



ISPARTA
UYGULAMALI BİLİMLER
ÜNİVERSİTESİ

e-ISSN: 2149-3898

TURKISH JOURNAL OF FORESTRY

TÜRKİYE ORMANCILIK DERGİSİ



ISPARTA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Year:
Yıl: 2020

Volume:
Cilt: 21

Issue:
Sayı: 1

TURKISH JOURNAL OF FORESTRY

(TÜRKİYE ORMANCILIK DERGİSİ)

e-ISSN: 2149-3898

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

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

Year/Yıl: 2020, Volume/Cilt: 21, Issue/Sayı: 1

Editorial board / Dergi yayın kurulu

Editor-in-chief / Baş editör

Ramazan Özçelik

Editors / Editörler

A. Alper Babalık

Ayşe Deligöz

Esra Bayar

Gürcan Güler

Hasan Alkan

Hatice Lehtijarvi

Hüseyin Fakir

H. Oğuz Çoban

İbrahim Özdemir

İ. Emrah Dönmez

Mehmet Eker

Mehmet Korkmaz

Mustafa Avcı

Nevzat Gürlevik

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 : +90 246 211 3956

Fax : +90 246 211 3948

Web : <http://dergipark.gov.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 Ormanlık 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 Ormanlık Dergisi, 2000-2014 yılları arasında "Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi" adıyla yayınlanmıştır.

CONTENTS

Research

- The effects of grafting method and time on the success of grafting in silver linden (*Tilia tomentosa* Moench.)
Ahmet Turan Turna, Sezgin Ayan, Salih Parlak, Ergin Yılmaz, Orhan Gülseven, Şeyma Selin Akın 1-5
- A new distribution area of endemic kasnak oak (*Quercus vulcanica* [Boiss. et Heldr. ex] Kotschy)
Siğnem Öney Birol, Nihal Özel, Paul F. Gugger, Kürşad Özkan 6-14
- Remote sensing and GIS-based forest fire risk zone mapping: The case of Manisa, Turkey
Derya Gülçin, Bülent Deniz 15-24
- Determination of relationship stump diameter - diameter at breast height for sessile oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl) stands in Northern Marmara Region
Emrah Özdemir, Abbas Şahin, Gafura Aylak Özdemir 25-34
- Development of compatible taper equations for brutian pine stands in Asar Forest Sub-district
Mustafa Ümit, Muammer Şenyurt 35-42
- Vascular plants of Honaz (Denizli) Forest Planning Unit
Mustafa Karaköse 43-54
- Species related to the Diaspididae (Hemiptera: Coccoomorpha) family found in park and ornamental plants in Dalaman, Köyceğiz and Marmaris districts of Muğla province
Levent Isparta, Bülent Yaşar 55-59
- GIS-based determination of forest area changes: Case study in Çamsu Forest Sub-district
H. Oğuz Çoban, Şükrü Gündoğdu 60-69
- Evaluation of essential properties of impregnating agents for preserving wood by AHP method in fuzzy environment
Ayşenur Gürgen, Sibel Yıldız, Ümit Cafer Yıldız, Sabrina Palanti 70-76
- Improvement of coreboards surface properties
Ahmet Tutuş, Umut Sakçılar, Mustafa Çiçekler 77-83
- Evaluation of forest fragmentation with particular reference to landscape-based ecological assessment and wildlife conservation
Derya Gülçin, K. Tuluhan Yılmaz 84-93
- Modelling of cultural ecosystem services through social media photos: The case of Eskişehir
E. Seda Arslan, Ömer K. Örucü 94-105

İÇİNDEKİLER

Araştırma

- Gümüşi ıhlamur (*Tilia tomentosa* Moench.)’da aşı başarısı üzerine aşı yöntemi ve zamanının etkileri
Ahmet Turan Turna, Sezgin Ayan, Salih Parlak, Ergin Yılmaz, Orhan Gülseven, Şeyma Selin Akın 1-5
- Endemik kasnak meşesinin (*Quercus vulcanica* [Boiss. et Heldr. ex] Kotschy) yeni bir yayılış alanı
Siğnem Öney Birol, Nihal Özel, Paul F. Gugger, Kürşad Özkan 6-14
- Uzaktan algılama ve CBS yöntemleri ile orman yangını risk alanlarının haritalanması: Manisa örneği
Derya Gülçin, Bülent Deniz 15-24
- Kuzey Marmara Yöresi sapsız meşe (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl) meşcerelerinde kütük çapı - göğüs çapı ilişkisinin belirlenmesi
Emrah Özdemir, Abbas Şahin, Gafura Aylak Özdemir 25-34
- Asar Orman İşletme Şefliği (Antalya) kızılçam meşcereleri için gövde çapı denklemlerinin geliştirilmesi
Mustafa Ümit, Muammer Şenyurt 35-42
- Honaz (Denizli) Orman Planlama Birimi’nin damarlı bitkileri
Mustafa Karaköse 43-54
- Muğla ili Dalaman, Köyceğiz ve Marmaris ilçelerinde park ve süs bitkilerinde bulunan Diaspididae (Hemiptera: Coccoomorpha) familyasına bağlı türler
Levent Isparta, Bülent Yaşar 55-59
- Orman alanlarındaki değişimlerin CBS tabanlı belirlenmesi: Çamsu Orman İşletme Şefliği örneği
H. Oğuz Çoban, Şükrü Gündoğdu 60-69
- Odun koruma emprenye maddelerinden istenilen özelliklerin bulanık ortamda AHP metodu ile değerlendirilmesi
Ayşenur Gürgen, Sibel Yıldız, Ümit Cafer Yıldız, Sabrina Palanti 70-76
- Miğfer kartonların yüzey özelliklerinin iyileştirilmesi
Ahmet Tutuş, Umut Sakçılar, Mustafa Çiçekler 77-83
- Orman parçalanmasının yaban hayatı koruması ve peyzaj ekolojisi temelinde değerlendirilmesi
Derya Gülçin, K. Tuluhan Yılmaz 84-93
- Kültürel ekosistem hizmetlerinin sosyal medya fotoğrafları kullanılarak modellenmesi: Eskişehir örneği
E. Seda Arslan, Ömer K. Öriücü 94-105

Gümüşi ihlamur (*Tilia tomentosa* Moench.)’da aşı başarısı üzerine aşı yöntemi ve zamanının etkileri

Ahmet Turan Turna^a , Sezgin Ayan^b , Salih Parlak^c , Ergin Yılmaz^{d,*} , Orhan Gülseven^d , Şeyma Selin Akın^d 

Özet: Bu çalışmada, tedavi amaçlı kullanımının yanı sıra şehir peyzajında kullanılan aynı zamanda önemli bir odun dışı orman ürünü olan gümüşi ihlamur (*Tilia tomentosa* Moench.)’da aşı yöntemi ve zamanının aşı başarısı üzerine olan etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırma, Bursa Orman Bölge Müdürlüğü’ne bağlı Bursa Orman Fidanlığında gerçekleştirilmiştir. Mart ve eylül ayları boyunca 20 gün arayla yapılan aşılar, yarma kalem ve yongalı göz aşıları aşı çeşidi olarak kullanılmıştır. Araştırma sonucunda; Mart ayında yapılan aşılar aşı tutma başarısının en yüksek % 57 ile yarma kalem aşıda, % 29 ile ise yongalı göz aşısında gözlemlenmiştir. Nisan ayında yapılan aşılar aşı tutma başarısı yarma kalem aşıda % 14 olarak gerçekleşmiştir. Yaz aylarında vuku bulan yüksek sıcaklıklar, aşılamalarda başarılı olunamamasının temel sebebi olarak değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: İhlamur, Aşı, Aşı tutma, Yarma kalem aşı, Yongalı göz aşı, Kallus

The effects of grafting method and time on the success of grafting in silver linden (*Tilia tomentosa* Moench.)

Abstract: In this study, it was tried to determine the effect of grafting method and time on the success of graft in silvery linden (*Tilia tomentosa* Moench.) that is used in urban landscape as well as for therapeutic purposes and is a very important non-wood forest product. The research was carried out from Bursa Forest Nursery affiliated to Bursa Forest Regional Directorate. It was used the methods of cleft scion graft and chip budding graft which applied during March and September with 20-day interval. As a result of the research; The grafting in March, the highest success rate was found in 57% in the method of cleft scion grafts and %29 in the method of chip budding grafts. The grafting success in April was %14 by using the method of cleft scion graft. High temperatures occurring during the summer season were considered as the main reasons for the inability to be successful in grafts.

Keywords: *Tilia*, Graft, Grafting success, Cleft scion graft, Chip budding graft, Callus

1. Giriş

Tiliaceae familyası kuzey yarım kürenin ılıman bölgelerinde on tür (Veličković, 2010) toplamda ise 400 tür ile temsil edilmektedir. Mevcut Tiliaceae familyasına bağlı *Tilia* L. cinsi 45 tür içermekte ve bu türlerin altısı Avrupa’da yayılış göstermektedir (Mabberley, 1997). Bu ağaçlar geniş bir yayılışa sahip olmakla birlikte ılıman geniş yapraklı ormanların yerel anlamda önemli üyeleridir (Radoglou vd., 2008). Özellikle Avrupa’da, çoğu bölgede *Tilia* L., canlılığı ve değişen çevre koşullara adaptasyonu nedeniyle karışık meşcerelerde ortak ağaç türü olarak bulunabilmektedir (Radoglou vd., 2008). Yücedağ vd. (2019) *Tilia tomentosa* Moench.’nın özellikle Orta ve Güneydoğu Avrupa ülkelerinde kuru ve sıcak alanlarda değişen iklim koşullarına altında önemli bir ağaç türü olduğunu belirtmektedirler.

Tilia türleri basit, birbirini takip eden (alternate) yaprakları ve kokulu çiçekleri olan yaprak dökken ağaçlardır (Browicz vd., 1976). Çiçekleri en az üçü bir arada olmak

üzere sarkan kurullar oluştururlar. Çiçek kurullarının ortak ekseninde bulunan brahte uzun bir kanat şeklindedir. Çiçekleri 5 taç ve 5 çanak yapraklı oluşmuş, sarımsı renkli ve kendine özgü kokuludur. Meyve küremsi, deri gibi sert veya odunsu yapıda olan kapalı meyvedir (Tuttu vd., 2017).

Türkiye’de *Tilia* cinsine ait 4 tür doğal olarak bulunmaktadır. Bunlar; *Tilia tomentosa* Moench (Gümüşi İhlamur; Syn: *Tilia argentea* Desf., *Tilia alba* Ait non K.Koch.) *Tilia plathyphyllos* Scop., (Büyük Yapraklı İhlamur), *Tilia rubra* subsp. *caucasica* (Rupr.) V. Engl (Kafkas İhlamuru) ve *Tilia cordata* Mill. (Küçük Yapraklı İhlamur)’dır (Davis, 1967; Korkut, 2011).

Tilia tomentosa Moench, *Tilia* L. cinsine ait 45 türden biridir ve geleneksel tedavi yöntemlerinde çiçeğinin kullanımı oldukça yaygındır (Başer vd., 2005; Fitsiou vd., 2007). *T. tomentosa* üzerine yürütülen araştırmalarda, bitkinin flavonoidleri, esansiyel yağ ve müsilaj bileşenlerinden dolayı spazmolitik, diüretik ve sedatif etkilere sahip olduğunu ve sinir gerginliği, öksürük, grip, üst

✉ ^a Bursa Orman Bölge Müdürlüğü, Bursa, Türkiye

^b Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Silvikültür Anabilim Dalı, Kastamonu, Türkiye

^c Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Silvikültür Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye

^d Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sürdürülebilir Ormanlık Doktora Programı, Kastamonu, Türkiye

@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): yilmazergin1982@gmail.com

✓ **Received** (Geliş tarihi): 10.10.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 13.02.2020



Citation (Atf): Turna, A.T., Ayan, S., Parlak, S., Yılmaz, E., Gülseven, O., Akın, Ş.S., 2020. Gümüşi ihlamur (*Tilia tomentosa* Moench.)’da aşı başarısı üzerine aşı yöntemi ve zamanının etkileri. Turkish Journal of Forestry, 21(1): 1-5. DOI: [10.18182/tjf.631794](https://doi.org/10.18182/tjf.631794)

solunum yolu enfeksiyonları, hipertansiyon ve migren gibi bozuklukları tedavi etmek için kullanıldığını göstermiştir (Leri vd., 2015, Viola vd., 1994). Bu sebeple; ıhlamur kurutulmuş çiçek kurulları (*T. cordata*, *T. platyphyllos*, *Tilia tomentosa*) geleneksel olarak bitki çayı olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Türkiye’den ihracatı gerçekleştirilen önemli tıbbi ve aromatik bitkiler incelendiğinde; adaçayı, rezene tohumu, defne, çemen, kekik, anason, kimyon, mahlep, sumak, ardıç kabuğu, nane, meyan kökü, biberiye gibi ıhlamur çiçeği de bu bitkiler arasında yerini almaktadır (Bayram vd., 2010).

Tedavi amaçlı kullanımının yanı sıra, şehir peyzajında sık sık kullanılan *Tilia*, bu özelliğini çiçeklerinin dekoratif görüntüsü ve hoş kokusundan almaktadır. Farklı sektörlerde odunundan ve kabuğundan yararlanılsa da, esas odun dışı orman ürünü olma özelliğini çiçeğinden almaktadır (Kayacık, 1982; Anşın ve Özkan, 2006). Odun dışı orman ürünleri açısından oldukça önemli olan ıhlamur halk tarafından yüzyıllardır kullanılmaktadır. Fakat ıhlamurla ilgili yeterince çalışma yapılmamış, yapılan çalışmalar ise oldukça sınırlı kalmıştır. Önemli bir odun dışı orman ürünü ve drog olmasına rağmen faydalanmaya dönük seleksiyon, çeşit geliştirme ve kültüre alma çalışmaları yapılmamış ve doğal ormanlardan tahripkâr şekilde faydalanma süregelmektedir.

Mevcut ıhlamur türlerinin ıslahı ve odun dışı orman ürünü olan ıhlamurdan azami şekilde faydalanabilmek için kaliteli bireylerden üretime ihtiyaç vardır. Çiçek üretimi amacıyla kurulmuş plantasyonlar bulunmadığından, doğal ormanlardan yapılan üretim aşırı tahripkâr olabilmekte, bu tahribatın önüne geçilebilmesi için mutlaka çiçek verimi ve kalitesi yüksek bireylerin seçilip, aşılama yoluyla çoğaltılarak çiçek üretimine yönelik plantasyonların kurulması gerekmektedir (Parlak vd., 2019). Çünkü ıhlamurun tohumla ve çelikle üretiminde bazı sorunlar olduğu bilinmektedir. Tohumla üretimde tohumların dolu olup olmadığının bilinmemesi, erken toplanan tohumlarda çimlenme engelini ortaya çıkması, tohumların çimlenme için yüksek nem talep etmesi, köklendirme çalışmasının sonucunda ise; kök, çelik ve sürgün kullanılarak köklendirmelerin başarılı olduğu fakat aynı başarının gövde çeliklerinden elde edilemediği görülmüştür (Özpay, 1998). Bayraktar vd. (2018) *Tilia platyphyllos* Scop.’un sert çelikler ile üretilmesi üzerinde çelik tipi ve IBA uygulamasının etkileri üzerine yaptıkları çalışmada; çelik alım zamanı, çelik tipi, hormon uygulaması, köklendirme ortamı vb. açısından daha yüksek köklenme başarısı için farklı yöntemlerin denenmesinin ıhlamur için uygun olacağını belirtmişlerdir. Aşı ile kaliteli fidan temininde ise göz ve kalem aşılıları yaygın olarak kullanılan yöntemlerdendir (Zenginbal vd., 2005). Göz ve kalem aşılılarından ise; göz aşılılarında yongalı göz aşısı, kalem aşılılarında ise omega ve yarma kalem aşısı kullanımı oldukça yaygındır (Hartman vd., 1990; Winkler vd., 1974).

Bu çalışmada; Türkiye’de hali hazırda bir ithal ürünü olan ve önemli odun dışı orman ürünleri arasında öne çıkan gümüşü ıhlamurun farklı aşılama yöntemleri ve zamanlarının aşı başarısına olan etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Araştırmada altlık olarak kullanılan anaç bitkiler, Bursa Orman Bölge Müdürlüğü’ne bağlı Bursa Orman Fidanlığından (40°13’53.4" N enlem 29°03’48.6"E boylam) temin edilmiştir. Aşı kalemleri ise, Bursa ili Karacabey ilçesi Yeniköy şefliği sınırları içerisinde belirlenen gümüşü ıhlamur ağacından, 2018 yılında kesilmiş, yeni kütük sürgünü vermiş tek bireyden (ortet) ve vejetasyon dönemi başlamadan önce alınarak, aşılama zamanına kadar Bursa Orman Fidanlık Müdürlüğünde bulunan +4 °C’deki soğuk hava deposunda muhafaza edilmiştir. Yaz döneminde yapılan aşılama çalışmalarında yine aynı bireyden alınan aşı kalemleri kullanılmıştır. Aşı uyuşmasında; Anaç (altlık) ile aşı kalemlerinin kalınlıklarının uygun olması önem arz ettiği için aşılmalarda kök boğaz çapları 10-20 mm kalınlığında tohumdan üretilmiş 2+1 yaşlı tüplü gümüşü ıhlamur fidanları anaç olarak kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

Çalışmada, yongalı göz aşısı ve yarma kalem aşısı yöntemleri kullanılmıştır. Her dönemde ve her yöntem için 21’er fidanda aşı uygulaması yapılmış olup, toplamda; Yongalı göz aşısı için 210, yarma kalem aşısı için de 210 adet fidan kullanılmıştır. Aşı uygulamaları, 2018 yılı vejetasyon döneminin başladığı 20 Mart tarihinden itibaren 20 gün arayla 20 Eylül tarihine kadar 3 tekerrürlü yapılmıştır (Çizelge 1). Yarma kalem aşılmalarda anaç ve kalemin birbirine uygun kalınlıkta olmasına ve kambiyum tabakalarının çakışmasına özen gösterilmiştir. Aşı başarısını arttırmak amacıyla kesitlerin her seferinde düz ve pürüzsüz olmasına önem verilmiş, yüzeyin minimum 3 cm olacak şekilde anaç ve kalemde kesimler yapılmıştır. Kesim yüzeyleri kambiyum tabakaları çakışacak şekilde oturtularak, aşı bandı ile hava almayacak şekilde sıkıca bağlanmış ve aşı macunu ile macunlanmıştır. Yongalı göz aşısı ise üzerinde göz barındıran kabuğun odun tabakası kesilmesi ile benzer şekilde kesilen anaca yerleştirilmesi ile uygulanmıştır (Hartmann vd., 1997). Aşılama işleminden sonra aşı fidanların açık alan koşullarında bakım çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

2.3. İstatistiki değerlendirme

Elde edilen verilere, arc-sin transformasyonu uygulandıktan sonra tek girişli ANOVA testi ile varyans analizi yapılmış ve işlemler arasındaki farklılıklar Newman-Keuls testi ile denetlenmiştir.

3. Bulgular

Aşı yöntemlerine göre aşı tutma başarıları % 0-57 arasında değişmiştir (Çizelge 1). Yöntemler içerisinde en yüksek aşı başarısı %57'lik oran ile 20 Mart tarihinde yapılan yarma kalem aşısında gözlemlenmiştir. Bu oranı yine aynı tarihte yapılan % 29'luk başarı ile yongalı göz aşısı takip etmiştir. Diğer aşılama zamanlarına göre Mart ayında gerçekleştirilen yarma kalem aşısının ve yongalı göz aşısının daha başarılı olduğu görülmektedir. Bu durum kambiyum faaliyetinin en fazla olduğu erken ilkbahar döneminde yapılan aşılamaların aşı başarısını olumlu etkilediği ve aşı başarısını arttırdığını göstermektedir.

Yapılan çalışmada; aşılama zamanının yanı sıra uygulanan aşı tekniklerinin de aşı başarısında etkili olduğu görülmektedir (Çizelge 1). Aşı zamanına göre aşı tutma oranlarına uygulanan Newman-Keuls çoklu testi ile zamana bağlı olarak aşı tutma oranının en yüksek 20 Mart tarihinde yapılan aşılamalarda gerçekleştiğini göstermektedir (Çizelge 2).

Çizelge 1. Uygulanan aşı zamanları, yöntemleri ve aşı tutma oranları

Aşılama zamanı	Aşı yöntemi	Aşı tutma oranları (%)
20/03/2018	Yarma Kalem	57
	Yongalı Göz	29
10/04/2018	Yarma Kalem	14
	Yongalı Göz	0
01/05/2018	Yarma Kalem	0
	Yongalı Göz	0
20/05/2018	Yarma Kalem	0
	Yongalı Göz	0
10/06/2018	Yarma Kalem	0
	Yongalı Göz	0
30/06/2018	Yarma Kalem	0
	Yongalı Göz	0
20/07/2018	Yarma Kalem	0
	Yongalı Göz	0
10/08/2018	Yarma Kalem	0
	Yongalı Göz	0
30/08/2018	Yarma Kalem	0
	Yongalı Göz	0
20/09/2018	Yarma Kalem	0
	Yongalı Göz	0
Aşı yöntemi faktörü için <i>F</i> değeri		1.330
<i>P</i> düzeyi		0.025*
Aşı zamanı faktörü için <i>F</i> değeri		33.066
<i>P</i> düzeyi		0.000***

* : %95 güven düzeyinde, *** : %99.9 güven düzeyinde

Çizelge 2. Aşı zamanına göre aşı tutma oranları Newman-Keuls testi sonuçları

Aşılama zamanı	Aşı tutma oranı	Homojen Grup
20/03/2018	40.39	a
10/04/2018	10.99	b
01/05/2018	0.00	c
20/05/2018	0.00	c
10/06/2018	0.00	c
30/06/2018	0.00	c
20/07/2018	0.00	c
10/08/2018	0.00	c
30/08/2018	0.00	c
20/09/2018	0.00	c

4. Tartışma ve sonuç

Aşı başarısında birçok faktör etkilidir. Bu faktörlerin başında aşı tipi, aşı zamanı, aşılama sonrası uygulamalar (Alley, 1981; Çelik ve Zenginbal, 1995), fizyolojik aktivitenin başladığı dönem içerisinde yapılan kalem ve göz aşılarında kesim yüzeyinde meydana gelen kanama (Alley ve Koyama, 1978) aşı gözü büyüklüğü ve T-göz aşısının yapıma şekli (Alley, 1981) gibi hususlar sayılabilir.

Yürütülen bu araştırmadan elde edilen bulgular ile mevcut literatür arasında hem farklılıklar hem de paralellikler vardır. Kalkışım ve Tekintaş (2011) çalışmalarında; aşı yapıldıktan 20-25 gün sonra aşının başarılı olup olmadığının belli olduğunu ve aşı bağının çözülmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Fakat bu kuralın, ıhlamur aşılarında geçerli olmadığı tespit edilmiştir. Yapılan gözlemlerde, 20-25 gün sonra uyanan fidanlarda aşı bağları çözülenlerin bir süre sonra kaynaşma noktalarının dil şeklinde kalktığı ve kuruduğu belirlenmiştir. Nitekim Parlak (2010)'da çalışmasında; Sakız ağaçlarına uygulanan aşılama işlemlerinde de benzer durumla karşılaşmış ve aşı bantlarının erken çözülmesinin bu durumun sebebi olduğunu belirtmiştir. Bu çalışma sonucuna göre ıhlamur fidanları uyansa bile aşı bantlarının en az 2 ila 3 ay sökülmeden aşının büyümesine izin verilmesi önerilebilir. Ayrıca, kullanılan aşı bağları silikon yapıları ile uzun süre aşı yerinde kalsa da aşığı boğma gibi herhangi bir sorunun ortaya çıkmasını engellemektedir.

Polat vd. (2007) T-göz ve yongalı göz aşısı yöntemlerinin etkilerini inceledikleri bir diğer çalışmada; T-göz aşısı yönteminin fidan gelişimi açısından daha iyi sonuçlar verdiğini gözlemlenmişlerdir. Celep (2005) ceviz fidanlarında yaptığı aşı çalışmasında ise yarma göz, yarma, T-göz ve İngiliz dıcikli aşı yöntemlerini kullanmıştır. Çalışma sonucunda; % 72.08'lik oran ile en başarılı sonucu yarma göz aşısından elde etmiştir. Fakat gümüşi ıhlamurda yapılan bu çalışmada; yarma kalem aşısı daha başarılı bulunmuştur. Bu durum aşı başarısı üzerinde farklı bitki türleri için uygulanan aşı yöntemlerinin farklılıklar arz ettiğini teyid etmektedir.

Bu çalışma genel olarak değerlendirildiğinde; yaz döneminde uygulanan aşılamalarda başarı elde edilemediği görülmektedir. Bu durumun ana sebebi başta yüksek sıcaklıklar olmak üzere çevresel faktörlerin, bitkinin fizyolojik durumu ve kallus oluşumu üzerine olan etkileri olduğu düşünülmektedir. Yapılan çalışmalarda; *Prunus*'larda kallus dokusunun bir haftada (Errea vd., 1994), şeftali ve nektarda 14 gün sonra (Tekintaş ve Dolgun, 1996) 26.5-29.5 °C sıcaklıklarda oluştuğu bilinmektedir. Hartmann vd., (1997) ise çevre şartlarının kallus oluşumu üzerine olan etkisinin önemli olduğunu, aşı kaynaşması için ise sıcaklık değerlerinin 12.8-32 °C arasında olması gerektiğini vurgulamıştır. Erdoğan (2005) ceviz fidanlarında yaptığı çalışmada uygulamış olduğu aşı yöntemlerine ek olarak aşı yerlerini sıcak tutarak 25 °C sıcaklığa sabitlemiştir. Ayrıca, 4-32 °C arasında kallus oluşumu pozitif etkilenmekte, 40 °C üzeri sıcaklıkta ise kallus dokusu negatif etkilenip, yüksek sıcaklıktan zarar görüp ölmektedir. Bu yüzden aşı kaynaşması ve aşı başarısı sıcaklıktan doğrudan etkilenmektedir (Erdoğan, 2005). Bu çalışma, gölgeleme amaçlı siperlik kullanılmasına rağmen arka alanda yürütülmesi ve fidanların doğrudan güneş ışınlarına maruz kalması nedenleriyle yüksek sıcaklığın fidanları, olumsuz etkilediği ve aşı başarısını düşürdüğü gözlenmiştir.

Özbek (1978) Antep fıstığında, Parlak (2010) ise sakız ağacında farklı aşı tipleriyle yaptığı çalışmalarda en iyi aşı tutma döneminin ilkbahar aylarında olduğunu belirtmişlerdir. Fakat, Özkan (1988) Napolyon kirazı üzerinde yaptığı aşı çalışmasında aşı tutma başarısını % 98.75 ile Kasım ayında, Kütahya vişnesinde ise aşı tutma oranını % 97.5 ile Ekim ayında elde etmiştir. Yürütülen bu çalışmada; Aşı dönemleri incelendiğinde, aşı tutma oranının en yüksek olduğu dönemin Mart (% 57) ve Nisan (% 14) aylarında yarma kalem aşılamalarında olduğu tespit edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar, yarma kalem aşısının ve yongalı göz aşısının kambiyum dokusunun en fazla aktif olduğu erken ilkbahar döneminde (20 Mart) gümüşü ıhlamur için uygun aşılama dönemi olduğunu göstermektedir. Winkler vd. (1974) ile Hartman vd. (1990) aşı uygulamalarında kalem aşısı ve yongalı göz aşısı uygulamalarının yaygın kullanıldığını ifade ederken, gümüşü ıhlamurda yürütülen bu çalışmada da yarma kalem aşısı ve yongalı göz aşısı uygulamalarından en iyi sonucu yarma kalem aşısı vermiştir.

Çalışma boyunca yapılan gözlemlere dayalı olarak aşı yapıldıktan sonra fidanların yerlerinin değiştirilmemesinin gerektiği, aksi takdirde aşı tutma başarısının azaldığı ve sonuç olarak da bazı fidanlarda kurumaların gerçekleştiği gözlemlenmiştir.

ıhlamur, Türkiye için önemli bir biyolojik zenginlik ve odun dışı ürün sunan kıymetli bir ağaç türüdür. Özellikle mevcut ıhlamur ormanlarının kontrolsüz ve tahripkar bir şekilde faydalanmaya maruz bırakılması, ıhlamur ormanlarını olumsuz etkilemekte ve doğal meşcere yapısında bozulmalar meydana getirmektedir. Bu konuda Tuttu vd. (2017) ıhlamur birey ve popülasyonları için en büyük sorunlarından birinin bilinçsiz budama olduğunu ve tahribatların önüne geçebilmek için koruma ve kullanma dengesi göz ardı edilmeden uygun ıhlamur çiçeği üretim planları hazırlanması gerektiğini belirtmişlerdir. Tahrip olan birey ve popülasyonların tekrar rehabilite edilmesi ve mevcut ıhlamur orman varlığının artırılması için ekolojisine uygun alanlarda klonal yolla üretilmiş fidanlarla plantasyonlar kurulması önem arz etmektedir. OGM'ce hazırlanıp, uygulamaya konulabilecek Eylem Planları ile bu konu, somutlaştırılmalı ve teşvik edilmelidir. Tesis edilecek plantasyonların, çiçek verimi yüksek, üstün ağaçlardan elde edilen tohumlar (Alan vd., 2018) ve/veya aşı kalemleri ile çiçek üretimine yönelik ıhlamur bahçeleri tesis edilmelidir.

Klonal üretim ile tesis edilecek plantasyonlarda aşı başarısını yükseltebilecek ileri ve detay çalışmalar ıhlamur için önem arz etmektedir. Bu nedenle; yarma kalem aşısı ve yongalı göz aşısıyla birlikte farklı aşı çeşitleri ve gölgelemenin etkisi irdelenip, ıhlamurda aşı başarısı üzerindeki etkinlikleri değerlendirilebilir. Bu sayede; bol, kaliteli ve sürekli çiçek üretimi sağlanırken doğal ıhlamur ormanlarındaki zarar asgariye indirilebilir. Ayrıca, ıhlamurda aşı başarısını arttırmak için; ceviz fidanlarında olduğu gibi aşı yeri "hot-callusing" (sıcak kallus) tekniği ile lokal olarak ısıtma (Erdoğan, 2005), Korkutal ve Yıldırım (2011)'in asmada yürüttüğü çalışmada olduğu gibi aşı kaynaşma özelliklerini arttırmaya yönelik sitokinin uygulaması düşünülebilir.

Kaynaklar

- Alan, M., Güngöroğlu, C., Coşgun U.A., 2018. Proposal on domestication of *Tilia tomentosa* Moench in Yenice of Karabük. 4th International Non-Wood Forest Products Symposium, 4-6 October, Bursa, pp. 15-18.
- Alley, C.J., 1981. Grapevine propagation. XVIII. Spring chip-budding of mature grapevines at high level from february through april. American Journal of Enology and Viticulture, 32 (1): 26-28.
- Alley, C.J., Koyama, A.T., 1978. Grapevine propagation. XIX. Comparison of inverted with standard T-budding. American Journal of Enology and Viticulture, 32(1): 29-34.
- Anşin, R., Özkan, Z.C., 2006. Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta) Odunu Taksonlar. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Genel Yayın No:167, Fakülte Yayın No:19.
- Başer, K.H.C., Tümen, G., Malyer, H., Kırmır, N., 2005. Plants used for common cold in Turkey. In Proceedings of The IVth International Congress of Ethnobotany (ICEB 2005), 21-26 August, İstanbul, Volume, 133, pp. 137.
- Bayraktar, A., Atar, F., Karapınar, S., Üçler, A.Ö., 2018. *Tilia platyphyllos*'un sert çelikler ile üretilmesi üzerinde çelik tipi ve IBA uygulamasının etkileri. 4th International Non-Wood Forest Products Symposium, 4-6 October, Bursa, pp. 63-65.
- Bayram, E., Kırıcı, S., Tansı, S., Yılmaz, G., Arabacı, O., Kızıl, S., Telci, İ., 2010. Tıbbi ve aromatik bitkiler üretiminin artırılması olanakları. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-I, 11-15 Ocak, Ankara, pp. 437-456.
- Browicz, K., 1976. *Tilia L.* In: Flora Europaea. (Ed: Tutin, T.G., Heywood, V.H., Burges, N.A., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters S.M. and Webb, D.A.), Cambridge University Press, Cambridge, pp 247-248,
- Celep, C., 2005. Tokat şartlarında yaz periyodunda aşılı ceviz fidanı yetiştiriciliği için en uygun aşı yöntemi ve aşılama zamanının belirlenmesi. Gazi Osman Paşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(2): 1-5.
- Çelik, H., Zenginbal, H., 1995. Bağ tesisi için dikilen köklü anaçların aynı yıl aşılmasında başarı üzerine aşılama zamanlarının etkileri. Bahçe, 24(1-2): 45-52.
- Davis, P.H., 1967. Flora of Turkey and The East Aegean Islands, Edinburgh University Press, Vol: II, Edinburgh.
- Erdoğan, V., 2005. Aşılı ceviz fidanı üretiminde hot-callusing tekniğinin kullanılması üzerinde araştırmalar. Bahçe, 34(1): 225-230.
- Errea, P., Felipe, A., Herrero, M., 1994. Graft establishment between compatible and incompatible *Prunus* spp. Journal of experimental Botany, 45(272): 393-401.
- Fitsiou, L., Tzakou, O., Hancianu, M., Poiata, A., 2007. Volatile constituents and antimicrobial activity of *Tilia tomentosa* Moench and *Tilia cordata* Miller oils. Journal of Essential Oil Research, 19(2): 183-185.
- Hartman, T.H., Kester, D.E., Davis, F.T., 1990. Plant Propagation Principles and Practices. 5th Edition, Prentice Hall, Eaglewood Cliffs, 232-233.
- Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, Jr. F.T., Geneve, R.L., 1997. Plant Propagation Principles and Practices. Prenticehall, New Jersey, USA.
- Kalkışım, Ö., Tekintaş, F.E., 2011. Kızılcıkta (*Cornus mas* L.) Aşı kaynaşması ile çelik köklenmesinin anatomik ve histolojik olarak incelenmesi üzerine bir araştırma. Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 1(2): 106-122.
- Kayacık, H., 1982. Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematigi III. Cilt Angiospermae. İstanbul Üniversitesi. Orman Fakültesi, İstanbul, Yayın No:321.

- Korkut, S., 2011. Physical and mechanical properties and the use of lesser-known native Silver lime (*Tilia argentea* Desf.) wood from western turkey. African Journal of Biotechnology, Volume 10(76): 17458-17465.
- Korkutal, I., Yıldırım G., 2011. Effect of some cytokinin applications on grafting combination characteristics in grapevine. Ziraat Fakültesi Dergisi, Akdeniz Üniversitesi 24 (1): 1-8.
- Leri, F., Innocenti, M., Possieri, L., Gallori, S., Mulinacci, N., 2015. Phenolic composition of bud extracts of *Ribes nigrum* L., *Rosa canina* L. and *Tilia tomentosa* M. Journal of Pharmaceutical And Biomedical Analysis, 1(910): 1-9.
- Mabberley, D.J., 1997. The Plant-Book. Cambridge University Press. Cambridge.
- Özbek, S., 1978. Özel Meyvecilik (Kışın Yaprağını Dökenler). Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 128, Adana.
- Özkan, Y., 1988. Napolyon ve Bing kiraz çeşitleriyle Kütahya vişnesi çeşidinin iç mekan aşısı ile çoğaltılması üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, On dokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Özpay, Z., 1998. Ihlamurun (*Tilia* L.) Tohum ve Çelikle Yetiştirilmesi İmkanları Üzerine Araştırmalar. Orman Genel Müdürlüğü Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Teknik Bülten, No: 2, Bolu.
- Parlak, S., 2010. Sakız (*Pistacia lentiscus* var. *chia*)'ın Aşılama Yoluyla Çoğaltılması. Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. İzmir, Yayın No:65.
- Parlak, S., Gönültaş, O., Hamurcu, H., 2019. Gümüşü ihlamur (*Tilia tomentosa* Moench) doğal popülasyonlarında çiçek yağ verimini etkileyen fizyografik faktörler. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 20(1): 1-6.
- Polat, M., Yıldırım, A.N., Kankaya, A., Yıldırım, F.A., Çelik, M., 2007. Aşı parsellerinde köklendirilmiş MM 106 anacı üzerine aşılı bazı elma çeşitlerinin fidan gelişim performansları. Türkiye V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Bildiriler Kitabı, 4-7 Eylül, Erzurum, Cilt.1, s. 422-425.
- Radoglou, K., Dobrowolska, D., Spyroglou, G., Nicolescu, V.N., 2008. A Review on The Ecology and Silviculture of Limes (*Tilia cordata* Mill., *T. platyphyllos* Scop. and *T. tomentosa* Moench.) Forestry, Freiburg. pp 29.
- Tekintaş, F.E., Dolgun, O., 1996. Badem çeşitlerinde aşılı bazı nektarin ve şeftali çeşitlerinin uyuşma durumlarının incelenmesi üzerine bir araştırma. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 6(1): 51-54.
- Tuttu, G., Ursavaş, S., Söyler, R., 2017. Ihlamur çiçeğinin Türkiye'deki hasat miktarları ve etnobotanik kullanımı. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 3(1): 60-66.
- Veličković, M.V., 2010. Reduced developmental stability in *Tilia cordata* leaves: Effects of disturbed environment. Periodicum Biologorum, 112(3): 273-281.
- Viola, H., Wolfman, C., De Stein, M.L., Wasowski, C., Pena, C., Medina, J.H., Paladini, A.C., 1994. Isolation of pharmacologically active benzodiazepine receptor ligands from *Tilia tomentosa* (Tiliaceae). Journal of Ethnopharmacology, 44 (1): 47-53.
- Winkler, A.J., Cook, J.A., Kliewer, W.M., Lider, L.A., 1974. General Viticulture. University of California Press, Berkeley and Los Angeles.
- Yücedağ, C., Özel, H.B., Ayan, S., Ducci, F., Isajev, V., Šeho, M., 2019. Growth characteristics of *Tilia tomentosa* Moench. from different districts in the regions of Marmara and Western Black Sea in Turkey. Genetika, Volume 51(2): 731-742.
- Zenginbal, H., Özcan, M., Çelik, H., 2005. Hayward kivi çeşidinde farklı kalem aşılarının aşı başarısı üzerine etkileri. Bahçe, 34 (1): 31-36.

Endemik kasnak meşesinin (*Quercus vulcanica* [Boiss. et Heldr. ex] Kotschy) yeni bir yayılış alanı

Siğnem Öney Birol^{a,*} , Nihal Özel^b , Paul F. Gugger^c , Kürşad Özkan^d 

Özet: Bu çalışma kapsamında, yeryüzünde en nadir yayılış gösteren meşe türlerinden biri olarak bilinen endemik Kasnak meşesi (*Quercus vulcanica* [Boiss. et Heldr. ex] Kotschy) türünün güncel yayılış alanları ve habitat tercihleri ortaya konulmuş, Ankara-Nallıhan-Sarıçalı Dağı çevresinde yeni bir yayılış alanı daha saptanmıştır. Saptanan bu yeni alanının da ilavesiyle türün IUCN kategorisi yeniden değerlendirilerek türün yayılış alanı 166.597.545 km², yaşam alanı da 68.000 km² olarak hesaplanmış ve Düşük Riskli (LC: Least Concern) tehlike kategorisi güncellenmiştir. 2018-2019 yıllarında yapılan arazi çalışmaları kapsamında türün mevcut yayılış alanlarına dair enlem, boylam, yükselti (m), coğrafi konum, bakı, eğim (%), anakaya tipi, vejetasyon tipi, vejetasyon yüksekliği (m) ve vejetasyon (%) ile ilişkili veriler kaydedilerek değerlendirilmiştir. Ayrıca, yeni tespit edilen yayılış alanında kasnak meşesi ile birlikte yayılış gösteren bitki toplulukları da belirlenmiş ve 11'i endemik toplam 112 tür tespit edilmiştir. Sonuç olarak, ülkemize endemik Kasnak meşesi türünün gen kaynaklarının korunması ve türün yayılış alanlarının güncellenmesi, ülkemiz biyolojik çeşitliliğinin korunması açısından son derece önem arz etmektedir.

Anahtar kelimeler: Kasnak meşesi, Endemik, Yeni yayılış alanı, Habitat tercihi

A new distribution area of endemic kasnak oak (*Quercus vulcanica* [Boiss. et Heldr. ex] Kotschy)

Abstract: Within the scope of this study, current distribution areas and habitat preferences of kasnak oak (*Quercus vulcanica* [Boiss. et Heldr. ex] Kotschy) species, which is known as one of the most rarest oak species in the world, have been revealed and a new distribution area has been determined around Ankara-Nallıhan-Sarıçalı Mountain for the distribution map. Within the new distribution area, extent of occurrence calculated to be 166.597.545 km², an area of occupancy calculated to be 68.000 km² so, the threat category was updated as Least Concern (LC) in this study. Latitude, longitude, altitude (m), geographic location, geographical exposure, slope (%), parent material type, vegetation type, vegetation height (m) and the data related to vegetation cover (%) and climate data were recorded and evaluated during 2018 and 2019 field work. In addition, 112 species and 11 endemic were identified in the same habitat of the kasnak oak. Consequently, in order to protect the genetic resources of the kasnak oak species which is endemic to the country, it is very important to update the current distribution areas of the species and to preserve the biological diversity of the country.

Keywords: Kasnak oak, Endemic, New distribution area, Habitat preference

1. Giriş

Kıtasa biyomasın %82'si (Roys vd., 2001) ve karasal biyoçeşitliliğin %50'sinden fazlasını orman ağaçları oluşturmaktadır (Neale ve Kremer, 2011). Kağıt üretimi, inşa materyallerinin temini, enerji, ürüne dayalı çok sayıda ağaç ile ısınma için yakacak odun gibi insanlığın ihtiyacı olan çok sayıda alan için ağaçlar temel madde olarak kullanılmaktadırlar. Ayrıca orman ağaçları biyoçeşitliliğin korunması, karbon döngüsü, iklim dengesi ve su kalitesinin korunması ile doğal mirasımızı temsil etmesi gibi çeşitli ekolojik görevleri de üstlenmektedirler (Unep, 2009).

Kuzey Yarımküre boyunca yayılış gösteren Fagaceae (kayınğiller) familyası 8 cinse ait 927 odunsu tür ile temsil

edilmektedir (Christenhusz vd., 2016). Genel olarak, *Quercus* (meşe), *Fagus* (kayın), *Castanea* (gerçek kestane) vb. diğer cinsler (*Chysolepis*, *Castanopsis* ve *Lithocarpus*) ve üç adet tropikal monotipik (*Chysolepis*, *Castanopsis* ve *Lithocarpus*) cinsi Fagaceae familyası içerisinde yer almaktadır (Nixon, 2006). Meşeler (*Quercus*), ılıman orman ekosistemlerinde güç ve dayanıklılık sembolü olarak insan toplulukları içerisindeki tarihsel ve kültürel önemleri sebebiyle köşe taşı ve kutsal türler olarak temel role sahiptirler. Çevresel (karbon döngüsü, su döngüsü, biyoçeşitlilik rezervi, toprak koruma), ekonomik (doğamacılık, mobilya, kaplama, fiçı üretimi, yakacak, avcılık ve mantar toplama) ekolojik ve bilimsel yönleri değerlendirildiğinde *Quercus* cinsi, Fagaceae familyası

^a Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, 15030, Burdur, Türkiye

^b Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü, 35430, Urla, İzmir, Türkiye

^c University of Maryland Center for Environmental Science, Appalachian Laboratory, 21532, Frostburg, MD, USA

^d Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta, Türkiye

* **Corresponding author** (İletişim yazarı): sobirol@mehmetakif.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 01.12.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 05.03.2020



Citation (Atf): Öney Birol, S., Özel, N., Gugger, P.F., Özkan, K., 2020. Endemik kasnak meşesinin (*Quercus vulcanica* [Boiss. et Heldr. ex] Kotschy) yeni bir yayılış alanı. Turkish Journal of Forestry, 21(1): 6-14. DOI: [10.18182/tjf.5653716](https://doi.org/10.18182/tjf.5653716)

içerisinde taksonomik açıdan tanımlanmış 531 tür ile Kuzey Yarımküre’de oldukça önemli bir yere sahiptir (Govaerts ve Frodin, 1998; Plomion vd., 2018). Avrupa’da ve Akdeniz bölgesinde yaklaşık 30 türü barındıran cins (Govaerts ve Frodin, 1998), çok sayıda alttür, ekotip, hibrit, sinonim ve yeterli bilgiye sahip olunamayan taksona sahiptir. Bunun yanı sıra, kuraklığa dayanıklı türleriyle meşe cinsinin, küresel ısınmanın gündemde olduğu ülkemizde -dünyada da olduğu gibi- gelecekte çok daha önemli bir yere sahip olacağı açıktır. Bu bağlamda çölleşmeyle mücadelede kullanılabilecek ağaç türleri arasında olacağı düşünülebilir.

Ülkemizde 18 tür, 8 alttür ve 2 varyete ile temsil edilen meşe (*Quercus* spp.) türleri orman varlığımızın %23,80’i ile en yoğun yetişen ikinci sıradaki türlerdir ve 5.152.562 hektar alanı kaplamaktadırlar (Davis, 1982). Bunun yanı sıra Güner (2012) ise *Quercus* cinsinin ülkemizde 24 tür ile temsil edildiğini belirtmiştir. Doğal meşe varlıkları içinde yayılış alanı oldukça dar, endemik bir meşe türü olan kasnak meşesinin (*Quercus vulcanica* [Boiss. et Heldr. ex] Kotschy) (Gökşin, 1979) yeryüzündeki en geniş ve yoğun yayılış alanı Göller Bölgesi olarak belirtilmektedir (Yaltrık, 1984, 1998). Isparta, farklı topoğrafik koşullara ve çeşitli iklim türlerine sahip olması nedeniyle türler için Türkiye’nin önemli barınma alanlarından biridir (Gruev, 2002). Kasnak Meşesi Tabiatı Koruma Alanı, Türkiye’nin güneyinde yer alan Isparta ili Eğirdir ilçesi Yukarı Gökdere Köyü yakınlarında 1.300 ha kapsamaktadır. Bu alanda saf ve karışık halde bulunan kasnak meşesi, volkanik meşe olarak da adlandırılmaktadır. Ayrıca tür, kasnak meşesi ormanı dışında Batı Toroslarda, küçük populasyonlar şeklinde Anamas Dağları (Isparta), Şarkikaraağaç (Isparta), Türkmen Dağı (Kütahya) ve Sultandağı (Afyonkarahisar)’nda 1100-1800 m yükseltiler arasında *Cedrus libani*, *Acer hyrcanum*, *Quercus cerris* var. *cerris* ve *Pinus nigra* ile karışık ormanlar oluşturmaktadır (Yaltrık, 1998; Balaban vd., 1999). Buna ek olarak, Ahır Dağı (Uşak), Erciyes Dağı (Kayseri), Şaphane Dağı (Gediz-Kütahya), Amanos Dağları (Antakya), Murat Dağı (Uşak), Karadağ (Karaman) ve Kumalar Dağı (Afyonkarahisar)’nda da rastlanmaktadır (Kayacık, 1977; Yaltrık, 1984; Avcı, 1996; Akçiçek, 2003; Aydınöz, 2004; Akçiçek ve Vural, 2007). Ülkemizde genel yayılış alanı yukarıda belirtilen kasnak meşesi’nin son belirtilen yayılış alanları, ülkemizin kuzey kesiminde, Ilgaz dağlarında Tekçam tepe (1955 m.) güney yamacında 1600 m (Avcı, 1996) ve Küre dağları üzerindeki Harami Dağı (1556 m)’nin güneyinde bulunan Sırakaya tepe (1479 m)’nin kuzey yamaçları ve Güney Çayı’nın üst kısımlarındaki vadi kenarlarındadır (Aydınöz, 2004). Bu alanlarda, toprak tabakasının kalın olduğu korunaklı vadi içlerinde kasnak meşeleri, 5-10 ağaçtan oluşan saf topluluklar şeklinde, macar meşesi (*Q. frainetto*), mazi meşesi (*Q. infectoria*) ve Akçağaç (*Acer campestre* ve *A. hyrcanum*) ile birlikte karışık olarak yayılış göstermektedir (Avcı, 1996). Kasnak meşesi, iklim olarak çok nemli mezotermal, yazın çok kuvvetli su açığı bulunan deniz iklimi etkisine yakın bir iklim tipine sahip ve özellikle kuzey rüzgarlarından korunaklı lokal alanları tercih etmektedir (Karatepe, 2005). Avcı (1996) ve Aydınöz (2004) tarafından belirtilen kasnak meşesi’nin Türkiye’deki kuzey sınırı yayılış alanlarına bakıldığında güney yayılış alanına göre türün kuzeydeki daha yüksek rakımları da tercih ettiği görülmektedir. IUCN risk kategorisine göre kasnak meşesi, LC (Düşük Riskli) olarak sınıflandırılan bir türdür (Stephan, 2018). Yapılan literatür taramaları

kapsamında ülkemizde yapılan araştırmaların tümünün, türü ekolojik (Kargioğlu vd., 2009; Kargioğlu 2018), biyokimyasal (Balaban vd., 1999; Balaban ve Uçar, 2001; Özcan ve Baycu, 2005; Özcan, 2007; Özden ve Baycu, 2009; Yaman vd., 2015), fizyolojik (Tilki ve Alptekin, 2006), anatomik (Güller vd., 2010; Deligöz vd., 2010), botanik (Öztürk, 2013) ve tri-trofik etkileşimi marker temelli yaklaşım ile açıklamaya (Gürbüz vd., 2014) dayalı çalışmalar olduğu görülmüştür. Oysaki türün ülkemizdeki yayılış alanlarının güncellenmesi, küresel iklim değişikliği etkisi altındaki ekosistemde, habitat tercihlerine bağlı olarak canlılar arasındaki kuzeyden güneye olan göç eğiliminin saptanması türün ülkemiz biyoçeşitliliği içerisinde varlığını sürdürebilmesi için yaşam alanlarının koruma altına alınması ve koruma stratejilerinin geliştirilmesi açısından oldukça önemlidir. Bu kapsamda, çalışmamızda ülkemize endemik kasnak meşesi türünün güncel yayılış alanları ve habitat tercihlerini ortaya koymak, bilinen yayılış alanları dışında yeni yayılış alanlarının tespitinin yapılması ve mevcut yayılış alanları içerisindeki habitat tercihlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Araştırma materyali

Kasnak meşesi ve bu türün doğal yayılış alanlarında dominant olarak yetiştiği arazi gözlemleri ile tespit edilen diğer vasküler bitki taksonları oluşturmaktadır. Çalışmanın ana materyali kasnak meşesi olduğundan bu türün bazı özellikleri konuya açıklık getirmek açısından uygun görülmüştür:

Kasnak meşesi türü, ağaç formu meşeler grubunda, anatomik yapısı, meyve özelliği, yaprak ve kabuk yapısı itibarıyla ak meşeler grubuna ait yaprak dökme meşeler arasındadır.

Her yıl ilkbaharla birlikte uyanan sürgünler, bulunulan bölgenin iklim şartlarına bağlı olarak Mayıs ayında yeşillenmekte ve sonbahar ile birlikte yaprak dökme periyoduna girmektedir.

İncelenen türe ait örnekler Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM)’ne gönderilecek ve Türkiye Tohum Gen Bankası’nda muhafaza edilecektir. Bunun yanı sıra, yeni tespit edilen yayılış alanında, kasnak meşesi habitatında yetişen dominant taksonlara ait vejetasyon kaydı da ayrıca alınmıştır.

2.2. Arazi çalışmaları

2018- 2019 yılları Haziran ve Ekim dönemleri boyunca kasnak meşesi populasyonlarının yayılış gösterdiği alanlar; arazi koşulları, meşe populasyonlarına ait, türün laboratuvar koşullarında teşhis edilebilmesi için bitkinin tanımlamasını kolaylaştıracak sürgün, meşe palamutu ve yaprak örneği ile birlikte alınmış ve Türkiye Meşeleri Teşhis anahtarı (Yaltrık, 1984), Flora of Turkey and the East Aegean Islands ve ek ciltlerinden, (Davis, 1965-1985; Davis vd., 1998; Güner vd., 2000), ayrıca “Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)” yayınından (Güner, 2012) yararlanılarak teşhis edilen örneklerin, enlem, boylam, yükselti (m), toplanma tarihi, yayılış alanı lokasyonu bilgileri kaydedilmiştir. Bunun yanı sıra arazi çalışmaları sırasında, Kasnak meşesi populasyonlarının habitat tercihlerini belirlemek için alanlara ilişkin alanın coğrafi konumu,

anakaya tipi, bakı, eğim (%), vejetasyon örtüsü (%), vejetasyon yüksekliği (m) ve vejetasyon tipi gibi verileri de kayıt altına alınmıştır. Bakı, pusula ile, yükselti, altimetre ile, eğim, eğim ölçer ile ölçülmüştür. Vejetasyon örtüsü ve yüksekliği tahmini olarak belirlenmiştir. Yerinde belirlenen anakaya kaydedilmiş, belirlenemeyen anakayalardan örnek alınarak jeoloji uzmanlarına teşhis ettirilmiştir. Ayrıca iklimsel (maksimum sıcaklık, minimum sıcaklık, ortalama sıcaklık, günlük sıcaklık aralığı, mevsime göre sıcaklık değeri, yıllık sıcaklık aralığı, en nemli çeyreğin sıcaklık ortalaması, en kuru çeyreğin sıcaklık ortalaması, en sıcak çeyreğin sıcaklık ortalaması, ortalama yağış miktarı, maksimum yağış minimum yağış, mevsime göre yağış miktarı, en nemli çeyreğin yağış ortalaması, sabit sıcaklık) verileri de kayıt altına alınmıştır. Türün IUCN (2018) kırmızı liste kategorisinin değerlendirilmesi amacıyla koordinat bilgileri kullanılarak, Yayılış alanı (EOO, km²) ve Yaşam alanı (AOO, km²) değerleri, GeoCAT (Bachman vd., 2011) programı kullanılarak hesaplanmıştır (Şekil 3).

Bitki örnekleri proje ekibinde görevli Dr. Nihal ÖZEL tarafından teşhis edilirken habitatın anakaya tipi ise jeolog Nuran ALTUN tarafından teşhis edilmiştir.

3. Bulgular ve tartışma

3.1. Kasnak meşesinin mevcut yayılış alanları

Türün literatürde verilen mevcut 16 farklı yayılış alanının güncel durumlarına ilişkin yapılan arazi çalışmaları kapsamında elde edilen bulgular Çizelge 1’de enlem, boylam, yükseklik coğrafi konum, anakaya tipi, bakı, eğim (%), vejetasyon örtüsü (%), vejetasyon yüksekliği (m) ve vejetasyon tipi verileri ile sunulmuştur. Çizelge 1’de verilen kasnak meşesinin mevcut yayılış alanlarında herhangi bir

değişiklik olmadığı literatür ile uyumlu bulgular ile desteklenmiştir (Kayacık, 1977; Yaltrık, 1984; Avcı, 1996; Yaltrık, 1998; Balaban vd., 1999; Akçiçek, 2003; Aydınözü, 2004; Akçiçek ve Vural, 2007). Buna göre, kasnak meşesi türü orman ve seyrek orman vejetasyonu içerisinde $\geq 50\%$ vejetasyon örtüsü içerisinde yoğunlukta olarak kuzey, kuzeydoğu, kuzeybatı, güney, doğu ve güneydoğu bakılarda 1300-1800 m arasında yayılış göstermektedir. Türkiye’nin en güneyinde Hatay-Erzin’den başlayarak en kuzeydeki uç olan Kastamonu- Küre Dağları üzerinde belirtilen coğrafi konuma kadar kireçtaşı yapısına sahip toprak koşullarında küçük ağaç toplulukları ya da ormanlık alanda baskın tür olarak varlığını sürdürmektedir.

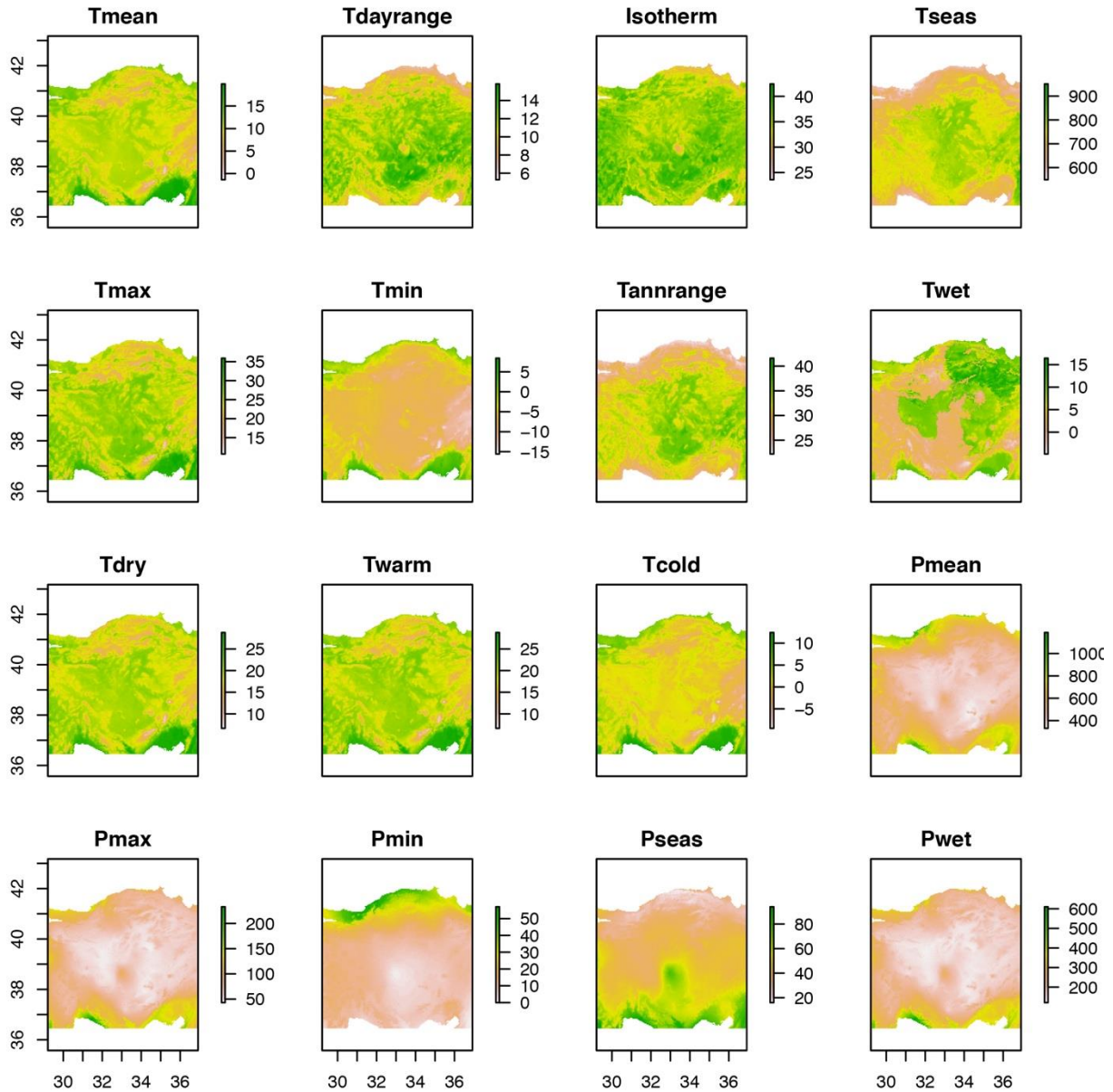
WorldClim 2.0 (Fick ve Hijmans 2017) veri tabanından Haziran - Eylül 2018-2019 dönemi için alınan kasnak meşesi yayılış alanlarının genel iklimsel verileri Şekil 1’de verilen alanlara ilişkin maksimum sıcaklık (Tmax), minimum sıcaklık (Tmin), ortalama sıcaklık (Tmean), günlük sıcaklık aralığı (Tdayrange), mevsime göre sıcaklık değeri (Tseas), yıllık sıcaklık aralığı (Tanrange), en nemli çeyreğin sıcaklık ortalaması (Twet), en kuru çeyreğin sıcaklık ortalaması (Tdry), en sıcak çeyreğin sıcaklık ortalaması (Twarm), en soğuk çeyreğin sıcaklık ortalaması (Tcold), ortalama yağış miktarı (Pmean), maksimum yağış (Pmax), Minimum yağış (Pmin), mevsime göre yağış miktarı (Pseas), en nemli çeyreğin yağış ortalaması (Pwet), isotherm (sabit sıcaklık) verilerine göre kasnak meşesi türünün yayılış gösterdiği alanların örnek alındığı tarih itibarıyla (Haziran-Eylül) sıcaklık ortalaması 36-40 °C, oldukça nemli, yazın yüksek su eksikliği ya da kurak olan deniz iklim etkisine yakın bir iklim tipine sahip ve özellikle kuzey rüzgarlarından korunaklı vadi yamaçları ve içlerini tercih ettikleri belirlenmiştir.

Çizelge 1. Kasnak meşesinin mevcut yayılış alanları dağılımı ve habitat özellikleri

Örnek alan no	Alan	Enlem	Boylam	Coğrafi kare	Yükselti (m)	Anakaya tipi	Bakı	Eğim (%)	Vejetasyon (%)	Vejetasyon yüksekliği (m)	Vejetasyon Tipi
1	Hatay - Erzin- Amanos Dağları	36°57'6"N	36°25'0"E	C6	1634	Kireçtaşı	Doğu	10	70	17	Karışık orman
2	Kayseri- Erciyes Dağı	38°37'5"N	35°23'35"E	B5	1758	Bazalt	Kuzey	30	50	7	Bozuk orman
3	Aksaray- Hasan Dağı	38°9' 57"N	34°11'46"E	C4	1706	Volkanik	Kuzeydoğu	70	90	9	Orman
4	Afyonkarahisar- Sultan Dağları	38°30'36"N	31°12'50"E	B3	1417	Fillat	Güneydoğu	60	80	8	Orman
5	Afyonkarahisar- Kumalar Dağı	38°27'50"N	30°25'25"E	B3	1489	Tüf, kireçtaşı, kum	Kuzey	10	20	10	Bozuk orman
6	Kütahya- Türkmen Dağı	39°25'51"N	30°20'06"E	B2	1453	Feldspat	Kuzey- Güney	70	80	20	Orman
7	Kütahya- Gediz- Murat Dağı	38°57'57"N	29°43'12"E	B2	1327	Serpantin	Kuzeydoğu	100	80	20	Orman
8	Kastamonu- Küre Dağları	41°47'28"N	33°50'55"E	A4	1300	Kireçtaşı	Kuzey	30	50	7	Orman
9	Kastamonu-Tosya	41°0'34"N	33°55'2"E	A4	1300	Kireçtaşı	Güney	80	70	6	Orman
10	Karaman-Karadag	37°23'22"N	33°10'0"E	C4	1663	Andezit, Riyolit	Kuzeybatı- Kuzey	60	70	6	Orman
11	Isparta- Yenişarbademli- Velledin	37°47'40"N	31°18'32"E	C3	1769	Kireçtaşı	Kuzey	70	50	10	Bozuk orman
12	Konya-Beyşehir	37°49'36"N	32°2'8"E	C3	1503	Kireçtaşı	Kuzey	45	50	8	Bozuk orman
13	Isparta-Anamas Dağları	37°41'24"N	31°19'56"E	C3	1611	Kireçtaşı	Doğu-Batı	80	90	18	Orman

Çizelge 1. devamı

Örnek alan no	Alan	Enlem	Boylam	Coğrafi kare	Yükselti (m)	Anakaya tipi	Bakı	Eğim (%)	Vejetasyon (%)	Vejetasyon yüksekliği (m)	Vejetasyon Tipi
14	Isparta-Kızıldağ Milli Parkı	37°49'51"N	31°20'43"E	C3	1658	Kireçtaşı	Doğu	10	80	8	Orman
15	Isparta- Kasnak Meşesi Tabiatı Koruma Alanı	37°44'9"N	30°49'59"E	C3	1460	Kireçtaşı	Kuzeydoğu	30	70	17	Orman
16	Isparta-Çam Dağı	38°5'2"N	30°44'35"E	C3	1728	Kireçtaşı	Kuzey	100	60	10	Orman



Şekil 1. WorldClim 2.0 veritabanından Haziran-Eylül 2018 dönemi için alınan kasnak meşesi yayılış alanlarının genel iklimsel verileri. Tmax: Maksimum sıcaklık (°C), Tmin: Minimum sıcaklık(°C), Tmean: Ortalama sıcaklık (°C), Tdayrange: Günlük sıcaklık aralığı(°C), Tseas: Mevsime göre sıcaklık değeri(°C), Tannrange: Yıllık sıcaklık aralığı(°C), Twet: En nemli çeyreğin sıcaklık ortalaması (°C), Tdry: En kuru çeyreğin sıcaklık ortalaması (°C), Twarm: En sıcak çeyreğin sıcaklık ortalaması (°C), Tcold: En soğuk çeyreğin sıcaklık ortalaması (°C), Pmean: Ortalama yağış miktarı (mm), Pmax: Maksimum yağış (mm), Pmin: Minimum yağış (mm), Pseas: Mevsime göre yağış miktarı (mm), Pwet: En nemli çeyreğin yağış ortalaması (mm), Isotherm: İzoterm: sabit sıcaklık(°C)

3.2. Kasnak meşesinin tespit edilen yeni yayılış alanı

2018 – 2019 yılları arasında yapılan arazi çalışmaları kapsamında kasnak meşesi türünün Ankara çevresinde yayılış gösterdiği yeni bir lokalite tespit edilmiştir. Kasnak Meşesi genel olarak Göller Bölgesi ve çevresinde yayılış gösteren bir tür olmasına rağmen türün, Aydınözü vd. (2004) tarafından tespit edilen kuzeydeki ilk yayılışı olan Küre ve Ilgaz dağları üzerindeki yayılışına dair güncel kayıtların elde edilmesiyle, türün güney yayılış alanlarına göre kuzeydeki daha yüksek rakımları da tercih ettiği görülmektedir. IUCN risk kategorisine göre yayılış alanı (EOO) ve yaşam alanı (AOO) değerlendirmelerine dayanarak, LC (Least Concern) “Düşük Riskli” olarak sınıflandırılan kasnak Meşesi türünün kademeli bir yayılış gösterme ihtimali ile canlılar arasında kuzeyden güneye olan göç eğiliminin küresel iklim değişikliği etkisi altında güneyden kuzeye ve sıcak habitatlardan serin iklimatik koşullara zorunlu göç şeklinde yer değiştirme ihtimalinin tartışmalı hipotezleri (Hausheer, 2016) düşünüldüğünde, diğer canlılarda olduğu gibi kasnak Meşesinin de iklim değişikliği etkisi altında kuzeye göç etme eğilimini tespit etmek için araştırılmıştır. Sonuç olarak, türün bilinen en güney sınırı ile en kuzey sınırı arasında, arazi çalışmaları sonucunda Ankara ve çevresinde yeni bir yayılış alanına sahip olduğu saptanmıştır. Buna göre; türün daha önce bilinmeyen Ankara – Nallıhan- Sarıçalı Dağı çevresinde farklı bir yayılış alanı daha tespit edilmiştir. Ayrıca, yapılan arazi çalışmalarında türün habitat tercihlerine ilişkin enlem,

boylam, yükseklik, eğim, bakı, vejetasyon formu, coğrafi konumu Çizelge 2 ve Şekil 2’de ve alanda yayılış gösteren diğer bitki türlerine ilişkin bulgular Çizelge 3’de sunulmuştur.

Ülkemizde A3 karesi içerisinde ilk kez, Ankara-Nallıhan- Sarıçalı Dağı’nda tespit edilen kasnak meşesi ağaçlarının ise genel olarak 1500 – 1700 m arasında geniş bir alanda yayılış gösterdiği tespit edilmiştir. kasnak meşesinin yayılış gösterdiği alanda anakaya tipi kireçtaşıdır ve ağaçların genel kuzeydoğu bakısında konumlanmayı tercih ettiği belirlenmiştir. Alanda yayılış gösteren kasnak meşesi ağaçları %10’luk eğime sahip, vejetasyon örtüsü %100 ve vejetasyonun ortalama yüksekliği 10 m civarındadır. Vejetasyon tipi bozuk orman olarak ortaya çıkmaktadır. Karaçam ve adi ardıç gibi türler ile ortak habitati paylaşmaktadır. Alanda kasnak meşesi türü ile birlikte yayılış gösteren 112 bitki türü tespit edilirken bunların 11 adedi endemik tür olarak tanımlanmıştır. Özen ve Fakir (2015) Isparta Kasnak Meşesi Tabiatı Koruma Alanı ve çevresinin florasına dair yapmış oldukları çalışmada C3 karesinde bulunan alanda 78 familyaya ait 253 cinsle bağlı 442 tür tespit ederken bu türlerin 69’unun endemik olduğunu belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra, çalışmamızda, floristik bölgelere göre dağılımında Avrupa-Sibirya elementleri en geniş yayılışlı taksonlara sahip iken Özen ve Fakir (2015) Akdeniz elementlerine ait taksonların en yoğun yayılışlı taksonlar olduğu belirtilmiştir. Bu durumun da araştırma alanlarının fitocoğrafik ve iklimsel farklılıklarından kaynaklanmasındandır.



Şekil 2. Kasnak meşesinin yeni tespit edilen yayılış alanından örnek alınan ağaçların fotoğrafları

Çizelge 2. Kasnak meşesinin yeni tespit edilen yayılış alanı ve habitat özellikleri

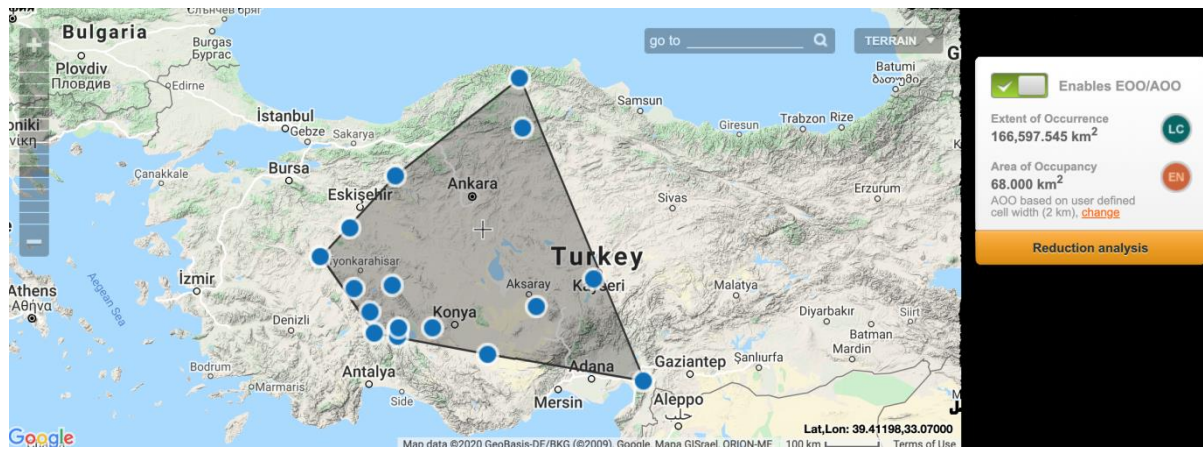
Örnek alandan alınan ağaç no	Alan	Enlem	Boylam	Coğrafi kare	Yükselti (m)	Bakı	Eğim (%)	Coğrafi konum (Yamaç durumu)
1	Ankara- Nallıhan-Sarıçalı Dağı	40°16'14"N	31°16'26"E	A3	1543	Kuzeydoğu	10	Dik yamaçlar (Sırt)
2	Ankara- Nallıhan-Sarıçalı Dağı	40°16'8"N	31°16'30"E	A3	1613,59	Kuzeydoğu	10	Dik yamaçlar (Sırt)
3	Ankara- Nallıhan-Sarıçalı Dağı	40°16'53"N	31°18'5"E	A3	1639,62	Kuzeydoğu	10	Dik yamaçlar (Sırt)
4	Ankara- Nallıhan-Sarıçalı Dağı	40°15'57"N	31°16'20"E	A3	1604,61	Kuzeydoğu	10	Dik yamaçlar (Sırt)
5	Ankara- Nallıhan-Sarıçalı Dağı	40°15'48"N	31°16'3"E	A3	1649,04	Kuzeydoğu	10	Dik yamaçlar (Sırt)

Çizelge 3. Ankara-Nallıhan- Sarıçalı Dağı'nda tespit edilen kasnak meşesi yayılış alanında bulunan vejetasyona ilişkin bulgular

Sıra no	Latince adı	Türkçe adı (Güner, 2012)	Endemiklik ve element durumu
1	<i>Acantholimon acerosum</i> (Willd.) Boiss. subsp. <i>acerosum</i>	Pişik geveni	-
2	<i>Acantholimon acerosum</i> subsp. <i>Brachystachyum</i> (Boiss.) Doğan & Akaydin	Fızık	Endemik, İran-Turan
3	<i>Achillea millefolium</i> L.	Civanperçemi	-
4	<i>Clinopodium graveolens</i> (M.Bieb.) Kuntze	Filiskin	-
5	<i>Alliaria petiolata</i> (M.Bieb.) Cavara & Grande	Sarımsak hardalı	-
6	<i>Allium ampeloprasum</i> L.	Pırasa	Akdeniz
7	<i>Allium olympicum</i> Boiss.	Uludağ soğanı	Endemik, Karadeniz
8	<i>Allium paniculatum</i> L.	Sürü salkım	-
9	<i>Alyssum murale</i> var. <i>murale</i> Waldst.& Kit	Seki Kuduz otu	-
10	<i>Anthemis cretica</i> L.	Dağ papatyası	-
11	<i>Arrhenatherum elatius</i> subsp. <i>elatius</i> (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl	Çayır yulafı	Avrupa-Sibirya
12	<i>Astragalus wiedemannianus</i> F.B. Fisch.	Karın geveni	İran-Turan
13	<i>Astrantia maxima</i> subsp. <i>haradjianii</i> (Grintz.) Rech. f.il	Dağ yıldızcası	Endemik
14	<i>Asyneuma limonifolium</i> (L.) Janchen subsp. <i>limonifolium</i>	Tavşan ekmeği	-
15	<i>Berberis crataegina</i> DC.	Karamuk	-
16	<i>Bifora radians</i> M.Bieb.	Gısbana	-
17	<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) P.Beauv.	Koru kılcanı	Avrupa-Sibirya
18	<i>Bromus japonicus</i> Thunb.	İye otu	-
19	<i>Campanula glomerata</i> L.	Yumak çanı	-
20	<i>Campanula rapunculoides</i> L.	Elmacık	-
21	<i>Carduus acanthoides</i> L.	Saka dikenini	-
22	<i>Carduus nutans</i> L. subsp. <i>nutans</i>	Eşekdikeni	-
23	<i>Cytisus hirsutus</i> L.	Keçi tırfılı	-
24	<i>Chondrilla juncea</i> L.	Karakavuk	-
25	<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten	Yaygın kangal	-
26	<i>Clinopodium vulgare</i> L.	Yabani fesleğen	-
27	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Tarla sarmaşığı	-
28	<i>Coronilla varia</i> L.	Körigen	-
29	<i>Cota tinctoria</i> (L.) J. Gay var. <i>tinctoria</i>	Boyacı papatyası	-
30	<i>Crepis foetida</i> L.	Kohum	-
31	<i>Cruciata taurica</i> (Pall. ex Willd.) Ehrend	Kırım güzeli	İran-Turan
32	<i>Cynoglossum montanum</i> L.	Dağ köpek dili	Avrupa-Sibirya
33	<i>Dactylis glomerata</i> L.	Domuz ayrığı	-
34	<i>Dianthus ankyrensis</i> Hausskn.& Bornm.	Ankara karanfili	Endemik, İran-Turan
35	<i>Digitalis ferruginea</i> L.	Arikovanı	-
36	<i>Dipsacus laciniatus</i> L.	Fesçi tarağı	-
37	<i>Echinops ritro</i> L.	Topuz	-
38	<i>Ephedra major</i> Host	Hum	-
39	<i>Euphorbia anacamperos</i> Boiss. var. <i>anacamperos</i>	Sütlü ağrı otu	Endemik
40	<i>Festuca valesiaca</i> Schleich. ex Gaudin	Meşe yumağı	-
41	<i>Galium verum</i> L.	Boyalık	-
42	<i>Globularia trichosantha</i> Fisch. & C.A. Mey.	Köse yayılımı	-
43	<i>Helianthemum nummularium</i> (L.) Miller subsp. <i>lycaonicum</i> Coode et Cullen	Çayır gülü	Endemik
44	<i>Helictotrichon pubescens</i> (Huds.) Schult. & Schult. fil. subsp. <i>pubescens</i>	Sıkı yulaf	Avrupa-Sibirya
45	<i>Helichrysum graveolens</i> (M.Bieb.) Sweet	Hencecalık	-
46	<i>Heterocaryum szovitsianum</i> A. DC.	Diri gürke	-
47	<i>Hypericum lydiu</i> Boiss.	Cayescancyan	-
48	<i>Hypericum scabrum</i> L.	Karahasan çayı	İran-Turan
49	<i>Inula oculus-christi</i> L.	Yol otu	Avrupa-Sibirya
50	<i>Inula thapsoides</i> (Bieb. ex Willd.) Sprengel subsp. <i>thapsoides</i>	Kanatlı andız otu	-
51	<i>Iris orientalis</i> Mill.	Ankara süseni	-
52	<i>Juniperus communis</i> L. var. <i>communis</i> L.	Sürünücü ardıç	-
53	<i>Juniperus foetidissima</i> Willd.	Kokulu ardıç	-
54	<i>Lolium perenne</i> L.	Çim	Avrupa-Sibirya
55	<i>Lonicera orientalis</i> Lam.	Çakkana	-
56	<i>Lotus corniculatus</i> subsp. <i>alpinus</i> Ser.	Gazal boynuzu	-
57	<i>Marrubium globosum</i> Montbret & Aucher ex Benth. subsp. <i>globosum</i> .	Bozcaboğum	Endemik, İran-Turan
58	<i>Marrubium parviflorum</i> FISCH. ET MEY. subsp. <i>oligodon</i> (Boiss.) Seybold	Küllü boz otu	Endemik, İran-Turan
59	<i>Medicago sativa</i> L.	Kara yonca	-
60	<i>Medicago turbinata</i> (L.) All	Boncuk yonca	D. Akdeniz
61	<i>Minuartia anatolica</i> (Boiss.) Woron. var. <i>arachnoidea</i> McNeill	Tıstis otu	Endemik, İran-Turan
62	<i>Lactuca muralis</i> (L.) Gaertn	Divar marulu	Avrupa-Sibirya
63	<i>Nepeta italica</i> L.	Eşek çayı	Akdeniz
64	<i>Nepeta nuda</i> L.	Mor küncü	Avrupa-Sibirya
65	<i>Euphrasia odontites</i> L.	Davun otu	Avrupa-Sibirya
66	<i>Onosma aucheriana</i> DC.	Emcek	D. Akdeniz
67	<i>Orlaya daucoides</i> (L.) Greuter	Dil kanatan	Akdeniz
68	<i>Ornithopus compressus</i> L.	Kuşayağı	Akdeniz
69	<i>Paeonia mascula</i> (L.) Mill.	Ayı gülü (Şakayık)	-

Çizelge 3. devamı

Sıra no	Latince adı	Türkçe adı (Güner, 2012)	Endemiklik ve element durumu
70	<i>Paronychia chionaea</i> Boiss	Deli kepek otu	-
71	<i>Phleum montanum</i> K. Koch subsp. <i>montanum</i>	Dağ itkuyruğu	-
72	<i>Phlomis russeliana</i> (Sims.) Lag. ex Benth.	Akbaşlı çalba	Endemik, Avrupa-Sibirya
73	<i>Pilosella hoppeana</i> (Schult.) F.W.Schultz & Sch.Bip.	Gültırnak otu	-
74	<i>Pilosella piloselloides</i> (Vill.) Soják	Köse tırnak otu	-
75	<i>Pimpinella cappadocica</i> Boiss. & Balansa. var. <i>cappadocica</i>	Peri anasonu	Endemik
76	<i>Pinus nigra</i> J. F. Arnold subsp. <i>pallasiana</i> (Lamb.) Holmboe var. <i>pallasiana</i>	Karaçam	-
77	<i>Plantago lanceolata</i> L.	Damarlıca	-
78	<i>Polygala supina</i> Schreb.	Gihayesipirge	-
79	<i>Potentilla recta</i> L.	Su parmak otu	-
80	<i>Prunus avium</i> (L.) L.	Kiraz	-
81	<i>Pyrus elaeagnifolia</i> Pall. subsp. <i>kotschyana</i> (Boiss. ex Decne.) Browicz	Dağ armudu	-
82	<i>Quercus vulcanica</i> Boiss. & Heldr. ex Kotschy	Kasnak meşesi	Endemik, Akdeniz
83	<i>Rosa canina</i> L.	Kuşburnu	-
84	<i>Rubus caesius</i> L.	Bük üzümü	-
85	<i>Rubus canescens</i> DC. var. <i>canescens</i>	Çoban kösteği	Avrupa-Sibirya
86	<i>Rumex pulcher</i> L.	Ekşilik	-
87	<i>Salvia forskahlei</i> L.	Dolma yaprağı	Avrupa-Sibirya
88	<i>Sanguisorba minor</i> L.	Çayır düğmesi	-
89	<i>Scandix stellata</i> Banks & Sol.	Dağ kişkişi	-
90	<i>Scleranthus annuus</i> L.	Kınavel	-
91	<i>Scorzonera cana</i> (C. A. Mey.) Griseb. var. <i>cana</i>	Tekesakalı	-
92	<i>Scorzonera laciniata</i> L.	Parım	-
93	<i>Sedum album</i> L.	Çoban kavurgası	-
94	<i>Sedum pallidum</i> M. Bieb var. <i>pallidum</i>	Koyun örmece	Karadeniz
95	<i>Silene italica</i> (L.) Pers.	Yuğuş yüreği	Akdeniz
96	<i>Sonchus asper</i> subsp. <i>glaucescens</i> (Jord.) Ball	Gevirtlek	-
97	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Zoko	-
98	<i>Stachys annua</i> (L.) L.	Hacı Osman otu	-
99	<i>Tanacetum poteriifolium</i> (Ledeb.) Grierson	Dişlek pire otu	Karadeniz
100	<i>Tephrosia integrifolia</i> subsp. <i>aucherii</i> (DC.) B. Nord.	Ümbülük çiçeği	Avrupa-Sibirya
101	<i>Teucrium divaricatum</i> Sieber	Mürcü otu	Akdeniz
102	<i>Teucrium polium</i> L.	Acı yavşan	-
103	<i>Thymus praecox</i> Opiz	Yayla kekiği	Karadeniz
104	<i>Tragopogon porrifolius</i> L.	Yemlik	-
105	<i>Trifolium angustifolium</i> L.	Nefel	-
106	<i>Trifolium nigrescens</i> Viv.	Yanık üçgül	-
107	<i>Tripodion tetraphyllum</i> (L.) Fourr.	Kum tırfılı	Akdeniz
108	<i>Verbascum cheiranthifolium</i> Boiss., var. <i>asperulum</i> (Boiss.) Murb	Boz kulak	-
109	<i>Veronica orientalis</i> Mill.	Göz mumcuğu	-
110	<i>Vicia cracca</i> L. subsp. <i>cracca</i>	Kuş figi	-
111	<i>Viola sieheana</i> W. Becker	Çayır menekşesi	-
112	<i>Xeranthemum annuum</i> L.	Kağıt çiçeği	-



Şekil 3. Kasnak meşesi türünün Türkiye’de yayılış gösterdiği 17 farklı yayılış alanı itibariyle IUCN kırmızı liste risk kategorisine göre GeoCat programı Yayılış Alanı (Extent of Occurrence (EOO)) ve Yaşam Alanı (Area of Occupancy (AOO)) açısından değerlendirilmesi

Günümüzde, bölgesel iklim değişikliklerinde meydana gelen değişikliklerden dolayı türlerin yayılış aralıklarını ve fenolojik özelliklerini değiştirmek zorunda kalarak varlıklarını sürdürmeye yönelik çabaladıkları yönünde çarpıcı kanıtlar bulunmaktadır (Parmesan ve Yohe, 2003; Root vd., 2005; Walther vd., 2005; Lavergne vd., 2006; Thuiller vd., 2008). Günümüzde, iklim değişikliğinin etkisi altında, türlerin varlığını sürdürmelerinde ortaya çıkan tehditler gözönüne alındığında biyoçeşitliliği korumaya yönelik koruma stratejilerinin, türlerin ve genetik çeşitliliğin korunmasında kritik bir öneme sahip olacağı görülmektedir. Bugün, bilim insanları, biyoçeşitliliğin dinamik doğasının korunmasına yönelik bir paradigma geliştirilmesi gerektiği konusunda açıklama yapmaktadırlar (Cabeza ve Moilanen, 2001; Pressey vd., 2007). Burada da, endemik kasnak meşesi türü, en güneydeki yayılış alanı olan (1) Hatay-Erzin ile en kuzeydeki yayılış alanı olan (8) Kastamonu-Küre Dağları arasında bulunan yayılış alanlarında, çevresel koşullara adaptasyon ve stres faktörlerine bağlı olarak stresle ilişkili genlerin cevabına dayanarak, kademeli bir yer değiştirme ve çok sayıda alana yayılmak suretiyle varlığını sürdürmek için mücadele etmektedir.

