sunduğu bazı olanakları sıralamak mümkündür;

- Sayısallaştırma, modelleme ve ekonomik değer takdiri için gerekli olan göstergelerin (indikatör) birçoğu, uluslararası EH literatüründe mevcuttur (Çizelge 1). İlgili göstergeler, olduğu gibi ya da Türkiye şartlarına uyarlanarak kullanılabilir.
- Tekil OF için optimal orman yapıları ve her bir meşcere tipinin ilgili OF'nun teminine katkısı (performansı) sayısal olarak belirlenebilir.
- Birbiriyle uyuşan ve çelişen orman işletme amaçları netlik kazanır. Farklı amaçlar arasındaki ahenk ve ödünleşimler kantitatif analizlerle ortaya konabilir. Böylelikle, tekil EH çok daha etkili bir şekilde eniyelenebilir (optimizasyon).
- Ormanın aktüel yapısı ve EH arzının geleceğe dönük uzun vadeli kestirimini yapabilen bilimsel karar verme teknikleri (karar destek sistemleri) için altlık modeller daha kolay sağlanır. Böylelikle planlamacılar, sezgisel ve öznel kararlar almak zorunda kalmazlar.
- Orman kaynaklarının uzun vadeli (100-200 yıl gibi) planlanması, ülkemizde taktik düzeyde (10-20 yıllık) hazırlanan orman amenajman planlarına stratejik bir boyut katar.
- EH yaklaşımı yalnızca ormancılık disipliniyle sınırlı olmadığından Orman İşletme Şefliği dahilinde kalan diğer arazi kullanımlarının da (mera, ziraat, sulak alan) planlaması bütüncül bir şekilde gerçekleşir. Böylelikle havza bazlı veya farklı sektörlerle işbirliği içerisinde entegre amenajman planları daha rahat hazırlanabilir.
- Ormanların sunduğu ekonomik, ekolojik ve sosyokültürel kaynaklar daha eşitlikçi bir anlayışla dengelenebilir. Böylece orman işletmelerinin hala ağırlıklı olarak odun üretimi eksenli ormancılık yaptığı yönündeki itirazlar azaltılır.
- Piyasada değerlendirilebilen orman ürünleri haricindeki diğer EH'ne de parasal değer takdir edilebilmesi yolunda çok önemli bir adım atılmış olur. Yurtdışında hayli yaygın olan "EH için ücret ödeme" mekanizmaları (*PES*, *WTP*) gündeme gelir. Böylelikle orman kaynaklarının yönetimi için ilave kamu kaynağı sağlanabilir.
- Doğal sermaye (*natural capital*) hakkında farkındalık yaratılır. Orman teşkilatının halkla kurduğu ilişkiler daha da güçlenir, katılımcı yaklaşımlar artar.

EH, hem Türkiye genelinde hem de ormancılık sektörü özelinde nispeten yeni bir yaklaşımdır. Dünyada hızla benimsenen bu yaklaşımın, yakın gelecekte ülkemizde de kendine geniş kullanım alanı bulacağı tahmin edilmektedir. Kullanım alanları yaygınlaştıkça, uygulamada yaşanabilecek sorunların çıkması da kaçınılmazdır. İleride yaşanabilecek sorunların önüne geçmek için araştırmacılara aşağıdaki önerilerde bulunulabilir;

- OF (Ek Çizelge 1) ve orman EH (Ek Çizelge 2) tabloları birbirine bağlanarak hangi OF'nun hangi EH ya da EH gruplarına karşılık geldiği netleştirilmelidir.
- Üzerinde çok çalışılmamış bazı EH için Türkiye şartlarına özgü kantitatif göstergeler geliştirilmelidir (örn.

kötü kokuların önlenmesi, kültürel miras, manevi etkileşimler vd.).

- Orman İşletme Şeflikleri tarafından sunulan odun üretimi, rekreasyon vd. olanakların, OF ve EH haritaları ayrı ayrı üretilerek aradaki konumsal ve zamansal farklılıklar ortaya konmalıdır.
- Tekil EH haritaları, kendi içerisinde arz, talep ve fiili akış (mobilizasyon) olarak ayrı ayrı üretilmelidir.
- Aynı şefliğin çeşitli EH'ne ait haritaları üst üste çakıştırılarak toplam EH düzeyinin çok yüksek olduğu alanlar (EH sıcak noktaları) belirlenmeli ve buralarda özel koruma önlemleri alınmalıdır.

