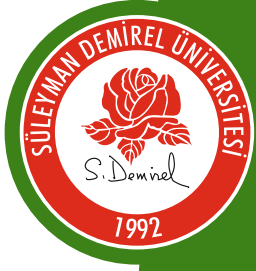


e-ISSN: 2149-3898



TURKISH JOURNAL OF FORESTRY

TÜRKİYE ORMANCILIK DERGİSİ



Year: 2017
Yıl: 2017

Volume: 18
Cilt: 18

Issue: 2
Sayı: 2



TURKISH JOURNAL OF FORESTRY
TÜRKİYE ORMANCILIK DERGİSİ

ISSN: 2149-3898

A peer reviewed journal, published quarterly (March, June, September, December)
by Süleyman Demirel University Faculty of Forestry.

Yılda dört sayı olarak (Mart, Haziran, Eylül, Aralık) yayınlanan hakemli bir dergidir.
Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi tarafından yayınlanmaktadır.

Year/Yıl: 2017, Volume/Cilt: 18, Issue/Sayı: 2

Editorial board / Dergi yayın kurulu

Editor-in-chief / Baş editör
Mehmet Korkmaz

Editors / Editörler
A. Alper Babalık
H. Oğuz Çoban
İ. Emrah Dönmez
Nevzat Gürlevik
Oğuzhan Sarıkaya
Yılmaz Çatal

Layout editor / Dizgi editörü
Süleyman Uysal

Secretary / Sekreteryası
Esra Bayar
Tuğba Yılmaz Aydın

Publisher / Yayıncı kurulu
SDU Faculty of Forestry – Isparta

Contact / İletişim
SDÜ Orman Fakültesi, 32260, Isparta
Phone : +90 246 211 3833
Fax : +90 246 211 3948
Web : <http://dergipark.gov.tr/tjf>
E-mail : ofdergi@sdu.edu.tr

Advisory board / Danışma kurulu

Alois Skoupy, Czech University of Life Science, Czech Republic
Arif Karademir, Bursa Technical University, Turkey
Asko Lehtijarvi, Bursa Technical University, Turkey
Aydın Tüfekçioğlu, Artvin Çoruh University, Turkey
Aynur Aydın, İstanbul University, Turkey
Bahar Türkyılmaz Tahta, Ege University, Turkey
Cemil Ata, Yeditepe University, Turkey
Ferhat Gökbülak, İstanbul University, Turkey
Gökhan Abay, Recep Tayyip Erdoğan University, Turkey
H. Hulusi Acar, Karadeniz Technical 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, Turkey
Nihat Sami Çetin, İzmir Katip Çelebi University, Turkey
Nilgül Karadeniz, Ankara University, Turkey
Osman Karagözel, 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, 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, Süleyman Demirel University. It was previously published under the title "Süleyman Demirel University Faculty of Forestry Journal" between 2000 and 2014.

Türkiye Ormançılık 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 yayınlanmaktadır. 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, Zoological Records, Open Academic Journals Index (OAJI), Cite Factor, Index Copernicus, Cosmos Index'te taranmaktadır. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesinin resmi yayını olan Türkiye Ormançılık Dergisi, 2000-2014 yılları arasında "Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi" adıyla yayınlanmıştır.

CONTENTS

Research

- Comparison of some diameter-height models for brutian pine (*Pinus brutia* Ten.) afforestations in Ağlasun region
Serdar Carus, Yılmaz Çatal 94-101
- Indicator plant species of alpha diversity in Kuyucak Mountain district
Serkan Özdemir, M. Güvenç Negiz, U. Utku Turhan, Ali Şenol, Münevver Arslan 102-109
- Modeling of stem taper model with mixed effects approach for oriental spruce
Ramazan Özçelik, Ahmet Sarıtaş, Manuel Arias-Rodil..... 110-118
- Classification of forest district direction according to salvage felling by cluster analysis
Yılmaz Çatal, Serdar Carus 119-124
- The effects of some soil additives on hydro-physical and chemical properties of soils
Selma Yaşar Korkanç, Şeyda Çimen, Fatma Aklan, Ruhsar Arabacıoğlu, Hakan Köprülü 125-132
- Visitors' preferences in terms of sustainable tourism applications: Pastoral Valley Ecological Life Farm example
Ayhan Akyol, Ahmet Anıl Uygun 133-139
- Investigation of crimes of official misconduct and neglect of duty of forest engineers working in state forest enterprises
Gökçe Gençay, Kübra Karal..... 140-148
- Mapping habitat suitabilities of some wildlife species in Burdur Lake Basin
Emrah Tağı Ertuğrul, Ahmet Mert, İdris Oğurlu 149-154
- Utilization of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) stalks in pulp and paper production
Zehra Odabaş Serin, Nisa Ateş, Arif Cavunt..... 155-159

Review

- Fire problem, distribution of fires and analysis of important fires in Mersin-Gülнар forests
Mustafa Avcı, Kürşat Boz..... 160-170

İÇİNDEKİLER

Araştırma

- Ağlasun yöresi kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ağaçlandırmaları için bazı çap-boy modellerinin karşılaştırılması
Serdar Carus, Yılmaz Çatal 94-101
- Kuyucak Dağı yöresinde alfa çeşitliliğinin gösterge bitki türleri
Serkan Özdemir, M. Güvenç Negiz, U. Utku Turhan, Ali Şenol, Münevver Arslan 102-109
- Doğu ladini için gövde çapı modelinin karışık etkili yaklaşım ile geliştirilmesi
Ramazan Özçelik, Ahmet Sarıtaş, Manuel Arias-Rodil..... 110-118
- Kümeleme analizi ile orman bölge müdürlüklerinin olağanüstü hasılat etasına göre sınıflandırılması
Yılmaz Çatal, Serdar Carus 119-124
- Bazı toprak iyileştiricilerin toprakların hidro-fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkileri
Selma Yaşar Korkanç, Şeyda Çimen, Fatma Aklan, Ruhsar Arabacıoğlu, Hakan Köprülü 125-132
- Sürdürülebilir turizm uygulamaları kapsamında ziyaretçi tercihleri: Pastoral Vadi Ekolojik Yaşam Çiftliği örneği
Ayhan Akyol, Ahmet Anıl Uygun 133-139
- Devlet orman işletmelerinde çalışan orman mühendislerinin görevi ihmal ve görevi kötüye kullanma suçlarının incelenmesi
Gökçe Gençay, Kübra Karal 140-148
- Burdur Gölü Havzasında bazı yaban hayvanlarının habitat uygunluk haritalaması
Emrah Tağı Ertuğrul, Ahmet Mert, İdris Oğurlu 149-154
- Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) saplarının kağıt hamuru ve kağıt üretimine uygunluğunun değerlendirilmesi
Zehra Odabaş Serin, Nisa Ateş, Arif Cavunt..... 155-159

Derleme

- Mersin-Gülнар ormanlarında yangın sorunu, yangınların dağılımı ve büyük yangınların değerlendirilmesi
Mustafa Avcı, Kürşat Boz..... 160-170

Ağlasun yöresi kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ağaçlandırmaları için bazı çap-boy modellerinin karşılaştırılması

Serdar Carus^{a,*}, Yılmaz Çatal^a

Özet: Bu çalışmada, Ağlasun yöresi yapay kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) meşcerelerinden alınan 52 örnek alan verisi kullanılarak toplam 20 adet çap- boy (d-h) modeli test edilmiştir. Kızılçam meşceresi 600 ha büyüklüğünde ve 1975 yılında dikim yoluyla getirilmiştir. Örnek alan verileri iki gruba ayrılmış, birinci grup (%80) model geliştirmek ve ikinci grupta (%20) geliştirilen modellerin test edilmesi amacıyla kullanılmıştır. Geliştirilen iki (n=7), üç (n=10) ya da dört parametrelili (n=3) çap boy modellerinin boy tahminlerindeki performansları, altı farklı ölçüt değerleri kullanılarak karşılaştırılmıştır. En başarılı sonuçlar sırasıyla, Korf, Sibbesen ve Meyer tarafından geliştirilen modellerle elde edilmiştir. Bağımsız veri seti kullanılarak yapılan değerlendirmede de benzer sonuçlar elde edilmiştir. Sonuç olarak, yöresel bazda kızılçam meşcerelerinde çap-boy ilişkilerini en iyi şekilde açıklayan yöresel çap- boy modelleri geliştirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Kızılçam, Regresyon yöntemi, Ağaç boyunun tahmini

Comparison of some diameter-height models for brutian pine (*Pinus brutia* Ten.) afforestations in Ağlasun region

Abstract: In this study, diameter- height (d-h) models for afforestation Brutian pine (*Pinus brutia* Ten.) stands in Ağlasun region were developed using the breast height diameter and tree height. The brutian pine stand is about 600 ha and was planted in 1975. This study, a total of 20 models, the data used were obtained from 52 sample plots were tested. The available data for the species were split into two sets: the majority (%80) was used to estimate model parameters, and the remaining data (%20) were reserved to validate the models. The performance of the two (n=7), three (n=10) or four parameter models (n=3) was compared and evaluated with six model performance criteria. According to the model performance criteria, the best results were obtained with Korf, Sibbesen and Meyer models, respectively. The similar results were obtained using independent dataset. As a result, regional diameter- height models were created for Calabrian pine.

Keywords: Brutian pine, Regression method, Estimation of tree height

1. Giriş

Ormancılığın ana kapitali olan ağaç hacmi gerçeğe yakın olarak ağaç çapı ve boyunun bilinmesi ile elde edilmektedir (Kalıpsız, 1984). Fakat, boy ölçümü yapılmadığından dolayı uygulamada ağaç hacminin tahmininde daha duyarlı olan çift girişli ağaç hacim tabloları yerine tek girişli ağaç hacim tabloları kullanılmaktadır (Erkan vd., 2010). Ağaç çapı ağacın en kolay ölçülen parametresidir. Ağaç boyu, bonitet endeksi ve hacim belirlemede önemli parametredir (Husch, vd., 1972). Tek ağaç ve meşcerede artım ve büyümenin tahmininde gerekli olan önemli parametrelerden ağaç boyu; ölçümü zaman gerektirmesi, ölçüm hatası yapılabilmesi ve boy ölçer aletinin genellikle orman işletme şefliklerinde çoğunlukla bulunmamasından dolayı arazide boy ölçümü yaygın olarak yapılamamaktadır (Kalıpsız, 1984; Eler, 2003). Bu nedenle, ölçümü zor olan ağaç boyu ölçümü kolay olan göğüs çapı yardımı ile tahmin edilmektedir (Avery ve Burkhart, 1994).

Ülkemizde son yıllarda orman amenajman planlarının düzenlenmesinde kullanılan ekosistem tabanlı fonksiyonel planlama yaklaşımı için gerekli olan artım ve büyüme modellerinin en önemli unsurlarından birisi de çap-boy (d-h) modelleridir (Özçelik ve Çapar, 2014). Meşcerenin artım ve büyümesini belirlemede kullanılan bir çok simülasyon programında çap-boy denklemleri ile bir yöre veya meşcerede ağaçların ve meşcerenin belirli periyotlardaki hacmini belirlemede ağaç boyu tahmini yapılmaktadır (Saraçoğlu, 1988; Carus, 1998; Temesgen vd., 2007). Ülkemizde bu tür bilgiler, özellikle ağaç türü, yetişme ortamı ve meşcere sıklığı farklılıkları çok değiştiği için oldukça önemlidir.

Çap ile boy arasında her zaman pozitif yönde eğrisel bir ilişki vardır. Bu ilişkinin ortaya koyulmasında doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon modelleri kullanılmaktadır. Doğrusal modeller yüksek hassasiyette tahmin istenmeyen çalışmalarda kullanılmaktadır. Buna karşın, doğrusal modellere göre daha esnek olan ve verilere uygulama kolaylığı olan doğrusal olmayan modeller daha sık

✉ ^a Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 02.02.2017, **Accepted** (Kabul tarihi): 13.06.2017



Citation (Atf): Carus, S., Çatal, Y., 2017. Ağlasun yöresi kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ağaçlandırmaları için bazı çap-boy modellerinin karşılaştırılması. Turkish Journal of Forestry, 18(2): 94-101.
DOI: [10.18182/tjf.289330](https://doi.org/10.18182/tjf.289330)

kullanılmaktadır (Larsen ve Hann, 1987; Wang ve Hann, 1988; Arabatzis ve Burkhart, 1992; Huang vd., 1992).

Değişik ağaç türleri için yurt dışında değişik ağaç türü ve meşcere kuruluşları için çok sayıda d-h denklemi geliştirilmiş ve çalışmalar halen devam etmektedir (Wykoff vd., 1982; Larsen ve Hann, 1987; Wang ve Hann, 1988; Huang vd., 1992; Parresol, 1992; Colbert vd., 2002; Soares ve Tome, 2002; Castedo Dorado vd., 2006; Lootens vd., 2007). Ancak, ülkemizde sınırlı sayıda ağaç türü ve meşcere kuruluşları için d-h ilişkilerini ortaya koyan denklemler geliştirilmiştir (Sönmez, 2008; Mısır, 2010; Şenyurt, 2011; Çatal, 2012; Yıldızbakan vd., 2012; Diamantopoulou ve Özçelik, 2012; Ercanlı, vd., 2012; Aylak Özdemir, 2013; Özçelik ve Çapar, 2014).