4. Sonuç ve öneriler

Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı (Ekim vd., 2000)'na göre kasnak meşesi IUCN kriterlerinden tehlikeye yakın kategoride yer almaktadır. Çalışmada belirlenen alanlarda bu bağlamda inceleme ve gözlemler yapılmış olup, türün yer alması gereken kategori tekrar irdelenmiştir. Kasnak meşesi yayılış alanlarında farklı yaşlarda genç bireyler tespit edilmiştir ki bu da üremenin olduğunun göstergesidir. Ayrıca ağaçlar üzerinde meyve ve tohum oluşumu da belirlenmiştir. Yayılış alanlarının büyüklükleri ölçülmemekle birlikte tarafımızdan popülasyon büyüklükleri yeterli olarak gözlenmiştir. Popülasyonlar yerel koşullara adapte olmuş görünmektedirler. Yakın çevredeki popülasyonlardan da gelebilecek bireylerin de yerel koşullara uyum sağlayabileceği düşünülmektedir.

Taksonun, farklı yayılış alanlarında azaldığı veya arttığı konusunda yeterli bilgi elde edilememiştir. Ancak mevcut popülasyonların dış popülasyonlara bağımlı olmadığı, kendi üreme yeteneklerinin olduğu gözlenmiştir.

Kasnak meşesi küresel ölçekte ender bir taksondur. Bununla birlikte ülke içerisindeki mevcut popülasyonların büyüklüğü ve koşulları yukarıda da açıklandığı gibi tehlikeye yakın (NT) kategoride olmayabileceğini, düşük riskli (LC) kategorisinde değerlendirilmesinin daha uygun olduğu belirlenmiştir. Ancak Isparta yöresindeki kasnak meşesi alanları Özkan ve Mert (2010) tarafından WorldClim iklim senaryoları dikkate alınarak değerlendirilmiş ve 2050 ile 2080 yıllarında bu alanların büyük oranda yok olabileceği belirlenmiştir. Bu senaryo şüphesiz diğer kasnak meşesi alanlarına da uygulanabilir. Buna göre, yayılış alanları itibari ile kasnak meşesi için bugün bir tehlike görünmüyor olsa da bu senaryolara göre gelecekte tehlike altında olacaktır. Bu nedenle IUCN kategorisinin değiştirilmemesi daha uygun görülmektedir.

Meşeler, hibritleşme eğilimlerine rağmen tür özelliklerini ve spesifik çevresel adaptasyonlarını sürdürdükleri için oldukça önemli karakteristik özelliklere sahiptirler. Bu nedenle, türler arası gen akışına karşı seleksiyona bağlı olarak genomunun bazı bölgelerinde

farklılaşmalar ortaya çıkmaktadır. Bu özellik, genetik varyasyon analizleri yoluyla lokal çevresel adaptasyonun incelenmesine imkan vermektedir. Dahası, muhtemel fonksiyonları bilinen genetik markörlerin kullanılması bu farklılaşmış markörlerin potansiyel adaptif özelliklere (çiçeklenme zamanı, kuraklık stres toleransı vb.) bağlanmasını mümkün kılmaktadır. Gen akışı ve genetik sürüklenme gibi demografik süreçler de genlerin (adaptif genler dahil) nasıl korunduğu ya da yayıldığına belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu adaptif özelliklerin gelecek çalışmalarda genom düzeyinde tespit edilmesi tür içi ve türler arasındaki hibridizasyon seviyelerine göre saf bireyler ile hibrit bireyler arasındaki gen akışı oranları ve bu genlerin polimorfizm seviyeleri genomik sekans haritaları çıkarılarak yorumlanmalı ve dünyanın en nadir türlerinden biri olan ve Türkiye'ye endemik kasnak meşesi türünün yayılış alanları itibariyle tür içi ve türler arası genetik çeşitlilik oranlarının belirlenmesi oldukça önemlidir.

Açıklama

Bu çalışma, TÜBİTAK KBAG-117Z949 No'lu proje ile desteklenmiştir. Katkılarından dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederiz. Ayrıca Ankara-Nallıhan arazi çalışmaları sırasında desteğini esirgemeyen Sıtkı Öztürk'e teşekkür ederiz

Kaynaklar

- Akçiçek, E., 2003. Flora of Kumalar Mountain (Afyon). Turkish Journal of Botany, 27: 383-420.
- Akçiçek, E., Vural, M., 2007. Kumalar dağı (Afyonkarahisar)'nın endemik ve nadir bitkileri. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(2): 78-86.
- Avcı, M., 1996. Endemik bir meşe türü, Kasnak Meşesi (*Quercus vulcanica* (Boiss. Helder. ex) Kotschy)'nin Türkiye'deki yeni bir yayılış alanı. Türk Coğrafya Dergisi, 31: 283-289.
- Aydınöz, D., 2004. Kasnak Meşesi (*Quercus vulcanica* (Boiss. and Helder. Ex) Kotschy)'nin Türkiye'deki ikinci yeni bir yayılış alanı. Marmara Coğrafya Dergisi, 9: 1-8.
- Bachman, S., Moat, J., Hill, A. W., de Torre, J., Scott, B., 2011. Supporting Red List threat assessments with GeoCAT: geospatial conservation assessment tool. ZooKeys, 150: 117-126.
- Balaban, M., Yılgör, N., Strobel, C., 1999. Chemical characteristics of endemic oak-wood *Quercus vulcanica* Boiss. Holz Als Roh-Und Werkstoff, 57: 152-153.
- Balaban, M., Uçar, G. 2001. Extractives and structural components in wood and bark of endemic oak *Quercus vulcanica* Boiss. Holzforschung, 55(5): 478-486.
- Cabeza, M., Moilanen, A., 2001. Design of reserve networks and the persistence of biodiversity. Trends in Ecology and Evolution, 16: 242-248.
- Christenhusz, M.J.M., Byng, J.W., 2016. The number of known plants species in the world and its annual increase. Phytotaxa, 261(3): 201-217.
- Davis, P.H., 1965 - 1985. Flora of Turkey and the East Aegean Islands Vol: 1 - 9. Edinburg at the University Press, Edinburg.
- Davis, P.H., 1982. Flora of Turkey and the East Aegean Islands Vol: 7. Edinburg at the University Press, Edinburg.
- Davis, P.H., Mill, R.R., An, K.T., 1998. Flora of Turkey and the East Aegean Islands (Supplement 1) Vol: 10. Edinburg at the University Press, Edinburg.
- Deligöz, A., Yıldız, D., Genç, M., 2010. The effect of radicle pruning on root and shoot morphology in *Quercus vulcanica* seedlings. The Oak - Ecology, History, Management and Planning II, 01-03 June, Isparta, pp. 89.

- Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Ayaç, Z., Adıgüzel, N., 2000. Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı (Eğrelti Ve Tohumlu Bitkiler), [Red Data of Turkish plants]. Türkiye Tabiatını Koruma Derneği ve Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Fick, S.E., Hijmans, R.J., 2017. Worldclim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37: 4302-4315.
- Gökşin, A., 1979. Kasnak Ormanı (Eğirdir) Florası ve *Quercus vulcanica* Boiss. Et Heldr. (Kasnak Meşesi)'nin Oluşturduğu Meşçere Tipleri Üzerine Araştırmalar. Ormançılık Araştırma Enstitüsü Yayınları Teknik Bülten Serisi, No:96, Ankara.
- Govaerts, R., Frodin, D.G., 1998. World Checklist and Bibliography of Fagales, Kew, Royal Botanic Gardens, London.
- Gruev, B.A., 2002. A comparative study on *Alticinae* (Coleoptera, Chrysomelidae) in the Balkan Peninsula and Asiatic Turkey causes of the similarities and the differences of the fauna. *Animalia*, 38(6): 49-79.
- Güller, B., Karatepe, Y., Fakir, H., 2010. Botanical, ecological properties and historical usage of kasnak oak [*Quercus vulcanica* (Boiss. and Heldr. Ex.)]: An endemic species for Turkey. *The Oak – Ecology, History, Management and Planning II*, 01-03 June, Isparta, s. 50.
- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., Başer, K.H.C., 2000. Flora of Turkey and the East Aegean Islands (Supplement 2) Vol: 11. Edinburg at the University Press, Edinburg.
- Güner, A., 2012. Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları, Flora Dizini 1, İstanbul.
- Gürbüz, M.F., Koçak, E., Şen, İ., Öney, S., Birol, O., Özdan A., Özmen, S., 2014. Kasnak Mesesi (*Quercus vulcanica* Boiss. & Heldr. ex Kotschy) Tabiatı Koruma Alanındaki Meşe, Meşe Bükücüleri ve Onun Parazitoidleri Arasındaki Genetik İlişkinin İncelenmesi. Tübitak Uluslararası İkili İlişkiler Daire Başkanlığı, Proje Sonuç Raporu, Proje Numarası:TOVAG 111O538/2012-2014, Isparta.
- Hausheer, J.E., 2016. Migration in motion: Visualizing species movements due to climate change. *Nature Blog*, USA, <https://blog.nature.org/science/2016/08/19/migration-in-motion-visualizing-species-movements-due-to-climate-change/>, Accessed: 10.12.2019.
- Karatepe, Y., 2005. Kasnak Meşesi Tabiatı Koruma Alanı'ndaki vejetasyonun şekillenmesinde fizyografik faktörlerin etkisi. *Korunan Doğal Alanlar Sempozyumu*, 08-10 Eylül, Isparta, s. 659-668.
- Kargioğlu, M., Senkul, C., Serteser, A., Konuk, M., 2009. Bioclimatic requirements of *Quercus vulcanica* (Boiss et Heldr. ex kotschy - an endemic species in Turkey. *Polish Journal of Ecology*, 57: 197-200.
- Kargioğlu, M., 2018. A Phytosociological investigation on endemic *Quercus vulcanica* (Boiss. &Heldr. Ex Kotschy) at Sultan Mountains (Afyonkarahisar-Turkey). *Afyon Kocatepe University Journal of Science and Engineering*, 011001: 412-419.
- Kayacık, H., 1977. Türkiye meşe ormanlarına toplu bir bakış ve bunların geleceği hakkında düşünceler. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, 27(2): 32-40.
- Lavergne, S., Molina, J., Debussche, M., 2006. Fingerprints of environmental change on the rare Mediterranean flora: a 115-year study. *Global Change Biology*, 12: 1466-1478.
- Neale, D.B., Kremer, A., 2011. Forest tree genomics: Growing resources and applications. *Nature Reviews Genetics*, 12: 111-122.
- Nixon, K.C., 2006. Global and neotropical distribution and diversity of oak (genus *Quercus*) and oak forests. In: *Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests Vol.185* (Ed: Kappelle, M.), Springer-Verlag, Heidelberg, Germany, pp. 3-13
- Özcan, T., Baycu, G., 2005. Some elemental concentrations in the acorns of Turkish *Quercus* L. (Fagaceae) taxa. *Pakistan Journal of Botany*, 37(2): 361-371.
- Özcan, T., 2007. Characterization of Turkish *Quercus* L. Taxa based on fatty acid compositions of the acorns. *Journal of The American Oil Chemists Society*, 84(7): 653-662.
- Özden, H., Baycu, G., 2009. Differential responses of antioxidative systems and photosynthetic pigments in the leaves of *Quercus vulcanica* under drought stress condition. 46th Congress of the European-Societies-of-Toxicology, 11-13 September, Germany, pp.189- 206.
- Özen, M., Fakir, H., 2015. Isparta kasnak meşesi tabiatı koruma alanı ve çevresinin florası. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19(3): 48-65.
- Özkan K., Mert A., 2010. Isparta Yukarıgökdere Yöresi'nde Kasnak Meşesinin (*Quercus vulcanica* Boiss. & Heldr. ex Kotschy) SRES-IPCC'nin A2 ve B2 Senaryolarına Göre 2050 ve 2080 Yıllarında Muhtemel Potansiyel yayılış Alanları. *Çölleşme ile Mücadele Sempozyumu*, 17-18 Haziran 2010, Çorum 662-666 s.
- Öztürk, S., 2013. Türkiye Meşeleri Teşhis ve Tanı Kılavuzu, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Parmesan, C., Yohe, G., 2003. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*, 421: 37-42.
- Plomion C., Aury J-M., Amselem J., Leroy T., Murat F. vd., 2018. Oak genome reveals facets of long lifespan. *Nature Plants*, 4(7): 440-452. doi:10.1038/s41477-018-0172-3.
- Pressey, R.L., Cabeza, M., Watts, M.E., Cowling, R.M., Wilson, K.A., 2007. Conservation planning in a changing world. *Trends in Ecology and Evolution*, 22: 583-592.
- Root, T.L., MacMynowski, D.P., Mastrandrea, M.D., Schnei-der, S.H., 2005. Human-modified temperatures induce species changes: Joint attribution. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102: 7465-7469.
- Roys, J., Saugier, B., Mooney, H. A., 2001. *Terrestrial Global Productivity*. Academic Press, London.
- Stephan, J., 2018. *Quercus vulcanica*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T194246A2305898, <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-1.RLTS.T194246A2305898.en>, Erişim: 08.02.2020.
- Thuiller, W., Albert, C., Araújo, M.B., Berry, P.M., Cabeza, M., Guisan, A., Hickler, T., Midgley, G.F., Paterson, J., Schurr, F.M., Sykes, M.T., Zimmermann, N.E., 2008. Predicting global change impacts on plant species' distributions: Future challenges. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 9(3-4): 137-152.
- Tilki, F., Alptekin, C.U., 2006. Germination and seedling growth of *Quercus vulcanica*: Effects of stratification, desiccation, radicle pruning, and season of sowing. *New Forests*, 32(3): 243-251.
- Unep (United Nations Environment Programme), 2009. *Vital forest graphics*.
- Walther, G.R., Berger, S., Sykes, M.T., 2005. An ecological "footprint" of climate change. *Proceedings of the Royal Society*, B272: 1427-1432
- Yalırık, F., 1984. Türkiye Meşeleri Teşhis Kılavuzu. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Genel Müdürlüğü Yayını, İstanbul, Türkiye.
- Yalırık, F., 1998. Angiospermae (Kapalı Tohumlar) Bölüm I, Dendroloji Ders Kitabı II, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları. İstanbul, Türkiye.
- Yaman, B., Aydın, Y.M., Koca, H., Daşdemir, O., Kara, M., Altok, H., Dumanoglu, Y., Bayram, A., Tolunay, D., Odabaşı, M., Elbir, T., 2015. Biogenic volatile organic compound (BVOC) emissions from various endemic tree species in Turkey, *Aerosol and Air Quality Research*, 15(1): 341-356.

Remote sensing and GIS-based forest fire risk zone mapping: The case of Manisa, Turkey

Derya Gülçin^{a,*} , Bülent Deniz^a 

Abstract: The aim of this research is to map the potential forest fire risk zones using various landscape analysis techniques in Manisa province, Turkey. Forest fire, which is defined as an ecological disaster caused by natural processes or as a result of human activities, causes environmental degradation and fragmentation of the landscape. Therefore, it is very important to produce a fire risk zone map that can be used to minimize the frequency of fire, to prevent damage, to provide a prediction for the problems that may cause fire and to form a decision mechanism for the solution methods. This research utilized CORINE 2018 produced under the framework of the Copernicus Program which is the European Union's Earth Observation Programme coordinated and managed by the European Commission, ASTER Global DEM digital elevation model data obtained from the website of NASA Earthdata, fire archive records based on MODIS satellite images, digital stand map displaying the spatial distribution of tree species, and the OpenStreetMap (OSM) which were used for mapping the existing road network. Vegetation cover, slope, aspect, elevation, distance to settlement, and distance to road variables were used to determine risk zones. The specific heights were assigned to each thematic map layer according to their capacity on fire ignition. The slope, aspect, and elevation maps were generated from the digital elevation model. The distance to settlement map was generated from the CORINE database while the distance to road map was produced from OSM. The Fire Risk Zone Index (FRZI) was utilized to determine forest fire risk zones. According to the generated final fire risk map, almost 25.8% of the study area was predicted to be under very high and highrisk zones. The final forest fire risk model was validated with past fire incidents data that was acquired from MODIS images as fire points. The result of this research showed that out of 149 fire incidents in Manisa between 2001 and 2018, 97 incidents had occurred in very high and highrisk areas. This finding supports that the presented methodology based on RS and GIS techniques is reliable and can be effectively used in the process of delineation of the forest fire risk zones.

Keywords: Forest fire, Risk mapping, Ignition, GIS, Manisa

Uzaktan algılama ve CBS yöntemleri ile orman yangını risk alanlarının haritalanması: Manisa örneği

Özet: Bu araştırmanın amacı, çeşitli peyzaj analiz tekniklerini kullanarak Manisa ilindeki potansiyel orman yangını risk bölgelerini haritalamaktır. Doğal olarak veya insan faaliyetlerinin sonucunda ortaya çıkan orman yangını, ekolojik bağlantılılığın azalmasına ve peyzajın parçalanmasına neden olur. Bu nedenle, yangın sıklığını en aza indirmek, hasarı önlemek, yangına neden olabilecek sorunlara yönelik tahmin yapmak ve çözüm yöntemlerinde karar mekanizması olarak kullanılacak yangın risk bölgesi haritasından yararlanılmaktadır. Bu araştırmanın materyalini, Avrupa Birliği tarafından koordine edilen ve yönetilen Yer Gözlem Programı olan Copernicus Programı çerçevesinde üretilen CORINE 2018 verisi, NASA Earthdata web sitesinden elde edilen ASTER Global DEM sayısal yükseklik modeli verisi, MODIS uydü görüntülerine dayanan yangın arşiv kayıtları, ağaç türlerinin mekânsal dağılımını gösteren sayısal meşcere haritası ve mevcut yol ağı haritalamak için kullanılan OpenStreetMap (OSM) verileri oluşturmaktadır. Risk bölgelerini tanımlamak için bitki örtüsü, eğim, bakı, yükseklik, yerleşim yerine ve yola uzaklık değişkenleri kullanılmıştır. Orman yangını çıkma potansiyeline göre her bir tematik harita katmanındaki öznelik değerlerine belirli ağırlıklar atanmıştır. Sayısal yükseklik modelinden eğim, bakı ve yükseklik haritaları oluşturulmuştur. Yerleşim haritasına olan mesafe CORINE veri tabanından, yol haritasına olan mesafe ise OSM'den üretilmiştir. Orman yangını riski bölgelerini belirlemek için Yangın Riski Bölge Endeksi kullanılmıştır. Oluşturulan yangın riski haritasına göre, çalışma alanının %25.8'inin çok yüksek ve yüksek seviyede yangın riski taşıdığı ortaya çıkmıştır. MODIS görüntülerinden elde edilen 2001 ve 2018 yılları arasındaki orman yangını verileri ile yüksek ve çok yüksek yangın riski taşıyan alanlar karşılaştırılmış, 149 orman yangınının 97'sinin yüksek ve çok yüksek risk altındaki alanlarda meydana geldiği ortaya çıkmıştır. Bu bulgu, uzaktan algılama ve CBS tekniklerine dayanan metodolojinin güvenilir olduğunu ve orman yangını riski bölgelerinin tanımlanma sürecinde etkin bir şekilde kullanılabileceğini desteklemektedir.

Anahtar kelimeler: Orman yangını, Risk haritalama, Tutuşma, CBS, Manisa

1. Introduction

Environmental processes have led to the need to plan and manage natural resources at a landscape scale. For example, the likelihood of a forest fire depends on the basic

factors such as composition, spatial distribution, season, elevation and aspect that the fire-sensitive plant species form in the environmental process. However, in most cases, planning at the landscape scale is difficult because administrative boundaries established by society do not

✉ ^a Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Aydın

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): derya.gulcin@ubc.ca

✓ **Received** (Geliş tarihi): 22.11.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 10.03.2020



Citation (Atıf): Gülçin, D., Deniz, B., 2020. Remote sensing and GIS-based forest fire risk zone mapping: The case of Manisa, Turkey. Turkish Journal of Forestry, 21(1): 15-24. DOI: [10.18182/tjf.649747](https://doi.org/10.18182/tjf.649747)

conform to ecological boundaries. Therefore, organizations, institutions and researchers around the world have been working to improve natural resource management (Fischer et al., 2016). Forests are an important part of the natural landscape and play an important role in maintaining environmental balance (Jaiswal et al., 2002). Forest fires are complex events that occur as a result of natural processes and/or human activities. Forest fires cause extinction of many living beings and long-term or permanent damage to habitats and threaten biodiversity. In addition, forest fire is a phenomenon that brings about loss of income in relation to forest products, damage to agricultural areas and economic and cultural destruction. In addition, some areas exposed to fire are opened to construction and lead to irreversible land-use changes. Today, forest fires are among the frequently discussed environmental issues in Turkey. According to the statistical data published by the General Directorate of Forestry in the last 29 years from 1988 to 2017, it is seen that the total number of fires is 61.313 and the total amount of burned area is 307.855 hectares (GDF, 2017). When the causes of forest fires in the last 20 years were examined, 58.7% were found to be human-caused, 33.2% stemming from negligence, 1.4% from natural causes and 6.4% were unidentified (GDF, 2017).

It is possible to identify forest fire risk areas in order to minimize the frequency of fire and prevent damage (Chuvieco and Congalton, 1989; Adab et al., 2013). It is necessary to create a fire risk area map in order to predict the problems that may cause fire and take decisions regarding the solution methods (Tian et al., 2013). Effective management of forest fires depends on reducing the risk of fire, restoration of fire regimes and appropriate planning for maintenance (Keifer et al., 2000). In general, forest fire management consists of four stages: mapping potential fire danger and risk, identifying hot spots, monitoring active fires and evaluating post-fire deterioration (Roy, 2003). Determining the risk of fire is the most important step because predicting the area with the highest risk minimizes the fire threat (Yang et al., 2007).

Remote Sensing (RS) and Geographic Information Systems (GIS) allow qualitative and quantitative analysis of forests and other ecosystems on spatial scales (Sowmya and Somashekar, 2010; Ghobadi et al., 2012; Guney et al., 2016). In addition, both methods are used effectively in the investigation, monitoring, and identification of forest fires. Various studies have used different methods to develop forest fire risk maps that correlate environmental factors of a region with the potential of forest fires, thus focusing on the effects of environmental factors on the occurrence of forest fires and the mapping of risk potentials (Chou et al., 1993; Díaz-Delgado et al., 2004; Renard et al., 2012). Forest fire risk zone maps are based on the classification of the relative sensitivity of forest areas to a forest fire in a region (Hacisalihoglu, 2018). While creating these maps, natural and man-made factors that lead to fire are investigated (Karabulut et al., 2013; Gungoroglu, 2017). While determining the factors, the factors that caused the past forest fires in the research area are examined and the potential areas of future fires are determined. In other words, forest fires that occurred in the past serve as a guide for the prevention, planning and decision-making of possible future fires (Duran, 2014).

Risk zone in forest fire susceptibility studies classify sensitivity to fire as “very low”, “low”, “medium”, “high”

and “very high”. A review of the literature related to the variables that cause forest fire reveals that fire is caused by the combination of many spatial variables such as altitude, slope, aspect, distance to road and settlement (Coban and Eker, 2010; Nuthammachot and Stratoulis, 2019). In India, one of the researches aimed to model fire risk zones with GIS and RS methods. As a variable in risk analysis, proximity to the road and settlements, slope, aspect and topographic index were used. They divided the risk probability into 4 classes and stated that 30% of the study area is high and very high-risk areas (Jaiswal et al., 2002). Catry et al. (2010) observed that the majority of fires started in agricultural and rural areas and that the fire occurred in areas close to the road in Portugal. As a result of this study, the most effective factors for ignition were determined to be population density, distance to roads and elevation. In another study conducted by Gugliette et al. (2011), it was found that forest areas with a high probability of fire (risk of ignition) are close to residential areas where there is intensive human activity and roads, which are densely used. Malik et al. (2013) used slope, aspect, elevation, distance to road, distance to settlement area and land cover types to determine forest fire risk zones.

GIS-based methods and statistical and probability-based methods are used in the production and analysis of forest fire susceptibility maps that need to be evaluated together with topographic factors and many natural and man-made parameters (Coban and Erdin, 2020). In order to produce forest fire susceptibility maps, methods such as artificial neural networks based on various algorithms, support vector machines and decision tree method, logistic regression method based on statistical methods, probability-based frequency ratio have been proposed in recent years (Dong et al., 2005; Martínez-Fernández et al., 2013; Gungoroglu, 2017; Abedi Gheshlaghi et al., 2019; Nuthammachot and Stratoulis, 2019). GIS-based Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) method is one of the methods preferred and developed to map forest fire risk by many researchers in the literature (Dong et al., 2005). GIS provides great convenience in the evaluation of numerous geographical parameters with variable values and in the analysis of events and phenomena, which develop under the control of these geographical parameters (Malczewski, 1999; Jaiswal et al., 2002; Karabulut et al., 2013).

The aim of this research was to create a forest fire risk zone map for the study site using the MCDA method. By investigating fires and environmental factors in Manisa province, this study adds to the understanding of fire emergence. Ultimately, these data will form the basis for the preparation of strategic action plans to prevent fires before they break out. The research focuses on two main objectives: (I) Plotting the risk map with the fire points obtained from MODIS-based images between the years 2000-2018, (II) Validating the forest fire risk zone model used, by utilizing the previous fire points.

2. Materials and methods

2.1. Material

The research area was defined as the province of Manisa, which was surrounded by cities named Uşak and Kütahya in the west, İzmir, Aydın, and Denizli in the south, and Balıkesir in the north (Figure 1). Manisa has 13.810 km² surface area. According to the CORINE map, 29% of its surface area is covered with forests and 53% with agricultural areas. Manisa has both cultural and natural landscape features such as Spil Mountain National Park and Mesir Nature Park, Sureyya Nature Park and Kula Fairy Chimneys Natural Monument. There are various ecosystems within the provincial borders, including sensitive ecosystems. In addition, there are habitats that are critical to wildlife. Since 2001, a total of 149 forest fires have occurred in the province. The region has valuable forest areas, ecosystem diversity and rich wildlife habitat areas. The Mediterranean climate is the dominant climate in the area in general for most of Manisa province. In the plains and valleys surrounding the plains, a continental Mediterranean climate is observed, while in the high mountainous regions and plateaus, the effects of the Central Anatolia continental climate are seen (MOM, 2019).

The datasets analyzed consisted of 2018 CORINE map obtained from the European Environment Agency's Land Cover Program inventory database, ASTER Global DEM digital elevation model data obtained freely from NASA Earthdata website, fire archive records based on MODIS satellite images, digital stand map showing the spatial distribution of vegetation and OpenStreetMap (OSM) data.

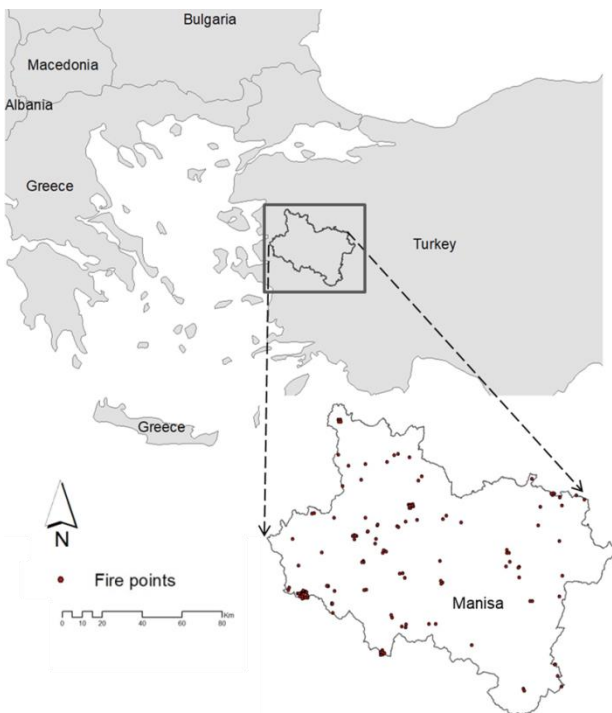


Figure 1. Research area

2.2. Methods

The first step of the method consisted of gathering, extracting, and producing the necessary data sets of the research area. The slope, aspect and elevation maps are produced based on the numerical elevation model; distance from settlement map is produced based on the CORINE database, and distance from the road map is produced based on OSM. As a result of the calculations done by various methods to do forest fire sensitivity analyses, weights are determined on the basis of the data layer. The parameter which has the greatest effect on forest fire sensitivity was given the highest weight value. The main objective of the analysis is to determine the property of the same pixel from each layer and its mathematical value and effect on the production of forest fire susceptibility map. Each thematic layer is evaluated according to the effect of forest fire and index maps are produced. In order to produce the result map, the pixel factor points (weight values) corresponding to the sub-criteria of each layer are assigned to the pixels to which they belong, and the determined weight values of the layers are multiplied by pixel factor points. The pixel values in the forest fire susceptibility map generated as a result of these operations are divided based on usage and sensitivity is classified as very high, high, medium, low and very low. Percentage and area distributions of sensitivity zones in the study area are determined as a result of the analyses. The forest fire inventory map showing the starting points of the forest fires is overlapped with the forest fire susceptibility map and the distribution of the existing forest fires according to the susceptibility zones is determined (Figure 2).

1. All parameters are assigned a risk factor according to the potential for fire risk. Here, the most favourable condition for fire is expressed with the number “4” (very risky) and the least favourable or unfavourable condition is expressed with the number “0” (risk-free) (Table 1). The function score (FS) of each criterion was calculated using the formula (1) below (Pradhan et al., 2007). In this formula, Cr shows the criterion, and f shows the function value.

$$FS = Cr_1f_1 + Cr_2f_2 + \dots + Cr_nf_n \quad (1)$$

2. Fire Risk Zone Index (FRZI) was calculated using the risk factor score assigned data and taking the weighted scores used in the studies conducted by Chuvieco and Congalton (1989), Jaiswal et al. (2002), and Malik et al. (2013) as reference. The following equation (2) is proposed for the 6 criteria used in FRZI calculation. According to this formula, multiplying the function score by the weight value constitutes the index value. In this equation, “W” represents the weight value and “FS” represents the function score.

$$FRZI = W_1FS_1 + W_2FS_2 + W_3FS_3 + W_4FS_4 + W_5FS_5 + W_6FS_6 \quad (2)$$

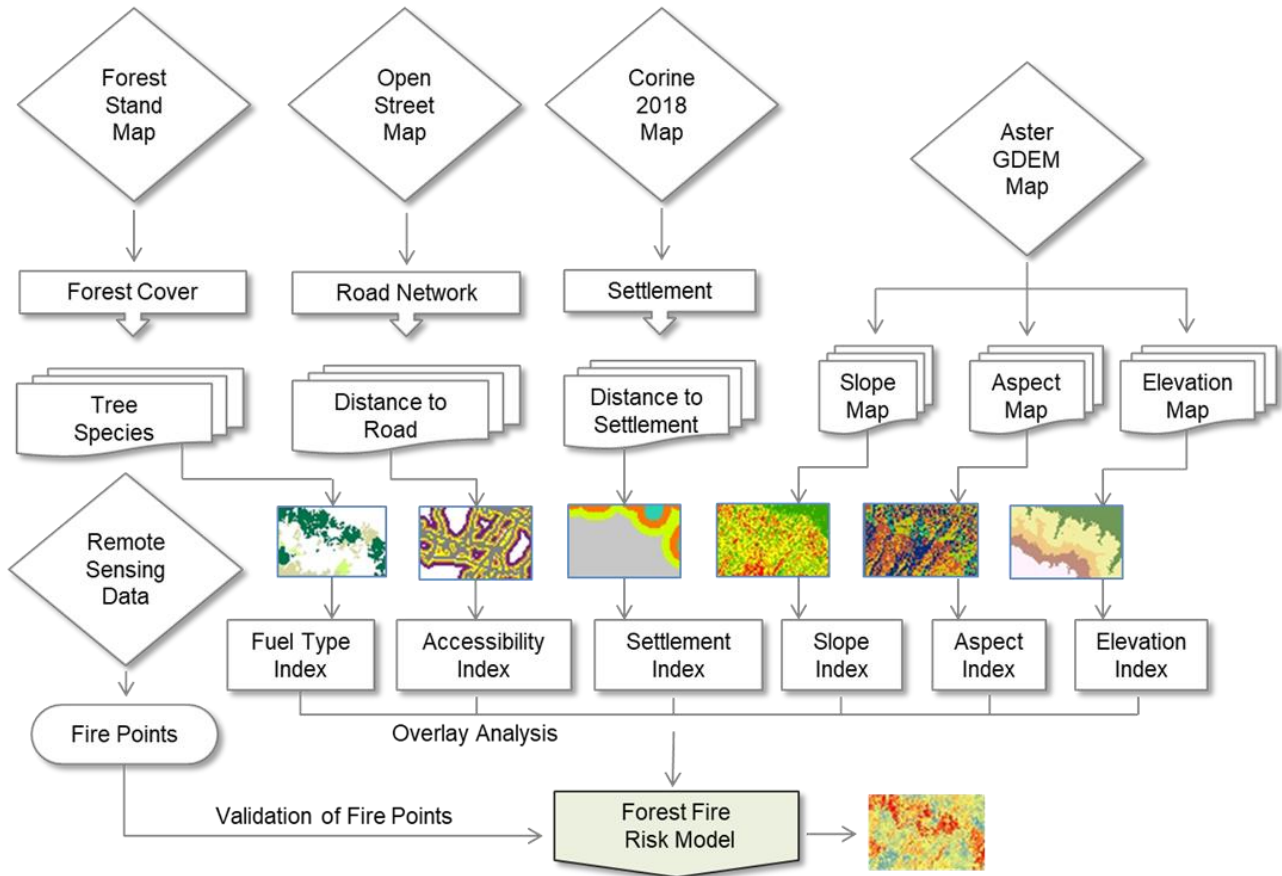


Figure 2. Research methodology

Table 1. Weights and ratings assigned to variables and risk classes (Chuvieco and Congalton, 1989; Jaiswal et al., 2002; Malik et al., 2013; Bingol, 2017)

Variable (weight)	Class	Rating	Risk class
Vegetation (9)	Very dry	4	High risk
	Dry	3	Risky
	Moderately moist	2	Moderate risk
	Moist	1	Low risk
	High moist	0	Risk free
Elevation (4)	0-250m	4	High risk
	250-500 m	3	Risky
	500-750 m	2	Moderate risk
	750-1000 m	1	Low risk
	1000-2070 m	0	Risk free
Slope (%) (8)	0-5	4	High risk
	5-10	3	Risky
	10-20	2	Moderate risk
	20-30	1	Low risk
	>30	0	Risk free
Aspect (7)	South	4	High risk
	West	3	Risky
	East	2	Moderate risk
	North	1	Low risk
	Flat	0	Risk free
Distance to settlement (5)	0-1000 m	4	High risk
	1000-2000 m	3	Risky
	2000-3000 m	3	Moderate risk
	>3000	1	Low risk
	Distance to road (6)	0-200 m	4
200-400 m		3	Risky
400-600 m		2	Moderate risk
600-800 m		1	Low risk
800-1000 m		0	Risk free

In the production of the risk zone map, environmental factors such as vegetation, elevation, slope, aspect, distance to settlement and distance to road were utilized. The degree of fire risk was determined with the help of conditional inquiries and overlay analysis in GIS environment. The forest fire risk map produced as a result of the research was divided into five sensitivity classes.

2.2.1. Findings Aimed at the Evaluation of Risk Factors

2.2.1.1. Vegetation

Due to the characteristics of the geography, the province shows differences in terms of soil, geological and morphological structure and climatic conditions in the west-east direction. This difference has caused changes in vegetation composition. This vegetation differentiation in the west-east direction is regular and certain. The fact that the mountain masses cut off the sea effect that the Mediterranean climate and the continental climate prevail in some places lead to the coexistence of plant species grown in different climatic conditions. Depending on the elevation, scrub, drought-resistant forests with evergreen trees in the Mediterranean vegetation are generally found aggregately at heights above 150 m. oak (*Quercus* spp.), red pine (*Pinus brutia* Ten.), and black pine (*Pinus nigra* Arnold.) are common forest trees (MPCTD, 2019). According to the numerical stand map of the research area, dominant tree species were examined and when forming vegetation map,

mixed stand areas were included in dominant species areas. Sixty percent of forests were observed to be composed of red pine (*P. brutia* Ten.), 24% of them, of the afforestation area called forest soil, 9% of oak (*Quercus spp.*), 4% of black pine (*P. nigra* Arnold.), 2% of stone pine (*Pinus pinea* L.), and 1% of juniper (*Juniperus spp.*). The tree species whose distribution is very limited are cedar (*Cedrus spp.*), chestnut (*Castanea sativa* Mill.), and cypress (*Cupressus sempervirens* L.). Vegetation is one of the most important factors determining the starting point of forest fires and fire behavior. Different plant species also have different combustion characteristics (Akkas et al., 2008; Karabulut et al., 2013). While species such as red pine, which are coniferous trees with dry character, form the appropriate conditions for fire, it was stressed that cypress (*C. Sempervirens* L.) may be the most effective tool for fire prevention (Neyisci, 1987; Karabulut, 2013). In this context, plant species in the Manisa forest area were classified according to their moisture level. Red pine (*P. brutia* Ten.), black pine (*P. nigra* Arnold.) and stone pine (*P. pinea* L.) were evaluated in the group "very dry"; cedar (*Cedrus spp.*) was evaluated in the group "dry"; oak (*Quercus spp.*) "moderately moist"; juniper (*Juniperus spp.*) "moist"; chestnut (*C. sativa* Mill.), and cypress (*C. sempervirens* L.) in the "high moist" group (Figure 3).

2.2.1.2. Topography

The topography is a determinant physiographical factor regarding forest fire (Jaiswal et al., 2002). The elevation of the research area varies between 9-2070 m. Manisa city center, which is in Gediz depression, is 71 m high. Towards the northeast, the elevation increases, and the district center reaches the elevation of 850 m. in Demirci. The important mountains of the province are Bozdağlar (Kumpınar 2070 m), which is also the highest mountain of the region, Spil (Karatepe 1517 m), on the slopes of which the city center is settled and Yunt Mountain (Nemrut Tepe 1074 m). Demirci Mountains also form the boundaries of the provinces Manisa, Kütahya and Balıkesir and its highest point Ziyaret Tepe (1800 m). The highest point of Çomaklı and Dibek Mountains, which are the southwest extension of the Demirci Mountains, Aysekizi Hill is 1034 m. The Uysal Mountain, which runs parallel to Alaşehir Stream also has an elevation of 1135 m (MOM, 2019). The mountainous and steep areas are located in the east, south and north of the province: the mountains whose altitude decreases towards the west are cut by creeks and streams. The eastern parts of Manisa are located on a southeast-northwest axis threshold between the wide bowl of Central Anatolia which is farther in the east and the Gediz and Kumçayı plains in the Aegean region. Bozdağlar, which is in the south of the province, descends to the north, that is, on the Gediz valley, quite steeply. In Manisa, all forms of landforms can be found. 54.3% of the province's surface area is composed of mountains and 27.8% plateaus (MPCTD, 2019). The risk of forest fire is inversely proportional to elevation. The elevation map is formed by the classification of the numerical elevation model. The 0-250 m range is considered to be very risky and the areas higher than 1000 m are evaluated in the risk-free group. The slope is one of the

topographic features effective in the formation and spread of forest fires. Aspect is also an effective factor in the spread of forest fire. The rate of a sensation of the sun effect on the south-facing slopes due to the aspect of the topography is more dominant than that of the north (Lin and Sergio, 2009; Malik et al., 2013). The numerical elevation model was also utilized in forming the slope map and % value was considered in the classification of the slope groups. In this context, while 0-5% slope is considered to be very risky in terms of forest fire, areas with a slope greater than 30% are evaluated in risk-free class. In the aspect map, the southern slopes are assigned to the riskiest class. The factor value of flat areas in terms of fire risk was accepted as "0".

2.2.1.3. Distance to settlement

Within the boundaries of the research area, there are 17 districts, 1088 neighbourhoods and many residential areas connected to these neighbourhoods (MOI, 2019). The parts of the forests that are close to the settlements are the areas where a fire is more likely. Human activities pose a high risk of fires caused by accidents or neglect. Therefore, distance from settlement has also been defined as an effective factor in forest fire susceptibility analyses (Jaiswal et al., 2002; Joaquim et al., 2007). Although the risk level decreases as we move away from settlements, today, the spread of human activities on large areas also causes the risk areas to spread on a wide area (Karabulut et al., 2013). The thematic layer of the settlements in the research area was produced from the urban fabric in the artificial areas in CORINE map of 2018 provided by the European Environment Agency's Land Cover Program inventory database. The distance from the settlement area was evaluated in four groups. The distance of 0-1000 m is decisive in terms of forest fire risk. Areas in a distance higher than 3000 m are evaluated in the low-risk class.

2.2.1.4. Distance to road

Roads account for the large basis for the cause of man-made fires due to the constant movement of people and vehicles. The parts of forests close to the road are defined as areas with high fire sensitivity (Cardille and Ventura, 2001; Catry et al., 2010). The road network map of the research area was obtained from the OSM database. The path data downloaded with OSM extension was converted to shapefile vector data in QGIS program. Distance to road was evaluated in 5 classes being 0-200, 200-400, 400-600, 600-800, and 800-1000 m.

3. Results and discussion

3.1. The output of thematic maps

Distance from the thematic maps to the road, distance from the settlement data, vector, thematic maps of other criteria are in raster format. The conversion of vector data to raster data was performed using the conversion tool in ArcMap 10.5 software and all the thematic maps were prepared with a resolution of 10 m (Figure 3).

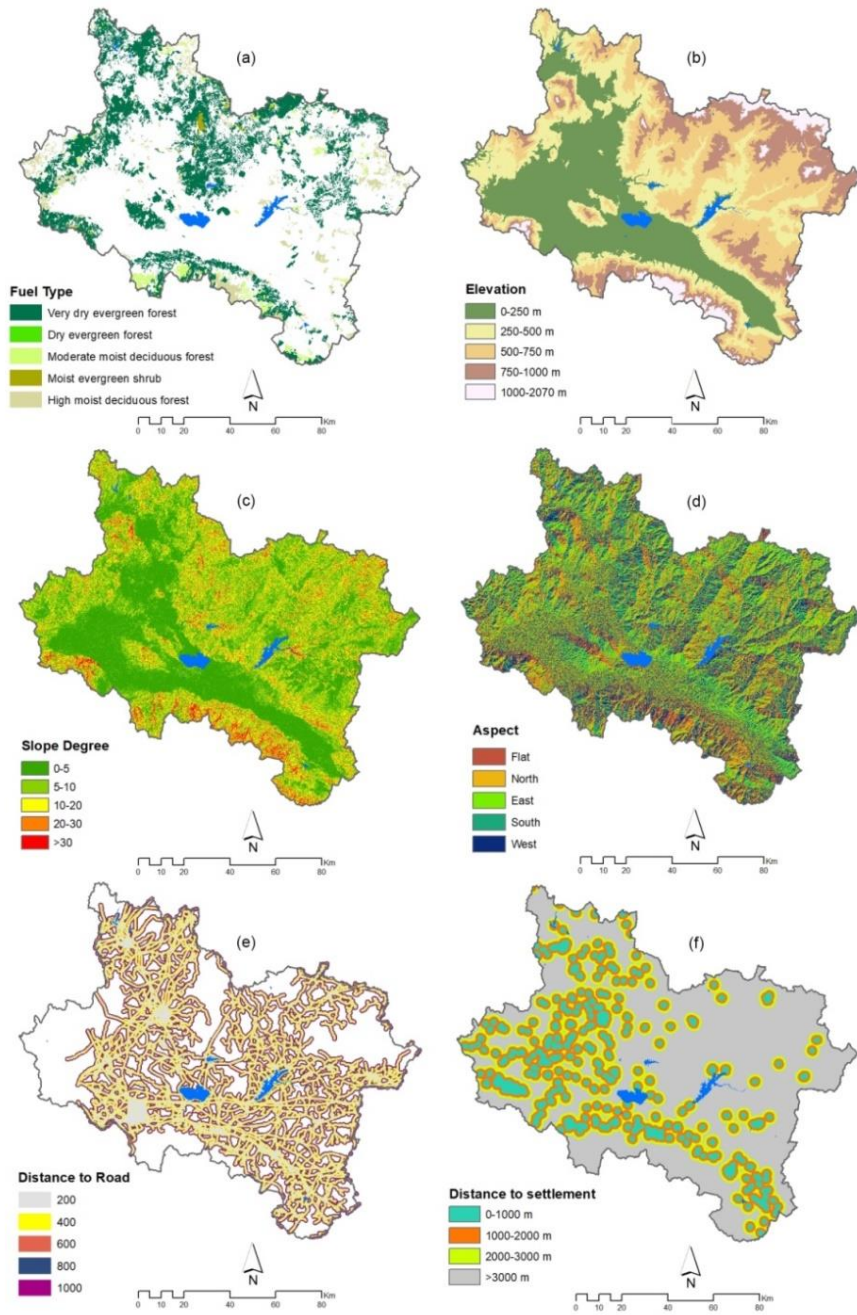


Figure 3. The individual input layers of (a) fuel type, (b) elevation, (c) slope, (d) aspect, (e) distance from road, and (f) distance from settlement

3.2. Fire risk zone mapping

Data affecting the formation and behavior of fire are important in combating forest fires. In this research, the fire risk map related to these factors was put forth by analysing the topography (slope, aspect, and elevation), vegetation, distance to road and settlement area of Manisa province. According to the FRZI formula (3), the equation that contains the weight scores of the criteria used in the research is as follows (Malik et al., 2013):

$$FRZI = 9F_i + 8SL_i + 7A_i + 6R_i + 5S_i + 4E_i \quad (3)$$

Based on the principle of weighted sum, this index is designed as a model assigning each parameter a weighting coefficient based on its influence on the spread of fire (Belgherbi, 2018). F_i , indicates the combustion index and shows the burning potential of the vegetation according to the moisture condition. Since its effect on forest fire is maximum, "9" was assigned a weight value. The second highest weights were respectively index of slope (SL_i) and index of aspect (A_i). Because the directions facing the sun receive direct sunlight and render the fuel drier and flammable. Distance from road index (R_i) was assigned "6" as the weight value, and distance from settlements index (S_i) was assigned "5" as the weight value. The weight value of the elevation index was determined to be "4". When the

fire risk zone map of Manisa is examined, it is seen that especially the vegetation and settlement areas have a high impact on the formation of areas with fire potential (Figure 4).

When examined in terms of vegetation, it appeared that red pine (*Pinus brutia* Ten.) is generally spread about risky areas. In terms of settlement areas, it is observed that the forests around Manisa settlement centers are in very high-risk and high-risk class in terms of fire. Through the overlay analysis, the forest fire risk map produced was divided into five sensitivity classes. It was found that 8.4% of the research area had very high, 17.4% had high, 24.7% had moderate, 30.3% had low and 19.2% had very low levels of

forest fire risk. As the Fire Risk Zone Value Index value, 35-60 range expresses very low, 60-77 range low, the 77-93 range medium, the 93-113 range high, and 113-171 range very high risk. The amount of space occupied by fire risk groups is presented in Figure 5 as a bar and a pie chart. According to the data visualization in Figure 5, while the risk groups occupying the largest space are low and medium level, the risk groups that occupy the least space consist of areas with very high and very low-risk levels. This is followed by the intermediate-risk group and the lowest risk group, respectively. The pie chart provides a better visualization choice and illustrates the percentages of risk zones.

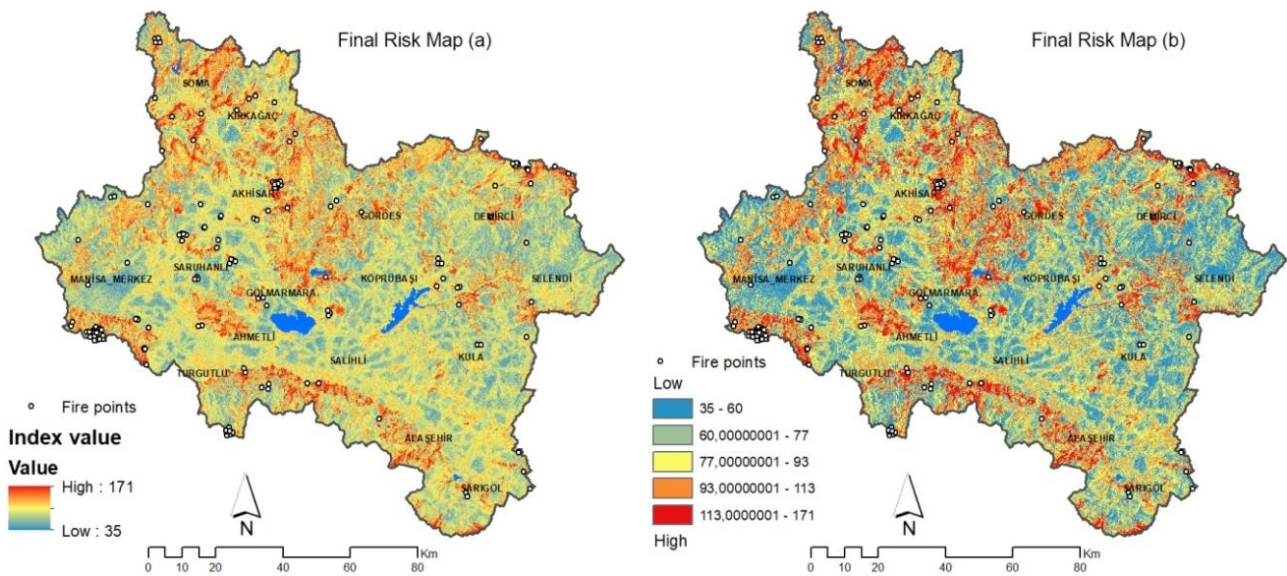


Figure 4. Final fire risk map as (a) continuous data and (b) string data

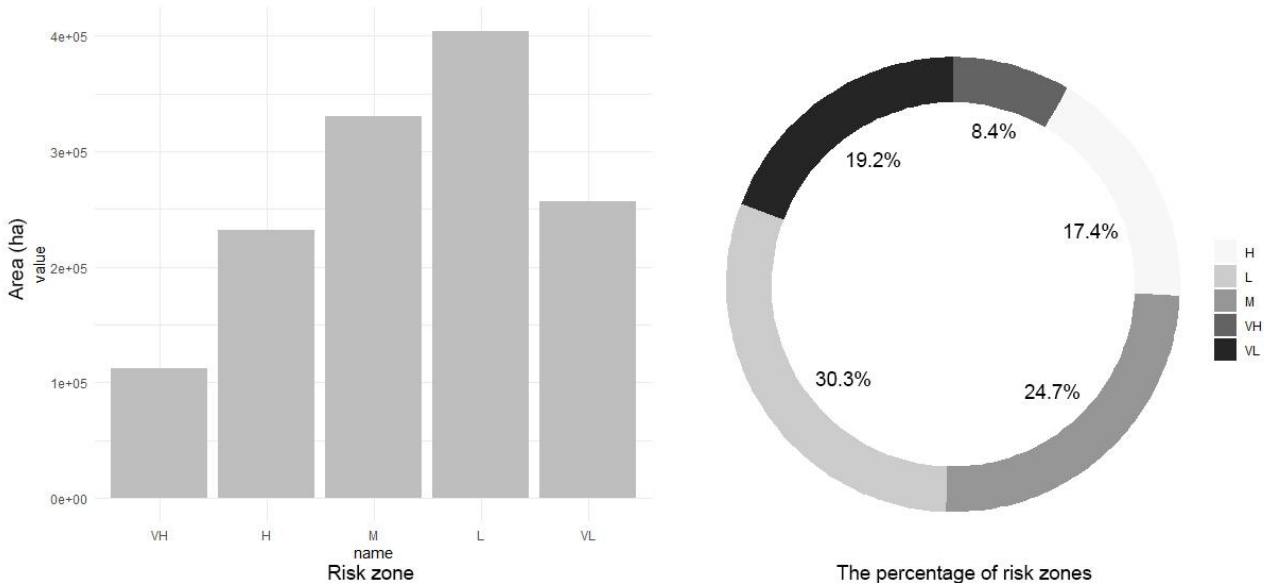


Figure 5. (a) Bar chart displaying differences in the area size of forest fire risk zones, (b) pie chart displaying the percentage of forest fire risk zones (VH: Very high, H: High, M: Medium, L: Low, VL: Very low)

3.3. Examining the distribution of fire archive records to fire risk zones

Figure 6 shows the distribution of 149 forest fires in the fire archive records from 2001 to 2018 obtained from the MODIS satellite image for Manisa province by years. The years with the highest number of fires are 2007 and 2008, respectively. Twenty fires were recorded in 2007 and 17 in 2008.

149 forest fires in the fire archive records of 2001-2018 obtained from MODIS satellite images were overlapped with very high and high-risk areas and it was concluded that 65.1% of forest fires broke out in very high and high-risk areas (Figure 7). There is a positive, linear and strong correlation between forest fire points in fire records and areas with very high and high risk. This finding supports the accuracy of the resulting fire risk map.

The areas identified as having very high and high fire risks are located in the northern and north-western parts of the project site with Spil Mountain Natural Park being in the very high risk group. According to the research findings, forest fires occurred most frequently in 2007 and 2008. Additionally, in 2008 forest fire impacts in Manisa and the surrounding area were significantly more severe than were forest fire impacts in neighbouring provinces. Between 2001 and 2018, 348 forest fires were recorded in the Forest Regional Directorates in the Muğla Forest Regional Directorate, 212 in the Antalya Forest Regional Directorate, and 151 in the Izmir Forest Regional Directorate, where Manisa is affiliated (Türkeş and Altan, 2012).

In landscape planning, it is possible to adopt a reliable approach for the prevention and reduction of forest fires by using RS and GIS techniques to analyse spatial variables (Chuvieco and Congalton, 1989). Protecting forest from undesirable fires plays a crucial role in maintaining a sustainable forest ecosystem. Although it is not easy to predict forest fires, the potential damages can be minimized or eliminated using suitable analysis and precautions (Gigović et al., 2018; Colak and Sunar, 2020). The results of the research presented in this paper include important tools for the prevention of forest fires in Manisa, and guidance for all institutions dealing with disaster management and emergency services.

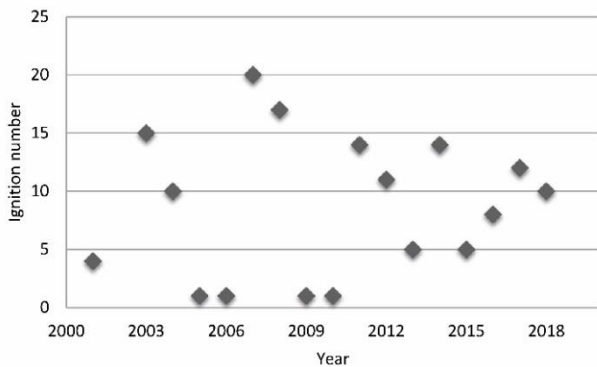


Figure 6. Fire ignition numbers between 2001 and 2018 in Manisa province

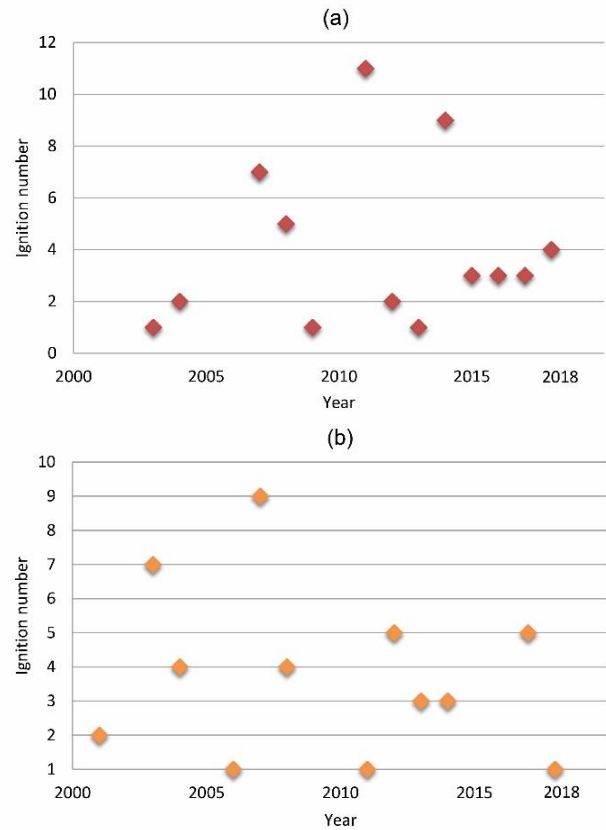


Figure 7. Validation of fire points with (a) very high-risk zone, (b) high-risk zone

The forest fire risk map can help agencies of the General Directorate of Forestry manage forest fire risk sites. The forest fire risk map can make a significant contribution to preventing possible fires and to intervening earlier to reduce forest fire damage (Catry et al., 2010). Determining the degree of risk with RS and GIS techniques can also serve as a basis for environmental monitoring and evaluation studies (Senturk, 2018). The FRZI Model used in this study could be further developed by refining the risk factors and integrating the analysis with other types of multi-criteria analysis. Other RS and GIS techniques such as adaptive filtering (Coban and Ozdamar, 2014) and kernel density (Kuter et al., 2011) can also contribute to forest fire risk modelling especially at the sub-district level. Ignition points could be considered as a dependent variable, while topographic, anthropogenic, and climatic characteristics could be considered independent variables. The weight of the variables utilized in the risk modelling is associated with the technique that used. However some subjectivity in the determination of the weightings is required (Gungoroglu, 2017) regardless of how literature is reviewed, expert views utilized or statistical methods applied. Further the precision of the FRZI model may also be increased by adding additional explanatory variables in the analysis such as climate data. Many researchers have found that climate change occurs gradually and can directly impact length and severity of the forest fires (Kumari and Pandey, 2020). Globally forest fires have many causes of emergence, with climatic drought directly indicating forest fire risk. Therefore, the authors recommend that the FRZI model

consider the use climate based variables to further improve reliability (Colak and Sunar, 2020). Indices such as Drought Index introduced by the United Nations Convention to Combat Desertification, the Haines index, the Keetch-Byram drought index, and the Nesterov ignition index have been successful in predicting forest fires. However, in Turkey the records show that most of the forest fires have been caused by people on purpose or accidentally (Bahadır, 2010). This marks the social aspect of forest fires. Studies show that almost 90% of forest fires in Turkey were human caused, primarily carelessness, neglect, and intent (Avcı et al., 2009; Bahadır, 2010; Göktepe and Avcı, 2015).

Conclusion

The aim of this study was to develop a forest fire risk map of Manisa based on a multi-criteria analysis. To develop the forest fire risk map, it was necessary to model the risk factors using the FRZI model. Six risk factors were used: vegetation cover, slope, aspect, elevation, distance to settlement, and distance to road. A limitation of this research is that the weight coefficients assigned in the multi-criteria analysis were developed solely through literature review. The application of expert knowledge in the relevant field would further enhance the FRZI model. This research presented in this paper, vegetation cover, slope, aspect, elevation, distance to settlement, and distance to road were used to determine risk zones. Given that the human factor is so important in the occurrence of forest fires in Turkey, the authors recommend a that more detailed examination of the social aspect of forest fires be undertaken. The scope of this examination could include public awareness of the need for forest protection, the uses of forests, protection and prevention studies, and the practice of using forest fires to clear land on private property for development purposes. In conclusion, the results of the research show that RS and GIS techniques can be used effectively for estimating forest fire risk and preventing forest fires.

Acknowledgements

We would like to express our special thanks to Assoc. Prof. Dr. Cumhuri Gungoroglu for his guidance to this research paper and sharing his knowledge and experience with us, for his contributions. We also thank the academic staff of Forest Engineering Department of Suleyman Demirel University who organized the scientific activity entitled "Preparing Environmental Databases Using GIS and Satellite Imagery for Natural Ecosystems" (Project No: 1059B291500065), supported by TUBITAK.

References

Abedi Gheshlaghi, H., Feizizadeh, B., Blaschke, T., 2019. GIS-based forest fire risk mapping using the analytical network process and fuzzy logic. *Journal of Environmental Planning and Management*, 63(3):481-499.

Adab, H., Kanniah, K.D., Solaimani, K., 2013. Modeling forest fire risk in the northeast of Iran using remote sensing and GIS techniques. *Natural Hazards*, 65(3):1723-1743.

Akkas, M.E., Bucak, C., Boza, Z., Eronat, H., Bekereci, A., Erkan, A., Cebeci, C., 2008. Investigation of Large Forest Fires in the Light of Meteorological Data. Republic of Turkey Ministry of Environment and Forestry, Aegean Forestry Research Institute, 36.

Avcı, M., Korkmaz, M., Alkan, H., 2009. Türkiye'de orman yangınlarının nedenleri üzerine bir değerlendirme. I. Orman Yangınları ile Mücadele Sempozyumu, 07-10 Ocak, Antalya, s. 33-45.

Bahadır, M., 2010. Türkiye'de (1998-2007) Görülen orman yangınlarının yüzey ve rakamsal sorgulama analizi. *Nature Sciences*, 5(3): 146-162.

Belgherbi, B., Benabdeli, K., Mostefai, K., 2018. Mapping the risk forest fires in Algeria: Application of the forest of Guetarnia in Western Algeria. *Ekológia (Bratislava)*, 37(3): 289-300.

Bingol, B., 2017. Determination of forest fire risk areas in Burdur Province using Geographical Information Systems. *Turkish Journal of Forest Science*, 1(2):169-182.

Cardille, J.A., Ventura, S.J., 2001. Occurrence of wildfire in the northern Great Lakes Region: effects of land cover and land ownership assessed at multiple scales. *International Journal of Wildland Fire*, 10(2):145-154.

Catry, F.X., Rego, F.C., Bação, F.L., Moreira, F., 2010. Modeling and mapping wildfire ignition risk in Portugal. *International Journal of Wildland Fire*, 18(8):921-931.

Chou, Y.H., Minnich, R.A., Chase, R.A., 1993. Mapping probability of fire occurrence in San Jacinto Mountains, California, USA. *Environmental Management*, 17(1):129-140.

Chuvieco, E., Congalton, R.G., 1989. Application of remote sensing and geographic information systems to forest fire hazard mapping. *Remote sensing of Environment*, 29(2):147-159.

Coban, H.O., Eker, M., 2010. Analysis of forest road network conditions before and after forest fire. 43rd International Symposium on Forestry Mechanisation, July 11-14, Padova Italy, pp. 11-14.

Coban, H.O., Erdin, C., 2020. Forest fire risk assessment using GIS and AHP integration in Bucak forest enterprise, Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research*, 18(1):1567-1583.

Coban, H.O., Ozdamar, S., 2014. Mapping forest fire in relation to land-cover and topographic characteristics. *Journal of Environmental Biology*, 35(1): 217.

Colak, E., Sunar, F., 2020. Evaluation of forest fire risk in the Mediterranean Turkish forests: A case study of Menderes region, Izmir. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 101479.

Diaz-Delgado, R., Lloret, F., Pons, X., 2004. Spatial patterns of fire occurrence in Catalonia, NE, Spain. *Landscape Ecology*, 19(7):731-745.

Dong, X.U., Li-min, D., Guo-fan, S., Lei, T., Hui, W., 2005. Forest fire risk zone mapping from satellite images and GIS for Baihe Forestry Bureau, Jilin, China. *Journal of forestry research*, 16(3): 169-174.

Duran, C., 2014. Mersin ilindeki orman yangınlarının başlangıç noktalarına göre mekânsal analizi (2001-2013). *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 1(1): 38-49.

Fischer, A.P., Vance-Borland, K., Jasny, L., Grimm, K. E., Charnley, S., 2016. A network approach to assessing social capacity for landscape planning: The case of fire-prone forests in Oregon, USA. *Landscape and Urban Planning*, 147:18-27.

GDF, 2017. Activity Report of Strategy Development Department. Republic of Turkey General Directorate of Forestry, Ankara.



Ghobadi, G.J., Gholizadeh, B., Dashliburun, O.M., 2012. Forest fire risk zone mapping from geographic information system in Northern Forests of Iran (Case study, Golestan province). *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 4(12): 818-824.

Gigović, L., Jakovljević, G., Sekulović, D., Regodić, M., 2018. GIS Multi-Criteria Analysis for Identifying and Mapping Forest Fire Hazard: Nevesinje, Bosnia and Herzegovina. *Tehnički vjesnik*, 25(3):891-897.

Göktepe, S., Avcı, M., 2015. Muğla-Fethiye ormanlarında yangın sorunu, yangınların dağılımı ve yangınlar üzerinde etkili olan faktörler. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 16(2): 130-140.

- Gugliette, D., Conedera, M., Mazzolenis, S., Ricotta, C., 2011. Mapping fire ignition risk in a complex anthropogenic landscape. *Remote Sensing Letters*, 2(3):213-219.
- Guney, C.O., Ozkan, K., Sentürk, O., 2016. Modelling of spatial prediction of fire ignition risk in the Antalya-Manavgat district. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 66(2): 459-470.
- Gungoroglu, C., 2017. Determination of forest fire risk with fuzzy analytic hierarchy process and its mapping with the application of GIS: The case of Turkey/Cakırlar. *Human and Ecological Risk Assessment*, 23(2):388-406.
- Hacisalihoglu, M., 2018. Forest fire risk mapping using multi criteria decision analysis method: The case of Karabuk. In Turkish. MSc Dissertation, Zonguldak Bulent Ecevit University, Zonguldak, Turkey.
- Jaiswal, R.K., Mukherjee, S., Raju, K.D., Saxena, R., 2002. Forest fire risk zone mapping from satellite imagery and GIS. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 4(1): 1-10.
- Joaquim, G.S., Bahaeddin, A., Josep, R.C., 2007. Remote Sensing Analysis to Detect Fire Risk Locations. *Proceedings of GéoCongrès*, 2-5 October, Québec, Canada.
- Karabulut, M., Karakoc, A., Gurbuz, M., Kizilelma, Y., 2013. Determination of forest fire risk areas using geographical information systems in Baskonus Mountain (Kahramanmaraş). *The Journal of International Social Research*, 6(24):171-179.
- Keifer, M., Caprio, E.A., Lineback, P., 2000. Incorporating a GIS model of ecological need into fire management planning. *Joint Fire Sciences Conference and Workshop*, 15-17 June, Idaho, USA.
- Kumari, B., Pandey, A.C., 2020. MODIS based forest fire hotspot analysis and its relationship with climatic variables. *Spatial Information Research*, 28(1): 87-99.
- Kuter, S., Usul, N., Kuter, N., 2011. Bandwidth determination for kernel density analysis of wildfire events at forest sub-district scale. *Ecological Modelling*, 222(17): 3033-3040.
- Lin, J., Sergio, R., 2009. A derivation of the statistical characteristics of forest fires. *Ecological Modelling*, 220:898-903.
- Malczewski, J., 1999. *GIS and Multicriteria Decision Analysis*. ISBN: 0-471-32944-4, John Wiley and Sons, New York.
- Malik, T., Rabbani, G., Farooq, M., 2013. Forest fire risk zonation using remote sensing and GIS technology in Kansrao Forest Range of Rajaji National Park, Uttarakhand, India. *International Journal of Advanced RS and GIS*, 2(1):86-95.
- Martínez-Fernández, J., Chuvieco, E., Koutsias, N., 2013. Modelling long-term fire occurrence factors in Spain by accounting for local variations with geographically weighted regression. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 13(2):311-327.
- MOI, 2019. E-Interior Project. Ministry of Interior, Ankara.
- MOM, 2019. *Geography of Manisa*. Information Processing Department of Manisa Municipality, Manisa.
- MPCTD, 2019. *General Information, Manisa Provincial Culture and Tourism Directorate, Geography of Manisa*.
- Neyisci, T., 1987. A Study on Slow-Burning Plant Species for Preventing Forest Fires. *Tubitak Journal of Nature*, 11: 595-604.
- Nuthammachot, N., Stratoulas, D., 2019. A GIS-and AHP-based approach to map fire risk: A case study of Kuan Kreng peat swamp forest, Thailand. *Geocarto International*, 1-14.
- Pradhan, B., Dini Hairi Bin Suliman, M., Arshad Bin Awang, M., 2007. Forest fire susceptibility and risk mapping using remote sensing and geographical information systems (GIS). *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 16(3):344-352.
- Renard, Q., Pélissier, R., Ramesh, B.R., Kodandapani, N., 2012. Environmental susceptibility model for predicting forest fire occurrence in the Western Ghats of India. *International Journal of Wildland Fire*, 21(4): 368-379.
- Roy, P.S., 2003. Forest fire and degradation assessment using satellite remote sensing and geographic information system. *Satellite Remote Sensing and GIS Applications in Agricultural Meteorology*, 361-400.
- Senturk, N., 2018. Assessment of relationship between locations and distances to roadside of forest fires in Istanbul, Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research*, 16(5): 6195-6204.
- Sowmya, S.V., Somashekar, R.K., 2010. Application of remote sensing and geographical information system in mapping forest fire risk zone at Bhadra wildlife sanctuary, India. *Journal of Environmental Biology*, 31(6): 969.
- Tian, X., Zhao, F., Shu, L., Wang, M., 2013. Distribution characteristics and the influence factors of forest fires in China. *Forest Ecology and Management*, 310:460-467.
- Türkeş, M., Altan, G., 2012. Analysis of the year 2008 fires in the forest lands of the Muğla Regional Forest Service by using drought indices. *Journal of Human Sciences*, 9(1): 912-931.
- Yang, J., He, H.S., Shifley, S.R., Gustafson, E.J., 2007. Spatial patterns of modern period human-caused fire occurrence in the Missouri Ozark Highlands. *Forest science*, 53(1): 1-15.

Kuzey Marmara Yöresi sapsız meşe (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl) meşcereleri için kütük çapı - göğüs çapı ilişkisinin belirlenmesi

Emrah Özdemir^{a,*} , Abbas Şahin^b , Gafura Aylak Özdemir^a 

Özet: Ağacın planlı ya da plansız kesilmesi durumunda göğüs çapı ölçülememekte sadece toprak üstünde kütük kısmı kalmaktadır. Bu nedenle ağacın diğer boyutlarının (göğüs çapı, hacim vb.), kütüğün sahip olduğu değişkenlere göre tahmin edilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada Kuzey Marmara’da yayılış gösteren saf sapsız meşe (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl) meşcerelerinde, 0,30 m yüksekliğindeki kütük çapı ($d_{0,30}$) ile göğüs çapı ($d_{1,30}$) arasındaki ilişkinin her bir yaş sınıfı ve genel bazda belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca göğüs çapının ($d_{1,30}$), kütük yüksekliği (h_{dk}) ve bu yükseklikteki kütük çapı (d_{dk}) ile tahmin edilmesi de bu çalışmanın diğer bir amacını oluşturmaktadır. Bu kapsamda Marmara Bölgesi’nin kuzey bölümünün değişik yetişme ortamlarında yayılış gösteren ve yaş sınıfları genişliği 20 yıl olan saf sapsız meşe meşcerelerinin II, III, IV, V ve VI. yaş sınıflarında alınan 66 örnek noktasında, 1 Konu - 10 Komşu ağaç yöntemiyle belirlenen toplam 726 ağaçta ölçümler gerçekleştirilmiştir. Göğüs çapını, 0,30 m’deki kütük çapı ile tahmin etmek amacıyla Doğru, Polinom ve Güç fonksiyonu formunda olmak üzere 3 farklı regresyon modeli denenmiştir. Ayrıca göğüs çapını, kütük yüksekliği ve bu yükseklikteki kütük çapı ile tahmin etmek için de logaritmik formda 3 farklı regresyon modeli oluşturulmuştur. 0,30 m yüksekliğindeki kütük çapı ile göğüs çapı için oluşturulan modellerin göğüs çapındaki varyasyonu % 89,8-96,7 arasında açıkladıkları ve bu ilişki için doğrusal modelin uygun olduğu sonucuna varılmıştır. 0,30 m yüksekliğindeki kütük çapı ile göğüs çapı ilişkisi bakımından yaş sınıfları F testi ile karşılaştırılmış, III. ve IV. yaş sınıfları arasında bir farkın olmadığı, diğer yaş sınıflarının birbirlerinden farklı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Göğüs çapını, kütük yüksekliği ve bu yükseklikteki kütük çapı ile tahmin etmek için oluşturulan regresyon modellerinin, göğüs çapındaki varyasyonu %91,4-%92,8 arasında açıkladıkları ve 1,76-1,96 cm standart hata ile göğüs çapını tahmin ettikleri belirlenmiştir. Sapsız meşe dışındaki diğer meşe türleri için de kütük çapı- göğüs çapı ilişkisinin modellenmesi önemlidir.

Anahtar kelimeler: Göğüs çapı, Kütük çapı, Regresyon modeli, F testi, Tam model, İndirgenmiş model

Determination of relationship stump diameter - diameter at breast height for sessile oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl) stands in Northern Marmara Region

Abstract: If the tree is cut planned or unplanned, the DBH (the diameter at breast height) cannot be measured and only the stump aboveground. Therefore, other dimensions of the tree (DBH, volume, etc.) need to be estimated based on the variables of stump. In this study, it is aimed to be determined the relationship between the stump diameter at 0.30 m and DBH for each age class and general level in pure sessile oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl) stands of Northern Marmara. In addition, estimating the DBH with the stump height (h_{dk}) and stump diameter (d_{dk}) at this height is another purpose of this study. In this context, measurements were carried out on 726 trees determined by 1 Subject - 10 neighboring tree method in 66 sample points taken from pure sessile oak stands of the northern part of the Marmara Region which are distributed in different sites and in age classes II, III, IV, V and VI., whose age classes are 20 years in width. The tree regression models in the form of linear, polynomial and power function were tested in order to estimate DBH with the stump diameter at 0.30 m. In addition, 3 different regression models were formed in logarithmic form to estimate the DBH with the stump height and stump diameter at this height. It was concluded that the models tested for the stump diameter at 0.30 m with DBH explained the variation in DBH between 89.8% and 96.7% and the linear model was suitable for this relationship. The age classes were compared with the F test in terms of the relationship between the stump diameter at 0.30 m and DBH, it was concluded that the age classes differ from each other except III. and IV. age classes. It was determined that regression models established to estimate the DBH with the stump height and stump diameter at this height and explain the variation in DBH between 91.4% and 92.8% and estimate the DBH with 1.76-1.96 cm standard error. It is also important to model the stump diameter-the diameter at breast height relationship for oak tree species other than sessile oak.

Keywords: Diameter at breast height, Stump diameter, Regression model, F test, Full model, Reduced model

✉ ^a İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Orman Haslatı ve Biyometri Anabilim Dalı, 34473, Bahçeköy, Sarıyer, İstanbul

^b Marmara Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Maslak, Sarıyer, İstanbul

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 07.01.2020, **Accepted** (Kabul tarihi): 16.03.2020



Citation (Atf): Özdemir, E., Şahin, A., Aylak Özdemir, G., 2020. Kuzey Marmara Yöresi sapsız meşe (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl) meşcereleri için kütük çapı - göğüs çapı ilişkisinin belirlenmesi. Turkish Journal of Forestry, 21(1): 25-34.
DOI: [10.18182/tjf.671592](https://doi.org/10.18182/tjf.671592)

1. Giriş

Meşe ağaç türleri, ülkemizde gerek tür zenginliği gerek kapladığı alan ve gerekse de orman ürün çeşitliliği bakımından ülke ormanları içerisinde oldukça büyük öneme sahiptir. Ülkemizdeki orman alanlarının toplamı Orman Genel Müdürlüğü 2015 yılı envanter verilerine göre 22.342.935 hektardır. Ülke orman alanı içerisindeki meşe cinsinin kapladığı orman alanı 2.382.933 ha. verimli, 3.503.262 ha. bozuk olmak üzere toplam 5.886.195 ha. orman alanından oluşmaktadır. Ağaç cinsleri bakımından ülkemizde en geniş yayılışa sahip olan meşe ormanları ülke ormanlarının % 26,34'ünü kapsamaktadır. (OGM, 2015; Şahin, 2016).