Sıralanan bu önerilerin ülkemizde hayata geçirilebilmesi için atılabilecek ilk ve en etkin adım; EH'nin orman amenajman planlarına entegrasyonu konusunun resmen ve kurumsal olarak benimsenmesi olacaktır.

Kaynaklar

- 6831 sayılı O.K., 1956. 6831 sayılı Orman Kanunu. Resmi gazetede yayımlandığı tarih: 8 Eylül 1956, 33 s.
- Asan, Ü., Şengönül, K., 1988. Orman formlarının fonksiyonel açıdan karşılaştırılması. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 4(B): 52-67.
- Asan, Ü., 1990. Orman kaynaklarının çok amaçlı kullanımı ve fonksiyonel planlama. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 40(3): 67-84.
- Asan, Ü., 2013. Orman Amenajmanı Esasları – Temel Kavramlar, Amaçlar ve İlkeler. İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Asan, Ü., 2017. Orman Amenajmanı (Planlama Sistemleri). İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Bader, A., Rieger, C., 2011. Interdisciplinarity in 19th and early 20th century: Reflections on ecosystem services of forest. Rupkatha Journal on Interdisciplinarity Studies in Humanities, 3(1): 87-98.
- Başkent, E.Z., Başkaya, Ş., Terzioğlu, S., 2008. Developing and implementing participatory and ecosystem based multiple use forest management planning approach (ETÇAP): Yalnızçam case study. Forest Ecology and Management, 256: 798-807.
- Başkent, E.Z., Keleş, S., Mumcu Küçükler, D., 2013. Ülkemiz ormanlarının karar destek sistemleri/modelleme ile planlanması sürecinin analizi. Ormancılıkta Sektörel Planlamanın 50. Yılı Uluslararası Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 26-28 Kasım, Antalya, s. 69-79.
- Başkent, E.Z., 2018. A review of the development of the multiple use forest management planning concept. International Forestry Review, 20(3): 296-313.
- Başkent, E.Z., 2020. A framework for characterizing and regulating ecosystem services in a management planning context. Forests, 11: 102.
- Boerema, A., Rebelo, A.J., Bodi, M.B., Esler, K.J. Meire, P., 2017. Are ecosystem services adequately quantified? Journal of Applied Ecology, 54: 358-370.
- Boncina, A., Simoncic, T., Rosset, C., 2019. Assessment of the concept of forest functions in Central European forestry. Environmental Science and Policy, 99: 123-135.
- Burkhard, B., Kroll, F., Müller, F., Windhorst, W., 2009. Landscapes' capacities to provide ecosystem services – a concept for land-cover based assessment. Landscape Online, 15: 1-22.
- Burkhard, B., Kandziora, M., Hou, Y., Müller, F., 2014. Ecosystem service potentials, flows and demands – concepts for spatial localization, indication and quantification. Landscape Online, 34: 1-32.
- Burkhard, B., Maes, J., 2017. Mapping Ecosystem Services. Pensoft Publishers, Sofya.

- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Stephen F., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., van den Belt, M., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387: 253-260.
- Çağlar, Y., 2011. Çevreleme (1. baskı). İmge Kitabevi, Ankara.
- Çolak, A.H., Kırca, S., Rotherham, I.D., İnce, A., 2010. Restoration and Rehabilitation of Deforested and Degraded Forest Landscapes in Turkey. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Daily, G., 1997. *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, Washington DC.
- de Groot R.S., 1992. Functions of Nature – Evaluation of Nature in Environmental Planning, Management and Decision Making. Wolters-Noordhoff, Amsterdam.
- de Groot, R.S., Wilson, M.A., Boumans, R.M.J., 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, 41: 393-408.
- de Groot, R.S., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L., Willemsen, L., 2010. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecological Complexity*, 7: 260-272.
- Dieterich, V., 1953. *Forstwirtschaftspolitik – Eine Einführung*. Paul Parey, Hamburg ve Berlin.
- Dunford, R.W., Harrison, P.A., Bagstad, K.J., 2017. Computer modelling for ecosystem service assessment. In: *Mapping Ecosystem Services* (Ed: Burkhard, B., Maes, J.), Pensoft Publishing, Sofia, pp. 124-135.
- Durkaya, A., Birsen, D., Kaptan, S., 2013. ETFOP sisteminde sosyo-ekonomik, -kültürel durum envanteri ve katılımcılık süreci ile entegre edilmesi. *Ormancılıkta Sektörel Planlamanın 50. Yılı Uluslararası Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 26-28 Kasım, Antalya, s. 339-351.
- Egoh, B., Drakou, E.G., Dunbar, M.B., Maes, J., Willemsen, L., 2012. Indicators for mapping ecosystem services: a review. Technical report, JRC Scientific and Policy Reports, Publications Office of the EU, Luxembourg.
- Eker, Ö., 2018. Ekosistem hizmet ödemelerinin odun dışı orman ürün ve hizmetleri kapsamında değerlendirilmesi: Su ve su kaynakları yönetimi. *Turkish Journal of Forest Science*, 2(2): 165-176.
- Eraslan, İ., Şad, H.C., 1993. *Orman Amenajmanı*. İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Eraslan, İ., Eler, Ü., 2014. *Orman İşletmesinin Planlanması ve Denetimi*. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları, Isparta.
- European Commission, 2011. *Our Life Insurance, Our Natural Capital: An EU Biodiversity Strategy to 2020*. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Frank, S., Fürst, C., Witt, A., Koschke, L., Makeschin, F., 2014. Making use of the ecosystem services concept in regional planning—trade-offs from reducing water erosion. *Landscape Ecology*, 29: 1377-1391
- Gadow K.V., Nagel, J., Saborowski, J., 2002. *Continuous Cover Forestry*. Springer, Netherlands.
- Gómez-Baggethun, E., de Groot, R., Lomas, P.L., Montes, C., 2010. The history of ecosystem services in economic theory and practice: From early notions to markets and payment schemes. *Ecological Economics*, 69: 1209-1218.
- Gret-Regamey, A., Weibel, B., Kienast, F., Rabe, S-E., Zulian, G., 2015. A tiered approach for ecosystem services mapping. *Ecosystem Services*, 13: 16-27.
- Güngör, E., 2010. *Orman kaynaklarının bütünlük işlevsel yönetim planlaması*. Doktora tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
- Haines-Young, R., Potschin, M.B., 2018. *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure*.
- Hanewinkel, M., 2011. Multifunktionalität des Waldes. *Forum für Wissen*, 7-14.