Çap-boy modelinin tüm ağaç türleri için veya aynı ağaç türünde bile tüm yayılış alanında geçerliliği söz konusu değildir. Bu yüzden ağaç boyundaki varyasyonu açıklamak için, göğüs çapının yanında, ağaç boyunu önemli ölçüde etkileyen meşcere yaşı, bonitet endeksi gibi değişkenlerde kullanılarak genelleştirilmiş çap-boy modelleri geliştirilmektedir. Bu modellerde birden fazla meşcere değişkeni ölçülmesi gerektiğinden sadece çapa göre boyu tahmin eden yöresel çap-boy modellerinin geliştirilmesi önem kazanmaktadır (Kalıpsız, 1984; Knowe, 1994).

Kızılcım ülkemiz için ekonomik ve ekolojik açıdan en önemli ağaç türlerinin başında gelmektedir. Kızılcım ülkemizde 5.6 milyon hektar alan kaplamakta ve bu alan üzerindeki dikili ağaç serveti yaklaşık 270 milyon metreküptür (Anonim, 2015). Özellikle Akdeniz Bölgesinde oldukça geniş bir yayılış alanına sahiptir. Göller yöresinde, üzerinde yeterli sayı ve nitelikte ağaç bulunmayan alanlarda değişik dönemlerde kızılcım ağaç türü ile oldukça geniş sahalarda ağaçlandırma çalışmaları yapılmış ve halen devam etmektedir. Bu alanlarda yaygın olarak kullanılan kızılcım türü için ağaçlandırma sahalarındaki hasılat özelliklerini tahmin edici az sayıda çalışma vardır (Usta, 1991). Keza, ağaçlandırma sahalarında toprak işleme, orijin, dikim sıklığı ve kültürel bakım çalışması tekniği ve sıklığından dolayı ağaçların doğal meşcerelerde yetişenlere göre hacim ve hacim elemanları bakımından oldukça farklı artım ve büyüme özellikleri göstermektedir. Ancak, doğru tanımlanan hasılat öğeleri ile türler için yapılacak hasılat çalışmaları ve simülasyon modelleri için bilimsel açıdan geçerli altlık oluşturabilmektedir.

Farklı ağaç türleri ve meşcere kuruluşları için de, ağaç türünün genetik özelliği, yetiştirme şekli ve yetişme ortamı verim gücü farklılaşması yüzünden d-h ilişkilerini tek bir model ile açıklamak yeterli olamamaktadır. Bu nedenle de her meşcere ve her ağaç türü için ayrı ayrı d-h modellerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

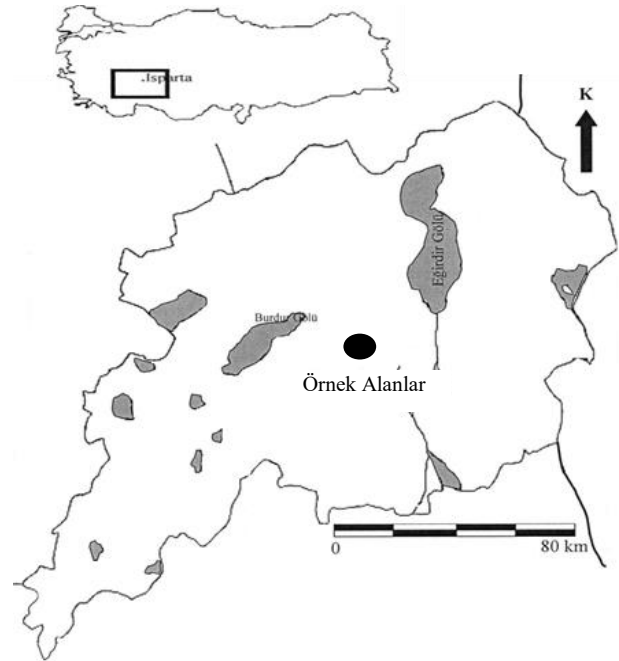
Ülkemizde 50 yıl önce dikim yoluyla ağaçlandırılmış, aynı yaşlı ve saf kızılcım meşcereleri için genelleştirilmiş çap-boy modellerinin oluşturulması gereklidir. Geliştirilecek d-h modelleri ile amaç; orman amenajman planlarının düzenlenmesinde veri sağlama, ağaçların çift girişli ağaç hacim tablolarının kullanılarak hacimlerin daha doğru hesaplanmasına yardımcı olmak, ormanlık alanlardaki kaçak kesilen ağaçların boyunun tahmini, uygun biyokütle denklemleri yardımı ile ağaç biyokütlesinin hesaplanması, dikili satış işlemlerinde ağaç hacim tahminlerinin hem kısa sürede hem de gerçeğe daha yakın yapılmasına yardımcı bilgi üretmektir (Özçelik ve Çapar, 2014).

Bu çalışmada, Ağlasun yöresi kızılcım ağaçlandırmaları için çap-boy modellerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla yurt içi ve yurt dışı bilimsel çalışmalarda yaygın olarak kullanılan 20 adet çap-boy modeli test edilmiş ve hangi modelin yapay kızılcım meşcereleri için daha uygun olduğu altı farklı ölçüt değerleri kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır.

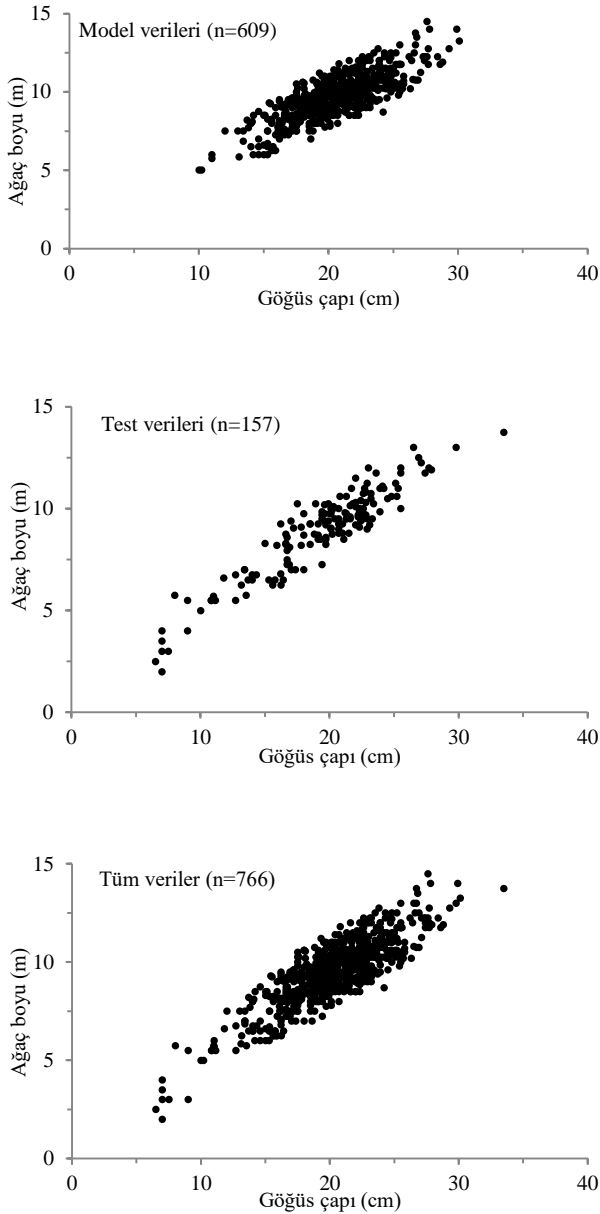
2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Çalışmada, ağaçlandırma yolu ile yetiştirilmiş kızılcım meşcerelerinden alınan örnek alan verileri kullanılmıştır. Söz konusu, kızılcım meşcereleri Isparta Orman Bölge Müdürlüğü, Burdur Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Ağlasun Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer almaktadır. Örnek alanları ortalama 37°38'06'' kuzey enlemi ve 30°32'37'' doğu boylamında yer almakta olup, yine ortalama denizden yüksekliği 1150 m'dir. Çalışma alanı 1976 yılında 3.0x1.5m aralık mesafe ile ağaçlandırılmış olup, yaklaşık 600 ha büyüklüğündedir. Bu meşcerelerden örnek alan yöntemi ile kare ya da dikdörtgen biçiminde toplam 52 adet örnek alan bilinçli tesadüfi olarak alınmıştır. Bu örnek alan verilerinden 24'ü Demirkol (2011), Gülden (2013) ve Kaban (2014) yüksek lisans tez çalışmalarından, diğerleri de 2003 ve 2016 yılı yaz aylarında alınan örnek alan ölçümlerinden sağlanmıştır. Örnek alanların alındığı meşcerelerin konumu Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Örnek alanların konumu



Şekil 2. Çalışmada kullanılan gruplara ait çap-boy dağılımları, a) model verileri, b) test verileri c) tüm veriler

2.2. Yöntem

Çalışma kapsamında yapay kızılçam meşcerelerinin farklı gelişme çağıları ve kapalılık sınıflarını temsil edecek ve her örnek alan içerisine en az 30 adet ağaç girecek şekilde 400-1600 m² arasında değişen büyüklükte örnek alanlar alınmıştır. Örnek alanlarda tüm ağaçların göğüs çapı (cm), 10-20 adet ağacın boyu (m) ölçülmüştür. Toplamda 766 örnek ağaç seçilmiştir. Örnek ağaçlar seçilirken değişik çap değerlerini temsil etmesi istenmiş, çatal, tepesi kırık ve gövde formu bozuk olmamasına özen gösterilmiştir. Alan Usta (1991)'nin bonitet sınıflandırmasına göre III bonitet sınıfındadır. Tüm örnek alanlar 1994 ve 2006 yıllarında iki kez ılımlı müdahale görmüştür. Örnek ağaçlarda göğüs çapları 1 mm ve ağaç boyu da 0.1 m duyarlılıkta sırasıyla Haglöf çapölçer ve Silva boyölçer ile yapılmıştır. Örnek alan verilerinin yaklaşık %80'i (42 örnek alan) model geliştirmek için geri kalan yaklaşık %20'i de (10 örnek alan) geliştirilen modellerin test edilmesi amacıyla kullanılmıştır. Örnek alanlarda ölçülen değişkenlerin bazı istatistikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çalışma kapsamında yapay kızılçam meşcerelerindeki d-h ilişkilerinin modellenmesi için kullanılan modeller Çizelge 2'de verilmiştir.

Ayrıca, geliştirilen d-h modellerinin geçerliliklerini değerlendirmek amacıyla, Ortalama mutlak hata (OMH), Maksimum mutlak hata (MMH), Hata kareler ortalamasının karekökü (RMSE), korelasyon katsayısı (R), Ortalama hata (OH), Akaike bilgi ölçütü (AIC) kullanılmıştır (Çizelge 3). Bu ölçütler içinde RMSE yapılan tahminlerin doğruluğunu, R tahmin edilen değerle ölçülen değer arasındaki korelasyonu, Ortalama hata yapılan tahminlerdeki tutarlılığı, AIC ise farklı modeller arasında en başarılısının seçimi için kullanılmıştır. En iyi modelin belirlenmesinde en küçük OMH, MMH, RMSE, OH ve AIC değerlerine sahip olması yanında en yüksek R değerine sahip ölçütleri esas alınmıştır. Ayrıca, geliştirilen modellerin performansları grafiksel olarak ta değerlendirilmiştir. Bu amaçla iki farklı gösterim kullanılmıştır. Birincisinde; ortalama hata değerlerinin tahmin edilen boy değerlerine göre dağılımı, ikincisinde tahmin edilen boy değerleri ile ölçülen boy değerlerinin 1:1 dağılımı gösterilmiştir.

Verilerin denkleme uygunluğu ve regresyon katsayılarının belirlenmesinde IBM SPSS Statistics Version 22 istatistik paket programının non-linear (NLIN) özelliği kullanılmıştır.

Çizelge 1. Çap-boy modellerini geliştirmek ve test etmek için kullanılmış örnek ağaçlara ilişkin bazı istatistikler

Değişkenler	Model geliştirme verileri (n=609)				Model test verileri (n=157)			
	Ortalama	Minimum	Maksimum	Stand.Sap.	Ortalama	Minimum	Maksimum	Stand.Sap.
d (cm)	20.6	10.0	30.1	3.1	19.3	6.5	33.5	4.9
h (m)	9.7	5.0	14.5	1.4	8.9	2.0	13.8	2.1

h=ağaç boyu, d=göğüs çapı

Çizelge 2. Çap-boy (d-h) modellerinin geliştirilmesi için kullanılmış doğrusal olmayan regresyon modelleri

2- parametreliler	Araştırmacı	Model no
$h = 1.30 + \frac{d^2}{(a + b*d)^2}$	Näslund	1
$h = 1.30 + \frac{a*d}{(1+d)^b}$	Curtis	2
$h = 1.30 + a * e^{(-b*d^{-1})}$	Schumacher	3
$h = 1.30 + a * (1 - e^{(-b*d)})$	Meyer	4
$h = 1.30 + a * d^b$	Power	5
$h = 1.30 + \frac{a*d}{(b+d)}$	Michaelis-Menten	6
$h = 1.30 + e^{(a-b*(d+1)^{-1})}$	Wykoff	7
3- parametreliler	Araştırmacı	Model no
$h = 1.30 + \frac{d^2}{a + b*d + c*d^2}$	Prodan	8
$h = 1.30 + \frac{a}{1 + b * e^{(-c*d)}}$	Logistic	9
$h = 1.30 + a * (1 - e^{(-b*d)})^c$	Chapman-Richards	10
$h = 1.30 + a * (1 - e^{(-b*d)^c})$	Weibull	11
$h = 1.30 + a * e^{(-b*e^{(-c*d)})}$	Gompertz	12
$h = [1.30^b + (c^b - 1.30^b) * \frac{1 - e^{-a*(d-d_{\min})}}{1 - e^{-a*(d_{\max} - d_{\min})}}]^{\frac{1}{b}}$	Schnute	13
$h = 1.30 + a * d^{b*d^{-c}}$	Sibbesen	14
$h = 1.30 + a * e^{(-b*d^{-c})}$	Korf	15
$h = 1.30 + a * e^{(-b/(d+c))}$	Ratkowsky	16
$h = 1.30 + \frac{a}{1 + \frac{1}{b*d^c}}$	Hossfeld IV	17
4- parametreliler	Araştırmacı	Model no
$h = 1.30 + a * (1 - b * e^{(-c*d_{1.30})})^d$	Richards	18
$h = 1.30 + a * e^{(-b * e^{(-c*d_{1.30})})^d}$	Zeide	19
$h = 1.30 + a * (1 - e^{(-b*(d_{1.30}-c)^d})}$	Seber-Wild	20

h= ağaç boyu (m), d ve $d_{1.30}$ =göğüs çapı (cm), e=eular sabiti ($\cong 2,718$), $d_{\min}=0$, $d_{\max}=100$ ve a,b,c,d=model parametreleri.