Yaltırık ve Efe (1994) sapsız meşenin (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl) genel coğrafi yayılışını Batı ve Kuzey Britanya, Batı Avrupa, Kuzeybatı Anadolu, Trakya, Marmara Bölgesi, İç Anadolu ve Güney Anadolu olarak ifade etmişlerdir. Ülkemizde özellikle Trakya ve Marmara Bölgesi'nin kuzeyinde ileri yaşta saf meşcereleri bulunan sapsız meşe (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl), orman endüstrisinde geniş pazarı bulunan ve düzgün gövde yapısı oluşturan meşe türlerinin başında gelmektedir. Dalsız gövde boyu toplam boyuna oranla oldukça uzun, tepe taç boyu kısa ve dar tepeli olan sapsız meşe, orman ürünleri sanayinin en fazla tercih ettiği yapraklı türlerdendir (Şahin, 2016).

Meşe konusunda ülkemizde yapılan çalışmalar incelendiğinde meşcere, ağaç özellikleri ve vejetasyon çalışmaları haricinde meşe türlerini esas alan orman amenajmanı, orman hasılatı ve silvikültürel esaslarına ilişkin araştırmalar sınırlı sayıdadır. Orman amenajmanı ve hasılat konusunda ilk çalışma Eraslan (1954) tarafından Demirköy yöresi için 100 yaşına kadar sürgünden yetişmiş ve antropojenik etkilerin olmadığı, saf ve aynı yaşlı meşe meşcerelerinde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda grafik analiz yöntemi ile cins bazında meşe bonitet tablosu, hasılat tablosu, hacim tablosu ve odun ürün çeşitleri tablosu elde edilmiştir. Eraslan (1954)'ın yapmış olduğu çalışma, Eraslan ve Evcimen (1967) tarafından tekrar gözden geçirilmiş ve 1954 yılında alınan örnek alanlara ek olarak Belgrad Ormanı'nda 100 yaş üstünde 32 örnek alandan da veri toplamışlardır. Toplam 91 örnek alana ait verilerden yararlanarak Demirköy mıntıkası için 100 yaşına kadar yapılmış olan, sürgünden yetişmiş ve müdahale görmemiş, normal kapalı aynı yaşlı saf meşe meşcerelerinin hasılat tablosunu 200 yaşına kadar ileriye taşımışlardır. Özdemir (2013) Trakya'da ki sürgün kökenli meşe ormanlarının (Sapsız meşe, macar meşesi ve saçlı meşe) farklı yaş, sıklık ve yetişme ortamlarındaki artım ve büyüme ilişkilerini incelemiştir.

Meşe ile ilgili yapılan hasılat çalışmaları ülkemizde cins bazında ele alınmış olup, 2006 yılında baltalık işletmeciliğinin Marmara Bölgesinden kaldırılmasından sonra, tür bazında ki çalışmalara gereksinim duyulmuş ve hasılat çalışmaları da 2014 yılından itibaren tür bazlı yapılmaya başlanmıştır (Şahin, 2016).

Ormancılıkta göğüs çapı, büyüme, hasılat, süksesyon ve karbon bütçesi modellerinde yer alan boy, hacim, biyokütle gibi diğer önemli değişkenlerin tahmin edilmesinde, envanter çalışmalarında örnek ağaçların seçiminde ve meşcere yapısının ortaya konmasında kullanılan ve kolay ölçülebilen en önemli değişkenlerden birisidir (Vanclay, 1994; Peng vd., 2004; Corral-Rivas vd., 2007; Özçelik vd.,

2010). Ağacın planlı ya da plansız kesilmesi durumunda sadece toprak üstünde kütük kısmı kalmakta olup, ağacın diğer boyutlarının, kütüğün sahip olduğu değişkenlerin (kütük çapı, kütük yüksekliği, kütük üzerindeki yıllık halka sayısı vb.) değerlendirilerek tahmin edilmesi ihtiyacı duyulmaktadır. Ayrıca kütük boyutları, olumsuz çevre koşullarından kaynaklanan hasarların değerlendirilmesinde, illegal kesim sonucu oluşan hacim kayıplarının belirlenmesinde ve çeşitli silvikültürel uygulamaların etkilerinin değerlendirilmesinde de kullanılmaktadır (Bylin, 1982a; Wharton, 1984; Parresol, 1998; Corral-Rivas vd., 2007; Özçelik vd., 2010).

Ağacın herhangi bir nedenle kesilmesi durumunda göğüs çapı ölçülemede ve özellikle ağacın boyutunu ve değerini ortaya koyan ağaç hacmi tek veya çift girişli ağaç hacim denklemleri ya da tabloları kullanılarak tahmin edilememektedir (Yavuz, 1996; Şenyurt, 2012). Bu durumda ağaç hacminin tahmin edilmesi genellikle iki aşamada gerçekleştirilmektedir. İlk olarak kütük çapı yardımıyla göğüs çapı tahmin edilmekte, daha sonra ağaç hacim denkleminde veya tablosundan göğüs çapı kullanılarak ağaç hacmi belirlenebilmektedir. (Bylin, 1982a; Corral-Rivas vd., 2007).

Göğüs çapı ve kütük çapı arasındaki yüksek korelasyon sayesinde göğüs çapı, kütük çapından yüksek doğrulukta tahmin edilebilir (Johnson ve Weigel, 1990; Özçelik vd., 2010). Bu nedenle farklı yetişme ortamlarında yayılış gösteren farklı ağaç türleri için göğüs çapını veya ağaç hacmini kütük çapı yardımıyla tahmin etmek amacıyla birçok çalışma yürütülmüştür (Myers, 1963; McClure, 1968; Bylin, 1982a; Wharton, 1984; Johnson ve Weigel, 1990; Parresol, 1993; Parresol, 1998; Corral-Rivas vd., 2007; Milios vd., 2016).

Ülkemizde kütük çapı ile göğüs çapı ilişkisini ortaya koyan ilk çalışmalar; kızılçamda (*Pinus brutia*) Uğurlu ve Özer (1977), sarıçamda (*Pinus sylvestris*) Özer (1981), karaçam (*Pinus nigra*) ve Doğu ladininde (*Picea orientalis*) Giray (1982) tarafından yapılmıştır. İbrel türlerde; sarıçam (*Pinus sylvestris*) ve karaçamda (*Pinus nigra*) Yavuz (1996), karaçam (*Pinus nigra*), Toros sediri (*Cedrus libani*) ve kızılçamda (*Pinus brutia*) Özçelik (2005), Toros sediri (*Cedrus libani*), kızılçam (*Pinus brutia*) ve Toros göknarında (*Abies cilicica*) Özçelik vd. (2010), sarıçamda (*Pinus sylvestris*) Şenyurt (2012), kızılçam (*Pinus brutia*) ve karaçamda (*Pinus nigra*) Sakıcı ve Yavuz (2016), Doğu ladinini (*Picea orientalis*), Karadeniz göknarı (*Abies nordmanniana*) ve sarıçamda (*Pinus sylvestris*) Şahin vd. (2019) tarafından gerçekleştirilmiştir. Doğu kayını (*Fagus orientalis*) ve Kazdağı göknarında (*Abies equi-trojani*) Sakıcı ve Özdemir (2017), Uludağ göknarı (*Abies bornmulleriana*), Doğu kayını (*Fagus orientalis*) ve karaçamda (*Pinus nigra*) Durkaya ve Durkaya (2011) benzer çalışmaları yürütmüşlerdir. Geniş yapraklı ağaç türlerinden, kütük çapı ile göğüs çapı ilişkisini ortaya koyan çalışmalar; sivri meyveli dişbudak (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) Yavuz (2000), Doğu kayını (*Fagus orientalis*) Ercanlı vd. (2015), Anadolu kestanesi (*Castanea sativa*) Sağlam vd. (2016) tarafından çalışılmıştır. Görüldüğü üzere yukarıdaki çalışmalar içerisinde ülkemizde sapsız meşe kütük çapı ile göğüs çapı ilişkisini ortaya koyan herhangi bir bilimsel çalışma literatürde bulunmamaktadır.

Bu nedenle çalışmada Kuzey Marmara Bölgesindeki saf sapsız meşe meşcerelerinin; i) 0,30 m yüksekliğindeki kütük

çapı ($d_{0,30}$) ile göğüs çapı ($d_{1,30}$) ilişkisinin çeşitli model yapıları ile 5 farklı yaş sınıfı için belirlenmesi, ii) Yaş sınıflarının, kütük çapı ($d_{0,30}$) ile göğüs çapı ($d_{1,30}$) ilişkisi bakımından karşılaştırılması, iii) göğüs çapının ($d_{1,30}$), kütük yüksekliği (h_{dk}) ve bu yükseklikteki kütük çapı (d_{dk}) ile tahmin edilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Marmara Bölgesi'nin kuzey bölümünün değişik yetişme ortamlarında yayılış gösteren saf sapsız meşe (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl) meşcerelerinde, 0,30 m yüksekliğindeki kütük çapı ile göğüs çapı ilişkisini ortaya koymak için, farklı yaş sınıflarında 66 örnek noktasında, 1 Konu - 10 Komşu ağaç yöntemiyle belirlenen toplam 726 ağaçta ölçümler gerçekleştirilmiştir. Göğüs çapını kütük yüksekliği (h_{dk}) ve bu yükseklikteki kütük çapı (d_{dk}) ile tahmin etmek için de aynı verilerden yararlanılmıştır.

Örnek noktalar, Demirköy, Kırklareli, Tekirdağ, Vize, Çatalca ve İzmit Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde farklı yaş sınıflarında ve yetişme ortamlarında yayılış gösteren, saf sapsız meşe meşcerelerinden seçilmiştir. Örnek noktaların çeşitli topoğrafik özellikleri ve Orman İşletme Müdürlüklerine dağılımı Çizelge 1'de sunulmuştur. Çizelge 1'den de görüleceği üzere örnek noktaların değişik yüksekliklerden ve farklı eğim gruplarından alındığı görülmektedir. Örnek noktaların alındığı yerler Şekil 1'deki haritada verilmiştir.

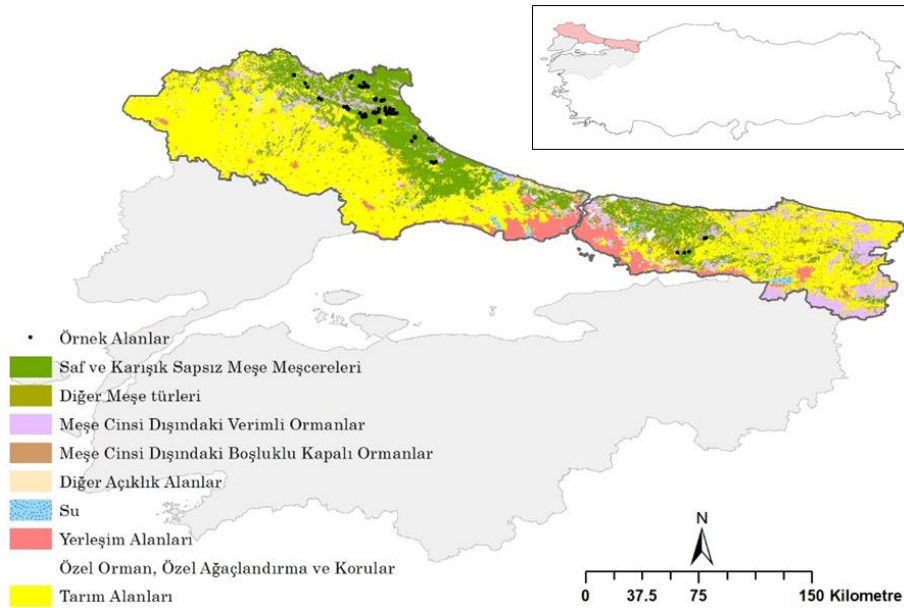
Sapsız meşe (*Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl.) meşcerelerine ait örnek noktaların yerleri belirlenirken, Marmara Bölgesinin Yıldız (Istranca) Dağları ve Çatalca - Kocaeli bölümlerindeki yayılışı, alansal büyüklükleri, meşcere kapalılık durumu (tam kapalı % 71-100), meşcere kuruluş yapısı ile meşcere kompozisyonu dikkate alınarak belirlenmiştir. Örnek noktaların yerlerinin belirlenmesinde

farklı yaş sınıfları, yetişme ortamı şartları (her bonitette örnek noktaların olması), farklı yükseklik basamakları, farklı bakı, sırt, dere, yamaç gibi farklı yeryüzü şekilleri de dikkate alınmıştır.

Yavaş büyüyen ve uzun idare süresi ile işletilen ağaç türlerinin yaş sınıfları genişliği Orman Amenajman Yönetmeliği'nde 20 yıl olarak kabul edilmektedir (OGM, 2008). Meşe cinsi ile ilgili Eraslan (1954), Eraslan ve Evcimen (1967) ve Özdemir (2013) tarafından yapılan hasılat çalışmalarında da yaş sınıfı genişliği 20 yıl alınmıştır. Bu çalışmada Marmara Bölgesi'nin kuzey bölümünde, 120 yaşa kadar sürgün kökenli saf sapsız meşe (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl) meşcereleri belirlenmiş ve buralarda örnek noktalar seçilmiştir. Sapsız meşe (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl) için yaş sınıfı genişliği 20 yıl olarak kabul edilmiş ve altı yaş sınıfı oluşturulmuştur. Bu altı yaş sınıfı içerisinde yer alan I. yaş sınıfı alanları bakım görmemiş ve göğüs çapı genellikle 8 cm'nin altında olduğundan, I. yaş sınıfı bu çalışmanın kapsamı dışında bırakılmış, geriye kalan II, III, IV, V ve VI. yaş sınıfları ise bu çalışmaya konu edilmiştir. Kuzey Marmara'nın Anadolu yakası bölümünde ileri yaşlarda yeteri kadar saf meşcereler olmadığından, ileri yaş sınıfındaki örnek alanlar daha çok Demirköy, Vize ve Kırklareli Orman İşletme Müdürlüklerinden alınmıştır.

Çizelge 1. Örnek noktaların çeşitli topoğrafik özellikleri ve orman işletme müdürlüklerine dağılımı

Orman işletme müdürlüğü	Yükseklik (m)	Eğim (%)	Örnek nokta sayısı
Demirköy	278-567	7-33	17
Kırklareli	517-801	4-30	11
Tekirdağ	128-165	2-14	3
Vize	295-430	0-35	25
Çatalca	77-260	8-40	5
İzmit	334-428	12-40	5
Genel	77-801	0-40	66



Şekil 1. Kuzey Marmara Bölgesi ormanları ve örnek noktaların alındığı yerler

2.2. Yöntem

2.2.1. Örnek noktaların alınması ve yapılan ölçümler

Orman hasılat çalışmalarında veriler, belirli büyüklükteki örnek alanlardan yada örnek noktalarından elde edilebilmektedir. Örnek alanlar meşcere özelliklerini yansıtabilecek şekilde değişik büyüklüklerde alınabilmektedir. Büyük örnek alanlarda ölçüm yapmak zor ve zaman alıcı olabilmekte ya da meşcere kuruluşu değişebilmektedir. Bu nedenle örnek alan yerine örnek noktası olarak bir konu ağaç esas alınmakta, konu ağaç ve bunu çevreleyen en yakın belirli sayıdaki komşu ağaçlarda ölçümler gerçekleştirilmektedir (Çatal, 2009). Bu nedenle çalışmamızda Çatal (2009) ve Şenyurt (2011) tarafından uygulanan 1 Konu – 10 Komşu ağaç yöntemiyle veriler toplanmıştır.

Örnek nokta olarak bir konu ağaç seçilmiş ve bu ağaca en yakın mesafede 10 komşu ağaç belirlenerek bu noktada toplam 11 ağaç örneklenmiştir. Bu ağaçların göğüs çapları ile 0,30 m yükseklikteki kütük çapları milimetre duyarlılığında ölçülmüştür. Ayrıca göğüs çapını kütük yüksekliği (kesim yüksekliği) ve bu yükseklikteki kütük çapı (d_{dk}) ile tahmin etmek amacıyla 66 adet konu ağaç kesilmiştir. Kesilen konu ağaçların toprak yüzeyinde kalan kütük yüksekliklerinin, dört yönlü olarak santimetre duyarlılığında ölçümleri yapılmış ve bu ölçüm değerlerinin ortalamaları alınarak her ağacın kütük yüksekliği tespit edilmiştir. Aynı şekilde toprak yüzeyinde kalan kütüklerin çapları da iki yönlü olarak ölçülmüş ve bunların ortalaması alınarak her ağaç için kütük çapı milimetre duyarlılığında belirlenmiştir.

Kesilen her konu ağacın 0,30 m yüksekliğinden ($d_{0,30}$ - kütük çapı) alınan kesit üzerindeki yıllık halkalar sayılmıştır. Sapsız meşe baltalık ormanlarında traşlama

sonrası ilk yıl ortalama 25-30 cm boy büyümesi meydana gelmesinden dolayı 0,30 m yüksekliğindeki kesit üzerinde sayılan halka sayısına bir eklenerek ağacın yaşı büroda belirlenmiştir.

0,30 m yüksekliğindeki kütük çapı- göğüs çapı ilişkisinin farklı yaş sınıfları için belirlenmesinde kullanılan 66 örnek noktasında ölçülen toplam 726 ($66 \times 11 = 726$) ağaca ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 2’de, kesilen 66 adet konu ağaca ait tanımlayıcı istatistikler ise Çizelge 3’te verilmiştir.

2.2.2. Regresyon modellerinin oluşturulması

Göğüs çapını 0,30 m’deki kütük çapı ile tahmin etmek amacıyla 66 örnek noktasında ölçülen toplam 726 ($66 \times 11 = 726$) ağaç verisi kullanılarak 3 farklı regresyon modeli test edilmiştir. Bunlar, kütük çapı ($d_{0,30}$) - göğüs çapı ($d_{1,30}$) ilişkisini inceleyen bazı araştırmacılar tarafından da kullanılmış olan, Doğrusal (Linear), 2. Dereceden Polinom (Quadratic) ve Güç (Power) formundaki modeller olup Çizelge 4’te verilmiştir (Corral-Rivas vd., 2007; Özçelik vd., 2010; Milios vd., 2016).

Çizelge 4’de belirtilen modeller her bir yaş sınıfı (II, III, IV, V, VI) için ve tüm yaş sınıflarını kapsayacak şekilde genel bazda oluşturulmuş olup, M1 ve M2 modellerinin katsayıları en küçük kareler yöntemine, M3 modelinin katsayıları ise doğrusal olmayan regresyon (Non-Linear Regression) yaklaşımına göre hesaplanmıştır.

Göğüs çapını kütük yüksekliği ve bu yükseklikteki kütük çapı ile tahmin etmek için 3 farklı regresyon modeli denenmiştir. Bu regresyon modelleri yaş sınıfı ayrımı yapmadan genel bazda, kesilen 66 adet konu ağaç verisi kullanılarak oluşturulmuş ve katsayıları en küçük kareler yöntemine göre hesaplanmıştır (Çizelge 5).

Çizelge 2. Yaş sınıflarına göre, $d_{0,30}$ - $d_{1,30}$ ilişkisinin belirlenmesinde kullanılan ağaçlara ait tanımlayıcı istatistikler

Yaş Sınıfı	Değişken	(N)	\bar{x}	SD	Minimum	Maksimum
II (20-40)	$d_{0,30}$	154	11,2	2,75	6	18,7
	$d_{1,30}$		8,9	2,09	4,7	14,8
III (40-60)	$d_{0,30}$	110	18,5	4,41	9,2	31,5
	$d_{1,30}$		15,7	3,7	9	26
IV (60-80)	$d_{0,30}$	253	21,7	4,94	10	41,4
	$d_{1,30}$		18,4	4	9	34,3
V (80-100)	$d_{0,30}$	121	26,4	5,46	16,1	41,7
	$d_{1,30}$		22,2	3,94	14,7	32
VI (100-120)	$d_{0,30}$	88	28	6,81	16,9	47,5
	$d_{1,30}$		24	5,6	14	39,7
Genel	$d_{0,30}$	726	20,5	7,47	6	47,5
	$d_{1,30}$		17,3	6,34	4,7	39,7

\bar{x} =Aritmetik ortalama, SD= Standart sapma, $d_{0,30}$ =0,30 m yüksekliğindeki kütük çapı (cm), $d_{1,30}$ =Göğüs çapı (cm), N=Örnek ağaç sayısı

Çizelge 3. Göğüs çapını kütük yüksekliği ve bu yükseklikteki kütük çapı ile tahmin etmek amacıyla kullanılan ağaçlara ait tanımlayıcı istatistikler

Değişken	\bar{x}	SD	Minimum	Maksimum
$d_{1,3}$ (cm)	15,8	5,34	4,9	25,7
d_{dk} (cm)	22,85	7,54	7	38
h_{dk} (cm)	11,45	6,87	2	40

\bar{x} =Aritmetik ortalama, SD= Standart sapma, h_{dk} =Kütük yüksekliği (cm), d_{dk} = h_{dk} yüksekliğindeki kütük çapı (cm), $d_{1,30}$ =Göğüs çapı (cm).

Çizelge 4. $d_{0,30}$ - $d_{1,30}$ ilişkisi için temel alınan regresyon modelleri

Model No	İstatistiksel Model
M1	$d_{1,30} = a_0 + a_1 * d_{0,30} + \varepsilon$
M2	$d_{1,30} = a_0 + a_1 * d_{0,30} + a_2 * d_{0,30}^2 + \varepsilon$
M3	$d_{1,30} = a_0 * d_{0,30}^{a_1} + \varepsilon$

$d_{0,30}$ =0,3 m yüksekliğindeki kütük çapı (cm), $d_{1,30}$ =Göğüs çapı (cm), a_i =Model parametreleri, ε =Hata terimi.

Çizelge 5. d_{dk} , h_{dk} - $d_{1,30}$ ilişkisi için temel alınan regresyon modelleri

Model No	İstatistiksel Model
M1	$\ln(d_{1,30}) = a_0 + a_1 * \ln(d_{dk}) + a_2 * \ln(h_{dk}) + \varepsilon$
M2	$\ln(d_{1,30}) = a_0 + a_1 * d_{dk}^2 + a_2 * \ln(d_{dk}) + a_3 * \ln(h_{dk}) + \varepsilon$
M3	$\ln(d_{1,30}) = a_0 + a_1 * d_{dk} + a_2 * d_{dk}^2 + a_3 * \ln(h_{dk}) + \varepsilon$

h_{dk} =Kütük yüksekliği (cm), d_{dk} = h_{dk} yüksekliğindeki kütük çapı (cm), $d_{1,30}$ =Göğüs çapı (cm), a_i =Model parametreleri, ε =Hata terimi.

Kütük çapı-göğüs çapı ilişkisi için M1 ve M2 modellerinin ve d_{dk} , h_{dk} - $d_{1,30}$ ilişkisi için ise tüm modellerin katsayıları R bilgisayar yazılımının 3.6.1 versiyonunda yer alan **lm** fonksiyonu ile, $d_{0,30}$ - $d_{1,30}$ ilişkisi için M3 modelinin katsayıları ise **nls** fonksiyonu kullanılarak hesaplanmıştır (R Core Team, 2019).

2.2.3. Modellerin değerlendirilmesi

Modellerin performansları, sayısal başarı ölçütleri ve hataların grafiksel analizi ile değerlendirilebilmektedir (Corral-Rivas vd., 2007). Çalışmamızda, düzeltilmiş belirtme katsayısı (Adj. R^2), ortalama hata karelerinin karekökü (RMSE), ortalama mutlak hata yüzdesi (MAE %) ve Akaike Bilgi Kriteri (AIC) olmak üzere 4 adet başarı ölçütü hesaplanarak model performansları değerlendirilmiştir (Formül 1,2,3,4).

$$Adj. R^2 = 1 - \frac{n-1}{n-p} * \left(\frac{\sum(y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum(y_i - \bar{y})^2} \right) \quad (1)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(y_i - \hat{y}_i)^2}{n-p}} \quad (2)$$

$$MAE (\%) = \frac{\sum|y_i - \hat{y}_i|/n}{\bar{y}} * 100 \quad (3)$$

$$AIC = n + n * \log(2 * \pi) + n * \log(\sum(y_i - \hat{y}_i)^2 / n) + 2 * (p+1) \quad (4)$$

Formüllerde; y_i = Ölçülen göğüs çapını, \hat{y}_i = Tahmin edilen göğüs çapını, \bar{y} = Ortalama göğüs çapını, n = Veri sayısını, p = Modeldeki parametre sayısını göstermektedir. Modellerin performanslarının değerlendirilmesinde, bu başarı ölçütlerinden Adj. R^2 değerinin 1'e yakın, bunun dışındaki başarı ölçüt değerlerinin ise 0'a yakın olması beklenmektedir.

2.2.4. Yaş sınıflarına ait modellerin karşılaştırılması

Kütük çapı - göğüs çapı ilişkisi bakımından yaş sınıfları arasındaki farklılıklar doğrusal olmayan ekstra kareler toplamı (Nonlinear Extra Sum of Squares) yöntemi ile ortaya konabilmektedir (Bates ve Watts, 1988; Neter vd., 1996). Bu yöntem, tam ve indirgenmiş modellerin oluşturulmasına dayanmaktadır. Tam modelde her bir yaş sınıfı farklı parametre setleri ile tanımlanırken, indirgenmiş modelde ise tüm yaş sınıfları aynı parametrelerle tanımlanmaktadır. Corral-Rivas vd. (2007) ve Özçelik vd. (2010) tarafından kütük çapı- göğüs çapı ilişkisi bakımından ağaç türleri arasındaki farklılığın ortaya konmasında da bu yöntem kullanılmıştır. Örneğin; M1 modeli ele alındığında indirgenmiş model a_0 ve a_1 olmak üzere iki genel katsayıya sahip iken, tam model, yaş sınıfları ayrımının yapılabilmesi için her bir yaş sınıfını temsil eden bir kukla değişken modele dâhil edilerek M1 modelinin iki farklı parametresinin (a_0 , a_1) genişletilmesiyle elde edilmektedir. Çalışmamızda 5 farklı yaş sınıfından ağaçlar ölçüldüğünden dolayı M1 modelinin tam modeli 10 parametrelidir (5 farklı

yaş sınıfı x 2 ana parametre) bir model olarak elde edilmektedir (Formül 5).

$$d_{1,30} = (a_{01} + a_{02} * I_1 + a_{03} * I_2 + a_{04} * I_3 + a_{05} * I_4) + (a_{11} + a_{12} * I_1 + a_{13} * I_2 + a_{14} * I_3 + a_{15} * I_4) * d_{0,30} + \varepsilon \quad (5)$$

Formüldeki a_{0i} ve a_{1i} tahmin edilen regresyon modelinin parametrelerini, ε =Hata terimini ve I_i aşağıda tanımlanan kategorik kukla değişkenleri temsil etmektedir.

- Yaş sınıfı=II ise tüm $I_i=0$.
- Yaş sınıfı=III ise $I_1=1$ ve diğer tüm $I_i=0$.
- Yaş sınıfı=IV ise $I_2=1$ ve diğer tüm $I_i=0$.
- Yaş sınıfı=V ise $I_3=1$ ve diğer tüm $I_i=0$.
- Yaş sınıfı=VI ise $I_4=1$ ve diğer tüm $I_i=0$.

Tam model ve indirgenmiş modelin eşitliği karşıt iki varsayım ile test edilmektedir (Corral-Rivas vd., 2007; Özçelik vd., 2010). Bu varsayımlar aşağıdaki şekilde olup, H_0 hipotezinin reddedilmesi kütük çapı ($d_{0,30}$) - göğüs çapı ($d_{1,30}$) ilişkisi bakımından yaş sınıflarının farklı olduğu ve 5 yaş sınıfı için ayrı bir modelin olması gerektiğini göstermektedir. H_0 hipotezinin kabul edilmesi, yaş sınıfları arasında kütük çapı ($d_{0,30}$) - göğüs çapı ($d_{1,30}$) ilişkisi bakımından herhangi bir farkın bulunmadığı ve indirgenmiş tek bir modelin tüm yaş sınıflarında kullanılabileceği anlamına gelmektedir.

- H_0 : $a_{02} = a_{03} = a_{04} = a_{05} = a_{12} = a_{13} = a_{14} = a_{15} = 0$
- H_A : En az bir parametrenin 0'dan farklı olması

Bu varsayımların denetimi aşağıda formülü verilen F testi ile yapılmakta olup, doğrusal olmayan ekstra kareler toplamı bir F dağılımı göstermektedir (Formül 6).

$$F = \frac{SSE_R - SSE_F}{df_R - df_F} \div \frac{SSE_F}{df_F} \quad (6)$$

Formülde; SSE_R ve df_R indirgenmiş modelin hata kareleri toplamı ve serbestlik derecesini, SSE_F ve df_F ise tam modelin hata kareleri toplamı ve serbestlik derecesini göstermektedir. Çalışmamızda tam model 5 yaş sınıfı için 10 parametreye sahip olmakta ve serbestlik derecesi $df_F=N-10$ ile hata kareleri toplamı SSE_F olmaktadır. İndirgenmiş model ise, karşılaştırmada temel alınan iki parametrelidir M1 olup, serbestlik derecesi $df_R=N-2$ ile hata kareleri toplamı SSE_R olmaktadır.

Eğer formül 6'da hesaplanan F hesap değeri $> F_{kritik}(1-\alpha; df_R - df_F / df_F)$ olması durumunda H_0 hipotezi reddedilmekte ve kütük çapı- göğüs çapı ilişkisi bakımından yaş sınıfları arasında anlamlı bir fark olduğu ortaya konmaktadır. Bu durumda hangi yaş gruplarının farklılaştığının ortaya konabilmesi için yukarıda açıklanan yöntemle göre yaş gruplarının ikili olarak karşılaştırılmaları gerekmektedir. H_0 hipotezinin kabul edilmesi durumunda ise kütük çapı- göğüs çapı ilişkisi bakımından yaş sınıfları arasında anlamlı bir fark olmadığı ve tüm veriler kullanılarak oluşturulan tek bir regresyon modeli ile bu ilişkinin açıklanabileceği sonucuna ulaşılmaktadır.

3. Bulgular

Göğüs çapını 0,30 m'deki kütük çapı ile tahmin etmek amacıyla, her bir yaş sınıfı ve genel bazda olmak üzere Çizelge 4'de verilen 3 farklı regresyon modelinin katsayıları hesaplanmış ve başarı ölçütleri Çizelge 6'da sunulmuştur.

Göğüs çapını tahmin etmek için her bir yaş sınıfı ve genel bazda oluşturulan modellerin başarı ölçütleri birbirlerine oldukça yakın olup, göğüs çapındaki varyasyonu yaklaşık % 90'dan yüksek oranlarda açıkladıkları görülmektedir. Modeller göğüs çapını % 3,5- % 5,4 arasında değişen ortalama mutlak hata yüzdeleri ile tahmin etmektedirler (Çizelge 6).

Yaş sınıflarında kütük çapı ($d_{0,30}$) – göğüs çapı ($d_{1,30}$) ilişkisini açıklayan M1(Doğrusal) model için; $d_{0,30}$ – $d_{1,30}$ ilişkisini, tahmin edilen değerler ile gerçek değerlerin karşılaştırılmasını ve standardize edilmiş hataların tahmin edilen değerlere göre dağılımını veren grafikler Şekil 2'de sunulmuştur. Özellikle standardize edilmiş hataların tahmin edilen değerlere göre dağılımı incelendiğinde tüm yaş sınıflarında ve genel bazda hataların rasgele dağıldığı ve standardize edilmiş hataların büyük bir çoğunluğunun -2 ile +2 arasında değiştiği görülmektedir.

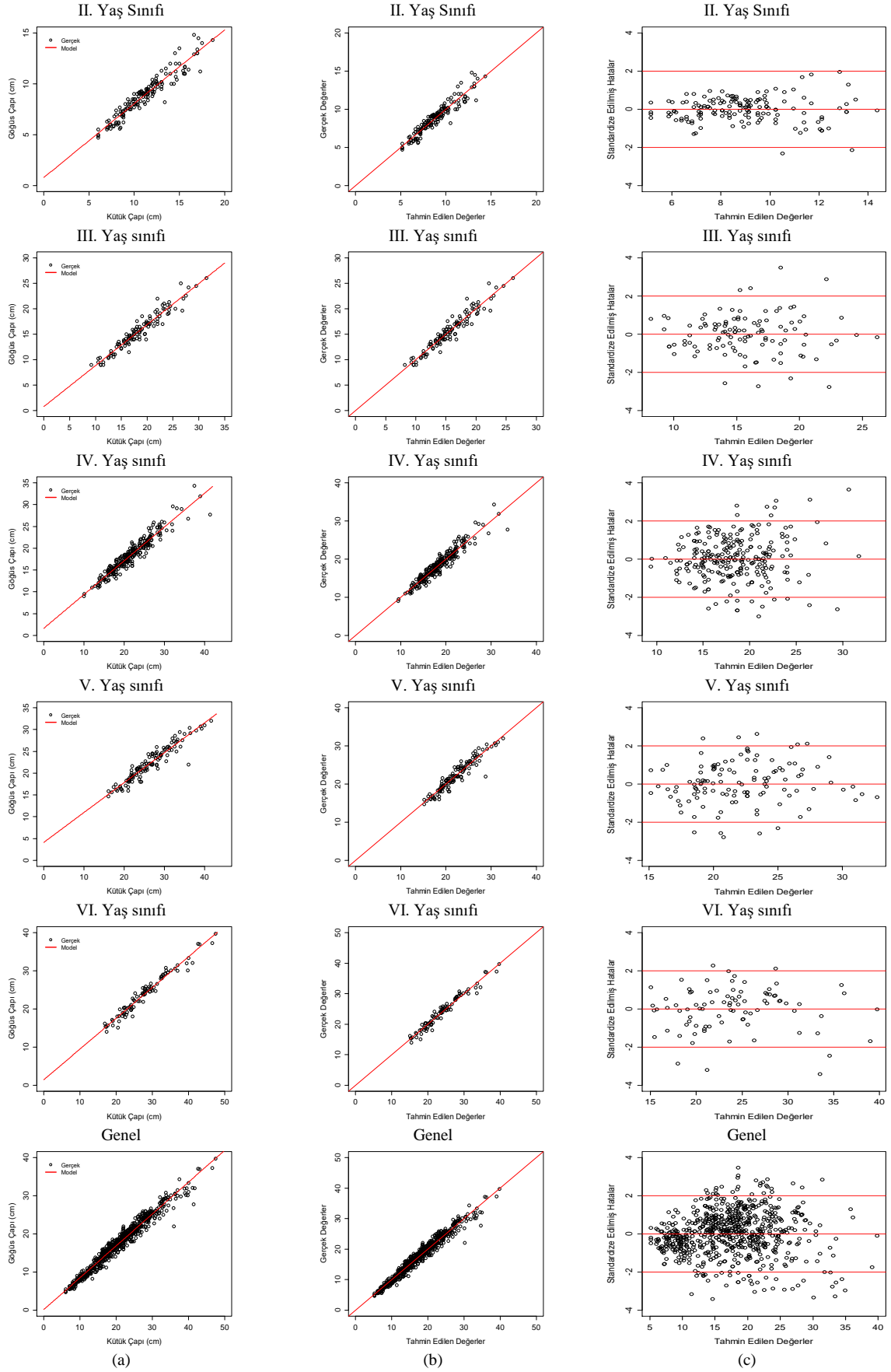
$d_{0,30}$ – $d_{1,30}$ ilişkisi bakımından yaş sınıflarının karşılaştırılması amacıyla M1 modeli temel alınarak oluşturulan tam ve indirgenmiş modellere ilişkin F testi sonuçları Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 6. Yaş sınıfları için kütük çapı ($d_{0,30}$) – göğüs çapı ($d_{1,30}$) ilişkisini açıklayan regresyon modellerinin katsayıları ve başarı ölçütleri

Yaş sınıfı	Model	n	Katsayılar			Başarı ölçütleri			
			a_0	a_1	a_2	Adj. R ²	RMSE (cm)	MAE (%)	AIC
II (20-40)	M1	154	0,7998	0,7252	-	0,905	0,64	5,45	305
	M2		-0,2737	0,9184	-0,0082	0,906	0,64	5,34	305
	M3		1	0,9070	-	0,906	0,64	5,40	304
III (40-60)	M1	110	0,7830	0,8053	-	0,921	1,04	4,98	325
	M2		0,4291	0,8440	-0,001	0,920	1,05	4,96	327
	M3		0,9824	0,9499	-	0,921	1,04	4,96	325
IV (60-80)	M1	253	1,6708	0,7730	-	0,912	1,18	4,75	807
	M2		-0,1371	0,9367	-0,0035	0,913	1,18	4,77	806
	M3		1,1286	0,9086	-	0,913	1,18	4,75	805
V (80-100)	M1	121	4,1480	0,6844	-	0,898	1,26	4,05	403
	M2		0,3292	0,9716	-0,0052	0,899	1,25	3,96	402
	M3		1,5552	0,8134	-	0,899	1,25	3,98	401
VI (100-120)	M1	88	1,4542	0,8054	-	0,959	1,13	3,57	276
	M2		-2,2736	1,0655	-0,0043	0,961	1,11	3,52	273
	M3		1,0613	0,9365	-	0,959	1,12	3,56	274
Genel	M1	726	0,1815	0,8342	-	0,964	1,20	5,16	2324
	M2		-1,4832	1,0063	-0,0039	0,967	1,16	4,98	2278
	M3		0,9059	0,9771	-	0,965	1,19	5,16	2317

Çizelge 7. Kütük çapı ($d_{0,30}$) – göğüs çapı ($d_{1,30}$) ilişkisi açıklayan M1 modeli için yaş sınıfları farklılıklarını belirleyen F testi sonuçları

Yaş sınıfı	n	İndirgenmiş model		Tam model		F_{Hesap}	F_{Kritik}	Anlamlılık düzeyi
		SSE_R	df_R	SSE_F	df_F			
Genel	726	1035	724	831	716	21,97	1,951	p<0.05
II-III	264	222	262	180	260	30,33	3,031	p<0.05
II-IV	407	503	405	415	403	42,73	3,018	p<0.05
II-V	275	371	273	252	271	63,99	3,029	p<0.05
II-VI	242	226	240	173	238	36,46	3,034	p<0.05
III-IV	363	476	361	469	359	2,68	3,021	p>0.05
III-V	231	347	229	306	227	15,21	3,036	p<0.05
III-VI	198	241	196	228	194	5,53	3,042	p<0.05
IV-V	374	564	372	540	370	8,22	3,020	p<0.05
IV-VI	341	484	339	462	337	8,02	3,023	p<0.05
V-VI	209	344	207	299	205	15,43	3,040	p<0.05
(III-IV)-II	517	627	515	539	513	41,88	3,013	p<0.05
(III-IV)-V	484	699	482	664	480	12,65	3,015	p<0.05
(III-IV)-VI	451	609	449	586	447	8,77	3,016	p<0.05



Şekil 2. Yaş sınıflarında kütük çapı ($d_{0,30}$) – göğüs çapı ($d_{1,30}$) ilişkisini açıklayan M1(doğrusal) model için; a) Kütük çapı–göğüs çapı ilişkisi, b) Tahmin edilen değerler ile gerçek değerlerin karşılaştırılması, c) Standartize edilmiş hataların tahmin edilen değerlere göre dağılımı

Tüm yaş sınıfı verileri kullanılarak genel bazda $d_{0,30} - d_{1,30}$ ilişkisi bakımından yaş sınıfları arasında istatistik olarak anlamlı ve önemli bir farkın bulunup bulunmadığı, formül 6 yardımıyla hesaplanan F istatistiği ile ortaya konmuştur. Genel olarak ele alındığında hesaplanan $F_{Hesap}=21,97$ değeri F_{kritik} (0,05; $dfR - dfF / dfF$)=1,951 değerinden büyük olduğu için H_0 varsayımı reddedilmekte ve $\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyinde yaş sınıfları arasında anlamlı ve önemli bir farkın olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Bu farklılığın hangi yaş sınıflarından kaynaklandığının ortaya konabilmesi için yaş sınıfları ikili olarak karşılaştırılmıştır. İkili karşılaştırmalarda tam model 4, indirgenmiş model 2 parametreye sahip olmakta ve formül 6'da verilen F değeri buna göre hesaplanmaktadır. İkili karşılaştırma sonuçlarına göre, $F_{Hesap} > F_{kritik}$ (0,05; $dfR - dfF / dfF$) olduğu için III. ve IV. yaş sınıfları hariç tüm yaş sınıflarının (II, V, VI) farklı olduğu görülmektedir. Daha sonra III. ve IV. yaş sınıfının verileri birleştirilerek tek bir yaş sınıfı gibi diğer yaş sınıfları (II, V, VI) ile tekrar ikili olarak karşılaştırılmış, III. ve IV. yaş sınıfının diğer yaş sınıflarıyla ve $\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyinde farklılık gösterdiği saptanmıştır. (Çizelge 7).

Göğüs çapını, kütük yüksekliği ve bu yükseklikteki kütük çapı ile tahmin etmek için, yaş sınıfı ayırımı yapmadan genel bazda, kesilen 66 adet konu ağaç verisi kullanılarak oluşturulan 3 farklı regresyon modelinin katsayıları ve başarı ölçütleri hesaplanarak Çizelge 8'de verilmiştir.

Göğüs çapını kütük yüksekliği ve bu yükseklikteki kütük çapı ile tahmin etmek için oluşturulan modeller, göğüs çapındaki varyasyonu yaklaşık % 92 oranında açıklarken, göğüs çapını % 8 - % 9 arasında değişen ortalama mutlak hata yüzdeleri ile tahmin etmektedir. En yüksek belirtme katsayısı (Adj. $R^2=0,928$), en düşük ortalama hata karelerinin karekökü (RMSE=1,76 cm) ve ortalama mutlak hata yüzdesi (MAE %=8,2) değerine sahip olan M3, göğüs çapını, kütük yüksekliği ve bu yükseklikteki kütük çapı ile tahmin eden en iyi model olarak seçilmiştir.

4. Tartışma ve sonuç

Kuzey Marmara Bölgesinde yayılış gösteren saf sapsız meşe meşcerelerinde göğüs çapını, 0,30 m yüksekliğindeki kütük çapı ile tahmin etmek amacıyla her bir yaş sınıfı ve genel bazda olmak üzere, 3 farklı formdaki regresyon modellerinin katsayıları ve başarı ölçütleri hesaplanmıştır (Çizelge 6). Tüm yaş sınıflarında ve genel bazda tüm modellerin başarı ölçütlerinin birbirine oldukça yakın değerler aldığı ve göğüs çapındaki varyasyonu yaklaşık % 90 ve daha fazla oranlarda açıkladıkları görülmüştür. Ayrıca, M2 (2.dereceden polinom)'nin a_2 katsayısı yaş sınıflarında oldukça küçük değerler aldığı ve istatistik olarak anlamlı olmadığı sonucuna varılmıştır. Kütük çapı ile göğüs çapının tahmin edilmesinde oluşturulan basit doğrusal

modellerin daha karmaşık modeller kadar güvenilir olduğu bildirilmektedir (Bylin, 1982a; Wharton, 1984). Bu nedenlerden dolayı M1 (Doğrusal)'in $d_{0,30} - d_{1,30}$ ilişkisini yeterli düzeyde açıkladığı görülmektedir. Benzer sonuçlara Bylin (1982b), Corral-Rivas vd. (2007), ve Özçelik vd. (2010) yaptıkları çalışmalarda da ulaşmışlardır.

Milios vd. (2016) Macar meşesinin saf ve karışık meşcereleri için göğüs çapı ile 0,20 m yüksekliğindeki kütük çapı ilişkisini incelediği çalışmada, 11 farklı model yapısı denemiştir. Bu çalışmada, göğüs çapını doğrusal modelin % 94 R^2 ve 1,03 cm standart hata ile 2. dereceden polinom modelinin ise % 94 R^2 ve 0,99 cm standart hata değeri ile tahmin ettiğini belirtmiştir. Bu sonuçlara paralel olarak, çalışmamızda genel bazda oluşturulan modellerin göğüs çapındaki varyasyonu yaklaşık % 96 R^2 değeri ile açıkladıkları ve göğüs çapını 1,18 cm standart hata değerleri ile tahmin ettiği görülmektedir. Ayrıca Bylin (1982a) ve Wharton (1984) da meşe ağaç türleri için göğüs çapını kütük çapı yardımıyla tahmin etmek amacıyla oluşturdukları doğrusal modeller, göğüs çapındaki varyasyonu yaklaşık % 90 oranında açıklamaktadır.

Giray (1982) kütük çapı - göğüs çapı ilişkisinin genelleştirilmesi durumunda, kütük çapı ile göğüs çapı arasında $d_{1,3}=0,8*d_k$ şeklinde sabit katsayısı olmayan doğrusal bir denklem şeklinde ilişki olduğunu bildirmektedir. Bu denkleme göre göğüs çapı, kütük çapının yaklaşık %80'ne eşit olmaktadır. Çalışmamızda da genel bazda (tüm yaş sınıfları için) 0,30 m yükseklikteki kütük çapı ile göğüs çapı arasındaki ilişkinin, sabit katsayısı olmayan doğrusal bir denklem ile temsil edilmesi durumunda $d_{1,3}=0,84*d_{0,3}$ şeklinde olmakta ve Giray (1982)'nin belirlediği orandan (0,80) %4 daha fazla bir değer almaktadır.

Göğüs çapı ile 0,30 m yüksekliğindeki kütük çapı ilişkisi bakımından yaş sınıfları arasında anlamlı ve önemli bir farkın olup olmadığı doğrusal model (M1) temel alınarak oluşturulan tam model ve indirgenmiş model ile ortaya konmuştur. Tam model ve indirgenmiş model F testi ile karşılaştırılmış ve yaş sınıflarında arasında anlamlı ve önemli fark olduğu tespit edilmiştir. Daha sonra yaş sınıfları ikili olarak karşılaştırılmış ve III. ve IV. yaş sınıfları arasında bir farkın olmadığı belirlenmiştir. Bundan dolayı III. ve IV. yaş sınıflarındaki veriler birleştirilerek bu yaş sınıfları için göğüs çapı ile 0,30 m yüksekliğindeki kütük çapı ilişkisini açıklayan tek bir doğrusal regresyon denklemi oluşturulmuş, bunların dışındaki her bir yaş sınıfının ayrı regresyon denklemleri ile temsil edilebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Çizelge 9'da yaş sınıfları ve genel bazda olmak üzere sapsız meşe ağaç türünde 0,30 m yüksekliğindeki kütük çapı - göğüs çapı ilişkisini açıklayan doğrusal modellerin katsayıları ve başarı ölçütleri toplu olarak verilmiştir.

Çizelge 8. Kütük çapı (d_{dk}), kütük yüksekliği (h_{dk}) - göğüs çapı ($d_{1,30}$) ilişkisini açıklayan regresyon modellerinin katsayıları ve başarı ölçütleri

Model	n	Katsayılar				Uyum istatistikleri		
		a_0	a_1	a_2	a_3	Adj. R^2	RMSE (cm)	MAE (%)
M1		-0,5034	0,9661	0,1021	-	0,914	1,96	9,1
M2	66	-0,9530	-0,0002	1,1610	0,0946	0,920	1,81	8,6
M3		0,6140	0,1258	-0,0017	0,0912	0,928	1,76	8,2

Çizelge 9. Yaş sınıfları için kütük çapı ($d_{0,30}$) – göğüs çapı ($d_{1,30}$) ilişkisini açıklayan doğrusal formdaki regresyon modellerinin katsayıları ve başarı ölçütleri

Yaş sınıfı	Model	n	Katsayılar		Başarı ölçütleri			
			a_0	a_1	Adj. R ²	RMSE (cm)	MAE (%)	AIC
II (20-40)	M1	154	0,7998	0,7252	0,905	0,64	5,45	305
III-IV (40-80)		363	1,2667	0,7883	0,922	1,15	4,81	1134
V (80-100)		121	4,1480	0,6844	0,898	1,26	4,05	403
VI (100-120)		88	1,4542	0,8054	0,959	1,13	3,57	276
Genel		726	0,1815	0,8342	0,964	1,20	5,16	2324

Böylece sapsız meşelerin göğüs çaplarının kütük çapı ile tahmin edilmesinde III. ve IV. yaş sınıfı dışında her bir yaş sınıfı için ayrı ayrı oluşturulan regresyon denklemlerin kullanılması uygun olacaktır. Bu yöntem genellikle kütük çapı- göğüs çapı ilişkisi bakımından ağaç türleri arasındaki farklılığın ortaya konmasında kullanılırken (Corral-Rivas vd. 2007; Özçelik vd, 2010), bu çalışmada ise yaş sınıfları arasındaki farklılığın belirlenmesinde kullanılmıştır.

Kütük çapı- göğüs çapı ilişkisini ortaya koyan çalışmaların çoğunda belirli yükseklikteki kütük çapı ile göğüs çapının tahmin eden regresyon modelleri oluşturulmuştur. Bu çalışmada belirli yükseklikteki (0,30 m) kütük çapı ile göğüs çapını tahmin eden modellerin yanında genel bazda (yaş sınıfı ayırımı yapmadan) göğüs çapını, kütük yüksekliği (kesim yüksekliği) ve bu yükseklikteki kütük çapı ile tahmin etmek için logaritmik formda 3 farklı regresyon modeli oluşturularak, katsayıları ve başarı ölçütleri hesaplanmıştır. Bu modellerden kütük çapı, kütük çapının karesi ve logaritmik kütük yüksekliğini bağımsız değişken alan M3 no'lu model başarı ölçütleri bakımından en iyi model seçilmiş ve bu model göğüs çapındaki varyasyonu % 92,8 oranında açıklamış ve 1,76 cm standart hata ile göğüs çapını tahmin etmiştir. Durkaya ve Durkaya (2011), Uludağ göknarı, Doğu kayını ve karaçam ağaç türleri için göğüs çapını, kütük çapı ve kütük yüksekliği ile tahmin etmek için modeller oluşturmuşlardır. Doğu kayını ve karaçam ağaç türünde logaritmik kütük çapı ve logaritmik kütük yüksekliğini bağımsız değişken alan logaritmik modelin uygun olduğunu ve bu modellerin göğüs çapındaki varyasyonu sırasıyla %97 ve %95 oranında açıkladığını belirtmişlerdir.

Ülkemizdeki meşe cinsi, hem ağaç türü çeşitliliği hem de kapladığı alan dikkate alındığında, sapsız meşe dışındaki meşe türleri için olumsuz çevre koşullarından kaynaklanan hasarların değerlendirilmesinde, illegal kesim sonucu oluşan hacim kayıplarının belirlenmesinde ve çeşitli silvikültürel uygulamaların etkilerinin değerlendirilmesinde kütük çapı- göğüs çapı ilişkisinin modellenmesi önem arz etmektedir.

Kaynaklar

- Bates, D.M., Watts, D.G., 1988. Nonlinear Regression Analysis and Its Applications. John Wiley and Sons, New York.
- Bylin, C.V., 1982a. Estimating dbh from Stump Diameter for 15 Southern Species. USDA Forest Service Research Note SO-286, Southern Forest Experiment Station, New Orleans.
- Bylin, C.V., 1982b. Volume Prediction from Stump Diameter and Stump Height of Selected Species in Louisiana. USDA Forest Service Research Note SO-182, Southern Forest Experiment Station, New Orleans.
- Corral-Rivas, J.J., Barrio-Anta, M., Aguirre-Calderón, O.A., Diéguez-Aranda, U., 2007. Use of stump diameter to estimate diameter at breast height and tree volume for major pine species in El Salto, Durango (Mexico). Forestry, 80(1): 29-40.
- Çatal, Y., 2009. Batı Akdeniz Bölgesi Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Meşcerelerinde Artım ve Büyüme. Doktora tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Durkaya, B., Durkaya, A., 2011. Zonguldak-Ulus Orman İşletme Müdürlüğü göknar, kayın ve karaçam ağaç türleri için kütük çapı ve boyu ile göğüs çapı ilişkisi. Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 11(1): 9-17.
- Eraslan, İ., 1954. Trakya ve Bilhassa Demirköy Mıntıkası Meşe Ormanlarının Amenajman Esasları Hakkında Araştırmalar. T.C. Tarım Vekâleti Orman Umum Müdürlüğü Yayınları, Sıra No: 132, Seri No: 13 Kader Basımevi, Ankara.
- Eraslan, İ., Evcimen, B.S., 1967. Trakya'da ki meşe ormanlarının hacim ve hâsılatı hakkında tamamlayıcı araştırmalar. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, A17 (1): 31 – 56.
- Ercanlı, İ., Günlü, A., Başkent, E.Z., 2015. Mixed effect models for predicting breast height diameter from stump diameter of Oriental beech in Göldağ. Scientia Agricola, 72(3): 245-251.
- Giray, N., 1982. Ağaçlarda kütük çapı, ortaçap, göğüsçapı ilişkileri. Ormançılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, 28(56):69-79.
- Johnson, D.S., Weigel, D.R., 1990. Models for estimating DBH from stump diameter for Southern Indiana oaks. Northern Journal of Applied Forestry, 7(2): 79-81.
- McClure, J.P., 1968. Predicting Tree dbh from Stump Measurements in the Southeast. USDA Forest Service Research Note SE-99, Southeastern Forest Experimental Station.
- Miliou, E., Kitikidou, K.G., Dalakouras, V., Pipinis, E., 2016. Diameter at breast height estimated from stumps in *Quercus frainetto* in the region of Evros in Northeastern Greece. Cerne, 22(3): 337-344.
- Myers, C.A., 1963. Estimating Volumes and Diameters at Breast Height from Stump Diameters, Southwestern Ponderosa Pine. USDA Forest Service Research Note RM-9, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, Fort Collins.
- Neter, J., Kutner, M.H., Nachtsheim, C.J., Wasserman, W., 1996. Applied Linear Statistical Models. Times Mirror Higher Education Group, Chicago.
- OGM, 2008. Orman Amenajman Yönetmeliği. Orman Genel Müdürlüğü Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- OGM, 2015. Türkiye Orman Varlığı 2015. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Özçelik, R., 2005. Mut Orman İşletmesinde karaçam, sedir ve kızılçam ağaç türleri için dip çap-göğüs çapı ilişkileri. SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(3): 83-91.
- Özçelik, R., Brooks, J.R., Diamantopoulou, M.J., Wiant Jr, H.V., 2010. Estimating breast height diameter and volume from stump diameter for three economically important species in Turkey. Scandinavian Journal of Forest Research, 25(1): 32-45.
- Özer, E., 1981. Sarıçamlarda kütük çapından yararlanarak göğüs çapının bulunması. Ormançılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, 27(53):20-23.
- Özdemir, G.A., 2013. Trakya meşe ormanlarında artım ve büyüme ilişkileri. Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Parresol, B.R., 1993. Modeling multiplicative error variance: An example predicting tree diameter from stump dimensions in bald cypress. Forest Science, 39(4): 670-679.
- Parresol, B.R., 1998. Prediction and error of baldcypress stem volume from stump diameter. Southern Journal of Applied Forestry, 22(2): 69 – 73.

- Peng, C., Zhang, L., Zhou, X., Dang, Q., Huang, S., 2004. Developing and evaluating tree height-diameter models at three geographic scales for black spruce in Ontario. *Northern Journal of Applied Forestry*, 21(2): 83-92.
- R Core Team, 2019. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>, Erişim: 19.11.2019.
- Sağlam, F., Sakıcı, O.E., Seki, M., 2016. Stump diameter and diameter at breast height relationship for Chestnut (*Csatanea sativa* Mill.) stands in Kastamonu coastal region. *International Forestry Symposium (IFS 2016)*, 7-10 December, Kastamonu, Turkey, pp. 514-520.
- Sakıcı, O.E., Yavuz, H., 2016. The relationship between diameter at stump height and diameter at breast height in red pine-black pine mixed stands. *Scientific Research Symposium in Turkish World*, 29-31 May, Celalabat, Kırgızistan, pp.679-686.
- Sakıcı, O.E., Özdemir, G., 2017. Stump diameter and diameter at breast height relationships for oriental beech and Kazdağı fir at mixed stands in Karabük. *Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 17(2): 298-306.
- Şahin, A., 2016. Marmara Bölgesindeki meşe ormanlarının yayılışı, işletme amaçları ve planlanması. *Orman Genel Müdürlüğü Marmara Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Uluslararası Katılımlı Meşe Çalıştayı Bildiriler Kitabı*, 18-20 Ekim, İğneada – Kırklareli, s. 27-51.
- Şahin, A., Kahrıman, A., Göktürk, A., 2019. Estimating diameter at breast height (DBH) from diameter at stump height (DST) in triple mixed stands in the region of Artvin in Turkey. *Forestist*, 69(1): 61-67.
- Şenyurt, M., 2011. Batı Karadeniz Yöresi Sarıçam Meşcerelerinde Artım ve Büyüme. Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Şenyurt, M., 2012. Batı Karadeniz yöresi sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşcerelerinde kütük çapı-göğüs çapı ilişkileri. *Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 13(1): 79-87.
- Uğurlu, S., Özer, E., 1977. Kızılcamlarda kütük çapından yararlanarak göğüs çapının hesaplanması. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 23(1):71-77.
- Vanclay, J.K., 1994. *Modelling Forest Growth and Yield: Applications to Mixed Tropical Forests*. CAB International, Wallingford.
- Wharton, E.H., 1984. Predicting diameter at breast height from stump diameters for Northeastern tree species. *USDA Forest Service Research Note NE-322*, Northeastern Forest Experiment Station.
- Yaltırık, F., Efe, A., 1994. *Dendroloji*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 3836, O.F. Yayın No: 431, İstanbul Üniversitesi Basımevi ve Film Merkezi, İstanbul.
- Yavuz, H., 1996. Taşköprü orman işletmesinde sarıçam ve karaçam ağaç türlerimize ilişkin dip çap-göğüs çapı-orta çap ilişkileri ile kabuk hacminin hesaplanması. *K.T.Ü Orman Fakültesi Bahar Yarı Yılı Seminerleri*, Seminer No:2:67-75.
- Yavuz, H., 2000. Dişbudak ağaç türü için dip kütük çapı ile göğüs çapı arasındaki ilişkinin belirlenmesi. *K.T.Ü Orman Fakültesi Güz Yarı Yılı Seminerleri*, Seminer No:7: 10.

Asar Orman İşletme Şefliği (Antalya) kızılçam meşcereleri için gövde çapı denklemlerinin geliştirilmesi

Mustafa Ümit^a, Muammer Şenyurt^{a,*}

Özet: Bu çalışmada, Antalya Orman Bölge Müdürlüğü, Antalya Orman İşletme Müdürlüğü, Asar İşletme Şefliği sınırları içinde yayılış gösteren kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) meşcereleri için geliştirilen uyumlu gövde çapı denklemlerinin gövde çapını modellemedeki başarıları karşılaştırılmıştır. Bu amaçla, Max and Burkhart (1976), Jiang vd. (2005) ve Kozak (1988)'in denklemi esas alınarak geliştirilen 3 denklemin oluşturduğu 5 farklı model kullanılmıştır. Başarı ölçütlerine göre yapılan karşılaştırmada, Jiang vd. (2005) tarafından geliştirilen denklemin %95.95'lik açıklayıcılığı ile kızılçamın gövde çapı gelişimlerini modellemede daha başarılı olduğu görülmüştür. Jiang vd. (2005) denkleminin uygunluğu, bağımsız bir veri grubu kullanılarak iki eş arasındaki farkın önemlilik testi ile test edilmiş ve $p < 0.05$ önem düzeyinde denklemin çalışma alanına uygulanabileceği sonucuna varılmıştır. Bu bakımdan, bu denklemin kızılçam meşcerelerinde daha doğru ve tutarlı gövde çapı tahminlerinin yapılmasına imkan sağlayacağı söylenebilir.

Anahtar kelimeler: Kızılçam, Gövde çapı, Gövde çapı tahmini, Gövde çapı modeli, Asar Orman İşletme Şefliği

Development of compatible taper equations for brutian pine stands in Asar Forest Sub-district (Antalya)

Abstract: In this study, five different compatible taper equations were used for Brutian pine (*Pinus brutia* Ten.) trees within the border of Asar Forest Sub-district in Antalya Forest Management Directorate of Antalya Forest District Regional. These five equations were produced from the equations of Max & Burkhart (1976), Jiang et al. (2005) and 3 different models of Kozak (1988). The fitting results of these equations were compared. As a result of the comparison that made according to success criteria's, the equation of Jiang et al. (2005) with 95.95% model explanation was found to be more successful in predicting stem diameter of Brutian pine. The suitability of Jiang et al. (2005) of the equation was tested by using an independent data group with paired sample t test and it was concluded that the equation can be applied to the study area at $p < 0.05$ significance level. In this regard, it can be concluded that it is possible to obtain more accurate and consistent estimations of stem diameters for Brutian pine (*Pinus brutia* Ten.) stands by using this equation.

Keywords: Brutian pine, Stem diameter, Stem diameter prediction, Stem diameter model, Asar Forest Sub-district

1. Giriş

Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ülkemizde orman ürünleri endüstrisinde en önemli hammadde kaynaklarından biridir (Özçelik vd., 2012). Son yapılan çalışmalarda, kızılçamın kapladığı alan ülkemizde yaklaşık 5.9 milyon hektar (toplam orman alanının % 27'si) ve bu alan üzerinde dikili ağaç serveti ise yaklaşık 301 milyon metreküptür (OGM 2015).

İnsanoğlu talepleri ile orman kaynaklarının durumu arasındaki denge göz önüne alındığında, ormanlardan optimal ve sürekli bir faydalanma için mevcut orman alanlarının planlanarak kullanılması gerektiği görülmektedir. Gelecek kuşakların orman ürün ve hizmetlerine olan gereksinimlerini ormanlardan odun üretimiyle birlikte birçok fonksiyondan devamlı ve optimal olarak yararlanabilmek için, orman ekosistemlerinin sürekliliğini göz ardı etmeyecek şekilde yapılacak tüm planlar ve uygulanacak tüm müdahaleler bu ölçütlere göre dikkat edilerek oluşturulmalıdır (Yavuz ve Sakıcı, 2002).

Ağaç gövdesinin herhangi bir yüksekliğinde çaplar hesaplandıktan sonra bu çaplar yardımıyla gövdenin istenilen kısımlarının hacmi Orta Yüzey, Smalian veya Newton-Riecke gibi ağaç hacim denklemleri ile hesaplanabilmektedir. Sayısal modellerde kullanılmak üzere gövde çaplarını hesaplayan bu denklemlere "Uyumsuz Gövde Profili Denklemleri" denilmektedir (Yavuz, 1995; Sakıcı ve Yavuz, 2005).

Herhangi bir gövde profili denkleminin dipten uca, $0 \leq h \leq H$, integrali alındığında hesaplanan hacim değerinin, ağaç hacim denklemi ile hesaplanan toplam gövde hacmine, toprak seviyesi ile gövdenin herhangi bir yükseklikleri (hi) arasında integrali alındığında elde edilen hacim değerinin de hacim oran denklemleri ile hesaplanan hacim değerine eşit olması halinde, bu tür gövde profili denklemlerine "Uyumlu Gövde Profili Denklemleri" denilmektedir (Yavuz, 1995; Sakıcı ve Yavuz, 2005).

Gövde çapı modelinin integrali alınmak suretiyle, gövde üzerinde belirli mesafeler arasında bulunan kısmın hacmi doğru bir şekilde hesaplanabilmektedir. Şayet gövde çapı fonksiyonun integrali alınmıyorsa, bu denklemler

✉ ^a Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi, Çankırı

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): muammer1907@gmail.com

✓ **Received** (Geliş tarihi): 07.01.2020, **Accepted** (Kabul tarihi): 20.03.2020



Citation (Atıf): Ümit, M., Şenyurt, M., 2020. Asar Orman İşletme Şefliği (Antalya) kızılçam meşcereleri için gövde çapı denklemlerinin geliştirilmesi. Turkish Journal of Forestry, 21(1): 35-42.

DOI: [10.18182/tjf.671618](https://doi.org/10.18182/tjf.671618)

sayesinde sık aralılarla gövde çapları tahmin edilebilmekte ve bu çaplar sayesinde istenilen kısma ait hacim, Huber ve Smalian gibi bazı hacim formülleri ile tahmin edilebilmektedir. Son zamanlarda bir ağaçtan temin edilebilecek odun çeşitleri ve hacim miktarları karmaşık yapılarına rağmen gövde çapı modelleri ile doğru ve güvenilir olarak belirlenebilmektedir (Yavuz ve Sakıcı, 2002). Özellikle gövde çapı modellerinin ormancılıkta önemli bilgiler sağlamaları ile yüzyılı aşkın bir süredir, basitten çok karmaşığa kadar, pek çok ağaç türü için gövde çapı modelleri geliştirilmiştir (Max ve Burkhart, 1976; Hilt, 1980; Kozak, 1988; Clark vd., 1991; Newnham, 1992; Fang vd. 2000; Sakıcı vd., 2008).

Orman işletmelerinin odun satışında dikili satış yöntemini yoğun olarak kullanmaları, doğru ve güvenilir hacim tahminlerinin yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Bundan dolayı, değişik ticari standartların gereksinimlerini karşılayacak esnek ve güvenilir bir ağaç hacmi tahmin sistemine ihtiyaç duyulmaktadır. Farklı araştırmacılar tarafından bu doğrultuda kullanılabilecek en uygun yaklaşımlardan birisi olarak uyumlu gövde çapı ve gövde hacim denklemleri söylenebilir (Jiang vd., 2005; Barrio-Anta vd., 2007; Özçelik ve Brooks, 2012). Ülkemizde pek çok ağaç türünün ve bunların farklı yetiştirme ortamlarına göre gövde çapı denklemleri ile ilgili son zamanlarda çok çalışmalar yapılmıştır.

Ormancılıkta, ağaç gövdesi toplam hacmine ek olarak, gövdeden üretilebilecek odun çeşitlerinin hacminin ve değerinin tahmin edilmesinde; uyumlu gövde çapı ve gövde hacim denklemleri öne çıkmaktadır (Kozak, 2004; Jiang vd., 2005; Özçelik vd., 2011).

Newnham (1988)'e göre gövde çapı denklemleri üzerindeki çalışmaların yaygınlaşmasının iki ana nedeni bulunmaktadır. İlki; tüm ağaç çeşitleri için gövde formundaki varyasyonu tam olarak açıklayabilen bir teorinin olmaması, diğeri; her zaman değişen pazar şartlarına bağlı olarak çeşitli odun standartlarını dikkate alan bir metodun temin edilememesidir (Yavuz ve Sakıcı, 2002; Özçelik vd., 2011).

Ağaç gövdesinin ticari kısımlarına ilişkin hacim değerlerini kapsayan hacim oran modelleri yardımıyla, istatistiki olarak ilk gövde çapı modelleri 1960'lı yılların sonlarına doğru geliştirilmeye başlanmıştır (Honer, 1967; Burkhart, 1977; Cao vd., 1980; Clutter, 1980; Newnham, 1992). Bu modellere yönelik, göğüs çapı ($d_{1,3}$) ve ağaç boyunun (h) fonksiyonu olarak yerden belirli bir yükseklikteki (h_i) gövde çaplarını (d_i) belirlemeye yarayan denklemler biçiminde olup, gövdenin tamamı için ortalama bir şekil katsayısı değeri vermektedirler (Bruce vd., 1968; Bennet ve Swindel, 1972). Bu gövde çapı modellerinin öteki gövde çapı modellerine göre önemli bir üstünlüğü, parçalı polinomsal gövde çapı modeller kullanılmış olmasıdır (Fang vd., 2000). Ağaç göğüs çapı ve boyu ile gövde eğrisinin değişiklik gösterdiği oransal boy değeri ve bunlardan üretilen çok sayıda bağımsız değişkenin fonksiyonu olarak oluşturulan ve "Değişken-Şekil Gövde Çapı Modeli (Variable Exponent Stem Profile Equation)" denilen çok karmaşık ve üssel formda regresyon modelleri kullanılmaya başlanmıştır (Kozak, 1988; Newnham, 1988; Perez vd., 1990). Ancak değişken-şekil gövde çapı modelleri, gövdedeki değişik şekillerin hacim hesaplamalarında birleştirilememesi gibi bir olumsuzluğa sahiptir (Özçelik ve Alkan, 2011). Gövde profilinin modellenmesi için yukarıda verilenlere ek olarak daha

birçok yöntem kullanılmıştır. Denkleştirilmiş (spline) fonksiyonlar (Liu, 1980); Chapman-Richards fonksiyonu (Biging, 1984; Matney vd., 1985), Polinomial Enterpolasyon Yaklaşımı (Therien ve Chamire, 1986), Asal Bileşenler Analizi (Real vd., 1989), Asal Bileşenler Regresyonu (Tatsuo, 1988) ve parametrik olmayan yöntemler (M'hirit ve Postaire, 1985), gövde profilinin modellenmesinde kullanılan diğer yöntemlerdir (Yavuz ve Sakıcı, 2002).

Sakıcı (2010), Balıkesir yöresi karışık meşcerelerinde bulunan karaçam ağaçlarının gövde çaplarının modellenmesi üzerine yaptığı çalışmada 29 farklı gövde çap denklemini incelemiş ve Kozak (1988) tarafından önerilen denklemin en başarılı ($R^2=0.9781$) gövde çapı modeli olduğunu belirlemiştir.

Özçelik vd. (2012) Bucak Orman İşletme Müdürlüğü, Uğurlu Orman İşletme Şefliği kızılçam meşcerelerinden elde ettiği veriler ile Max ve Burkhart (1976) tarafından geliştirilen parçalı gövde çapı ve hacim modeli ile % 96'lık R^2 elde etmiştir.

Sakıcı ve Özdemir (2018), Karabük yöresi Doğu kayını-Kazdağı göknarı karışık meşcerelerinde, gövde çaplarının tahmin edilmesinde yapay sinir ağları ile farklı 4 adet gövde çapı denklemini karşılaştırmıştır. Yapay sinir ağları ile elde ettiği sonuçlarda Doğu kayını için ara katmanda sigmoid fonksiyonu ve çıktı katmanında hiperbolik tanjant fonksiyonunun kullanıldığı 10 nöronlu model, Kazdağı göknarı için ise ara katmanda sigmoid fonksiyonu ve çıktı katmanında doğrusal fonksiyonunun kullanıldığı 10 nöronlu model başarılı olmuştur. Her iki tür için gövde çapı denklemleri olarak Kozak (2004) tarafından geliştirilen denklemler daha iyi sonuçlar vermiştir.

Bu çalışmada; Antalya Orman Bölge Müdürlüğü, Antalya Orman İşletme Müdürlüğü, Asar Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yayılış gösteren kızılçam meşcerelerindeki ağaçlara ilişkin gövde çapı denklemlerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Çalışma alanı olan Asar Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yayılış gösteren kızılçam meşcerelerinden farklı çaplarda ve boylarda 206 adet örnek ağaçtan veriler elde edilmiştir (Ümit, 2019). Çalışmada seçilen örnek ağaçların, gözlemlenen gövde çapı gelişimindeki değişkenliğini en iyi biçimde temsil edecek özelliklere sahip olmasına özen gösterilmiştir. Ağaçların; bozuk tepeli, kusurlu olmamasına, böcek tahribatına uğramamış, mantar zararları ve özellikle çeşitli sebeplerden yaralanıp dip çürüklüğü olmayan bir özellik taşımasına dikkat edilmiştir. Ağaçlar, farklı çap ve boy kademelerine mümkün olduğunca dengeli olarak seçilmiştir. Örnek ağaçların alındığı yere ait harita Şekil 1'de verilmiştir.

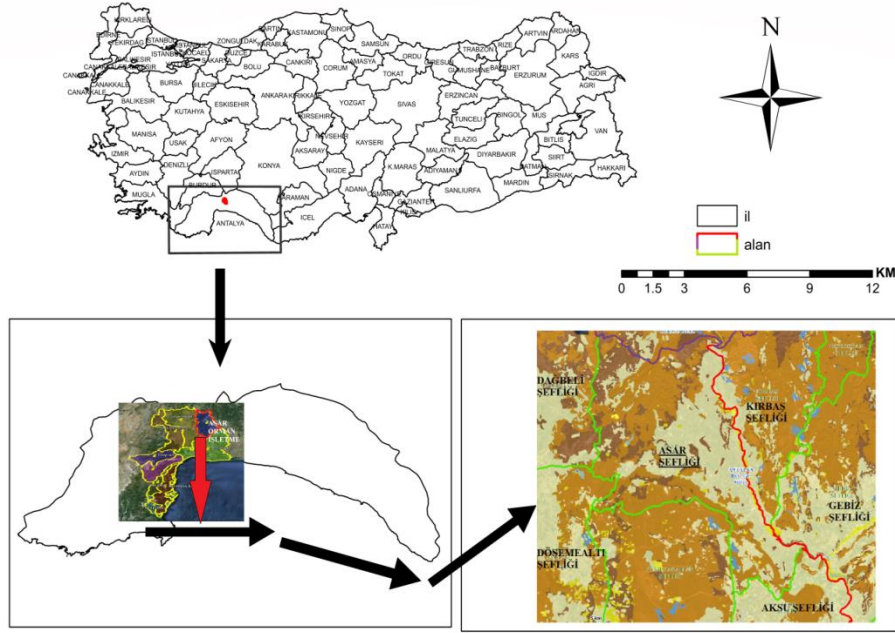
Özellikle farklı çap ve boylarda ağaçlar seçilerek kütük yüksekliğinden (0.3 m) kestirilerek mümkün olduğunca düzenli bir şekilde (0.3 m, 1.3 m, 3.3 m gibi, 2'şer metre ara ile) gövde çapları ölçülmüştür. Özellikle ağacının son kısmına doğru eğer 2 metreden daha kısa bir mesafe kalmış ise, kalan uç parçanın uzunluğu şerit metre ile ölçülmüştür. Örnek ağaçların temel istatistik değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Modelde kullanılan ve denetim için ayrılan örnek ağaçlara ilişkin temel istatistikler

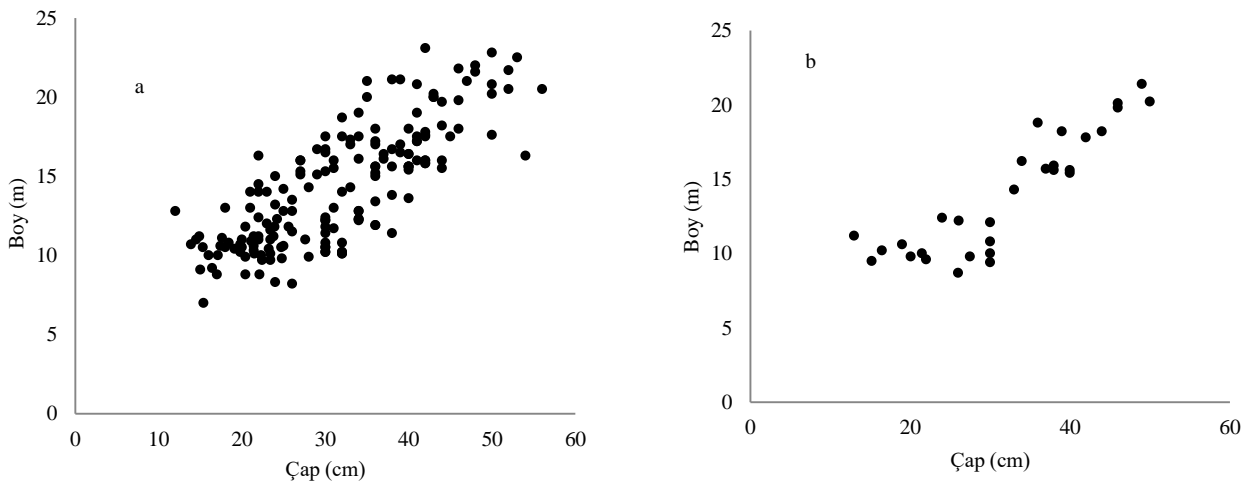
	Model		Denetim	
	Göğüs çapı (cm)	Boy (m)	Göğüs çapı (cm)	Boy (m)
Minimum	12.0	7.0	13	8.7
Maksimum	56.0	23.1	50	21.4
Ortalama	31.6	14.	32.1	14.09
Standart sapma	9.9	3.8	10.2	3.9

gruba ayrılmıştır. İlk grupta, toplam verinin yaklaşık %85'i (n=175), II. grupta ise yaklaşık %15'i (n=31) bulunmaktadır (Şekil 2).

Çalışmada kullanılan veriler; gövde çapı denklemlerinin parametrelerinin tahmininde ve meşcereye uygunluğunun denetiminde kullanılan veriler olarak rastgele bir olarak 2



Şekil 1. Çalışma alanının coğrafi konumu



Şekil 2 Modellerin oluşturulmasında (a) ve denetimde (b) kullanılan verilerin çap-boy ilişkileri

2.2. Yöntem

Örnek ağaçlar üzerinde dip kısımdan başlayarak uca doğru yapılan çap ölçümleri ile gövde boyunca çap düşüşü elde edilmiştir. Gövdenin dibinden uca doğru sürekli azalış gösteren ve çap düşüşü de denilen ağaç çapındaki değişimin modellenmesinde, gövde çapı denklemleri kullanılmaktadır. Ağaçların gövde şekli üzerine çalışmalar takriben 100 yıldır devam etmekte olup (Claughton-Wallin ve McVicker, 1920; Behre, 1923), özellikle gövdenin ticari kısımlarının hacim değerlerini veren hacim oran denklemleri ile istatistiksel anlamda ilk gövde çapı modelleri 1960’lı yıllardan sonra geliştirilmeye başlanmıştır (Honer, 1967; Burkhart, 1977; Cao vd., 1980; Clutter, 1980; Newnham, 1992). İlk yıllarda geliştirilen basit gövde çapı denklemleri, gövde boyunca çap değişimini tek bir denklem ile temsil etmeye çalışırken, gövde modellerinin tamamı yerine, şekil farklılıkları gösteren her bir bölüm için ayrı bir polinom oluşturularak, bu polinomları bir modelde birleştirip “Parçalı Polinomsal Gövde Çapı Modeli” olarak isimlendirilen gövde çapı modeli ilk olarak Max ve Burkhart (1976) tarafından geliştirilmiştir. 1 no.lu Max ve Burkhart (1976) modeli;

MODEL 1:

$$\frac{d^2}{D^2} = b_1(Z - 1) + b_2(Z^2 - 1) + b_3(a_1 - Z)^2 I_1 + b_4(a_2 - Z)^2 I_2 \quad (1)$$

$$Z = \frac{h}{H} \quad I_i = \begin{cases} 1 & Z \leq a_i \\ 0 & Z > a_i \end{cases} \quad i = 1, 2$$

biçiminde olup, denklemde;

d = Yerden herhangi bir h yüksekliğindeki kabuklu çap değeri (cm),

D = Kabuklu göğüs çapı (cm),

h = Ölçüm noktasının yerden olan yüksekliği (m),

H = Toplam ağaç boyu (m),

ai = Örnek ağaçlardan tahmin edilen katılma noktaları, i=1,2

bi = regresyon katsayıları, i=1,4, göstermektedir.

Clark vd. (1991), Max ve Burkhart (1976) tarafından geliştirilen modelden farklı bir formda parçalı polinomsal gövde çapı modeli geliştirmiştir. Jiang vd. (2005) ise, Clark vd. (1991)’in önerdiği Parçalı Polinomsal Gövde Çapı Modeli esas alarak, çeşitli dönüşümler ile daha az parametreye sahip yeni bir denklem formu geliştirmiştir. 2 no.lu Jiang vd. (2005)’in denklem yapısı aşağıda verilmiştir.