- Hansen, K., Malmer, M., 2016. Ecosystem services in Swedish forests. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 31(6): 626-640.
- Hasel, K., 1971. *Waldwirtschaft und Umwelt: Eine Einführung in die Forstwirtschaftspolitischen Probleme der Industriegesellschaft*. Paul Parey, Hamburg.
- Hauck, J., Schweppe-Kraft, B., Albert, C., Görg, C., Jaxi, K., Jenson, R., 2013. The promise of the ecosystem services concept for planning and decision making. *GAIA*, 22(4): 232-236.
- Henne, A., 1974. Vorwort. In: *Leitfaden zur Kartierung der Schutz- und Erholungsfunktionen des Waldes (Waldfunktionenkartierung) WFK, Arbeitskreis Zustandserfassung und Planung der Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung Arbeitsgruppe Landespflege* (Ed. Sauerländer, J.D.), Verlag, Frankfurt.
- IPBES, 2018. *The IPBES regional assessment report on biodiversity and ecosystem services for Europe and Central Asia*. In: *Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services* (Ed: Rounsevell, M., Fischer, M., Torre- Marin Rando, A., Mader, A.), Bonn, pp. 1-48.
- Jax, K., 2015. Function and functioning in ecology: What does it mean? *OIKOS*, 111: 3.
- Kapucu, F., 2004. *Orman Amenajmanı*. Karadeniz Teknik Üniversitesi Yayınları, Trabzon.
- Karahalil, U., Keleş, S., Başkent, E.Z., Köse, S., 2009. Integrating soil conservation, water production and timber production values in forest management planning using linear programming. *African Journal of Agriculture Research*, 4(11): 1241-1250.
- Keleş, S., Durusoy, İ., Çakir, G., 2017. Analysis of the changes in forest ecosystem functions, structure and composition in the Black Sea region of Turkey. *Journal of Forestry Research*, 28(2): 329-342.
- Kindler, E., 2016. A comparison of the concepts: Ecosystem services and forest functions to improve interdisciplinary exchange. *Forest Policy and Economics*, 67: 52-59
- Kose, S., Baskent, E.Z., 1997. Thirty year history of even-aged management. *Journal of Sustainable Forestry*, 5(3-4): 15-26.
- MAES, 2011. *Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services*. <http://biodiversity.europa.eu/maes> Accessed: 02.07.2020
- Maes, J., Teller, A., Erhard, M., Grizzetti, B., Barredo, J.I., Paracchini, M.L., Condé, S., Somma, F., Orgiazzi, A., Jones, A., Zulian, A., Vallecillo, S., Petersen, J.E., Marquardt, D., Kovacevic, V., Abdul Malak, D., Marin, A.I., Czúcz, B., Mauri, A., Löffler, P., Bastrup-Birk, A., Biala, K., Christiansen, T., Werner, B., 2018. *Mapping and Assessment of Ecosystems and Their Services: An Analytical Framework for Ecosystem Condition*. Publications office of the European Union, Luxembourg.
- MEA, 2005. *Millennium Ecosystem Assessment – Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.
- Moreau de Jonnés, M.A., 1825. In: *Premier mémoire en réponse à la question proposée par l'Académie royale de Bruxelles: quels sont les changements que peut occasioner le déboisement de forêts considérables sur les contrées et communes adjacentes et en général à tout ce qui constitue son état physique actuel?* (Ed. Bruxelles de Mat, P.J.), Imprimeur de l'Académie royale de Bruxelles, Brüksel.
- Mutlu, B.E., Cengiz, B., 2017. *Uzman perspektifinden Bolu Kent Ormanı'nın çok fonksiyonlu kullanım özelliklerinin değerlendirilmesi üzerine bir araştırma*. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(4): 213-222.
- OGM, 2008. *Orman Amenajman Yönetmeliği*. Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara.