3. Bulgular

Biyolojik sistemleri anlamada modelleme önemli bir araçtır. Modelleme bir sistemin değişimini denklemler ile tanımlama işlemidir. Bu yüzden modelleme sırasında sistemin bileşenlerini doğru olarak belirlemek ve bu sistemi tanımlayacak denklemleri doğru olarak seçmek önemlidir. Çalışmamızda Ağlasun yöresindeki kızılçam ağaçlandırmasında ağaç boyunun göğüs yüksekliği çapına göre değişiminin regresyon modelleri ile açıklanabilirliği ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Denklemlere ilişkin belirlenen parametrelerin değerleri Çizelge 4'te verilmiştir. Test edilen bütün modeller için model parametreleri 0.001 önem düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

Ağlasun yöresi yapay kızılçam meşcereleri için model geliştirme verileri kullanılarak 20 farklı d-h modeli için elde edilen ölçüt değerleri Çizelge 5'te verilmiştir. Test edilen modeller için elde edilen ölçüt değerleri incelendiğinde korelasyon katsayılarını yüksek olduğu ($R > 0.76$) dolayısıyla ile tüm modellerde d-h ilişkilerinin ve bu ilişkinin meşcere özellikleri ile de yüksek bir korelasyon göstermektedir.

Çalışmamızda kullanılan model sayısı fazla olduğundan hangi modelin d-h ilişkilerini açıklamada daha başarılı olduğunu ortaya koyabilmek için belirtilen ölçütlere göre tüm modeller için bir sıralama yapılmış ve sonuçları aşağıda verilmiştir. Bu sıralama yönteminde en küçük OMH, MMH, RMSE, OH, AIC değerlerine ve R değeri için ise en büyük olana birden başlayarak sayısal değerler verilmiştir. Her bir model için elde edilen sıralama değerleri toplandığında en küçük değere sahip olan model en iyi model olarak belirlenmiştir (Çizelge 5). Çizelge incelendiği zaman 20 adet d-h modelinde en başarılı modelin Hossfeld IV (m15), modeli olduğu, bu modeli sırasıyla Korf (m14) ve Meyer (m4) modelinin izlediği görülmüştür. En başarısız sonuçların ise en başarısızdan başlayarak Schumacher (m3), Logistic (m9) ve Weibull (m11), ve modellerinin olduğu görülmüştür.

Çizelge 3. Geliştirilen d-h modelleri test etmek için kullanılan ölçütler

Uygunluk testi modeli	Uygunluk testi adı
$OMH = \frac{\sum_{i=1}^n h_i - \hat{h}_i }{n}$	Ortalama mutlak hata
$MMH = \text{Max}(h_i - \hat{h}_i)$	Maksimum mutlak hata
$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (h_i - \hat{h}_i)^2}{n-p}}$	Hata kareler ortalamasının karekökü
$R = \frac{\sum_{i=1}^n (h_i - \bar{h}_i) * (\hat{h}_i - \bar{\hat{h}}_i)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (h_i - \bar{h}_i)^2 * \sum_{i=1}^n (\hat{h}_i - \bar{\hat{h}}_i)^2}}$	Korelasyon katsayısı
$OH = \frac{\sum_{i=1}^n (h_i - \hat{h}_i)}{n}$	Ortalama hata
$AIC = n * \ln(RMSE) + 2 * p$	Akaike bilgi ölçütü

Burada, h_i , \hat{h}_i , \bar{h}_i ve $\bar{\hat{h}}_i$ sırasıyla ölçülen, ölçülen değerlerin ortalaması, tahmin değeri ve tahmin edilen değerlerin ortalamasını, n = gözlem sayısı, p = parametre sayısı ve \ln = doğal logaritma.

Çizelge 4. Geliştirilen d-h modellerine ilişkin parametre tahminleri

Model no	Katsayılar			
	a	b	c	d
m1	3.005736	0.197461	-	-
m2	0.649523	0.150141	-	-
m3	19.496497	17.059651	-	-
m4	32.274781	0.014732	-	-
m5	0.630695	0.857201	-	-
m6	58.483665	122.031258	-	-
m7	3.015450	18.884246	-	-
m8	3.494250	1.740820	0.025462	-
m9	0.001545	-0.999670	-0.000007	-
m10	23.877521	0.024220	1.110856	-
m11	-1622.342694	-0.001404	0.178456	-
m12	0.023059	-5.110899	-0.006893	-
m13	0.023839	0.857594	23.190704	-
m14	0.153670	1.891530	0.117687	-
m15	131.868937	7.024853	0.310437	-
m16	29.633369	37.760282	9.533773	-
m17	33.951585	0.010553	1.139712	-
m18	0.000757	0.507608	-0.002892	-12.027950
m19	0.004344	-6.766845	-0.027932	0.192722
m20	-8.249753	-0.234898	6.464441	0.415356

Çizelge 5. Geliştirilen d-h modellerine ilişkin ölçüt değerleri ve başarı sıralaması

Model no	Ölçütler						
	OMH	MMH	RMSE	R	OH	AIC	Sıra
1	0.711028 (5)	2.545743(18)	0.865540(5)	0.788684(11)	0.000572(8)	-83.9406(3)	8
2	0.711769(12)	2.373364(6)	0.865631(8)	0.788634(12)	0.006136(17)	-83.8766(4)	12
3	0.713566 (15)	2.692052(20)	0.869398(15)	0.786540(15)	0.001352(15)	-81.2321(14)	18
4	0.711409(10)	2.417272(8)	0.865144(1)	0.788903(8)	-0.00079(12)	-84.2198(1)	3
5	0.711936 (13)	2.361527(5)	0.865658(9)	0.788619(13)	-0.000599(9)	-83.8576(5)	10
6	0.711429(11)	2.412487(7)	0.865148(2)	0.788901(9)	-0.000621(11)	-84.2165(2)	5
7	0.712460(14)	2.660167(19)	0.868181(14)	0.787218(14)	0.001095(13)	-82.0852(6)	14
8	0.710821(4)	2.461429(14)	0.865575(7)	0.789059(4)	-0.000012(2)	-81.9160(9)	4
9	0.732563(20)	2.271717(2)	0.901894(20)	0.768297(20)	-0.012650(18)	-56.8843(20)	19
10	0.711125(8)	2.450635(10)	0.865754(11)	0.788961(6)	-0.000290(6)	-81.7901(11)	9
11	0.726626(19)	2.466736(16)	0.885132(18)	0.778055(18)	0.027042(19)	-68.3093(16)	20
12	0.721136(16)	2.185171(1)	0.886612(19)	0.777205(19)	0.065663(20)	-67.2918(17)	17
13	0.711217(9)	2.442738(9)	0.865799(12)	0.788936(7)	-0.00033(7)	-81.7584(12)	11
14	0.710743(3)	2.458440(13)	0.865495(4)	0.789103(3)	-0.00018(5)	-81.9723(8)	2
15	0.710711(2)	2.461678(15)	0.865464(3)	0.789120(2)	-0.000077(3)	-81.9941(7)	1
16	0.711084(7)	2.480869(17)	0.865879(13)	0.788891(10)	-0.000084(4)	-81.7022(13)	13
17	0.711035(6)	2.454964(12)	0.865698(10)	0.788991(5)	-0.000009(1)	-81.8295(10)	6
18	0.722393(18)	2.276236(4)	0.884198(17)	0.779006(17)	-0.002210(16)	-66.9522(19)	16
19	0.722066(17)	2.273655(3)	0.883799(16)	0.779234(16)	0.001308(14)	-67.2271(18)	15
20	0.709928(1)	2.452215(11)	0.865551(6)	0.789467(1)	0.000599(10)	-79.9329(15)	7

Modele ait OH değerleri çok küçük olarak bulunmuştur. OH değerlerinde küçük çıkması toplam ortalama boy hatasının küçük çıkacağını göstermiştir. Yine varyansı gösteren RMSE değerleri de varyansın fazla olmadığını göstermiştir. Çalışmada modele ilişkin istatistikler ve katsayılar daha önce söz konusu çap-boy ilişkisi için kullanılan model sonuçlarına benzer bulunmuştur (Larsen ve Hann, 1987; Colbert vd., 2002).

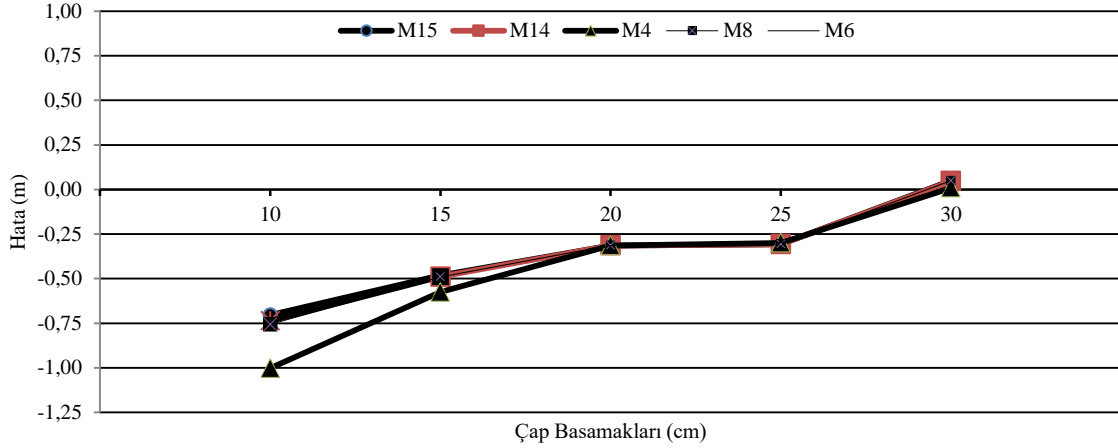
Ayrıca, regresyon denklemi ile elde edilen tahmini boy değerleri ile ölçüm ile elde edilen gerçek değerlerle olan farklar 5 cm'lik çap basamakları için ikili koordinat sistemine işaretlenerek Şekil 3'te verilmiştir.

Burada sadece en iyi beş model için hataların tahmin edilen boy basamak değerlerine göre dağılımı verilmiştir. Şekil 3'ten de izleneceği üzere en başarılı modeller için elde edilen hata dağılımları grupların kendi içerisinde benzer dağılım göstermektedir.

Genel olarak hata miktarlarının başarılı modellerde, boy değerlerinin artmasına bağlı olarak bir artış gösterdiği belirlense de (Ahmadi vd., 2013; Özçelik ve Çapar, 2014) çalışmamızda hata miktarının artmadığı, aksine azaldığı görülmüştür. Genelleştirilmiş d-h modelleri ile elde edilen hata dağılımlarına ilişkin varyasyonun nispeten sabit olduğu söylenebilir. Genel olarak bir modelin başarılı olup olmadığına karar verilirken hata miktarının küçük olması yanı sıra elde edilen hatalarında belirli ve sabit bir varyansa sahip olması şartı da aranmaktadır. Bu bakımdan Korf (m15) ve Sibbesen (m14) modeli de başarılı sayılabilir.

Yapay kızılçam meşcereleri için geliştirilmiş d-h modellerinin tahmin değerleri bağımsız veri seti kullanılarak da test edilmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 6'da verilmiştir. Çizelge 6'dan izleneceği üzere test edilen d-h modelleri model geliştirme verilerinden çok farklı değildir.