MODEL 2:

$$d = \left\{ \begin{array}{l} I_s \left[D^2 \left(1 + \frac{(1-h/H)^{b_1} - (1-1.30/H)^{b_1}}{1 - (1-1.30/H)^{b_1}} \right) \right] \\ + I_B \left[D^2 - \frac{(D^2 - F^2)((1-1.30/H)^{b_2} - (1-h/H)^{b_2})}{(1-1.30/H)^{b_2} - (1-5.30/H)^{b_2}} \right] + \\ + I_T \left[F^2 \left(b_4 \left(\frac{h-5.30}{H-5.30} - 1 \right)^2 + I_M \left(\frac{1-b_4}{b_3} \right) \left(b_3 - \frac{h-5.30}{H-5.30} \right)^2 \right) \right] \end{array} \right\}^{0.5} \quad (2)$$

Bu denklemde;

d= Gövde boyunca herhangi bir yükseklikte ölçülen çap değeri (cm),

D = Kabuklu göğüs çapı (cm),

h = Ölçüm noktasının yerden olan yüksekliği (m),

H = Toplam ağaç boyu (m),

F= 5.30 metre yüksekliğindeki gövde çapını (cm) göstermektedir.

$$I_s = \begin{cases} 1 & h < 1.30 \\ 0 & \text{Diğer} \end{cases}$$

$$I_B = \begin{cases} 1 & 1.30 \leq h < 5.30 \\ 0 & \text{Diğer} \end{cases}$$

$$I_T = \begin{cases} 1 & h > 5.30 \\ 0 & \text{Diğer} \end{cases}$$

$$I_s = \begin{cases} 1 & h < (5.30 + b_3(H - 5.30)) \\ 0 & \text{Diğer} \end{cases}$$

Gövde çapı modellemesi çalışmalarında başarılı uygulamaları bulunan Kozak (1988)’in denklemi esas alınarak geliştirilmiş 3 farklı modele (3-5) ilişkin parametre tahminleri de elde edilmiştir.

MODEL 3:

$$dib = a_0 D^{a_1} X^{b_0 + b_1 z^2 + b_2 z^{1/3} + b_3 \sqrt{z} + b_4 \exp(z) + b_5 (D/H)} + \epsilon \quad (3)$$

$$X = \frac{1 - z^{1/2}}{1 - p^{1/2}}$$

MODEL 4:

$$dib = a_0 D^{a_1} X^{b_0 + b_1 z^{1/4} + b_2 z^{1/3} + b_3 z^{1/2} + b_4 \arcsin(Q) + b_5 (D/H)} + \epsilon \quad (4)$$

$$X = \frac{1 - z^{1/2}}{1 - p^{1/2}}, \quad Q = 1 - z^{1/2}$$

MODEL 5:

$$dib = a_0 D^{a_1} H^{a_2} X^{b_0 + b_1 z^4 + b_2 [1/\exp(D/H)] + b_3 X^{0.1} + b_4 (1/D) + b_5 H^Q + b_6 X} + \epsilon \quad (5)$$

$$X = \frac{1 - z^{1/3}}{1 - p^{1/3}}, \quad Q = 1 - z^{1/3}, \quad p = \frac{1.3}{H}$$

Bu 5 farklı gövde çapı modeli arasından, gövde çapını modellemede en başarılı olan denklemi belirlemek üzere çeşitli istatistiksel başarı ölçütleri kullanılmıştır. Kullanılan başarı ölçütleri; Hata kareler toplamı (HKT), Hata Kareler Ortalaması (HKO), Hata Kareler Ortalamasının karekökü (HKOK) ve Düzeltmiş Belirtme Katsayısı (R^2) değerleridir. Bu ölçüt değerlerinden, HKT, HKO ve HKOK değerlerinin küçük, Belirtme Katsayısı değerlerinin ise olabildiğince 1’e yakın olması istenilmektedir. Bu istatistiki değerlere ilişkin formüller (6-9) aşağıda verilmiştir;

$$\text{Hata Kareler Ortalaması (HKO)} = \frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \hat{d}_i)^2}{n} \quad (6)$$

$$\text{Hata Kareler Ortalamasının Karekökü (HKOK)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \hat{d}_i)^2}{n-p}} \quad (7)$$

$$\text{Hata Kareler Toplamı (HKT)} = \sum_{i=1}^n (d_i - \hat{d}_i)^2 \quad (8)$$

$$\text{Düzeltmiş Belirtme Katsayısı (R}_{düz}^2) = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \hat{d}_i)^2 (n-1)}{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2 (n-p)} \quad (9)$$

Yukarıdaki formüllerdeki, d_i ; belirli bir h yüksekliğinde ölçülen çap değerini, \hat{d}_i geliştirilen gövde çapı modeli ile tahmin edilen çap değerini, n: veri sayısını ve p: modeldeki parametre sayısını ifade etmektedir.

Denklem yapısı verilen gövde çapı denkleminin ilişkin parametre tahminleri ile çeşitli istatistiksel başarı ölçüt değerlerinin elde edilmesinde, SAS İstatistik Paket Programındaki PROC MODEL prosedürü kullanılmıştır (SASI, 2004).

En başarılı olarak tespit edilen denkleme ait tahminlerin doğruluğu ve tutarlılığı, ikinci grup olarak ayrılan ve model geliştirilmesinde kullanılmayan bağımsız veriler ile denetlenmiştir. Özellikle denklemlerin oluşturulmasında kullanılmamış olan 31 adet ağaca ilişkin arazide ölçülen çap değerleri ile denklem kullanılarak tahmin edilen çap değerleri hem grafiksel olarak karşılaştırılmış hem de

geliştirilen denklemin istatistiksel olarak uygunluğu “Eşlendirilmiş İki Örnek Testi (paired t test)” ile analiz edilmiştir.

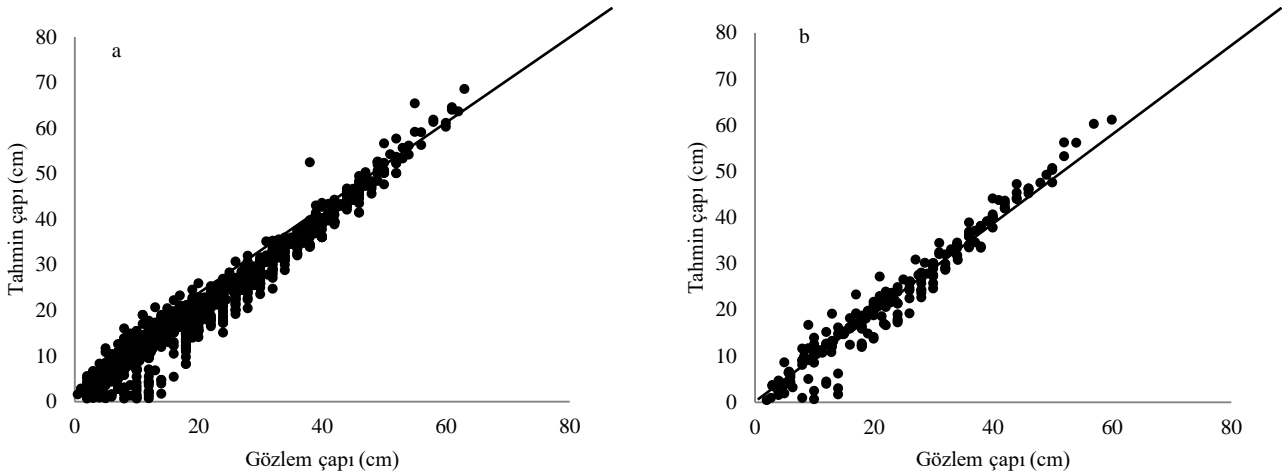
3. Bulgular

Bu çalışmada kullanılan 5 farklı denklem modeline ilişkin parametre tahminleri, standart hata değerleri, t-hesap değerleri ile önem düzeyleri ve çeşitli model başarı ölçüt değerleri, Çizelge 2’de verilmiştir. Şekil 3’de en başarılı modele ait gözlem çap-tahmini çap ve Şekil 4’de gözlem ve tahmin değerlerine ait hata grafikleri de verilmiştir.

Max ve Burkhart (1976) (Model 1) denkleminde HKT = 15896.8, HKO = 11.3382, HKOK = 3.3672 elde edilirken $R^2_{adj} = 0.9288$ elde edilmiştir. Bu denklemin bazı parametrelerinin $p < 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olmadığı görülmektedir. Kozak (1988)’ın denklemini esas alarak geliştirilmiş olan Model 3, Model 4 ve Model 5 denklemleri

incelendiğinde; Model 3’te HKT = 10965.5, HKO = 7.8775, HKOK = 2.8067 elde edilirken $R^2_{adj} = 0.9505$ elde edilmiştir. Model 4’te HKT = 10692.2, HKO = 7.6867, HKOK = 2.7725 elde edilirken $R^2_{adj} = 0.9517$ elde edilmiştir. Model 5’te HKT = 10072.8, HKO = 7.2518, HKOK = 2.6929 elde edilirken $R^2_{adj} = 0.9540$ elde edilmiştir. Bu denklemlerde de bazı parametrelerin anlamsız olduğu görülmektedir. Model 2 olarak adlandırdığımız Jiang vd. (2005) denkleminde ise HKT = 8988.3, HKO = 6.4432, HKOK = 2.5384 elde edilirken $R^2_{adj} = 0.9595$ elde edilmiştir. Denklemdaki tüm parametreler anlamlı olarak elde edilmiştir. HKT, HKO, HKOK ve R^2_{adj} değerlerinden oluşan başarı ölçütleri değerlendirildiğinde en başarılı denklem olarak Jiang vd. (2005) denklemi (Model 2) olduğu belirlenmiştir. Jiang vd. (2005) denkleminde tahmin edilen katsayılar yerine konulursa aşağıda gösterildiği şekilde gövde çapı denklemi elde edilmiş olur;

$$d = \left\{ \begin{array}{l} I_S \left[D^2 \left(1 + \frac{(1-h/H)^{44.16112} - (1-1.30/H)^{44.16112}}{1 - (1-1.30/H)^{44.16112}} \right) \right] \\ + I_B \left[D^2 - \frac{(D^2 - F^2)((1-1.30/H)^{2.170594} - (1-h/H)^{2.170594})}{(1-1.30/H)^{2.170594} - (1-5.30/H)^{2.170594}} \right] + \\ + I_T \left[F^2 \left(2.970218 \left(\frac{h-5.30}{H-5.30} - 1 \right)^2 + I_M \left(\frac{1-b_4}{0.882257^2} \right) \left(0.882257 - \frac{h-5.30}{H-5.30} \right)^2 \right) \right] \end{array} \right\}^{0.5}$$



Şekil 3 Model 2’nin (Jiang vd., 2005) oluşturulmasında kullanılan veriler için elde edilen tahmin değerlerinin arazide ölçülen çap değerlerine göre değişimi (a) ve bağımsız veri grubuna ilişkin model tahmin değerlerinin arazide ölçülen çap değerlerine göre değişimi (b)

Arazide ağaçlar üzerinde ölçümü zor olan 5.3 m yüksekliğindeki çap değerlerinin göğüs çapı ile ilişkisi aşağıda verilmiştir:

$$d_{5.3} = 0.521 \cdot d_{1.3}^{1.092}$$

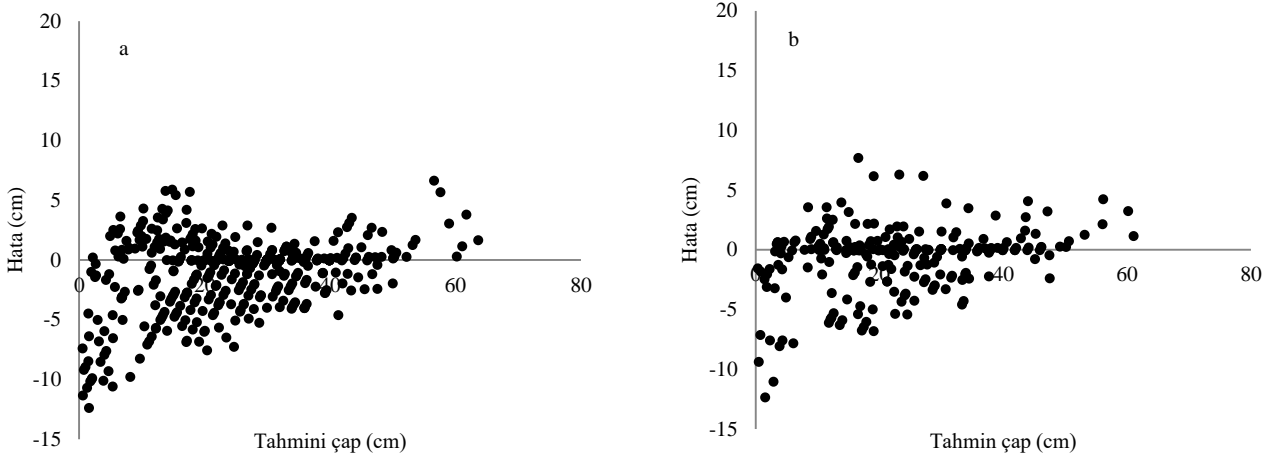
Bu denklemden, $d_{5.3}$: ağacın 5.3 m yüksekliğindeki gövde çapı, $d_{1.3}$: Ağacın 1.3 m yüksekliğindeki göğüs çapı olup, bu denkleme ilişkin tüm katsayılar 0.95 düzeyinde anlamlı olup, belirtme katsayısı; 0.86 ve standart hata; 0.119 cm olarak elde edilmiştir.

Denklemlerin oluşturulmasında kullanılmamış olan 31 adet ağaca ilişkin arazide ölçülen çap değerleri ile denklem kullanılarak tahmin edilen çap değerleri % 95 güven aralığında “Eşlendirilmiş İki Örnek Testi (Paired t test)” ile analiz edilmiştir ve ölçülen değerler ile tahmin edilen değerler arasında anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir ($p=0.148$).

Çizelge 3. Geliştirilen farklı gövde çapı denklemlerinin parametre değerleri ile çeşitli model başarı ölçütleri

MODEL	HKT	HKO	HKOK	R^2_{adj}	Tahmin	Standart Hata	t-değeri	P>t	
MODEL 1	15897	11.338	3.3672	0.929	b_1	-1.50444	0.5054	-2.98	0.003
					b_2	0.493916	0.3066	1.61	0.1074
					b_3	0.363421	0.3257	1.12	0.2647
					b_4	48.57662	10.275	4.73	<0.0001
					a_1	0.635857	0.1787	3.56	0.0004
MODEL 2	8988.3	6.4432	2.5384	0.96	a_2	0.100739	0.00937	10.5	<0.0001
					b_1	44.16112	1.8953	23.3	<0.0001
					b_2	2.170594	0.4615	4.7	<0.0001
					b_3	0.882257	0.00894	98.74	<0.0001
					b_4	2.970218	0.122	24.36	<0.0001
MODEL 3	10966	7.8775	2.8067	0.951	a_0	1.11142	0.0461	24.11	<0.0001
					a_1	0.971384	0.0116	83.9	<0.0001
					b_0	-3.79573	1.3229	-2.87	0.0042
					b_1	-6.44122	1.7096	-3.77	0.0002
					b_2	-3.631	0.917	-3.96	<0.0001
MODEL 4	10692	7.6867	2.7725	0.952	b_3	5.508133	1.4518	3.79	0.0002
					b_4	-0.22777	0.0119	-19.19	<0.0001
					a_0	1.085608	0.0486	22.32	<0.0001
					a_1	0.974883	0.0125	77.82	<0.0001
					b_0	-88.0009	26.948	-3.27	0.0011
MODEL 5	10073	7.2518	2.6929	0.954	b_1	174.8788	73.6136	2.38	0.0177
					b_2	-153.859	74.4755	-2.07	0.039
					b_3	68.00397	27.3746	2.48	0.0131
					b_4	54.00526	15.0769	3.58	0.0004
					b_5	-0.22435	0.0116	-19.28	<0.0001
MODEL 5	10073	7.2518	2.6929	0.954	a_0	1.033477	0.0499	20.71	<0.0001
					a_1	1.027411	0.0182	56.34	<0.0001
					a_2	-0.04066	0.0222	-1.83	0.0668
					b_0	-1.68162	0.2213	-7.6	<0.0001
					b_1	0.540078	0.0726	7.44	<0.0001
MODEL 5	10073	7.2518	2.6929	0.954	b_2	2.457046	0.1501	16.37	<0.0001
					b_3	2.367465	0.2499	9.47	<0.0001
					b_4	-5.18538	0.8597	-6.03	<0.0001
					b_5	-0.00152	0.0117	-0.13	0.8963
					b_6	-0.25963	0.0623	-4.17	<0.0001

HKT: Hata Kareler Toplamı; HKO:, HKOK Hata kareler ortalaması: Hata kareler Ortalamasının Karekökü; R^2_{adj} :Düzeltilmiş belirleme katsayısı



Şekil 4. Model 2'nin (Jiang vd., 2005) oluşturulmasında kullanılan veriler için elde edilen model hatalarının tahmin edilen çap değerlerine göre değişimi (a) ve kullanılmayan veriler için elde edilen model hatalarının tahmin edilen çap değerlerine göre değişimi (b)

Modellerin oluşturulmasında kullanılan veriler için elde edilen model hatalarının tahmin edilen çap değerlerine göre değişimleri de incelenmiş ve grafikleri çizilmiştir. Hatalar incelendiğinde; hata değerlerinin Model 1'de -10.9 ile 14.9 arasında, Model 2'de -12.4 ile 6.3 arasında, Model 3'te -9.6 ile 6.8 arasında, Model 4'te -9.6 ile 6.7 arasında ve Model 5'te ise -9.8 ile 8.1 arasında değerler aldığı görülmüştür.

Hata değerleri arasında en az farkın Model 4'te olduğu gözükse de başarı ölçüt durumları ve parametrelerin anlamlılık durumlarına göre Model 2 (Jiang vd., 2005) daha uygundur. Ayrıca Jiang vd. (2005) ile elde edilen tahminlere ilişkin hata değerlerinin ortalaması sıfır olup, artı ve eksi yöndeki hataların dağılımının dengeli ve rasgele bir biçimde olduğu görülmektedir.

4. Sonuç ve öneriler

Bu çalışmada, Antalya Orman Bölge Müdürlüğü, Antalya Orman İşletme Müdürlüğü, Asar Orman İşletme Şefliği sınırları içinde yayılış gösteren kızılçam meşcerelerindeki ağaçlara ilişkin gövde çapı denklem modelleri geliştirilmiştir. Çalışma alanı olan Asar Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan kızılçam meşcerelerinden farklı çaplarda ve boylarda 206 adet örnek ağaçtan veriler elde edilmiştir. Bu amaçla Max ve Burkhart (1976), Jiang vd. (2005) ve Kozak (1988)'indenklemini esas alarak geliştirilmiş 3 farklı model olmak üzere toplam 5 adet "parçalı polinomsal" gövde çapı denklemleri kullanılmıştır. Denklemlerin parametrelerinin tahmininde ve model başarı ölçütleri hesaplamalarında, doğrusal olmayan regresyon analizi yöntemi kullanılmıştır. Denklemler incelendiğinde Model 1 olarak adlandırdığımız Max ve Burkhart (1976) denkleminde HKT = 15896.8, HKO = 11.3382, HKOK = 3.3672 elde edilirken $R^2_{adj} = 0.9288$ elde edilmiştir. Kozak (1988)'in denklemini esas alarak geliştirilmiş olan Model 3, Model 4 ve Model 5 denklemleri incelendiğinde; Model 3'te HKT = 10965.5, HKO = 7.8775, HKOK = 2.8067 elde edilirken $R^2_{adj} = 0.9505$ elde edilmiştir. Model 4'te HKT = 10692.2, HKO = 7.6867, HKOK = 2.7725 elde edilirken $R^2_{adj} = 0.9517$ elde edilmiştir. Model 5'te HKT = 10072.8, HKO = 7.2518, HKOK = 2.6929 elde edilirken $R^2_{adj} = 0.9540$ elde edilmiştir. Sözü edilen her dört denklemin de (Model 1, 3, 4 ve 5) bazı parametrelerinin anlamlı olduğu görülürken bazı parametreleri ise anlamsız bulunmuştur. Model 2 olarak adlandırdığımız Jiang vd. (2005) denkleminde ise HKT = 8988.3, HKO = 6.4432, HKOK = 2.5384 elde edilirken $R^2_{adj} = 0.9595$ elde edilmiştir. Denklemdaki tüm parametreler anlamlı çıkmıştır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, en başarılı denklem olarak Jiang vd. (2005) denklemi (Model 2) belirlenmiştir.

Max ve Burkhart (1976) tarafından geliştirilen parçalı polinomsal denklemi gövde şeklini üç temel bölüme ayırırken, Jiang vd. (2005)'in denklemi gövde şeklini dört farklı bölüme ayırarak modellemekte, bu çalışma da elde edildiği üzere gövde çapının modellenmesinde birçok çalışmada daha başarılı sonuçları elde edilebilmektedir.

Jiang vd. (2005), Özçelik ve Bal (2013), Şahin (2012) ve Atalay (2014) dört parçalı bu parçalı polinomsal denklem yapısı ile sırasıyla gövde çapının modellenmesinde %98.37'lik %98.59, %98.28 ve %94.44'lük bir açıklıcılık elde etmiştir. Jiang vd. (2005)'in denkleminin daha başarılı tahminler elde etmesinin, gövde gelişimindeki değişkenliği yansıtabilmesi ve karmaşık bir denklem yapısı ile açıklanabilir. Jiang vd. (2005) gövde çapı modelinde; ağacın çapı, boyu, 5.30 m yüksekliğindeki çapı ve tahmin edilmek istenilen yükseklik değerleri bağımsız değişken olarak denklemde girilmelidir. Ağacın 5.30 m yüksekliğinin ölçümü zor bir değişken olmasına karşın, 5.30 m yüksekliğindeki çap değerini, ağacın göğüs çapı yardımıyla %95.95 açıklıcılıkla tahmin eden $d_{5.3} = 0.521 \cdot d_{1.3}^{1.092}$ denklemi bu değer tahmin edilmesinde kullanılabilir.

Bu çalışma kapsamında geliştirilen Jiang vd. (2005) gövde çapı modeli ile elde edilen tahminlerin, ağaçların alındığı Asar Orman İşletme Şefliği sınırları içerisindeki kızılçam meşcereleri için uygun olup olmadığı, toplam verinin %15 olan 31 ağaçtaki veriler ile test edilmiş ve denklemin, kızılçam ağaçlarının çap değerlerini tahmin etmede kullanılabileceği test sonuçları ile kanaatine

varılmıştır. Öte yandan, bu denklemin başka kızılçam meşcerelerin de kullanılıp kullanılmayacağı istatistiksel olarak bir analiz ile ayrıca test edilmelidir.

Son yıllarda değişen pazar koşulları ve dikili satışın yaygınlaşması ile birlikte ayrıntılı ve daha doğru hacim tahminleri önem arz etmektedir. Bunun sonucu olarak gövde çapı denklemlerinin kullanımı büyük gereksinim oluşturmaktadır. Asli ve farklı ağaç türlerimizin farklı yetiştirme ortamları ve meşcere kuruluşları için gövde çapı denklemlerinin geliştirmesi oldukça önemlidir.

Gövde çapı denklemleri, ağaçların gövde çaplarının gövde boyunca değişimini, gövde şeklindeki farklılıklarını esas alarak modelleyen ve oldukça karmaşık bir denklem yapısına sahip olup, bu denklemler kullanılarak ayrıntılı gövde hacimlerini tahmin etmede de oldukça başarılı sonuçlar elde edilmektedir. Orman amenajman planları olmak üzere pek çok ormancılık uygulamalarında, pratik olmaları sebebiyle tercih edilen tek girişli ağaç denklemlerine göre özellikle ayrıntılı gövde hacim tahminlerine imkan tanıyan gövde çapı denklemleri, ülkemiz ormancılığı açısından daha doğru ve hassas hacim tahminlerinin elde edilmesine imkan tanıyabilecektir. Ülkemiz ormancılığında, dikili satışın önem kazanması ile ağaç daha kesilmeden ayrıntılı ve daha doğru hacim tahminlerine olan gereksinim artmakta; bu bakımdan da gövde çapı denklemlerinin kullanımı daha da önem kazanacaktır. Başta asli ağaç türlerimiz olmak üzere farklı ağaç türlerimizin değişik yetiştirme ortamları ve meşcere kuruluşları için gövde çapı denklemlerinin geliştirmesi büyük bir öncelik arz etmektedir. Bu bakımdan, ülkemiz ormancılarının temel görevlerinden birisi de bu hacim tahmin sistemlerinin geliştirilmesine ilişkin çalışmalara ağırlık verilmelidir. Ayrıca, Dünya'da gövde çapı denklemlerinin geliştirilmesinde öne çıkan ve birçok uygulamasının olduğu karışık etkili modellemenin kullanımı da sağlanmalıdır.

Açıklama

Bu çalışma, Mustafa Ümit tarafından 2019 yılında bitirilen "Asar Orman İşletme Şefliği (Antalya) Kızılçam Meşcereleri İçin Gövde Çapı Denklemlerinin Geliştirilmesi" isimli yüksek lisans çalışmasının özetidir. Yardım ve katkılarından dolayı Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Atalay, F.A., 2014. Mudurnu-Sırçalı Orman İşletme Şefliği'nde Yayılış Gösteren Anadolu Karaçamı [*Pinus nigra* arnold. subsp. *pallasiana* (lamb.) holmboe] Meşcereleri İçin Gövde Profil Denklem Sistemlerinin Geliştirilmesi. Yüksek lisans tezi, ÇAKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Çankırı.
- Barrio-Anta, M, Dieguez-Aranda, U., Castedo-Dorado, F., Alvarez-Gonzalez, J.G., von Gadow, K., 2007. Merchantable volume system for pedunculate oak in northwestern Spain. Ann. For. Sci., 64: 511-520.
- Behre, C.E., 1923. Preliminary notes on studies of tree form. Journal of Forestry, 21: 507-511.
- Bennet, F.A., Swindel, B.F., 1972. Taper Curves for Planted Slash Pine. USDA Forest Service, Research Note, SE-179.
- Biging, G.S., 1984. Taper equations for second-growth mixed conifers of northern California. Forest Science, 30(4): 1103-1117.

- Bruce, D., Curtis, R., Vanndevering, C., 1968. Development of system of taper and volume tables for res alder. *Forest science*, 14: 339-3350.
- Burkhart, H.E., 1977. Cubic foot volume of Loblolly pine to any merchantable top limit. *Southern Journal of Applied Forestry*, 1: 7-9.
- Cao, Q.V., Burkhart, H.E., Max. T.A., 1980. Evaluation of the two methods for cubic-volume prediction of loblolly pine to any merchantable limit. *For. Sci.*, 26: 71-80.
- Clark, A., Souther, R.A., Schlaegel, B.E., 1991. Stem Profile Equations for Southern Tree Species. USDA For. Serv., Res. Pap., SE-282.
- Claughton-Wallin, H., McVicker, F., 1920. The Jonson "absolute form quotient" as an expression of taper. *Journal of Forestry* 18: 346-357.
- Clutter, J.L., 1980. Development of taper functions from variable-top merchantable volume equations. *For. Sci.*, 26:117-120.
- Fang, Z., Borders, B.E., Bailey, R.L., 2000. Compatible volume-taper models for loblolly and slash pine based on a system with segmented-stem form factors. *forest science*, 46(1): 1-11.
- Hilt, D.E., 1980. Taper-Based System for Estimating Stem Volumes Ofupland Oaks. USDA Forest Service, Research Paper, NE-458.
- Honer, T.G., 1967. Standard Volumes and Merchantable Conversion Factors for the Commercial Tree Species of Central and Eastern Canada. Forest Management Research and Service Institute, Ottawa, Ontario, Inform Rep., FMR-X-5.
- Jiang, L., Brooks, J.R., Wang, J., 2005. Compatible taper and volume equations for yellow-poplar in West Virginia. *Forest Ecology and Management*, 213: 399-409.
- Kozak, A., 1988. A Variable exponent taper equation. *Canadian Journal of Forest Research*, 18: 1363-1368.
- Kozak, A., 2004. My last words on taper equations. *Forest Chronicle*, 80: 507-515.
- Liu, C.J., 1980. Long volume Estimating with spline approximation. *Forest Science*, 26(3): 361-369.
- M'Hirit, D., Postaire, J.G., 1985. A Nonparametric technique for taper function estimaion. *Canadaian Journal of Forest Research*, 15: 862-871.
- Matney, T.G., Hodges, J.D., Sullivan, A.D., Ledbetter, J.R., 1985. Tree profile and volume ratio equations for sweetgum and cherrybark oak trees. *Southern Journal of Applied Forestry*, 9: 222-226.
- Max, T.A., Burkhart, H.E., 1976. Segmented polynomial regression applied to taper equations. *Forest Science*, 22(3): 283-289.
- Newnham, R.M., 1988. A Variable Form Taper Function. Canada Frest Service, Petawawa Natl. For. Ins. Inf. Rep. PI-X-83.
- Newnham, R.M., 1992. Variable-form taper functions for four Alberta tree species. *Can. J. For. Res.*, 22: 210-223.
- OGM, 2015. Orman Atlası. Orman Genel Müdürlüğü Yayını, Ankara.
- Özçelik, R., Brooks, J.R., Jiang, L., 2011. Modeling stem profile of Lebanon cedar, Brutian pine and Cilicica fir in Southern. Turkey using nonlinear mixed-effects models. *European Journal of Forest Research*, 130: 613-621.
- Özçelik, R., Alkan, H., 2011. Okaliptüs ağaçlandırmaları için uyumlu gövde çapı ve gövde hacim modellerinin geliştirilmesi. I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu Kahramanmaraş, Bildiriler Kitabı, 26-28 Ekim, s. 720-730.
- Özçelik, R., Brooks, J.R., 2012. Compatible volume and taper models for economically important tree species of Turkey. *Annals of Forest Science*, 69: 105-118.
- Özçelik, R., Yavuz, H., Karatepe, Y., Gürlevik, N., Kırış, R., 2012. Burdur yöresi kızılçam meşcereleri için gövde çapı ve gövde hacim denklemlerinin geliştirilmesi. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 13(2):85-91.
- Özçelik, R., Bal, C., 2013. Effects of adding crown variables in stem taper and volume predictions for black pine. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 37, 231-242.Perez, D.N., Burkhart, H.E., Stiff, C.T., 1990. A variable form taper function for pinus ocarpa schiede in central honduras. *Forest Science*, 36(1): 186-191.
- Real, P.L., Moore, J.A., Newberry, J.D., 1989. Principal components analysis of tree stem profile. *Canadian Journal of Forest Research*, 19: 1538-1542.
- Sakıcı, O.E., Yavuz, H., 2005. Kastamonu-Bostan Yöresi Uludağ göknarı meşcerelerinde gövde profili denklemleriyle biyokütle miktarının belirlenmesi. *Gazi Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Kastamonu, 5(1): 7-22.
- Sakıcı, O.E., Mısır, N., Yavuz, H., Mısır, M., 2008. Stem taper functions for *Abies nordmanniana* subsp. bornmulleriana in Turkey. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 23(6): 522-533.
- Sakıcı, O.E., 2010. Stem taper functions for *Pinus nigra* in the mixed coniferous-broadleaf forests in Balıkesir, Turkey. 1st International Turkey&Japan Environment and Forestry Symposium, 4-6 November, Trabzon, Turkey, pp. 384-409.
- Sakıcı, O.E., Özdemir, G., 2018. Stem taper estimations with artificial neural networks for mixed Oriental Beech and Kazdağı fir stands in Karabük Region, Turkey. *Cerne*, 24(4): 439-451.
- SASI, 2004. SAS/ETS 9.1 User's Guide. SAS Institute Inc. Cary, NC, SAS Institute Inc. USA.
- Şahin, D., 2012. Karaçam meşcereleri için uyumlu gövde çapı ve gövde hacmi denklem sistemlerinin geliştirilmesi. Yüksek lisans tezi, SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Tatsuo, S., 1988. A theoretical taper curve (II). *Journal of Japan Forest Society*, 70: 199-205.
- Therien, G., Camire, C., 1986. Use of taper curve solved by an algebraic method in silvicultural research. *The Forestry Chronicle*, 62: 259-532.
- Ümit, M., 2019. Asar Orman İşletme Şefliği (Antalya) Kızılçam Meşcereleri İçin Gövde Çapı Denklemlerinin Geliştirilmesi. Yüksek lisans tezi, ÇAKÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çankırı.
- Yavuz, H., 1995. Taşköprü Orman İşletmesinde Sarıçam ve Karaçam için uyumlu gövde çapı, gövde hacmi ve hacim oran denklem sistemlerinin geliştirilmesi, Araştırma notu, Trabzon.
- Yavuz, H., Sakıcı, O.E., 2002. Gövde profili modellerinin bilimsel ve pratik açıdan irdelenmesi. Orman Amenajmanında Kavramsal Açılımlar ve Yeni Hedefler Sempozyumu. Bildiriler Kitabı, 18-19 Nisan, İstanbul, s. 233-241.

Honaz (Denizli) Orman Planlama Birimi'nin damarlı bitkileri

Mustafa Karaköse^{a,*} 

Özet: Bu çalışma 2009-2010 yılları arasında Honaz Orman Planlama Birimi'nin damarlı bitkileri tespit etmek amacı ile yapılmıştır. Çalışma alanı Denizli ili içerisinde, Akdeniz ile İran-Turan fitocoğrafik bölgeleri arasında kalmaktadır. Çalışma sonucunda 56 familyaya ait 276 damarlı bitki taksonu tespit edilmiştir. Tespit edilen bitki taksonlarından 3'ü Pteridophyta bölümüne, 273'ü ise Magnoliophyta bölümüne aittir. Magnoliophyta bölümüne ait bitki taksonlarından 7'si (%2.5) Pinidae alt-sınıfı, 266'sı ise Magnoliidae alt-sınıfı içerisinde kalmaktadır. Çalışma sonucu tespit edilen 276 taksondan 39'u Türkiye için endemiktir. Çalışma alanının endemizm oranı ise %14.1 olarak hesaplanmıştır. Tespit edilen endemik taksonların tehlike kategorilerine göre dağılımları ise; 1 (2.6%) tehlikede (EN), 3 (7.7%) zarar görebilir (VU), 11 (28.2%) tehlike altına girebilir (NT) ve 24 (61.5%) en az endişe verici (LC)'dir. Takson zenginliği dikkate alındığında en zengin Asteraceae (41 bitki taksonu) familyasıdır. Bu familyayı sırası ile Lamiaceae, Brassicaceae, Fabaceae, Rosaceae takip etmektedir. Çalışma alanında saptanan 276 taksonun 125'inin (%45.3) fitocoğrafik bölgesi belirlenebilmiştir. Bu taksonlardan %17'si (47 takson) Doğu Akdeniz, %13'ü (36 takson) Akdeniz, %7.9'u (22 takson) İran-Turan, %3.9'u (11 takson) Avrupa-Sibirya, %2.2'si (6 takson) Doğu Akdeniz (Dağ), %0.4'ü (1 takson) Omni Akdeniz, %55'i (153 takson) kozmopolit ve geniş yayılışlıdır. Honaz Orman Planlama Birimi içerisinde tespit edilen taksonlardan Hemikriptofitler (%50) 138 takson ile dominant durumda olup, bunu daha sonra Terofitler (51 takson), Fanerofitler (41 takson), Kriptofitler (24 takson), Kamafitler (22 takson) ve Tırmanıcı (2 takson) karakterde hayat formları takip etmektedir.

Anahtar kelimeler: Bitkisel biyoçeşitlilik, Endemik, Flora, Türkiye

Vascular plants of Honaz (Denizli) Forest Planning Unit

Abstract: This study was conducted to determine the vascular plants of Honaz Forest Planning Unit between 2009-2010. The study area is located between the Mediterranean and Iran-Turanian phytogeographic regions in Denizli province. Because of this study, 276 vascular plant taxa belonging to 56 families were determined. Three of the identified plant taxa belong to Pteridophyta section and 273 belong to Magnoliophyta section. Seven (2.5%) of the plant taxa in the Magnoliophyta section belong to the Pinidae subclass and 266 are within the Magnoliidae subclass. Number of endemic taxa identified was 39 and the endemism rate of the study area was calculated as 14.1%. The distribution of the threat categories is as follows: one taxa in Endangered (EN), 3 taxa in Vulnerable (VU), 11 taxa in Near Threatened (NT), 24 taxa in Least Concern (LC). The richest family was Asteraceae (with 41 taxa), followed by Lamiaceae (with 25 taxa), Brassicaceae (with 21 taxa), and Fabaceae (with 21 taxa). The phytogeographic regions of 125 taxa represented in the study area are as follows: East Mediterranean 17% (47 taxa), Mediterranean 13% (36 taxa), Irano-Turanian 3.9% (11 taxa), Euro-Siberian 2.2% (6 taxa), East Mediterranean (mount) 0.4% (1 taxon), Omni-Mediterranean 0.4% (1 taxon), and multiregional or of unknown phytogeographic origin 55% (153 taxa). Raunkiaer's life forms showed that Hemicryptophytes with 138 taxa, Therophytes with 51 taxa and Phanerophytes with 41 taxa were the most frequent life forms.

Keywords: Plant biodiversity, Endemic, Flora, Turkey

1. Giriş

Artan dünya nüfusu ve bununla aynı doğrultuda gelişen endüstrileşme insanoğlunun doğaya yaptığı baskının her geçen artmasına sebep olmuştur. Bu baskı sonucunda doğal kaynakların tükenebileceği olgusu tüm kamuoyu tarafından kabullenilmiştir. Rio de Jenerio'da 1992 yılında toplanan Dünya Zirvesinde Türkiye'nin de aralarında bulunduğu 156 ülkenin katılımı ile imza altına alınan "Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi" ile ülkelere kendi sınırları içindeki biyolojik çeşitlilik değerlerini ve doğal kaynaklarını belirleme, koruma ve sürdürülebilir bir şekilde kullanma sorumluluğu vermiştir (WCMC, 1994). Milenyum Ekosistem Değerlendirmesi (MED) sonucu ekosistemlerin sağladığı

faydalar ile canlılar arasındaki ilişkinin ne kadar sıkı olduğu belirlenmiş ve dünya genelindeki biyolojik çeşitlilik (BÇ) unsurlarının antropojenik etkilerden yoğun bir şekilde etkilendiği bildirilmiştir (MEA, 2005). MED biyolojik çeşitliliğin korunması amacıyla birçok araştırmanın ilham kaynağı olmuş ve ülkeler kendi fiziki sınırları içinde bulunan BÇ potansiyelini tanımlayarak, BÇ kaybını azaltma çabası içerisinde girmişlerdir (de Bello vd., 2010). Bu amaç doğrultusunda ülkeler sınırları içindeki BÇ unsurlarını tespit etmek ve korumak için gerek hükümetler bazında gerekse sivil toplum kuruluşları bünyesinde çeşitli yöntemler (izleme programları, korunan alanlar oluşturma, kısa kestirimler yani göstergeler kullanma v.b.) kullanmaya başlamışlardır (Green vd., 2005).

✉ ^a Giresun Üniversitesi, Espiye Meslek Yüksekokulu, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Programı, Giresun, Türkiye

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): mustafa.karakose@giresun.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 25.07.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 20.03.2020



Citation (Atf): Karaköse, M., 2020. Honaz (Denizli) Orman Planlama Birimi'nin damarlı bitkileri. Turkish Journal of Forestry, 21(1): 43-54.

DOI: [10.18182/tjf.596878](https://doi.org/10.18182/tjf.596878)

Avrupa'da BÇ'yi korumak için hükümetlerin dayanak noktası olarak kabul ettikleri 4 ana politika araçları vardır. Bunlar; Biyolojik çeşitlilik sözleşmesi, Avrupa'nın yaban hayatı ve yaşam ortamlarını koruma sözleşmesi (Bern sözleşmesi), Kuş ve Habitat direktifleridir (Pullin vd., 2009). Bu sözleşmeler *in-situ* korumanın önemine vurgu yapmaktadır. *In-situ* koruma ile bir türün ve taşımış olduğu genlerin toplamının korunması amaçlanmaktadır. Türün yayılış yaptığı doğal ortam başka türlerin de yaşadığı bir ekosistem olup, burada korunan hedef türün yanında bu habitatı paylaştığı diğer türleri de korumak mümkündür (Işık vd., 1997). Tabii ki bu korunan alanların ayrılması biyolojik değerlerin korunması için yeterli değildir. Ayrılan bu korunan alanlar çevrelerinden izole yani kapalı bir ekosistem değildirlir. Hem içe hem de dışa göç hareketleri, çevrelerinde oluşan yapay ya da doğal müdahalelerden belirli miktarlarda etkilenmektedirler. Biyolojik değerlerin ve bunların sunmuş oldukları fonksiyonların tam olarak korunması için korunan alanların oluşturulması yetmemekte bu alanların çevreleriyle birlikte bir bütün olarak değerlendirilmesi gerekmektedir (EC, 2011).

Türkiye sınırları içerisinde farklı kurumlara ait (Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü) çeşitli statülerle (milli park, tabiat parkı, tabiatı koruma alanı, Ramsar alanı, biyosfer rezervi, Özel Çevre Koruma Alanları v.b.) koruma altına alınmış 3.049 tane korunan alan bulunmaktadır (Akyol ve Akbulut, 2017). Bu korunan alanların toplam alanı 6.960.786 ha olup, Türkiye'nin karasal ve sulak alan yüzölçümünün %8.9'una karşılık gelmektedir (DKMP, 2017). Bu oran dünya geneli (%14.6) temel alındığında oldukça düşük kalmaktadır. Bu amaçla ülkemizde de ülke sınırları içerisinde kalan her çeşit ekosistem BÇ'nin ve ekolojik değerlerinin belirlenip, yaşam alanlarının korunması ve korunan alanlar dışında kalan alanların da habitat ve biyotoplarının belirlenip bu alanlara da belli koruma çalışmalarının uygulanması gündeme gelmiştir (ÇOB, 2007). Burada akla gelebilecek ilk yerler odun hammaddesi üretimi yapılan orman alanlarıdır. Türkiye sahip olduğu topoğrafik yapısı, iklim ve toprak farklılıkları neticesinde 12.816 bitki taksonuna ve 4.040 (Güner vd., 2012; Özhatay vd., 2013; 2015; 2017; Karaköse vd., 2018)'a yakın endemik bitkiye sahiptir. Bu çeşitliliğin büyük bir bölümü ormanlık alanlarda olup çoğunluğu korunan alanlar dışında kalmaktadır. Ormanların günümüzde uluslararası kazandığı önem ve sunduğu hizmetlerin farkına varılması, orman kaynaklarına olan talebin artmasına olanak sağlamış, orman ekosistemlerinin sürdürülebilirlik düzeyinde çok amaçlı (ekosistem tabanlı fonksiyonel planlama) ve ormanlardan en uygun şekilde yararlanma fikrinin doğmasına sebep olmuştur (OGM, 2017). Türkiye'de ormanlık alanların planlı bir şekilde yönetim anlayışına 1963 yılında geçilmiştir (Eler, 2008). Geleneksel orman amenajman planları sadece en yüksek miktarda odun üretimine odaklanmış planlar şeklindedir. Ormanların odun hammaddesi üreten ekosistemler olarak görülmeleri ve uzun yıllardır bu amaçlarla planlanmaları, ormanların ekosistem ve sosyo-ekonomik yönleriyle değerlendirilmekten uzak tutulmaları sonucunu doğurmuştur (Karahalil vd., 2011). Halbuki 1992 Rio zirvesiyle başlayan BÇ'nin korunması süreci biyolojik değerlerin ve onu etkileyen sosyo-kültürel unsurların yönetim planları ile bütünleştirilmesini gerekli kılmaktadır (Bulut vd., 2016). Günümüzde ise ormanın tüm bileşenlerinin dikkate alındığı

ve BÇ'nin yansıtıldığı orman amenajman planları hazırlanmaya başlanmıştır. Bu doğrultuda yapılan ulusal ve uluslararası projeler ile ülkemizde BÇ'nin korunması ve orman kaynaklarının sürdürülebilir planlanması için gerekli girişimler başlamıştır. BÇ'nin orman amenajman planlarına yansıtıldığı ilk çalışmalar Dünya Bankası desteğiyle gerçekleştirilen GEF (Küresel Çevre Fonu-Global Environment Fund) II projesiyle ele alınmış, daha sonra bu çalışmaları Yalnızçam, Uğurlu, Isparta ve Artvin planlama birimleri ile devam edilmiştir (Demir vd., 2008).

Bu çalışma kapsamında Honaz Orman Planlama Birimi'nin florasının ve koruma açısından önemli olan hedef bitkilerin yayılış alanlarının tespit edilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve yöntem

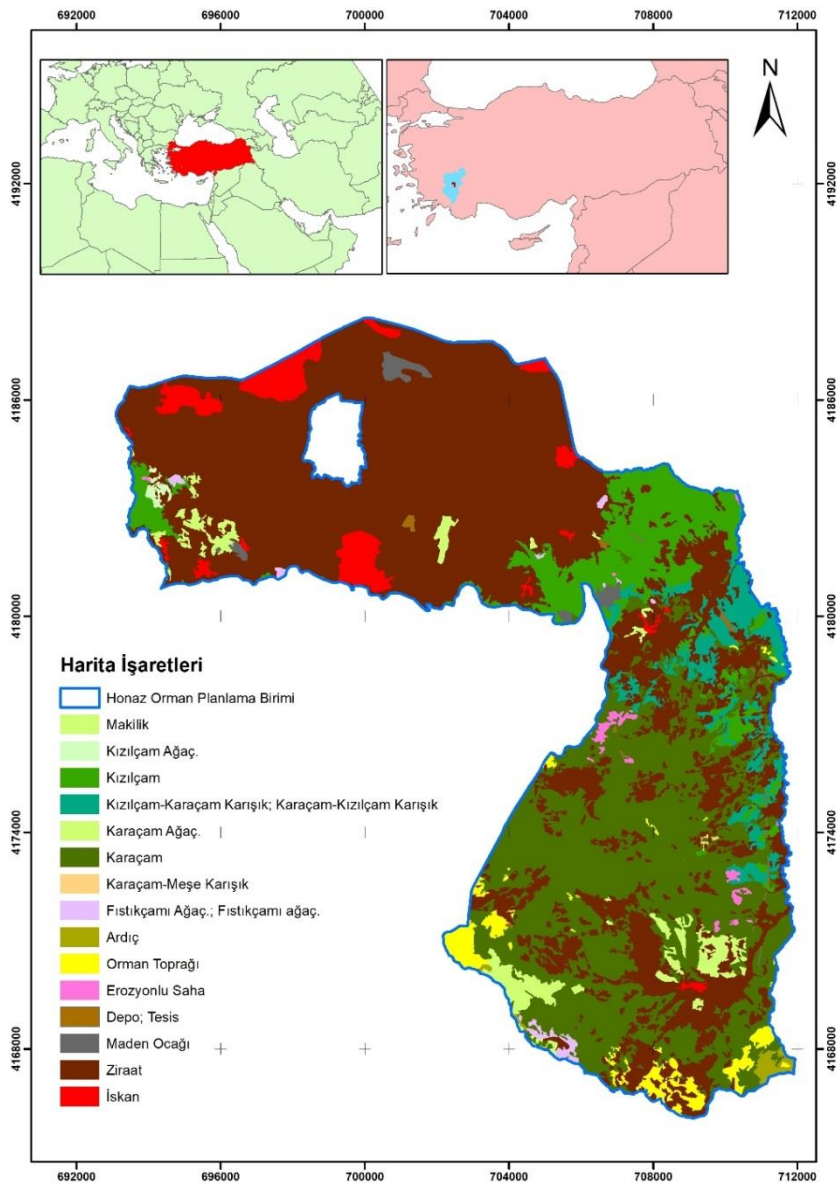
Çalışma alanı mülki bakımdan Denizli ili, Honaz ilçesi sınırları içerisinde olup, idari bakımdan Denizli Orman Bölge Müdürlüğü, Denizli Orman İşletme Müdürlüğü, Honaz Orman İşletme Şefliği tarafından işletilmekte olup, Türkiye'de mevcut 122 önemli bitki alanlarından birisi olan Honaz Dağı (Özhatay vd., 2005)'nın Kuzey-Kuzeydoğu komşu sınırında yer almaktadır. Bölge, 37°53'29"-37°38'11" kuzey enlemleri ile 28°52'33"-29°15'15" doğu boylamları arasındadır (Şekil 1). Honaz Orman Planlama Birimi (OPB) 39211,1 hektar olup, bu alanın 21594,4 hektarını ormanlık sahalar kaplamaktadır. Planlama biriminin en yüksek noktası Karababa Tepesi olup; 2300,1 metredir. En alçak yeri ise Karaaslanlı Mevkii, Karaaslanlı Deresi civarı 175 metredir.

Çalışma alanı ülkemizde görülen üç fitocoğrafik bölgeden ikisi olan Akdeniz ve İran-Turan fitocoğrafik bölgelerinin keşişim noktasında olup, Davis (1965-1985)'in karelej sistemine göre C2 karesi içerisinde kalmaktadır. Bitki toplumlarının tür bileşiminde ve bu türlerin yayılışında iklim özellikleri en önemli yetiştirme ortamı faktörüdür. Bunun için yükselti ve topoğrafik yapı bakımından planlama birimine en yakın meteorolojik rasat değeri bulunan 426 m. rakımlı Denizli Meteoroloji İstasyonu'na ait 1975-2010 yıllarına ait Meteorolojik Rasat Değerlerinden yararlanılmıştır. Şekil 2'de görüldüğü üzere Denizli Meteoroloji İstasyonunun rasat verilerinin ortalamalarına göre yıllık sıcaklık ortalaması 16,1 °C'dir. En düşük ortalama sıcaklık değeri 5,9 °C ile Ocak ayında, en yüksek ortalama sıcaklık değeri ise 27,5 °C ile Temmuz aylarında tespit edilmiştir. Denizli Meteoroloji İstasyonunda ölçülen yağış miktarının aylara göre dağılımı incelendiğinde en az yağışın Ağustos ayında olduğu görülmektedir. Denizli Meteoroloji İstasyonunda ölçülen ortalama toplam yağış miktarı yıllık 557,1 mm'dir. Yağışlar daha çok ilkbahar mevsiminde gerçekleşmektedir. Akman (2011)'e göre İlkbahar-Kış-Sonbahar-Yaz olarak gerçekleşen yağış rejimi Doğu Akdeniz 2.tip olarak belirlenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda planlama biriminde yarı nemli-yarı kurak, orta sıcaklıkta (Mezotermal), su fazlası kış mevsiminde ve çok kuvvetli olan, okyanus iklimine yakın iklim tipi hâkim durumdadır.

Planlama birimindeki ormanlar ibreli ağaçların egemenliği altındadır. Planlama birimi genel olarak orman (orman ve nemli dere) ve çalı vejetasyonları ile temsil edilmektedir. Orman vejetasyon tipinin asli ağaç türleri olarak Karaçam (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) ve Kızılçam (*Pinus brutia* var. *brutia* Ten.) türleridir (Çizelge 1). Bu türler yükselti ve bakıya bağlı

olarak gerek saf gerekse karışık meşcereler kurmaktadır. Düşük yükselti basamaklarında kızılçam hâkim ağaç türü iken yükseltinin artmasıyla birlikte yerini karaçama bırakmaktadır. Bu hâkim türlere ayrıca çeşitli meşe türleri (*Quercus infectoria* subsp. *veneris* (A.Kern.) Meikle, *Q. cerris* L., *Q. ithaburensis* subsp. *macrolepis* (Kotschy) Hedge & Yalt.) ve ardıç türleri (*Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus* L., *J. foetidissima* Willd., *J. excelsa* subsp. *excelsa* M.Bieb.) eşlik ederek orman vejetasyonunun biyoçeşitliliğine katkıda bulunmaktadır. Orman altı florasında (ara ve alt tabakada) da laden türleri (*Cistus creticus* L., *C. salviifolius* L., *C. laurifolius* L.), sumak türleri (*Rhus coriaria* L., *Cotinus coggygia* Scop.), Kadıntuzluğu (*Berberis crataegina* DC.) yayılış yapmaktadır. Nemli dere vejetasyonu ise planlama biriminin dere kenarlarında yayılış gösteren Doğu çınarı (*Platanus orientalis* L.) ile söğüt ve kavak (*Salix pedicellata* subsp. *pedicellata* Desf., *S. bornmuelleri* Hausskn., *Populus nigra*

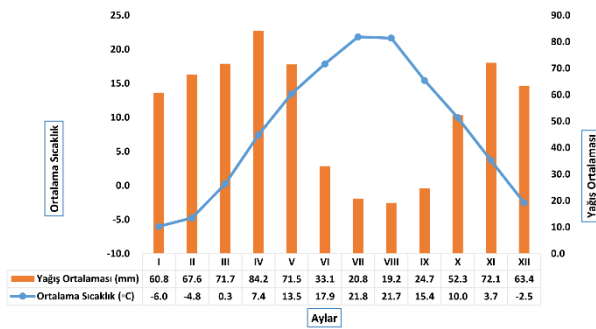
subsp. *nigra* L.) türlerinden oluşan galeri tarzı ormanlar mevcuttur. Ayrıca bu türlere *Rubus sanctus* Schreb., *R. canescens* var. *canescens* DC., *Vitex agnus-castus* L., *Cornus sanguinea* subsp. *sanguinea* L. gibi odunsu türler sıklıkla eşlik etmektedir. Çalı vejetasyonu tipinde ise tipik Akdeniz bölgesinin klimaks vejetasyonu tipi maki vejetasyonu mevcut olup yer yer kızılçam ormanlarıyla karışım yapmaktadır. Genel olarak yaprağını dökmeyen çalı ve ağaçlık türlerinden oluşmuştur. Bu vejetasyon tipinde genel olarak; menengiç (*Pistacia palaestina* Boiss.), kermez meşesi (*Quercus coccifera* L.), dafne türleri (*Daphne sericea* subsp. *sericea* Vahl, *D. oleoides* subsp. *oleoides* Schreb.), laden türleri (*Cistus creticus* L., *C. salviifolius* L., *C. laurifolius* L.), karaçalı (*Paliurus spina-christi* P. Mill.), erguvan (*Cercis siliquastrum* L. subsp. *siliquastrum*), akçakesme (*Phillyrea latifolia* L.) türlerini sıklıkla görmek mümkündür.



Şekil 1. Honaz Orman Planlama Birimi'nin arazi kullanımı

Çizelge 1. Honaz Orman Planlama Birimi'nin arazi kullanımı

Arazi kullanımı	Alan (ha)	%
Kızılcım	1486.06	7.97
Kızılcım ağaçlandırması	33.49	0.18
Kızılcım-karaçam karışık	677.56	3.64
Karaçam	4925.31	26.42
Karaçam ağaçlandırması	271.36	1.46
Karaçam-meşe karışık	5.06	0.03
Makilik	225.03	1.21
Ardıç	71.53	0.38
Fıstıçamı ağaçlandırması	76.15	0.41
Orman toprağı	360.79	1.94
Erozyonlu saha	76.91	0.41
Tesis	49.77	0.27
Maden ocağı	118.16	0.63
İşkan	598.88	3.21
Ziraat	9663.74	51.84
Genel toplam	18639.80	100.00



Şekil 2. Ombrotermik (Yağış-Sıcaklık) iklim diyagramı

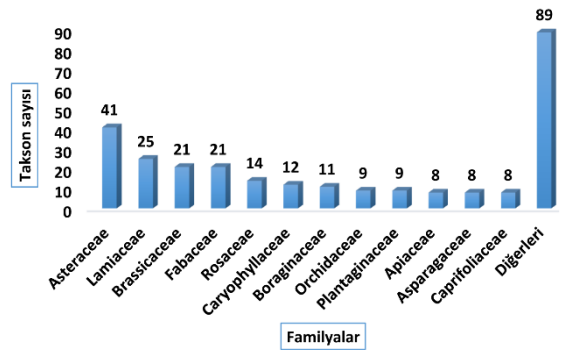
Bu çalışmanın materyalini 2009-2010 tarihleri arasında Honaz (Denizli) Orman Planlama Birimi içerisinde toplanan damarlı (iletim demetli) bitki örnekleri oluşturmaktadır. Toplanan örnekler standart herbarium tekniklerine uygun olarak preslenip kurularak herbarium materyali haline getirilmiştir. Herbarium örnekleri Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Herbarium'unda (KATO) muhafaza edilmektedir. Bitki örneklerinin teşhisinde "Flora of Turkey and the East Aegean Islands" (Davis, 1965; 1967; 1970; 1972; 1975; 1978; 1982; 1984; 1985; Davis vd., 1988; Güner vd., 2000) isimli eser kullanılmış olup, bitki taksonlarının güncel durumları Güner vd., (2012)'ye göre revize edilmiştir. Saptanan taksonlardan endemik olarak tespit edilenlerin tehlike kategorileri ise Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabına (Ekim vd., 2000) göre belirlenmiştir. Çalışma alanında tespit edilen bitki taksonlarının hayat formları Raunkiaer (1934)'e göre düzenlenmiştir.

3. Bulgular ve tartışma

Çalışma sonucunda 56 familyaya ait 276 vasküler bitki taksonu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Tespit edilen bitki taksonlarından 3 (%1.1)'i Pteridophyta (Eğreltiler) bölümüne geriye kalan 273 (%98.9) bitki taksonu ise Magnoliophyta (Tohumlu bitkiler) bölümüne aittir. Tohumlu bitkilere ait bitki taksonlarından 7'si (%2.5) Pinidae (Çamlar) alt-sınıfına, 266'sı (%96.4) ise Magnoliidae (Manolya) alt-sınıfı içerisinde kalmaktadır. Takson zenginliği dikkate alındığında en zengin familya 41 bitki taksonu ile Asteraceae olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu familyayı sırası ile Lamiaceae, Brassicaceae, Fabaceae, Rosaceae, Caryophyllaceae ve Boraginaceae familyaları takip etmektedir (Şekil 3). Belirtilen bu familyalar çalışma alanında tespit edilen bitki taksonlarının %52.5'ini oluşturmaktadır. Çalışma alanında Asteraceae familyasının ilk sırada yer almasının temel nedeni Türkiye Florası'nda mevcut olan takson sayısı ile doğru orantılı olmasıdır. Asteraceae familyası Türkiye Florası'nda takson sayısı bakımından ilk sırada yer almaktadır. Ayrıca bu familya üyeleri sahip oldukları geniş ekolojik toleransları ile deniz seviyesinden alpin vejetasyonuna kadar Türkiye'de oldukça geniş bir habitat tercihlerine sahiptirler. Diğer taraftan, bu familyaya ait bireylerin tohumları polinatörler aracılığı ile kolaylıkla farklı ekosistemlere taşınabilmektedirler (Karaköse ve Terzioğlu, 2019; Fakir, 2006). Literatürde Denizli ilini ilgilendiren flora çalışmaları (Tuzlacı, 1975; Bekat, 1992; Gemici ve Oluk, 1999; Çiçek, 2001; Semiz ve Çelik, 2005; Gürcan ve Düşen, 2015) bulunmaktadır. Bu çalışmalardan Tuzlacı (1975) tarafından gerçekleştirilen araştırma, çalışma alanını yakından ilgilendirmektedir. Tuzlacı (1975) gerçekleştirdiği bu araştırmasında planlama birimine sınır olarak komşu olan Honaz Dağı'nın bitkisel örtüsünü çalışmış olup, çalışmasında 970 bitki taksonu tespit etmiştir. Diğer çalışmalar ise Denizli'nin şehir, Bozdağ, Çökelez Dağı, Babadağ ve Aydoğdu Dağları'nın floristik yapılarının ortaya çıkartılması amaçlı yapılan araştırmalardır. Bu çalışmalarda da yine aynı şekilde Asteraceae, Lamiaceae, Brassicaceae, Fabaceae, Rosaceae, Caryophyllaceae familyaları ilk sıralarda yer almaktadır.

Çalışma alanında saptanan 276 taksonun 125'inin (%45.3) fitocoğrafik bölgesi belirlenebilmiştir (Şekil 4). Bu taksonlardan 47'si (%17) Doğu Akdeniz, 36'sı (%13) Akdeniz, 22'si (%7.9) İran-Turan, 11'i (%3.9) Avrupa-Sibirya, 6'sı (%2.2) Doğu Akdeniz (Dağ), 1'i (%0.4) Omni Akdeniz elementidir. Geriye kalan Kozmopolit grubu da dâhil olmak üzere 153 (%55) bitki taksonunun fitocoğrafik bölgesi bilinmemektedir. Şekil 3'ten de izlendiği gibi Honaz OPB sınırları içerisinde Akdeniz fitocoğrafik bölgesine (Doğu Akdeniz, Akdeniz, Doğu Akdeniz (Dağ), Omni Akdeniz) ait damarlı bitki taksonlarının baskınlığı görülmektedir. Bu durum çalışma alanının büyük bir bölümünün Akdeniz fitocoğrafik bölüm içerisinde yer alması ile açıklanabilir.



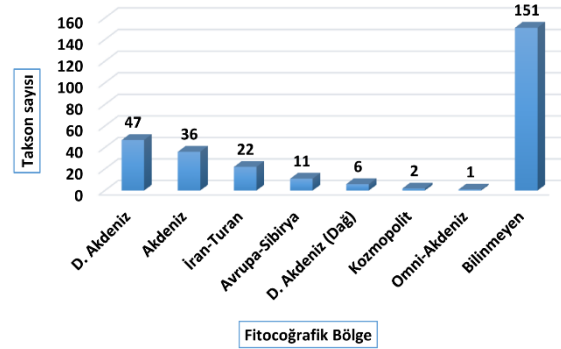
Şekil 3. Araştırma alanında tespit edilen taksonların familyalara göre dağılımı

Ayrıca çalışma alanında yükselti basamağının artması ile birlikte İran-Turan fitocoğrafik bölgesine geçiş olmaktadır. Bu geçiş ise, İran-Turan bölgesi elementlerinin planlama birimi içerisinde yaklaşık %8'lik bir katkı sağlamasına olanak sağlamıştır. Bu durum çalışma alanının bulunduğu lokasyon (Akdeniz ve İran-Turan fitocoğrafik bölgeler arası geçiş zonu) ile uyumludur. Diğer taraftan, çalışma alanı içerisinde Avrupa-Sibirya fitocoğrafik elementlerinin varlığı düşük miktarda gerçekleşmiştir. Bu durum çalışma alanının Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölgesine oldukça uzak olmasından kaynaklanmaktadır. Akman vd. (2011), Avrupa-Sibirya elementlerinin Akdeniz bölgesindeki varlığını buzul çağlarındaki yaşam koşullarına bağlamaktadır. Nitekim çalışma alanı içerisinde Avrupa-Sibirya elementleri genellikle nemli ve gölgeli habitatlarda dar alanlarda yaşam ortamı bulabilmişlerdir. Elde edilen bulgular planlama birimine yakın olan çalışma bölgeleri Honaz dağı, Babadağ, Çökelez Dağı ve Bozdağ ile benzer bir sıralama göstermektedir.

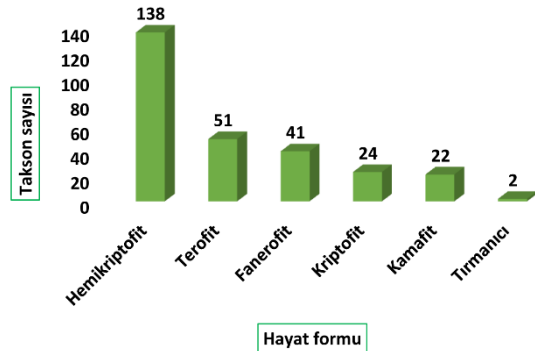
Honaz OPB içerisinde tespit edilen taksonların hayat formlarına göre dağılımları Şekil 5'te verilmiştir. Şekil 5'ten de görüldüğü gibi çalışma alanında 138 takson ile hemikriptofit (%50) karakterde bitki taksonlarının baskınlığı bulunmaktadır. Bu grubu daha sonra Terofit (51 takson; %18) ve Fanerofit (41 takson; %18) karakterde hayat formları takip etmektedir. Hayat formlarının bu şekilde dağılım yapması, Dimopoulos ve Georgiadis (1992) tarafından da belirtildiği gibi çalışma alanının yükselti kademelerine bağlı olarak ılıman-Akdeniz zonundan Akdeniz-Dağ zonuna geçiş yapması ile açıklanabilmektedir. Bir bölgedeki bitki türlerinin hayat formlarının dağılım şekli o bölgenin iklim şartları ve çevre koşulları ile yakından ilişkilidir (Raunkiaer, 1934). Hemikriptofit karakterde hayat formuna sahip bitkilerin yoğunluğu bölgenin soğuk ve dağlık bir alan olduğunu işaret etmektedir (Archibold, 1995). Terofit karakterde hayat formuna sahip bitki taksonu yoğunluğu ise araştırma alanının Akdeniz fitocoğrafik bölgesi içerisinde olması ve dolayısı ile Akdeniz ikliminin yarı kurak tiplerinin etkisi altında olmasından kaynaklanmaktadır. Fanerofit bitki taksonlarının bu sayıda olması ise ılıman Akdeniz ikliminin (maki vejetasyonu) bir etkisi olarak kabul edilmektedir (Akman vd., 2011).

Çalışma sonucu saptanan 276 taksondan 39'u Türkiye için endemiktir. Çalışma alanının endemizm oranı ise %14.1 olarak hesaplanmıştır. Honaz OPB'nin endemizm oranı Türkiye ortalaması (%34)'nın oldukça gerisindedir. Bu durum çalışılan alanın iki fitocoğrafik bölge arasında bir geçiş noktasında bulunması ve dolayısı ile bu geçiş zonlarında yetişen bitki taksonlarının daha fazla alana yayılma potansiyelinin bulunması ile açıklanmıştır (Duran ve Hamzaoğlu, 2002). Endemizm oranları araştırma alanına yakın bölgelerde ise Aydoğdu Dağı %9.7, Babadağ %15.1, Çökelez Dağı %5, Denizli şehir %1.8, Honaz Dağı %13.7 ve Bozdağ için ise %18.5 olarak tespit edilmiştir. Bu veriler doğrultusunda Honaz OPB'nin endemizm oranı Honaz Dağı ile oldukça benzer olmakla birlikte Babadağ ve Bozdağ'dan sonra üçüncü sıradadır. Tespit edilen endemik taksonlardan 24'ü (%61.5) LC ile gösterilen en az endişe verici grubunda olup, bunu sırası ile tehdiye yakın (NT), zarar görebilir (VU), tehlikede (EN) takip etmektedir (Şekil 6). Tespit edilen endemik taksonlardan 24'ü Akdeniz (D. Akdeniz,

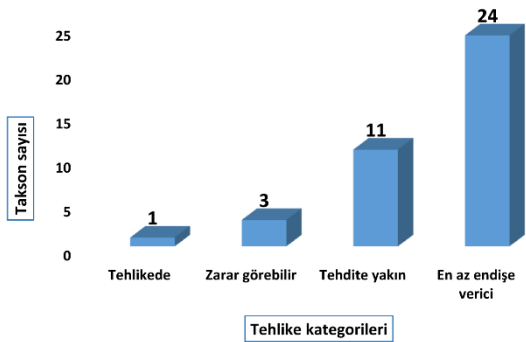
Akdeniz, D. Akdeniz (dağ)), 7'si İran-Turan floristik bölgelerine ait olup geriye kalan 8 endemik taksonun ise floristik bölgeleri bilinmemektedir (Güner vd., 2012). Honaz OPB damarlı endemik bitki florasının %61.5'inin LC kategorisinde olması bu endemik türlerin yaygın olan endemiklerden olduğu ve bu nedenle popülasyon seviyelerinin iyi durumda kabul edilebilir. Fakat çalışma alanında tespit edilen endemik taksonlardan 4 (Şekil 7)'ü yüksek risk grubu içerisinde olup, popülasyonları baskı altında olduğu takdirde nesilleri tehlike altına girebilecek türler arasındadır.



Şekil 4. Çalışma alanında tespit edilen taksonların fitocoğrafik bölgeleri



Şekil 5. Çalışma alanındaki taksonların hayat formlarına göre dağılımları



Şekil 6. Honaz Orman Planlama Birimi'nde tespit edilen endemik taksonların Uluslararası Doğayı Koruma Birliği'ne göre tehlikekategorileri



Şekil 7. Yüksek risk grubundaki endemik taksonlar; a) *Colutea melanocalyx* subsp. *melanocalyx* (Tehlikede); b) *Phlomis angustissima* (Zarar görebilir); c) *Verbascum chrysorrhacos* (Zarar görebilir); d) *Muscari racemosum* (Zarar görebilir).

4. Sonuç ve öneriler

Bugün dünyada kabul edilmiş biyolojik çeşitliliği azaltıcı ve yok edici en etkili faktörlerin başında habitatların parçalanması ve habitat daralması gelmektedir. İnsanoğlunun nüfusunun artışına paralel olarak doğadan faydalanma miktarı da çeşit ve şekil bakımından büyük bir artış olmuştur. Doğaya yönelik insanoğlu doğal habitatlara müdahale ederek doğal floranın yaşam ortamlarını daraltmakta ve biyolojik çeşitlilik unsurlarından birisi olan ekosistem çeşitliliğini tetikleyen habitatların doğal dokusuna zarar vermektedir. Hayati faaliyetlerinin devamlılığını sağlayacak yeterli yaşama ortamı bulamayan doğal flora yeni yaşam merkezleri bulmaya çalışmaktadır. Böylelikle yeni habitatlara adaptasyon sürecini tamamlayabilenler hayatiyetlerini devam ettirebilirken diğerleri doğadan yok olma tehlikesiyle yüz yüze kalmaktadır. Bu da tür çeşitliliğini dolayısıyla genetik çeşitliliği azaltıcı yönde ivme kazandırmaktadır. Dolayısıyla doğada var olan canlı ve cansız çevre arasında gerçekleşen süreçleri etkileyerek ekosistem dengesi bozulmaktadır. Görüldüğü üzere habitatların parçalanması ve daralması bir hiyerarşik düzene sahip biyolojik çeşitlilik unsurlarını etkileyerek doğadan sağlanan ekosistem mal ve hizmetlerinden mahrum kalmasına sebep olmaktadır. Bu sebeplerden dolayı biyolojik çeşitliliği korumak için habitatların en iyi şekilde

tanımlanıp koruma çalışmaları gerçekleştirilmelidir. Herhangi bir planlama biriminin amenajman planının yapılmasından önce bölgenin florasının çalışılması büyük önem taşımaktadır. Birey halinde tespit edilen hedef taksonların (koruma öncelikli CR, EN, VU kategorilerindeki endemik taksonlar) korunabilmesi için popülasyon büyüklüklerinin ve yayılış yaptıkları habitat tiplerinin tespit edilip önceliklerinin belirlenmesi gerekmektedir (Tıgılı ve Fakir, 2017). Amenajman ekipleri ile birlikte gerçekleştirilen bu çalışma kapsamında Honaz OPB içerisinde 39'u endemik olmak üzere 276 damarlı bitki taksonu tespit edilmiştir. Hedef bitki taksonlarının yaşam ortamlarının belirlenmesi için GPS ile alınan koordinatlar kullanılmış ve amenajman ekipleri tarafından sayısal arazi modeline aktarılmıştır. Çalışma alanında herhangi bir habitatta hedef bitki taksonlarının varlığı, o habitatın koruma önceliğinin belirlenmesinde etkin rol oynamaktadır. Hedef taksonun varlığı o habitata uygulanacak ormancılık faaliyetlerinin niteliklerini etkilemekte ve koruma/kullanma aşamasında karar vericilere doğaya yakın ormancılık uygulamaları hazırlamalarına yardımcı olmaktadır. Çevredeki bitki türlerinin farklı polinatör kaynakları ile planlama biriminin farklı habitatlarına (özellikle gençleştirme sahalarında) ulaşmaları mümkündür. Planlama periyodu boyunca hedef bitkilerin de bu hareketi nedeniyle flora çalışması sırasında tespit edildikleri ekosistemlerin

dışında kalan alanlarda da bulunmaları mümkündür. O nedenle, bu hedef bitkilerin arazi çalışması sırasında saptanabildiği alanların dışında da korunabilmeleri için plan uygulayıcıları tarafından tanınabilmeleri büyük önem arz etmektedir. Bu çalışma da göstermiştir ki, hedef bitki taksonlarının çalışma alanında tespit edilmesi ekosistemlerin kapalı bir sistem olmadıklarının göstergesidir. Şöyle ki; daha önce Honaz Dağı Milli Parkı'nda yapılan çalışmada (Tuzlacı, 1975) bu bitki türlerinin bir kısmı tespit edilmiştir. Bu bakımdan değerlendirildiğinde hedef bitki taksonları uygun şartlar oluştuğunda hayatiyetlerini sürdürme imkânı bulunmaktadır. Bu da hedef türleri korumak için benzer habitatların korunmasının önemini ortaya çıkartmaktadır. Böylece uygulayıcıların ormancılık faaliyetleri sırasında bu bitki taksonlarının varlığının saptanması ile gerekli

tedbirleri almaları, yerel halk üzerinde de gerekli farkındalığın oluşturulmasına katkı sağlanması kolaylaşacaktır. Planlama biriminin bitki ve vejetasyon yapısı tamamlandıktan sonra yönetim planının diğer parçaları (yaban hayatı, yetişme ortamı bilgileri) bir araya getirilerek karar verici konumundaki ekiplerin habitatların sürdürülebilirlik ilkesi doğrultusunda ekosisteme yönelik müdahaleleri ve koruma önlemleri almaları daha doğru olacaktır. Çalışma sonunda daha önceleri geleneksel ormancılık çalışmalarının yürütüldüğü yani sadece odun ham maddesi üretim merkezli planlanan Honaz Orman Planlama Birimi'nin içerisinde barındırdığı çeşitli ekosistemlerin sağladığı fonksiyonlara (Odun ham maddesi üretim fonksiyonu, doğayı koruma fonksiyonu ve erozyonu önleme fonksiyonu) ayrılması sağlanmıştır.