- OGM, 2010. Altıparmak Orman İşletme Şefliği Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Amenajman Planı (2010-2039). Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- OGM, 2012. Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine ait Usul ve Esaslar (295 sayılı tebliğ). Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- OGM, 2015. Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesinin Denetimine Ait Usul ve Esaslar (Tebliğ No: 301). Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- OGM, 2017. Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar (299 sayılı tebliğ-düzeltilmiş son baskı), Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- OGM, 2020. Sürdürülebilir Orman Yönetimi Kriter ve Göstergeleri 2019 Türkiye Raporu. Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Özdemir, M., Serengil, Y., Yurtseven, İ., Muhittin, İ., Pamukçu Albers, P., Tonbul, C., 2020. Ormanların su üretim hizmetine yönelik yeni planlama yaklaşımı. *Ormanlık Araştırma Dergisi*, 7(2): 162-178.
- Pistorius, T., Schaich, H., Winkel, G., Plieninger, T., Bieling, C., Konold, W., Volz, K.R., 2012. Lessons for REDDplus: A comparative analysis of the German discourse on functions and the global ecosystem services debate. *Forest Policy and Economics*, 18: 4-12.
- Potschin, M.B., Haines-Young, R.H., 2011. Ecosystem services: Exploring a geographical perspective. *Progress in Physical Geography*, 35(5): 575-594.
- Quine, C.P., Bailey, S.A., Watts, K., 2013. Sustainable forest management in a time of ecosystem services frameworks: Common ground and consequences. *Journal of Applied Ecology*, 50: 863-867.
- Resolution H1, 1993. General guidelines for the sustainable management of forests in Europe. Second Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, 16-17 Haziran, Helsinki.
- Saraçoğlu, N., 2010. Küresel İklim Değişimi, Biyoenerji ve Enerji Ormanlığı. Efil Yayınları, Ankara.
- Saastamoinen, O., Matero, J., Horne, P., Kniivilä, M., Haltia, E., Vaara, M., Mannerkoski, H., 2014. Classification of boreal forest ecosystem goods and services in Finland. *Publications of the University of Eastern Finland Reports and Studies in Forestry and Natural Sciences*, No. 11, Joensuu.
- Sağkaya, A., 2020. Ormancı (1. Baskı). Önder Matbaacılık, Ankara.
- Schulp, C.J.E., Alkemade, R., Goldewijk, K.K., Petz, K., 2012. Mapping ecosystem functions and services in Eastern Europe using global-scale data sets. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 8(1-2): 156-168.
- Sing, L., Ray, D., Watts, K., 2015. Ecosystem services and forest management. *Forestry Commission, General Technical Report*, Edinburgh.
- Syrbe, R.U., Schröter, M., Grunewald, K., Walz, U., Burkhard, B., 2017. What to map? In: *Mapping Ecosystem Services* (Ed: Burkhard, B., Maes, J.), Pensoft Publishing, Sofia, pp. 149-156.
- Şengönül, K., Şahin, A., 2017. Toprak koruma fonksiyonlu ormanların ayrılma kriterleri ve amaç kuruluşlarının belirlenmesi esasları. 2023'e Doğru 4. Doğa ve Ormanlık Sempozyumu, 3-6 Aralık, Antalya, s. 429-449.
- TEEB, 2011. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity in National and International Policy Making* (Ed: Brink, P.T.), Earthscan, Londra ve Washington.
- Tezer, A., Turkay, Z., Uzun, O., Terzi, F., Koylu, P., Karacor, E., Okay, N., Kaya, M., 2018. Ecosystem services-based multi-criteria assessment for ecologically sensitive watershed management. *Environment, Development and Sustainability*, 22: 2431-2450 DOI: 10.1007/s10668-018-00300-5
- Tiemann, A., Ring, I., 2018. Challenges and opportunities of aligning forest function mapping and the ecosystem service concept in Germany. *Forests*, 9: 691
- UNCED, 1992. *Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı Raporu. Ek 3: Ormanlık İlkeleri, Birleşmiş Milletler*, New York.
- Uygur, B., 2016. Hidrolojik ekosistem hizmetlerinin havza planlamaya uyarlanması. Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Uygur Erdoğan, B., 2017. Regulation and mitigation services of forests as the components of urban resilience. *European Water*, 59: 395-401.
- Üzenge, E., 2013. Orman amenajmanında yaş sınıfları metodunun uygulanması, karşılaşılan problemler ve çözüm önerileri. *Ormanlıkta Sektörel Planlamanın 50. Yılı Uluslararası Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 26-28 Kasım, Antalya, s. 120-131.
- Vatandaşlar, C., 2020. Orman ekosistemlerinin erozyonu önleme fonksiyonunun amenajman planlama sürecine entegrasyonu. Doktora tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Artvin.
- Vatandaşlar, C., Yavuz, M., Leuchner, M., 2020. Erosion control service of forest ecosystems: A case study from Northeastern Turkey. In: *Smart Geography* (Ed: Nedkov, S.), Springer International Publishing, Switzerland, pp. 443-455.
- Vihervaara, P., Mononen, L., Santos, F., Adamescu, M., Cazacu, C., Luque, S., Geneletti, D., Maes, J., 2017. Biophysical quantification. In: *Mapping Ecosystem Services* (Ed: Burkhard, B., Maes, J.), Pensoft Publishers, Sofia, pp. 93-101.
- Yılmaz, E., 2004. Ülkemizdeki orman işlevleri ve tahsis kriterleri. *Doğu Akdeniz Ormanlık Araştırma Müdürlüğü DOA Dergisi*, 10: 1-25.
- Yılmaz, E., 2013. Orman kaynakları planlamasında katılımcı yaklaşımlar: Uygulama örnekleri ve kazanılan deneyimler. *Ormanlıkta Sektörel Planlamanın 50. Yılı Uluslararası Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 26-28 Kasım, Antalya, s. 178-187.
- Yüksel, İ., Koçer, M., Doğan, S.A., 2013. Gölyaka Orman İşletme Müdürlüğü'nde orman fonksiyonlarının yıllar itibarıyla değişimi. *Ormanlıkta Sektörel Planlamanın 50. Yılı Uluslararası Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 26-28 Kasım, Antalya, s. 365-376.
- Zengin, H., Yeşil, A., Asan, Ü., Bettinger, P., Cieszewski, C., Siry, J.P., 2013. Evolution of modern forest management planning in the Republic of Turkey. *Journal of Forestry*, 111(4): 239-248.
- Zwierlein, K.A., 1806. *Vom großen Einfluss der Waldungen auf Kultur und Beglückung der Staaten mit besonderer Hinsicht auf Polizei*, Würzburg.