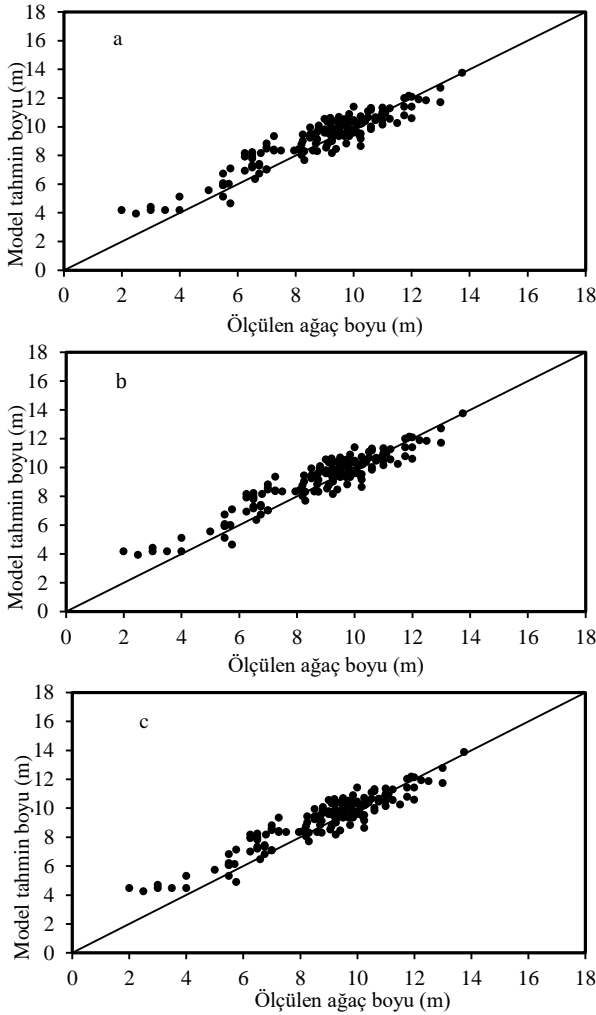
Test edilen modeller için, bağımsız veri seti kullanılarak elde edilen sonuçlar Şekil 4'de verilmiştir. Bu grafiklerde sırasıyla en başarılı modeller olan Korf, Sibbesen ve Meyer modeller için ölçülen ağaç boyuna karşılık modelden tahmin edilen ağaç boyunun örtüşme durumları verilmiştir. Üç model içinde nispeten benzer sonuçlar elde edilmiştir. Burada da Şekil 3'tekine benzer bir durum söz konusudur. Tahmin edilen boy değerleri ile ölçülen boy değerlerinin örtüşme oranı boy değeri büyüdükçe artmaktadır.



Şekil 3. Başarılı bulunan beş çap-boy modeline ait ortalama hata değerlerinin çap basamaklarına dağılımı (5 cm)

Çizelge 6. Bağımsız veri seti ile başarılı bulunan modellerin ölçüt değerleri ve başarı sıralaması

Model no	Ölçütler						Sıra
	OMH	MMH	RMSE	R	OH	AIC	
m15	0.664905(1)	2.170342(1)	0.831383(1)	0.921722(1)	-0.32069(1)	-22.9924(1)	1
m14	0.666035(2)	2.194676(2)	0.832719(2)	0.921460(2)	-0.32175(2)	-22.7403(2)	2
m4	0.681607 (4)	2.462439(4)	0.850735(4)	0.917314(4)	-0.34507(4)	-21.3798(4)	3
m8	0.671013(3)	2.300667(3)	0.839701(3)	0.920080(3)	-0.32914(3)	-21.4294(3)	4
m6	0.682455(5)	2.472763(5)	0.851732(5)	0.841093(5)	-0.34619(5)	-21.1959(5)	5



Şekil 4. Ölçülen ağaç boylarına karşılık başarılı bulunan Korf (a), Sibbesen (b) ve Meyer (c) çap-boy modelleri ile tahmin edilen boy değerleri arasındaki ilişki

Son olarak en başarılı ve önerilen d-h modelleri tüm örnek alan verileri birlikte kullanılarak katsayıları ve istatistikleri bulunmuş ve Çizelge 7'de verilmiştir. Bu parametreler kullanılarak, Ağlasun yöresi yapay kızılçam meşcereleri güvenilir boy tahminleri yapılabilir.

5. Sonuç ve öneriler

Biyolojik olayların belirli bir zaman diliminde büyüme özelliklerinin sayısallaştırılmasında alometrik denklemler kullanılmaktadır. Bu denklemler ile biyolojik varlıklar olan ağaçların belirli bir dönemde büyüme ve gelişme özellikleri tanımlanabilmektedir. Ormancılıkta da ağaç boyu ölçmek zor bir işlemdir. Tüm ağaçların boyları ölçülse bile bunların doğruluğu bazı uygulama hatalarından dolayı tartışma yaratmaktadır. Bu çalışmada, Ağlasun-Burdur yöresinde ağaçlandırma yolu ile getirilmiş olan kızılçam ağaç türüne ait çap-boy modeli için iki parametrelilik (7 adet), üç parametrelilik (10 adet) ve dört parametrelilik (3 adet) olmak üzere 20 adet literatürde yer alan d-h modeli denenmiştir. Bu amaçla 52 adet örnek alan alınmış ve 766 ağaç üzerinde çap ve boy ölçümleri yapılmıştır. Altı farklı ölçüt değeri kullanılarak yapılan karşılaştırmalarda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır. Çalışmada modele ilişkin istatistikler ve katsayılar daha önce söz konusu çap- boy ilişkisi için kullanılan model sonuçlarına benzer bulunmuştur Test edilen d-h modelleri arasında en başarılı Korf (m15), Sibbesen (m14) ve Meyer (m4) modelleri olmuştur.

Çizelge 7. Tüm veri seti kullanılarak d-h modellerine ilişkin olarak elde edilen regresyon katsayısı ve istatistikleri

Model no	Parametreler			
	a	b	c	d
m15	138.740695	8.694332	0.575276	-
m14	0.023750	3.350055	0.180436	-
m4	44.396465	0.010150	-	-
m8	10.424952	1.148444	0.038367	-
m6	83.630383	185.084299	-	-

Modellere ilişkin hata dağılımı grafikleri incelendiğinde hata dağılımının küçük çap değerleri için nispeten heterojen olduğu ve bu dağılımın ileride homojenleştiği söylenebilir.

Kızılçam için denenen modeller göğüs çapına göre ağaç boyunu yüksek doğruluk düzeyinde açıklayabilmektedir. Böylece Ağlasun yöresinde ağaçlandırma yolu ile oluşturulan meşcerelerde göğüs çapı ölçülerek ağaç boyu yeterli doğruluk düzeyinde tahmin edilebilmektedir. Elde edilen denklem ile yöresel ve yapay olarak elde edilen meşcerelerde oluşturulacak artım ve büyüme modelleri ile yapılacak çeşitli simülasyon modellerinde göğüs yüksekliği çapına göre ağaç boyunun tahmininde güvenle kullanılabilir.

Sonuç olarak, Ağlasun yöresi yapay kızılçam meşcereleri için en uygun d-h modelleri belirlenmiştir. Bu modeller, meşcere kuruluşu, artım ve büyüme özelliklerini daha iyi yansıttıkları için geleneksel d-h modellerine tercih edilmelidir. Ancak, d-h ilişkilerinin belirlenmesinde ağaç türü, yetiştirme şekli ve yetiştirme ortamı farklılıkları da dikkate alınarak ayrı d-h modelleri geliştirilmelidir.

Kaynaklar

Ahmadi, K., Alavi, S.J., Kouchaksaraei, M.T., Aestern, W., 2013. Non-linear height-diameter model for oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) in the Hyrcanian forests, Iran. *Biotechnology Agronomy Society and Environment*, 17(3):431-440.

Anonim, 2015. Türkiye Orman Varlığı. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, 33 s., Ankara.

Arabatzi, A.A., Burkhart, H.E., 1992. An evaluation of sampling methods and model forms estimating height-diameter relationships in loblolly pine plantations. *Forest Science*, 38: 192-198.

Avery, T.E., Burkhart, H.E., 1994. *Forest Measurement*. McGraw-Hill, Inc. Press, 408 p., New York-US.

Aylak Özdemir, G., 2013. Trakya meşe ormanlarında artım ve büyüme ilişkileri. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Carus, S., 1998. Aynı yaşlı doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) ormanlarında artım ve büyüme. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 359, İstanbul.

Castedo-Dorado, F., Dieguez-Aranda, U., Barrio-Anta, M., Sanchez Rodriguez, M., Gadow, K., 2006. A generalized height-diameter model including random components for radiata pine plantations in Northwestern Spain. *Forest Ecology and Management*, 229: 202-213.

Colbert, K.C., Larsen, D.R., Lootens, J.R., 2002. Height-diameter equations for thirteen midwestern bottomland hardwood species. *Northern Journal of Applied Forestry*, 19(4): 171-176.

Çatal, Y., 2012. Göller yöresinde Yalancı akasya, Anadolu karaçamı ve Toros sediri ağaç türleri için çap-boy modeli. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 13(2): 92-96.

Demirkol, M., 2011. Burdur yöresindeki Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ve Toros sediri (*Cedrus libani* A.Rich.) ağaçlandırmalarında değişik aralama şiddetlerinin çap, boy ve hacim artımına etkisinin modellenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 87, Isparta.

Diamantopoulou, M.J., Özçelik, R., 2012. Evaluation of different modelling approaches for total tree-height estimation in mediterranean region of Turkey. *Forest Systems*, 21: 383-397.

Eler, Ü., 2013. *Dendrometri*. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayın No 30, 275 s., Isparta.

Ercanlı, İ., Kahrıman, A., Yavuz, H., 2012. Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü doğu ladini-sarıçam karışık meşcereleri için karışık etkili doğrusal olmayan regresyon denklemleri ile doğu ladini çap-boy modellerinin geliştirilmesi. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 13(2): 75-84.

Erkan, N., Aydın, A.C., Birkan, M.B., 2010. Dikili satış uygulamalarında hacim belirlenmesinde çift girişli hacim tablosunun kullanımı. *Orman Mühendisliği Dergisi*, 47: 22-25.

Gülden, Y., 2013. Ağlasun yöresindeki Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ağaçlandırmalarında sıklık-hacim artımı ilişkisinin modellenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s.58, Isparta.

Huang, S., Titus, S.J., Wiens, D.P., 1992. Comparison of nonlinear height-diameter functions for major Alberta tree species. *Canadian Journal of Forest Research* 22: 1297-1304.

Husch, B., Miller, A.I., Beer, T.W., 1972. *Forest Measurement*. The Ronald Press Company, 410 p., New York-US.

Kaban, G., 2014. Ağlasun yöresindeki Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ağaçlandırmalarında göğüs yüzeyi artımının modellenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s.69, Isparta.

Kalipsiz, A., 1984. *Dendrometri*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 407s, İstanbul.

Knowe, S.A., 1994. Effect of competition control treatments on height-age and height-diameter relationships in young Douglas-fir plantations. *Forest Ecology and Management*, 67: 101-111.

Larsen, D.R., Hann, D.W., 1987. Height-diameter equations for seventeen tree species in Southwest Oregon. *Oregon State University Papers*, 16p., Corvallis.

Lootens, J.R., Larsen, D.R., Shifley, S.R., 2007. Height-diameter equations for 12 upland species in the Missouri Ozark Highlands. *Northern Journal of Applied Forestry*, 24(2): 149-152.

Mısır, N., 2010. Generalized height-diameter models for *Populus tremula* L. stands. *African Journal of Biotechnology*, 92(8): 4348-4355.

Özçelik, R., Çapar, C., 2014. Antalya yöresi doğal kızılçam meşcereleri için geliştirilmiş çap- boy modellerinin geliştirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 15(1):44-52.

Parresol, B.R., 1992. Baldcypress height-diameter equations and their prediction confidence interval. *Canadian Journal of Forest Research*, 22: 1429-1434.

Saraçoğlu, Ö., 1988. Karadeniz Yöresi Göknaar Meşcerelerinde Artım ve Büyüme. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, 312 s, İstanbul.

Soares, P., Tome, M., 2002. Height-diameter model equation for first rotation eucalypt plantations in Portugal. *Forest Ecology and Management*, 166: 99-109.

- Sönmez, T., 2008. Generalized height-diameter models for *Picea orientalis* L. Journal of Environmental Biology, 30: 767-772.
- Şenyurt, M., 2011. Batı Karadeniz yöresi sarıçam meşcerelerinde artım ve büyüme. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s.210, İstanbul.
- Temesgen,H., Hann,D.W., Monleon, V.J., 2007. Regional height-diameter equations for major tree species of Southwest Oregon. Western Journal of Applied Forestry, 22(3): 213-219.
- Usta, H.Z., 1991. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Ağaçlandırmalarında Hasılat Araştırmaları. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, 138 s, Ankara.
- Wang, C.H., Hann, D.W., 1988. Height-diameter equations for sixteen tree species in the central western Willamette valley of Oregon. Oregon State University, Research Paper No:51,14p., Corvallis.
- Wykoff, W.R., Crookston, CL., Stage, A.R., 1982. User's guide to the Stand Prognosis Model. USDA Forest Service. General Technical Report. INT-133, 122p., Utah.
- Yıldızbakan, A., Saraçoğlu, Ö., Akgün, C., Aydın, A.C., 2012. Sedir (*Cedrus libani* A.Rich.) Meşcerelerinin Hacim Artımını Maksimize Eden Optimum Kuruluşlar. Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Teknik Bülten No: 43, ISBN: 978-605-4610-35-8, Tarsus.