Çizelge 2. Honaz Orman Planlama Birimi damarlı bitkileri

Familiya	Takson adı	Fitocoğrafik bölge	Hayat formu	IUCN
Acanthaceae	<i>Acanthus hirsutus</i> Boiss. subsp. <i>hirsutus</i>		H	
Amaranthaceae	<i>Chenopodium foliosum</i> (Moench) Asch.		H	
Amaryllidaceae	<i>Allium sphaerocephalon</i> L. subsp. <i>trachypus</i> (Boiss. & Spruner) K.Richter	D. Akd.	G	
Anacardiaceae	<i>Cotinus coggygria</i> Scop.		Ph	
Anacardiaceae	<i>Rhus coriaria</i> L.		Ph	
Anacardiaceae	<i>Pistacia palaestina</i> Boiss.	D. Akd.	Ph	
Apiaceae	<i>Bifora radians</i> M.Bieb.		Th	
Apiaceae	<i>Bupleurum heldreichii</i> Boiss. & Balansa	İr.-Tur.	Th	LC
Apiaceae	<i>Bupleurum orientale</i> Snogerup	Akd.	Th	
Apiaceae	<i>Daucus carota</i> L.		Th	
Apiaceae	<i>Lagoecia cuminooides</i> L.	Akd.	Th	
Apiaceae	<i>Smyrnium connatum</i> Boiss. & Kotschy	Akd.	H	
Apiaceae	<i>Torilis arvensis</i> (Huds.) Link subsp. <i>arvensis</i>		H	
Apiaceae	<i>Turgenia latifolia</i> (L.) Hoffm.		Th	
Apocynaceae	<i>Vinca herbacea</i> Waldst. & Kit.		H	
Araliaceae	<i>Hedera helix</i> L.		Tirm.	
Asparagaceae	<i>Muscari comosum</i> (L.) Mill.	Akd.	G	
Asparagaceae	<i>Muscari neglectum</i> Guss. ex Ten.		G	
Asparagaceae	<i>Muscari racemosum</i> Mill.	D. Akd.	G	VU
Asparagaceae	<i>Ornithogalum fimbriatum</i> Willd.	D. Akd.	G	
Asparagaceae	<i>Ornithogalum narbonense</i> L.	Akd.	G	
Asparagaceae	<i>Ornithogalum nutans</i> L.	D. Akd.	G	
Asparagaceae	<i>Ornithogalum orthophyllum</i> Ten. subsp. <i>kochii</i> (Parl.) Maire & Weiller		G	
Asparagaceae	<i>Scilla bifolia</i> L.	Akd.	G	
Aspleniaceae	<i>Asplenium ceterach</i> L.		G	
Asteraceae	<i>Achillea nobilis</i> L. subsp. <i>densissima</i> (O.Schwarz ex Bässler) Hub.-Mor.		H	NT
Asteraceae	<i>Carduus pycnocephalus</i> L. subsp. <i>albidus</i> (M.Bieb.) Kazmi		H	
Asteraceae	<i>Carlina corymbosa</i> L.	Akd.	H	
Asteraceae	<i>Centaurea cariensis</i> Boiss. subsp. <i>maculiceps</i> (O.Schwarz) Wagenitz		H	
Asteraceae	<i>Centaurea solstitialis</i> subsp. <i>solstitialis</i> L.		H	
Asteraceae	<i>Centaurea urvillei</i> subsp. <i>urvillei</i> DC.		H	
Asteraceae	<i>Centaurea virgata</i> Lam.	İr.-Tur.	H	
Asteraceae	<i>Cichorium intybus</i> L.		H	
Asteraceae	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.		H	
Asteraceae	<i>Cirsium sipyleum</i> O.Schwarz	Akd.	H	NT
Asteraceae	<i>Cnicus benedictus</i> L.		Th	
Asteraceae	<i>Cota tinctoria</i> var. <i>tinctoria</i> (L.) J.Gay		H	
Asteraceae	<i>Cyanus reuterianus</i> (Boiss.) Holub var. <i>phrygia</i> Boram.	D. Akd.	H	LC
Asteraceae	<i>Cyanus segetum</i> Hill		H	
Asteraceae	<i>Cyanus triumfettii</i> subsp. <i>triumfettii</i> (All.) Dostál ex Á.Löve & D.Löve		H	
Asteraceae	<i>Doronicum orientale</i> Hoffm.		G	
Asteraceae	<i>Echinops ritro</i> L.		H	
Asteraceae	<i>Hieracium pannosum</i> Boiss.	D. Akd.	H	
Asteraceae	<i>Inula heterolepis</i> Boiss.	D. Akd.	H	
Asteraceae	<i>Lactuca saligna</i> L.		H	
Asteraceae	<i>Lactuca viminea</i> (L.) J.Presl & C.Presl		H	
Asteraceae	<i>Lapsana communis</i> L. subsp. <i>pisidica</i> (Boiss. & Heldr.) Rech.f.		H	
Asteraceae	<i>Leontodon asperrimus</i> (Willd.) Endl.	İr.-Tur.	H	
Asteraceae	<i>Onopordum sibthorpiatum</i> Boiss. & Heldr.	D. Akd.	H	
Asteraceae	<i>Picnomon acarna</i> (L.) Cass.	Akd.	Th	

Çizelge 2. devamı

Familya	Takson adı	Fitocoğrafik bölge	Hayat formu	IUCN
Asteraceae	<i>Pilosella hoppeana</i> subsp. <i>cilicica</i> (Nägeli & Peter) P.D.Sell & C.West		H	
Asteraceae	<i>Pulicaria dysenterica</i> subsp. <i>dysenterica</i> (L.) Bernh.		H	
Asteraceae	<i>Pulicaria vulgaris</i> (L.) Gaertn.	Av-Sib.	H	
Asteraceae	<i>Reichardia dichotoma</i> (Vahl) Freyn	İr.-Tur.	H	
Asteraceae	<i>Reichardia picroides</i> (L.) Roth	Akd.	H	
Asteraceae	<i>Rhagadiolus stellatus</i> (L.) Gaertn.	Akd.	H	
Asteraceae	<i>Scorzonera cana</i> var. <i>jacquiniana</i> (W.Koch) D.F.Chamb.		H	
Asteraceae	<i>Scorzonera elata</i> Boiss.	D. Akd.	H	
Asteraceae	<i>Senecio vernalis</i> Waldst. & Kit.		H	
Asteraceae	<i>Tanacetum cadmeum</i> (Boiss.) Heywood subsp. <i>cadmeum</i>		H	LC
Asteraceae	<i>Taraxacum bessarabicum</i> (Hornem.) Hand.-Mazz.		H	
Asteraceae	<i>Taraxacum syriacum</i> Boiss.		H	
Asteraceae	<i>Tragopogon porrifolius</i> L. subsp. <i>abbreviatus</i> (Boiss.) Coşk. & M.Gultepe		H	
Asteraceae	<i>Turanecio cariensis</i> (Boiss.) Hamzaoğlu	Akd.	H	NT
Asteraceae	<i>Tussilago farfara</i> L.	Av-Sib.	H	
Asteraceae	<i>Xeranthemum annuum</i> L.		H	
Berberidaceae	<i>Berberis crataegina</i> DC.		Ph	
Boraginaceae	<i>Alkanna areolata</i> Boiss. var. <i>areolata</i>	D. Akd.	H	
Boraginaceae	<i>Alkanna tubulosa</i> Boiss.	D. Akd.	H	LC
Boraginaceae	<i>Anchusa azurea</i> var. <i>azurea</i> Mill.		H	
Boraginaceae	<i>Buglossoides arvensis</i> subsp. <i>sibthorpiana</i> (Griseb.) R.Fern.		H	
Boraginaceae	<i>Echium italicum</i> L.	Akd.	H	
Boraginaceae	<i>Heliotropium hirsutissimum</i> Grauer	D. Akd.	Th	
Boraginaceae	<i>Myosotis incrassata</i> Guss.	D. Akd.	Th	
Boraginaceae	<i>Myosotis ramosissima</i> Rochel		Th	
Boraginaceae	<i>Onosma aucheriana</i> DC.	D. Akd.	H	
Boraginaceae	<i>Onosma isaurica</i> Boiss. & Heldr.	İr.-Tur.	H	LC
Boraginaceae	<i>Rochelia cancellata</i> Boiss. & Balansa	İr.-Tur.	Th	
Brassicaceae	<i>Alliaria petiolata</i> (M.Bieb.) Cavara & Grande		H	
Brassicaceae	<i>Alyssum aurantiacum</i> Boiss.	D. Akd. (dağ)	H	NT
Brassicaceae	<i>Alyssum murale</i> subsp. <i>murale</i> Waldst. & Kit.		H	
Brassicaceae	<i>Alyssum sibiricum</i> Willd.		H	
Brassicaceae	<i>Alyssum strigosum</i> subsp. <i>strigosum</i> Banks & Sol.		Th	
Brassicaceae	<i>Arabidopsis thaliana</i> (L.) Heynh.		Th	
Brassicaceae	<i>Arabis alpina</i> L. subsp. <i>brevifolia</i> (DC.) Cullen	D. Akd. (dağ)	H	
Brassicaceae	<i>Aubrieta deltoidea</i> (L.) DC.		H	
Brassicaceae	<i>Barbarea plantaginea</i> DC.		H	
Brassicaceae	<i>Calepina irregularis</i> (Asso) Thell.		Th	
Brassicaceae	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	Koz.	Th	
Brassicaceae	<i>Conringia orientalis</i> (L.) Dumort.		Th	
Brassicaceae	<i>Draba bruniifolia</i> subsp. <i>bruniifolia</i> Steven		Ch	
Brassicaceae	<i>Draba huetii</i> Boiss.		Th	
Brassicaceae	<i>Draba verna</i> L.		Th	
Brassicaceae	<i>Eruca vesicaria</i> (L.) Cav.		Th	
Brassicaceae	<i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lagr.-Foss.		H	
Brassicaceae	<i>Iberis carica</i> Bornm.		Th	NT
Brassicaceae	<i>Iberis carnosa</i> Willd.		Th	
Brassicaceae	<i>Microthlaspi perfoliatum</i> (L.) F.K.Mey.		Th	
Brassicaceae	<i>Turritis laxa</i> (Sibth. & Sm.) Hayek		Th	
Campanulaceae	<i>Asyneuma limoniifolium</i> (L.) Janch. subsp. <i>pestalozzae</i> (Boiss.) Damb.		H	LC
Campanulaceae	<i>Asyneuma michauxioides</i> (Boiss.) Damboldt	D. Akd.	H	LC
Campanulaceae	<i>Campanula lyrata</i> Lam. subsp. <i>lyrata</i>		H	
Campanulaceae	<i>Legousia pentagonia</i> (L.) Thell.	D. Akd.	Th	
Capparaceae	<i>Capparis sicula</i> Veill. subsp. <i>sicula</i>		Ch	
Caprifoliaceae	<i>Cephalaria lycica</i> V.A.Matthews	D. Akd. (dağ)	H	NT
Caprifoliaceae	<i>Lonicera etrusca</i> Santi var. <i>etrusca</i>	D. Akd.	Tirm.	
Caprifoliaceae	<i>Morina persica</i> L. var. <i>persica</i>	İr.-Tur.	H	
Caprifoliaceae	<i>Pterocephalus pinardii</i> Boiss.	D. Akd.	Ch	LC
Caprifoliaceae	<i>Scabiosa argentea</i> L.		H	
Caprifoliaceae	<i>Scabiosa hispidula</i> Boiss.		Th	
Caprifoliaceae	<i>Valeriana dioscoridis</i> Sm.	D. Akd.	G	
Caprifoliaceae	<i>Valerianella coronata</i> (L.) DC.		Th	
Caryophyllaceae	<i>Cerastium dichotomum</i> L. subsp. <i>dichotomum</i>		Th	
Caryophyllaceae	<i>Cerastium fragillimum</i> Boiss.		Th	
Caryophyllaceae	<i>Dianthus calocephalus</i> Boiss.		H	
Caryophyllaceae	<i>Dianthus leucophaeus</i> Sm.		H	LC
Caryophyllaceae	<i>Dianthus zonatus</i> Fenzl var. <i>zonatus</i>		H	
Caryophyllaceae	<i>Gypsophila larinica</i> Schreb.	İr.-Tur.	H	LC
Caryophyllaceae	<i>Holosteum umbellatum</i> var. <i>umbellatum</i> L.		Th	
Caryophyllaceae	<i>Moenchia mantica</i> (L.) Bartl.		Th	

Çizelge 2. devamı

Familya	Takson adı	Fitocoğrafik bölge	Hayat formu	IUCN
Caryophyllaceae	<i>Saponaria chlorifolia</i> Kunze	D. Akd.	Th	LC
Caryophyllaceae	<i>Silene caryophylloides</i> subsp. <i>echinus</i> (Boiss. & Heldr.) Coode & Cullen	D. Akd. (dağ)	H	NT
Caryophyllaceae	<i>Silene noctiflora</i> L.		H	
Caryophyllaceae	<i>Silene rigidula</i> Sibth. & Sm.	D. Akd.	H	
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i> L.	Omni-Akd.	Ch	
Cistaceae	<i>Cistus laurifolius</i> L.	Akd.	Ch	
Cistaceae	<i>Cistus salviifolius</i> L.		Ch	
Cistaceae	<i>Helianthemum salicifolium</i> (L.) Miller		Th	
Cornaceae	<i>Cornus sanguinea</i> subsp. <i>sanguinea</i> L.		Ph	
Crassulaceae	<i>Phedimus obtusifolius</i> (C.A.Mey.) t Hart		Ch	
Crassulaceae	<i>Prometheum sempervivoides</i> (Fischer ex M.Bieb.) H.Ohba		Ch	
Crassulaceae	<i>Rosularia libanotica</i> (Strand ex L.) Samuelsson	D. Akd.	Ch	
Cupressaceae	<i>Cupressus sempervirens</i> L.	D. Akd.	Ph	
Cupressaceae	<i>Juniperus excelsa</i> M.Bieb. subsp. <i>excelsa</i>		Ph	
Cupressaceae	<i>Juniperus foetidissima</i> Willd.		Ph	
Cupressaceae	<i>Juniperus oxycedrus</i> L. subsp. <i>oxycedrus</i>		Ph	
Equisetaceae	<i>Equisetum giganteum</i> L.		G	
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia aleppica</i> L.		Th	
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia anacampseros</i> Boiss. var. <i>anacampseros</i>	D. Akd.	H	LC
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia herniariifolia</i> var. <i>herniariifolia</i> Willd.		H	
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia stricta</i> L.	Av-Sib.	Th	
Fabaceae	<i>Astragalus condensatus</i> Ledeb.	İr.-Tur.	Ch	
Fabaceae	<i>Astragalus hamosus</i> L.		Th	
Fabaceae	<i>Astragalus pelliger</i> Fenzl	D. Akd.	Ch	
Fabaceae	<i>Astragalus pinetorum</i> Boiss. subsp. <i>pinetorum</i>	İr.-Tur.	H	LC
Fabaceae	<i>Astragalus vulnerariae</i> DC.		Ch	LC
Fabaceae	<i>Cercis siliquastrum</i> L. subsp. <i>siliquastrum</i>	Akd.	Ph	
Fabaceae	<i>Colutea melanocalyx</i> Boiss. & Heldr. subsp. <i>melanocalyx</i>	D. Akd.	Ph	EN
Fabaceae	<i>Cytisus eriocarpus</i> Boiss.	D. Akd.	Ph	
Fabaceae	<i>Hippocrepis emerus</i> (L.) Lassen subsp. <i>emeroides</i> (Boiss. & Sprun.) Lass.		H	
Fabaceae	<i>Lathyrus cicera</i> L.		Th	
Fabaceae	<i>Lathyrus digitatus</i> (M.Bieb.) Fiori	D. Akd.	H	
Fabaceae	<i>Lotus corniculatus</i> L. var. <i>corniculatus</i>		H	
Fabaceae	<i>Medicago lupulina</i> L.		H	
Fabaceae	<i>Medicago sativa</i> L. subsp. <i>sativa</i>		Ch	
Fabaceae	<i>Melilotus spicatus</i> (Sm.) Breistr.		H	
Fabaceae	<i>Onobrychis hypargyrea</i> Boiss.		H	
Fabaceae	<i>Onobrychis montana</i> DC. subsp. <i>cadmea</i> (Boiss.) P.W.Ball.		H	
Fabaceae	<i>Onobrychis oxydonta</i> Boiss. var. <i>armena</i> (Boiss. & Huet) Aktoklu		H	
Fabaceae	<i>Ononis pubescens</i> L.	Akd.	H	
Fabaceae	<i>Ononis spinosa</i> L. subsp. <i>leiosperma</i> (Boiss.) Sirj.		H	
Fabaceae	<i>Vicia cracca</i> L. subsp. <i>stenophylla</i> Vel.		H	
Fagaceae	<i>Quercus cerris</i> L.	Akd.	Ph	
Fagaceae	<i>Quercus coccifera</i> L.	Akd.	Ph	
Fagaceae	<i>Quercus infectoria</i> Oliv. subsp. <i>veneris</i> (A.Kern.) Meikle		Ph	
Fagaceae	<i>Quercus ithaburensis</i> Decne. subsp. <i>macrolepis</i> (Kotschy) Hedge & Yalt.		Ph	
Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L Hér. subsp. <i>cutarium</i>	Koz.	H	
Geraniaceae	<i>Geranium lucidum</i> L.		Th	
Hypericaceae	<i>Hypericum perforatum</i> L.	Akd.	H	
Lamiaceae	<i>Ajuga reptans</i> Boiss.	D. Akd.	H	NT
Lamiaceae	<i>Lamium amplexicaule</i> L. var. <i>amplexicaule</i>		Th	
Lamiaceae	<i>Marrubium astracanicum</i> Jacq. subsp. <i>macrodon</i> (Bornm.) P.H.Davis		H	LC
Lamiaceae	<i>Marrubium globosum</i> subsp. <i>globosum</i> Montbret & Aucher ex Benth.	İr.-Tur.	H	NT
Lamiaceae	<i>Mentha longifolia</i> (L.) L. subsp. <i>typhoides</i> (Briq.) Harley		H	
Lamiaceae	<i>Origanum hypericifolium</i> O.Schwarz & P.H.Davis	D. Akd.	H	NT
Lamiaceae	<i>Phlomis angustissima</i> Hub.-Mor.	D. Akd.	H	VU
Lamiaceae	<i>Phlomis armeniaca</i> Willd.	İr.-Tur.	H	
Lamiaceae	<i>Salvia cadmica</i> Boiss. var. <i>cadmica</i>		H	LC
Lamiaceae	<i>Salvia candidissima</i> Vahl subsp. <i>occidentalis</i> Hedge		H	
Lamiaceae	<i>Salvia chionantha</i> Boiss.	Akd.	H	NT
Lamiaceae	<i>Salvia frigida</i> Boiss.	İr.-Tur.	H	
Lamiaceae	<i>Salvia fruticosa</i> Mill.	Akd.	Ch	
Lamiaceae	<i>Salvia sclarea</i> L.		H	
Lamiaceae	<i>Salvia tomentosa</i> Mill.	Akd.	Ch	
Lamiaceae	<i>Salvia verbenaca</i> L.	Akd.	H	
Lamiaceae	<i>Sideritis libanotica</i> Labill. subsp. <i>linearis</i> (Benth.) Bornm.	Akd.	H	LC
Lamiaceae	<i>Stachys cretica</i> subsp. <i>vacillans</i> Rech.f.	D. Akd.	H	
Lamiaceae	<i>Teucrium chamaedrys</i> L. subsp. <i>chamaedrys</i>		Ch	
Lamiaceae	<i>Teucrium divaricatum</i> Sieber subsp. <i>graecum</i> (Celak.) Bornm.	Akd.	Ch	
Lamiaceae	<i>Thymus longicaulis</i> C.Presl subsp. <i>chaubardii</i> (Rech.f.) Jalas	Akd.	H	

Çizelge 2. devamı

Familiya	Takson adı	Fitocoğrafik bölge	Hayat formu	IUCN
Lamiaceae	<i>Thymus sipyleus</i> Boiss.		H	
Lamiaceae	<i>Vitex agnus-castus</i> L.	Akd.	Ph	
Lamiaceae	<i>Ziziphora taurica</i> M.Bieb. subsp. <i>taurica</i>		Th	
Lamiaceae	<i>Ziziphora tenuior</i> L.	İr.-Tur.	Th	
Liliaceae	<i>Gagea graeca</i> (L.) Irmsch.	D. Akd.	G	
Linaceae	<i>Linum hirsutum</i> L. subsp. <i>pseudoanatolicum</i> P.H.Davis	İr.-Tur.	Ch	LC
Linaceae	<i>Linum virgultorum</i> Boiss. & Heldr. ex Planch.	D. Akd.	Th	
Lythraceae	<i>Lythrum salicaria</i> L.	Av-Sib.	H	
Malvaceae	<i>Alcea biennis</i> Winterl		H	
Malvaceae	<i>Malva neglecta</i> Wallr.		H	
Moraceae	<i>Morus alba</i> L.		Ph	
Oleaceae	<i>Phillyrea latifolia</i> L.	Akd.	Ph	
Onagraceae	<i>Epilobium lanceolatum</i> Sebast. & Mauri		H	
Onagraceae	<i>Epilobium parviflorum</i> Schreb.		H	
Orchidaceae	<i>Cephalanthera epipactoides</i> Fisch. & C.A.Mey.	D. Akd.	G	
Orchidaceae	<i>Cephalanthera rubra</i> (L.) Rich.		G	
Orchidaceae	<i>Dactylorhiza iberica</i> (M.Bieb. ex Willd.) Soó	D. Akd.	G	
Orchidaceae	<i>Dactylorhiza romana</i> (Seb.) Soó subsp. <i>romana</i>	Akd.	G	
Orchidaceae	<i>Epipactis condensata</i> Boiss. ex D.P. Young	D. Akd.	G	
Orchidaceae	<i>Epipactis microphylla</i> (Ehrh.) Sw.	Av-Sib.	G	
Orchidaceae	<i>Limodorum abortivum</i> (L.) Sw. var. <i>abortivum</i>		G	
Orchidaceae	<i>Orchis anatolica</i> Boiss.	D. Akd.	G	
Orchidaceae	<i>Orchis pallens</i> L.	Av-Sib.	G	
Orobanchaceae	<i>Orobanche alba</i> Stephan ex Willd. subsp. <i>alba</i>		VP	
Papaveraceae	<i>Glaucium leiocarpum</i> Boiss.		H	
Papaveraceae	<i>Papaver lacerum</i> Popov		Th	
Papaveraceae	<i>Papaver rhoeas</i> L.		Th	
Pinaceae	<i>Pinus brutia</i> Ten. var. <i>brutia</i>	D. Akd.	Ph	
Pinaceae	<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>pallasiana</i> (Lamb.) Holmboe		Ph	
Pinaceae	<i>Pinus pinea</i> L.		Ph	
Plantaginaceae	<i>Digitalis cariensis</i> Boiss. ex Benth.	D. Akd.	H	LC
Plantaginaceae	<i>Digitalis ferruginea</i> L. subsp. <i>ferruginea</i>	Av-Sib.	H	
Plantaginaceae	<i>Globularia trichosantha</i> Fisch. & C.A.Mey. subsp. <i>trichosantha</i>	İr.-Tur.	H	
Plantaginaceae	<i>Linaria genistifolia</i> (L.) Mill. subsp. <i>confertiflora</i> (Boiss.) P.H.Davis	İr.-Tur.	H	LC
Plantaginaceae	<i>Linaria pelissieriana</i> (L.) Mill.	Akd.	Th	
Plantaginaceae	<i>Plantago major</i> L. subsp. <i>major</i>		H	
Plantaginaceae	<i>Veronica cuneifolia</i> D.Don subsp. <i>cuneifolia</i>		H	LC
Plantaginaceae	<i>Veronica cymbalaria</i> Bodard	Akd.	Th	
Plantaginaceae	<i>Veronica pectinata</i> L. var. <i>pectinata</i>		H	
Platanaceae	<i>Platanus orientalis</i> L.		Ph	
Plumbaginaceae	<i>Acantholimon acerosum</i> (Willd.) Boiss. subsp. <i>acerosum</i>	İr.-Tur.	Ch	
Plumbaginaceae	<i>Acantholimon ulicinum</i> var. <i>creticum</i> (Boiss.) Bokhari & Edmondson	D. Akd.	Ch	
Polygalaceae	<i>Polygala pruinosa</i> Boiss. subsp. <i>pruinosa</i>		H	
Polygonaceae	<i>Polygonum bistorta</i> L. subsp. <i>bistorta</i>	Av-Sib.	H	
Polygonaceae	<i>Polygonum patulum</i> Bieb. subsp. <i>patulum</i>		H	
Polygonaceae	<i>Rumex acetosella</i> L.		H	
Polygonaceae	<i>Rumex tuberosus</i> L. subsp. <i>tuberosus</i>		H	
Primulaceae	<i>Anagallis foemina</i> Mill.	Akd.	Th	
Pteridaceae	<i>Adiantum capillus-veneris</i> L.		G	
Ranunculaceae	<i>Adonis flammea</i> Jacq.		Th	
Ranunculaceae	<i>Consolida hellepontica</i> (Boiss.) Chater	İr.-Tur.	Th	
Ranunculaceae	<i>Nigella arvensis</i> L. var. <i>glauca</i> Boiss.		Th	
Ranunculaceae	<i>Ranunculus argyreus</i> Boiss.		H	
Resedaceae	<i>Reseda lutea</i> L. var. <i>lutea</i>		H	
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i> P. Mill.		Ph	
Rosaceae	<i>Agrimonia eupatoria</i> L. subsp. <i>asiatica</i> (Juz.) Skalicky		H	
Rosaceae	<i>Cerasus prostrata</i> (Labill.) Ser. var. <i>prostrata</i>	Akd.	Ph	
Rosaceae	<i>Cotoneaster nummularius</i> Fisch. & C.A.Mey.		Ph	
Rosaceae	<i>Crataegus azarolus</i> L. var. <i>azarolus</i>		Ph	
Rosaceae	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq. var. <i>monogyna</i>		Ph	
Rosaceae	<i>Crataegus orientalis</i> Pall. ex M.Bieb. subsp. <i>orientalis</i>		Ph	
Rosaceae	<i>Fragaria vesca</i> L.	Av-Sib.	H	
Rosaceae	<i>Potentilla reptans</i> L.		H	
Rosaceae	<i>Pyrus elaeagnifolia</i> Pall. subsp. <i>elaeagnifolia</i>		Ph	
Rosaceae	<i>Rosa canina</i> L.		Ph	
Rosaceae	<i>Rosa turcica</i> Rouy		Ph	
Rosaceae	<i>Rubus canescens</i> DC. var. <i>canescens</i>	Av-Sib.	Ph	
Rosaceae	<i>Rubus sanctus</i> Schreb.		Ph	
Rosaceae	<i>Sorbus umbellata</i> Fritsch		Ph	
Rubiaceae	<i>Asperula tenuifolia</i> Boiss.	D. Akd.	Ch	

Çizelge 2. devamı

Familya	Takson adı	Fitocoğrafik bölge	Hayat formu	IUCN
Rubiaceae	<i>Cruciata taurica</i> (Pall. ex Willd.) Ehrend.	İr.-Tur.	H	
Rubiaceae	<i>Galium brevifolium</i> Sm. subsp. <i>brevifolium</i>	D. Akd.	H	LC
Rubiaceae	<i>Galium peplidifolium</i> Boiss.	D. Akd.	H	
Rubiaceae	<i>Galium spurium</i> L. subsp. <i>ibicinum</i> (Boiss. & Hausskn.) Ehrend.	İr.-Tur.	H	
Salicaceae	<i>Populus nigra</i> L. subsp. <i>nigra</i>	Av-Sib.	Ph	
Salicaceae	<i>Salix bornmuelleri</i> Hausskn.	İr.-Tur.	Ph	
Salicaceae	<i>Salix pedicellata</i> Desf. subsp. <i>pedicellata</i>	Akd.	Ph	
Santalaceae	<i>Viscum album</i> L. subsp. <i>album</i>	VP	Ch	
Scrophulariaceae	<i>Verbascum chrysorrhacos</i> Boiss.	D. Akd. (dağ)	H	VU
Scrophulariaceae	<i>Verbascum napifolium</i> Boiss.	Akd.	H	LC
Scrophulariaceae	<i>Verbascum pinardii</i> Boiss.	D. Akd.	H	LC
Thymelaeaceae	<i>Daphne oleoides</i> Schreb. subsp. <i>oleoides</i>		Ph	
Thymelaeaceae	<i>Daphne sericea</i> Vahl subsp. <i>sericea</i>	D. Akd.	Ph	
Ulmaceae	<i>Ulmus canescens</i> Melville	D. Akd.	Ph	
Violaceae	<i>Viola occulta</i> Lehm.		Th	
Violaceae	<i>Viola sieheana</i> W.Becker		H	

Akd: Akdeniz, Av-Sib.: Avrupa-Sibirya, Ch: Chamaephyte, D. Akd: Doğu Akdeniz, EN: Endangered, H: Hemipterophyte, IUCN: International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources, İr-Tur: İran-Turan, Koz.: Kozmopolit, LC: Least Concern, NT: Near Threatened, Ph: Phanerophyte, Th: Therophyte, Tirm.: Tırmanıcı, VP: Vasküler Parazit, VU: Vulnerable.

Kaynaklar

- Akman, Y., 2011. İklim ve Biyoiklim. Palme Yayıncılık, Ankara.
- Akman, Y., Ketenoğlu, O., Kurt, F., 2011. Vejetasyon Ekolojisi ve Araştırma Metodları. Palme Yayıncılık, Ankara.
- Akyol, A., Akbulut, E., 2017. Korunan alanların planlanması ve etkin yönetiminde ziyaretçi özellikleri ve algılarının önemi: Kurşunlu Şelalesi Tabiat Parkı örneği. Türkiye Ormanlık Dergisi, 18(3): 197-206.
- Archibold, O.W., 1995. Ecology of World Vegetation. Chapman and Hall Inc., London.
- Bekat, L., 1992. Denizli-Acıpayam Bozdağ'ın Flora ve Vejetasyonu. Ege Üniv. BAP Projesi, Proje Numarası:1988/013, İzmir.
- Bulut, S., Keleş, S., Günlü, A., 2016. Değişik yaşlı orman amenajman planlamasında bilgisayar destekli model. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 2(1-2): 25-31.
- Çiçek, M., 2001. Çökelez Dağı'nın (Denizli) florası. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- ÇOB, 2007. Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi ve Eylem Planı Taslağı. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- Davis, P.H., 1965. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 1, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Davis, P.H., 1967. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 2, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Davis, P.H., 1970. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 3, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Davis, P.H., 1972. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 4, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Davis, P.H., 1975. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 5, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Davis, P.H., 1978. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 6, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Davis, P.H., 1982. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 7, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Davis, P.H., 1984. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 8, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Davis, P.H., 1985. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 9, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Davis, P.H., Mill, R.R., Tan, K., 1988. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 10., Edinburgh University Press, Edinburgh.
- De Bello, F., Lavorel, S., Gerhold, P., Reier, Ü., Partel, M., 2010. A biodiversity monitoring framework for practical conservation of grasslands and shrublands. Biological Conservation, 143: 9-17.
- Demir, M., Çağatay, A., Kırış, R., 2008. Türkiye'de Orman Amenajmanının Geçirdiği Evrelerin Kısa Tarihçesi, Orman ve Biyolojik Çeşitlilik (Eds.: Ülgen, H. ve Zeydanlı, U.), Doğa Koruma Merkezi, Ankara, s. 10-11.
- Dimopoulos, P., Georgiadis, T., 1992. Floristic and phytogeographical analysis of mount killini (NE Peloponnisos, Greece). Phytos: annales rei botanicae, 32(2): 283-305.
- DKMP, 2017. Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü. <http://www.milliparklar.gov.tr/Anasayfa/istatistik.aspx?sflang=tr>, Erişim: 14.05.2019.
- Duran, A., Hamzaoğlu, E., 2002. Flora of Kazankaya Canyon (Yozgat-Çorum). Turkish Journal of Botany, 26(5): 351-369.
- EC, 2011. European Commission: The EU Biodiversity strategy to 2020. Belgium.
- Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Aytaç, Z., Adıgüzel, N., 2000. Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı, Eğrelti ve Tohumlu Bitkiler (Red Data Book of Turkish Plants, Pteridophyta and Spermatophyta). Barışcan Ofset, Ankara.
- Eler, Ü., 2008. Türkiye'de orman amenajman yönetmeliğinin tarihsel gelişimi. Türkiye Ormanlık Dergisi, 9(2): 89-98.
- Fakir, H., 2006. Flora of Bozburun mountain and its environs (Antalya-Isparta-Burdur, Turkey). Turkish Journal of Botany, 30(3): 149-169.
- Gemici, Y., Oluk, S., 1999. Babadağ (Denizli)'ın Flora ve Vejetasyonu. TÜBİTAK Projesi (TBAG-1387), İzmir.
- Green, R.E., Balmford, A., Crane, P.R., Mace, G.M., Reynolds, J.D., Turner, A.R.K., 2005. A framework for improved monitoring of biodiversity: Responses to the world summit on sustainable development. Essays, Conservation Biology, 19(1): 56-65.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., Babaç, M.T., 2012. Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul.
- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., Başer, K.H.C., 2000. Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol. 11, Suppl. 2. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Gürcan, B., Düşen, O., 2015. The flora of Denizli city. Biological Diversity and Conservation, 8(2): 92-113.
- Işık, K., Yaltrık, F., Akesen, A., 1997. Ormanlar, biyolojik çeşitlilik ve doğal mirasın korunması. XI. Dünya Orm. Kong. Bildiriler Kitabı, Cilt 2, 13-22 Ekim, Antalya, Türkiye, s. 3-27.
- Karahalil, U., Köse, S., Çelik, D.A., Küçümen, A., 2011. Köprülü kanyon milli parkı orman amenajman planının koruma hedeflerine göre modelleme ile hazırlanması. KSÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi, 1: 122-130.
- Karaköse, M., Akbulut, S., Bayramoğlu, M.M., 2018. Espiye (Giresun) orman planlama birimi'nin istilacı yabancı türleri. Türkiye Ormanlık Dergisi, 19(2): 120-129.
- Karaköse, M., Terzioğlu, S., 2019. Flora and botanic tourism potential of Yaralıgöz (Kastamonu) education and observation forest. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 19(1): 116-136.

- MEA, 2005. Millennium Ecosystem Assessment: Ecosystems & Human Well-being – Synthesis. Island Press, Washington, DC.
- OGM, 2017. Ekosistem tabanlı fonksiyonel orman amenajman planlarının düzenlenmesine ait usul ve esaslar. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Özhatay, N., Byfield, A., Atay, S., 2005. Türkiye'nin 122 Önemli Bitki Alanı. WWF Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı) yayını, İstanbul.
- Özhatay, N., Kültür, Ş., Gürdal, B., 2013. Check-list of additional taxa to the Supplement Flora of Turkey VI. Journal of Faculty of Pharmacy of Istanbul University, 43(1): 33–82.
- Özhatay, N., Kültür, Ş., Gürdal, B., 2015. Check-list of additional taxa to the Supplement Flora of Turkey VII. Journal of Faculty of Pharmacy of Istanbul University, 45(1): 61–86.
- Özhatay, N., Kültür, Ş., Gürdal, B., 2017. Check-list of additional taxa to the supplement flora of Turkey VIII. Journal of Faculty of Pharmacy of Istanbul University, 47(1): 30-44.
- Pullin, A.S., Baldi, A., Can, O.E., Dieterich, M., Kati, V., Livoreil, B., Lovei, G., Mihok, B., Nevin, O., Selva, N., Sousa, P.I., 2009. Conservation focus on Europe: Major conservation policy issues that need to be informed by conservation science. Conservation Biology, 23: 818-824.
- Raunkiaer, C., 1934. The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography. Clarendon Press, Oxford.
- Semiz, G., Celik, A., 2005. Flora of Mt Aydogdu (Denizli/Turkey). Natura Croatica: Periodicum Musei Historiae Naturalis Croatici, 14(3): 185-212.
- Tıgılı, E.H., Fakir, H., 2017. Bucak (Burdur) yöresindeki bazı doğal orkide türlerinin yayılış alanları, morfolojik ve fenolojik özellikleri. Türkiye Ormanlık Dergisi, 18(4): 289-294.
- Tuzlacı, E., 1975. Honaz Dağı'nın Bitkisel Örtüsü. TÜBİTAK Projesi (TBAG-135), İstanbul.
- WCMC, 1994. Biodiversity Data Sourcebook, World Conservation Monitoring Centre, Biodiversity Series No:1, World Conservation Pres, Cambridge.

Muğla ili Dalaman, Köyceğiz ve Marmaris ilçelerinde park ve süs bitkilerinde bulunan Diaspididae (Hemiptera: Coccoomorpha) familyasına bağlı türler

Levent Isparta^{a,*} , Bülent Yaşar^a 

Özet: Muğla ilinin Dalaman, Köyceğiz ve Marmaris ilçelerinde 2018-2019 yıllarında yapılan çalışmada; park ve süs bitkilerinde zararlı sert kabuklu bit türleri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda Diaspididae familyasına ait 9 tür belirlenmiştir. Bu türler; *Anidiella aurantii* (Maskell, 1879), *A. citrina* (Coquillett, 1891), *Aspidiotus nerii* (Bouche, 1833), *Carulaspis minima* (Signoret, 1869), *Lepidosaphes malicola* (Borchsenius, 1947), *L. ulmi* (Linnaeus, 1758), *Melanaspis inapinota* (Leonardi, 1913), *Parlatoria oleae* (Colvée, 1880), *Pseudaulacaspis pentagona* (Targioni Tozzetti, 1886)'dır. *P. pentagona*, *L. malicola* ve *C. minima* türleri Muğla ili için ilk kayıttır. Dünya'da ilk kez *L. ulmi* türü, *Liquidambar orientalis* Mill. üzerinde; *A. citrina* türü ise *Acacia saligna* (Labill.) H.L.Wendl. üzerinde bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Muğla, Diaspididae, Süs bitkisi, Park, Kabuklu bit

Species related to the Diaspididae (Hemiptera: Coccoomorpha) family found in park and ornamental plants in Dalaman, Köyceğiz and Marmaris districts of Muğla province

Abstract: In the study carried out in Dalaman, Köyceğiz and Marmaris districts of Muğla province in 2018-2019; harmful the armored scale insects have been identified in park and ornamental plants. As a result of the study, 9 species belonging to the Diaspididae family were determined. These species are; *Anidiella aurantii* (Maskell, 1879), *A. citrina* (Coquillett, 1891), *Aspidiotus nerii* (Bouche, 1833), *Carulaspis minima* (Signoret, 1869), *Lepidosaphes malicola* (Borchsenius, 1947), *L. ulmi* (Linnaeus, 1758), *Melanaspis inapinota* (Leonardi, 1913), *Parlatoria oleae* (Colvée, 1880), *Pseudaulacaspis pentagona* (Targioni Tozzetti, 1886). *P. pentagona*, *L. malicola* and *C. minima* species are the first record for Muğla province. For the first time in the world were found *L. ulmi* on *Liquidambar orientalis* Mill. and *A. citrina* on *Acacia saligna* (Labill.) H.L. Wendl.

Keywords: Muğla, Diaspididae, Ornamental plant, Park, Scale insect

1. Giriş

Diaspididae familyası, Coccoidea (Hemiptera: Coccoomorpha) üst familyasına bağlı 13 familyadan biridir. İçerdiği 418 cins ve 2.595 tür ile Coccoidea üst familyasının en büyük familyası durumundadır (García Morales vd., 2016). Türkiye'de ise saptanmış 40 cins ve 96 tür ile yine Coccoidea üst familyasının en büyük familyasını oluşturmaktadır (Kaydan vd., 2007). Diaspididae familyasına bağlı türler genel olarak, odunsu bitkilerin dal, gövde, meyve ve yapraklarında beslenmektedir. Bu familyaya ait türler park ve süs bitkileri üzerinde de beslenirler (Yaşar, 1995). Yumurtadan yeni çıkan I. dönem hareketli larvalar bitki üzerinde dolaşarak uygun bir yer bulup kendini sabitler. Bu larvalar çıkış yaptığı yerden en fazla birkaç metre uzaklaşabilirler. Diğer konukçulara bulaşması ise rüzgâr, kuşlar, memeliler ya da bitki materyalleriyle olur. Kendilerini bir yere sabitledikten sonra bitki dokularını sokup-emerek beslenirler. Beslenme ile birlikte vücutlarındaki salgı bezlerinden salgıladıkları madde ile vücutlarının üzerine kabuk oluşturmaya başlarlar.

Bu kabuklar başlangıçta pamuk şeklinde olmasına karşın zamanla sertleşerek bir zırh gibi böceği sarar. Hareketli larva döneminden sonra bireyler bacaklarını kaybeder. Dişiler ölüncüye kadar sabit olarak yaşarken erkek bireyler nimf döneminden sonra prepupa ve pupa dönemi geçirerek ergin olurlar. Erkek böceklerin bacak ve kanatları vardır. Ergin olur-olmaz hemen dişiler ile çiftleşir ve birkaç gün içinde ölürlür. Ergin erkeklerin ağız parçaları olmadığı için beslenmezler (Kosztarab ve Kozár, 1988).

Şimdiye kadar Türkiye'nin farklı il ve bölgelerinde süs bitkilerindeki bulunan sert kabuklu bit türlerinin belirlenmesini amaçlayan birçok çalışma yapılmıştır (Yaşar, 1990; Ülgentürk ve Toros, 1996; Karsavuran vd., 2001; Ülgentürk vd., 2008; Yaşar ve Küçükçakal, 2013; Çalışkan Keçe ve Ulusoy, 2017; Kaymak ve Yaşar, 2017; Güneş, 2019). Fakat Muğla ilinde daha önce hobi veya peyzaj için yetiştirilen park ve süs bitkilerindeki Diaspididae familyasına ait türleri saptamaya yönelik herhangi bir çalışmanın yapılmadığı görülmüştür. Bu nedenle ele alınan bu çalışma ile Muğla ilinin üç ilçesindeki park ve süs bitkilerinde bulunan Diaspididae familyasına ait türler

✉ ^a Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Isparta

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 31.12.2020, **Accepted** (Kabul tarihi): 28.02.2020



Citation (Atıf): Isparta, L., Yaşar, B., 2020. Muğla ili Dalaman, Köyceğiz ve Marmaris ilçelerinde park ve süs bitkilerinde bulunan Diaspididae (Hemiptera: Coccoomorpha) familyasına bağlı türler. Turkish Journal of Forestry, 21(1): 55-59.
DOI: [10.18182/tjf.668512](https://doi.org/10.18182/tjf.668512)

belirlenerek, konukçuları ve yayılış alanları verilmiştir. Türkiye’de ileride park ve süs bitkileri üzerinde yapılacak olan çalışmalar için bu çalışmadan elde edilen sonuçların temel oluşturması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve yöntem

Yapılan çalışmanın ana materyalini 2018-2019 yıllarında Muğla ilinin Dalaman, Köyceğiz ve Marmaris ilçelerinde süs bitkilerinden toplanan Diaspididae familyasına ait türler ile bulaşık konukçu bitkiler oluşturmaktadır. Diaspididae familyasına ait türlerin dişilerinin sabit yaşamaları ve yılın tüm aylarında farklı dönemlerinin doğada bulunması nedeniyle yıl boyunca düzensiz arazi çıkışları yapılarak örnekler toplanmıştır. Üzerinde kabuklu bit bulunan bitkilerden alınan bulaşık dal ve yapraklar, üzerine konukçu bitkinin adı, örnek alma tarihi, yer koordinat bilgileri yazılan zarf içerisinde laboratuvara getirilmiştir. Örneklerin preparatları Kosztarab ve Kozár (1988)’in önerdiği Wilkey yöntemi kullanılarak hazırlanmıştır. Türlerin teşhisleri Prof. Dr. Bülent YAŞAR tarafından yapılmıştır.

3. Bulgular ve tartışma

Muğla iline bağlı Dalaman, Köyceğiz ve Marmaris ilçelerinde yapılan bu çalışmada Diaspididae familyasına ait toplam 9 tür saptanmıştır. Bu türler aşağıda verilmiştir.

Aonidiella aurantii (Maskell, 1879) (=Turunçgil kırmızı kabuklu biti)

İncelenen materyal: 2 ♀♀, *Rosa* sp. (Rosaceae), (Dalaman), N 36° 75' 95", E 28° 80' 10", 18.IX.2018; 2 ♀♀, *Euonymus japonicus* Thunberg (Celastraceae), (Dalaman), N 36° 76' 74", E 28° 80' 08", 16.VI.2019; 2 ♀♀, *Ceratonia siliqua* Linneaus (Fabaceae), (Dalaman), N 36° 76' 73", E 28° 80' 04", 19.IX.2018; 2 ♀♀, *Rosa* sp., (Dalaman), N 36° 76' 48", E 28° 80' 03", 06.X.2018; 2 ♀♀, *Rosa* sp. (Köyceğiz), N 36° 97' 06", E 28° 19' 42", 08.X.2018; N 36° 96' 43", E 28° 68' 87", 08.X.2018; N 36° 95' 82", E 28° 68' 83", 10.X.2018; N 36° 95' 99", E 28° 69' 18", 10.X.2018; 2 ♀♀, *Rosa* sp., (Marmaris), N 36° 85' 54", E 28° 26' 99", 15.X.2018; 2 ♀♀, *Laurus nobilis* Linneaus (Lauraceae), (Köyceğiz), N 36° 95' 76", E 28° 68' 39", 18.X.2018; 2 ♀♀, *E. japonicus*, (Köyceğiz), N 36° 96' 61", E 28° 68' 05", 17.VI.2019; N 36° 95' 78", E 28° 68' 39", 18.X.2018;

Türkiye’de saptanan konukçuları: *Acacia saligna*, *Arenaria* sp., *Ceratonia siliqua* L., *Chrysanthemum* sp., *Citrus aurantium* L., *C. limon* (L.) Burm., *C. medica* L., *C. paradisi* Macfad., *C. reticulata* Blanco, *C. sinensis* (L.), *Euonymus japonicus* L., *E. japonicus* "Argentea", *Ficus carica* L., *F. elastica* Roxb., *Gleditsia triacanthos* L., *Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Seringe, *Jasminum sambac* (L.) Aiton, *Lactuca serriola* L., *Laurus nobilis* L., *Malus pumila* Miller, *Myrtus communis* L., *Nerium oleander* L., *Olea europaea* L., *Poncirus trifoliata* (L.) Raf., *Prunus laurocerasus* L., *Pyrus communis* L., *Punica granatum* L., *Rosa* sp., *Vitis vinifera* L. (Bodenheimer, 1949, 1952; Önder, 1982; Erler ve Tunç, 1996; Yerlikaya vd., 2016; Çalışkan-Keçe ve Ulusoy, 2017; Yaşar, 2017a; 2017b; Yaşar ve Erözmen 2018; Güneş, 2019).

Yukarıda adı geçen araştırmacılar tarafından bu türün Türkiye’de bulunduğu illerin Adana, Antalya, Aydın,

Balıkesir, Hatay, İzmir, Mersin, Muğla, Rize ve Trabzon olduğu bildirilmiştir. *A. aurantii* türü için bu çalışmada bulunan bütün konukçular Muğla ili için ilk kayıttır.

Aonidiella citrina (Coquillett, 1891) (=Turunçgil sarı kabuklu biti)

İncelenen materyal: 2 ♀♀, *L. nobilis*, (Dalaman), N 36° 76' 31", E 28° 80' 60", 22.XI.2018; 2 ♀♀, *Rosa* sp., (Dalaman), N 36° 75' 96", E 28° 80' 21", 18.IX.2018; 2 ♀♀, *Rosa* sp., (Dalaman), N 36° 76' 74", E 28° 80' 04", 16.VI.2019; 2 ♀♀, *Rosa* sp., (Köyceğiz), N 36° 95' 74", E 28° 69' 30", 17.VI.2018; 2 ♀♀, *E. japonicus*, (Köyceğiz), N 36° 95' 69", E 28° 68' 76", 18.X.2018; 2 ♀♀, *A. saligna* (Fabaceae), (Köyceğiz), N 36° 95' 62", E 28° 68' 73", 11.VI.2018; 2 ♀♀, *L. nobilis*, (Marmaris), N 36° 85' 12", E 28° 25' 58", 29.V.2018.

Türkiye’de saptanan konukçuları: *Acacia cultriformis* A. Cunn. ex G.Don, *Amaranthus viridis* L., *Catalpa bignonioides* Walter, *Ceratonia siliqua*, *Citrus aurantium*, *C. aurantiifolia* (Christm.) Swingle, *C. limon*, *C. paradisi*, *C. reticulata*, *C. sinensis*, *Dianthus caryophyllus* L., *Elaeagnus angustifolia* L., *Euonymus japonicus*, *E. japonicus* "Argentea", *E. japonicus* "Aureus", *Euphorbia peplus* L., *Ficus carica* L., *Hedera helix* L., *Jasminum officinale* L., *J. sambac*, *Laurus nobilis*, *Parthenocissus quinquefolia* (L.), *Prunus laurocerasus*, *Myrtus communis* L., *Nerium oleander*, *Olea europaea*, *Prunus laurocerasus*, *Rosa* sp., *Vitis vinifera* (Önder, 1982; Yaşar, 1990; 1995; 2017a; 2017b; Erler ve Tunç, 1996; Uygun vd., 1998; Yaşar ve Erözmen, 2018).

Yukarıda adı geçen araştırmacılar tarafından bu türün Türkiye’de bulunduğu illerin Antalya, Aydın, Artvin, Balıkesir, Giresun, İzmir, Mersin, Muğla, Ordu ve Rize olduğu bildirilmiştir. Bu çalışma ile *A. citrina* türü, dünyada ilk defa *A. saligna* üzerinde bulunmuştur. Üzerlerinde *A. citrina* bulunan diğer konukçular da Muğla ili için ilk kayıtlardır.

Aspidiotus nerii (Bouché, 1833) (=Zakkum kabuklu biti)

İncelenen materyal: 2 ♀♀, *Euonymus fortunei* Turczaninow (Celastraceae), (Dalaman), N 36° 76' 72", E 28° 80' 07", 16.VI.2019; 2 ♀♀, *Nerium oleander* Linneaus (Apocynaceae), (Köyceğiz), N 36° 95' 74", E 28° 68' 49", 01.XII.2018.

Türkiye’de saptanan konukçuları: *Acacia cultriformis*, *A. longifolia* (Andrews) Willd., *A. retinoides* Schltdl., *A. saligna*, *Albizia* sp., *Asparagus acutifolius* L., *A. densiflorus* (Kunth) Jessop, *A. officinalis* L., *A. setaceus* (Kunth) Jessop, *Aucuba japonica* Thunb., *Berberis aquifolium* Pursh, *B. thunbergii* "Atropurpurea" DC., *Calycotome spinosa* (L.), *Campsis radicans* (L.), *Canna indica* L., *Carpobrotus acinaciformis* (L.) L. Bol., *Catalpa bignonioides*, *Cedrus libani* A. Rich, *Ceratonia siliqua*, *Cercis siliquastrum* L., *Chamaerops humilis* L., *Citrus limon*, *Clematis vitalba* L., *Cotoneaster horizontalis*, *Crassula ovata* (Mill.) Druce, *Cycas revoluta*, *Diospyros lotus* L., *Dracaena fragrans* (L.) Ker Gawl., *D. marginata* "Tricolor" Lam., *Elaeagnus umbellata*, *Ephedra* sp., *Erica arborea* L., *Erica verticillata* Berg., *Eriobotrya japonica*, *Fraxinus angustifolia* ssp. *oxycarpa* (M.Bieb. ex Willd.) Franco and Rocha Afonso, *Gazania linearis* (Thunb.) Druce, *Gazania rigens* (L.) Gaertn., *Gleditsia triacanthos*, *Hedera helix*, *Iris* sp.,

Jasminum fruticans, *J. grandiflorum* L., *J. officinale*, *Laurus nobilis*, *Ligustrum japonicum* Thunb., *L. vulgare*, *Lonicera caprifolium* L., *Maclura pomifera* (Rafin. ex Sarg.) Schneid., *Magnolia grandiflora* L., *Malus pumila*, *Melia azedarach*, *Morus alba*, *Nerium oleander*, *Olea europaea*, *Osyris alba* L., *Parkinsonia aculeata* L., *Parthenocissus quinquefolia*, *Pelargonium grandiflorum* (Andr.) Willd., *Pilea cadierei* Gagnep. and Guillaum., *Phillyrea* sp., *Phoenix canariensis* Hort. ex Chabaud, *P. dactylifera* L., *Picea abies* (L.) H. Karst., *Pistacia lentiscus*, *P. terebinthus* L., *Platanus orientalis* (L.) Franco, *Punica granatum*, *Rosa* sp., *Rosmarinus officinalis*, *Ruscus aculeatus* L., *Salvia* sp., *Sambucus nigra* L., *Sideroxylon inerme* L., *Smilax aspera* L., *Styphnolobium japonicum "Pendula"* (L.) Schott, *Spartium junceum*, *Syringa vulgaris*, *Taxus baccata* L., *Vinca major*, *Viola* sp., *Vitis vinifera*, *Washingtonia robusta* H. Wendl, *Yucca filamentosa* (Önder, 1982; Yaşar, 1990; 1995; 2017a; 2017b; Uygun vd., 1998; Yaşar ve Erözmen, 2018).

Yukarıda adı geçen araştırmacılar tarafından bu türün Türkiye’de bulunduğu illerin Adana, Ankara, Antalya, Aydın, Balıkesir, Bartın, Bursa, Gaziantep, Hatay, İzmir, İstanbul, Manisa, Mersin, Muğla ve Samsun olduğu bildirilmiştir. Bu çalışma ile *A. nerii* türü, Türkiye’de ilk kez *E. fortunei* üzerinde, Muğla ilinde ise ilk kez *N. oleander* üzerinde bulunmuştur.

***Carulaspis minima* (Signoret, 1869) (=Mazı kabuklu biti)**

İncelenen materyal: 2 ♀♀, *Platyclusus orientalis* (L.) Franco (Cupressaceae), (Marmaris), N 36° 85' 55", E 28° 27' 01", 15.X.2018.

Türkiye’de saptanan konukçuları: *Chamaecyparis lawsoniana* (A. Murray bis) Parl., *Cupressus arizonica* Greene, *C. goveniana* Gordon, *C. sempervirens* L., *Juniperus communis* L., *J. drupacea* Labill., *J. oxycedrus* L., *Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl., *Thuja plicata* Donn ex D. Don, *T. occidentalis* L., *T. orientalis* L. (Bodenheimer, 1949, 1952; Çanakçıoğlu, 1977; Yaşar, 1995; 2017a; 2017b; Erler ve Tunç, 1996; Uygun vd., 1998; Ülgentürk vd., 2008; Yaşar ve Küçükçakal, 2013; Kaydan vd., 2014; Kaymak ve Yaşar, 2017; Çalışkan-Keçe ve Ulusoy, 2017).

Yukarıda adı geçen araştırmacılar tarafından bu türün Türkiye’de bulunduğu illerin Balıkesir, Bursa, Çanakkale, Edirne, İstanbul İzmir, İzmit, Sakarya ve Tekirdağ olduğu bildirilmiştir. Bu çalışma ile bu türün Muğla ilindeki varlığı ilk defa saptanmıştır. Ayrıca bu tür, Muğla ilinde ilk defa *P. orientalis* üzerinde bulunmuştur.

***Lepidosaphes malicola* (Borchsenius, 1947)**

İncelenen materyal: 2 ♀♀, *Rosa* sp. (Rosaceae), (Köyceğiz), N 36° 96' 01", E 28° 68' 94", 30.V.2019.

Türkiye’de saptanan konukçuları: *Acer negundo* L., *Aesculus hippocastaneum* L., *Cotoneaster horizontalis* Decne, *Crataegus* sp., *Elaeagnus angustifolia*, *Fraxinus excelsior* L., *Juglans regia* L., *Malus pumila*, *Parthenocissus* sp., *Populus* sp., *Prunus armeniaca* L., *P. domestica* L., *P. mahaleb* L., *P. persica* (L.), *P. serrulata* Lindl., *Pyrus communis*, *Quercus* sp., *Rosa* sp., *Salix* sp. (Uygun vd., 1998; Japoshvili ve Karaca, 2002; Zeki vd., 2004; Kaydan vd., 2009; Yaşar, 2017a; 2017b; Develioğlu vd., 2018).

Yukarıda adı geçen araştırmacılar tarafından bu türün Türkiye’de bulunduğu illerin Ağrı, Ankara, Bitlis, Burdur, Hakkâri, Iğdır, Isparta, Kayseri ve Van olduğu bildirilmiştir. Bu çalışma ile *L. malicola* türü Muğla ilinde ilk kez saptanmıştır.

***Lepidosaphes ulmi* (Linnaeus, 1758) (=Virgül kabuklu biti)**

İncelenen materyal: 2 ♀♀, *Rosa* sp. (Rosaceae), (Dalaman), N 36° 75' 96", E 30° 80' 21", 18.IX.2018; 2 ♀♀, *L. orientalis* (Altingiaceae), (Dalaman), N 36° 75' 90", E 30° 80' 27", 31.XII.2018; (Köyceğiz), N 36° 95' 69", E 30° 68' 76", 01.XII.2018; 2 ♀♀, *N. oleander* (Apocynaceae), (Köyceğiz), N 36° 95' 68", E 30° 69' 05", 10.X.2018; 2 ♀♀,

Türkiye’de saptanan konukçuları: *Acer negundo*, *A. pseudoplatanus* L., *Bauhinia* sp., *Betula* sp., *Catalpa bignonioides*, *Cercis siliquastrum* L., *Ceratonia siliqua*, *Crataegus* sp., *Coryllus avellana* L., *Elaeagnus angustifolia*, *Fagus* sp., *Ficus carica*, *Fraxinus excelsior*, *Gleditsia triacanthos*, *Juglans regia*, *Ligustrum vulgare* L., *Malus pumila* Miller, *Melia azedarach* L., *Nerium oleander*, *Parthenocissus quinquefolia*, *Pistacia lentiscus* L., *Populus alba* L., *P. nigra* L., *P. canadensis* Moench. *hybriden*, *Prunus armeniaca*, *P. avium* (L.), *P. dulcis* (Mill.) D. A. Webb, *P. domestica* L., *P. persica* (L.), *Pyrus communis* L., *Ribes rubrum* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Rhododendron ponticum* L., *Rosa* sp., *Salix babylonica* L., *S. nigra* Marshall L., *S. caprea* L., *S. mucronata* Thunb. subsp. *mucronata*, *Spartium junceum* L., *Styrax officinalis* L., *Syringa vulgaris* L., *Tamarix* sp., *Vinca majör* L., *Yucca filamentosa* L. ve *Y. glauca* Nutt. (Bodenheimer, 1949; 1952; Çanakçıoğlu, 1977; Kozar vd., 1979; Erler ve Tunç, 1996; Yaşar, 1990; 1995; 2017a; 2017b; Ülgentürk ve Toros, 1996; Coşkun, 1999; Kaydan vd., 2001; 2009; Yaşar vd., 2003; Zeki vd., 2004; Tanyürek ve Yaşar, 2006; Ülgentürk vd., 2008; Yaşar ve Küçükçakal, 2013; Ayaz vd., 2015; Güneş, 2019).

Yukarıda adı geçen araştırmacılar tarafından bu türün Türkiye’de bulunduğu illerin Adana, Afyonkarahisar, Ağrı, Amasya, Ankara, Antalya, Aydın, Balıkesir, Bartın, Bilecik, Bitlis, Bolu, Burdur, Bursa, Çorum, Denizli, Elazığ, Erzincan, Erzurum, Giresun, Gümüşhane, Hakkâri, Hatay, Iğdır, Isparta, İstanbul, İzmir, Kahramanmaraş, Kars, Kastamonu, Kayseri, Kırkkale, Kocaeli, Konya, Malatya, Mardin, Mersin, Muğla, Muş, Nevşehir, Niğde, Ordu, Sinop, Sivas, Tekirdağ, Trabzon, Tunceli ve Van olduğu bildirilmiştir. Bu çalışma ile *L. ulmi* türü, dünyada ilk kez, *L. orientalis* üzerinde bulunmuştur. Üzerlerinde *L. ulmi* bulunan diğer konukçular da Muğla ili için ilk kayıtlardır.

***Melanaspis inopinata* (Leonardi, 1913)**

İncelenen materyal: 2 ♀♀, *Pyracantha coccinea* M. J. Roemer (Rosaceae), (Marmaris), N 36° 84' 84", E 28° 25' 87", 30.V.2019.

Türkiye’de saptanan konukçuları: *Arbutus unedo* L., *Bauhinia* sp., *Cercis siliquastrum*, *Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach, *Cydonia oblonga* Miller, *Gladitchia* sp., *Jasminum fruticans* L., *Prunus avium* (L.), *P. dulcis*, *Pyrus communis*, *P. elaeagrifolia* Pall., *Rhamnus rodopea* Velenovsky (Bodenheimer, 1949, 1952; Erler ve Tunç, 1996; Yaşar, 1990; 1995; 2017a; 2017b; Kaydan vd., 2001; Ülgentürk ve Toros, 1996; Zeki vd., 2004; Ülgentürk

vd., 2008; Kaymak ve Yaşar, 2017; Çalışkan-Keçe ve Ulusoy, 2017).

Yukarıda adı geçen araştırmacılar tarafından bu türün Türkiye’de bulunduğu illerin Afyonkarahisar, Ankara, Antalya, Aydın, Balıkesir, Çanakkale, Denizli, İzmir, Kırıkkale, Manisa, Muğla ve Uşak olduğu bildirilmiştir. Bu çalışma ile *M. inopinata* türü *P. coccinea* üzerinde Muğla ilinde ilk kez bulunmuştur.

Parlatoria oleae (Colvée, 1880) (=Zeytin kabuklu biti)

İncelenen materyal: 2 ♀♀, *Cotoneaster franchetii* Boissier (Rosaceae), (Marmaris), N 36° 84' 83", E 28° 25' 84", 30.V.2018.

Türkiye’de saptanan konukçuları: *Acca sellowiana* (Berg) Burret, *Acer negundo*, *Berberis aquifolium* Pursh, *B. thunbergii* v. *atropurpurea* DC., *B. vernae* C. K. Schneid., *B. veitchii* C. K. Schneid., *Catalpa bignonioides*, *Celtis* sp., *Chorophyllum comosum* (Thunb.) Jacques, *Citrus aurantium*, *Cornus sanguinea* L., *Cotoneaster glaucophyllus* Franch., *C. dammerii* C.K. Schneid., *C. horizontalis* Decne, *C. lacteus*, *Crataegus* sp., *Diospyros* sp., *Elaeagnus angustifolia*, *Elaeagnus umbellata* C.P. Thunb. ex A. Murray, *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl., *Fraxinus excelsior*, *Gleditsia* sp., *Ilex aquifolium* L., *Juglans regia*, *Ligustrum ovalifolium* Hassk., *L. vulgare*, *Malus communis*, *M. pumila*, *Melia azedarach* L., *Mespilus germanica* L., *Nerium oleander*, *Olea europaea*, *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planchon, *Pinus* sp., *Pistacia vera* L., *Populus nigra* L., *Prunus armeniaca* L., *P. avium* (L.), *P. cerasus* L., *P. ceracifera* v. *atropurpurea* (Jacq.) Rehd, *P. domestica* L., *P. dulcis* (Mill.) D. A. Webb, *P. laurocerasus* L., *P. persica*, *Pyraecantha coccinea* M. J. Roem, *Pyrus communis*, *P. elaeagrifoliae*, *Rosa* sp., *Sophora japonica* Botvrt, *Sorbus acuparia* L., *S. domestica* L., *Syringa vulgaris*, *Viburnum tinus* L. ve *Yucca filamentosa* (Bodenheimer, 1949; 1952; Çanakçıoğlu, 1977; Kozar vd., 1979; Yaşar, 1990; 1995; 2017a; 2017b; Erler ve Tunç, 1996; Ülgentürk ve Toros, 1996; Uygun vd., 1998; Yaşar vd., 2003; Zeki vd., 2004; Kaydan vd., 2009, Ülgentürk vd., 2008; Yaşar ve Küçükçakal, 2013; Kaymak ve Yaşar, 2017; Çalışkan-Keçe ve Ulusoy, 2017; Yaşar ve Erözmen, 2018; Güneş, 2019).

Yukarıda adı geçen araştırmacılar tarafından bu türün Türkiye’de bulunduğu illerin Adana, Antalya, Aydın, Artvin, Balıkesir, Bilecik, Bitlis Bolu, Bursa, Çanakkale, Denizli, Edirne Erzincan, Eskişehir, Hakkâri, İzmir, İstanbul, Kahramanmaraş Kırklareli, Manisa, Mersin, Muğla, Sakarya, Sinop, Tekirdağ ve Trabzon olduğu bildirilmiştir. Bu çalışma ile *P. oleae* türü *C. franchetii* üzerinde Muğla ilinde ilk kez bulunmuştur.

Pseudaulacaspis pentagona (Targioni Tozzetti, 1886) (=Dut kabuklu biti)

İncelenen materyal: 2 ♀♀, *Morus alba pendula* Linnaeus (Moraceae), (Dalaman), N 36° 79' 15", E 28° 80' 89", 27.IX.2018; (Marmaris), N 36° 85' 27", E 28° 26' 12", 31.V.2019; 2 ♀♀, *Rosa* sp., (Marmaris), N 36° 84' 80", E 28° 25' 51", 31.V.2019.

Türkiye’de saptanan konukçuları: *Aesculus* sp., *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Buxus sempervirens* L., *Castanea sativa* Miller, *Catalpa bignonioides*, *Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach, *Crataegus* sp., *Cycas*

japonica L., *Cydonia oblonga* Miller, *Erithrina crista-galli* L., *Euonymus europaeus* L., *Fraxinus excelsior*, *Juglans regia*, *Koelreuteria paniculata* Laxm., *Maclura* sp., *Malus sylvestris*, *Melia azedarach*, *Mespilus germanica*, *Morus alba* L., *Populus* sp., *Prunus armeniaca*, *P. avium*, *P. ceracifera*, *P. domestica*, *P. dulcis*, *P. laurocerasus*, *P. persica*, *Pyrus communis*, *P. elaeagrifolia* Pall., *Robinia pseudoacacia*, *Rosa* sp., *Salix* sp., *Sophora japonica* (Bodenheimer, 1949; 1952; Çanakçıoğlu, 1977; Kozar vd., 1979; Yaşar, 1990; 1995; 2017a; 2017b; Erler ve Tunç, 1996; Ülgentürk ve Toros, 1996; Uygun vd., 1998; Zeki vd., 2004; Ülgentürk vd., 2008; Hazır ve Ulusoy, 2012; Kaydan vd., 2009; Kaymak ve Yaşar, 2017; Çalışkan-Keçe ve Ulusoy, 2017; Yaşar ve Erözmen, 2018; Güneş, 2019).

Yukarıda adı geçen araştırmacılar tarafından bu türün Türkiye’de bulunduğu illerin Adana, Antalya, Balıkesir, Bilecik, Bursa, Giresun, Hatay, İzmir, İstanbul, Kocaeli, Ordu, Rize, Sakarya, Samsun, Tekirdağ ve Trabzon olduğu bildirilmiştir. Bu çalışma ile *P. pentagona* türü Muğla ilinde ilk defa saptanmıştır. Ayrıca bu türün üzerinde bulunan diğer konukçuları da Muğla ili için ilk kayıtlardır.

4. Sonuç

Muğla iline bağlı Dalaman, Köyceğiz ve Marmaris ilçelerindeki park ve süs bitkileri üzerinde zarar yapan Diaspididae familyasına ait sert kabuklu bit türlerinin saptanması amacıyla yapılan bu çalışma sonucunda 9 tür saptanmıştır.

Muğla ilinde bulunan Diaspididae familyasına ait türlerin tespitiyle ilgili olarak fazla çalışma yapılmamış olması nedeniyle daha önce Muğla ilinde bulunmamış üç sert kabuklu bit türünün varlığı ilk kez bu çalışma ile ortaya konmuştur. Bu türler; *P. pentagona*, *L. malicola* ve *C. minima*’dır.

Lepidosaphes ulmi, Dünya’da ilk kez, Türkiye’ye özgü endemik bir bitki türü olan *L. orientalis* (Anadolu sığla ağacı) ve *A. citrina*, *A. saligna* (Kıbrıs akasyası) üzerinde bulunmuştur.

Bunlara ek olarak, *A. nerii*, *E. fortunei* üzerinde Türkiye’de ilk kez bulunmuştur.

Bu bilgiler ışığında Muğla ilinin bu çalışmada örnek alınmamış diğer ilçelerinde de bulunan kabuklu bitlerin saptanmasının gerekliliği ortaya çıkmıştır. Ayrıca süs bitkileri dışındaki meyve ve orman ağaçlarının da bu çalışmalara katılması ile tüm sert kabuklu bit faunasının saptanmasının uygun olacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Ayaz, T., Ülgentürk, S., Özgen, İ., 2015. Elazığ ve Diyarbakır illeri meyve bahçelerindeki Coccoidea (Hemiptera) üstfamilyası türleri ve yayılış alanları. GAP VII. Tarım Kongresi, 28 Nisan-1 Mayıs, Şanlıurfa, s. 354.
- Bodenheimer, F.S., 1949. Türkiye’nin Coccoideası. Cilt 1 Diaspididae Monografik Bir Etüt. Neşriyat Md., Sayı: 670.
- Bodenheimer, F.S., 1952. The Coccoidea of Turkey I. İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi Mecmuası, Seri B., 17(4): 315-351.
- Coşkun, T., 1999. Iğdır ovasındaki yumuşak ve taş çekirdekli meyve ağaçlarında bulunan Coccidae ve Diaspididae (Homoptera: Coccoidea) familyalarına ait türlerin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

- Çalışkan-Keçe, A.F., Ulusoy, M.R., 2017. Armored scale insects (Hemiptera: Sternorrhyncha: Diaspididae) on ornamental plants in Adana, Turkey. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 41(3), 333-346. doi: <http://dx.doi.org/10.16970/entoted.298572>.
- Çanakçıoğlu, H., 1977. Türkiye’de Orman Ağaç ve Ağaççıklarında Zarar Yapan Coccoidea (Hom.) Türleri Üzerinde Araştırmalar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yay., No: 227.
- Develioğlu, U., Muştu, M., Kaydan, M.B., 2018. Investigation on scale insects (Hemiptera: Coccoidea) on ornamental plants in Kayseri province. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 8(1-2): 3-13.
- Erlor, F., Tunç, İ., 1996. A preliminary study on armored scale insect (Homoptera, Coccoidea: Diaspididae) fauna of Antalya. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 31(1-2): 53-59.
- García Morales, M., Denno, B.D., Miller, D.R., Miller, G.L., Bendov Y., Hardy, N.B., 2016. ScaleNet: a literature-based model of scale insect biology and systematics. *Database*, 2016(bav118): 1-5.
- Güneş, O.A., 2019. Aydın ili park ve süs bitkilerinde zarar yapan Diaspididae familyasına ait (Hemiptera: Coccoidea) türlerin saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Isparta.
- Güneş, O.A., 2019. Aydın ili park ve süs bitkilerinde zarar yapan Diaspididae familyasına ait (Hemiptera: Coccoidea) türlerin saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Isparta.
- Hazır, A., Ulusoy, M.R., 2012. Adana ve Mersin illeri şeftali ve nektarin alanlarında saptanan zararlılar ile predatör ve parazitoit türler. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 3(2): 157-168.
- Japoshvili, G., Karaca, I., 2002. Coccid (Homoptera: Coccoidea) species of Isparta province, and their parasitoids from Turkey and Georgia. *Turkish Journal of Zoology*, 26: 371-376.
- Karsavuran, Y., Aksit, T., Bakırcıoğlu Erkilic, L., 2001. Coccoidea species on fruit trees and ornamentals from Aydın and İzmir provinces of Turkey. *Bollettino di Zoologia agraria e di Bachicoltura*, Ser. II, 33(3): 219-225.
- Kaydan, M.B., Ülgentürk, S., Toros S., Kozár, F., 2001. Scale insects (Homoptera: Coccoidea) of natural and agriculture areas in Kapadokya, Turkey. *Bollettino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura Ser. II*, 33(3): 253-257.
- Kaydan, M.B., Ülgentürk S., Erkilic, L., 2007. Türkiye’nin gözden geçirilmiş Coccoidea (Hemiptera) türleri listesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 17(2), 89-106.
- Kaydan, M.B., Kozár, F., Atlıhan, R., 2009. Ağrı, Bitlis, Hakkâri, Iğdır ve Van illerinde tespit edilen Aspidiotinae ve Leucaspidae (Hemiptera: Diaspididae) türleri. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 33(1): 41-62.
- Kaydan, M.B., Ülgentürk, S., Özdemir I., Ulusoy, M.R., 2014. Bartın ve Kastamonu illerinde tespit edilen Coccoidea (Hemiptera) türleri. *Bitki Koruma Bülteni*, 54(1): 11-44.
- Kaymak, A., Yaşar, B., 2017. Determination of Diaspididae (Hemiptera: Coccoidea) species on park and ornamental plants in Manisa province. *Turkish Bulletin of Entomology*, 7(1): 41-53.
- Kosztarab, M., Kozár, F., 1988. Scale Insects of Central Europe. *Akademiai Kiado, Budapest, Hungary*.
- Kozár, F., Konstantinova, G.M., Akman, K., Altay M., Kıroğlu, H., 1979. Distribution and density of scale insects (Homoptera: Coccoidea) on fruit plants in Turkey in 1976. (Survey of scale insect (Homoptera: Coccoidea) infestations in European orchards No:11. *Acta Phytopathologica Academiae Scientiarum Hungarica*, 14(3-4): 535-542.
- Önder, P., 1982. İzmir ve Çevresinde Turuncgillerde Zararlı Olan *Aonidiella* (Homoptera: Diaspididae) Türlerinin Biyolojileri, Konukçuları, Zararları ve Mevsimlere Göre Popülasyon Dalgalanmalarına Etki Eden Faktörler Üzerinde Araştırmalar. *T.C. Tar. Or. Bak. Zir. Müc. Zir. Kar. Gn. Md. İz. Böl. Zir. Müc. Ar. Enst. Md., Yay., No: 43*.
- Tanyürek, B., Yaşar, B. 2006. Hakkâri ilinde saptanan Diaspididae (Homoptera: Coccoidea) familyasına bağlı türler, konukçuları ve yayılış alanları. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 16(1): 57-61.
- Uygun, N., Şengonca, Ç., Erkilic L., Schade, M., 1998. The Coccoidea fauna and their host plants in cultivated and non-cultivated areas in the east Mediterranean Region of Turkey. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 33(1-2): 183-191.
- Ülgentürk, S., Toros, S., 1996. Ankara’da park ve süs bitkilerinde bulunan sert kabuklubit türleri (Homoptera: Coccoidea). *Türkiye 3. Entomoloji Kongresi*, 24-28 September, Ankara, s. 541-548.
- Ülgentürk, S., Şahin Ö., Kaydan, M.B., 2008. Coccoidea (Hemiptera) species on park plants in urban areas of Istanbul province. *Plant Protection Bulletin*, 48(1): 1-18.
- Yaşar, B., 1990. İzmir ilinde süs bitkilerinde zarar yapan Diaspididae ve Coccidae (Homoptera: Coccoidea) familyalarına bağlı türlerin saptanması, konukçuları ve yayılış alanları üzerinde araştırmalar. *Doktora Tezi*, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Yaşar, B., 1995. Türkiye Diaspididae (Homoptera: Coccoidea) Faunası Üzerinde Taksonomik Araştırmalar. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Matbaası*, Van.
- Yaşar, B., Aydın, G., Denizhan, E., 2003. Doğu Anadolu bölgesi illerinde (Ağrı, Bitlis, Erzurum, Iğdır, Kars ve Muş) bulunan Diaspididae (Homoptera: Coccoidea) familyasına bağlı türler. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 27(1): 3-12.
- Yaşar, B., Küçükçakal, Ü., 2013. Isparta ili park ve süs bitkilerinde zararlı Diaspididae türleri (Hemiptera: Coccoidea). *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 3(3): 161-168.
- Yaşar, B., 2017a. Türkiye’deki Sert Kabuklubitlerin İllere Göre Dağılımı ve Konukçuları (e-kitap). Isparta.
- Yaşar, B., 2017b. Türkiye’deki Sert Kabuklubitlerin Konukçu Bitkileri (e-kitap). Isparta.
- Yaşar, B., Erözmen, K., 2018. Balıkesir ili meyve ağaçlarındaki Diaspididae (Hemiptera: Coccoidea) türlerinin saptanması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22(1): 172-181.
- Yerlikaya, H., Başpınar, H., Yıldırım, E.M., 2016. Aydın il merkezinde turunc *Citrus aurantium* L. (Rutaceae) ağaçlarında bulunan Coccoidea üst familyası ile Aphididae ve Aleyrodidae familyaları (Hemiptera)’na bağlı türlerin saptanması, bulaşma oranlarının ve doğal düşmanlarının belirlenmesi. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 6(3): 221-230.
- Zeki, C., Ülgentürk, S., Kaydan, M.B., Özmen, D., Toros, S., 2004. Records of scale insects (Hemiptera: Coccoidea) from orchards and neighbouring plants in provinces Afyonkarahisar, Ankara, Burdur, Isparta, Turkey. *Proceeding of the International Symposium on Scale Insect Studies*, 19-23 April, Adana, s. 185-196.

Orman alanlarındaki değişimlerin CBS tabanlı belirlenmesi: Çamsu Orman İşletme Şefliği örneği

H.Oğuz Çoban^{a,*} , Şükrü Gündoğdu^b 

Özet: Bu çalışmada Coğrafi Bilgi Sistemi yardımıyla orman alanlarındaki değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Denizli Orman Bölge Müdürlüğü, Uşak Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Çamsu Orman İşletme Şefliği olarak belirlenen çalışma alanındaki ormanlarda 1990-2019 yılları arasında meydana gelen değişimler incelenmiştir. Çalışmada 1990 ve 2013 yıllarında yapılan orman amenajman planları ve meşcere haritalarından yararlanılmıştır. Basılı olarak elde edilen 1990 yılı meşcere haritaları sayısallaştırılmış ve raster-vektör dönüşümü işlemi uygulanmıştır. Coğrafi veri tabanında arazi örtüsü tipi öz nitelikleri düzenlendikten sonra 1990 ve 2013 yılı meşcere haritaları Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımında bindirme analizi ile karşılaştırılmış ve değişim katmanı elde edilmiştir. Bu katmana ait coğrafi veri tabanı yardımıyla değişim matrisleri üretilmiş ve değişimler hesaplanmıştır. Ayrıca 2014-2019 yıllarında yapılan silvikültürel uygulamalar da coğrafi veri tabanına girilerek haritalanmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, genel alanın %34'ünde çeşitli yön ve büyüklükte değişimler tespit edilmiştir. 2013 yılında orman alanlarının 484 hektar arttığı, kapalılığı %10'un altındaki meşcerelerin yaklaşık yarısının normal kapalıdaki meşcerelere dönüştüğü ve tarım alanlarının yaklaşık %5 oranında azaldığı belirlenmiştir. 2014-2019 yılları arasındaki silvikültür uygulamalarda toplam 340 hektar karaçam meşceresinde tohumlama, ışık ve boşaltma kesimlerinin yapıldığı ortaya konulmuştur. Bu çalışmadan edinilen veriler, Coğrafi Bilgi Sisteminin orman alanlarındaki zamansal değişimlerin belirlenmesinde kullanılabilecek güçlü bir araç olduğunu göstermektedir. Ormanlık çalışmalarında uygulamalara önemli bir karar desteği sağlayabilecek bu sistemler, coğrafi veri tabanına gününbirlik aktarılan ormanlık aktivitelerine ait veriler ve insansız hava araçlarından alınan fotoğraflar, hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri gibi uzaktan algılama verileri ile desteklenerek verimli bir orman bilgi sistemi haline dönüşebilecektir.

Anahtar kelimeler: Orman örtüsündeki değişim, CBS, Konumsal analiz, Denizli

GIS-based determination of forest area changes: Case study in Çamsu Forest Sub-district

Abstract: In this study, it was aimed to determine the changes in forest areas by using Geographical Information System. Forest changes were examined between 1990-2019 in Çamsu Forest Sub-district under Uşak Forest Management Directorate, Denizli Regional Directorate of Forestry selected as the study area. Forest management plans and stand maps made in 1990 and 2013 were used for the study. The printed stand maps of 1990 were digitized and a raster-vector conversion process was applied. After organizing the land cover type characteristics in the geographical database, the stand maps of 1990 and 2013 were compared with the overlay analysis by Geographic Information System software and a change layer was obtained. Change matrices were produced and the changes were calculated from geodatabase of the change layer. In addition, silvicultural applications made in 2014-2019 were saved and mapped in this geodatabase. According to the results obtained from the study, changes in various directions and sizes were detected in 34% of the general area. In 2013, it was determined that forest areas increased by 484.05 hectares, approximately half of the stands below 10% crown closure turned into normal closed stands, and agricultural areas decreased by approximately 5%. In silvicultural applications between 2014-2019, it was revealed that seed-tree, release and removal cuts were made in a total of 340 hectares of black pine stands. The data obtained from this study shows that the Geographic Information System is a powerful tool that can be used to determine the temporal changes in forest areas. We emphasize that these systems, which can provide important decision support to the practitioners in forestry studies, can be transformed into an efficient forest information system by supporting the data of forestry activities that are entered to the geographical database daily and remote sensing data such as unmanned aerial vehicles, aerial photographs and satellite images.

Keywords: Forest cover changes, GIS, Spatial analysis, Denizli

1. Giriş

Değişim belirleme farklı zamanlarda yapılan gözlemlerle, bir obje ya da olayın durumundaki farklılıkların belirlenmesidir (Singh, 1989). Bu değişimlerin zamanında ve doğru belirlenmesi, insan ve doğal olaylar arasındaki ilişkilerin ve etkileşimlerin anlaşılması açısından

son derece önemlidir (Lu vd., 2004). Bu ilişkilerin bilinmesi ya da tahmin edilmesi, güncel uygulamalarda ve gelecek planlamalarında daha iyi karar vermek için gerekli olan değerli bilgilerin elde edilmesini sağlamaktadır (Xie vd., 2020). Arazi örtüsü değişimi, arazi kullanım şekli değişimi, ormansızlaşma, ormanlaşma gibi konularda değişim belirleme uygulamaları yapılabilmektedir (Çoban, 2006).

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

^b Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Isparta

@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): oguzcoban@isparta.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 24.02.2020, **Accepted** (Kabul tarihi): 12.03.2020



Citation (Atıf): Çoban, H.O., Gündoğdu, Ş., 2020. Orman alanlarındaki değişimlerin CBS tabanlı belirlenmesi: Çamsu Orman İşletme Şefliği örneği. Turkish Journal of Forestry, 21(1): 60-69.

DOI: [10.18182/tjf.693465](https://doi.org/10.18182/tjf.693465)

Orman örtüsündeki değişimlerin belirlenmesi orman ekosistemleri hakkında çok önemli bilgiler elde etmemizi sağlar. Orman örtüsünde geçmişten günümüze meydana gelen değişimin algılanması ve ölçülmesi geleceği tahmin edebilmek için bize bazı ipuçları verir. Ormanların planlanması ve işletilmesi açısından çok değerli olan bu ipuçları daha doğru kararlar verebilmek için kullanılan karar destek sisteminin verileridir.

Orman alanlarındaki değişimlerin belirlenmesi çalışmalarında coğrafi bilgi sistemi (CBS) ve uzaktan algılamanın oldukça etkin bir şekilde kullanıldığı bilinmektedir (Çoban ve Koç, 2008; Çoban vd., 2010; Fetene vd., 2016; Bugday ve Bugday, 2019; Chilagane vd., 2020; Örucü ve Arslan, 2020). Yersel ölçmeler, küresel konum belirleme sistemi, fotoyorumlama-fotogrametri ve uzaktan algılama ile elde edilen veriler CBS çatısı altında bireysel ya da birlikte kullanılarak değişim belirleme çalışmaları yapılabilmektedir (Kintz vd., 2006; Rawat ve Kumar, 2015; Rathnayake vd., 2020). CBS ve uzaktan algılama teknolojilerinde yaşanan hızlı değişim ve gelişim bir olay ya da objenin hâlihazırdaki durumu hakkında veriler toplayabilmemize olanak verdiği gibi, geçmiş kayıtların incelenmesi ile iki farklı zamanda oluşan değişimlerin belirlenmesine de yardımcı olmaktadır. Bununla birlikte geleceği tahmin etmek için konumsal modelleme yaklaşımları kullanılmaktadır (Arslan ve Örucü, 2019; Arslan, 2019; Örucü, 2019; Akyol ve Örucü, 2020). CBS, kapsamlı bir coğrafi veri tabanına sahip olduğunda, diğer bir deyişle coğrafi objelerle ilgili grafik ve sözel veriler detaylı bir şekilde toplanıp bir veri tabanı üretildiğinde, akıllı bir sisteme dönüşmektedir. Verileri sorgulayan, analiz edebilen bu yapı kısa zamanda ürettiği doğru ve güncellenebilir bilgilerle uygulayıcılara karar desteği sunmaktadır (Borges vd., 2003; Akay vd., 2012; Zambelli vd., 2012; Gülcü ve Akay, 2015; Acar vd., 2017; Bugday ve Akay, 2019). CBS araçları orman alanlarındaki değişim analizlerinde de başarılı bir şekilde kullanılabilir. Ormanları oluşturan meşcerelerin konumsal ve yapısal özelliklerinin iki ya da daha çok yıl arasındaki değişimi CBS yardımıyla belirlenebilmektedir (Koç ve Yener, 2001; Yener ve Koç, 2006; Kadioğulları vd., 2008; Günlü vd., 2009; Çoban vd., 2010; Uzun vd., 2012; Bayramoğlu ve Kadioğulları, 2017).

Türkiye’de orman alanlarının büyüklüğü Orman Genel Müdürlüğü (OGM) verilerine göre 22.6 milyon hektardır. Buna göre orman alanlarının ülkemizin genel alanına oranı %28.9’dur (OGM, 2019). OGM istatistiklerinde Türkiye’deki orman varlığı 20.2 milyon hektar olduğu 1973 yılından bu yana artan bir ivme göstermektedir. Bu orman varlığının %57’si normal kapalı %43’ü boşluklu kapalı (bozuk) meşcerelerden oluşmaktadır (OGM, 2015). Sosyo-kültürel, ekolojik ve ekonomik fonksiyonları bulunan ormanlar ülkemiz ve dünya için doğal bir hazine ve insan yaşamı için kıymetli bir emanettir. Bu nedenle, ormanların korunması, planlanması ve işletilmesinde çok hassas davranılması gereklidir (Altunel ve Enez, 2015; Eker ve Özer, 2015). Bütün ormancılık uygulamalarında gelişen teknolojik olanaklarla daha hassas çalışmak mümkündür. Akıllı teknolojiler, sübjektif olmayan bütüncül bir yaklaşım altında doğru kararların verilmesine yardımcı olmaktadır. Orman alanlarında yaşanan değişimlerin bilinmesi ve izlenmesi bir yandan ormancılık uygulamalarının denetlenmesini olanaklı hale getirirken bir yandan da bu sonuçlara göre geleceğe yönelik alınacak kararların

desteklenmesi ve sorunların çözümünde nesnel bir yaklaşımın ortaya konulması mümkün olmaktadır.