Ek Çizelge 1. Türkiye’de orman fonksiyonlarının sınıflandırılması (OGM, 2017; Eraslan ve Şad, 1993)

Ana grup	Genel orman fonksiyonu	İşletme amacı	Amenajman planı sayısal veri tabanlarındaki kodu
Ekonomik fonksiyonlar	Orman ürünleri üretimi	En yüksek miktarda end. odun üretimi (End. ağaçlandırma)	1109 + Ağaç türü kodu
		Kaliteli ve özellikli odun üretimi	1110 + Ağaç türü kodu
		En yüksek miktarda yapacak odun üretimi	1111 + Ağaç türü kodu
		Yakacak odun üretimi	1112 + Ağaç türü kodu
		Özel ağaçlandırma	1113 + Ağaç türü kodu
		Odun dışı orman ürünleri üretimi	1114 + Ağaç türü kodu
		Basralı alanlar ve bal üretim ormanları	1115 + Ağaç türü kodu
		Bitkisel ürünler	1116 + Ağaç türü kodu
		Hayvansal ürünler	1117 + Ağaç türü kodu
		Su ve mineral ürünler	1118 + Ağaç türü kodu
	Otlama alanları	1119 + Ağaç türü kodu	
Ekolojik fonksiyonlar	Doğayı koruma	Doğayı koruma	2100 + Ağaç türü kodu
		Gen koruma ormanı	2110 + Ağaç türü kodu
		Milli parklar	2111 + Ağaç türü kodu
		Muhafaza ormanı	2112 + Ağaç türü kodu
		Tabiat parkı	2113 + Ağaç türü kodu
		Tabiat koruma alanları	2114 + Ağaç türü kodu
		Yaban hayatı geliştirme sahaları	2115 + Ağaç türü kodu
		Alpin zonu	2116 + Ağaç türü kodu
		Doğal yaşlı ormanlar	2117 + Ağaç türü kodu
		Yetiştirme ortamı çok kötü alanlar	2122 + Ağaç türü kodu
		Yüksek koruma değeri taşıyan alanlar	2123 + Ağaç türü kodu
		Yüksek dağ orman ekosistemi	2124 + Ağaç türü kodu
		Tohum meşcereleri	2125 + Ağaç türü kodu
		Tohum bahçeleri	2126 + Ağaç türü kodu
		Sosyal baskılı alanlar	2127 + Ağaç türü kodu
		Su kenarı koruma alanları	2148 + Ağaç türü kodu
		Orman ekosistemi izleme alanları	2153 + Ağaç türü kodu
OGM Yaban hayatı koruma ve yönetim alanları	2154 + Ağaç türü kodu		
Biyolojik çeşitlilik koruma ve geliştirme alanları	2155 + Ağaç türü kodu		
Ziyaret alanları	2156 + Ağaç türü kodu		
Erozyonu önleme		Çığ önleme	2210 + Ağaç türü kodu
		Heyelan önleme	2211 + Ağaç türü kodu
		Taş ve kaya yuvarlanmayı önleme	2212 + Ağaç türü kodu
		Toprak koruma	2213 + Ağaç türü kodu
		Sel taşkın önleme	2214 + Ağaç türü kodu
İklim koruma		İklim koruma	2310 + Ağaç türü kodu
Hidrolojik		İçme suyu koruma	3110 + Ağaç türü kodu
		Kullanma suyu koruma	3111 + Ağaç türü kodu
		Su kaynaklarını koruma	3112 + Ağaç türü kodu
Toplum sağlığı		Gürültü önleme	3210 + Ağaç türü kodu
		Hava kirliliğini önleme	3211 + Ağaç türü kodu
		Şehir ormanları	3212 + Ağaç türü kodu
		Sağlık tesislerini koruma	3213 + Ağaç türü kodu
Estetik		Estetik amaçlı perdeleme ve koruma	3310 + Ağaç türü kodu
		Estetik görünüm (Görsel kalite: Silüet, mozaik, panoramik)	3311 + Ağaç türü kodu
Ekoturizm ve rekreasyon		Doğa spor alanları (yürüyüş, kaya tırmanış, kuş gözlem)	3410 + Ağaç türü kodu
		Rekreasyon (piknik, mesire, festival, yayla vs.)	3413 + Ağaç türü kodu
		Avlak alanları	3415 + Ağaç türü kodu
		Turizm amaçlı ormanlar	3416 + Ağaç türü kodu
Ulusal savunma		Askeri tesis ve tatbikat alanları	3510 + Ağaç türü kodu
		Ulusal sınır ve stratejik alanlar	3511 + Ağaç türü kodu
Bilimsel		Eğitim ve araştırma amaçlı ormanlar	3610 + Ağaç türü kodu
		Arboretum ve botanik bahçesi	3611 + Ağaç türü kodu

Ek Çizelge 2. Orman ekosistem hizmetlerinin sınıflandırılması (EHUOS V5.1'den süzülerek ormancılığa uyarlanmıştır*)