Kuyucak Dağı yöresinde alfa çeşitliliğinin gösterge bitki türleri

Serkan Özdemir^{a,*}, M. Güvenç Negiz^b, U. Utku Turhan^a, Ali Şenol^a, Münevver Arslan^c

Özet: Tür çeşitliliği yüksek olan bir orman ekosistemi yangın, böcek, kirletici kaynaklar gibi her türlü tehlikeye karşı daha dayanıklı ve sağlıklı olmaktadır. Dolayısıyla orman ekosistemlerinin sürekliliğinde tür çeşitliliği anahtar görevi görmektedir. Tür çeşitliliği alfa, beta ve gama düzeyinde belirlenmektedir. Bu çalışma, örnek alan içi çeşitlilik anlamına gelen alfa tür çeşitliliğinin pozitif gösterge türlerini tespit etmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada Akdeniz Bölgesi'nin geçiş zonunda bulunan ve kuzey-güney doğrultusunda uzanan Kuyucak Dağı'ndan elde edilen veriler (bitki taksonlarına ait var-yok verileri) kullanılmıştır. Örnek alanlar için alfa çeşitliliğinin hesaplanmasında Simpson 1- λ , Shannon-Wiener, Brillouin, Menhinick, Margalef, Fisher α , Berger-Parker (1/d) ve Chao1 indisleri kullanılmıştır. Her örnek alan için hesaplanan alfa çeşitlilik indis değerleri ile alanda tespit edilen bitki taksonları arasındaki ilişkiyi belirlemek için Wilcoxon Sıra İstatistiği testi kullanılmıştır. Wilcoxon Sıra İstatistiği testi sonucunda ilişkinin gerçekliğini test edebilmek için önemli ilişki tespit edilen bitki türleri sırayla çıkarılarak tekrar alfa çeşitlilik indisleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre *Fontanesia philliraeoides* Labill., *Phillyrea latifolia* L. ve *Pistacia terebinthus* L. türlerinin odunsu ve yarı odunsu bitki türleri açısından daha zengin alanları temsil edebileceği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Biyolojik çeşitlilik, Gösterge tür, Akdeniz Bölgesi, Orman ekosistemleri

Indicator plant species of alpha diversity in Kuyucak Mountain district

Abstract: A forest ecosystem with high species diversity is more resistant and healthy to all kinds of hazards such as fire, insect, pollution sources. Species diversity plays an important role for sustainability of the ecosystems. It is measured at alpha, beta and gamma scales. This study was carried out to define the positive indicator plants of alpha diversity of woody plants. We used the data (presence-absence data for plant taxa) obtained from the Kuyucak Mountain District which lying in roughly north-south direction and located in the transmission zone of the Mediterranean region. Simpson diversity (1- λ), Shannon-Wiener, Brillouin, Menhinick, Margalef, Fisher α , reciprocal of Berger Parker (1/d) and Chao1 indices were used to measure alpha diversity at each sample plot. The Wilcoxon rank-sum test statistic was used to examine the relationships between the indices of species diversity and binary data of the species. After defining the positive indicator plants of woody plant diversity by considering all indices, the Wilcoxon Rank-Sum test was re-applied by omitting in order those species to ensure their indicator values. As a result of the analysis, it was found that *Fontanesia philliraeoides* Labill., *Phillyrea latifolia* L. and *Pistacia terebinthus* L. are most likely to be the positive indicator plants for woody and subshrub plant diversity.

Keywords: Biodiversity, Indicator species, Mediterranean Region, Forest ecosystems

1. Giriş

Ekosistemlerin sürdürülebilirliği, içerdiği tüm unsurların dengeli ve fonksiyonel bir biçimde birbirleriyle etkileşim halinde bulunmalarıyla ilişkilidir. Söz konusu bu denge ve fonksiyonellik ise ekosistem içerisinde yer alan canlı toplumlarının çeşitlilik açısından zengin bir yapıya sahip olmasına bağlıdır (Hunter, 1996; Kaya, 2003; Delang ve Li, 2013). Bu durum, ekosistemlerin içerisinde bulunan doğal denge ve dinamik yapının, çeşitliliğin artmasıyla beraber, insan, iklim ve böcek gibi etkenler tarafından gelebilecek zararlara karşı direnç kazanabileceği şeklinde açıklanmaktadır (Hannah vd., 2002; Özkan, 2010; Negiz vd., 2015).

Ekosistemlerin sürdürülebilirliğinin göstergesi olarak ifade edilebilecek olan tür çeşitliliği belirlenirken farklı hesaplamalar ve değerlendirmeler yapmak gerekmektedir. Bu noktada ekosistem içerisindeki tüm canlı toplumlarına

ait çeşitlilik bileşenlerinin hassas bir şekilde hesaplanması önem arz etmektedir. Ayrıca ekolojik anlamda düşüncecek olursak, çeşitlilik bileşenlerine ait elde edilen bulgular ile ekosistem içerisindeki diğer yetiştirme ortamı faktörleri ilişkilendirildiğinde, elde edilen sonuçlar planlama ve koruma faaliyetlerinde daha doğru adımların atılmasında katkı sağlayacaktır (Özkan, 2010). Bu noktadan hareketle Türkiye'de tür çeşitliliği ile çevresel faktörler arasındaki ilişkilerin araştırılmasına yönelik birçok çalışma yapılmıştır (Özdemir vd., 2008; Özkan ve Berger, 2014; Özkan, 2016). Bununla birlikte türlerin dağılımlarının ve verimliliklerinin gösterge türlerine yönelik çalışmalar da yapılmış olmasına rağmen (Çelik vd., 2006; Güner vd., 2011; Gülsoy vd., 2013; Gülsoy ve Negiz, 2014), tür çeşitliliğinin gösterge türlerinin tespitine odaklı bir çalışma gerçekleştirilmemiştir. Gerek bu eksikliği gidermek adına gerekse Kuyucak Dağı Yöresinde daha sonra yapılacak çalışmalara altlık oluşturabilmek için böyle bir çalışma gerçekleştirilmiştir.

✉ ^a Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Isparta
^b Süleyman Demirel Üniversitesi, Sütçüler Prof. Dr. Hasan Gürbüz MYO, Isparta
^c Orman Genel Müdürlüğü, Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara

@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): serkanozdemir@email.com

✓ **Received** (Geliş tarihi): 01.02.2017, **Accepted** (Kabul tarihi): 18.04.2017

Citation (Atf): Özdemir, S., Negiz, M.G., Turhan, U.U., Şenol, A., Arslan, M., 2017. Kuyucak Dağı yöresinde alfa çeşitliliğinin gösterge bitki türleri. Turkish Journal of Forestry, 18(2): 102-109.
DOI: [10.18182/tjf.289095](https://doi.org/10.18182/tjf.289095)



Tür çeşitliliğine yönelik hesaplamalar gerçekleştirilirken birden fazla parametre değerlendirilmeye alınmaktadır. Tür çeşitliliğinin belirlenmesine yönelik çalışmalar incelendiğinde alfa, beta ve gama çeşitliliği olarak üç farklı şekilde hesaplandığı görülmektedir. Burada alfa örnek alan içi çeşitliliği, beta örnek alanların birbirleri arasındaki çeşitliliğini, gama ise alanın toplam çeşitliliğini ifade etmektedir (Whittaker, 1972; Negiz, 2013; Özkan, 2016).

Alan içi çeşitlilik olarak ifade edilen Alfa tür çeşitliliğinin hesaplanmasında çoğunlukla Simpson 1- λ , Shannon-Wiener indisleri tercih edilmekle beraber, Brillouin, Menhinick, Margalef, Fisher α , Berger-Parker (1/d) ve Chao1 gibi çeşitlilik indisleri de kullanılmaktadır (Warwick ve Clarke, 1995; Özkan, 2016).

Çeşitlilik indislerine yönelik gösterge türleri belirleyebilmek adına gerçekleştirilen bu çalışmada Kuyucak Dağı Yöresine ait veriler kullanılmıştır. Kuyucak Dağı Yöresi Akdeniz Bölgesi geçiş zonunda yer almaktadır. Ayrıca, geçiş zonunda olmasının yanı sıra sahip olduğu dağlık yapı da birtakım karakteristik özellikler kazandırmaktadır ki alanın sahip olduğu lokal iklim koşulları bu hususta öne çıkmaktadır. Bu durum alanın tür çeşitliliği açısından zengin bir yapıya sahip olmasına yani biyolojik çeşitliliğine katkı yapmaktadır. Ülkemizde de biyolojik çeşitlilik açısından zengin yapıya sahip bu ve benzeri alanlarda çeşitliliğin korunmasına yönelik çalışmaların yapılması önem arz etmektedir. Tüm bunlar göz önünde bulundurulduğunda ilerleyen süreçte ekosistemlerin korunması ve sürdürülebilir kullanımı gibi konularda yapılacak olan çalışmalara olan gereksinimin daha da artacağı ortadadır. Yapılan bu çalışmada söz konusu gereksinim düşünüldükçe gerçekleştirilmiştir. Çünkü bahsi geçen konularda yapılacak olan çalışmalarda ekosistemlerin harici unsurlara toleransı noktasında, kayda değer bir öneme sahip olan alfa çeşitliliği açısından yüksek değer ihtiva eden alanların korunması veya uygulamalarda göz önünde bulundurulularak birtakım müdahalelerin yapılması, ekosistemlerin devamlılığı açısından fayda sağlayacaktır. Bu gerçekler ile gerçekleştirilen bu çalışma hem yörede

yapılacak çalışmalar açısından hem de farklı yörelerde yapılacak benzer özellikteki çalışmalar açısından rehber niteliğinde olması sebebi ile önem teşkil etmektedir.

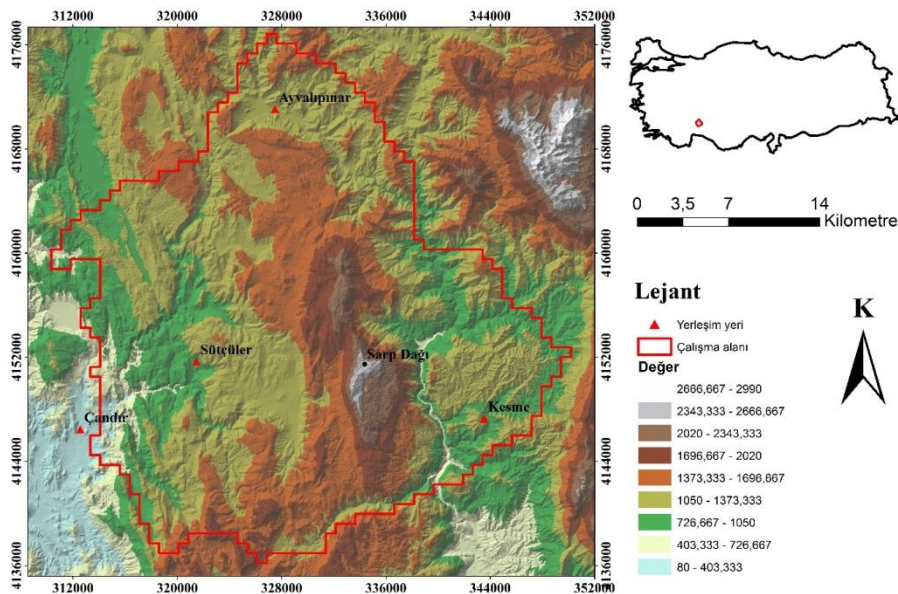
2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Araştırma materyalini, TOVAG-1130495 numaralı TÜBİTAK projesinden elde edilen veriler oluşturmaktadır. Söz konusu proje Kuyucak Dağı Yöresinde gerçekleştirilecek olan ekosistem tabanlı koruma ve planlama çalışmalarının uygulanması noktasında kayda değer sonuçlar içermesinin yanı sıra kullanılan yöntemler açısından da örnek niteliğindedir. Projenin arazi çalışmalarında verilerin toplandığı örnek alanlar daha önceden gerek harita üzerinde gerekse keşif gezileri ile belirlenmiş ve uygun görülen alanlarda çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma ise bahsi geçen projenin arazi çalışmaları kapsamında 20x20 m boyutlarında 800 adet örnek alanda odunsu ve yarı odunsu bitki taksonlarına ait var-yok ve kaplama alanı değerlerini içeren veriler kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

2.2. Çalışma alanı

Çalışmanın yürütüldüğü Kuyucak Dağı, Isparta İli'nin Sütçüler İlçesi sınırları içerisinde 30° 47' 49"-31° 20' 42" doğu boylamları ile 37° 18' 10"-37° 43' 48" kuzey enlemleri arasında yer almaktadır (Şekil 1). Alanı kuzeyde Anamas Dağı, doğuda Dedegöl Dağı, güneyde Sarp Dağı, batıda Dulup Dağı ve Kızıldağ çevrelemektedir. Arazinin yüksek eğimli ve engebeli olması nedeniyle çalışma alanı sarp bir topografik yapıya sahiptir. Yükseltisi 250 m ile 2500 m arasında değişmektedir. Alana ait yıllık ortalama yağış 950 mm ve yıllık ortalama sıcaklık 13,1 °C'dir. Alanda hakim olarak yayılış gösteren asli orman ağacı türleri kızılçam, karaçam ve boylu ardıç, hakim anakaya ise kireçtaşıdır.