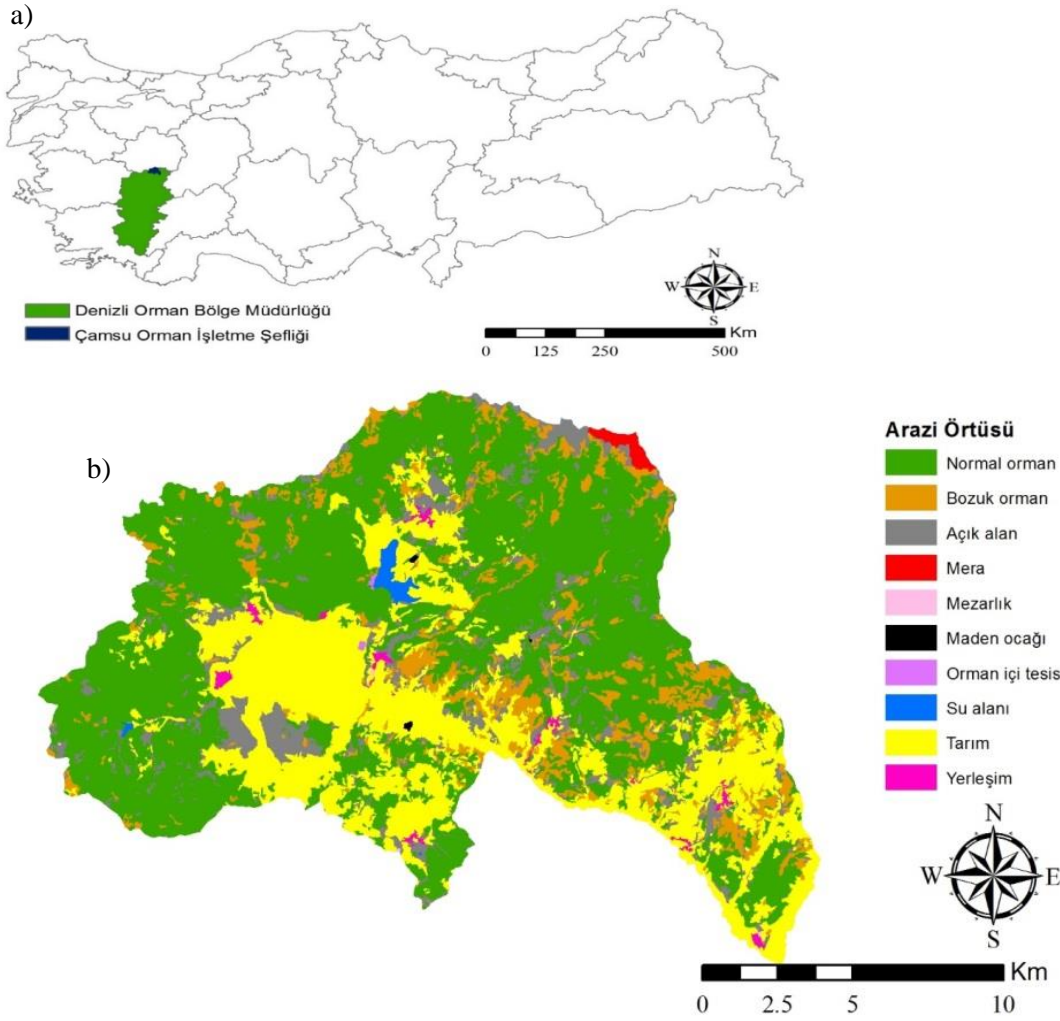
Orman amenajman planları, belirlenen işletme amaçları doğrultusunda orman kaynaklarının gelişimini ve faydalanma düzeyini planlamaktadır (Eraslan, 1982). Eraslan ve Şad (1993) ormanların teknik ve ekonomik yönden planlanmasında, doğal dengeyi tesis etmeye yönelik bir planlamanın hedeflendiğini belirtmektedir. Bu bağlamda, doğal bir kaynak olan ormanlardan yararlanırken onun devamlılığını tehlikeye düşürecek uygulamalardan kaçınılması mutlak zorunluluktur. Orman ekosistemlerine yapılan yanlış müdahalelerin, örneğin ağaçlandırmalarda uygun olmayan ağaç türü seçimi, meşcereye yapılan yanlış silvikültürel müdahaleler, hidroelektrik santrali (HES) inşaatları, açık maden işletmeciliği, kimyasal maddeler kullanılarak yapılan madencilik çalışmaları, tatlı su kaynaklarına zehirli atıkların boşaltılması vb. uygulamaların olumsuz etkileri, doğal olarak uzun yıllar sonra ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, kazanılan tecrübelerin gelecekte olası hataları engellemesi için geçmişte yapılan arazi çalışmalarına ilişkin kayıtların sayısal ortamlarda tutulması, yaşanan olaylarla ilgili ilişkilerin kurulması, analizi ve incelenmesi önemlidir. Aksi takdirde, dünyada ve ülkemizde zaman zaman yaşandığı gibi aşırı tüketim, arazi kullanımındaki öngörüsüz değişimler ve bilimsellikten uzak bilinçsiz yaklaşımlar orman ekosistemlerinin geri dönüşümü olanaksız bir biçimde yok edilmesine neden olabilir.

Bu çalışmada orman alanlarındaki zamansal değişimin CBS yardımıyla belirlenmesi amaçlanmıştır. Orman envanteri çalışmaları sonucunda üretilen meşcere haritaları, orman alanlarının konumsal ve yapısal durumuna ait verileri içermektedir. Çalışma alanındaki ormanların farklı zamanlarda yapılan meşcere haritalarının CBS ortamında karşılaştırılması sonucunda, bu ormanlarda oluşan değişimler tespit edilmiş, hesaplanmış ve haritalandırılmıştır. CBS’nin orman alanlarındaki değişimlerin belirlenmesinde kullanılabilecek güçlü bir araç olduğu vurgulanmıştır. Çalışma alanındaki ormanlarda meydana gelen zamansal değişimlerin yönü ve miktarının belirlenmesi sonucu elde edilen bilgilerin bölgedeki ormanlarla ilgili yapılacak planlamalar için bir karar desteği sunabileceği düşünülmüştür.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Çalışma alanı

Denizli Orman Bölge Müdürlüğü’ne bağlı Uşak Orman İşletme Müdürlüğü’nün Çamsu Orman İşletme Şefliği çalışma alanı olarak seçilmiştir (Şekil 1). CBS değişim analizi uygulamasının bu bölgede yapılmasının nedeni, bölgenin eski tarihli ve güncel meşcere haritalarına erişimin sağlanması, ulaşım olanaklarının nispeten daha uygun olması, arazi incelemelerinin çalışmanın öncesinde ve çalışma sırasında yapılabilecek olmasıdır. Çamsu Orman İşletme Şefliğinin genel alanı 26881.3 hektardır. Bu alanın 16837.8 hektarı (%63) ormanlık, 10043.5 hektarı (%37) ormansızdır. Orman alanlarının %84’ü normal kapalı (meşcere kapalılığı %10’dan fazla), geriye kalan %16’sı ise bozuk (meşcere kapalılığı %10’dan az) yapıdadır (OGM, 2013).



Şekil 1. Çalışma alanının a) konumu, b) arazi örtüsü tipleri (2013 yılı)

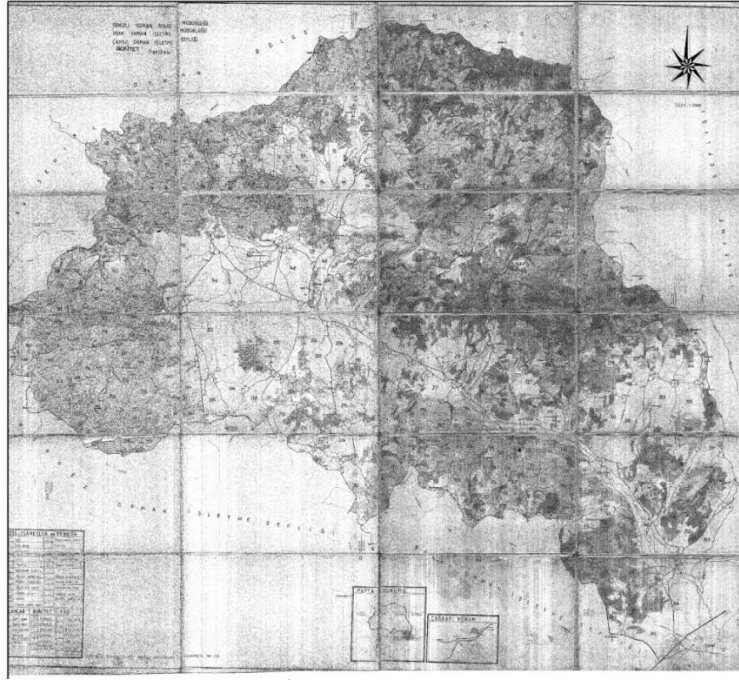
Çamsu bölgesi 780 m-2300 m yükseltiler arasında dağılım gösteren engebeli bir topoğrafyaya sahiptir. Bölgede yaşayan halk tarım ve hayvancılıkla geçimini sağlamaktadır (OGM, 2013). 2013 yılı amenajman planı ve bu planla eş zamanlı hazırlanan meşcere haritaları incelendiğinde bölgedeki meşcerelerin kızılçam, karaçam, meşe ve ardıç türlerinin saf veya karışık formlarından oluştuğu anlaşılmaktadır.

Çalışmada Çamsu Orman İşletme Şefliğine ait 1990 ve 2013 tarihli orman amenajman planlarının meşcere tipi haritalarından ve plan verilerinden yararlanılmıştır. İlgili haritalar ArcGIS CBS yazılımı ortamına aktarılmış ve bu haritalardan üretilen coğrafi veri tabanı kullanılmıştır. Bu verilere ek olarak, 2014-2019 yılları arasında yapılan ormancılık uygulamaları da veri tabanına işlenerek ormanlık alanlardaki değişimler incelenmiştir.

2.2. Yöntem

Değişimlerin belirlenmesi amacıyla Çamsu Orman İşletme Şefliği'nin 1990 ve 2013 yıllarına ait meşcere haritaları CBS yardımıyla karşılaştırılmıştır. 2000 yılların başından itibaren orman teşkilatında kullanılan haritalar

doğrudan sayısal ortamlarda hazırlandığından hem raster hem de vektör veri formundaki haritalara erişim kolaylaşmıştır. Ancak 2000 yılından önce bu haritaların genellikle kağıt ya da bez üzerine basılı halleri mevcuttur. 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalardan yararlanılarak üretilen bu haritalar, bir tarayıcı yardımıyla uygun bir çözünürlükte (300 dpi ya da daha büyük) taranarak sayısal hale getirilmektedir. Bölgenin 1990-2010 yılları arasındaki döneme ait meşcere haritası sayısal ortamda olmadığından öncelikle bu haritanın sayısal ortama taşınma işlemi gerçekleştirilmiştir. 1990 yılı amenajman planı meşcere ve bölme haritaları bez üzerine yapıştırılmış yaklaşık olarak A5 boyutlu çıktılarının birleştirilmesiyle elde edilmiştir. Bu harita, Çamsu Orman İşletme Şefliğinden temin edilip ".tiff" formatında taranıp raster bir veri olarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır (Şekil 2). Bu raster haritaya sayısallaştırma adı da verilen raster-vektör dönüşüm algoritmaları ile çizgisel (vektörel) hale dönüşüm işlemi uygulanmıştır. Sayısallaştırma işlemi yapılırken hata sınır değerinin, insan gözünün ayırt edebildiği çizgi aralığı değeri olarak kabul edilen 0.2 mm'nin 1/25000 ölçekli haritadaki karşılığı olan 5 m'den az olmasına dikkat edilerek geometrik düzeltme (geometrik doğrultma, rektifikasyon) işlemi uygulanmıştır.



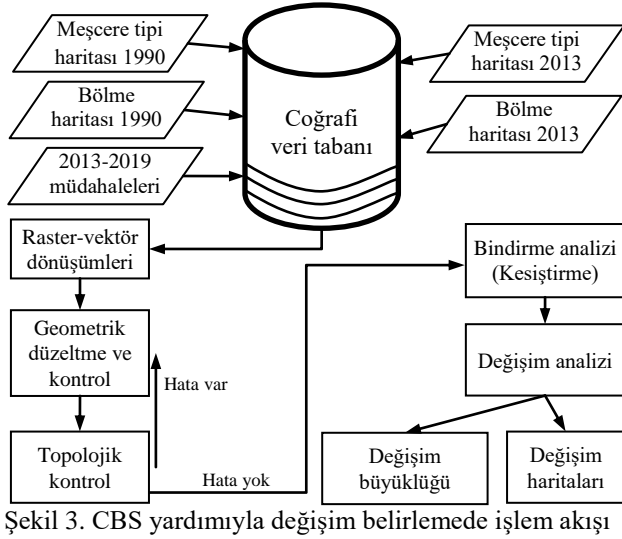
Şekil 2. Çamsu Orman İşletme Şefliği 1990 yılı meşcere haritası

Tarayıcı yardımıyla yüksek çözünürlükte taranan ve raster forma dönüştürülen bu verideki meşcereler, ArcGIS 10.1 yazılımı “düzenleyici” araçları yardımıyla vektör veri tipine dönüştürülmüş ve her meşcere tipine ait öznitelikler kaydedilmiştir. Bu öznitelikler meşcere tipi ve bölme numarasıdır. Geometrik kontroller ve düzeltmelerden sonra çıplak gözle kontrol anında görülmesi mümkün olmayan olası hataları bulmak için topolojik kontroller yapılmıştır. Topolojik kural olarak poligonların üst üste binmemesi ve poligonların arasında boşluk kalmaması ile ilgili kurallar seçilmiştir. Bu kurallara göre grafik verilerde hatalar taranmış ve bulunan hatalar giderilerek topoloji güncellenmiştir. Bütün hatalar giderilinceye kadar bu işlemler sürdürülmüştür. Sonuç olarak topolojik hatalardan arındırılmış, geometrik doğruluğu kabul edilebilir olan verilere ulaşılmıştır.

Çalışma alanının 2013 yılı amenajman planı meşcere ve bölme haritası CBS ortamında üretilmiş olduğundan doğrudan sayısal olarak temin edilmiştir. Grafik verilerinin yanında öznitelik verilerini de barındıran bu harita coğrafi veri tabanına doğrudan aktarılmıştır. Çalışma alanı sınırlarını kapsayan Uşak K23-a1, K23-a2, K22-b3, K23-a4, K23-a3, K23-b4, K23-d2, K23-c1 1/25000 ölçekli raster topoğrafik paftalar orman işletme şefliğinden temin edilmiştir. Geometrik doğrultma işlemi uygulanan bu paftalar, meşcere haritalarına uygulanacak geometrik doğrultma işleminde altlık harita olarak kullanılmıştır. Tüm verilere Çamsu Orman İşletme Şefliğini de içine alan UTM (Universal Transverse Mercator) European Datum (Avrupa Datumu) 1950 Zone 35N (35. Kuzey dilimi) koordinat sistemi atanmıştır. Veri tabanına aktarılan 2013 yılı haritası için de topoloji kurulmuş ve geometrik kontroller yapılmıştır.

Değişim analizlerinin yapılması için ArcGIS yazılımının analiz araçlarındaki ‘Overlay’ (bindirme) bölümünde bulunan ‘Intersect’ (kesiştirme) aracından yararlanılmıştır. Verilere uygulanan işlem adımları Şekil 3’te sunulmuştur. Bu kesişimden oluşan yeni veri, 1990 yılındaki meşcere

tipleri poligonlarının 2013 yılındaki durumu hakkında bilgi edinebilmemizi sağlamaktadır. Çalışmada 1990 ve 2013 yıllarına ait meşcere tipi poligonlarına kesiştirme işlemi uygulandıktan sonra iki vektör verinin üst üste tam çakıştırılmadığı anlaşılmıştır. Bu nedenle, poligonların sınırlarındaki çakışma hatalarını azaltmak amacıyla sırasıyla 0.1 ha, 0.2 ha, 0.5 ha ve 1 ha olacak şekilde küçük alanların elenmesi işlemleri gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak üretilen haritalar kontrol edildiğinde, her iki yılın orijinal alansal değerlerine en yakın olan 0.5 hektardan daha küçük alanların komşu alanlarla birleştirildiği eleme seviyesi esas alınarak değişim verisi üretilmiştir. Bindirme analizi sonucunda oluşan veri tabanına arazi örtüsü kodlarını ifade eden veri alanları eklenmiştir. 1990 yılında 12, 2013 yılında ise 15 farklı arazi örtüsü kodu üretilmiştir. Arazi örtüsü tiplerinde ya da meşcere tipi bazında değişimin yönü yani nereden nereye bir değişimin meydana geldiği ve bu değişimin büyüklüğü belirlenmiştir. Ortaya çıkan sonuçlar çizelge ve grafik olarak sunulmuştur. Ayrıca 2013 yılından sonra yapılan orman alanlarında değişime neden olabilecek ormancılık uygulamaları ilgili bölgelere işlenmiş ve bu değişimler hakkında bilgi verilmiştir. Bölgede 2014-2019 yılları arasındaki silvikültürel uygulamalara ilişkin kayıtlar ilgili cetvellerden yıl bazında çıkarılarak kaydedilmiştir. Bu kayıtlar coğrafi veri tabanında açılan yeni veri alanlarına girilmiştir. Böylece 2014-2019 yılları arasındaki silvikültürel uygulamaların yapıldığı meşcerelerin konumsal dağılımı haritalanmıştır.



Şekil 3. CBS yardımıyla değişim belirlemede işlem akışı

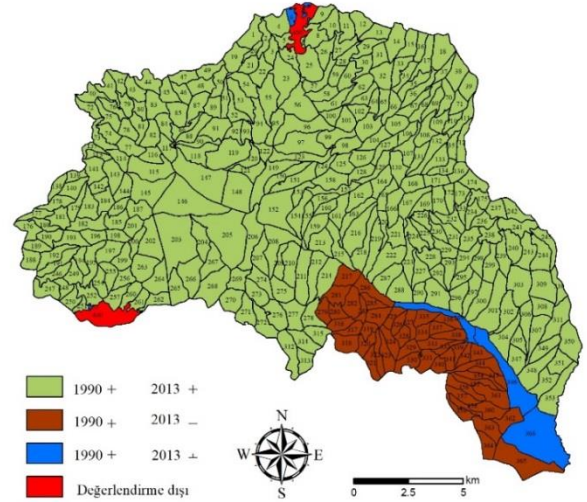
3. Bulgular ve tartışma

Çalışma alanının 1990 ve 2013 yıllarına ait bölme haritaları incelendiğinde, 1990 yılındaki 51 bölmenin işletme sınırı değişikliği nedeniyle 2013 yılındaki haritada olmadığı anlaşılmaktadır. Bu sınır değişikliği 289, 346 ve 366 no.lu bölmelerde de kısmen etkili olmuştur. 1990 yılı meşçere tipi haritasındaki deformasyonlar nedeniyle çizgisel hale getirilemeyen 6, 7 ve 253 no.lu bölmelerin büyük kısmı ile 258 ve 259 no.lu bölmeler değerlendirme dışında bırakılmıştır. Bu poligonlara bölme numarası olarak 400 değeri atanmıştır. İki meşçere ve bölme haritası ile kısmen örtüşen alanlar mavi renkle gösterilmiştir (Şekil 4).

1990 yılındaki orman alanları incelendiğinde, karaçam meşçerelerinin oldukça baskın olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 1). Meşçere tipi sembolleri ağaç türü, meşçere gelişim çağı ve meşçere kapallığı ile ilgili bilgi vermektedir. Bu semboller Orman Genel Müdürlüğü,

Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığının 299 no.lu tebliğinde açıklanmıştır (OGM, 2018). Arazi örtüsü tipleri değerlendirildiğinde de yaklaşık 27000 hektar alanın %61'inin orman alanı, %8.5'inin ağaçsız orman toprağı, %28'inin de tarım alanı olduğu görülmektedir.

2013 yılındaki meşçere haritası incelendiğinde 1990 yılına kıyasla meşçere çeşitliliğinin arttığı görülmektedir. Meşçere tipi sembollerine eklenen E ve T harfleri sırasıyla "erozyon" ve "taşlık" sahaları temsil etmektedir. Arazi örtüsü tipleri değerlendirildiğinde ise 1990 yılında olmayan bozuk ardıç, maden ocağı, taşlık alan gibi yeni örtü tiplerinin olduğu anlaşılmaktadır. 2013 yılında bölgedeki yaklaşık 27000 hektar alanın %63'ünün orman alanı, %9'unun ağaçsız orman toprağı, %27'sinin de tarım alanı olduğu görülmektedir (Çizelge 2).



Şekil 4. Bölme poligonlarının 1990-2013 yılları arasındaki değişimi

Çizelge 1. 1990 yılı arazi örtüsü ve meşçere tiplerinin dağılımı ve 2013 yılı karşılaştırılması

Arazi örtüsü tipi	Meşçere tipi (1990 yılı)	Poligon sayısı (1990 yılı)	Poligon sayısı (2013 yılı ile örtüşmeyen)	Poligon sayısı (2013 yılı ile örtüşen)	Örtüşen alan (ha)
Bozuk saf karaçam	ÇBÇk	544	69	475	5623.96
Bozuk saf kızılçam	ÇBÇz	3	3	0	0.00
Bozuk karaçam-kızılçam karışık meşçere	ÇBÇkÇz	7		7	154.29
	ÇBÇzÇk	1		1	18.26
Bozuk meşe	ÇBMBt	37	11	26	414.18
	Çka	50	8	42	303.12
	Çkab3	38	7	31	319.56
	Çkb1	2		2	2.89
	Çkb2	44	4	40	325.07
Saf karaçam	Çkb3	124	6	118	1211.76
	Çkc1	360	19	341	2854.12
	Çkc2	239	34	205	1606.87
	Çkc3	305	63	242	3176.94
	ÇkÇzc1	29	14	15	215.59
	ÇkÇzc2	3		3	36.82
	ÇkÇzc3	1	1	0	0.00
	ÇzÇkc2	1	1	0	0.00
Karaçam-kızılçam karışık meşçere	ÇkKvb3	12		12	147.09
Karaçam-kavak karışık meşçere					
Orman toprağı	OT	231	18	213	2082.43
	OT-Z	10		10	219.47
Mera	Me	23		23	252.57
Tarım alanı	Z	322	58	264	7462.98
Su alanı	Su	5		5	34.04
Yerleşim alanı	İs	3	1	2	27.27
Değerlendirme dışı	Değerlendirme dışı	5		5	362.01
Toplam		2399	312	2082	26851.30

1990 yılındaki arazi örtüsü 2013 yılındaki arazi örtüsü ile karşılaştırılarak değişimler incelenmiştir (Çizelge 3). Bu değişimler 1990 yılında kapalılığı %10'un altında olan ve bozuk olarak adlandırılan karaçam meşcerelerinin yaklaşık %40'ının kapalılığı %10 ve üzerindeki karaçam meşcereleri karışık meşcerelerin ise 2013 yılında tümüyle verimli karaçam-kızılçam karışık meşcerelerine dönüştüğü anlaşılmaktadır. Ayrıca 1990 yılındaki meşcere haritasında bulunmayan bozuk ardıç ve bozuk diğer yapraklı meşcereleri 2013 yılındaki haritalarda işaretlenmiştir. Ayrıca yerleşim yerlerinin alansal olarak büyüdüğü 2013 yılında mezarlık, taşlık alan ve maden ocağı gibi yeni semboller de yer almıştır.

Çalışmada 1990 ve 2013 yıllarına ait meşcere haritaları CBS yazılımı yardımıyla kesleştirildiğinde (çakıştırıldığında) iki farklı zamanda oluşan zamansal değişim (Çoban ve Koç, 2008; Çoban vd., 2010) bulunabilir. Bu değişime bakıldığında değişimin mekânsal ve yapısal boyutta ele alınabileceği görülür (Jensen, 1996). Bir alandaki mekânsal değişim, alanın büyüklüğündeki ve konumundaki değişimle

birlikte ele alınabilir. Bu çalışmada mekânsal değişim iki boyutuyla da ele alınmış ve meşcerenin doğal gelişmesi sonucu oluşan yapısal değişim de hesaplanmıştır (Koç ve Yener, 2001). Örneğin; 1990 yılındaki bozuk karaçam meşcerelerinin 2013 yılında 3348 hektar, %59 oranında azaldığı görülmektedir. Bu değişimin büyüklüğünün yanında konumsal durumu da değişim haritasında izlenebilmektedir (Şekil 5).

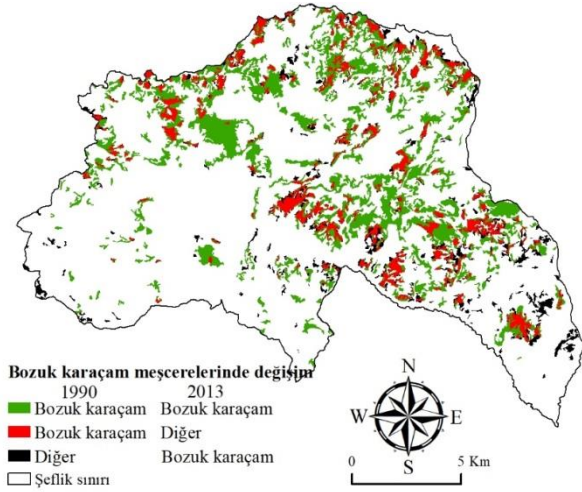
Çalışma alanında 1990 ve 2013 yılları arasındaki meşcere haritalarının kesleştirilmesi ve 0.5 hektardan küçük alanlarının elenmesi sonucunda elde edilen değişim dosyasında bu iki farklı zamana ait öznelik bilgileri yer almaktadır. Bu değişim dosyasındaki verilerin analizi için bu dosyanın öznelik verileri excel ortamına aktırılarak değişim matrisi üretilmiştir (Çizelge 4). Bu çizelge değişimin yönü hakkında detaylı bilgiler sunar. Değişim belirleme çalışmalarında değişimin yönünün diğer bir deyişle nereden nereye bir değişimin gerçekleştiğinin bilinmesine ihtiyaç duyulur. Değişim analizinde bütün meşcere tipleri için de değişimler incelenmiştir.

Çizelge 2. 2013 yılındaki arazi örtüsü ve meşcere tiplerinin dağılımı

Arazi örtüsü tipi	Meşcere tipi	Poligon sayısı	Alan (ha)
Bozuk saf karaçam	BÇk, BÇk-E, BÇk-T	392	2275.01
Bozuk meşe	BM, BM-T	16	125.34
Saf karaçam meşceresi	Çk0, Çka, Çka-E, Çka0, Çka3, Çkab3, Çkb2, Çkb2-E, Çkb3, Çkbc1, Çkbc1-E, Çkbc1-T, Çkbc1/a, Çkbc1/a-E, Çkbc1Y, Çkbc2, Çkbc2-E, Çkbc2-T, Çkbc2/a, Çkbc3, Çkbc3-E, Çkc1, Çkc1-E, Çkc1-T, Çkc1/a, Çkc1Y, Çkc2, Çkc2-E, Çkc2-T, Çkc3, Çkc3-E, Çkcd1, Çkcd1-E, Çkcd1-T, Çkcd1/a, Çkcd1/a3, Çkcd2, Çkcd2-E, Çkcd2-T, Çkcd2Y, Çkcd3, Çkcd3Y, ÇkÇzbc2, ÇkÇzc2, ÇkÇzc2-T, ÇkÇzcd1, ÇkÇzcd1-T, Çkcd3	1952	13907.96
Karaçam-kızılçam karışık	ÇkÇzbc2, ÇkÇzc2, ÇkÇzc2-T, ÇkÇzcd1, ÇkÇzcd1-T	24	331.10
Karaçam-kavak karışık	ÇkKvc3	8	45.32
Bozuk ardıç	BAr, BAr-E, BAr-T	20	144.12
Bozuk diğer yapraklı	BDy, BDy-E	2	6.90
Orman toprağı	OT, OT-E, OT-T	658	2437.52
Mera	Me	4	105.30
Tarım alanı	Z	478	7125.03
Su alanı	Su	4	143.26
Yerleşim alanı	İs	36	167.52
Mezarlık	Mzl	6	7.64
Taşlık alan	T	8	45.72
Maden ocağı	Oc	3	12.52
Toplam		3611	26880.25

Çizelge 3. 1990 ve 2013 yıllarındaki arazi örtüsünde oluşan değişimler

Arazi örtüsü	Poligon sayısı (1990)	Poligon sayısı (2013)	Değişim (adet)	1990 yılı alan (ha)	2013 yılı alan (ha)	Değişim	
						(ha)	(%)
Bozuk saf karaçam	475	392	-83	5623.96	2275.01	-3348.95	-59.55
Bozuk karaçam-kızılçam	8	0	-8	172.55	0.00	-172.55	-100.00
Bozuk meşe	26	16	-10	414.18	125.34	-288.84	-69.74
Saf karaçam	1021	1952	931	9800.33	13907.96	4107.63	41.91
Karaçam-kızılçam	18	24	6	252.42	331.10	78.68	31.17
Karaçam-kavak	12	8	-4	147.09	45.32	-101.77	-69.19
Bozuk ardıç		20	20	0.00	144.12	144.12	
Bozuk diğer yapraklı		2	2	0.00	6.90	6.90	
Orman toprağı	223	658	435	2301.90	2437.52	135.62	5.89
Mera	23	4	-19	252.57	105.30	-147.27	-58.31
Tarım alanı	264	478	214	7462.98	7125.03	-337.95	-4.53
Su alanı	5	4	-1	34.04	143.26	109.22	320.86
Yerleşim alanı	2	36	34	27.27	167.52	140.25	514.30
Mezarlık		6	6	0.00	7.64	7.64	
Taşlık alan		8	8	0.00	45.72	45.72	
Maden ocağı		3	3	0.00	12.52	12.52	
Toplam	2077	3611	1534	26489.29	26880.25	390.96	1.48



Şekil 5. Bozuk karaçam meşcerelerinin 1990-2013 yılları arasındaki değişimi

Değişim matrisini (Çizelge 4) incelendiğinde 1990 ve 2013 yılları arasında genel alanın %66'ısı olan toplam 17851 ha alanın değişmediği hesaplanmıştır. Alanın geriye kalan %34'ünde ise çeşitli yön ve büyüklükte değişimlerin yaşandığı anlaşılmaktadır. 2013 yılı verilerine göre orman alanının 484.05 ha arttığı, yerleşim yerlerinin özellikle 1990 yılındaki tarım alanlarından dönüşerek 140 ha arttığı, orman içi açıklıkların 68 ha arttığı, bozuk yapıdaki meşcerelerin yerini normal kapalıdaki meşcerelere bıraktığı görülmektedir. 1990 yılındaki tarım alanlarının %81'i 2013 yılında da aynı şekilde tarım alanı olarak kaydedilmişse de, 1437 ha tarım alanı 2013 yılında başka bir arazi örtüsü tipi ile değişirken 2013 yılındaki 1092 hektar tarım alanının 1990 yılında diğer arazi örtüsü tiplerine kayıtlı olduğu

görülmektedir. Toplamda 1990-2013 yılları arasında tarım alanlarının %5 oranında azaldığı hesaplanmıştır.

Bölgede 2014 yılından 2019 yılına kadar yapılan silvikültürel uygulamalar ilgili cetvellerden çıkarılarak Çizelge 5'te, bu uygulamaların yapıldığı meşcerelerin konumsal dağılımı da Şekil 6'da verilmiştir. Silvikültürel uygulamaların karaçam ağaç türünü barındıran meşcere tiplerinde yapıldığı görülmektedir. Bu silvikültürel uygulamaların toplam 314.5 hektar orman alanında yapıldığı tespit edilmiştir. 2013-2032 amenajman plan dönemine ait olan bu silvikültürel uygulamalar, meşcere yapılarında değişimlere neden olmuştur. 2032 yılından sonra bölgede yeniden bir arazi çalışması yapılarak yeni bir amenajman planı ve meşcere haritaları oluşturulacaktır. O ana kadar, CBS ortamında 2013 yılında hazırlanan coğrafi veri tabanına ormancılık uygulamalarının sonuçlarının girilmesi değişimlerin izlenmesi açısından son derece önemlidir. Ancak orman işletmesinin üretim gibi konumsal verilerin CBS ortamına aktarılması, mevcut meşcere ya da arazi örtüsü haritalarının güncelleştirilmesi, coğrafi veri tabanına yeni verilerin eklenmesi, grafik ve sözel verilerin düzenlenmesi konusunda eksiklikler görülmüştür. Bu süreçte, sadece ormanlardaki değişimler değil işletme alanının tümünü kapsayan ve arazi örtüsünde bir değişime neden olan olayların tümü CBS ortamına aktarılmalıdır. Yeni maden ocakları, yeni yollar, yeni tarım alanları ya da yangın gibi doğal afetler sonucunda zarar gören alanlar konumsal olarak kaydedilmeli ve coğrafi veri tabanına işlenmelidir. Orman alanlarının çevresindeki objelerle birlikte değerlendirilmesi, bu çevresel etkileşimin anlaşılması ve orman ekosistemindeki ilişkilerin yorumlanması ile ilgili değerli bilgilerin elde edilmesini sağlayabilir.

Çizelge 4. Arazi örtüsü değişim matrisi*

Arazi örtüsü	Bozuk saf karaçam	Bozuk meşe	Saf karaçam	Karaçam-Kızılcım	Karaçam-Kavak	Orman toprağı	Mera	Tarım alanı	Su alanı	Yerleşim alanı	Mezarlık	Taşlık alan	Maden ocağı	Bozuk ardıç	Bozuk diğer yapraklı	Genel toplam (1990 yılı)
Bozuk saf karaçam	1464.35	80.22	3080.47	37.22		663.67		127.18			0.93	6.04	1.03	132.29	2.20	5595.61
Bozuk karaçam-kızılcım	27.98		96.24	35.52		6.59		5.96								172.29
Bozuk meşe	49.64	13.91	86.64	3.54		167.66	70.83	19.90								412.11
Saf karaçam	226.54	10.10	9226.87	81.50	11.28	105.47		113.64	3.90					9.71		9789.02
Karaçam-kızılcım	23.22		48.72	170.55		1.25		5.41								249.15
Karaçam-kavak	1.71		110.83		32.55	0.75										145.84
Orman toprağı	207.44	5.03	387.50			834.29		773.52	12.77	9.46	0.68	34.82		2.18	1.60	2269.29
Mera	24.08		80.59			87.67	21.69	35.70			0.71					250.42
Tarım alanı	213.73	18.31	467.43	6.25		456.07		6054.29	117.14	135.29	4.85	3.95	11.26		3.10	7491.66
Su alanı			14.59			6.91		2.42	10.05							33.97
Yerleşim alanı								4.80		22.91						27.71
Değerlendirme dışı alanlar	18.83		333.60			7.71		3.47								363.61
Genel Toplam (2013 yılı)	2257.52	127.57	3933.47	334.58	43.84	2338.03	92.51	7146.29	143.86	167.66	7.17	44.80	12.29	144.19	6.90	26800.67

*Matriste satır değerleri 1990 yılı, sütun değerleri 2013 yılı temsil etmektedir.

Çizelge 5. Çamsu Orman İşletmesindeki 2014-2019 yılları arasındaki silvikültürel uygulamalar

Silvikültür uygulama yılı	Uygulama şekli	Bölme no	2013 yılı meşcere haritasındaki meşcere tipi	Aktüel meşcere tipi	Uygulama alanı (ha)	Meşcere (bölme) alanı (ha)
2014	Tohumlama kesimi	80	Çkc2	Çkc1	4	6.6
2014	Boşaltma kesimi	80	Çkc2	Çkc1/a3	2.6	6.6
2014	Boşaltma kesimi	80	Çkcd1/a3	Çkcd0/a	2.5	2.5
2014	Tohumlama kesimi	81	Çkc2-2	Çkc1	3	4.3
2014	Tohumlama kesimi	111	Çkcd2-2	Çkcd1	3.5	3.5
2014	Tohumlama kesimi	111	Çkd3-2	Çkd1	1.7	1.7
2014	Tohumlama kesimi	112	Çkc3-2	Çkc1	5	8.7
2014	Tohumlama kesimi	112	Çkcd3-2	Çkcd1	2	3.7
2014	Tohumlama kesimi	112	Çkd3	Çkd1	3	4.4
2014	Boşaltma kesimi	112	Çkd3	Çkd0/a3	1.4	4.4
2014	Tohumlama kesimi	136	Çkc3-2	Çkc1	2.7	2.7
2014	Tohumlama kesimi	136	Çkc3-3	Çkc1	9.3	9.3
2014	Boşaltma kesimi	172	Çkc2	Çkc0/a	1	2.9
2014	Boşaltma kesimi	172	Çkd3	Çkd0/a	1	2.6
2014	Tohumlama kesimi	173	Çkc3	Çkc3	12.3	39.3
2014	Tohumlama kesimi	174	Çkc2	Çkc2	3.6	3.6
2014	Tohumlama kesimi	174	Çkc3-1	Çkc3-1	5.7	15.7
2014	Tohumlama kesimi	174	Çkcd3-2	Çkcd1	5	28.8
2014	Tohumlama kesimi	176	Çkc2-1	Çkc1	5	5
2014	Tohumlama kesimi	176	Çkc3	Çkc1	3.4	3.4
2014	Tohumlama kesimi	176	Çkcd2-1	Çkcd1	6	17.7
2014	Tohumlama kesimi	177	Çkc3-2	Çkc1	2.1	2.1
2014	Boşaltma kesimi	177	Çkcd1	Çka3	2.8	2.8
2014	Tohumlama kesimi	177	Çkcd2-2	Çkcd1	3.7	7.7
2014	Boşaltma kesimi	177	Çkcd2-2	Çkcd0/a	4	7.7
2015	Boşaltma kesimi	105	Çkcd3-1	Çka3	15	59.7
2015	Boşaltma kesimi	135	Çkcd3	Çka3	3.4	4.4
2016	Boşaltma kesimi	105	Çkcd3-1	Çka3	14.7	59.4
2016	Boşaltma kesimi	174	Çkcd3-1	Çka3	5	5
2017	Tohumlama kesimi	81	Çkc2-1	Çkc1	8.3	16.3
2017	Tohumlama kesimi	81	Çkc3-2	Çkc1	9.5	15.5
2017	Tohumlama kesimi	105	Çkd3	Çkd1	6.4	6.4
2017	Boşaltma kesimi	132	Çkcd3-1	Çka3	1.9	5.9
2017	Tohumlama kesimi	132	Çkcd3-1	Çkcd1	4	5.9
2017	Tohumlama kesimi	132	Çkcd3-3	Çkcd1	6	9
2017	Tohumlama kesimi	133	Çkcd3-1	Çkcd1	4	6.4
2017	Tohumlama kesimi	135	Çkcd3	Çkcd1	1	4.4
2017	Tohumlama kesimi	172	Çkc2	Çkc1	1.9	2.9
2017	Tohumlama kesimi	172	Çkd3	Çkd1	1.6	2.6
2017	Tohumlama kesimi	173	Çkc3	Çkc1	15	39.3
2017	Tohumlama kesimi	174	Çkc3-1	Çkc1	5	15.7
2017	Tohumlama kesimi	174	Çkcd3-2	Çkcd1	8.8	28.8
2017	Boşaltma kesimi	176	Çkcd2-1	Çka3	6	17.7
2018	Boşaltma kesimi	81	Çkc3-2	Çkc1/a3	6	15.5
2018	Boşaltma kesimi	81	Çkcd1/a3	Çka3	6	6
2018	Boşaltma kesimi	174	Çkcd3-1	Çka3	4.9	4.9
2019	I. Işık kesimi	80	Çkc2	Çkc0/a3	4	6.6
2019	Boşaltma kesimi	81	Çkcd3	Çka3	14.1	14.1
2019	I. Işık kesimi	111	Çkcd2-2	Çkcd0/a	3.5	3.5
2019	I. Işık kesimi	111	Çkd3-2	Çkd0/a	1.7	1.7
2019	I. Işık kesimi	112	Çkc3-2	Çkc0/a	5	8.7
2019	I. Işık kesimi	112	Çkcd3-2	Çkcd0/a	2	3.7
2019	I. Işık kesimi	112	Çkd3	Çkd0/a3	3	4.4
2019	Boşaltma kesimi	133	Çkcd3-1	Çka3	2.4	6.4
2019	I. Işık kesimi	136	Çkc3-2	Çkc0/a	2.7	2.7
2019	I. Işık kesimi	136	Çkc3-3	Çkc0/a	9.3	9.3
2019	Boşaltma kesimi	172	Çkd3	Çka3	1.6	2.6
2019	I. Işık kesimi	174	Çkc2	Çkc0/a	3.6	3.6
2019	I. Işık kesimi	174	Çkc3-1	Çkc0/a	5.7	15.7
2019	I. Işık kesimi	174	Çkcd3-2	Çkcd0/a	5	28.8
2019	I. Işık kesimi	176	Çkc2-1	Çkc0/a	5	5
2019	I. Işık kesimi	176	Çkc3	Çkc0/a	3.4	3.4
2019	I. Işık kesimi	176	Çkcd2-1	Çkcd0/a	6	17.7
2019	I. Işık kesimi	177	Çkc3-2	Çkc0/a	2.1	2.1
2019	I. Işık kesimi	177	Çkcd2-2	Çkcd0/a	3.7	7.7
Toplam					314.5	677.1

- Gülcü, S., Akay, A.E., 2015. Assessment of ecological passages along road networks within the Mediterranean forest using GIS-based multi criteria evaluation approach. *Environmental monitoring and assessment*, 187(12): 779.
- Günlü, A., Kadioğulları, A.I., Keleş, S., Başkent, E.Z., 2009. Spatiotemporal changes of landscape pattern in response to deforestation in Northeastern Turkey: a case study in Rize. *Environmental monitoring and assessment*, 148(1-4): 127-137.
- Jensen, J.R., 1996. *Introductory digital image processing: a remote sensing perspective*. Prentice-Hall Inc.
- Kadioğulları, A.İ., Keleş, S., Başkent, E.Z., Günlü, A., 2008. Spatiotemporal changes in landscape pattern in response to afforestation in Northeastern Turkey: a case study of Torul. *Scottish Geographical Journal*, 124(4): 259-273.
- Kintz, D.B., Young, K.R., Crews-Meyer, K.A., 2006. Implications of land use/land cover change in the buffer zone of a national park in the tropical Andes. *Environmental Management*, 38(2): 238-252.
- Koç, A., Yener, H., 2001. Uzaktan algılama verileriyle İstanbul çevresi ormanlarının alansal ve yapısal değişikliklerinin saptanması. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 51(2): 17-36.
- Lu, D., Mausel, P., Brondizio, E., Moran, E., 2004. Change detection techniques. *International journal of remote sensing*, 25(12): 2365-2401.
- OGM, 2013. Çamsu Orman İşletme Şefliği Amenajman Planı. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- OGM, 2015. Türkiye Orman Varlığı. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- OGM, 2018. Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar. https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Tebliğler/Forms/Orman_Idaresi_ve_Planlama.aspx, Erişim: 10.01.2020.
- OGM, 2019. Ormancılık İstatistikleri. <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Sayfalar/Istatistikler.aspx>, Erişim: 10.01.2020.
- Örücü, Ö.K., 2019. Phoenix theophrasti Gr.'nin iklim değişimine bağlı günümüz ve gelecekteki yayılış alanlarının MaxEnt Modeli ile tahmini ve bitkisel tasarımda kullanımı. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 20(3): 274-283.
- Örücü, Ö.K., Arslan, E.S., 2020. Beyşehir Gölü ve Kızıldağ Milli Parkı sınır değişikliğinin arazi örtüsü ve arazi kullanımı açısından analizi. *International Journal of Geography and Geography Education*, (41): 292-318.
- Rathnayake, C.W., Jones, S., Soto-Berelov, M., 2020. Mapping Land Cover Change Over a 25-Year Period (1993–2018) in Sri Lanka Using Landsat Time-Series. *Land*, 9(1): 27.
- Rawat, J.S., Kumar, M., 2015. Monitoring land use/cover change using remote sensing and GIS techniques: A case study of Hawalbagh block, district Almorā, Uttarakhand, India. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 18(1): 77-84.
- Singh, A., 1989. Review article digital change detection techniques using remotely-sensed data. *International Journal of Remote Sensing*, 10(6): 989-1003.
- Uzun, A., Yener, H., Koc, A., Yeşil, A., 2012. Determination of temporal changes in land uses of Princes' Islands, İstanbul (TR). *African Journal of Agricultural Research*, 7(8): 1358-1367.
- Xie, H., He, Y., Choi, Y., Chen, Q., Cheng, H., 2020. Warning of negative effects of land-use changes on ecological security based on GIS. *Science of The Total Environment*, 704: 135427.
- Yener, H., Koç, A., 2006. Monitoring changes in forest and other land use forms in İstanbul. *Journal of environmental biology*, 27(1): 77-83.
- Zambelli, P., Lora, C., Spinelli, R., Tattoni, C., Vitti, A., Zatelli, P., Ciolli, M., 2012. A GIS decision support system for regional forest management to assess biomass availability for renewable energy production. *Environmental Modelling & Software*, 38: 203-213.

Evaluation of essential properties of impregnating agents for preserving wood by AHP method in fuzzy environment

Ayşenur Gürgen^{a,*}, Sibel Yıldız^a, Ümit Cafer Yıldız^a, Sabrina Palanti^b

Abstract: In this study, the essential properties of the impregnating agents for preserving wood were evaluated using analytic hierarchy process (AHP) method in fuzzy environment. Firstly, an AHP has been established and a questionnaire has been prepared of all criteria mentioned in the process. The questionnaire questions were answered by experts in the field. The answers were transformed into fuzzy numbers and all responses were evaluated in accordance with Buckley method. Fuzzy and normalized weights of all major and sub-criteria were calculated. According to the calculations made using this method, the first expected property impregnating agents for preserving wood was found to be the effectiveness parameter. It was followed by the eco-friendly, economic, permanent and reliable main criteria. The expected properties from an impregnation agent may vary according to the classes use and used wood commodity. This study showed that the fuzzy AHP method can be used in the impregnation industry as well as many engineering disciplines.

Keywords: Analytic hierarchy process, Expected/essential properties, Fuzzy environment, Wood preservatives

Odun koruma emprenye maddelerinden istenilen özelliklerin bulanık ortamda AHP metodu ile değerlendirilmesi

Özet: Bu çalışmada, odun koruma emprenye maddelerinden istenilen özellikler bulanık ortamda analitik hiyerarşi süreci (AHP) yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Öncelikle bir AHP kurulmuş ve süreçte belirtilen tüm kriterler hakkında bir anket hazırlanmıştır. Anket soruları bu alandaki uzmanlar tarafından cevaplandırılmıştır. Cevaplar bulanık sayılara dönüştürülmüş ve tüm cevaplar Buckley yöntemine göre değerlendirilmiştir. Tüm ana ve alt kriterlerin bulanık ve normalize ağırlıkları hesaplanmıştır. Bu yöntem kullanılarak yapılan hesaplamalara göre, emprenye ahşap koruyucusundan beklenen ilk özellik etkililik parametresidir. Bunu çevre dostu, ekonomik, kalıcı ve güvenilir ana kriterleri izlemiştir. Bir emprenye maddesinden beklenen özellikler, kullanılan ve kullanılan ahşap eşya sınıflarına göre değişebilir. Bu çalışma, bulanık AHP yönteminin emprenye endüstrisinde ve birçok mühendislik disiplininde kullanılabilirliğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Analitik hiyerarşi süreci, Beklenen/temel özellikler, Bulanık ortam, Odun koruyucu

1. Introduction

Wood is one of the most common materials people have used for centuries. Wood, which is a biological material, can be degraded by micro and macro organism and abiotic factors (Eriksson et al., 2012). Wood and wood-based products need to be protected against these factors in order to provide a reliable level of service. The most common application is to impregnate the wood with protective chemicals in order to protect it against above mentioned factors (McIntyre and Eakin, 1984). Therefore, wood preservation differs from the surface treatments. While the surface treatment includes the application of protective processes by surface treatments of the wood material, the vacuum - pressure impregnation determine various chemicals into the wood structure for protecting wood against biotic and abiotic factors.

Since wood has been used in human life, numerous methods have been tried for wood preservation. Wood preservation methods and materials have been still

extensively investigated by many researchers. For example, Onuorah (2000) studied the anti-fungal properties of heartwood extracts of two very durable tropical hardwood species *Milicia excelsa* and *Erythrophleum suaveolens* and noted that high level concentration of extracts can be used as wood-preservative. Goktas et al., (2007) have been reported that poisonous *Sternbergia candidum* extracts with high level concentrations could be used as effective wood preservative. Eller et al., (2010) investigated efficiency of critical fluid and ethanol extracts of *Juniperus virginiana* against subterranean termites and wood-rot fungi and the researchers reported that extracts of the studied plant is a safe and renewable source for wood protection. Some researchers also were noticed the usage possibilities of nanoparticles such as silica nanoparticles (Giudice and Pereyra, 2010), titanium dioxide (De Filpo et al., 2013), nano-sized boron nitride (BN) (Kizilirmak et al., 2018) and silver nanoparticles (Can et al., 2019) in the wood preservation industry. Dong et al. (2016) used the rosin impregnation to improve the physical and mechanical

✉ ^a Karadeniz Technical University, Faculty of Forestry, Forest Industrial Engineering, Trabzon, Turkey

@ ^b CNR-IBE, Trees and Timber Institute, Florence, Italy

* **Corresponding author** (İletişim yazarı): aysenur.yilmaz@ktu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 09.12.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 11.03.2020



Citation (Atıf): Gürgen, A., Yıldız, S., Yıldız, Ü.C., Palanti, S., 2020. Evaluation of essential properties of impregnating agents for preserving wood by AHP method in fuzzy environment. Turkish Journal of Forestry, 21(1): 70-76. DOI: [10.18182/tjf.655061](https://doi.org/10.18182/tjf.655061)

properties of poplar wood. Var and Ozkan (2018) studied the effects of the leaves of quince tree, pomegranate and walnut fruit shells' dye and natural mineral water treatment on some physical properties of poplar wood and they recommended this technique as a natural wood protection way.

Wood impregnation can be made with different systems and many different impregnation materials. Among the impregnation solutions, water-soluble impregnation agents are the most common used for the protection of wood. The impregnation agent used to protect wood must have some properties. Although these properties vary according to the area of use, it is possible to determine the characteristic properties which are desired and expected from an impregnation agent. To know what are the desired and expected properties from an impregnation substance will be contributed to the both the researchers who are researching new impregnation materials and industrialists interested in introducing new products in the market.

Analytic Hierarchy Process (AHP) is one of the multi-criteria decision making methods developed by Thomas L. Saaty in the 1980s (Saaty, 1980). Based on pairwise comparisons in human nature, AHP evaluates how important, preferred or dominant these pairwise comparisons and options are compared to each other. This method for determining the best option is frequently used in the solution of complex decision problems due to its ease of use and considering both quantitative and qualitative factors (Imren et al., 2016). In classical AHP, decision makers use the real values while making evaluations, while Fuzzy AHP (FAHP) can make easier evaluation using fuzzy numbers or linguistic variables (Gurgen et al., 2019).

The aim of this study is to evaluate the expected performance properties from impregnating agents for preserving wood using analytic hierarchy process (AHP) method in fuzzy environment. In the study, the fuzzy AHP method developed by Buckley, (1985) was applied. This method consists of several steps. First of all, the experts evaluated each main and sub-criterion involved in the predetermined analytical hierarchy process by pairwise comparison and expressed the importance of each criterion in linguistic terms.

2. Material and methods

The method of this study is analytical hierarchy process. 5 experts which were academicians working in the field of wood preservation answered the AHP pairwise comparisons in this study. The experts have been studied over 20 years wood protection science field. When preparing the process, the required properties of the wood impregnation substance were divided into main and sub-criteria. The main and sub-criteria used in the study was given in Figure 1.

The linguistic expressions and fuzzy significance scale were given in Table 1.

Table 1. Linguistic expressions and corresponding triangular fuzzy numbers

Description	Triangular fuzzy numbers	Contrast triangular fuzzy numbers
Equally important	(1,1,1)	(1/1, 1/1, 1/1)
Moderately more important	(1,3,5)	(1/5, 1/3, 1/1)
Strongly more important	(3,5,7)	(1/7, 1/5, 1/3)
Very strongly more important	(5,7,9)	(1/9, 1/7, 1/5)
Demonstratively more important	(7,9,9)	(1/9, 1/9, 1/7)

The fuzzy decision matrix was obtained after the data collected from the experts as follows;

$$\tilde{C}^k = [c_{ij}]_{n \times n} = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{c}_{12} & \tilde{c}_{13} & \dots & \tilde{c}_{1n} \\ \tilde{c}_{21} & 1 & \tilde{c}_{23} & \dots & \tilde{c}_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \tilde{c}_{n1} & \tilde{c}_{n2} & \tilde{c}_{n3} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$k=1, 2, \dots, p$
 $i, j=1, 2, \dots, n$

where, \tilde{C}^k is fuzzy decision matrix that represents the importance degrees of criteria given kth expert, p is the number of experts, n is the number of criteria. c_{ij} indicates the fuzzy comparison value of criterion i to creation j . In this study, the geometric mean method was used to gather the answers of the experts. The aggregated result matrix is as follows.

$$\tilde{C} = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{c}_{12} & \tilde{c}_{13} & \dots & \tilde{c}_{1n} \\ \tilde{c}_{21} & 1 & \tilde{c}_{23} & \dots & \tilde{c}_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \tilde{c}_{n1} & \tilde{c}_{n2} & \tilde{c}_{n3} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

where \tilde{C} is the aggregated pairwise comparison matrix. After the aggregated pairwise comparison matrix is obtained, the calculation of the criteria weights is performed. Fuzzy weight matrix is determined by Buckley's method as below;

$$\tilde{r}_i = (\tilde{c}_{i1} \otimes \tilde{c}_{i2} \otimes \dots \otimes \tilde{c}_{in})^{1/n} \quad (3)$$

$$\tilde{w}_i = \tilde{r}_i \otimes (\tilde{r}_i + \tilde{r}_i + \dots + \tilde{r}_i)^{-1} \quad (4)$$

where \tilde{r}_i is the geometric mean of the fuzzy comparison value of criterion i to each criterion, \tilde{w}_i is the fuzzy weight of the i th criterion. At last stage, defuzzification and normalization operations are applied. In this study, centroid method is used in order to convert the fuzzy weight into crisp value. Centroid method is defined as below,

$$w_i = \frac{w_l + w_m + w_u}{3} \quad (5)$$

where w_i is the crisp value of the i th criteria. w_l , w_m , w_u that represent triangular fuzzy numbers indicates the lower bound the middle value and the upper bound, respectively. These values should be normalized to be more understandable and comparable. The normalization process is performed as follows,

$$w_i^N = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (6)$$

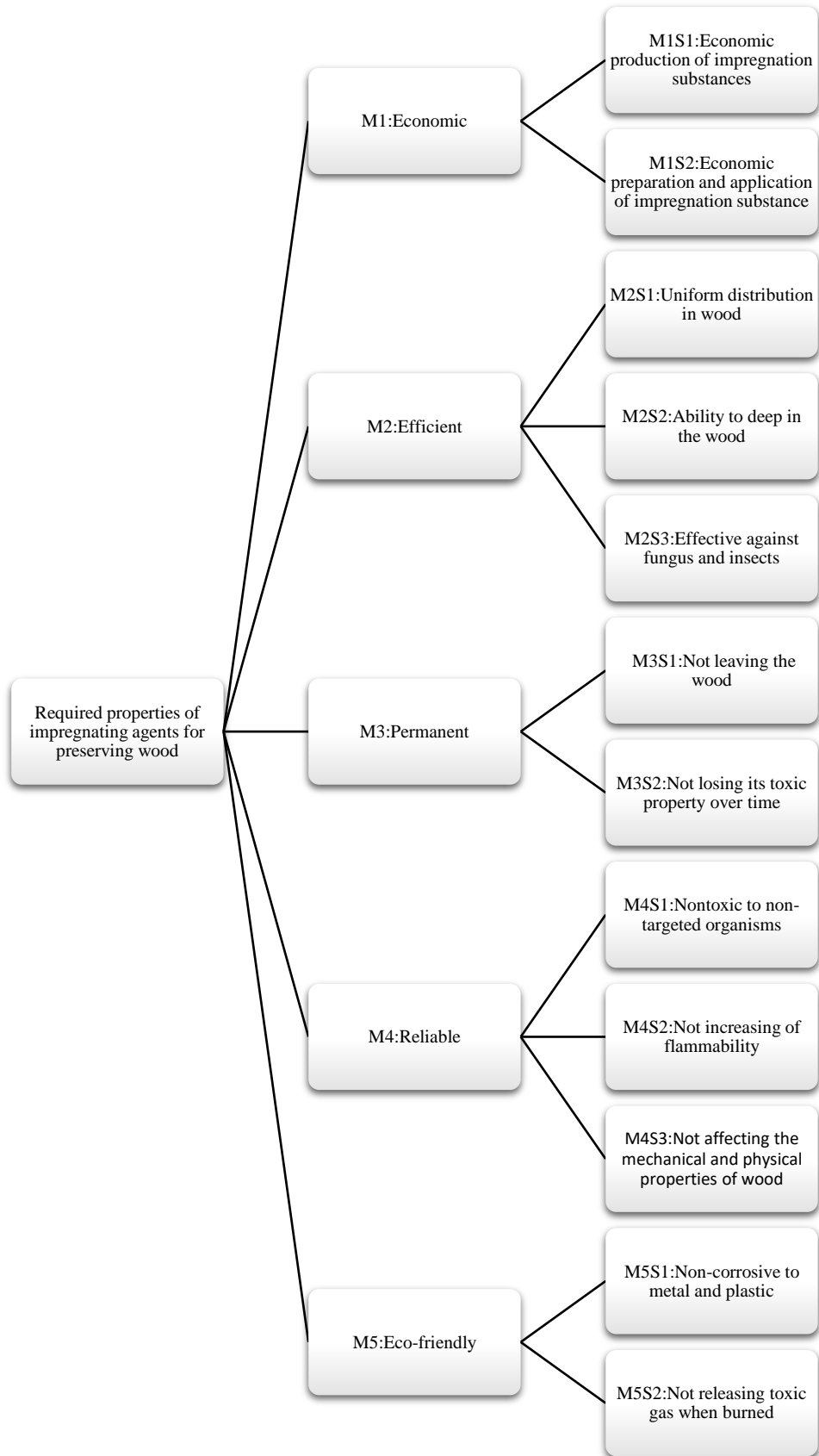


Figure 1. The main and sub-criteria used in the study (M: Main criteria, S: Sub-criteria)

3. Results and discussion

The linguistic expressions given by the experts to the pairwise comparisons in the questionnaire were converted to fuzzy numbers and combined with the geometric mean

method and a single matrix was obtained. The aggregated pairwise comparisons for the main and sub-criteria were given in Table 2-7. The degrees of importance of all main and sub-criteria were given in Table 8 and Figure 2-7.

Table 2. Aggregated pairwise comparisons for the main criteria

	Economic (M1)	Efficient (M2)	Permanent (M3)	Reliable (M4)	Eco-friendly (M5)
M1	(1.000,1.000,1.000)	(0.118,0.128,0.176)	(0.577,0.614,0.668)	(4.217,6.257,8.276)	(0.614,0.826,1.316)
M2	(5.663,7.770,8.451)	(1.000,1.000,1.000)	(2.817,3.873,4.582)	(3.637,4.582,5.196)	(1.404,1.732,2.006)
M3	(1.495,1.626,1.732)	(0.218,0.258,0.354)	(1.000,1.000,1.000)	(0.312,0.438,0.759)	(0.577,0.614,0.668)
M4	(0.120,0.159,0.237)	(0.192,0.218,0.274)	(1.316,2.279,3.201)	(1.000,1.000,1.000)	(0.759,0.880,1.316)
M5	(0.759,1.209,1.626)	(0.498,0.577,0.712)	(1.495,1.626,1.732)	(0.759,1.136,1.316)	(1.000,1.000,1.000)

Table 3. Aggregated pairwise comparisons for the "Economic" sub-criteria

	Economic production of impregnation substances (M1S1)	Economic preparation and application of impregnation substance (M1S2)
M1S1	(1.000,1.000,1.000)	(1.626,2.140,3.000)
M1S2	(0.333,0.467,0.614)	(1.000,1.000,1.000)

Table 4. Aggregated pairwise comparisons for the "efficient" sub-criteria

	Uniform distribution in wood (M2S1)	Ability to deep in the wood (M2S2)	Effective against fungus and insects (M2S3)
M2S1	(1.000,1.000,1.000)	(3.482,4.486,4.879)	(0.192,0.253,0.347)
M2S2	(0.204,0.222,0.287)	(1.000,1.000,1.000)	(0.192,0.192,0.232)
M2S3	(2.877,3.948,5.196)	(4.303,5.196,5.196)	(1.000,1.000,1.000)

Table 5. Aggregated pairwise comparisons for the "Permanent" sub-criteria

	Not leaving the wood (M3S1)	Not losing its toxic property over time (M3S2)
M3S1	(1.000,1.000,1.000)	(2.140,2.590,2.817)
M3S2	(0.354,0.386,0.467)	(1.000,1.000,1.000)

Table 6. Aggregated pairwise comparisons for the "reliable" sub-criteria

	Nontoxic to non-targeted organisms (M4S1)	Not increasing of flammability (M4S2)	Not affecting the mechanical and physical properties of wood (M4S3)
M4S1	(1.000,1.000,1.000)	(2.432,2.817,3.000)	(2.140,2.590,2.817)
M4S2	(0.333,0.354,0.411)	(1.000,1.000,1.000)	(0.222,0.287,0.447)
M4S3	(0.354,0.386,0.467)	(2.236,3.482,4.486)	(1.000,1.000,1.000)

Table 7. Aggregated pairwise comparisons for the "Eco-friendly" sub-criteria

	Non-corrosive to metal and plastic (M5S1)	Not releasing toxic gas when burned (M5S2)
M5S1	(1.000,1.000,1.000)	(0.411,0.508,0.759)
M5S2	(1.316,1.968,2.432)	(1.000,1.000,1.000)

Table 8. The degrees of importance of all main and sub-criteria

Main and sub-criteria	Code	Fuzzy weights	Normalized crisp weights
ECONOMIC	M1	(0.098,0.136,0.210)	0.142
Economic production of impregnation substances	M1S1	(0.506,0.681,0.934)	0.686
Economic preparation and application of impregnation substance	M1S2	(0.229,0.318,0.423)	0.313
EFFICIENT	M2	(0.337,0.489,0.663)	0.476
Uniform distribution in wood	M2S1	(0.190,0.252,0.337)	0.254
Ability to deep in the wood	M2S2	(0.074,0.084,0.114)	0.089
Effective against fungus and insects	M2S3	(0.503,0.662,0.850)	0.656
PERMANENT	M3	(0.079,0.105,0.158)	0.109
Not leaving the wood	M3S1	(0.619,0.721,0.815)	0.714
Not losing its toxic property over time	M3S2	(0.252,0.278,0.331)	0.285
RELIABLE	M4	(0.065,0.096,0.154)	0.101
Nontoxic to non-targeted organisms	M4S1	(0.446,0.552,0.661)	0.543
Not increasing of flammability	M4S2	(0.108,0.133,0.184)	0.139
Not affecting the mechanical and physical properties of wood	M4S3	(0.238,0.314,0.415)	0.317
ECO-FRIENDLY	M5	(0.118,0.172,0.242)	0.170
Non-corrosive to metal and plastic	M5S1	(0.263,0.336,0.487)	0.351
Not releasing toxic gas when burned	M5S2	(0.471,0.663,0.872)	0.648

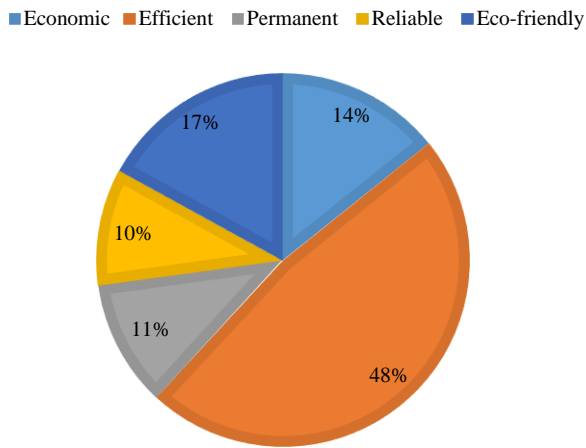


Figure 2. The degrees of importance for main criteria

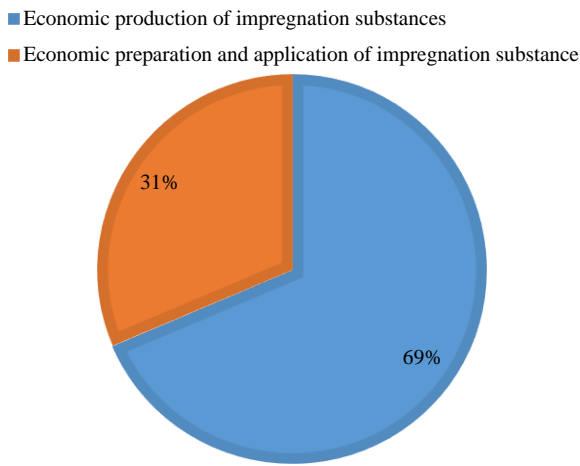


Figure 3. The degrees of importance for 'economic' criteria

Figure 2 depicts the degrees of importance for main criteria. The degrees of main criteria can be listed as efficient > eco-friendly > economic > permanent > reliable. It can be concluded that the first desired property of the impregnation agent is 'efficient'. Impregnation agent is used to give the desired level of service life to the wood according to the place and conditions used. Therefore, an ineffective impregnating agent cannot be used, no matter how cheap and environmental. The most desirable property of the impregnation material which provides the condition of being effective is that it is eco-friendly and economic (cheap) respectively. The one of the most important issues is not to pollute the environment while protecting wood. Because chromated-copper-arsenate (CCA) is inexpensive and effective, it has been used for wood protection in many parts of the world for long years, but is currently restricted and / or banned for environmental reasons (McQueen and Stevens, 1998). The searching for more environmentally friendly impregnation substances has encouraged the researchers to investigate for more natural (plant and / or animal origin) alternative substances (Yang, 2009; Tascioglu et al., 2013; Hsiao et al., 2016; Yildiz et al., 2018).

Figure 3 shows the degrees of importance for economic criteria. According to experts' results, the economic preparation and application of impregnation substance is 2.2 times more important than economic production of impregnation substance. This result does not mean that it is not important that the production of the impregnation material is cheap or expensive. However, it must be cheap for both researchers and industrialists, as an impregnation agent.

Figure 4 illustrates the degrees of importance for efficient criteria. The most important sub-criteria of efficient is effective against fungus and insects with 66% importance level. Fungus and insects are the most commonly struggled wood decay agents in the area of wood protection. Insect-fungal tests are one of the first experiments when a new impregnation material is introduced to the literature (Bultman and Parrish, 1979; Jin et al., 2011; Palanti et al., 2012; Rosalina et al., 2016). Researchers firstly test the impregnation agent against fungus-insects, and if the impregnation agent is effective, then they perform other detailed experiments. In the study, the other desired properties were showed uniform distribution on wood and ability to deep in the wood with 25 % and 9% importance degrees, respectively.

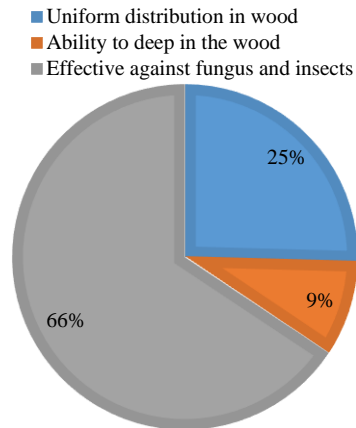


Figure 4. The degrees of importance for 'efficient' criteria

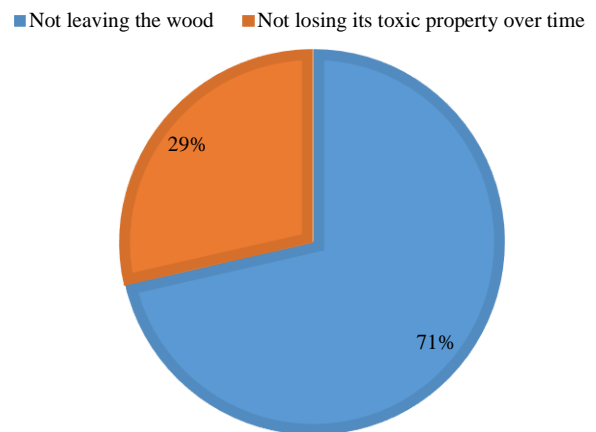


Figure 5. The degrees of importance for 'permanent' criteria

Figure 5 displays the degrees of importance for permanent criteria. The importance of sub-criteria can be listed as not leaving the wood (71%) and not losing its toxic property over time (29%). For example, boron compounds are effective antifungal impregnating agents as well as have a fire-retardant effect. They are also non-toxic to other organisms as having a natural structure (Schubert, 2000; Caldeira, 2010; Tomak et al., 2012). All these properties make boron compounds are excellent wood protection components. But boron and its compounds are leached away from the wood when is outdoor exposed. Therefore, several studies have been conducted to fixation the boron compounds in the wood (Pizzi and Baecker 1996; Obanda et al., 2008; Tomak et al., 2011).

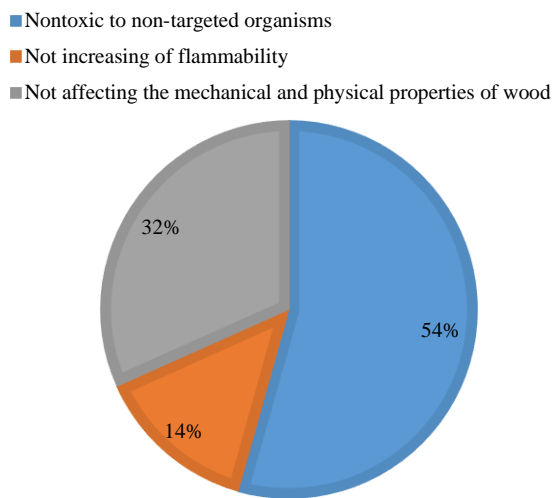


Figure 6. The degrees of importance for 'reliable' criteria

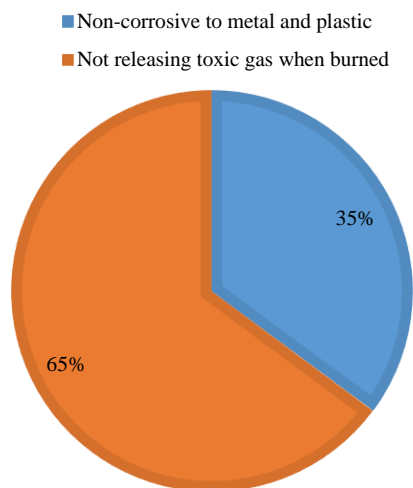


Figure 7. The degrees of importance for 'eco-friendly' criteria

Figure 6 represents the degrees of importance for reliable criteria. Nontoxic to non-targeted organisms were found the most important property among the sub-criteria of reliable criteria. This order of importance was followed by not affecting the mechanical and physical properties of wood and not increasing of flammability of wood, respectively.

Figure 7 demonstrates the degrees of importance for eco-friendly criteria. Not released toxic gas when burned criteria is found approximately 1.9 times more important than non-corrosive to metal and plastic criteria. This property is more important for disposal process than the use of impregnation agent. In addition, it is known that wood is a flammable material. Therefore, when the wood is burned, the release of the impregnating substance from the toxic substance harms both the living health and the environment.

Conclusions

Each impregnation process may vary depending on the impregnation method, the properties of the impregnation agent, the desired protection time, the conditions of use, and the like. The characteristics of wood species are different from each other, and the characteristics of trees of the same species may even vary.

In this study, the desired and expected properties from the impregnation agents were evaluated using fuzzy AHP method. This study was also conducted to demonstrate that fuzzy AHP method can be applied almost all disciplines of engineering. As a result, the desired and expected properties from an impregnation substance can be sorted as effective, by eco-friendly, economic, permanent and reliable main criteria, respectively.

References

- Buckley, J.J., 1985. Fuzzy hierarchical analysis. *Fuzzy Sets and Systems*, 17(3): 233–247.
- Bultman, J.D., Parrish, K.K., 1979. Evaluation of some wood extractives and related compounds as anti-borer, anti-fungal, and anti-termitic agents. *Internat. Biodet. Bull.*, 15(1): 19-27.
- Caldeira, F., 2010. Boron in wood preservation. A review in its physico-chemical aspects. *Silva Lusitana*, 18(2): 179-196.
- Can, A., Palanti, S., Sivrikaya, H., Hazer, B., Stefani, F., 2019. Physical, biological and chemical characterization of wood treated with silver nanoparticles. *Cellulose*, 26(8): 5075-5084.
- De Filpo, G., Palermo, A.M., Rachiele, F., Nicoletta, F.P., 2013. Preventing fungal growth in wood by titanium dioxide nanoparticles. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 85: 217-222.
- Dong, Y., Yan, Y., Wang, K., Li, J., Zhang, S., Xia, C., Q. Shi, S., Cai, L., 2016. Improvement of water resistance, dimensional stability, and mechanical properties of poplar wood by rosin impregnation. *European Journal of Wood and Wood Products*, 74(2): 177-184.
- Eller, F.J., Clausen, C.A., Green, F., Taylor, S.L., 2010. Critical fluid extraction of *Juniperus virginiana* L. and bioactivity of extracts against subterranean termites and wood-rot fungi. *Industrial Crops and Products*, 32(3): 481-485.
- Eriksson, K.E.L., Blanchette, R.A., Ander, P., 2012. *Microbial and Enzymatic Degradation of Wood and Wood Components*. Springer Science & Business Media.
- Giudice, C.A., Pereyra, A.M., 2010. Silica nanoparticles in high silica/alkali molar ratio solutions as fire-retardant impregnants for woods. *Fire and Materials: An International Journal*, 34(4): 177-187.

Miğfer kartonların yüzey özelliklerinin iyileştirilmesi

Ahmet Tutuş^a, Umut Sakçılar^b, Mustafa Çiçekler^{a,*}

Özet: Miğfer kartonlar, tamamen oluklu mukavva atıklarından, kullanım alanına göre 165 ile 450 g/m² aralığında üretilen ve bobin göbeği (temizlik kağıtları, masura vb.) olarak kullanılan bir karton çeşididir. Miğfer kartonların üretimi sırasında kalenderleme işlemi uygulanmamaktadır. Bu çalışmada, miğfer kartonların yüzey özelliklerini iyileştirmek için farklı sıcaklık, basınç ve süre altında karton yüzeylerine kalenderleme işlemi uygulanmıştır. Çalışmada 165, 275 ve 400 g/m² miğfer kartonlara 110, 130, 150 ve 170 °C sıcaklıklarda, 3 ve 5 saniye sürelerde ve 10, 15, 20 ve 25 bar basınç altında kalenderleme işlemi uygulanmıştır. Daha sonra kartonların yüzey özelliklerinden yüzey pürüzlülüğü, kat ayrımı ve hava geçirgenliği özellikleri belirlenerek kalenderleme koşullarının bu özellikler üzerine etkileri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, kalenderleme işleminin miğfer kartonlara uygulanmasının pürüzlülük, kat ayrımı ve hava geçirgenliği gibi yüzey özellikleri üzerinde olumlu bir etki gösterdiği tespit edilmiş olup kalenderleme işlemi uygulanan miğfer kartonlara uygulanacak baskının kalitesini de artıracığı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Miğfer karton, Sıcaklık, Basınç, Yüzey özellikleri

Improvement of coreboards surface properties

Abstract: Coreboards are produced entirely from corrugated cardboard wastes and 165 to 450 g/m² depending on the area of use and used as coil cores (tissue papers, bobbins, etc.). Calendering processes at different temperature, pressure and time were applied to coreboards surfaces in order to improve surface properties. The calendering process was applied to coreboards with 165, 275 and 400 g/m² at 110, 130, 150 and 170 °C temperatures for 3 and 5 seconds and under 10, 15, 20 and 25 bar pressure. Then, the surface roughness, Scott bond and air permeability properties of the coreboards were determined and the effects of calendering conditions on these properties were also examined. As a result of the study, it has been determined that applying the calendering process to the coreboard has a positive effect on the surface properties such as roughness, Scott bond and air permeability, and it is also thought that the calendering process will also improve the print quality to be applied to coreboards.

Keywords: Coreboard, Temperature, Pressure, Surface properties

1. Giriş

Karton, bitkisel liflerden kimyasal veya mekanik yollarla ya da atık kağıt ve kartonlardan elde edilen kağıt hamurlarından üretilen sert, dayanıklı ve kalın bir malzemedir. Karton çok katlandırılmış kağıt olarak da nitelendirilebilmektedir (Holik, 2006). Kağıt ile karton arasındaki en belirgin fiziksel fark gramajı yani m²'de gram cinsinden ağırlığıdır. 150 g/m² altında olanlar kağıt, 150-400 g/m² arasında olanlar karton ve 400-1200 g/m² arasında olanlar mukavva olarak adlandırılır. Değişik amaçlar için üretilmiş farklı özelliklerde kartonlar mevcuttur (Sönmez, 2008). Kartonlar, normal kartonlar, kutu (konteynır) kartonlar ve özel kartonlar olarak üç sınıfa ayrılmaktadır (Smook, 1992). Katlanır kutu karton, beyaz katlı çift kuşeli kalın karton, safi beyaz sülfat selülozuna dayalı kuşeli karton, safi esmer sülfat kartonu ve sıvı ambalaj kartonu normal karton sınıfına girerken oluklu mukavvalar ise kutu (konteynır) kartonlar sınıfına girmektedir. Miğfer kartonlar ise duvar ve alçıpan kağıtlarının yer aldığı özel kartonlar sınıfında yer almaktadır (Kiviranta, 1999).

Miğfer karton (Şekil 1), kağıt rulolarının ortasında ya da merkezinde (core) yer alan karton çeşididir. Genellikle tamamı geri kazanılmış liflerden üretilmekte olup tek veya çok katlı bir ürün olabilmektedir. Miğfer kartonların mukavemet özelliklerinden en önemlisi Scott Bond olarak bilinen kat ayrımı mukavemetidir. Bu değer, sarım sırasında miğfer kartonun delaminasyonuna (kat ayrımına) karşı direncini göstermektedir (Kiviranta, 1999). Miğfer kartonların üretimi sırasında kalenderleme işlemi uygulanmamaktadır. Ancak son zamanlarda miğfer kartonların üzerine reklam, firma bilgileri, ürün bilgilerini içeren baskıların yapılmaya başlanması ile yüzey özellikleri de ön plana çıkmıştır.

Kağıt üretiminde yüzey özelliklerinin geliştirilmesi için genellikle iki farklı proses uygulanmaktadır. Bunlardan ilki, kağıt yüzeyinin bileşimini değiştiren kuşeleme işlemidir. Bu işlemde çeşitli minerallerle hazırlanan reçete (kuşe boyası) kağıt yüzeyine sıvanmaktadır. Diğer işlem ise yüzey geometrisini değiştiren kalenderleme işlemidir. Kalenderleme prosesinde yüzey geometrisi değiştirilecek kağıt ısıtılabilen ve çeşitli özelliklere sahip olan iki silindir arasından belirli basınç, sıcaklık ve sürede geçirilmektedir

✉ ^a Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Müh. Bölümü, Onikişubat 46040, Kahramanmaraş

^b Kahramanmaraş Kağıt Sanayi ve Ticaret A.Ş. Dulkadiroğlu 46090, Kahramanmaraş

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 23.01.2020, **Accepted** (Kabul tarihi): 16.03.2020



Citation (Atıf): Tutuş, A., Sakçılar, U., Çiçekler, M., 2020. Miğfer kartonların yüzey özelliklerinin iyileştirilmesi. Turkish Journal of Forestry, 21(1): 77-83.