Ana grup	Bölüm	Alt grup	Sınıf	Örnekler (Alt sınıf)
Üretim hizmetleri	Biyokütle	Besin, materyal ya da enerji temini için kullanılan doğal bitkiler	Doğrudan veya yan ürün olarak kullanılan ağaç kökenli maddeler Beslenme için kullanılan ağaç harici bitkiler (mantar dahil) Enerji kaynağı olarak kullanılan doğal bitkiler	Odun hammaddesi (kaplamalık tomruk, maden direği, fasulye sınığı), yılbaşı ağacı, kök boyası, reçine, sıgla yağı Böğürtlen, kayın mantarı, saman için biçilen ot Yakacak odun, odun kömürü, kesim artıkları, kök
		Besin, materyal ya da enerji temini için kullanılan yaban hayvanları	Doğrudan veya yan ürün olarak kullanılan yaban hayvanları Beslenme için kullanılan yaban hayvanları Enerji kaynağı olarak kullanılan yaban hayvanları	Ayı postu, trofe, boynuz, kamufraj malzemeleri Dağ keçisi, tavşan, bildircin, keklik Kızak çekmede kullanılan kurt, ren geyiği, tezek
	Genetik materyal	Bitki, alg veya mantarlardan sağlanan genetik materyal	Yeni bir popülasyon kurmak için toplanan tohum, spor ve diğer bitkisel maddeler	Gen koruma ormanları, kuraklığa ya da dona karşı dirençli fidan üretimi, tıbbi bitkiler
		Hayvanlardan sağlanan genetik materyal	Yeni suş ve varyeteler türetmek için kullanılan yaban hayvanları	Hayvanlar üzerinde yapılan genetik araştırmalar, hastalıklara karşı dirençli hayvan üretimi
	Su kaynakları (abiyotik)	Besin, materyal ya da enerji temini için kullanılan yerüstü suları	Yerüstündeki içme su kaynakları Kullanma amaçlı yerüstü su kaynakları Enerji amaçlı kullanılan yerüstü su kaynakları	Pınar, göze, dere (hayvanların su tüketimi dahil) Su bendi, yangın havuzu, sulama suyu Hidroelektrik santralleri, değirmen
		Besin, materyal ya da enerji temini için kullanılan yeraltı suları	Yeraltındaki içme su kaynakları Kullanma amaçlı yeraltı su kaynakları Enerji amaçlı kullanılan yeraltı su kaynakları	Akifer, mineral sular Kaplıca, artezyen kuyu, şifalı sular Termal suları, buhar delikleri
	Su haricindeki doğal çıktılar (abiyotik)	Besin, materyal ya da enerji temini için kullanılan mineral maddeler	Doğrudan veya yan ürün olarak kullanılan mineral madde Beslenme amaçlı kullanılan mineral maddeler Enerji kaynağı olarak kullanılan mineral maddeler	Pigment, boya Kayalardan tuz üretimi Orman içi maden sahaları, kömür
		Besin, materyal ya da enerji temini için kullanılan mineral olmayan maddeler	Direkt veya yan ürün olarak kullanılabilen mineral maddeler Beslenme için mineral olmayan maddeler Rüzgar ve jeotermal enerji	Mücevherat ve diğer değerli taşlar Ormandan içeri sızan güneş ışığı (D vitamini) Yüksek dağ ormanlarına kurulan rüzgar elektrik santrali
	Biyokimyasal ve fiziksel girdilerin dönüştürülmesi	İnsan kaynaklı kirlenici ve zehirli maddelerin bertarafı	Bitki, hayvan, alg ve diğer mikroorganizmalarda yapılan biyoremediasyon (biyolojik ıslah)	Fitoremediasyon: Servi, Söğüt, Hibrit Kavak bazı ağaç türlerinin kirlenilmiş toprakları temizlemesi
		İnsan kaynaklı rahatsızlık etmenlerinin bertarafı	Havadaki tozun filtre edilmesi Kötü kokuların önlenmesi Gürültünün önlenmesi İstenmeyen görüntülerin perdelenmesi	Toz partiküllerinin yapraklara takılarak çökmesi Ormanın ferah kokusu, ıtır bitkiler (defne) Yol kenarındaki ağaçların motor sesini azaltması Sanayi tesisleri etrafındaki yeşil kuşaklar, askeri kamufraj
Düzenleme ve koruma hizmetleri	Taban akışları ve doğal afetlerin kontrolü	Katı akışların düzenlenmesi	Kütle stabilizasyonu Erozyon kontrolü	Heyelan/çığ önleme, kumul ağaçlandırmaları Toprağın örtülmesi, ölü örtünün suyu emmesi
		Sıvı akışların düzenlenmesi	Hidrolojik döngünün düzenlenmesi	Kar kütlelerinin erimesinin geciktirilmesi, çıplak yüzeylerden buharlaşmanın azaltılması Yüzeysel akışın azaltılması ve yavaşlatılması
	Hava akımlarının düzenlenmesi	Sel ve taşkından koruma	Fırtına koruma Hava sirkülasyonu Yangına karşı koruma Transpirasyon (terleme)	Rüzgar perdesi işlevi gören meşcereler Ormanın yazın serin, kışın ılık olması Yangına dayanıklı ağaçlarla yapılan mücadele Kent ormanlarının sağladığı termal konfor
		Tozlaşma ve tohum dağıtma	Habitat oluşturma	Tozlayıcı böceklerle elverişli ortam sağlama, tohum meşceresi Yaban hayatı için elverişli ortam oluşturma, ölü ağaçlardaki mikrohabitatlar, relikt ormanlar
	Fiziksel, kimyasal ve biyolojik koşulların düzenlenmesi	Böcek ve hastalıkların kontrolü	Böcek popülasyonunun kontrolü (istilacı türler dahil) Hastalık kontrolü	İstilacı türlerle beslenen kuşlara ev sahipliği Hastalıklarla savaşan mikrobiyal ajanlara ev sahipliği, karınca kolonileri, mikoriza mantarları
		Toprak oluşumu, kalitesi ve kompozisyonu	Aşınma süreçlerinin toprak kalitesine etkisi Ayrışma/bağlanma süreçlerinin toprak kalitesine etkisi	Köklerin toprak porozitesine katkısı, bazı ağaçların köklerinin karstik yapıyı aşındırması Ölü örtünün ayrışarak organik maddeye dönüşmesi, kızılbaş gibi azot bağlayıcı türler
		Su kalitesi	Tatlı suların kimyasal içeriğinin düzenlenmesi	Riperyan ormanların yüzeysel akışla gelen sudaki besin tuzlarını tutması (rizofiltrasyon)
		Atmosferik kompozisyon ve iklimi düzenleme	Küresel iklim değişiminin kontrolü Yerel ve mikro ölçekte uygun iklim koşulları yaratma	Karbon bağlama ve depolama Gölge etkisi, şehirlerde ısı adalarının önlenmesi