Şekil 1. Kuyucak Dağı Yöresine ait yer bulduru haritası

2.3. Yöntem

Arazi çalışmalarında örnek alanlarda tespit edilen türlerin kaplama alanı değerleri Braun Blanquet skalasına göre kaydedilmiştir. Fakat daha sonra kaydedilen kaplama alanı değerleri Paleontological Statistics (PAST) (Hammer vd., 2001) programında değerlendirilmek üzere Westhoff ve Maarel (1973) tarafından belirlenen ölçeğe göre 1 ile 9 arasında değişen değerlere çevrilmiştir. Daha sonra düzenlenen veri matrisi, türlere ait alfa çeşitlilik indislerinin hesaplanması için PAST programına aktarılmıştır. Hesaplanan alfa çeşitlilik indisleri için gösterge olabilecek türleri belirleyebilmek için SPSS 20.0 paket programı içerisinde Wilcoxon Sıra İstatistiği testi uygulanmıştır (Özdamar, 2009). Fakat bu işlemi gerçekleştirmeden önce bulunma değerleri açısından %10'un altında değere sahip olan türler istatistiksel aşamalarda elde edilen sonuçlarda istenmeyen bir duruma neden olmaması, diğer bir ifade ile gerçek olmayan ilişkilerin elimine edilebilmesi amacı ile çıkarılmıştır. Bu işlemin ardından alfa çeşitlilikleri açısından ilişkili olan türler belirlenmiştir. Bu işlem için literatürde benzer çalışmalarda çoğunlukla kullanılması ve önerilmesi sebebi ile %10 eşik değeri tercih edilmiştir. Ayrıca vejetasyon çalışmalarında bitki birliklerin gösterge türlerinin belirlenmesinde de bulunma değeri %10'un altında olan nadir türler hariç tutulmaktadır (Akman ve vd., 2000). Akabinde Wilcoxon Sıra İstatistiği testi sonucunda tespit edilen ilişkilerin gerçekliliğini denetleyebilmek için ilişkili olan türler sırayla çıkartılarak 1-9 değerleri ile tekrar alfa çeşitlilik indisleri hesaplanmış ve tekrar Wilcoxon Sıra İstatistiği testi uygulanmıştır (Wilcoxon vd., 1963). Analiz sonucunda ilişkinin tekrar görüldüğü türler arasında Z değerleri itibariyle en yüksek değerlere sahip ve Z değerleri arasındaki farkın en az olduğu türler alfa tür çeşitliliği açısından gösterge türler olarak belirlenmiştir. Bu işlemin ardından son olarak var-yok verilerinin sıra ortalamalarından faydalanılarak gösterge olarak tespit edilen türlerin ilişki (pozitif-negatif) yönleri belirlenmiştir.

2.4. Çalışmada kullanılan alfa çeşitlilik indisleri

Çalışmada alfa çeşitliliğinin hesaplanmasında Simpson $1-\lambda$ ($1-\lambda$) (Simpson, 1949), Shannon-Wiener (H) (Shannon, 1948), Brillouin (HB) (Pielou, 1975), Berger-Parker ($1/d$) (Berger ve Parker, 1970), Menhinick (D_{MN}) (Whittaker, 1977), Margalef (D_{MG}) (Clifford ve Stephenson, 1975), Fisher' alpha (α_F) (Thomas ve Shattock, 1986) ve Chao1 (Colwell ve Coddington, 1994) indisleri kullanılmıştır. Bu indislere ait formüller aşağıda sırasıyla verilmiştir.

$$1-\lambda=1-\sum_{i=1}^s p_i^2 \quad (1)$$

$$H=-\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i \quad (2)$$

$$HB=\frac{\ln N!-\sum \ln n_i!}{N} \quad (3)$$

$$1/d=\frac{N}{n_{\max}} \quad (4)$$

$$D_{MN}=S/\sqrt{N} \quad (5)$$

$$D_{MG}=(S-1)/\ln N \quad (6)$$

$$\alpha_F=\frac{N(1-x)}{x} \quad (7)$$

$$\text{Chao1}=S+\frac{F_1(F_1-1)}{2(F_2+1)} \quad (8)$$

Bu indislerde yer alan parametreleri açıklamak gerekirse; p_i türlerin oransal değerini, N toplam birey sayısını, n_i ilgili türün birey sayısını, n_{\max} toplum içindeki en yüksek bolluk değerine sahip türün değerini, S toplam tür sayısını (zenginliğini) ifade eder. Formülde α_F olarak gösterilen Fisher alpha ise log serileri dağılımının bir parametresidir. Burada $x = S/N = (1-x)/x[-\ln(1-x)]$ denkleminin iterasyonlu çözümü ile hesaplanmaktadır. Son olarak Chao1 formülünde yer alan F_1 tek bireye sahip olan türlerin, F_2 ise iki bireye sahip olan türlerin sayısını ifade etmektedir (Özkan, 2016).

3. Bulgular

Çalışmada toplamda 98 adet odunsu ve yarı odunsu taksona ait veri kaydedilmiştir. Bu taksonların adları ve sayısal analizde kullanılan kısaltmaları Ek çizelge 1'de verilmiştir. Alanda en yüksek bulunma oranına sahip taksonlar *Juniperus excelsa* Bieb. (JUNEXC), *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus* (JUNOXY), *Astragalus angustifolius* subsp. *angustifolius* (ASTANG) ve *Berberis crataegina* DC. (BERCRA) iken, en düşük bulunma oranına sahip türler ise *Ampelopsis orientale* (AMPORI), *Anagyris foetida* (ANAFOE), *Calicotome villosa* (CALVİL), *Osyris alba* (OSYALB), *Rhamnus libanotica* (RHALİB), *Ephedra major* (EPHMAJ), *Tamarix parviflora* DC. (TAMPAR), *Veronica cuneifolia* subsp. *cuneifolia* (VERCUN) olarak tespit edilmiştir. Tüm türlere ait bulunma oranları Çizelge 1'de yer almaktadır.

İstatistiksel süreçte ilk olarak alfa çeşitlilik indislerini hesaplayabilmek için tespit edilen türlere ait kaplama alanı değerleri 1-9 aralığında düzenlenmiştir (Westhoff ve Maarel, 1973). Daha sonra bulunma değerleri açısından %10'dan daha düşük değere sahip türler çıkartılmış ve alfa çeşitlilik indisleri hesaplanmıştır. Hesaplanan bu indisler ile her bir türe ait olarak kaydedilen var-yok değerleri arasında Wilcoxon Sıra İstatistiği testi uygulanmıştır. Yapılan istatistik sonucu her bir tür için elde edilen sonuçlar kaydedilmiştir. Bu test sonucunda ilişki ($p \leq 0,05$) tespit edilen türler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2'de yer aldığı üzere 10 türün çeşitlilik indisleri açısından önem ($p \leq 0,05$) arz ettiği tespit edilmiştir. Ancak daha sonra her bir tür çıkarılarak tekrar çeşitlilik indislerinin hesaplanması ve Wilcoxon Sıra İstatistiği testinin uygulanması sonucunda ilk kısımda ilişki tespit edilen türlerden biri hariç (SYTOFF) hepsi ile tüm çeşitlilik indisleri açısından ilişki olduğu görülmüştür. Bu nedenle de Çizelge 3'te SYTOFF değişkenine ait W, Z ve P değerlerine yer verilmemiştir.

Çizelge 3. Her bir tür çıkarıldıktan sonra tekrar hesaplanan alfa çeşitlilik indisleri ile uygulanan Wilcoxon Sıra İstatistiği testi sonucunda ilişki tespit edilen türler

		Simpson_1-D	Shannon_H	Brillouin	Menhinick	Margalef	Fisher_alpha	1/d(Berger-Parker)	Chao1
BERCRA	W	125289,00	123627,00	123486,50	125180,50	123407,50	124597,50	131035,00	122616,00
	Z	-10,56	-11,07	-11,11	-10,59	-11,14	-10,77	-8,80	-11,42
	P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CISSAL	W	249791,00	248466,00	248570,00	248370,50	247676,50	248085,00	252018,00	247749,50
	Z	-3,80	-4,31	-4,27	-4,35	-4,62	-4,46	-2,93	-4,61
	P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DAPSER	W	257138,50	255512,50	256475,50	253166,50	253436,00	253234,50	261661,00	253433,00
	Z	-8,53	-9,26	-8,83	-10,30	-10,18	-10,27	-6,53	-10,22
	P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FONPHI	W	223375,50	223520,00	222821,50	227980,50	225505,00	227047,00	224626,00	224516,00
	Z	-9,97	-9,92	-10,17	-8,27	-9,18	-8,61	-9,51	-9,59
	P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PHILAT	W	215785,50	213793,00	214934,50	210712,00	211118,00	210906,00	219354,50	211461,00
	Z	-9,13	-9,84	-9,43	-10,94	-10,79	-10,87	-7,87	-10,72
	P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PHLGRA	W	273915,00	273154,00	273025,50	273624,50	272956,00	273443,00	276147,50	273045,50
	Z	-4,84	-5,20	-5,27	-4,98	-5,30	-5,07	-3,76	-5,28
	P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PINBRU	W	169731,00	171324,50	174753,50	166238,00	169061,00	166907,00	165489,00	172515,50
	Z	-12,08	-11,57	-10,47	-13,20	-12,30	-12,99	-13,44	-11,24
	P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PISTER	W	222002,00	220635,50	220811,00	220547,00	219708,00	220338,50	225857,50	219213,00
	Z	-9,97	-10,47	-10,41	-10,51	-10,82	-10,58	-8,56	-11,05
	P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
QUECOC	W	148247,00	145385,00	147898,00	139088,50	140152,50	139437,50	153721,50	141382,50
	Z	-9,99	-10,87	-10,10	-12,82	-12,49	-12,71	-8,30	-12,16
	P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Çeşitlilik indisleri açısından ilişkili olan türler belirlendikten sonra ilişkili olan türlerin arasında gösterge tür olarak ifade edilebilecek olanları belirlemek amacıyla Z değerlerinden faydalanılmıştır. Bu noktada en yüksek Z değerine sahip ve Z değerleri arasındaki farkın en az olduğu türler gösterge tür olarak belirlenmiştir (FONPHI, PHILAT, PISTER). Gösterge tür olarak belirlenen türlerin Z değerleri ortalamaları ve farkları Çizelge 4'te verilmiştir.

Gösterge türlerin ilişki yönlerini belirleyebilmek için var-yok verilerine uygulanan Wilcoxon Sıra İstatistiği testi sonucunda elde edilen sıra ortalamalarından faydalanılmıştır (Çizelge 5).

4. Tartışma ve sonuçlar

Bu çalışma Kuyucak Dağı Yöresinde alfa çeşitlilik indisleri için gösterge olabilecek türleri belirleyebilmek amacı ile gerçekleştirilmiştir. Hesaplanan çeşitlilik indisleri itibarıyla uygulanan birinci aşama Wilcoxon testi sonucunda 10 türün alfa çeşitlilikleri açısından ilişki gösterdiği belirlenirken ikinci aşamada bu türlerden SYTOFF hariç diğerleri ile tekrar eden bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında ilk analizde herhangi bir ilişkinin görülmediği fakat türler çıkarıldıktan sonra yapılan analiz sonucunda ilişkinin tespit edildiği türlerin olduğu görülmüştür. Bu duruma söz konusu türlerin çalışma alanı içerisinde kaplama alanı açısından yüksek değere sahip olmalarının neden olabileceği düşünülmektedir. Özellikle türlerin biyolojik özelliklerinden kaynaklanan kaplama alanı farklılıkları benzer durumlara sebep olabilmektedir (Özkan,

2008; Özdemir, 2015). Bu nedenle kaplama alanı değerleri kullanılarak gösterge türleri belirlemeye yönelik olarak yapılan çalışmalarda biyolojik özelliklerinden kaynaklı olarak yüksek veya düşük kaplama alanı değerlerine sahip olan türleri (asli orman ağacı türleri-çalı türleri) ayrı olarak değerlendirmek ya da bu çalışmada uygulanan yöntemde olduğu şekilde, türleri sırayla analizden hariç tutarak ilişkileri tekrar sorgulamak yoluyla ilişkilerin geçerliliğini teyit etmek, doğru bir işlem olarak görülmektedir.

Yapılan bu çalışmada FONPHI, PHILAT ve PISTER türleri gösterge tür olarak belirlenmiştir. Ayrıca Çizelge 5'te yer alan değerler incelendiğinde türlerin var olduğu alanlara ait sıra ortalamaları itibarıyla bu türlerin bulunduğu alanların alfa çeşitliliklerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Diğer bir ifade ile bu üç tür pozitif gösterge türler olarak belirlenmiştir. Dolayısı ile pozitif gösterge türler belirlenen bu türlerin bulunduğu alanların odunsu ve yarı odunsu tür çeşitliliği açısından zengin alanları temsil ettiğini söylemek doğru bir ifade olacaktır. Ek olarak elde edilen bu sonuçlar Özkan tarafından Kuyucak Dağı Yöresinde TÜBİTAK projesi olarak gerçekleştirilen ve 2017 yılında tamamlanan çalışmanın sonuçları ile de örtüşmektedir (Özkan, 2017). Şöyle ki, projede alfa çeşitliliği açısından zengin olan alanlarda *Cistus salviifolius* L., *Daphne sericea* Vahl., *Fontanesia phillyreoides* Labill., *Phillyrea latifolia* L., *Pistacia terebinthus* L., *Myrtus communis* L. ve *Nerium oleander* L. gibi türlerin yaygın olduğu ifade edilmiştir. Bu çalışmada ise bu türler arasından *Fontanesia phillyreoides* Labill., *Phillyrea latifolia* L. ve *Pistacia terebinthus* L. 'un gösterge olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar itibarıyla de

çalışmada gösterge olarak belirlenen türlerin geçerliliği bir anlamda teyit edilmiş olmaktadır.

Sonuç olarak ülkemizde bitki türlerinin dağılımı ve verimliliği üzerine gösterge olabilecek türlerin belirlenmesine yönelik çalışmalar mevcut iken (Gülsoy vd., 2013; Gülsoy ve Özkan, 2013; Gülsoy ve Negiz, 2014), ekosistemlerin sürdürülebilirliği, dayanıklılığı, doğal ve harici problemlere direnci gibi noktalarda önemli bir parametre olan alfa tür çeşitliliğinin gösterge türlerinin belirlenmesine yönelik bir çalışma mevcut değildir. Bu anlamda yapılan bu çalışma, hem eksiklik hissedilen bu konuda yapılarak tamamlayıcı bir rol üstlenmesi hem de Kuyucak Dağı Yöresi için alfa tür çeşitliliğinin gösterge türlerini belirleyerek daha sonra yapılacak çalışmalara altlık oluşturması açısından önem taşımaktadır.