DOI: [10.18182/tjf.679001](https://doi.org/10.18182/tjf.679001)

(Keller, 1992; Ehrola vd., 2000; Hestmo ve Lamvik, 2000). Kalenderleme işleminde önemli olan bu üç parametre yüzey özelliklerini direkt olarak etkilemektedir. Belirli bir sürede uygulanan basınç ile kağıdın kalınlığı azalmakta olup sıcaklık ile basıncın etkisi artmaktadır (Kuehn, 1970; Robertson, 1999; Eroğlu ve Usta, 2004).

Miğfer karton üretiminde genel olarak kalenderleme işlemi uygulanmamaktadır. Ancak, son yıllarda karton üzerine baskı yapılarak ürün tanıtımı, reklam vb. ambalaj malzemedeki bulunan bazı özellikler kazandırılmaya başlanmıştır. Bu nedenle, miğfer kartonlardan üretilen malzemelerin baskı kalitesini artırmak için yüzey özelliklerinin iyileştirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, miğfer kartonların baskı kalitelerini geliştirmek için kartonlara farklı koşullarda kalenderleme işlemleri uygulanarak yüzey özelliklerinin iyileştirilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve yöntem

Bu çalışmada kullanılan ve tamamen atık kağıtların geri dönüşümünden elde edilen 165, 275 ve 400 g/m² ağırlıklarında kalenderlenmemiş miğfer kartonlar Kahramanmaraş Kağıt Sanayi ve Tic. A.Ş. Kahramanmaraş Fabrikası'ndan temin edilmiş olup bazı yüzey özellikleri aşağıda Çizelge 1'de verilmiştir.

Miğfer kartonlara 110, 130, 150 ve 170 °C sıcaklıkta, 10, 15, 20 ve 25 bar basınçta ve 3 ve 5 saniye süre ile 32 farklı koşulda kalenderleme işlemleri uygulanmıştır. Kalenderleme işlemi, kontrol edilebilir sıcaklık, basınç ve süre parametrelerine sahip laboratuvar tipi iki silindirli yumuşak kalenderleme cihazında (Şekil 2) gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Miğfer kartonlardan üretilen bazı miğfer boru çeşitleri (Can-Ambalaj, 2020)

Çizelge 1. Kalenderlenmemiş farklı gramajlardaki miğfer kartonların yüzey özellikleri

Miğfer kartonların yüzey özellikleri	Gramaj (gr/m ²)		
	165	275	400
Yüzey pürüzlülüğü (Ra)	4.88	6.05	6.19
Hava geçirgenliği (sn)	26	40	47
Kat ayrımı (Scott Bond) (J/m ²)	122	164	483



Şekil 2. Laboratuvar tipi iki silindirli yumuşak kalenderleme cihazında

Kalenderleme işlemi sonrasında miğfer kartonlar kondisyon odasına alınarak TAPPI T402 (2013) standardında belirtilen şartlarda 24 saat boyunca kondisyonlanmıştır.

Kondisyon işleminden sonra miğfer kartonlara yüzey pürüzlülüğü (TS 6956 (2004)), hava geçirgenliği (TAPPI T460 (2011)) ve kat ayrımı (TAPPI T569 (2014)) testleri uygulanmıştır. Her bir test 10 kez tekrarlanmış ve kalenderleme koşullarının miğfer kartonların yüzey özellikleri üzerine etkisi belirlenmiştir. Elde edilen veriler istatistiksel olarak Varyans analizi ve Duncan testi yapılarak değerlendirilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Aşağıda Çizelge 2, 3 ve 4'te farklı gramajlarda kalenderlenmiş miğfer kartonlara uygulanan testler sonucu elde edilen yüzey özellikleri verilmiştir.

Çizelgelerdeki veriler dikkate alınarak uygulanan Varyans analizi ve Duncan testlerine göre miğfer kartonlar için optimum kalenderleme koşulları belirlenmiş ve Çizelge 5'te verilmiştir.

Miğfer kartonların yüzey özellikleri üzerine kalenderleme şartlarının etkilerini belirlemek için Çizelge 5'te verilmiş optimum şartlarla kalenderlenen kartonların özellikleri dikkate alınmıştır.

Çizelge 2. 165 g/m² miğfer kartonların kalenderleme sonrası yüzey özellikleri

Deney no	Sıcaklık (°C)	Süre (sn)	Basınç (Bar)	Yüzey pürüzlülüğü (Ra)	Hava geçirgenliği (sn)	S.Bond (J/m ²)
1	Kalenderlenmemiş			4.88	26	122
2	110	3	10	3.95	30	151
3	110	3	15	3.78	29	143
4	110	3	20	3.72	29	135
5	110	3	25	3.60	30	141
6	110	5	10	3.92	32	137
7	110	5	15	3.74	31	154
8	110	5	20	3.52	31	150
9	110	5	25	3.49	32	142
10	130	3	10	3.93	34	151
11	130	3	15	3.81	35	153
12	130	3	20	3.66	34	147
13	130	3	25	3.43	34	150
14	130	5	10	3.91	37	148
15	130	5	15	3.62	37	154
16	130	5	20	3.42	35	149
17	130	5	25	3.22	37	158
18	150	3	10	3.60	43	154
19	150	3	15	3.44	38	158
20	150	3	20	3.36	40	153
21	150	3	25	3.26	42	156
22	150	5	10	3.48	47	153
23	150	5	15	3.20	44	155
24	150	5	20	3.15	44	148
25	150	5	25	3.10	47	146
26	170	3	10	3.23	52	139
27	170	3	15	3.00	50	151
28	170	3	20	2.95	49	160
29	170	3	25	2.87	53	149
30	170	5	10	3.06	57	147
31	170	5	15	2.94	52	149
32	170	5	20	2.83	55	153
33	170	5	25	2.69	59	148

Çizelge 3. 275 g/m² miğfer kartonların kalenderleme sonrası yüzey özellikleri

Deney no	Sıcaklık (°C)	Süre (sn)	Basınç (Bar)	Yüzey pürüzlülüğü (Ra)	Hava geçirgenliği (sn)	S.Bond (J/m ²)
1	Kalenderlenmemiş			6.05	40	164
2	110	3	10	4.54	43	198
3	110	3	15	4.36	44	192
4	110	3	20	4.31	45	193
5	110	3	25	4.16	46	180
6	110	5	10	4.37	47	186
7	110	5	15	4.11	47	184
8	110	5	20	4.09	48	191
9	110	5	25	3.93	49	194
10	130	3	10	4.32	51	193
11	130	3	15	4.17	52	186
12	130	3	20	4.13	52	200
13	130	3	25	3.95	53	192
14	130	5	10	4.17	49	185
15	130	5	15	4.04	51	197
16	130	5	20	3.91	52	191
17	130	5	25	3.81	54	184
18	150	3	10	4.07	58	187
19	150	3	15	3.96	58	180
20	150	3	20	3.88	60	191
21	150	3	25	3.67	63	186
22	150	5	10	4.02	68	182
23	150	5	15	3.88	69	182
24	150	5	20	3.85	70	188
25	150	5	25	3.65	72	180
26	170	3	10	3.43	71	177
27	170	3	15	3.24	74	183
28	170	3	20	3.10	76	191
29	170	3	25	3.03	78	177
30	170	5	10	3.32	75	184
31	170	5	15	3.07	79	185
32	170	5	20	3.00	80	183
33	170	5	25	2.83	88	187

Çizelge 4. 400 g/m² miğfer kartonların kalenderleme sonrası yüzey özellikleri

Deney no	Sıcaklık (°C)	Süre (sn)	Basınç (Bar)	Yüzey pürüzlülüğü (Ra)	Hava geçirgenliği (sn)	S.Bond (J/m ²)
1	Kalenderlenmemiş			6.19	47	483
2	110	3	10	4.80	50	462
3	110	3	15	4.62	51	444
4	110	3	20	4.55	54	477
5	110	3	25	4.30	50	483
6	110	5	10	4.62	51	479
7	110	5	15	4.51	50	410
8	110	5	20	4.34	53	457
9	110	5	25	4.14	52	441
10	130	3	10	4.23	52	418
11	130	3	15	4.11	53	435
12	130	3	20	3.95	54	421
13	130	3	25	3.90	54	458
14	130	5	10	3.97	52	460
15	130	5	15	3.82	54	451
16	130	5	20	3.76	53	436
17	130	5	25	3.61	54	444
18	150	3	10	3.72	55	428
19	150	3	15	3.64	54	437
20	150	3	20	3.44	55	456
21	150	3	25	3.32	58	440
22	150	5	10	3.57	60	471
23	150	5	15	3.42	61	451
24	150	5	20	3.36	62	464
25	150	5	25	3.23	63	438
26	170	3	10	3.51	57	416
27	170	3	15	3.40	60	452
28	170	3	20	3.32	60	437
29	170	3	25	3.08	64	447
30	170	5	10	3.47	69	462
31	170	5	15	3.30	72	436
32	170	5	20	3.23	74	412
33	170	5	25	3.01	79	426

Çizelge 5. Miğfer kartonların optimum kalenderleme koşulları

Gramaj (gr/m ²)	Sıcaklık (°C)	Basınç (bar)	Süre (sn)
165	170	25	5
275	170	10	3
400	150	20	3

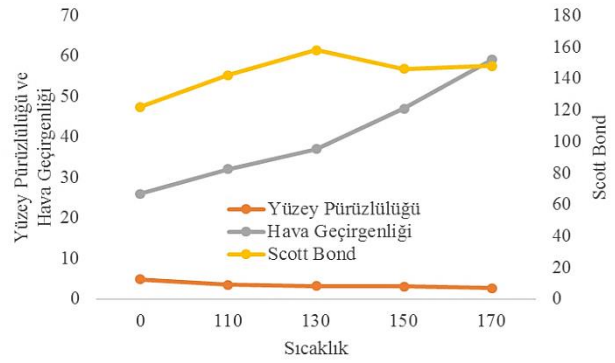
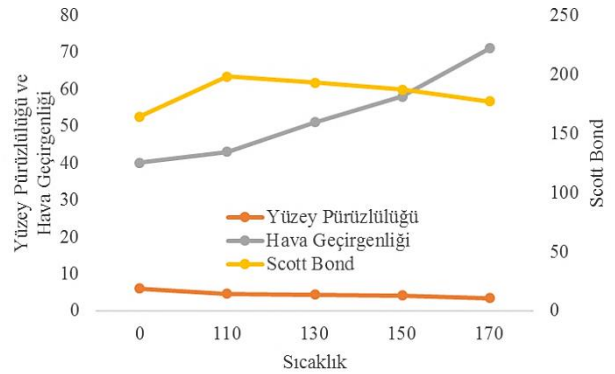
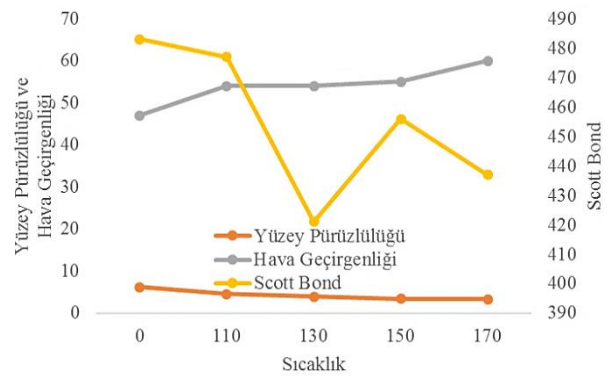
3.1. Kalenderleme sıcaklığının miğfer kartonların yüzey özellikleri üzerine etkileri

Miğfer kartonların yüzey özellikleri üzerine kalenderleme işleminde uygulanan sıcaklığın etkisini belirlemek için optimum koşullardaki basınç ve süreler sabit tutulmuştur. Aşağıda Şekil 3, 4 ve 5'te farklı gramajlardaki miğfer kartonların kalenderlenmesinde sıcaklığın yüzey özelliklerinden pürüzlülük, hava geçirgenliği ve kat ayrımı değerleri üzerine etkileri gösterilmiştir.

Şekil 3 incelendiğinde, 165 g/m² ağırlığındaki miğfer kartonların kalenderlenmesinde uygulanan sıcaklığın kartonların yüzey özellikleri üzerine etkileri gösterilmiştir. Sabit süre ve basınç altında miğfer kartonların kalenderlenmesinde uygulanan sıcaklığın 110 °C'den 170 °C'ye çıkarılmasıyla 165 g/m² ağırlığındaki miğfer kartonların yüzey pürüzlülüğü %22.9 azalırken, hava geçirgenliği ve kat ayrımı değerleri sırasıyla %127 ve %4.2 oranlarında artış göstermiştir. Genel olarak 165 g/m² ağırlığındaki miğfer kartonların sabit süre ve basınç altında kalenderlenmesinde uygulanan sıcaklık (110 °C) ise yüzey pürüzlülüğü değerlerini sırasıyla %28.5 oranında

düşürürken hava geçirgenliği ve kat ayrımı değerlerini sırasıyla %23.1 ve %16.4 oranlarında artırmıştır. Sonuç olarak 165 g/m² ağırlığındaki miğfer kartonların kalenderlenmesinde sabit süre ve basınçta uygulanan sıcaklık yüzey özellikleri üzerine olumlu bir etki sağlamıştır.

275 g/m² ağırlığındaki miğfer kartonların kalenderleme işleminde sabit süre ve basınç altında uygulanan sıcaklığın 110 °C'den 170 °C'ye çıkarılmasıyla yüzey pürüzlülüğü ve kat ayrımı değerleri sırasıyla %24.4 ve %10.6 oranlarında azalırken hava geçirgenliği % 65.1 oranında artmıştır (Şekil 4). 275 g/m² ağırlığındaki miğfer kartonların sabit süre ve basınç altında kalenderlenmesinde uygulanan sıcaklık (110 °C) ile kat ayrımı ve hava geçirgenliği değerleri sırasıyla %20.7 ve %7.5 oranlarında artmış yüzey pürüzlülüğü değeri ise %24.9 oranında azalmıştır.

Şekil 3. Kalenderleme işleminde sıcaklığın 165 g/m² miğfer kartonların yüzey özellikleri üzerine etkileriŞekil 4. Kalenderleme işleminde sıcaklığın 275 g/m² miğfer kartonların yüzey özellikleri üzerine etkileriŞekil 5. Kalenderleme işleminde sıcaklığın 400 g/m² miğfer kartonların yüzey özellikleri üzerine etkileri

400 g/m² ağırlığındaki miğfer kartonların sabit süre ve basınç altında kalenderlenmesinde uygulanan sıcaklığın bazı fiziksel özellikleri üzerine etkisini yukarıda Şekil 5'te verilmiştir. Uygulanan sıcaklığın 110 °C'den 170 °C'ye çıkarılmasıyla 400 g/m² ağırlığındaki miğfer kartonların yüzey pürüzlülüğü ve kat ayrımı değerleri sırasıyla %27 ve %8.4 oranlarında azalırken, hava geçirgenliği değeri %27.7 oranında artış göstermiştir. Genel olarak 400 g/m² ağırlığındaki miğfer kartonların sabit süre ve basınç altında kalenderlenmesi sırasında sıcaklık uygulanması ile yüzey özelliklerinde iyileşmeler meydana gelmiştir.

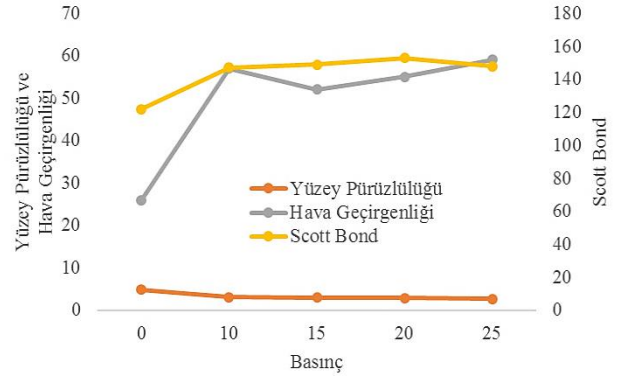
Yukarıda verilen şekiller incelendiğinde kalenderleme işleminde uygulanan sıcaklığın yüzey pürüzlülüğünü belirgin bir şekilde azalttığı görülmektedir. Miğfer karton yüzeyindeki sıcaklık, amorf selülozun, hemiselülozun ve ligninin camı geçiş sıcaklığını aştığı için karton yüzeyinde yumuşamalar meydana gelmekte ve kalenderleme işleminde uygulanan basıncın verimliliğini artırarak yüzey pürüzlülüğünü azaltmaktadır (Gabbusch ve Rothfuss, 1995; Gratton ve Crotofino, 1988; Salmen, 1993; Robertson, 1999; Svenka ve Sorenson, 1998; Holmstad vd., 2004; Tutuş vd., 2019). Miğfer kartonların kat ayrımı değerleri sıcaklığın 110 °C dereceye çıkarılması ile artış gösterirken, sıcaklık arttıkça bu artışların düştüğü yukarıdaki şekillerde görülmektedir.

3.2. Kalenderleme basıncının miğfer kartonların yüzey özellikleri üzerine etkileri

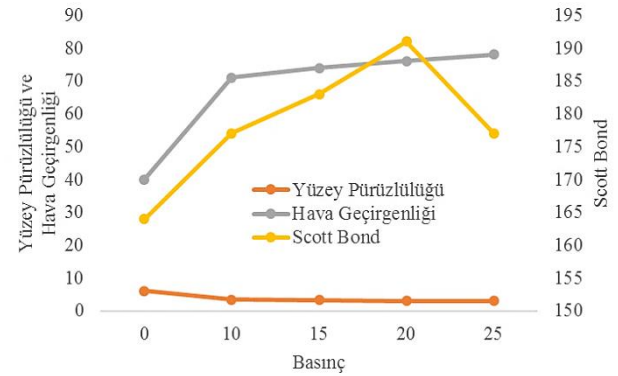
Miğfer kartonların yüzey özellikleri üzerine kalenderleme işleminde uygulanan basıncın etkisini belirlemek için optimum koşullardaki sıcaklık ve süreler sabit tutulmuştur. Aşağıda Şekil 6, 7 ve 8'de farklı gramajlardaki miğfer kartonların kalenderlenmesinde basıncın yüzey özelliklerinden pürüzlülük, hava geçirgenliği ve kat ayrımı değerleri üzerine etkileri gösterilmiştir.

Şekil 6'da 165 g/m² ağırlığındaki miğfer kartonların sabit sıcaklık ve sürede kalenderlenmesinde yüzey özellikleri üzerine basınç artışının etkileri gösterilmiştir. Kalenderleme işleminde basıncın 10 bardan 25 bara çıkarılması ile yüzey pürüzlülüğü %12.1 oranlarında azalırken hava geçirgenliği %3.5 oranında artmıştır. Kat ayrımı değerlerinde ise basınç artışının kayda değer bir etkisi olmamıştır. 165 g/m² ağırlığındaki miğfer kartonların sabit sıcaklık ve sürede kalenderlenmesi sırasında uygulanan basınç (10 bar) yüzey pürüzlülüğü, hava geçirgenliği ve kat ayrımı değerleri üzerinde olumlu bir etki göstermiştir.

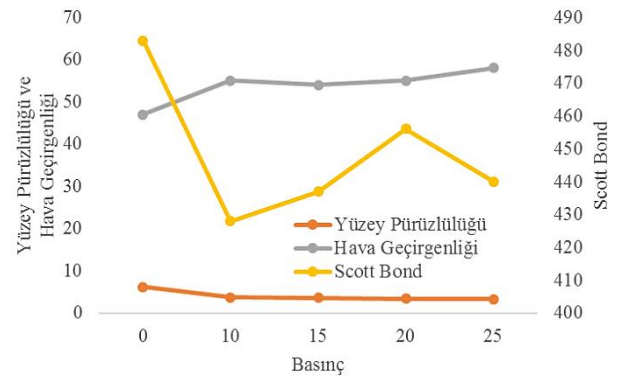
Şekil 7'de 275 g/m² ağırlığındaki miğfer kartonların sabit sıcaklık ve sürede kalenderlenmesinde basınç artışının bazı yüzey özellikleri üzerine etkileri verilmiştir. Kalenderleme işleminde uygulanan basıncın 10 bardan 25 bara çıkarılmasıyla yüzey pürüzlülüğü %11.7 oranında azalırken hava geçirgenliği değeri %9.9 oranında artmıştır. Kat ayrımı değerleri ise 15 ve 20 bar basınç altında artarken 25 bar basınç altında düşüş göstermiştir. 275 g/m² ağırlığındaki miğfer kartonlara sabit sıcaklık ve sürede uygulanan basınç (10 bar) ile yüzey pürüzlülüğü, hava geçirgenliği ve kat ayrımı değerlerini olumlu yönde etkilemiştir.



Şekil 6. Kalenderleme işleminde uygulanan basıncın 165 g/m² miğfer kartonların yüzey özellikleri üzerine etkileri



Şekil 7. Kalenderleme işleminde uygulanan basıncın 275 g/m² miğfer kartonların yüzey özellikleri üzerine etkileri



Şekil 8. Kalenderleme işleminde uygulanan basıncın 400 g/m² miğfer kartonların yüzey özellikleri üzerine etkileri

400 g/m² ağırlığındaki miğfer kartonların kalenderlenmesinde sabit sıcaklık ve sürede uygulanan basıncın 10 bardan 25 bara çıkarılmasıyla yüzey pürüzlülüğü değeri %10.8 oranında azalırken kat ayrımı ve hava geçirgenliği değerleri sırasıyla %2.8 ve %5.5 oranlarında artış göstermiştir (Şekil 8). Genel olarak 400 g/m² ağırlığındaki miğfer kartonlara sabit sıcaklık ve sürede uygulanan basınç (10 bar) ile kat ayrımı değerleri hariç diğer fiziksel özellikler olumlu yönde etkilenmiştir. Miğfer kartonların kalenderlenmesinde sabit sıcaklık ve sürede uygulanan basıncın artmasıyla sıcaklığın liflere olan etkisi arttığı için yüzey pürüzlülük değerleri basınç artışıyla paralel olarak azalmıştır (Kuehn, 1970; Enormae vd., 1997; Keller, 1992). Kat ayrımı değerleri ise yine uygulanan basıncın artışına paralel olarak artış göstermiştir.

3.3. Kalenderleme süresinin miğfer kartonların yüzey özellikleri üzerine etkileri

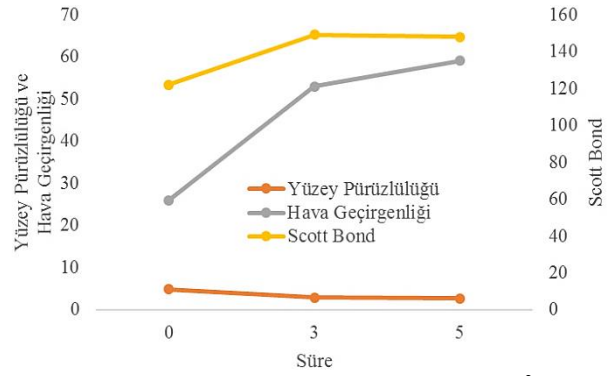
Miğfer kartonların yüzey özellikleri üzerine kalenderleme süresinin etkisini belirlemek için optimum koşullardaki sıcaklık ve basınçlar sabit tutulmuştur. Aşağıda Şekil 9, 10 ve 11'de farklı gramajlardaki miğfer kartonların kalenderlenmesinde süresinin yüzey özelliklerinden pürüzlülük, hava geçirgenliği ve kat ayırımı değerleri üzerine etkileri gösterilmiştir.

Şekil 9 incelendiğinde, 165 g/m² ağırlığındaki miğfer kartonların sabit sıcaklık ve basınç altında kalenderleme işleminin uygulama süresinin 3 saniyeden 5 saniyeye çıkarılması ile yüzey pürüzlülüğü değeri %6.3 oranlarında düşüş göstermiştir. Hava geçirgenliği değerlerinde artış meydana gelirken kat ayırımı değerlerinde ise sürenin kayda değer bir etkisi olmamıştır. Ancak, 165 g/m² ağırlığındaki gri kartonların sabit sıcaklık ve basınç altında kalenderlenmesi (3 sn) ile yüzey özellikleri üzerinde olumlu bir etki sağladığı yukarıda Şekil 8'de görülmektedir.

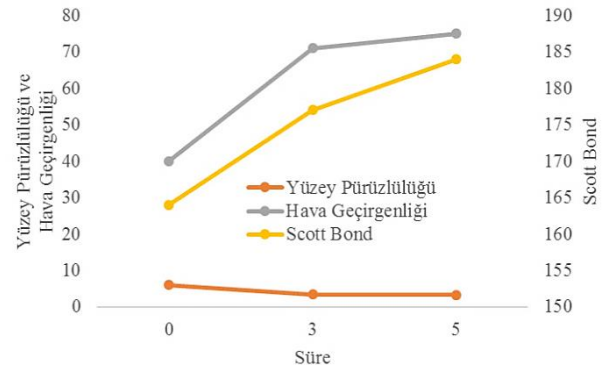
275 g/m² ağırlığındaki miğfer kartonların sabit sıcaklık ve basınç altında kalenderleme işleminin uygulama süresinin 3 saniyeden 5 saniyeye çıkarılması ile yüzey pürüzlülüğü değerinin %3.2 oranında azaldığı, kat ayırımı ve hava geçirgenliği değerlerinin sırasıyla %4 ve %5.6 oranlarında arttığı yukarıda Şekil 10'da görülmektedir. Sabit sıcaklık ve basınçta 275 g/m² ağırlığındaki miğfer kartonların 3 saniye boyunca kalenderlenmesi ile yüzey pürüzlülüğü, hava geçirgenliği ve kat ayırımı değerlerinin olumlu yönde etkilendiği yine Şekil 10'da görülmektedir.

400 g/m² ağırlığındaki miğfer kartonların sabit sıcaklık ve basınç altında kalenderlenmesinde uygulanan sürenin 3 saniyeden 5 saniyeye çıkarılması sonucu yüzey pürüzlülüğü değeri %2.3 oranında azalırken, hava geçirgenliği ve kat ayırımı değerleri ise sırasıyla %12.7 ve %1.8 oranlarında artmıştır (Şekil 11). Ancak, 400 g/m² ağırlığındaki miğfer kartonların sabit sıcaklık ve basınç altında belirli bir süre (3 sn) kalenderlenmesi sonucunda yüzey pürüzlülüğü ve kat ayırımı değerleri sırasıyla %44.4 ve %5.6 oranlarında düşüş göstermiştir. Dolayısıyla sabit sıcaklık ve basınç altında 400 g/m² ağırlığındaki miğfer kartonların belirli bir süre kalenderlenmesi ile kartonların yüzey özellikleri üzerine olumlu yönde etkilenmişlerdir.

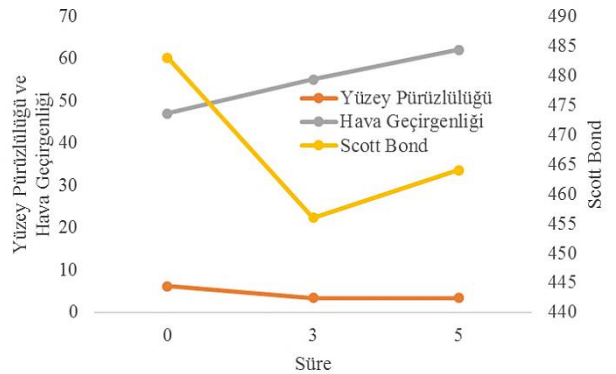
Yukarıdaki şekiller incelendiğinde kalenderleme süresinin 3 saniyeden 5 saniyeye çıkarılması ile yüzey pürüzlülük değerlerinde kayda değer bir etki olmazken sadece 165 g/m² ağırlığındaki miğfer kartonların kat ayırımı değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Daha önce bahsedildiği gibi kağıt ve kartonların kalenderlenmesinde süre seçimi genellikle kağıt makinesinin hızına bağlı olup kağıdın fiziksel özellikleri üzerine belirgin bir etki göstermemektedir (Kerekes, 1976; Keller, 1992). Bu nedenle, kağıt ve karton üreticileri kağıt makinelerinin hızına adapte edebileceği kalender makinesini seçmektedirler.



Şekil 9. Kalenderleme işlem süresinin 165 g/m² miğfer kartonların yüzey özellikleri üzerine etkileri



Şekil 10. Kalenderleme işlem süresinin 275 g/m² miğfer kartonların yüzey özellikleri üzerine etkileri



Şekil 11. Kalenderleme işlem süresinin 400 g/m² miğfer kartonların yüzey özellikleri üzerine etkileri

4. Sonuç ve öneriler

Yapılan bu çalışma sonucunda genel olarak miğfer kartonların kalenderlenmesinde sıcaklığın yüzey özellikleri üzerine olumlu bir etki gösterdiği tespit edilmiştir. Düşük gramajlı miğfer kartonlar hariç diğer miğfer kartonların kalenderlenmesinde uygulanan sürenin kısa tutulması hem makine hızını artırmakta hem de harcanan enerjiyi azaltmaktadır. Çalışmada, miğfer kartonların kalenderlenme süresi ekonomiklik açısından 3 saniye tutulmuş ve 5 saniye ile karşılaştırıldığında yüzey özellikler üzerinde belirgin farklılıklar olmadığı tespit edilmiştir. Basınç, miğfer kartonların kalenderlenmesinde en önemli parametrelerden biri olup basıncın artmasıyla birlikte bütün yüzey özelliklerinde olumlu etkiler meydana gelmiştir. Miğfer kartonların farklı sıcaklık, basınç ve sürede

kalenderlenmesinde olumlu yönde etkilenen yüzey özellikleri sayesinde üzerine yapılacak baskı kaliteleri iyileşecek ve sarma işleminde meydana gelen sorunlar en aza indirgenecek ve çok düzgün sarımlar elde edilecektir.

Açıklama


Bu çalışma 2015/3-39 YLS numaralı proje ile Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (BAP) tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Can-Ambalaj, 2020. Can Ambalaj-Karton Masura, İstanbul, <http://canambalajmasura.com/karton-masura>, Erişim: 15.02.2020.
- Ehrola, J.A., Heinesniemi, H., Kuasa, M., Kyytsönen, P., Linnonmaa, T., Mäenpää, R., Pictikäinen, R., Stapels, M., Tani, H., 2000. Calendaring. In: Papermaking Part 3, (Ed. Jokio, M.), Gummerus Printing, Jyväskylä, Finland.
- Enormae, T., Huang, T., LePoutre, P., 1997. Softcalendering: Effect of temperature, pressure and speed on sheet properties. Nordic Pulp and Paper Research Journal, 12(1): 13-18.
- Eroğlu, H. Usta, M., 2004. Kağıt ve Karton Üretim Teknolojisi, II. Cilt, Esen Ofset Matbaacılık, Trabzon.
- Gabbusch, U., Rothfuss, U., 1995. Alternative calendaring technologies effects of geometry and number of nips on calendaring results. Wochenblatt Fur Papierfabrikation, 123(11/12): 369-380.
- Gratton, M.F., Crotogino, R.H., 1988. The effects of Z-direction moisture and temperature gradients in the calendaring of newsprint. J. Pulp Paper Sci, 14(4): 82.
- Hestmo, R.H., Lamvik, M., 2000. Simulation of calendaring mechanics. Nordic Conference on Paper Calendaring, June 19-20, Trondheim, Norway, paper 1, pp.15.
- Holik, H., 2006. Handbook of Paper and Board. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Germany.
- Holmstad, R., Kure, K.A., Chinga, G., Gregersen, W., 2004. Effect of temperature gradient multi-nip calendaring on the structure of SC paper. Nordic Pulp and Paper research Journal, 19(4): 489-494.

- Keller S.F., 1992. Calendaring variables affecting coated paper properties. Proceeding of TAPPI Coating Conference, May, Atlanta, USA, pp. 71-76.
- Kerekes, R.J., 1976. Speed and loading effects in a calender nip, transactions of the technical section. Pulp and Paper Canada, 2(3): 88-91.
- Kiviranta, A., 1999. Paper and board grades. In: Papermaking Science and Technology (Ed. Gullichsen J., Paulapuro, H.), TAPPI Press, Atlanta, USA, pp. 70-71.
- Kuehn, E.H., 1970. Calendaring. In: Handbook of Pulp and Paper Technology. (Ed. Britt K.W.), Van Nostrand Reinhold, New York, pp. 475-486.
- Robertson, R.A., 1999. Advances and trends in calendaring technology. TAPPI Coating Conference Proceedings, May, Atlanta, USA, pp. 503.
- Salmen, L., 1993. Response of paper properties to changes in moisture content and temperature. In Products of Papermaking, Trans. of the 10th Fund. Res. Symp. September, Oxford, UK, pp. 369-430.
- Smook, G.A., 1992. Handbook for Pulp and Paper Technologists. Angus Wilde Publ., Michigan, USA.
- Sönmez, S., 2008. Kartonun yüzey özelliklerinin değiştirilerek basılabilirlik niteliğinin geliştirilmesi. Doktora tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Svenka, P., Sorenson, M.A., 1998. The future of calendaring technology. TAPPI Finishing and Converting Conference Proceedings, 04th of October, Atlanta, USA, pp. 203-215.
- Tutuş, A., Sakçılar, U., Çiçekler, M., 2019. Gri kartonların yüzey özellikleri üzerine kalenderleme koşullarının etkisi. 3. Uluslararası Basım Teknolojileri Sempozyumu (Printİstanbul), 10-12 Ekim, İstanbul, Turkey, pp. 330-342.
- Tappi T402, 2013. Standard conditioning and testing atmospheres for paper, board, pulp handsheets, and related products. TAPPI, Atlanta, USA.
- Tappi T460, 2011. Air resistance of paper (Gurley method). TAPPI, Atlanta, USA.
- Tappi T569, 2011. Internal bond strength (Scott type). TAPPI, Atlanta, USA.
- TS 6956, 2004. Geometrik mamul özellikleri (gmö) - Yüzey yapısı: Profil metodu - Terimler, tarifler ve yüzey yapısı parametreleri. TSE, Ankara.

Evaluation of forest fragmentation with particular reference to landscape-based ecological assessment and wildlife conservation

Derya Gülçin^{a,*} , K. Tuluhan Yılmaz^b 

Abstract: Landscapes are composed of diverse units that associate with each other, and these units have different functions both in ecology and physiognomy. Thus, evaluating landscape character plays an important role for conserving bio-diversity, as well as spatial planning and management of habitats and landscapes. Determining and analyzing environmental factors is an important part of assessing the conservation value of landscape types. For its ecological value, stone pine, botanical name *Pinus pinea* L. was chosen to be evaluated according to the environmental parameters in this research, because of its scattered distribution around the Mediterranean basin. Although *P. pinea* L. does not have a widespread distribution, it is naturally found in five regions of Turkey. This research was conducted in three provinces (Muğla, Denizli, and Aydın), located in western Anatolia. Maps representing different classes of soil, geology, aspect, and slope were overlaid in ArcMap 10.5, and characterized by Landscape Character Assessment (LCA). A total of 309 character types were determined, according to tree species composition, represented by 4 variants of the *P. pinea* L. community. To assess fragmentation among 34 different stands, landscape metrics were calculated using Fragstats v4.2 software. Potential range for regenerating stone pine stands was suggested in this paper, which can be considered as habitat corridors providing connectivity between mature stands. Spatial variation in bird species composition, reflecting wildlife richness, was evaluated as evidence for forest fragmentation.

Keywords: Landscape ecology, Landscape character assessment, Landscape metrics, Environmental factors, Wildlife richness

Orman parçalanmasının yaban hayatı koruması ve peyzaj ekolojisi temelinde değerlendirilmesi

Özet: Peyzajlar, birbirleriyle ilişki içinde olan çeşitli peyzaj birimlerinden oluşur. Bu birimler hem ekolojik hem de fizyolojik açıdan farklı işlevlere sahiptir. Peyzaj birimlerinin çeşitli işlevlere sahip olması; peyzaj karakterinin değerlendirilmesi, biyolojik çeşitliliğin korunması, mekânsal planlama, habitat ve peyzaj yönetiminde önemli rol oynamaktadır. Peyzaj birimlerinin sağladığı fonksiyonların yanında onlara etki eden çevresel faktörlerin belirlenmesi ve analiz edilmesi, peyzaj tiplerinin koruma değerinin ortaya konmasını sağlar. Bu çalışmada, ekolojik değeri ve Akdeniz havzasındaki parçalanmış dağılımı ile ön planda olan fıstık çamı (*Pinus pinea* L.) çevresel değişkenlere göre değerlendirilmiştir. Batı Anadolu’da geniş bir yayılışa sahip olan *P. pinea* L. Muğla, Denizli ve Aydın olmak üzere üç il sınırı içinde peyzaj karakter analizi yöntemi ile incelenmiştir. Bu türün mekânsal yayılışının en yüksek olduğu peyzaj kümesi ise peyzaj metrikleri ile değerlendirilmiştir. *P. pinea* L. topluluğunun 4 varyantı ile temsil edilen ağaç türleri kompozisyonunun veri altlığı olarak kullanıldığı analiz sonucunda çevresel değişkenleri temsil eden toplam 309 karakter tipi elde edilmiştir. 34 farklı meşcere arasındaki mevcut parçalanmayı değerlendirmek amacıyla Fragstats v4.2 yazılımı kullanılmıştır. Bu araştırmanın sonucunda, *P. pinea* L.’nin rejenerasyonu için habitat koridorları arasında bağlantı sağlayabilecek potansiyel alanlar haritalanmıştır. Ayrıca, yaban hayatı zenginliğini yansıtan kuş türlerinin kompozisyonundaki mekânsal değişim, orman parçalanmasının araştırılmasında bir gösterge niteliği taşıdığı için incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Peyzaj ekolojisi, Peyzaj karakter analizi, Peyzaj metrikleri, Çevresel faktörler, Yaban hayatı zenginliği

1. Introduction

The composition of landscape is complex, and also associated with different components and units shaped by both natural and anthropogenic features (Forman, 1995; Fischer and Lindenmayer, 2007). Landscapes can be evaluated from several perspectives (Zube et al., 1982; Hirsch and O’Hanlon, 1995). Regarding the analysis of landscape, quantitative indicators allow researchers to measure and assess main characteristics of landscape

structure (Haines-Young and Chopping, 1996; Cook, 2002). These characteristics of landscapes are identified by landscape metrics which reveal the structure and fragmentation pattern of landscapes (McGarigal and Marks, 1995; McGarigal et al., 2009). The diversity of landscapes may be changed according to the structure, composition, and function of landscape elements. Consequently, landscape diversity is a function of the number of different patch types, patch shape, and patch size within a landscape mosaic, and also the spatial arrangement of different patch

✉ ^a Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Aydın

^b Çukurova Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Adana

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): derya.yazgi@adu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 04.12.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 16.03.2020



Citation (Atıf): Gülçin, D., Yılmaz, T., 2020. Evaluation of forest fragmentation with particular reference to landscape-based ecological assessment and wildlife conservation. Turkish Journal of Forestry, 21(1): 84-93. DOI: [10.18182/tjf.654954](https://doi.org/10.18182/tjf.654954)

types and interaction between them, in other words, connectivity among these patches (Taylor et al., 1993; Goodwin and Fahrig, 2002). For instance, Rosati et al. (2010), tested the impact of patch size and isolation, on *Quercus cerris* forest, and concluded that the correlation between species richness and patch area was positive. Landscape diversity types have various functions, both in ecology and physiognomy (Bojie and Liding, 1996; Qian et al., 2018). Therefore, their assessment contributes to landscape ecology and spatial planning studies, for conserving bio-diversity, as well as management of habitats and landscapes (Fahrig, 2003; Kim and Pauleit, 2007). To analyze landscape diversity, different diversity indices have been developed and continually refined (McGarigal and Marks, 1995; Riitters et al., 1995; Cushman et al., 2008).

Landscape metrics are mostly used to determine the structures of landscape units. These units differ in size, shape, number, type, and configuration (Uuemaa et al., 2009; Lausch et al., 2015). Identifying the spatial distribution of these units is an indispensable part of ecological studies for gaining a deeper understanding of landscape composition as well as for finding out connections, relations, processes, and flows occurring within the landscape as a whole (Dušek and Popelková, 2017). By means of European Landscape Convention, the significance of landscape character has been highlighted in terms of protection of landscapes (Priour et al., 2006). In this context, Landscape Character Assessment (LCA) has been developed and used as an evaluation tool in many European countries (Swanwick, 2002; Wascher, 2005; Brabyn, 2009). LCA is a process that enables researchers to identify both landscape character and ecological value of landscapes, and helps to describe the variation in the character of the landscape (Tudor, 2014; Yazgi and Yilmaz, 2017). It seeks to explain the unique combination of landscape units that make landscapes distinguished (Tudor, 2014). When the landscape is classified in types and spatial units, it is possible to gain a better understanding of the complexity, variety, and continuity of landscape units (Antrop and Eetvelde, 2017; Simensen et al., 2018).

Environmental factors have strong impacts on the distribution of landscape types (Ashcrof et al., 2011). For identification and analysis, these factors are significant in terms of finding out their conservation values. The distribution of *Pinus pinea* L. is difficult to map because of its scattered pattern around the Mediterranean basin (Richardson, 1998; Abad Viñas et al., 2016). Stone pine (*Pinus pinea* L.) is a well-known species for its ecological, economic, and cultural roles (Boutheina et al., 2013). *P. pinea* L. may be seen from Portugal to Syria, and it is more abundant in south-western Europe (Iberian Peninsula, South France, Italy), where its regeneration is natural. It is also present along the shores of the Black Sea (Abad Viñas et al., 2016).

In Turkey, *P. pinea* L. is naturally found in Bergama-Kozak, Aydın-Koçarlı, Antalya-Side, around the Marmara Sea, the coast of Gemlik Gulf, Önsen and Hacıağalı villages in Kahramanmaraş, Artvin and Trabzon in the Black Sea Region (Zohary, 1973; Varol, 2004). *P. pinea* L. forests are represented by *Diantho tripunctati-Pinetum pineae* in Muğla, *Lavandulo cariensis-Pinetum pineae* in Yalova, *Crucianella-Pinetum pinea* in Trabzon and Artvin and *Gastridio ventricosi-Pinetum pineae* associations in Kahramanmaraş. *P. pinea* L. forests are found locally in

Koçarlı (Aydın) as well as Muğla and Denizli (Varol and Tatlı, 2002; Varol et al., 2003; Varol, 2004; Varol and Tel, 2010).

P. pinea L. has been assessed according to climate variables in the Mediterranean basin, for making evaluations with different aspects (Loewe and Delard, 2012; Muñoz et al., 2015). The history of forest communities in the Mediterranean is a history of forest fragmentation, degradation and eventually deforestation, but also of temporary natural expansion of the forests. Di Castri (1981) stated that the strong and long-lasting human pressure has even caused co-evolution of tree species with man, over perhaps a period of one hundred thousand years (Scarascia-Mugnozza et al., 2000). More than one century before, climatic characteristics and dendroclimatic studies of this species were revealed with some ecological aspects (Romero and Gilsanz, 1888; Akkemik, 2000). Although cultivation conditions of *P. pinea* L. were investigated in previous studies, landscape characterization is required now to examine the environmental factors which are effective in the distribution of the fragmented species in the Mediterranean basin. For this reason, *P. pinea* L., which is an ecologically valuable species in the Mediterranean landscape, was chosen in this research to be evaluated according to environmental parameters. This paper is focused on the fragmented distribution of *P. pinea* L., with evaluation of four environmental parameters (soil, geology, slope, and aspect), using the LCA method between Muğla and Aydın where natural distribution exists, and landscape metrics in three provinces (Muğla, Denizli, and Aydın) located in western Anatolia.

Forest fragmentation is one of the causes of ecosystem degradation throughout the world (Saunders et al., 1991; Laurance et al., 2002). It may be defined as a process which breaks up intact forested cover into smaller isolated patches through environmental and anthropogenic effects (Wilcove et al., 1986; Davidson, 1998; Bogaert et al., 2011). Environmental effects such as climate change (Hamrick, 2004; Trumbore et al., 2015), forest fire (Alencar et al., 2015), air pollution, soil erosion and sedimentation (Forman and Deblinger, 2000); and human activities such as logging (Broadbent et al., 2008), pesticide use for intensified agricultural practices, and road construction (Forman and Alexander, 1998; Liu et al., 2014), have resulted in forest degradation over time. Fragmentation has an adverse impact on ecosystem services, and their functions (Rocha-Santos et al., 2016; Chakraborty et al., 2017). Inevitable consequences of forest fragmentation are biodiversity and habitat destruction.

The degradation and habitat loss have been accused of threatening endangered species. The most critical form of habitat degradation is fragmentation which is the reduction of continuous habitat into smaller units, spatially distinct patches immersed within a dissimilar matrix. It was reported that 27% of mammalian species are at great risk of extinction in global scale (Crooks et al., 2017). Forest fragmentation can drastically increase the risk of extinction of endangered felid species, as well as other mammals (Farias et al., 2015). The Anatolian leopard (*Panthera pardus tulliana*) being one of them, has an unknown status about whether the species has become extinct or not. Nevertheless, it is categorized as Critically Endangered; according to the last known record in Turkey, which was the finding of fresh faecal pellets in 1992 in the western Taurus. The leopard

formerly occurred across most of Turkey, but particularly in the western Anatolia. Birds occur in all major habitat types; some generalist species may utilize several habitats but many specialist species are confined to just one. Forests are by far the most important habitat supporting 77% of all bird species (BirdLife Int., 2018). Habitat fragmentation may cause severe impact on specialist species rather than generalist species. Therefore occurrence of specialist bird species may be useful for detecting habitat quality with particular reference to fragmentation.

Forest fragmentation has been evaluated with landscape metrics in diverse studies in an ecological framework (Hargis et al., 1999; McAlpine and Eyre, 2002; Midha and Mathur, 2010). Fragstats software enables researchers to make spatial analysis, and thereby it can produce area, edge, shape, and nearest neighbor metrics (McGarigal and Marks, 1995; Schnell et al., 2013). Specific landscape metrics, such as largest patch index (LPI) and patch density (PD), have been considered robust for measuring fragmentation (Wang et al., 2014). Quantifying landscape structure with landscape metrics can be useful for acquiring spatially consistent findings, which provide biophysical processes driving landscape fragmentation (Suliman, 2018). The use of simple metrics, instead of complex and usually correlated metrics is an unsettled issue of debate in landscape ecology studies (Bogaert et al., 2011).

Environmental conditions determine vegetation structure, composition, and function of forests (Williams-Linera, 1990). Previous studies have focused on forest disturbances as a result of changing environmental conditions. Variation in these conditions may affect forests by altering the frequency, intensity, duration, and timing of natural disasters (Dale et al., 2001). For instance, *Picea abies* forest stands in the National Nature Reserve Oppkuven were assessed in different aspects, which proved that aspect as an environmental condition had altered stands' species composition. Therefore, one of the causes on forest fragmentation may be explained by effects that shaped with environmental factors.

2. Materials and methods

The research area is located in the Aegean region, bordered by the Aegean Sea in the western part of Turkey, which gives the region its name. Semi natural, natural, and urban landscapes within the boundaries of Aydın, Denizli, and Muğla provinces, constitute the material of this research bounded by 37°21'-37°85' north, and 27°84'- 29°08' east coordinates (Figure 1). The surface of area covers approximately 110.800,00 km².

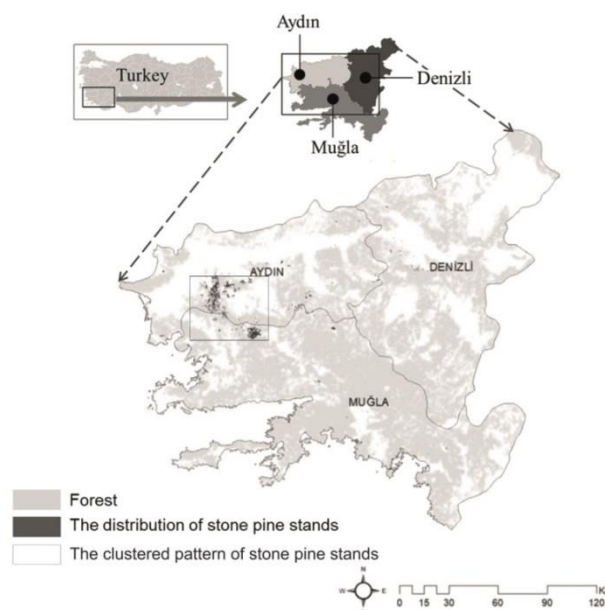


Figure 1. Geographic distribution of stone pine forests (*Pinus pinea* L.) showing the research area of Aydın, Denizli, and Muğla Provinces

There are various landscape types in the research area, by agricultural fields on fertile soils of Meander plain and forests, which has an important role in social forestry. Furthermore, this area comprises urban and rural settlements, and tourism sites along the coast; nature conservation areas, such as Dilek Peninsula National Park (in Kuşadası district of Aydın Province), and Bafa Lake Nature Park (within the boundaries of Milas district of Muğla Province); forests, and the lower catchment of Great Meander. The Meander Delta is integrated with Lake Bafa. This natural area, which is the result of the closure of the old sea gulf by the alluvium brought by the Menderes River, is a nature park which is important for the reproduction of certain bird species. The vegetation of the area is mainly composed of semi-natural olive orchards (*Olea europae* L.), Mediterranean maquis and fringana communities, and forests of Turkish pine, botanical name *Pinus brutia* Ten. (Seçmen and Leblebici, 1982; Kete et al., 2005). Tree species representing forest communities include Turkish pine (*Pinus brutia* Ten.), juniper (*Juniperus spp.*), stone pine (*Pinus pinea* L.), black pine (*Pinus nigra* J.F. Arnold.), oak (*Quercus spp.*), Lebanon cedar (*Cedrus libani* A. Rich.), aspen poplar (*Populus tremula* [Michx.] Á. Löve & D. Löve), and Oriental sweetgum (*Liquidamber orientalis* Miller). Other species are composed of walnut (*Juglans regia* L.), chestnut (*Castanea sativa* Mill.), almond (*Prunus dulcis* Mill.), plane tree (*Platanus orientalis* Linn.), alder leaf (*Alnus orientalis* Decne.), poplar (*Populus spp.*); and two exotics: pseudoacacia (*Robinia pseudoacacia* L.), and eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.). Stone pine forests are found locally in Aydın as well as Muğla and Denizli in the entire research area.

The research area has been an important site presenting habitat for the Anatolian leopard. Kumerlovee (1975) stated that between 1930 and 1950 the leopard hunter Hasan Mantoluoglu, who lived in Milas, located in the current research area, hunted about 50 leopards. In fact, literature reviews show that the leopard has the widest habitat

tolerance in diverse regions of the world. Their habitats are mostly woodlands and forests. It is interesting that from India to Southeast Asia, *P. pardus* have been encountered in all forest types, from tropical rainforest to the temperate deciduous and alpine coniferous (Başkaya, 2003). Recently, it is predicted that it may exist in the mountains of the Black Sea coast and south-westwards of the Taurus Mountains (Başkaya and Bilgili, 2004). Nevertheless no evidence has been provided for its actual occurrence by the scientific authorities.

The diverse structure of vegetation occurs in the research area provides a habitat mosaic utilized by various bird species. Earlier attempts to study the avian fauna of the research area reveal that 57 bird species were recorded while 22 of them were directly associated with the *P. pinea* L. forest (OSIB 2014).

2.1. Research methodology

The aim of this research was to assess the fragmentation of stone pine (*P. pinea* L.) forests, using landscape metrics and typology, and provide interconnected relationships with fragmentation and wildlife conservation. Datasets obtained from ASTER Global Digital Elevation Model, were used to complete this analysis. Maps used included a forest map showing spatial distribution of stands of three provinces, and maps representing different classes of environmental factors (soil, geology, aspect, and slope). Four thematic maps were overlaid in ArcMap 10.5, and characterized by LCA. To assess fragmentation among 34 different stands, landscape metrics were calculated using Fragstats v4.2 software (McGarigal and Marks, 1995). Fragmentation amongst the different stands of stone pine in the research area is shown in Figure 1. They are clustered in the southwestern part of Aydın province and in the northwestern part of Muğla province. Due to the fragmented pattern of the stands, the forest structure was defined with landscape metrics, taking into consideration environmental factors. Hence, four thematic maps were used to understand how these stands were distributed in the area, and how was the typology of landscape complex covering stone pine stands.

Once a comprehensive literature review was completed, then, the distribution of stone pine forests could be examined in the research area. The vector maps of soil groups and geological formation were acquired from the Muğla General Directorate of Forestry, and the Municipal Hall of Aydın. The mosaic format of digital elevation map was used to produce slope and aspect maps. Following that, both maps were reclassified, and a zonal statistic tool of ArcMap 10.5 was utilized to weight the pixels. These maps were then converted into vector format via a software conversion tool. Four thematic maps were overlaid in ArcMap 10.5 and characterized by LCA, and then units representing these maps were coded, as presented in Figure 2. The outputs of LCA were evaluated according to their frequency values, and the comparative results were discussed. Another method that applied for the assessment of the distribution of stone pine was landscape metrics. To assess fragmentation among 34 different stands, landscape metrics were calculated using Fragstats v4.2 software. When the results were compared, the proposal for the regeneration of *P. pinea* L. forest was created. Additionally, bird census data, compiled from two locations within the research area

(OSIB, 2014) was compared, and bird species composition was evaluated as an indicator of forest fragmentation.

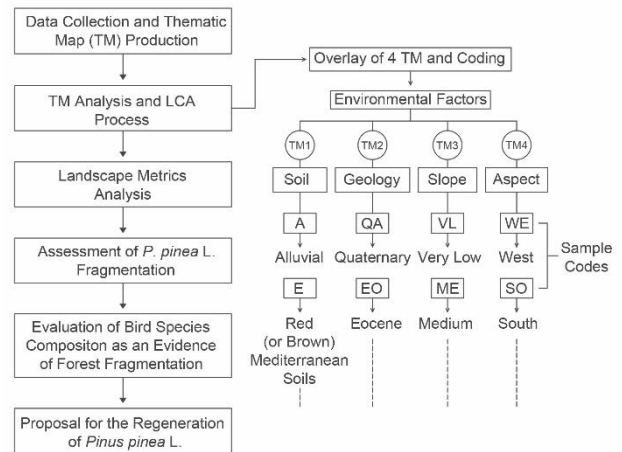


Figure 2. Research methodology

3. Results

As a result of the LCA, 309 character types were determined, represented by 4 variants of the *P. pinea* L. community (Pure stands: Cf; Stands mixed with *P. brutia*: CfCz; Stands mixed with *Quercus* spp.: CfM; Stands mixed with *C. libani*: Cfs). Areas of low frequency, under the average size of total patches, were discarded from the analysis. There was a positive correlation between their area and frequency, of 0,322 R-square value, when linear regression analysis was applied (Figure 3).

The dramatic change of frequency values shows that some of the landscape types are clustered in specific areas while others are fragmented. Due to their fragmentation, the landscape connectivity is low when compared with the clustered pattern of the patches. The values belonging to these patches are represented in Table 1.

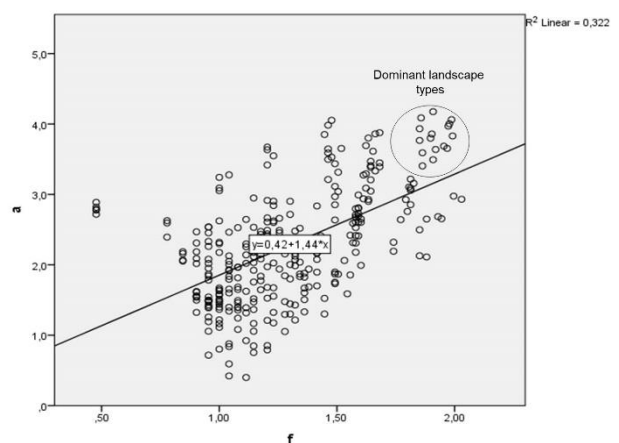


Figure 3. Frequency and logarithmic scale values for the area of each landscape type (a: area, f: frequency)

Table 1. Frequency and mean size of dominant landscape types (N: Non-calcareous brown forest soil, U: Lime-free soil, PA: Paleozoic, TR: Trias, ME: Medium, EA: East, WE: West, NO: North, SO: South)

Landscape Types	Area (ha)	Frequency (n)
N_EO_ME_WE	483.1	85
N_PA_ME_WE	14869.3	81
N_TR_ME_EA	3111.6	81
N_TR_ME_WE	7207.5	80
U_EO_ME_EA	451.7	88
U_EO_ME_NO	446.1	76
U_EO_ME_SO	852.2	107
U_EO_ME_WE	945.9	99
U_PA_ME_EA	6259.4	79
U_PA_ME_NO	4840.1	90
U_PA_ME_SO	9273.6	94
U_PA_ME_WE	11441.1	97
U_TR_ME_EA	4497.3	93
U_TR_ME_NO	4347.8	83
U_TR_ME_SO	6760.5	98
U_TR_ME_WE	10090.0	95

When 68 landscape types were searched in the clustered pattern of stone pine, it was concluded that potential distribution of stone pine stands would be expected to cover more than half of the research area. The results found stone pine only exist in the specific area represented with dark grey color, in Figure 4.

The clustered pattern of *P. pinea* L. stands in southern Aydın and northern Muğla provinces were analyzed, and the current distribution of the stands and the distribution of 7 dominant landscape types were mapped. The clustered pattern of *P. pinea* L. stands in southern Aydın and northern Muğla provinces were analyzed, and the current distribution of the stands, and the distribution of 7 dominant landscape types were mapped, in Figure 5.

The evaluation of the structure of these stands is important to understand the distribution of species (McGarigal and Marks, 1995). Within the fourth step of this research, fragmentation among 34 different stands was assessed by landscape metrics, using Fragstats. Class area (CA), Number of Patches (NP), Patch Density (PD), Largest Patch Index (LPI) and Edge Density (ED) were landscape metrics used in this analysis (Table 2).

Comparison of LPI values allows a better understanding of landscape complexity covering stone pine stands at landscape level. Table 3 shows LPI values for the stands. Cfa3, CfCza, Cfd2, Cfd1, CfCzd1, Cfa and Cfd1 have a higher value of LPI when compared to other stands. As a result of landscape distribution statistics, Cfc1 has the highest value of NP, while CfSrab2, CfMa, Cfd2, Cfa have the lowest value respectively. With regard to LPI and PD, Cfd1 obtained the highest value.

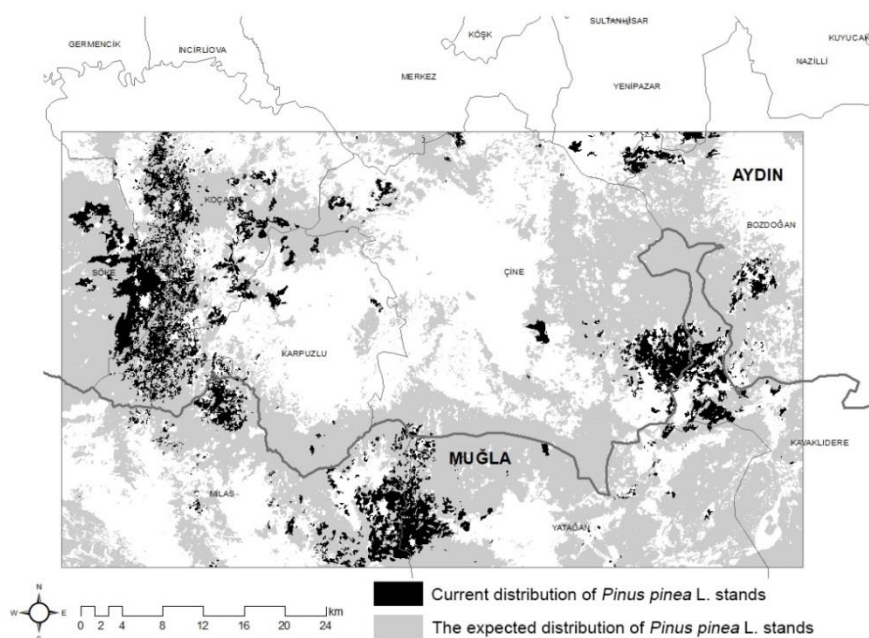


Figure 4. Actual and the potential distribution of *P. pinea* L. stands

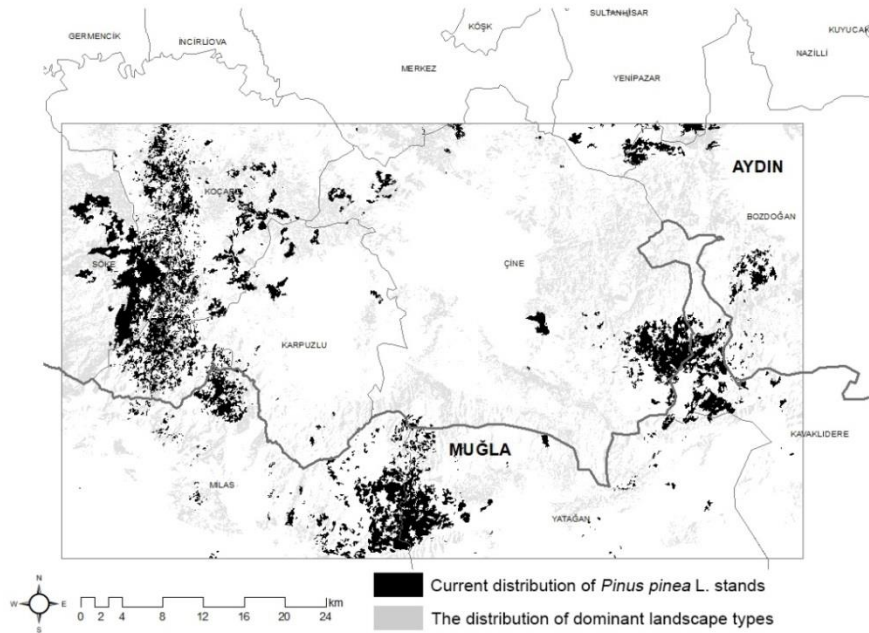


Figure 5. Current distribution of *P. pinea* L. stands with distribution of dominant landscape types

Table 2. Selected landscape metrics at landscape level

Landscape Metric	Description
Class area (CA)	CA defines how much of the landscape is comprised of a particular patch type
Number of Patches (NP)	NP represents landscape configuration
Patch Density (PD)	
Largest Patch Index (LPI)	LPI equals the percentage of the landscape that the largest patch comprises
Edge Density (ED)	ED standardizes edge to a per unit area basis that facilitates comparisons among landscapes of varying size

Table 3. Landscape metrics results (Cf: stone pine, Cz: brutia pine, Ma: macchia, Sr: cypress, KB: damaged forest, T: rocky ground, a. b. c. d.: Development stages, 1. 2. 3.: Crown closure)

Stand type class	CA	NP	PD	LPI	ED
CfCza	5950800.00	250000.00	0.0015	0.01350	0.0218
CfMa	315000.00	20000.00	0.0001	0.00170	0.0021
Cfa	28904400.00	1110000.00	0.0066	0.02640	0.1218
Cfa3	6441300.00	130000.00	0.0008	0.01330	0.0259
Cfa0	4551300.00	210000.00	0.0012	0.00630	0.0186
Cfb1	54900.00	10000.00	0.0001	0.00030	0.0000
CfCza0	582300.00	50000.00	0.0003	0.00160	0.0030
Cfb3	1257300.00	170000.00	0.0010	0.00170	0.0146
Cfab2	1321200.00	300000.00	0.0018	0.00150	0.0134
Cfb2	65700.00	30000.00	0.0002	0.00030	0.0011
Cfb3	636300.00	60000.00	0.0004	0.00270	0.0044
CfCzbc3	259200.00	30000.00	0.0002	0.00070	0.0003
Cfc3	108900.00	30000.00	0.0002	0.00030	0.0013
CfSra	179100.00	30000.00	0.0002	0.00050	0.0014
CfSrab2	217800.00	30000.00	0.0002	0.00060	0.0028
CfCzab2	43200.00	10000.00	0.0001	0.00030	0.0006
Cfc2	2493000.00	380000.00	0.0022	0.00160	0.0284
Cfd1	45403200.00	2980000.00	0.0176	0.03020	0.3289
Cfd1_a	1933200.00	40000.00	0.0002	0.00680	0.0134
CfCzcd2	1918800.00	210000.00	0.0012	0.00210	0.0228
Cfd2	4307400.00	320000.00	0.0019	0.00520	0.0435
CfCzd1	11733300.00	620000.00	0.0037	0.01950	0.1043
Cfc1	929700.00	70000.00	0.0004	0.00180	0.0086
Cfd2	10355400.00	670000.00	0.0040	0.01690	0.0926
Cfd1	13507200.00	440000.00	0.0026	0.01720	0.0991
CfCzcd1	1884600.00	150000.00	0.0009	0.00200	0.0186
CfCzd2	5166000.00	290000.00	0.0017	0.00740	0.0493
Cf0a	455400.00	20000.00	0.0001	0.00230	0.0025
Cfd_CzCfa	121500.00	20000.00	0.0001	0.00060	0.0019
CfCz0a	190800.00	10000.00	0.0001	0.00110	0.0015
Cfd1_T	540000.00	30000.00	0.0002	0.00230	0.0042
Cfab3	410400.00	30000.00	0.0002	0.00120	0.0035
Cfb1_KB	119700.00	10000.00	0.0001	0.00070	0.0002
Cf0	225000.00	20000.00	0.0001	0.00110	0.0006

4. Discussion

In this research, we examined the distribution of stone pine forests, and evaluated the stands by LCA to accurately understand the typology. To analyze the structure of the stands, we calculated landscape metrics. This study found that soil type and geological formation were the dominant environmental factors determining distribution of stone pine. Although, slope and aspect values added complexity to distribution, they had a higher impact on landscape fragmentation. The outputs of landscape metrics showed how stone pine forests were fragmented in the research area. Out of 34 stands in total, 10 (Cfd2, Cfa0, Cfd1_a, Cfczd2, Cfa3, Cfd2, Cfd1, Cfczd1, Cfa, Cfd1) had higher value of all the selected metrics. When distribution was examined, the connectivity between landscape patches of each stand was very high. Although the value for LPI was between 0.015 and 0.021 for 8 other stands (Cfab2, Cfcza0, Cfc2, Cfma, Cfb3, Cfc1, Cfczd1, Cfczd2), their CA, NP, PD, and ED values were higher than the other stands. Out of these 34 stands, 19 stands were observed as fragmented in the landscape composition. Among 4 variants of the *P. pinea* L. community (Cf, Cfcz, CfM, CfS), CfM, and CfS were scattered in the research area. As a result of LCA in the clustered pattern of stone pine in the research area, two maps were overlaid in ArcMap 10.5 (forest stands that show all deciduous and evergreen species, and dominant landscape types), and the most suitable areas for regeneration of *P. pinea* L. were determined. The potential

range for regenerating stone pine stands suggested in this research is illustrated in Figure 6.

Developing and activating strategic interventions is recommended. Strengthening sustainable forest management capacity to protect and regenerate *P. pinea* L. forests is important. Conserving habitats, and preventing further habitat degradation and habitat loss in forests, is a top priority. Healthy forests keep cities healthy; it is especially concerning when species such as *P. pardus* has had drastically increased risk of extinction in Turkey. The findings of this research can guide important decisions for successful forest management and strong sustainability of *P. pinea* L. forests.

Evaluation data on bird species richness, associated with the stone pine forest in the research site, reveals that almost one third of recorded species (7 taxa) are *forest specialists* (OSIB, 2014). Recorded species of bird fauna in Koçarlı (north of Beşparmak Mountains), and Bozdoğan (vicinity of Madran Mountain), vary as *forest specialists*, and *generalists* (Table 4). Stone pine forest communities are concentrated in relatively higher altitudes of the western (Beşparmak Mountains) and eastern Menteşe ranges (Madran Mountain). Certain bird species have sporadic distribution, due to human influence, and geomorphological structures formed by creeks, stream beds, and associated agricultural lands. Connectivity analysis for target species, limited to specific vegetation types rather than the overall landscape mosaic, may be a potential limitation of this research.

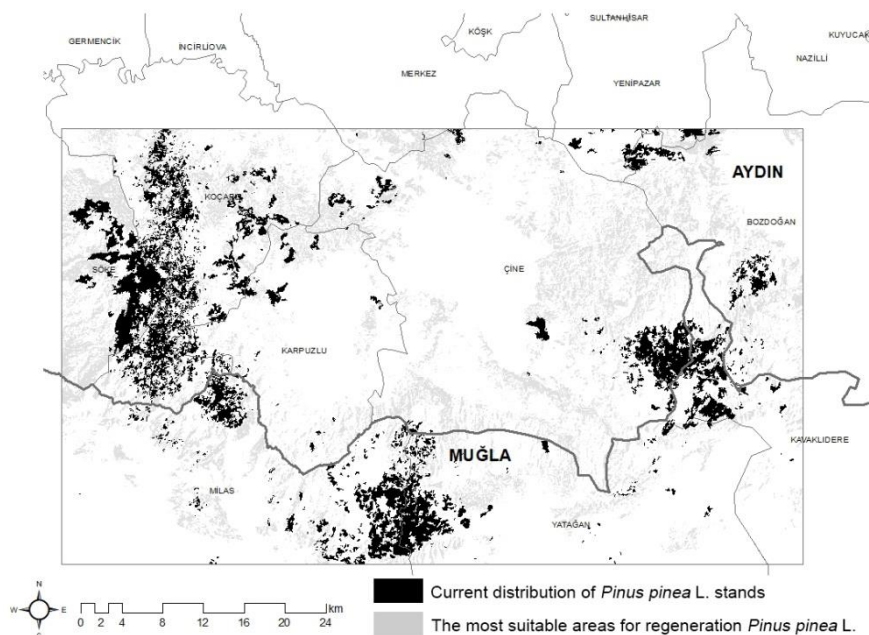


Figure 6. The most suitable areas for regeneration of *P. pinea* L.

Table 4. Recorded bird species compositions-Koçarlı and Bozdoğan sites (FS: Forest Specialist; FG: Forest Generalist; OT: Pasture, Farmland, and other Human Associated Habitats)

Bird species		Habitat	Occurrence (%)
Koçarlı	Bozdoğan		
<i>Garrulus glandarius</i>		FS	8.57
<i>Cyanistes caeruleus</i>		FS	3.26
<i>Periparus ater</i>	<i>P. ater</i>	FS	9.38
<i>Aegithalos caudatus</i>	<i>A. caudatus</i>	FS	4.48
	<i>Erethacus rubecula</i>	FS	0.81
	<i>Coccothraustes</i>	FS	0.40
	<i>coccothraustes</i>		
	<i>Turdus philomelos</i>	FS	0.81
<i>Parus major</i>	<i>P. major</i>	FG	17.14
<i>Fringilla coelebs</i>	<i>F. coelebs</i>	FG	10.61
<i>Turdus merula</i>	<i>T. merula</i>	FG	13.87
<i>Corvus corax</i>		FG	2.85
<i>Muscicapa striata</i>		FG	3.26
	<i>Emberiza cia</i>	FG	0.40
	<i>Emberiza cirlus</i>	OT	0.40
<i>Emberiza calandra</i>		OT	0.40
<i>Sylvia melanocephala</i>		OT	0.81
<i>Sitta neumayer</i>	<i>S. neumayer</i>	OT	5.30
<i>Dendrocopos syriacus</i>	<i>D. syriacus</i>	OT	10.61
<i>Carduelis carduelis</i>	<i>C. carduelis</i>	OT	4.48
<i>Galerida cristata</i>		OT	0.40
<i>Hirundo rustica</i>		OT	0.40
<i>Passer domesticus</i>		OT	1.22

Potential range for regenerating stone pine stands, suggested in this study, may be considered as habitat corridors, which would provide connectivity between above mentioned sites. This may promote *forest specialist* birds, which show relatively low occurrence of enlarging habitat ranges, and increasing population. Saura and Piqué (2006), stated that species richness was favored by more developed forest stages and by tree species diversity, but very dense, closed forest canopies (>70%), decreased species richness for both groups *forest specialists*, and *generalists*. It is obvious that pine nut (*P. pinea* L.) production benefits from longer rotations and more open stands, than those optimal for timber production (Gil-Tena et al., 2007). Therefore, establishing stone pine orchards in the farmlands along the habitat corridors, connecting mature stands to each other in the western and eastern Menteşe ranges, may support conservation of avian biodiversity.

LCA is quite new to Turkey as an analysis tool. There have been a few studies using different thematic maps to define landscape types in regional or local scale (Uzun et al., 2011; Yazgi and Yilmaz, 2017). A holistic approach, using a combination of LCA and landscape metrics, was adopted to make a comprehensive evaluation at the landscape level in this research. The connectivity of natural landscapes should be provided by adopting holistic approaches, in order to conserve them and provide their sustainability (Lindenmayer et al., 2002). Despite the fact that there have been various concepts and approaches proposed in the literature about the fragmentation of forests, there is an important need to establish a framework that illustrates the potential distribution of forests and most suitable areas for regeneration of forests, according to the environmental factors.

The key principles for developing this framework are proposed below:

- The composition, configuration and connectivity of landscapes should be clearly defined. For instance, if the focus is on the protection of endangered species, the habitats and their fragmentation pattern should be acquired from the metadata which was produced as a result of LCA.
- Even if Europe has prepared landscape character maps in advance, Turkey is still in the initial phase of producing this inventory. Therefore, a map should be created to show Turkey's core habitats, nature conservation sites and corridors, with links to other map inventories.
- Potential areas for regenerating forests should be mapped considering environmental factors and the fragmentation should be evaluated with specific metrics. How can potential regeneration areas be mapped? Where can the metadata be obtained? Which tools should be used? These questions should be answered to create a rigorous framework.
- How can fragmented landscapes be restored? For example, the potential distribution of a fragmented forest may be mapped according to environmental factors, and landscape metrics can be calculated as demonstrated in this research. The final map illustrates the most suitable areas for regeneration. Who will use this map? Where can restoration begin? What are the legal procedures? Although there are discourses aiming to protect the environment, and provide optimal and sustainable use of natural resources in Turkey, there is no clear plan to implement these provisions. The procedure of restoring fragmented landscapes needs to be clearly explained and activated.

The methodology presented in this research can inspire further research to develop an analytical framework. Rigorous methodology will protect all forest-dwelling wildlife, and especially endangered species with core habitats in the forests.

Acknowledgements

We thank the Muğla Regional Directorate of Forestry, for providing forest stand maps of the research area, which were very valuable reference materials. Also, special thanks to the Directorate of Zoning, and Urban Planning of Municipal Hall of Aydın, for sharing highly critical, specific data for the research area, including vector maps of soil groups and geological formations.

References

- Abad Viñas, R. A., Caudullo, G., Oliveira, S., de Rigo, D., 2016. *Pinus pinea* in Europe: Distribution, Habitat, Usage and Threats. European Atlas of Forest Tree Species. Publication Office EU, Luxembourg.
- Akkemik, Ü., 2000. Dendroclimatology of umbrella pine (*Pinus pinea* L.) in Istanbul, Turkey. *Tree-Ring Bulletin* 56, 17-20.
- Alencar, A.A., Brando, P.M., Asner, G.P., Putz, F.E., 2015. Landscape fragmentation, severe drought, and the new Amazon forest fire regime. *Ecological applications*, 25(6): 1493-1505.

- Antrop, M., Van Eetvelde, V., 2017. Landscape Perspectives: The Holistic Nature of Landscape. Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Ashcroft, M.B., French, K.O., Chisholm, L.A., 2011. An evaluation of environmental factors affecting species distributions. *Ecological Modelling*, 222(3): 524-531.
- Başkaya, Ş., 2003. Pars (*Panthera pardus*). *Orman ve Av Dergisi*, 6: 24-30.
- Baskaya, S., Bilgili, E., 2004. Does the leopard *Panthera pardus* still exist in the Eastern Karadeniz Mountains of Turkey? *Oryx*, 38(2): 228-232.
- BirdLife Int, 2018. State of the world's birds indicators for our changing world. <http://datazone.birdlife.org/sowb/casestudy/>, Accessed: 21.12.2018.
- Bogaert, J., Barima, Y.S., Iyongo, W.M.L., Bamba, I., Mama, A., Toyi, M., Laforzezza, R., 2011. Forest fragmentation: causes, ecological impacts and implications for landscape management. In: *Landscape Ecology in Forest Management and Conservation* (Ed: Li, C., Laforzezza, R., Chen, J.), Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 273-296.
- Bojje, F., Liding, C., 1996. Landscape diversity types and their ecological significance. *Acta Geographica Sinica*, 5: 454-462.
- Boutheina, A., Hedi El Aouni, M., Balandier, P., 2013. Influence of stand and tree attributes and silviculture on cone and seed productions in forests of *Pinus pinea* L., in northern Tunisia. In *Mediterranean stone pine for agroforestry* (Ed: Mutke, S., Piqué, M., Calama, R.), Options Mediterraneennes, Zaragoza, pp. 9-14.
- Brabyn, L., 2009. Classifying landscape character. *Landscape research*, 34(3): 299-321.
- Broadbent, E.N., Asner, G.P., Keller, M., Knapp, D.E., Oliveira, P.J., Silva, J.N., 2008. Forest fragmentation and edge effects from deforestation and selective logging in the Brazilian Amazon. *Biological conservation*, 141(7): 1745-1757.
- Chakraborty, A., Ghosh, A., Sachdeva, K., Joshi, P.K., 2017. Characterizing fragmentation trends of the Himalayan forests in the Kumaon region of Uttarakhand, India. *Ecological Informatics*, 38: 95-109.
- Cook, E.A., 2002. Landscape structure indices for assessing urban ecological networks. *Landscape and urban planning*, 58(2-4): 269-280.
- Crooks, K.R., Burdett, C.L., Theobald, D.M., King, S.R., Di Marco, M., Rondinini, C., Boitani, L., 2017. Quantification of habitat fragmentation reveals extinction risk in terrestrial mammals. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(29): 7635-7640.
- Cushman, S.A., McGarigal, K., Neel, M., 2008. Parsimony in landscape metrics: Strength, universality, and consistency. *Ecological indicators*, 8(5): 691-703.
- Dale, V.H., Joyce, L.A., McNulty, S., Neilson, R.P., Ayres, M.P., Flannigan, M.D., Hanson, P.J., Irland, L.C., Lugo, A.E., Peterson, C.J., Simberloff, D., Swanson, F.J., Stocks, B.J., Wotton, B.M., 2001. Climate change and forest disturbances: Climate change can affect forests by altering the frequency, intensity, duration, and timing of fire, drought, introduced species, insect and pathogen outbreaks, hurricanes, windstorms, ice storms, or landslides. *BioScience*, 51(9): 723-734.
- Davidson, C., 1998. Issues in measuring landscape fragmentation. *Wildlife Society Bulletin (1973-2006)*, 26(1): 32-37.
- Di Castri, F., 1981. Mediterranean-type shrublands of the world. *Mediterranean-Type Shrublands Ecosystems of the World*, Vol. 11. Elsevier, Amsterdam, pp. 1-52.
- Dušek, R., Popelková, R., 2017. Landscape diversity of the Czech Republic. *Journal of Maps*, 13, 486-490.
- Fahrig, L., 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, 34(1): 487-515.
- Farias, I.P., Santos, W.G., Gordo, M., Hrbek, T., 2015. Effects of forest fragmentation on genetic diversity of the Critically Endangered primate, the pied tamarin (*Saguinus bicolor*): Implications for conservation. *Journal of Heredity*, 106(S1): 512-521.
- Fischer, J., Lindenmayer, D.B., 2007. Landscape modification and habitat fragmentation: A synthesis. *Global ecology and biogeography*, 16(3): 265-280.
- Forman, R.T., 1995. Some general principles of landscape and regional ecology. *Landscape Ecology*, 10: 133-142.
- Forman, R.T., Alexander, L.E., 1998. Roads and their major ecological effects. *Annual review of ecology and systematics*, 29(1): 207-231.
- Forman, R.T., Deblinger, R.D., 2000. The ecological road-effect zone of a Massachusetts (USA) suburban highway. *Conservation Biology*, 14: 36-46.
- Gil-Tena, A., Saura, S., Brotons, L., 2007. Effects of forest composition and structure on bird species richness in a Mediterranean context: Implications for forest ecosystem management. *Forest ecology and Management*, 242(2-3): 470-476.
- Goodwin, B.J., Fahrig, L., 2002. How does landscape structure influence landscape connectivity? *Oikos*, 99: 552-570.
- Haines-Young, R., Chopping, M., 1996. Quantifying landscape structure: A review of landscape indices and their application to forested landscapes. *Progress in physical geography*, 20(4): 418-445.
- Hamrick, J.L., 2004. Response of forest trees to global environmental changes. *Forest ecology and management*, 197(1-3): 323-335.
- Hargis, C.D., Bissonette, J.A., Turner, D.L., 1999. The influence of forest fragmentation and landscape pattern on American martens. *Journal of applied Ecology*, 36(1): 157-172.
- Hirsch, E., O'Hanlon, M., 1995. *The anthropology of landscape: perspectives on place and space*. Clarendon Press, Oxford.
- Kete, R., Yilmaz, I., Karakulak, S., Yildirim, A., 2005. Bafa Gölü çevresi herpetofaunasının çeşitliliği. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6: 87-96.
- Kim, K.H., Pauleit, S., 2007. Landscape character, biodiversity and land use planning: The case of Kwangju City Region, South Korea. *Land Use Policy*, 24: 264-274.
- Kumerlovee, H., 1975. Die Säugetiere (Mammalia) der Türkei Die Säugetiere (Mammalia) Syriens und des Libanon. *Veröffentlichungen der Zoologischen Staatssammlung, München*, 18: 69-225.
- Laurance, W.F., Lovejoy, T.E., Vasconcelos, H.L., Bruna, E.M., Didham, R.K., Stouffer, P.C., Gascon, C., Bierregaard, R.O., Laurance, S.G., Sampaio, E., 2002. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: A 22-year investigation. *Conservation Biology*, 16(3): 605-618.
- Lausch, A., Blaschke, T., Haase, D., Herzog, F., Syrbe, R.U., Tischendorf, L., Walz, U., 2015. Understanding and quantifying landscape structure-A review on relevant process characteristics, data models and landscape metrics. *Ecological Modelling*, 295: 31-41.
- Lindenmayer, D.B., Cunningham, R.B., Donnelly, C.F., Lesslie, R., 2002. On the use of landscape surrogates as ecological indicators in fragmented forests. *Forest Ecology and Management*, 159(3): 203-216.
- Liu, S., Dong, Y., Deng, L., Liu, Q., Zhao, H., Dong, S., 2014. Forest fragmentation and landscape connectivity change associated with road network extension and city expansion: A case study in the Lancang River Valley. *Ecological Indicators*, 36: 160-168.
- Loewe, M., Delard, R., 2012. Un Nuevo Cultivo Para Chile el Pino Pinonero (*Pinus pinea* L.). Instituto Forestal, Chile.
- McAlpine, C.A., Eyre, T.J., 2002. Testing landscape metrics as indicators of habitat loss and fragmentation in continuous eucalypt forests (Queensland, Australia). *Landscape Ecology*, 17(8): 711-728.
- McGarigal, K., Marks, B.J., 1995. FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351. Portland, OR: US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station.
- McGarigal, K., Tagil, S., Cushman, S.A., 2009. Surface metrics: An alternative to patch metrics for the quantification of landscape structure. *Landscape ecology*, 24(3): 433-450.