Ek Çizelge 2. Devamı

Ana grup	Bölüm	Alt grup	Sınıf	Örnekler (Alt sınıf)
Kültürel hizmetler		Fiziki ve deneysel	Farklı özelliklerdeki bitki ve hayvanların deneyimlenmesi	Doğa fotoğrafçılığı, kuş gözlemciliği, kuş sesleri
			Farklı yapıdaki ormanlık arazilerin aktif kullanımı	Rekreasyon, doğa sporları, ekoturizm, kamping
	Doğal çevreyle kurulan fiziki ve düşünsel etkileşimler	Düşünsel	Bilimsel veya geleneksel bilgi	Devamlı deneme alanları, Natura 2000 alanları, gösterge türler
			Eğitim amaçlı	Eğitim ve araştırma ormanları, teknik gezi, Arboretum, biyosfer rezervi, tatbikat sahaları
	Manevi, sembolik ve duygusal etkileşimler	Düşünsel	Kültürel miras değeri	İstanbul'un kuzey ormanlarından geçen tarihi dekovil hattı, Ayancık-Zingal orman işletmesine ait kalıntılar, Binboğa ormanı efsanesi, ormancılık müzesi
			Eğlence	Tomruk kesme yarışmaları, doğa filmleri, orman içi paint ball turnuvaları, izcilik
			Estetik	Sanatçılar için ilham kaynağı, mozaik-silüet-panoramik görünüm, Karagöl-Sahara Milli Parkı
			Yerel ikonlar veya sosyal birliktelik yaratma	Anıt ağaçlar, ikonik dağ zirveleri, Kanada bayrağındaki Akçaağaç yaprağı, Lübnan bayrağındaki Sedir ağacı, karizmatik türler
	Manevi, sembolik ve duygusal etkileşimler	Manevi veya sembolik anlam yükleme	Dini anlam yükleme	İlkel kabilelerde koruyucu ruh taşıdığına inanılan totemik hayvan türleri (kaplumbağa), mezarlık Baykuş
			Uğursuzluk getirdiğine inanılan türler	İnsana huzur veren ıssız ve bakir ormanlar, tabiat anıtı
Varoluş duygusu			Gelecek nesillere taşımakla yükümlü olduğumuz habitatlar, nesli tehlike altındaki türlerin korunması	
	Diğer kültürel çıktılar	Vasiyet ve ahlaki sorumluluk değeri		

* Bu çizelge oluşturulurken, Saastamoinen vd. (2014), Hansen ve Malmaeus (2016), Haines-Young ve Potschin (2018) ve Tiemann ve Ring (2018)'in çalışmalarından yararlanılmıştır. Yine de, ormanların sunduğu ekosistem hizmetlerinin çizelgede yer alandan daha fazla olması olasıdır.

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 yayın 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 yayınına atıf yapılmışsa, bu kaynaklar yayın 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.