Teşekkür

Bu çalışma, TÜBİTAK destekli “Kuyucak Dağı Yöresinde Odunsu Tür Çeşitliliğinin Konumsal Modellenmesi” (Proje Numarası: TOVAG-1130495) adlı çalışmadan elde edilen verilerden yararlanılarak hazırlanmıştır. Çalışma özet bildirisi olarak 4. Uluslararası Coğrafya Sempozyumu (GEOMED, 2016)’nda yayınlanmıştır.

Çizelge 4. Gösterge olarak belirlenen türlerin birinci (Z1) ve ikinci (Z2) Wilcoxon Sıra İstatistiği testlerine ait Z değerleri ortalamaları

Türler	Z1	Z2	Fark
FONPHI	-12,33	-9,40	2,93
PHILAT	-12,99	-9,95	3,04
PISTER	-13,03	-10,30	2,74

Çizelge 5. Gösterge olarak belirlenen türlerin Wilcoxon Sıra İstatistiği testinden elde edilen sıra ortalaması değerleri

	Sıra Ortalaması Değerleri			
		FONPHI	PHILAT	PISTER
Simpson_1-D	0	357.40	357.85	356.92
	1	554.43	531.04	552.80
Shannon_H	0	357.63	354.55	354.72
	1	553.60	541.15	560.47
Brillouin	0	356.51	356.44	355.00
	1	557.59	535.36	559.49
Menhinick	0	364.77	349.44	354.58
	1	528.11	556.79	560.97
Margalef	0	360.81	350.11	353.23
	1	542.26	554.73	565.69
Fisher_alpha	0	363.28	349.76	354.24
	1	533.45	555.81	562.14
1/d(Berger-Parker)	0	359.40	363.77	363.11
	1	547.28	512.92	531.14
Chao1	0	359.23	350.68	352.43
	1	547.91	552.99	568.47

Kaynaklar

- Akman, Y., Ketenoglu, O., Geven, F., 2000. Vejetasyon Ekolojisi ve Araştırma Metodları. Ankara, s. 283.
- Berger, W.H., Parker, F.L., 1970. Diversity of planktonic Foraminifera in deep sea sediments. Science, 168: 1345-1347, DOI: 10.1126/science.168.3937.1345.
- Clifford, H.T., Stephenson W., 1975. An Introduction to Numerical Classification, London, Academic Press.
- Colwell, R.K., Coddington, J.A., 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Philosophical Transaction of the Royal Society, (Series B) 345: 101-118.
- Çelik, S., Özkan, K., Yücel, E., Göktürk, R.S., Öztürk, M., 2006. Determination of indicator species and comparison of soil characteristics of *Centaurea mucronifera* DC. and *Centaurea pyrrhoblephera* Boiss. distributed in Turkey. International Journal of Biology, 3(3): 609-617.
- Delang, C.O., Li, W.M., 2013. Species Richness and Diversity. In Ecological Succession on Fallowed Shifting Cultivation Fields (39-66). Springer Netherlands.
- Fisher, R.A., Corbet, A.S., Williams, C.B., 1943. The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. The Journal of Animal Ecology, 12(1): 42-58.
- Gülsoy, S., Özkan, K., 2008. Tür çeşitliliğinin ekolojik açıdan önemi ve kullanılan bazı indisler. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 1: 168-178.
- Gülsoy, S., Şentürk, Ö., Negiz, M.G., 2013. Hedef türler için gösterge bitki türlerinin sayısal metotlar kullanarak tespiti: Acıpayam Yöresi örneği. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 14: 10-14.
- Gülsoy, S., Özkan, K., 2013. Determination of environmental factors and indicator plant species for site suitability assessment of Crimean Juniper in the Acıpayam district, Turkey. Sains Malaysiana, 42(10): 1439-1447.
- Gülsoy, S., Negiz, M.G., 2014. Determination of environmental factors and indicator species affecting the distribution of *Origanum onites* L.: a case study from the Lakes district, Turkey. Environmental Engineering and Management Journal, 13(4): 1013-1019.
- Güner, Ş.T., Özkan, K., Yücel, E., 2011. Sarıçam ormanlarının verimliliği ile vejetasyon ve tür çeşitliliği arasındaki ilişkiler. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 12, 1-6. [Relationships between vegetation, plant species diversity and productivity of scots pine: a case study from Türkmen Mountain. SDU Faculty of Forestry Journal 12: 1-6.]
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D., 2001. Past: Paleontological Statistics Software Package For Education And Data Analysis. Palaeontologia Electronica, 9: 4(1).
- Hannah, L., Midgley, G.F., Lovejoy, T., Bond, W.J., Bush, M., Lovett, J.C., Scott, D., Woodward, F.I., 2002. Conservation of biodiversity in a changing climate. Conservation Biology, 16(1): 264-268.
- Hunter, M.,J. 1996. Benchmarks for Managing Ecosystems: Are Human Activities Natural. Conservation Biology, 10(3): 695-697.

- Kaya, Z., 2003. Koruma Biyolojisi ve Biyoçeşitlilik. Orman ve Av, 4, 24-34.
- Negiz, M.G., Eser, Y., Kuzugüdenli, E., Özkan, K., 2015. Indicator species of essential forest tree species in the Burdur district. Journal of Environmental Biology, Special issue, 36:107-111.
- Negiz, M.G., 2013. Gölhisar (Burdur) yöresinde odunsu tür çeşitliliği ile yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler. Doktora Tezi, SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.
- Özdamar, K., 2009. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi, 7. Baskı, Kaan Kitabevi, Eskişehir.
- Özdemir, İ., Özkan, K., Özdemir, Ş., Süel, H., Mert, A., Gülsoy, S., Eser, Y., Negiz, M.G., 2008. Burdur-Ağlasun yöresinde yer alan bir ormanlık alandaki bitki türü zenginliğinin aster uydu verisi kullanılarak tahmini. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, <http://www.uzalcb2008.org/bildiriler.php>, 15 Ekim 2008, Kayseri-Turkey (Erişim Tarihi:16/11/2008).
- Özdemir, S., 2015. Ovacık dağı yöresinde Türk Kekliği (*Origanum onites* L.) ve Büyük Çiçekli Adaçayı (*Salvia tomentosa* Miller) türlerinin ekolojik özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.
- Özkan, K., 2008. Bitki örtüsü ile yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkilerin örnek alan benzerlik değerlerine göre değerlendirmesi. Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma Dergisi, 1(2): 59-73.
- Özkan, K., Berger, U., 2014. Predicting the potential distribution of plant diversity in the Yukarıgökdere forest district of the Mediterranean region. Polish Journal of Ecology, 62: 441-454.
- Özkan, K., 2010. Orman ekosistem çeşitliliği haritalama çalışmaları için ekolojik alan çeşitliliğinin belirlenmesi üzerine bir öneri. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 2: 136-148.
- Özkan, K., 2016. Biyolojik Çeşitlilik Bileşenleri (α , β ve γ) Nasıl Ölçülür? Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın No: 98, ISBN: 976-9944-452-89-2, Isparta, 142 s.
- Özkan, K., 2016. Yeni paradigma anlayışı ile, her şeye tek bir bilgi altlık yolunda; ekosistem nitelik haritalaması. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 66(2): 410-444.
- Özkan, K., 2017. Kuyucak Dağı Yöresinde Odunsu Tür Çeşitliliğinin Konumsal Modellenmesi (Tübitak-Tovag 113O495 nolu Proje)-Tübitak-1001 (Bütçe; 153245).
- Pielou, E.C., 1975. Ecological Diversity, New York, Wiley InterScience.
- Shannon, C.E., 1948. A mathematical theory of communication. The Bell System Technical Journal, 27: 379-423, DOI: 10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x
- Simpson, E.H., (1949. Measurement of diversity. Nature, 163: 688, DOI:10.1038/163688a0.
- Thomas, M.R., Shattock, R.C., 1986. Filamentous fungal associations in the phylloplane of *Lolium perenne*. Transactions of the British Mycological Society, 87(2): 255-286, DOI: 10.1016/S0007-1536(86)80029-8.
- Warwick, R.M., Clarke, K.R., 1995. New biodiversity measures reveal a decrease in taxonomic distinctness with increasing stress. Marine Ecology Progress Series, 129: 301-305.
- Westhoff, V., Maarel, E.van der., 1973. The Braun-Blanquet approach. In: R.H., Whittaker (ed.) Ordination and classification of communities. Handbook of Vegetation Science, Part 5, pp. 617-725. Junk, The Hague.
- Whittaker, R.H., 1973. Evolution and measurement of species diversity. Taxon, 21: 213-251.
- Whittaker, R.H., 1977. Evolution of species diversity in land communities. In: Evolutionary Biology, (Eds M.K. Hecht, W.C. Steere and B.Wallace), Plenum, New York, 10: 1-67.
- Wilcoxon, F., Katti, S.K., Wilcoxon, R.A. 1963. Critical Values and Probability Levels for the Wilcoxon Rank Sum Test and the Wilcoxon Signed Rank Test. American Cyanamid Company.

Ek çizelge 1. Çalışmada kullanılan türler ve kısaltmaları

Türler	Kısaltmalar	Türler	Kısaltmalar
<i>Abies cilicica</i> Carr.	ABICIL	<i>Olea europaea</i> L.	OLEEUR
<i>Acantholimon confertiflorum</i> Bokhari	ACACON	<i>Origanum minutiflorum</i> Schwrd et Davis.	ORIMIN
<i>Acer monspessulanum</i> L.	ACEMON	<i>Origanum onites</i> L.	ORIONI
<i>Acer hyrcanum</i> Fisch. & C.A.Mey.	ACEHYR	<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.	OSTCAR
<i>Ampelopsis orientale</i> (Lam.) Planchon	AMPORI	<i>Osyris alba</i> L.	OSYALB
<i>Anagyris foetida</i> L.	ANAFOE	<i>Paliurus spina-christi</i> Mill.	PALSPI
<i>Arbutus andrachne</i> L.	ARBAND	<i>Paronychia mughlaei</i> Chaudhri	PARMUG
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	ASPACU	<i>Phillyrea latifolia</i> L.	PHILAT
<i>Astragalus angustifolius</i> Lam.	ASTANG	<i>Phlomis grandiflora</i> H.S. Thompson.	PHLGRA
<i>Astragalus prusianus</i> Boiss.	ASTPRU	<i>Pinus brutia</i> Ten. var. brutia	PINBRU
<i>Berberis crataegina</i> DC.	BERCRA	<i>Pinus nigra</i> J.F.Arnold	PINNIG
<i>Calicotome villosa</i> (Poiret) Link	CALVIL	<i>Pistacia terebinthus</i> L.	PISTER
<i>Celtis planchoniana</i> K.I.Chr.	CELPLA	<i>Platanus orientalis</i> L.	PLAORI
<i>Cedrus libani</i> A.Rich.	CEDLIB	<i>Polygala pruinosa</i> Boiss.	POLPRU
<i>Cerasus prostrata</i> (Lab.) Ser.	CERPRO	<i>Prunus divaricata</i> Ledeb.	PRUDIV
<i>Cercis siliquastrum</i> L.	CERSIL	<i>Prunus spinosa</i> L.	PRUSPI
<i>Cionura erecta</i> (L.) Griseb.	CIOERE	<i>Pyrus elaeagnifolia</i> Pallas	PYRELA
<i>Cistus salvifolius</i> L.	CISSAL	<i>Quercus cercis</i> L.	QUECER
<i>Clematis cirrhosa</i> L.	CLECIR	<i>Quercus coccifera</i> L.	QUECOC
<i>Colutea melanocalyx</i> Boiss. et Heldr.	COLMEL	<i>Quercus infectoria</i> Olivier	QUEINF
<i>Colutea cilicica</i> Boiss. & Balansa	COLCIL	<i>Quercus ithaburensis</i> Decne.	QUEITH
<i>Convolvulus cantabrica</i> L.	CONCAN	<i>Quercus trojana</i> P. B. Webb	QUETRO
<i>Cornus mas</i> L.	CORMAS	<i>Rhamnus libanoticus</i> Boiss.	RHALIB
<i>Coronilla emerus</i> L.	COREME	<i>Rhamnus nitidus</i> Davis	RHANIT
<i>Cotoneaster nummularius</i> Fisch. & C.A.Mey.	COTNUM	<i>Rhus Coriaria</i> L.	RHUCOR
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	CRAMON	<i>Rosa canina</i> L.	ROSCAN
<i>Crataegus orientalis</i> Pallas ex Bieb.	CRAORI	<i>Rosa pulverulenta</i> Bieb.	ROSPUL
<i>Daphne gnidioides</i> Jaub. & Spach	DAPGNI	<i>Rubus canescens</i> DC.	RUBCAN
<i>Daphne oleoides</i> Schreber.	DAPOLE	<i>Ruscus aculeatus</i> L.	RUSACU
<i>Daphne sericea</i> Vahl.	DAPSER	<i>Salvia tomentosa</i> Miller	SALTOM
<i>Ephedra major</i> Host	EPHMAJ	<i>Satureja cuneifolia</i> Ten.	SATCUN
<i>Fontanesia phillyreoides</i> Labill.	FONPHI	<i>Scutellaria orientalis</i> L.	SCUORI
<i>Fraxinus ornus</i> L.	FRAORN	<i>Sideritis pisdica</i> Boiss.	SIDPIS
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl	FRAANG	<i>Smilax aspera</i> L.	SMLASP
<i>Fumana arabica</i> (L.) Spach	FUMARA	<i>Sorbus torminalis</i> (L.) Crantz	SORTOR
<i>Fumana procumbens</i> (Dun.) Gren. Et Godr.	FUMPRO	<i>Spartium junceum</i> L.	SPAJUN
<i>Genista januensis</i> Viv.	GENJUN	<i>Styrax officinalis</i> L.	SYTOFF
<i>Globularia trichosantha</i> Fisch. et Mey.	GLOTRI	<i>Tamarix parviflora</i> DC.	TAMPAR
<i>Hedera helix</i> L.	HEDHEL	<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	TEUCHA
<i>Hippocrepis emerus</i> L.	HIPEME	<i>Teucrium polium</i> L.	TEUPOL
<i>Jasminium fructicans</i> L.	JASFRU	<i>Thymus longicaulis</i> C. Presl	THYLON
<i>Juniperus excelsa</i> Bieb.	JUNEXC	<i>Thymus zygoides</i> Griseb.	THYZYG
<i>Juniperus foetidissima</i> Willd.	JUNFOE	<i>Ulmus glabra</i> Hudson	ULMGLA
<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	JUNOXY	<i>Thymbra spicata</i> L.	THYSPI
<i>Lonicera etrusca</i> Santi	LONETR	<i>Veronica cuneifolia</i> D. Don	VERCUN
<i>Lonicera nummulariifolia</i> Jaub. et Spach	LONNUM	<i>Veronica macrostachya</i> Vahl	VERMAC
<i>Marrubium globosum</i> Montbret et Aucher ex Bentham	MARGLO	<i>Veronica multifida</i> L.	VERMUL
<i>Myrtus communis</i> L.	MYRCOM	<i>Vitex agnus-castus</i> L.	VITAGN
<i>Nerium oleander</i> L.	NEROLE	<i>Vitis vinifera</i> L.	VITVIN