- Midha, N., Mathur, P.K., 2010. Assessment of forest fragmentation in the conservation priority Dudhwa landscape, India using FRAGSTATS computed class level metrics. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 38(3): 487-500.
- Muñoz ,V.L., Rodrigue, C.D., Balzarini, M., Contreras, A.Á., Navarro-Cerrillo, R.M., 2015. Impact of climate and management variables on stone pine (*Pinus pinea* L.) growing in Chile. *Agricultural and forest meteorology*, 214: 106-116.
- Prieur, M., Luginbuehl, Y., Zoido Naranjo, F., De Montmollin, B., Pedrolí B, Van Mansvelt, J.D., Durousseau, S., 2006. Landscape and Sustainable Development-Challenges of the European Landscape Convention. Council of Europe Publishing, Strasbourg.
- Qian, J., Xiang, W.N., Liu, Y., Meng, X., 2018. Incorporating landscape diversity into greenway alignment planning. *Urban Forestry & Urban Greening*, 35: 45-56.
- OSIB, 2014. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü IV. Bölge Müdürlüğü, Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Envanter ve İzleme Projesi. Aydın İl Şube Müdürlüğü. Aydın İli'nin Karasal Biyolojik Çeşitlilik ve İç Su Ekosistemleri Biyolojik Çeşitlilik Envanter ve İzleme İş Sonuç Raporu, s. 63-70.
- Richardson, D.M., 1998. *Ecology and Biogeography of Pinus*. Cambridge University Press, New York.
- Riitters, K.H., O'Neill, R.N., Hunsaker, C.T., Wickham, J.D., Yankee, D.H., Timmins, S.P., Jones, K.B., Jackson, B.L., 1995. A factor analysis of landscape pattern and structure metrics. *Landscape ecology*, 10(1): 23-39.
- Rocha-Santos, L., Pessoa, M.S., Cassano, C.R., Talora, D.C., Orihuela, R.L.L., Mariano-Netos, E., Morante-Filho, J.C., Faria, D., Cazetta, E., 2016. The shrinkage of a forest: landscape-sacale deforestation leading to overall changes in local forest structure. *Biological Conservation*: 196, 1-9.
- Romero, Y., Gilsanz, F., 1888. *Cría, Cultivo y Aprovechamiento Del Pino Pinonero*. Universal Fair of Barcelona. Madrid, Spain.
- Rosati, L., Fipaldini, M., Marignani, M., Blasi, C., 2010. Effects of fragmentation on vascular plant diversity in a Mediterranean forest archipelago. *Plant Biosystems*, 144(1): 38-46.
- Saunders, D.A., Hobbs, R.J., Margules, C.R., 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: A review. *Conservation biology*, 5(1): 18-32.
- Saura, S., Piqué, M., 2006. *Forests and Forest Sector in Catalonia. Agriculture and Agri-food Production in Perspective: Profile of the Sector in Catalonia*. University of Lleida, Lleida.
- Scarascia-Mugnozza, G., Oswald, H., Piussic, P., Radoglou, K., 2000. Forests of the Mediterranean region: Gaps in knowledge and research needs. *Forest Ecology and Management*, 132(1): 97-109.
- Schnell, J.K., Harris, G.M., Pimm, S.L., Russell, G.J., 2013. Quantitative analysis of forest fragmentation in the Atlantic Forest reveals more threatened bird species than the current Red List. *PLoS One*, 8: 1-8.
- Secmen, O., Leblebici, E., 1982. Batı Anadolu sucul vegetasyonu. IX Ulusal Biyoloji Kongresi Genel ve Sistemik Botanik Sektörleri, Cilt 3, Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas, s. 369-381.
- Simensen, T., Halvorsen, R., Erikstad, L., 2018. Methods for landscape characterisation and mapping: A systematic review. *Land Use Policy*, 75: 557-569.
- Suliman, H.M., 2018. Exploring drivers of forest degradation and fragmentation in Sudan: the case of Erawashda forest and its surrounding community. *Science of the Total Environment*, 621: 895-904.
- Swanwick, C., 2002. *Landscape character assessment. Guidance for England and Scotland*. The Countryside Agency and Scottish Natural Heritage, http://www.heritagecouncil.ie/fileadmin/user_upload/Planning/LCA_CPD/LC , Accessed: 15.05.2018.
- Taylor, P.D., Fahrig, L., Henein, K., Merriam, G., 1993. Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos*, 68: 571-573.
- Trumbore, S., Brando, P., Hartmann, H., 2015. Forest health and global change. *Science*, 349: 814-818.
- Tudor, C., 2014. An approach to landscape character assessment. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/691184/landscape-character-assessment.pdf, Accessed: 23.06.2018.
- Uuemaa, E., Antrop, M., Roosaare, J., Marja, R., Mander, Ü., 2009. Landscape metrics and indices: An overview of their use in landscape research. *Living reviews in landscape research*, 3(1): 1-28.
- Uzun, O., Dilek, F., Çetinkaya, D., Erduran, F., Açıköz, S., 2011. National and regional landscape classification and mapping of Turkey: Konya closed basin, Suğla Lake and its surrounding area. *International Journal of Physical Sciences*, 6(3): 550-565.
- Varol, O., 2004. Phytosociological Investigations of *Pinus pinea* L. Forests in the Southwestern Anatolia Region of Turkey. *Israel Journal of Plant Sciences*, 52: 65-70.
- Varol, O., Karaer, F., Terzioğlu, S., Kutbay, G., 2003. Phytosociological investigations of *Pinus pinea* L. forests in the North-East Anatolia region (Trabzon and Artvin-Turkey). *Pakistan Journal of Botany*, 35: 587-595.
- Varol, O., Tatlı, A., 2002. Phytosociological investigations of a *Pinus pinea* L. forest in the Eastern Mediterranean Region (K. Maraş-Turkey). *Plant Ecology*, 158: 223-228.
- Varol, O., Tel, A.Z., 2010. Ecological features of the *Pinus pinea* forests in the north-west region of Turkey (Yalova). *Ekoloji*, 19: 95-101.
- Wang, X., Blanchet, F.G., Koper, N., 2014. Measuring habitat fragmentation: An evaluation of landscape pattern metrics. *Methods in Ecology and Evolution*, 5(7): 634-646.
- Wascher, D.M., 2005. *European Landscape Character Areas-Typologies, Cartography and Indicators for the Assessment of Sustainable Landscapes*. Final Project Report as deliverable from the EU's Accompanying Measure project European Landscape Character Assessment Initiative (ELCAI), funded under the 5th Framework Programme on Energy, Environment and Sustainable Development, <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/1778>, Accessed: 12.04.2018.
- Wilcove, D.S., McLellan, C.H., Dobson, A.P., 1986. Habitat fragmentation in the temperate zone. *Conservation biology*, 6: 237-256.
- Williams-Linera, G., 1990. Vegetation structure and environmental conditions of forest edges in Panama. *The Journal of Ecology*, pp. 356-373.
- Yazgi, D., Yilmaz, K.T., 2017. The evaluation of landscape typology and richness for achieving conservation priorities of habitats. *Proceedings of the Ecology 2017 International Symposium*, 11-13 May, Kayseri, Turkey. pp. 309-318.
- Zohary, M., 1973. *Geobotanical Foundations of the Middle East*, Vol. I-II. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Zube, E.H., Sell, J.L., Taylor, J.G., 1982. Landscape perception: research, application and theory. *Landscape planning*, 9(1): 1-33.

Kültürel ekosistem hizmetlerinin sosyal medya fotoğrafları kullanılarak modellenmesi: Eskişehir örneği

E. Seda Arslan^{a,*} , Ömer K. Örucü^a 

Özet: Yeryüzünün farklı coğrafyalarında yer alan peyzajlar bünyesinde doğal ve kültürel değerler üreten çok sayıda ekosistemi barındırırlar. Dünya üzerindeki sayısız ekosistemin ürettiği fayda ve hizmetlerin haritalanması ekosistem hizmetlerinin mekânsal ifadesinde çok etkili bir yol olması sebebiyle, hem ekosistem potansiyeli hem de söz konusu potansiyelle ilişkili çevresel faktörlerin ifade edilmesine olanak tanımaktadır. Bu araştırmada kültürel ekosistem hizmetlerinin mekânsal dağılımının modellenmesi amacıyla sosyal medya fotoğraflarından yararlanılmıştır. Eskişehir ili örneğinde gerçekleştirilen çalışmada sosyal medyada Flickr uygulamasında Eskişehir adı ile coğrafi olarak işaretlenmiş fotoğraflar değerlendirmeye alınarak çevresel değişkenler ile ilişkilendirilmiştir. Araştırmada coğrafi bilgi sistemlerine dayanan ArcGIS ve Maksimum Entropi ile tür dağılımları modellemek için kullanılan MaxEnt yazılımı entegre şekilde kullanılmıştır. Buna göre; arazi örtüsü ve arazi kullanımı, mevcut yollar, akarsular, kültürel ve doğal peyzaj özellikleri ile ilişkilendirilmiş ve peyzajda var olan potansiyel ile kullanıcı tercihleri (kültürel ekosistem hizmet potansiyeli) birleştirilerek modellenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen alıcı işletim karakteristiği (ROC; receiver operating characteristic) eğrileri ve Jackknife grafikleri modelin güvenilirliğini kanıtlamaktadır. Bu bağlamda kültürel ekosistem hizmetleri açısından değerli alanların Eskişehir kent merkezinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu çalışmadan elde edilen bulguların kültürel ekosistem hizmetlerine dayalı gelecek senaryolarının modellenmesine, turizm ya da korunan alanların planlanması ve yönetimi konularında karar vermede yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Kültürel ekosistem hizmetleri, Eskişehir, Maksimum entropi, Sosyal medya

Modelling of cultural ecosystem services through social media photos: The case of Eskişehir

Abstract: Natural and cultural landscapes contain many ecosystems that produce natural and cultural values in different geographies of the earth. Recently, ecosystem services have been handled by researchers from different disciplines, which generally could be explained as benefits from ecosystems. The mapping of these benefits and services produced by numerous ecosystems around the world provides an opportunity to express not only ecosystem potential and environmental factors associated with it, but also it is a very effective way of spatial expression of ecosystem services. In this research, social media photographs were used to model the spatial distribution of cultural ecosystem services. In the study carried out in Eskişehir province, geographically marked photographs tagged with the name Eskişehir in Flickr application on social media were evaluated and associated with environmental variables. ArcGIS as software based on geographical information system and MaxEnt is based on maximum entropy were integrated to each other for modelling cultural ecosystem services. According to this; land cover and land use are associated with roads, streams, cultural and natural landscape characteristics and have been modelled by combining landscape potential and user preferences (cultural ecosystem service potential). The statistical findings of the study receiver operating characteristic (ROC) and Jackknife graphs prove the reliability of the model. As a result; it is thought that the data obtained from this study may help to model future scenarios based on cultural ecosystem services and to make decisions about planning and management of tourism or protected areas.

Keywords: Cultural ecosystem services, Eskişehir, Maximum entropy, Social media

1. Giriş

Ekosistem hizmetleri kavramı özellikle 1970'li yıllardan itibaren çevre bilimi ve politikaları literatürüne giriş yaparak günümüzde doğa ve toplum ilişkilerini düşünmek ve farklı perspektiflerde değerlendirmek için bir yaklaşım olarak ele alınır olmuştur. İnsan toplumunun doğrudan ya da dolaylı olarak doğadan fayda sağladığı fikri yeni bir kavram olmamakla birlikte modern olarak ortaya çıkmış ve kavramsallaşmış hali günümüzde ekosistem hizmetleri olarak ifade edilmektedir. Wilson ve Matthews (1970), kavramı çevre hizmetleri olarak kullanmış ancak 1980'lerin

ortalarında ekosistem hizmetleri olarak kabul edilmiştir (Ehrlich ve Mooney, 1983). 1997'den itibaren ise Daily (1997) ve Costanza vd. (1997) çalışmaları ile literatüre ivme kazandırmıştır (Lele vd., 2013). Ekosistem hizmetlerinin en popüler tanımı "Millennium Ecosystem Assessment" MEA (2005) raporunda yer aldığı şekliyle, insanların ekosistemlerden elde ettiği işlev ve ürünlerdir. Bu işlev ve ürünler ilgili raporda 4 kategoride (tedarikçi, düzenleyici, destekleyici ve kültürel) sınıflandırılmıştır. Her bir kategoriye ait hizmetler doğa ve toplum ilişkisini düzenlemek ya da tanımlamak için farklı işlevleri ya da faydaları ifade etmektedir. Bu kapsamda farklı

✉ ^a Süleyman Demirel Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Isparta, Türkiye

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): sedaarslan@sdu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 27.11.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 13.02.2020



Citation (Atf): Arslan, E.S., Örucü, Ö.K., 2020. Kültürel ekosistem hizmetlerinin sosyal medya fotoğrafları kullanılarak modellenmesi: Eskişehir örneği. Turkish Journal of Forestry, 21(1): 94-105.

DOI: [10.18182/tjf.651453](https://doi.org/10.18182/tjf.651453)

disiplinlerden araştırmacılar ekosistem hizmetlerini ekolojik, ekonomik, sosyal ya da kültürel boyutları ile ele alarak metodolojik yaklaşımlar geliştirmişlerdir (Richmond vd., 2007; Zander ve Straton, 2010; Bunse vd., 2015; Kang vd., 2018; Dou vd., 2019). Öyle ki çevre ve ekoloji temelli planlama yaklaşımları artık ekosistem hizmetleri tabanlı düşünölmekte ve ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliği çerçevesinde geliştirilmektedir.

Ekosistem hizmetleri kavramı kapsamında yapılan çalışmalar farklı disiplinlerin çeşitli çalışma konuları ile ilişkili olmanın yanında ekosistem hizmetlerinin ifade edilme biçimi ile de farklılaşmaktadır. Literatür incelendiğinde bu çalışmaların ekosistem hizmetlerinin haritalanması, değerinin belirlenmesi ya da sınıflandırılması konusunda yoğunlaştığı görölmektedir (Fisher ve Turner, 2008; Turner ve Daily, 2008; Fisher vd., 2009; De Groot vd., 2010; Fagerholm vd., 2016). Toplumun ekosistemlerden elde ettiği faydaların somut ve soyut faydalar olarak ayrılması temelinde soyut olanların ifadesi halen araştırılmakta ve farklı yaklaşımlar çerçevesinde irdelenmektedir. Dünya üzerindeki birbirinden farklı ve çok çeşitli ekosistemlerin ürettiği fayda ve hizmetlerin haritalanması ekosistem hizmetlerinin mekânsal ifadesinde çok etkili bir yol olması sebebiyle, hem ekosistem potansiyeli hem de söz konusu potansiyelle ilişkili çevresel faktörlerin ifade edilmesine olanak tanımaktadır. Haritalamanın amacı, kullanıcıların ekosistem hizmetlerinin mekânsal dağılımını, mevcut arazi kullanım stratejilerine entegre etmektir (Tokgöz ve Say, 2018). Buna göre kültürel ekosistem hizmetlerinin haritalanması için geliştirilecek metodolojik yaklaşım ve yöntemler onların mekânsal olarak somut yönde ifadesine katkı sağlayabilir. Bu kapsamda bilim insanları peyzaj üzerinde çeşitli ölçeklerde değerlendirmeler yapmak ve haritalama teknikleri geliştirmek amacıyla coğrafı bilgi sistemleri teknolojilerini kullanmışlar ve bu kapsamda metodolojik yaklaşımlar geliştirmişlerdir (Van Jaarsveld vd., 2005; Chan vd., 2006; Beier vd., 2008; Daily vd., 2009). Günümüzdeki haritalama teknolojileri ise coğrafı bilgi sistemlerinin yanı sıra istatistik, makine öğrenmesi (machine learning) ve tahmine dayalı model geliştirme ve uygulama konusunda yoğunlaşmaktadır.

Son yıllarda literatürde yaygın olarak kültürel ekosistem hizmetlerinin mekânsal ifadesi için sosyal medya fotoğraflarının kullanımı ile farklı çevresel faktörlerin de ilişkilendirildiği yeni metodolojik yaklaşımlara rastlanmaktadır (Oteros-Rozas vd., 2018; Clemente ve County, 2019). İnternetteki fotoğraf paylaşım siteleri aracılığı ile kullanıcıların yüklediği coğrafı olarak etiketli fotoğraflar birincil veri olarak kullanılmakta ve bu bağlamda çalışılan alandaki hizmet potansiyeli noktasal olarak ifade edilmektedir.

Bu çerçevede tür dağılım modelini esas alan MaxEnt Modelleme programı ve bilim insanları tarafından geliştirilmiş aynı ara yüzü ya da coğrafı bilgi sistemleri teknolojilerini kullanan modüller (InVEST, SolVEST, vb.) aracılığıyla sosyal medyadan elde edilen veriler birincil veri olarak kullanılmakta ve kültürel ekosistem hizmetlerinin mekânsal dağılım modelleri oluşturmaktadır. Bu da arazi örtüsü üzerinde kültürel ekosistem hizmetlerinin potansiyel dağılım alanlarının belirlenmesinde oldukça önemli bir rol oynamaktadır.

Buna göre bu makalenin konusunu kültürel ekosistem hizmetlerinin Eskişehir ili idari sınırları esas alınarak mekânsal olarak potansiyel dağılım alanlarının modellenmesi oluşturmaktadır. Çalışmanın amacı kültürel ekosistem hizmetlerinin sağlanmasıyla bağlı bulunduğu kompleks içeriğe yönelik bir model oluşturarak, ekolojik, sosyal ve mekânsal değerlendirmeyi gerçekleştirmektir. Araştırmanın ekolojik çatısını peyzajda ve ekosistemde doğal olarak var olan potansiyel, kültürel çatısını ise sosyal medyadan elde edilen coğrafı olarak etiketlenmiş fotoğraflar oluşturmaktadır. Buna göre kültürel ekosistem hizmetlerinin mekânsal olarak ifadesi hem ekolojik ve kültürel potansiyelin belirlenerek birbirleri ile ilişkilendirilmesi yoluyla belirlenmiştir.

2. Materyal ve yöntem

2.1 Çalışma alanı

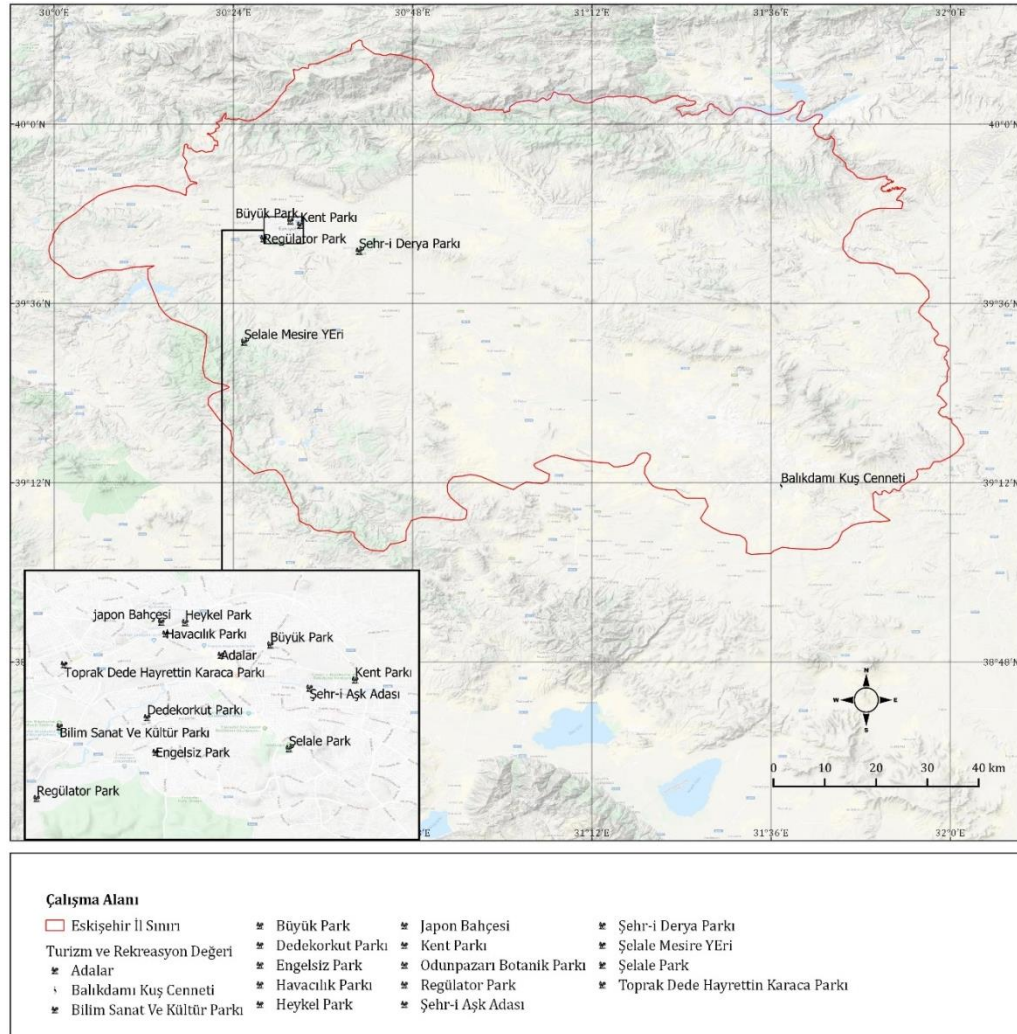
Çalışma alanı Türkiye'nin güney batısında 39°0'-40°12' kuzey enlemleri 30°0' – 32°0' doğu boylamları arasında yaklaşık 14077.82 km² alan büyüklüğüne sahip Eskişehir ilidir (Şekil 1). Aralık 2019 TÜİK verilerine göre Eskişehir ilinin güncel nüfusu 887.475 kişidir (TÜİK, 2020).

Eskişehir doğal peyzaj değerleri barındırmanın yanı sıra kültürel peyzaj değerleri bağlamında oldukça zengin bir potansiyel sunmaktadır (Şekil 2). Bu potansiyel özellikle şehir merkezinde yoğun olarak toplanmıştır. Kültürel peyzaj değerleri olarak ele alınan saraylar, çarşılar, müzeler, kaleler gibi kültürel miras değerlerinin (Şekil 3) yanı sıra dini yapılar ve ibadethaneler çalışma alanı sınırları içinde ve şehir merkezinde kültürel ekosistem hizmetlerine kaynak sağlamaktadır (Şekil 4).

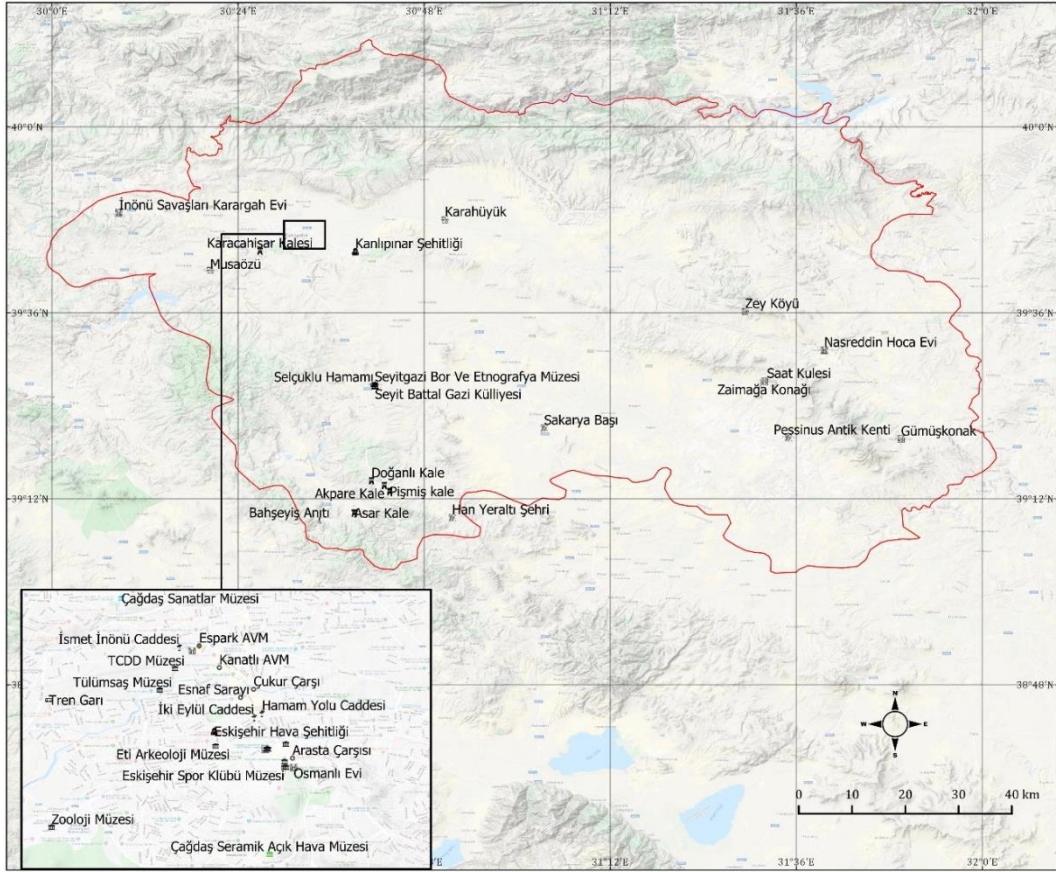
Çalışmanın yöntemini "peyzajda var olan potansiyel" ile "kullanım potansiyelinin" ilişkilendirilmesi oluşturmaktadır. Peyzajda var olan potansiyel; çalışma alanının sahip olduğu doğal ve kültürel peyzaj potansiyelini ve kültürel ekosistem hizmetlerine kaynak sağlayan alanları ya da kültürel ağları ifade ederken, kullanım potansiyeli ise kullanıcıların sosyal medya aracılığı ile paylaştıkları fotoğrafların analizi ile elde edilen nokta bazlı coğrafik verileri ifade etmektedir. Bu kapsamda Eskişehir'e gelen ziyaretçilerin sosyal medyada paylaştıkları fotoğrafların tür dağılım modelini esas alan MaxEnt programında arazi örtüsü ve arazi kullanımı gibi doğal ve kültürel peyzaj özellikleri ile ilişkilendirilerek kültürel ekosistem hizmetlerinin çalışma alanındaki dağılımı modellenmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanı

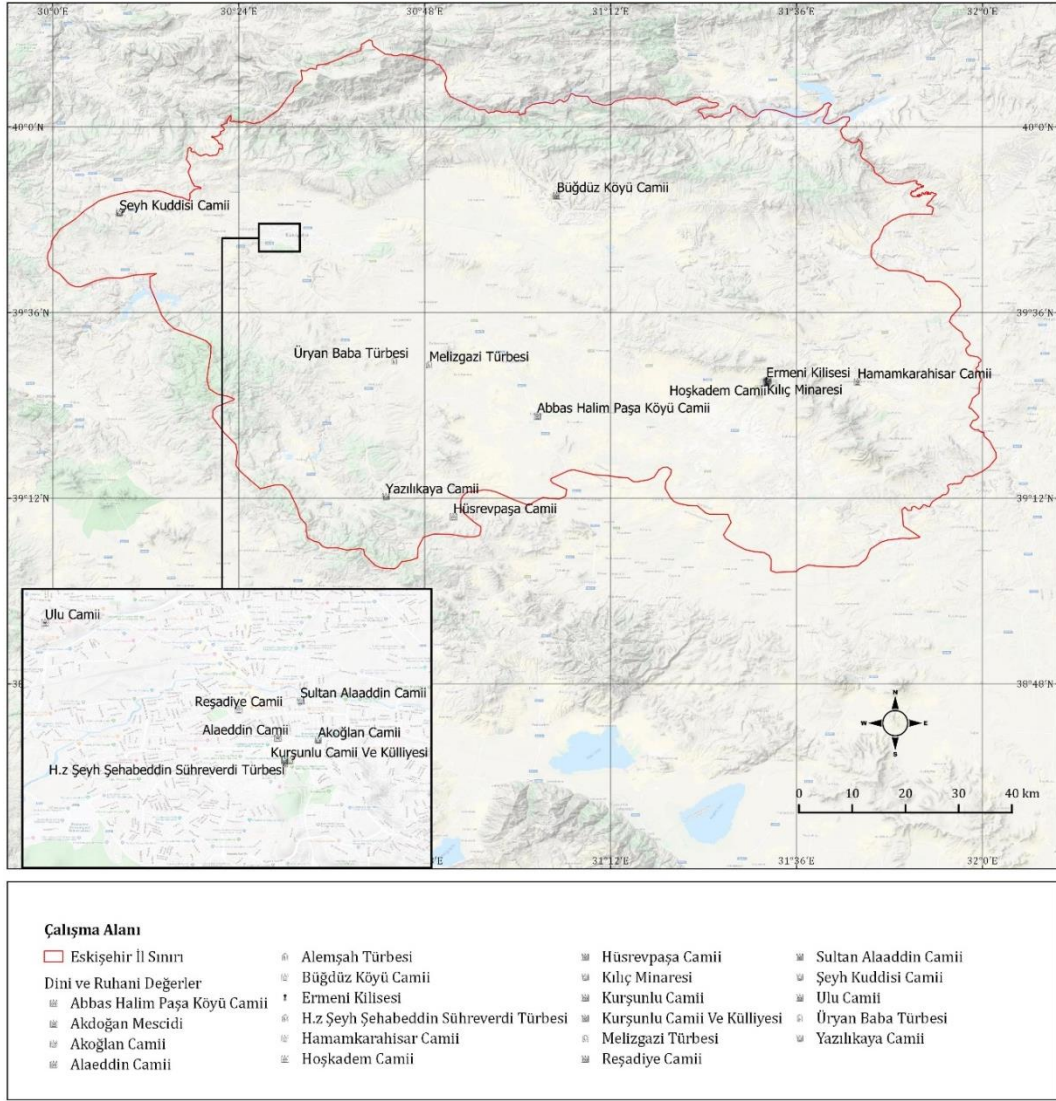


Şekil 2. Çalışma alanının doğal ve kültürel peyzaj değerleri



Çalışma Alanı			
□ Eskişehir İl Sınırı	○ Çukur Çarşısı	⊠ İnönü Savaşları Karargah Evi	⊠ Sakarya Başı
⊠ Kültürel Miras Değeri	⊠ Doğanlı Kale	⊠ İsmet İnönü Caddesi	⊠ Selçuklu Hamamı
⊠ Akpare Kale	⊠ Eğitim Karikatürleri Müzesi	⊠ Kanatlı AVM	⊠ Seyit Battal Gazi Külliyesi
○ Arasta Çarşısı	⊠ Eskişehir Hava Şehitliği	⊠ Kanlıpınar Şehitliği	⊠ Seyitgazi Bor Ve Etnografya Müzesi
⊠ Asar Kale	⊠ Eskişehir Spor Klübü Müzesi	⊠ Karacahisar Kalesi	⊠ Tarihi Oyun Pazarı Evleri
⊠ Atilla Özer Karikatür Evi	⊠ Eskişehir Sanatları Çarşısı	⊠ Karahüyük	⊠ Tayfun Talipoğlu Daktilo Müzesi
⊠ Bahşeyiş Anıtı	⊠ Esminyatürk	⊠ Kent Belleği Müzesi	⊠ TCDD Müzesi
⊠ Balmumu Heykeller Müzesi	○ Esnaf Sarayı	⊠ Lületaş Müzesi	⊠ Tren Garı
⊠ Bilim Deney Merkezi	⊠ Espark AVM	⊠ Musaözü	⊠ Tülümsaş Müzesi
⊠ Cumhuriyet Tarih Müzesi	⊠ Eti Arkeoloji Müzesi	⊠ Nasreddin Hoca Evi	⊠ Zaimağa Konağı
⊠ Çağdaş Cam Sanatları Müzesi	⊠ Gümüşkonak	⊠ Osmanlı Evi	⊠ Zey Köyü
⊠ Çağdaş Sanatlar Müzesi	⊠ Hamam Yolu Caddesi	⊠ Pessinus Antik Kenti	⊠ Zooloji Müzesi
⊠ Çağdaş Seramik Açık Hava Müzesi	⊠ Han Yeraltı Şehri	⊠ Pişmiş kale	
	⊠ İki Eylül Caddesi	⊠ Saat Kulesi	

Şekil 3. Çalışma alanının kültürel miras değerleri



Şekil 4. Çalışma alanının dini ve ruhani değerleri

2.2. Verilerin temini ve analizi

Sosyal medya fotoğraflarını kullanarak kültürel ekosistem hizmetlerinin mekânsal analizi amacıyla veri sağlamak için Flickr programı kullanılmıştır. Bu tip ücretsiz erişim kaynakları kullanıcıların kültürel değerler için tercihlerini içeren ve içerik analizi yoluyla ortaya çıkarılmasına olanak sağlayan çok miktarda mekânsal bilgiyi sağlamaktadır (Clemente ve County, 2019).

Günümüzde çok sayıda ve ücretsiz olarak kullanıcıların yolladığı fotoğrafları konum bazlı olarak paylaşılmasını sağlayan Panoramio, Instagram, Pinterest gibi platformlar olmasına karşın Panoramio'nun Kasım 2016'da fotoğraf paylaşımına kapanması, Instagram ve Pinterest gibi programların ise bazı kullanıcılar için özel izinlere tabi olması gibi nedenlerle en uygun platform olarak daha önce çok sayıda çalışmada da kullanıldığı gibi (Van Laere vd., 2013; Donaire vd., 2014; Guo vd., 2016; Spyrou ve Mylonas, 2016; Li vd., 2018; Zha vd., 2018) Flickr seçilmiştir.

Hammond vd. sosyal medya platformları içerisinde en geniş kullanıcı veri tabanına sahip olan servislerden biri olan Flickr'ın bu popülaritesinin, dijital fotoğraf

makinelerinin ve cep telefonu kameralarının oldukça revaçta olduğu günümüzde şartırcı olmadığını belirtmektedirler (Koçak, 2012).

Flickr'a veri işlemek için standard Hypertext Transfer Protocol (HTTP) yöntemlerini kullanan Application Programming Interface (API) aracılığı ile erişilmiştir. Bu yöntem Flickr fotoğraf paylaşım platformuna yüklenen tüm coğrafi etiketli (geo-tagged) fotoğraflara ilişkin konum verilerinin excel programına aktarımına olanak tanımaktadır.

Bu çalışmada da Flickr programında Eskişehir işareti ile 2019 yılı eylül ayı sonuna kadar yüklenmiş 13.078 fotoğraf incelenmiş ve coğrafi olarak etiketlenmiş olan 122'si değerlendirmeye alınarak veri tabanına aktarılmıştır. Fotoğraflardan yanlış olarak konumlanmış ya da coğrafi etiketi bulunmayanlar değerlendirme dışında bırakılmıştır. Ayrıca özçekim fotoğrafları, özel bahçeler, marka ve logo içerikli paylaşımlar, hayvan fotoğrafları ve kötü kalitedeki fotoğrafların tümü değerlendirme dışında bırakılmıştır.

Kültürel ekosistem hizmetlerinin sınıflandırılması amacıyla MEA 2005 ekosistem hizmetleri sınıflandırılması esas alınmış (Çizelge 1) ve Excel programına aktarılan veriler peyzaj mimarlarından oluşan 5 kişilik uzman grubu

tarafından değerlendirilerek örnek 50 adet fotoğraf için ön bir değerlendirme yapılmıştır. Bu değerlendirmede kültürel ekosistem hizmetlerinin sınıflandırılmasında yaklaşık 2% oranında farklılıklara rastlanırken en çok farklılaşma estetik ve kültürel miras hizmetlerinin sınıflandırılmasında görülmüştür. Sonrasında örnek olarak ele alınacak olan bütün fotoğraflar sınıflandırılarak veri havuzu son halini almıştır. Veri olarak değerlendirilen fotoğrafların içerikleri bağlamında mekânsal olarak değerlendiren kültürel ekosistem hizmetleri turizm ve rekreasyon, estetik, kültürel miras, ruhani ve dini değerlerdir. (Çizelge 1: MEA (2005) ve Clemente ve County (2019) dan uyarlanmıştır).

Modelleme aşamasında gerekli olan çevresel katmanlar ise çalışma alanına ait 1/25000 ölçekli ve 2018 tarihli Corine arazi kullanım haritasında var olan arazi örtüsü deseni ve kullanımları ile birlikte 2017 tarihli OSM (Open Street Map) vektörel haritaları esas alınarak 6 kategoride (yollar, nehir ve akarsular, tarihi ve kültürel alanlar, rekreasyon ve turizm alanları, arazi örtüsü ve arazi kullanımı) gruplandırılmıştır.

2.3. Modelleme

Bu çalışmada kültürel ekosistem hizmetlerinin potansiyel dağılımını modellemek için tür dağılım modelini (species distribution model) esas alan MaxEnt programı kullanılmıştır. MaxEnt türler, bitki ve çevresel faktörler gibi gözlenebilen noktaların maksimum entropisini belirleyerek (maximum entropy) olasılık dağılımını tahmin etmek için makine öğrenme tekniğini (machine-learning) kullanmaktadır. Gözlenebilen noktalar programda var verileri (presence-data) olarak tanımlanır. MaxEnt programının avantajı potansiyel dağılımı modellemek için var verilerinin yeterli olmasıdır ki, MaxEnt 2004 yılında piyasaya sunulmasından bu yana, tür dağılımlarının modellenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Yayımlanan örnekler, çok sayıda ekolojik, evrimsel, koruma ve biyogüvenlik konulu uygulamalarda farklı amaçları (tür oluşumlarının korelasyonunu bulmak, mevcut dağılımları haritalamak ve yeni zamanları ve yerleri tahmin etmek) kapsamaktadır (Elith vd., 2010). Bu bağlamda çalışmada Flickr'dan elde edilen örnek alanlara ait nokta bazlı veriler

var verisi olarak kullanılmış ve kültürel ekosistem hizmetlerinin sosyal değerine ilişkin değerlendirmelere olanak tanımıştır (Şekil 5).

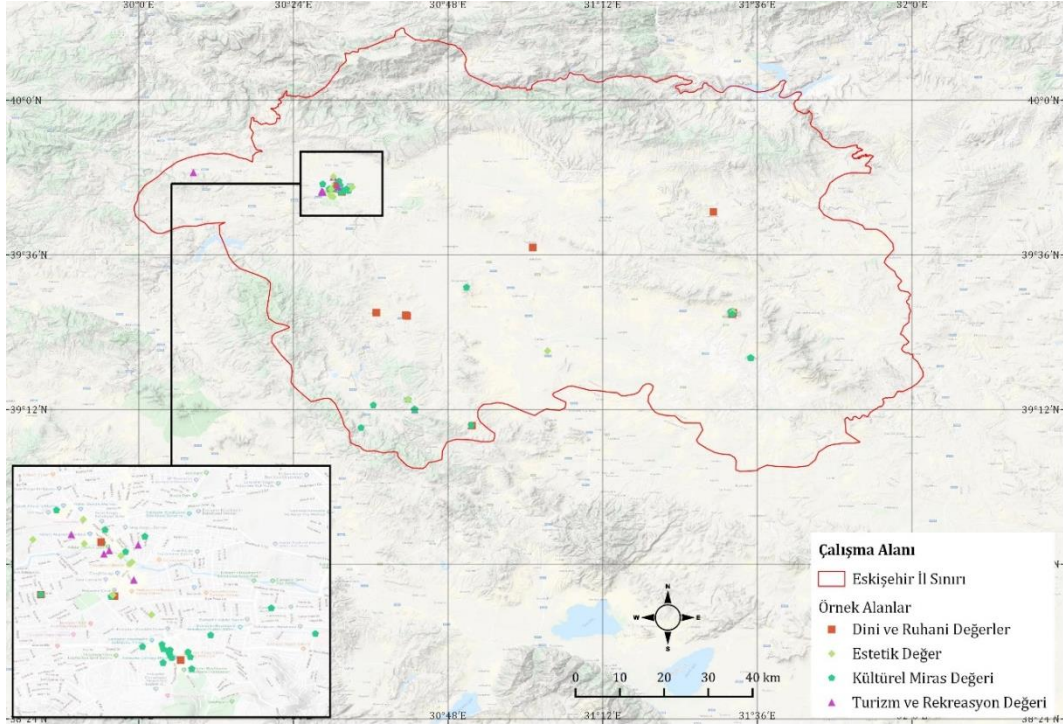
Araştırmanın bu bölümünde modelleme aşamasına daha çok veri sağlamak ve mekânsal ilişkisini sayısal değerler ile daha güçlü ifade edebilmek için çalışma alanının doğal ve kültürel değerleri de veri olarak kullanılmıştır. Buna göre 3 aşamalı bir yöntem uygulanarak, MaxEnt programı ArcMap 10.5 ve QGIS programları ile entegre edilmiştir. İlk aşamada sosyal medya (Flickr) kullanılarak elde edilen coğrafi olarak etiketlenmiş fotoğraflara ait noktasal veriler MaxEnt programına aktarılmış ve tür (Species) olarak kullanılmıştır.

İkinci aşamada ise Şekil 2 ve Şekil 3'e göre çalışma alanında yer alan doğal ve kültürel değerler ArcMap 10.5 programında Euclidean distance (Öklid mesafesi) modülü ile önce raster veriye daha sonra da MaxEnt 3.4.1 programında çevresel katmanlar olarak kullanılmak üzere asc uzantılı dosya formatına dönüştürülmüştür. " Öklid mesafesi çıktı olarak elde edilen raster veride her bir raster hücrenin en yakın kaynağa olan uzaklığını ifade etmektedir. Mesafeler metre veya metre gibi rasterin projeksiyon birimlerinde kuş bakışı (Öklid mesafesi) olarak ölçülür ve hücre merkezinden hücre merkezine hesaplanır. Söz konusu çevresel katmanların tümü ekosistem hizmeti sağlama potansiyeli bulunan doğal ve kültürel bileşenlerin etkisinin artan uzaklığa bağlı olarak azaldığını varsayarak öklid mesafeleri olarak hesaplanan yakınlık göstergelerini belirlemek için kullanılmıştır (Clemente ve County, 2019). Bu aşama MaxEnt'te Jackknife kullanılarak çevresel katmanların tümünün her bir kültürel ekosistem hizmetinin modellenmesindeki önemini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Üçüncü aşamada elde edilen tüm veriler MaxEnt programında modellenerek kültürel ekosistem hizmetlerinin potansiyel dağılımı ve her bir çevresel değişkenin bu modeldeki önemi belirlenmiştir. QGIS Programında asc uzantılı dosyalar raster formatına dönüştürülmüş ve elde edilen haritalarda kültürel ekosistem hizmetlerinin sağlanma derecelerini göstermek ve modelin görsel kalitesine katkı sağlamak amacıyla kullanılmıştır.

Çizelge 1. Kültürel ekosistem hizmetleri-tanımları ve sınıflandırılması

Kültürel ekosistem hizmeti türleri	Kültürel ekosistem hizmetleri	Tanımı	Sınıflandırma örnekleri
Fiziksel	Turizm ve rekreasyon değeri	İnsanlar, serbest zamanlarını kısmen, belirli bir bölgedeki doğal veya kültürel alanların özelliklerine dayanarak nerede geçireceklerini seçerler	İnsanların olduğu ya da olmadığı ancak rekreasyonel aktiviteleri ya da rekreasyonel ekipmanları gösteren fotoğraflar
Tecrübeye dayalı	Estetik değer	Pek çok insan parklar, yürüyüş alanları ve konut alanlarının seçiminde ekosistemin sayısız özelliklerinden bazılarını güzel ya da estetik bulurlar	Kültürel ve doğal peyzajları gösteren fotoğraflar
Entelektüel	Kültürel miras değeri	Birçok toplum, tarihsel olarak önemli olan peyzajların (kültürel peyzajlar) veya kültürel açıdan önemli türlerin bakımı için büyük önem arz eder	Tarihi peyzajlar geleneksel dokuyu yansıtan binalar ve objeler gibi soyut ve somut değerleri içeren fotoğraflar
İlham verici	Dini ve ruhani değerler	Birçok din, ekosistemlere veya bileşenlerine manevi ve dini değerler ekler	Camiler ve ibadethaneleri gösteren fotoğraflar



Şekil 5. Sosyal medya fotoğraflarına (Flickr) göre kültürel ekosistem hizmetleri

3. Bulgular

Sosyal medya fotoğraflarını kullanarak oluşturulan veri tabanı kültürel ekosistem hizmetlerinin çalışma alanındaki potansiyel dağılımını belirlemesine ve her bir çevresel değişkenin önem derecelerinin elde edilmesine olanak tanımıştır. Bir MaxEnt modelini değerlendirmek için Alıcı İşletim Karakteristiği (ROC; receiver operating characteristic) eğrisindeki ROC Eğrisinin Altındaki Alan (AUC; area under the ROC curve) eğrisi kullanılır. ROC, MaxEnt modelinin verimliliğini ölçerken AUC ise duyarlılık olasılığını temsil eder. 0.5'lik bir AUC değeri rastgele bir modeli belirtirken, 1 değeri, verilen var verilerini mükemmel bir şekilde sınıflandıran bir modeli belirtir. 0.50-0.70 AUC değeri daha doğru bir model, 0.70-0.90 değeri kesin bir model önerir ve 0.90'ı aşan değer oldukça doğru bir model gösterir (Swets, 1988; Yoshimura ve Hiura, 2017).

Bu bağlamda çalışma alanında sağlanan her bir CES için ROC eğrisi incelendiğinde estetik değer için $AUC=0.994$, turizm ve rekreasyon değeri için $AUC=0.999$ kültürel miras değeri için $AUC=0.989$, ruhani ve dini değerler için $AUC=0.968$ bulunmuştur (Şekil 6).

Buna göre araştırma kapsamında elde edilen modeller ROC eğrisine göre oldukça yüksek oranda doğru bir modeli ifade etmektedir.

Her bir fotoğrafla ilişkilendirilen coğrafi koordinatlar kültürel ekosistem hizmetlerinin dağılımı, yoğunluğu ve çeşitliliğine yönelik harita üretilmesinde belirleyici olmuştur. Potansiyel haritalarında kırmızı alanlar kültürel ekosistem hizmetlerinin yüksek oranda sağlanma potansiyeli olduğu alanları (hotspots) siyah noktalar ise kültürel ekosistem hizmet değeri taşıyan noktaları göstermektedir. Yöntem aşamasında açıklandığı gibi çalışma alanına ait doğal ve kültürel değerler araştırmada bağımsız değişkenler olarak ele alınmış ve modelin oluşturulması aşamasında

MaxEnt'te çevresel katmanlar olarak kullanılmıştır. Bu da her bir bağımsız değişkenin modelin oluşturulmasındaki önem derecelerini belirlemeye olanak tanımıştır.

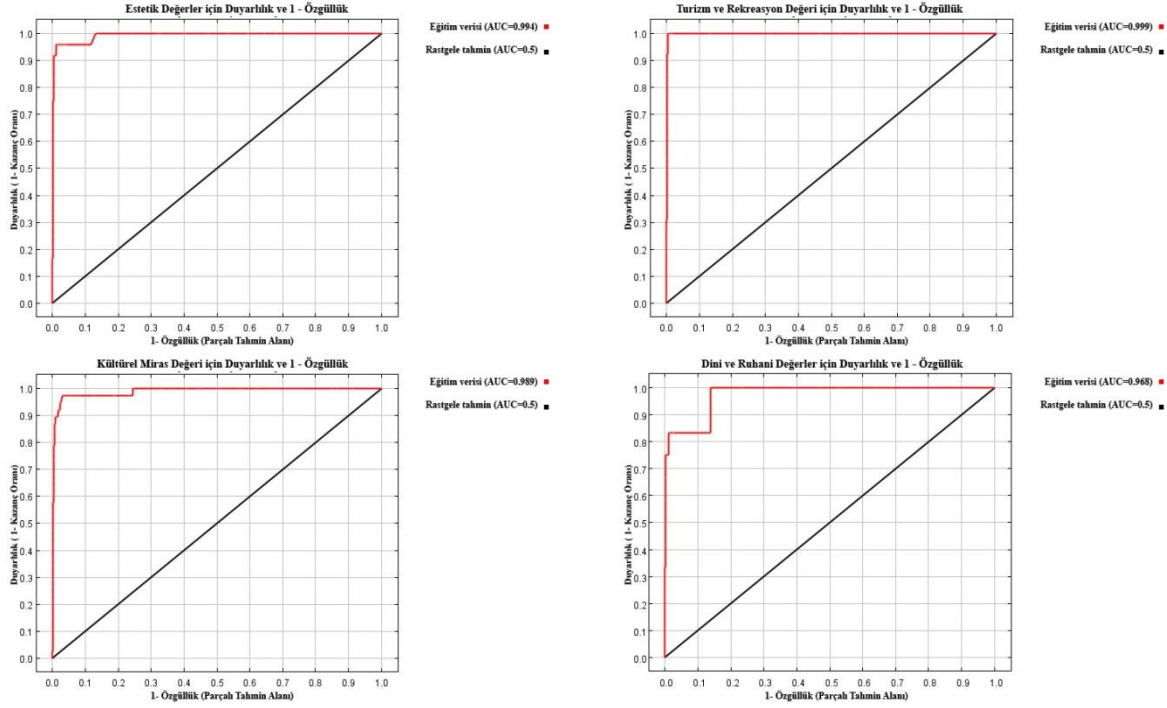
Şekil 7 çalışma alanında yer alan her bir kültürel ekosistem hizmeti için Jackknife testinin sonuçlarını göstermektedir. Buna göre estetik değerler için en yüksek kazanç sağlayan çevresel değişken turizm ve rekreasyon alanları ile nehirler ve akarsulardır. Bu nedenle turizm ve rekreasyon hizmetinin sağlanmasında en yüksek katkıya sahip olduğu görülmektedir. Kültürel miras değeri için neredeyse tüm çevresel değişkenlerin eşit derecede katkı sağladığı görülürken, dini ve ruhani değerler için arazi örtüsü ve arazi kullanımı ile dini ve ruhani alanlar, estetik değerler için ise nehir ve akarsular ile yollar olarak bulunmuştur.

Araştırmada ele alınan her bir kültürel ekosistem hizmetine ait MaxEnt modelinin belirlediği potansiyel alanlar mekânsal olarak gösterilmiştir. Şekil 8'de estetik değerlere göre Eskişehir kent merkezi ve yakın çevresi çok yüksek potansiyelle sahip alanlar olarak tespit edilmiştir. Ayrıca Sivrihisar ve çevresi, Çifteler, Karapınar, İnönü, Yazılı, Yapıldak ve Ahiler çevresi estetik değer açısından orta ve yüksek alanlar olarak belirlenmiştir.

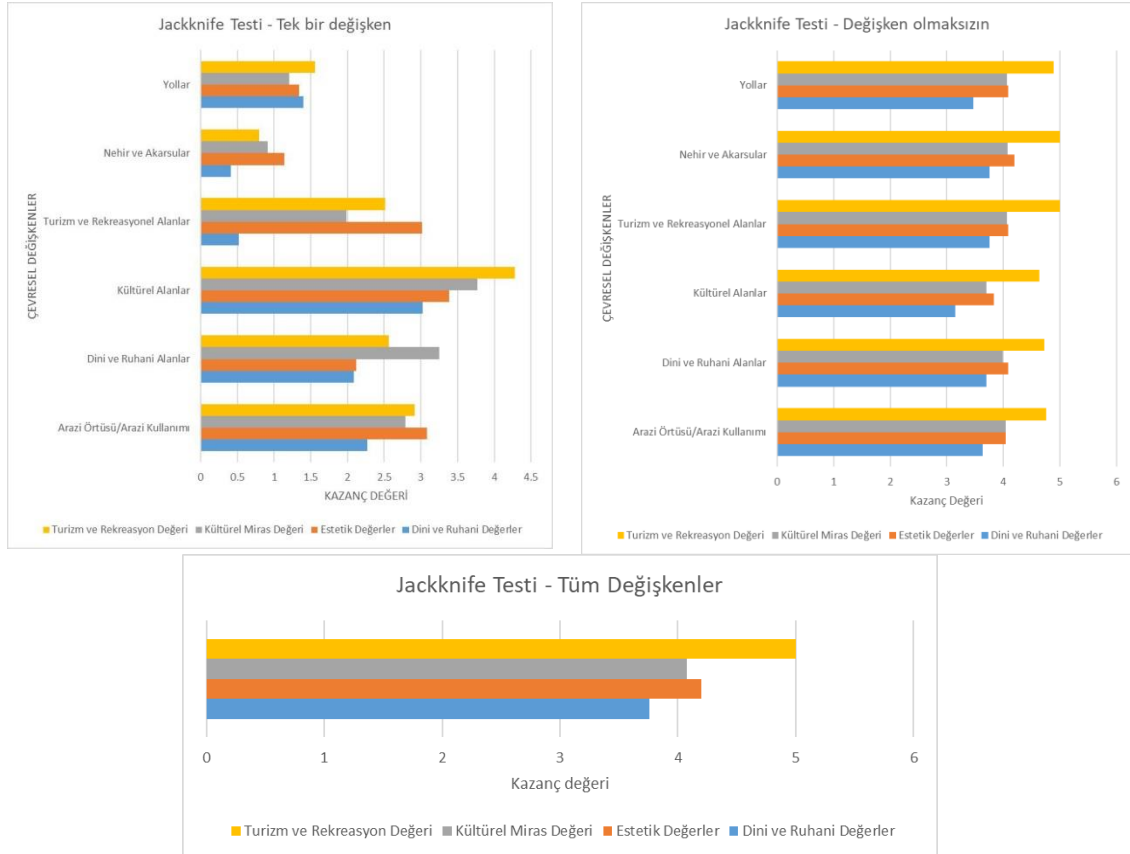
Turizm ve rekreasyon değeri açısından Eskişehir kent merkezi ile Sivrihisar, Han İnönü çok yüksek potansiyel sahip alanlar olarak belirlenmiştir (Şekil 9).

Dini ve ruhani değerler açısından Nasrettin Hoca, Çifteler, Seyitgazi, Karapınar, Karacaşehir, Sivrihisar, İnönü, Yazılıkaya, Han ve çevresi ile Eskişehir kent merkezi potansiyeli yüksek ve çok yüksek alanlar olarak belirlenmiştir (Şekil 10).

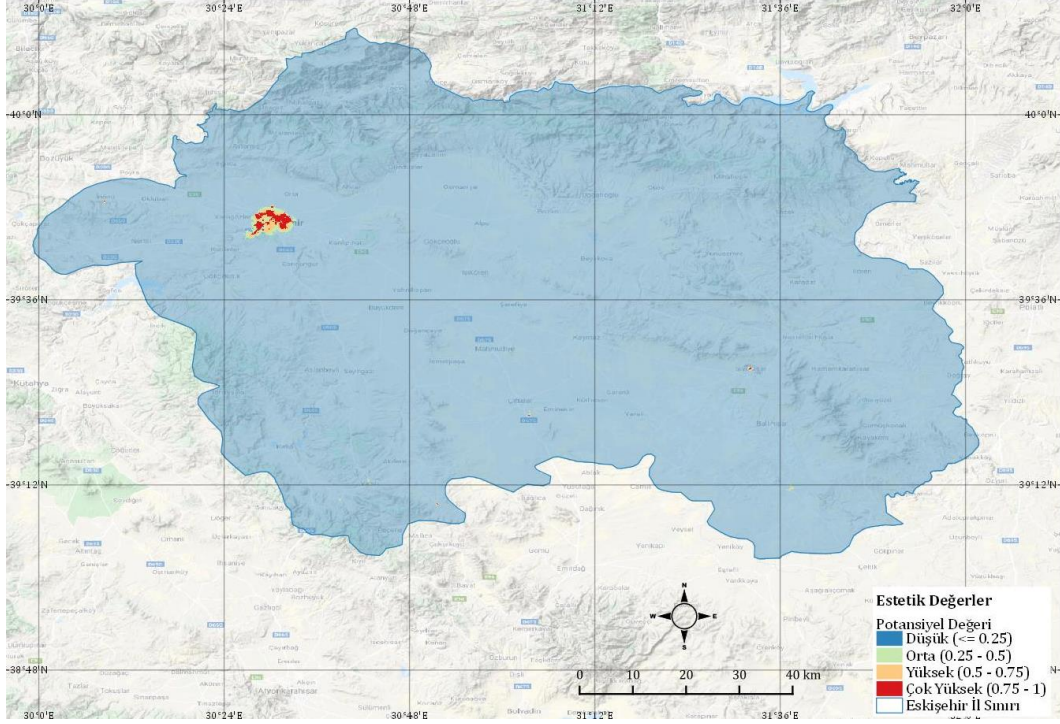
Şekil 11 incelendiğinde kültürel miras değerleri açısından Eskişehir kent merkezinin en yüksek potansiyelle sahip alan olduğu görülmektedir. Ayrıca Sivrihisar, Han, Yazılı ve İnönü ilçeleri ve çevresi yüksek potansiyelle sahip alanlar olarak tespit edilmiştir.



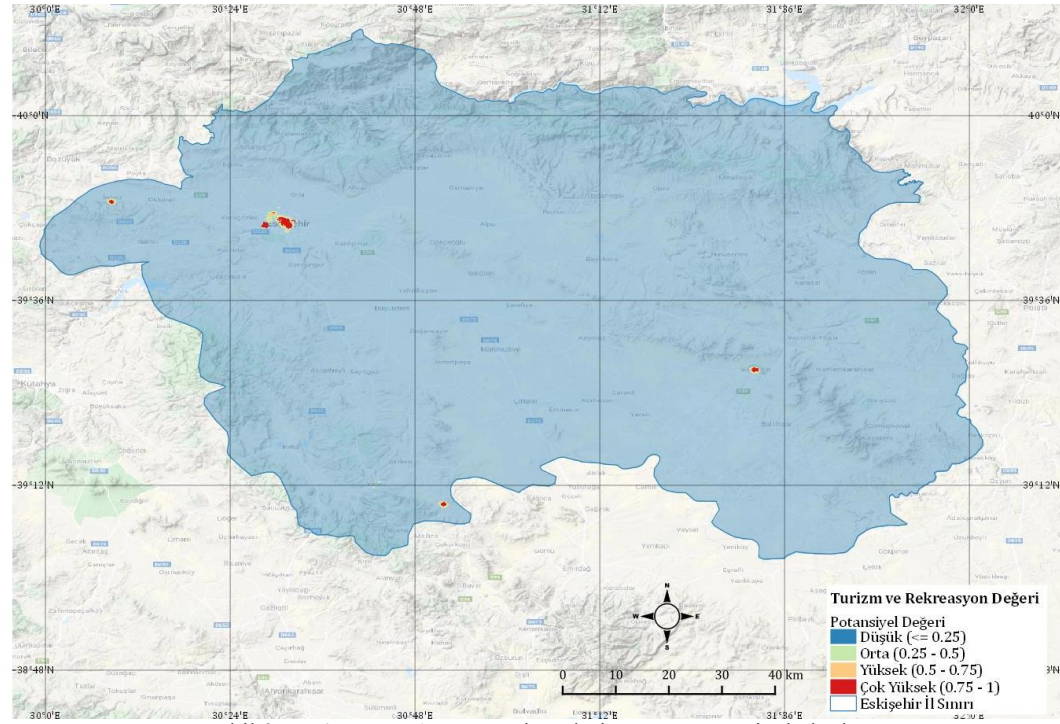
Şekil 6. Modele ilişkin ROC eğrileri



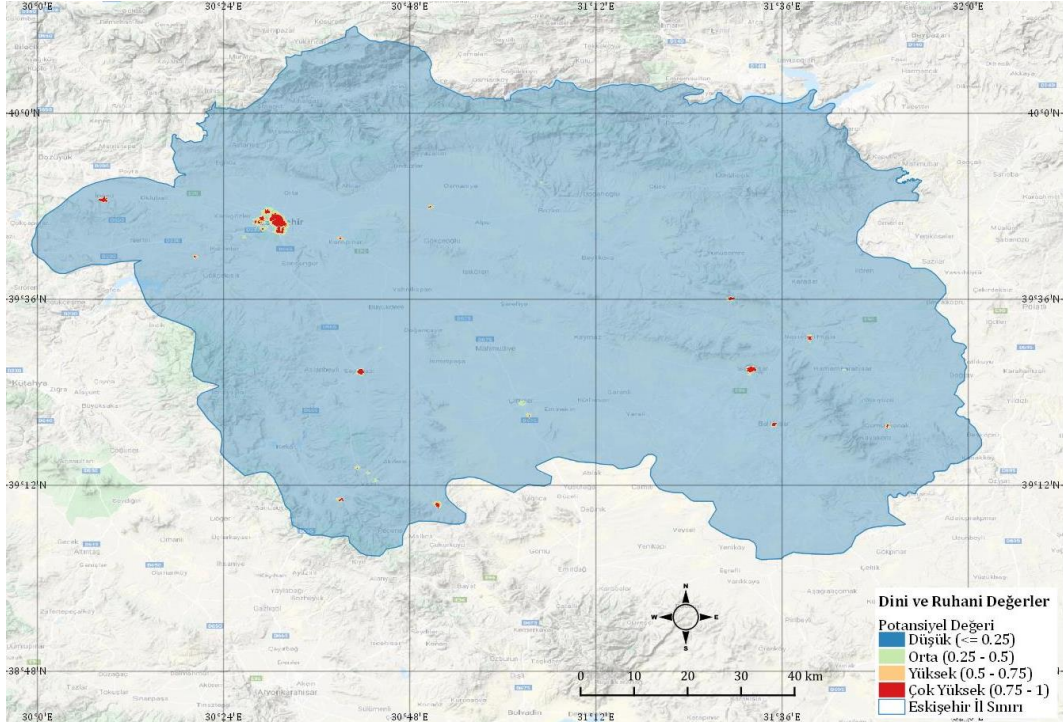
Şekil 7. Jackknife kazanım grafiği



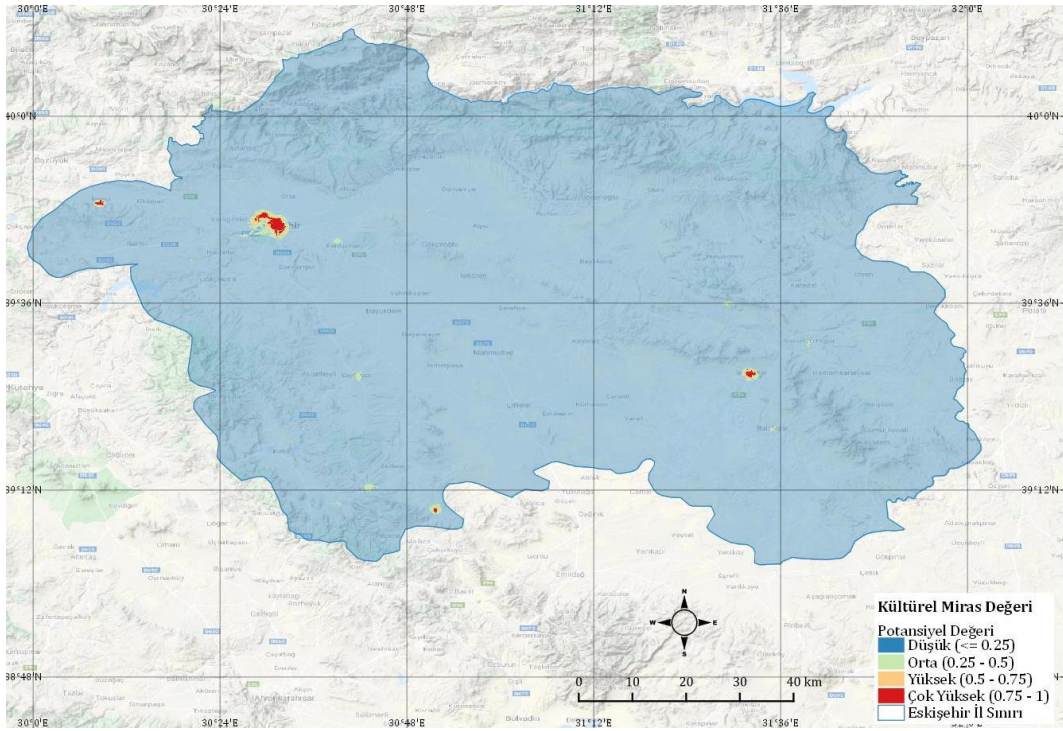
Şekil 8. Estetik değerlere göre potansiyel alanlar



Şekil 9. Turizm ve rekreasyon değerlerine göre potansiyel alanlar



Şekil 10. Dini ve ruhani değerlere göre potansiyel alanlar



Şekil 11. Kültürel miras değerlerine göre potansiyel alanlar

4. Tartışma ve sonuç

Bu araştırmada GIS ve MaxEnt yazılımları kullanılarak kültürel ekosistem hizmetlerinin potansiyel dağılım alanları mekânsal olarak ifade edilmiştir. Bu kapsamda sosyal medyada coğrafi olarak işaretlenmiş fotoğraflar ve çalışma alanında kültürel ekosistem hizmetlerine kaynak sağlayan doğal ve kültürel değerlere ait sayısal veriler kullanılmıştır. MaxEnt yazılımını kültürel ekosistem hizmetlerinin mekânsal dağılım alanlarının modellenmesinde kullanan önceki çalışmalarda sosyal medya kullanıcıları tarafından yüklenen coğrafi olarak etiketlenmiş fotoğraf sayısının sayıca fazla olduğu görülmektedir (Richards ve Tunçer, 2018; Clemente ve County, 2019). MaxEnt'in çalışma mantığı ve prensipleri bağlamında örnek sayısının sayıca fazla olmasının sonucu farklı yönde değiştiren bir parametre olmadığı açıktır. Modelleme yazılımının az sayıda nokta ile çalışması ile modelleme konusunda zamandan tasarruf sağlayarak etkili sonuçlar elde edilmesine olanak tanımaktadır. Bu çalışmanın özgünlüğü temelde tür dağılım alanlarının modellenmesi bağlamında geliştiren MaxEnt yazılımının kültürel ekosistem hizmetlerinin potansiyel dağılım alanlarını modellemesi konusunda kullanımını geliştirecek bir çerçeve önermiş olmasıdır. Bir başka deyişle, geçmiş çalışmalarda yalnızca alan kullanımı ve arazi örtüsü haritası kullanılarak gerçekleşen değerlendirmelere katkı sağlaması bağlamında bu çalışmada Open Street Map vektörel haritalarından elde edilen çalışma alanına ait çevresel değişkenler turizm ve rekreasyon, tarihi, kültürel ve dini değer taşıyan alanlar, nehirler ve yollar ile Corine 2018'den elde edilen alan kullanım verileri çevresel katman olarak kullanılmış ve kültürel ekosistem hizmetlerinin sağlanması bağlamında etki değerleri belirlenmiştir.

Eskişehir il sınırları kapsamında gerçekleştirilen bu araştırmada doğası gereği subjektif ve soyut değerleri içeren kültürel ekosistem hizmetlerinin haritalanmasındaki güçlük kullanıcı tercihlerinin arazi kullanımı ile ilişkilendirilmesi bağlamında değerlendirilerek aşılmıştır. Bu kapsamda elde edilen bulgular Eskişehir kent merkezinde yer alan Balmumu Heykeller Müzesi, Bilim Deney Merkezi, Eti Arkeoloji Müzesi, Çağdaş Cam Sanatları Müzesi, Eskişehir Sanatları Çarşısı gibi daha çok estetik değer, ilham değeri, kültürel miras değeri gibi kültürel ekosistem hizmetlerini sağlayan alanlarda yoğunlaştığı görülmektedir. Buna göre subjektif kullanıcı görüşlerine dayalı değerlendirmelerin araştırmada kullanılan model yardımıyla objektif değerler ifade ettiğini söylemek mümkün olabilir. Kültürel değerlerin insan etkisi sonucunda şekillendiği ve geliştiği düşünüldüğünde arazi kullanımının çevresel değişkenler bağlamında kültürel ekosistem hizmetlerinin sağlanmasındaki etkisi açıkça görülmektedir. Öyle ki çalışma alanında Eskişehir kent merkezinde yer alan kültürel miras değerleri ve kültürel peyzaj niteliği taşıyan alanların ekosistem hizmeti üretme potansiyeli çok yüksek derecede tespit edilmiştir. Brown ve Fagerholm (2015) çalışmasında da belirtildiği gibi kullanıcı tercihlerinin mekânsal ilişkilerinin saptanması haritalama konusundaki güçlüklerin ortadan kaldırılmasına yardımcı olmaktadır. Bu kapsamda elde edilen sonuçlar kullanıcı tercihleri ile arazi örtüsünde var olan doğal ve kültürel değerlerin örtüştüğü sonucunu ortaya çıkarmıştır.

Son yıllarda alan kullanımı ve arazi örtüsüne yönelik değer belirleme ve haritalama konulu çalışmalarda sosyal medyada var olan coğrafi olarak etiketlenmiş fotoğraflara ait verilerin sıkça kullanıldığı görülmektedir (Tenerellia vd., 2016; Yoshimura ve Hiura, 2017; Clemente ve County, 2019). Bu çalışmada da sosyal medya fotoğrafları geniş alanların mekânsal değerlendirmesine olanak kültürel ekosistem hizmetlerinin haritalanmasında birincil veri olarak kullanılmıştır. Ayrıca çalışmada araç olarak kullanılan GIS ve MaxEnt'in entegre şekilde kullanımını arazi örtüsü üzerinde kültürel ekosistem hizmetlerini sağlayan alanların modellenmesinde zamandan tasarruf sağlanmasında etkin rol oynamıştır.

Kültürel ekosistem hizmetlerinin sosyal medya fotoğrafları kullanılarak kullanıcıya dayalı verilerle haritalanması hangi tip arazi örtüsü üzerinde yoğun kullanım olduğunun da tespit edilmesine olanak tanımıştır. Buna göre çalışma alanında kültürel ekosistem hizmetlerinin en çok sağlandığı alan kentsel alanlar olduğunu söylemek mümkündür. Bu kapsamda Corine arazi örtüsü sınıflarında kentsel alanlarda şehir yapıları, ticari alanlar, yollar, kentsel yeşil alanlar dâhil olmak üzere yapılı çevrenin tümünün kültürel ekosistem hizmetlerinin sağlanmasında etkili olduğunu söylemek mümkündür.

Sonuç olarak; bu çalışmadan elde edilen verilerin kültürel ekosistem hizmetlerine dayalı gelecek senaryolarının modellenmesine, turizm ya da korunan alanların planlanması ve yönetimi konularında karar vermede yardımcı olabileceği düşünülmektedir. Yine de sosyal medya kullanıcılarına ait yaklaşımların toplumun tümünü temsil edemeyeceği ve fotoğrafları analiz eden kişilerin sınıflandırmadaki önyargısı gibi dikkate alınması gereken bazı zorlukları da içermektedir. Bu zorlukların değişik yöntemlerle minimuma indirilmesi gelecek çalışmalarda kullanıcı profiline yönelik bilgilerin de elde edilmesi ya da fotoğraflarla ilişkili yorumların analizi ile mümkün olabilir.

Kaynaklar

- Beier, C.M., Patterson, T.M., Chapin, F.S., 2008. Ecosystem services and emergent vulnerability in managed ecosystems: A geospatial decision-support tool. *Ecosystems* 11, 923-938.
- Brown, G.G., Fagerholm, N., 2015. Empirical PPGIS/PGIS mapping of ecosystem services : A review and evaluation. *Ecosystem Services* 13, 119-133.
- Bunse, L., Rendon, O., Luque, S., 2015. What can deliberative approaches bring to the monetary valuation of ecosystem services? A literature review. *Ecosystem Services*, 14, 88-97.
- Chan, K.M., Shaw, M.R., Cameron, D.R., Underwood, E.C., Daily, G. C., 2006. Conservation planning for ecosystem services. *PLoS biology*, 4, e379.
- Clemente, L.L.C., County, M.D., 2019. State-Dependent subnetworks of parvalbumin expressing interneurons in Neocortex. *Cell Reports*, 2282-2288.
- Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253.
- Daily, G.C., 1997. *Nature's services*. Vol. 19971, Island Press, Washington, DC.

- Daily, G.C., Polasky, S., Goldstein, J., Kareiva, P.M., Mooney, H.A., Pejchar, L., Ricketts, T.H., Salzman, J., Shallenberger, R., 2009. Ecosystem services in decision making: time to deliver. *Frontiers in Ecology and the Environment* 7, 21-28.
- De Groot, R.S., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L., Willemen, L., 2010. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecological complexity*, 7, 260-272.
- Donaire, J.A., Camprubí, R., Galí, N., 2014. Tourist clusters from Flickr travel photography. *Tourism Management Perspectives*, 11, 26-33.
- Dou, Y., Zhen, L., Yu, X., Bakker, M., Carsjens, G.-J., Xue, Z., 2019. Assessing the influences of ecological restoration on perceptions of cultural ecosystem services by residents of agricultural landscapes of western China. *Science of the Total Environment* 646, 685-695.
- Ehrlich, P.R., Mooney, H.A., 1983. Extinction, substitution, and ecosystem services. *BioScience* 33, 248-254.
- Elith, J., Kearney, M., Phillips, S., 2010. The art of modelling range-shifting species. *British Ecological Society* 1, 330-342.
- Fagerholm, N., Oteros-Rozas, E., Raymond, C.M., Torralba, M., Moreno, G., Plieninger, T., 2016. Assessing linkages between ecosystem services, land-use and well-being in an agroforestry landscape using public participation GIS. *Applied Geography*, 74, 30-46.
- Fisher, B., Turner, R.K., 2008. Ecosystem services: Classification for valuation. *Biological conservation*, 141, 1167-1169.
- Fisher, B., Turner, R.K., Morling, P., 2009. Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological economics*, 68, 643-653.
- Guo, F., Yu, J., Jung, H.J., Abruzzi, K.C., Luo, W., Griffith, L.C., Rosbash, M., 2016. Circadian neuron feedback controls the *Drosophila* sleep-activity profile. *Nature*, 536, 292-297.
- Kang, P., Chen, W., Hou, Y., Li, Y., 2018. Linking ecosystem services and ecosystem health to ecological risk assessment: A case study of the Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration. *Science of The Total Environment*, 636, 1442-1454.
- Koçak, N.G., 2012. Bireylerin sosyal medya kullanım davranışlarının ve motivasyonlarının kullanımlar ve doyumlar yaklaşımı bağlamında incelenmesi: Eskişehir'de bir uygulama. Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Eskişehir.
- Lele, S., Springate-Baginski, O., Lakerveld, R.P., Deb, D., Dash, P., 2013. Ecosystem services: Origins, contributions, pitfalls, and alternatives. *Conservation and Society*, 11, 343-358.
- Li, B., Shi, X., Wang, J., Yan, Q., Liu, C., 2018. Tectonic environments and local geologic controls of potential hydrothermal fields along the Southern Mid-Atlantic Ridge. *Journal of Marine Systems*, 12-14.
- MEA, 2005. *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Washington DC: Island Press.
- Oteros-Rozas, E., Martín-López, B., Fagerholm, N., Bieling, C., Plieninger, T., 2018. Using social media photos to explore the relation between cultural ecosystem services and landscape features across five European sites. *Ecological Indicators*, 94, 74-86.
- Richards, D.R., Tunçer, B., 2018. Using image recognition to automate assessment of cultural ecosystem services from social media photographs. *Ecosystem Services*, 318-325.
- Richmond, A., Kaufmann, R.K., Myneni, R.B., 2007. Valuing ecosystem services: A shadow price for net primary production. *Ecological Economics*, 64, 454-462.
- Spyrou, E., Mylonas, P., 2016. A survey on Flickr multimedia research challenges. *Artificial Intelligence Applications and Innovations*, 51, 71-79.
- Swets, J.A., 1988. Measuring the accuracy of diagnostic systems. *Science*, 240, 1285-1293.
- Tenerellia, P., Demšar, U., Luque, S., 2016. Crowdsourcing indicators for cultural ecosystem services: A geographically weighted approach for mountain landscapes. *Ecological Indicators*, 64, 237-248.
- Tokgöz, G., Say, N., 2018. Kentsel ekosistem hizmetlerinin haritalanması için kullanılan göstergeler, yöntemler ve geliştirilen araçlar. *Artıbilim: Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 1, 1-8.
- TUİK, 2020. Adrese dayalı nüfus kayıt sistemi verileri. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara, http://tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1059, Erişim:01.02.2020.
- Turner, R., Daily, G., 2008. The ecosystem services framework and natural capital conservation. *Environmental and Resource Economics*, 39, 25-35.
- Van Jaarsveld, A., Biggs, R., Scholes, R., Bohensky, E., Reyers, B., Lynam, T., Musvoto, C., Fabricius, C., 2005. Measuring conditions and trends in ecosystem services at multiple scales: The Southern African Millennium Ecosystem Assessment (SA f MA) experience. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360, 425-441.
- Van Laere, O., Schockaert, S., Dhoedt, B., 2013. Georeferencing Flickr resources based on textual meta-data. *Information Sciences*, 238, 52-74.
- Wilson, C. L., Matthews, W., 1970. *Man's Impact on the Global Environment: Report of the Study of Critical Environmental Problems*. MIT Press, Cambridge, USA.
- Yoshimura, N., Hiura, T., 2017. Demand and supply of cultural ecosystem services: Use of geotagged photos to map the aesthetic value of landscapes in Hokkaido. *Ecosystem services*, 24, 68-78.
- Zander, K. K., Straton, A., 2010. An economic assessment of the value of tropical river ecosystem services: Heterogeneous preferences among Aboriginal and non-Aboriginal Australians. *Ecological Economics*, 69, 2417-2426.
- Zha, X., Yang, H., Yan, Y., Liu, K., Huang, C., 2018. Exploring the effect of social media information quality, source credibility and reputation on informational fit-to-task: Moderating role of focused immersion. *Computers in Human Behavior*, 79, 227-237.

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, and they should be given at the end of the manuscript. 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 Academic](#). 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 numaralandırılmalı ve metnin sonuna eklenmelidir. 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., Çalikoğlu, 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. Kızılcımanın (*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 kitap/Translated book

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.