Doğu ladini için gövde çapı modelinin karışık etkili yaklaşım ile geliştirilmesi

Ramazan Özçelik^{a,*}, Ahmet Sarıtaş^b, Manuel Arias-Rodil^c

Özet: Doğu ladini (*Picea orientalis* L.) ülkemizin önemli ağaç türlerinden birisidir. Bu nedenle, ladin ormanlarının bugün ve geleceğe dönük yönetim ve planlama stratejilerinin geliştirilmesinde, türün büyüme ve hasılatına ilişkin bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Ormanların büyüme ve hasılatına ilişkin tahminlerde kullanılan en önemli yapı taşlarından birisi, ağaç hacim tahminleridir. Gövde çapı denklemleri, bir ağaca ilişkin toplam ve ticari hacim tahminlerinde en güvenilir ve doğru yaklaşımlardan biri olarak kabul edilmektedir. Bu çalışmada, Ardahan-Posof Yöresi doğu ladini meşcerelerinden elde edilen 170 ağaç kullanılarak doğrusal olmayan karışık etkili modelleme (NLME) yaklaşımı ile gövde çapı modeli geliştirilmiştir. Karışık etkili modelleme, bir ağacın kendi içinde ve ağaçlar arasında gövde formu açısından değişimin hesaplanmasına imkân sağlamaktadır. Çalışmanın birinci aşamasında, öncelikle hangi parametrelerin tesadüfi etkili parametrelerle genişletilmesi gerektiğinin ortaya konması için modelin bir ve iki parametresine tesadüfi parametreler eklenerek olası tüm kombinasyonlar test edilmiştir. Modele tesadüfi etkili parametrelerin eklenmesi aynı ağaç için elde edilen hatalar arasında var olan korelasyonun hesaplanması için yeterli olmamış, hata terimine ilişkin varyans-kovaryans matrisi birinci derece otoregresif hata yapısı AR(1) ile modellenmiştir. Karışık etkili modele AR(1)'in eklenmesi ile hatalar arasındaki otokorelasyonun tamamının uzaklaştırılması mümkün olmuştur. İkinci aşamada, gövde üzerinde farklı noktalarda ölçülen çap değerleri kullanılarak kalibrasyon sonuçları değerlendirilmiştir. Seçilen karışık etkili model, hem model geliştirme hem de kalibrasyon için en iyi sonuçları üretmiştir. Genel olarak, kalibrasyon için toplam boyun %40-80 arasında ölçülen ekstra çapların gövde çapı modelinin tahmin performansını arttırdığı gözlenmiştir. Sonuç olarak model kalibrasyonu, karışık etkili model seçiminde önemli bir kriter olarak göz önünde bulundurulmalıdır.

Anahtar kelimeler: *Picea orientalis*, Gövde çapı modeli, Otokorelasyon, Kalibrasyon, Ardahan-Posof

Modeling of stem taper model with mixed effects approach for oriental spruce

Abstract: Oriental spruce (*Picea orientalis* L.) is one of the most important tree species in Turkey. Therefore, the information is necessary about growth and yield of the species for developing future management and planning strategies. The one of the essential building blocks in forest growth and yield prediction models is the equations for estimating individual tree volume. One of the most accurate and reliable approaches for estimating stem total volume and merchantable volume is the use of taper models. In this study, a taper model was developed by using nonlinear mixed effects modeling approach (NLME) using data from 170 trees felled in oriental spruce stands from Ardahan-Posof Region. An NLME approach accounted for within-and between tree variations in stem form. In the first stage, all possible combinations of expansion with random effects in one and two model parameters were tested, selecting then the best one. The inclusion of random effects was not enough to account for the existing autocorrelation between the residuals and then the variance-covariance matrix of the error term was modelled through a first order autocorrelation structure AR (1). In a second step, we evaluated the response obtained by calibration (which implies estimation of random effects for a new tree) based on upper-stem diameter measurements at different points. The selected mixed-effects model produced the best results both in fitting and calibration process. It was found that an upper-stem diameter measurement at 40-80% of total height was best suited for calibrating tree-specific predictions. As a result, model calibration should be considered an essential criterion in mixed model selection.

Keywords: *Picea orientalis*, Taper model, Autocorrelation, Calibration, Ardahan-Posof

1. Giriş

Ormanlarının korunması, sürdürülebilir işletilmesi ve geleceğe dönük planlama ve stratejilerin oluşturulmasında, ormanların mevcut durumuna, büyüme ve gelişme özelliklerine ilişkin güvenilir ve doğru bilgilere ihtiyaç

bulunmaktadır (Klos vd., 2007). Hacim tahminleri büyüme ve hasılat modellerinin en önemli öğelerinden birisidir. Bir ağacın toplam ya da ticari hacim değerinin doğru tahmini hem orman envanteri çalışmaları hem de orman amenajman planları açısından son derece önemlidir. Hacim tahminleri, ağaç ve meşcerelere ilişkin hacmin ve bu hacim miktarının

✉ ^a Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta

^b Orman Genel Müdürlüğü, İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü, Edirne Orman İşletme Müdürlüğü, Edirne

^c Universidad de Santiago de Compostela, Escuela Politécnica Superior, C/ Benigno Ledo, Campus Terra, 27002, Lugo, Spain

@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): ramazanozcelik@sdu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 29.03.2017, **Accepted** (Kabul tarihi): 24.04.2017

Citation (Atf): Özçelik, R., Sarıtaş, A., Arias-Rodil, M. , 2017. Doğu ladini için gövde çapı modelinin karışık etkili yaklaşım ile geliştirilmesi. Turkish Journal of Forestry, 18(2): 110-118.

DOI: [10.18182/tjf.302073](https://doi.org/10.18182/tjf.302073)



farklı ticari sınıflara dağılımının doğru hesaplanması (Dieguez-Aranda vd. 2006; Corral-Rivas vd., 2007; Crecente-Campo vd., 2009), orman amenajman planlarının düzenlenmesi (de-Miguel vd., 2012), orman ürünleri sanayisinin geleceğine ilişkin projeksiyonlarının yapılması (Fang vd., 2000; Jiang vd., 2005; de-Miguel vd., 2012) ve uygun biyokütle dönüşüm faktörleri yardımı ile biyokütle ve karbon birikim miktarının hesaplanması (Castedo-Dorado vd., 2012; Gomez-Garcia vd., 2015; Schröder vd., 2015) için kullanılan önemli bir meşçere parametresidir.

Günümüzde, ağaç hacmi ve ticari hacim tahminleri için en güvenilir yöntemlerden birinin gövde çapı modelleri olduğu ifade edilmektedir (Fang vd., 2000; Rojo et al., 2005; Dieguez-Aranda vd., 2006; Li ve Weiskittel 2010; Özçelik ve Crecente-Campo, 2016). Gövde çapı modelleri Kozak (2004) tarafından ifade edildiği gibi, a) ağaç gövdesi boyunca gövde üzerindeki herhangi bir noktadaki çap değerinin; b) toplam gövde hacminin, c) ticari gövde hacminin veya gövde üzerindeki herhangi iki nokta arasındaki seksiyon hacminin, d) herhangi bir çap değerinin gövde üzerinde bulunduğu yüksekliğin tahmini için kullanılmaktadır. de-Miguel vd. (2012) tarafından da belirtildiği gibi, gövde çapı modellerinin ormancılık uygulamaları için diğer bir önemi de, büyüme ve hasılat modellerine entegre edilebilir olması, farklı yetiştirme ortamları ve planlama alternatifleri için elde edilecek ürün sınıflarının ve miktarlarının tahminine imkan sağlamasıdır.

Newnham (1988)'e göre gövde çapı modelleri üzerindeki çalışmaların yaklaşık yüz yıldır devam etmesinin iki önemli nedeni vardır. Bunlardan birincisi; tüm ağaç türleri için gövde formundaki değişimi açıklamaya yetecek bir teorinin bulunmaması; ikincisi de sürekli değişen pazar koşullarına bağlı olarak değişen odun çeşidi standartlarını dikkate alan bir yöntemin elde edilememesidir. Bir gövde profili modelinin başarısı ağaç türüne ve yetiştirme ortamı koşullarına göre de değişiklikler gösterebilmektedir. Bu yüzden her tür ve bir türün farklı yetiştirme ortamları için model parametrelerinin tahmin edilmesi gerekmektedir. Ormancılık çalışmalarında genel olarak iki grup gövde çapı modeli daha yoğun olarak kullanılmaktadır. Bunlardan ilki değişken şekil çap modelleridir (Variable-Exponent Taper Model). Bu modellerde, bir ağaç gövdesinin, dipten tepeye doğru nayloid, paraboloid ve konik parçalardan oluştuğu düşünülmektedir (Newnham, 1992; Kozak, 1988). Ancak bu model formunun bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Bunlar; gövde üzerindeki farklı şekillerin hacim hesaplamaları için birleştirilememesi ve en yüksekteki çap değeri için ticari boyun doğrudan hesaplanamayıp, bir iterasyon ile hesaplanmasının gerekli olmasıdır. İkinci grup ise; parçalı-gövde çapı (Segmented Taper Model) modelleridir. Bu model formu, ağaç gövdesinin farklı bölümlerindeki çap düşüşlerini farklı denklem formları ile tanımlamakta ve bunları birleştirmek için de katılma noktaları kullanılmaktadır (Max ve Burkhart, 1976; Clark vd., 1991; Fang vd., 2000). Yapılan kimi çalışmalar, parçalı gövde çapı modellerinin değişken şekil gövde çapı modellerine göre daha başarılı olduğunu ortaya koymuştur (Jiang vd., 2005; Özçelik ve Crecente-Campo, 2016).

Gövde çapı modellerinin geliştirilmesi amacıyla genellikle doğrusal olmayan en küçük kareler (OLS) yöntemini kullanılmıştır. Ancak, gövde çapı modellerin geliştirilmesinde, aynı ağaç üzerinde düzenli ya da düzensiz aralıklarla ölçülen çap değerlerinden yararlanılmaktadır.

Bunun sonucu olarak da, aynı ağaç üzerinde ölçülen çap değerleri birbiri ile ilişkili olmaktadır. Bu ilişki regresyondaki kovaryans matrisinin yansız tahmini için gerekli olan hataların bağımsız olma kuralını ortadan kaldırmaktadır. Bu nedenle, son yıllardaki araştırma çalışmaları hem yeni model formlarının geliştirilmesine, hem de gövde formundaki ağaçlar arası değişkenliğin hesaplanmasına ilişkin yeni yaklaşımlara odaklanmıştır. Bu amaçla gövde profili modellerinin geliştirilmesinde, doğrusal olmayan karışık etkili modelleme (NLME) yaklaşımı kullanılmaya başlamıştır (Gregoire ve Schabenberger, 1996; Valentine ve Gregoire, 2001; Garber ve Maguire, 2003; Leites ve Robinson, 2004; Trincado ve Burkhart, 2006; Calama ve Montero, 2006; Sharma ve Parton, 2009; Lejeune vd., 2009; Yang vd., 2009a; Yang vd., 2009b; Cao ve Wang, 2011; Meng ve Huang, 2011; Bueno-Lopez ve Bevilacqua, 2012; de-Miguel vd., 2012; Gomez-Garcia vd., 2013; Arias-Rodil vd., 2015; Gomez-Garcia vd., 2016). Bu yaklaşım ile çoklu hiyerarşik yapı gösteren veri seti içerisindeki bireylerin kendi içindeki ve bireyler arası ilişki hesaplanabilmekte ve model esnekliği sağlanabilmektedir. Yine bu modelleme yaklaşımıyla, sabit (fixed) ve tesadüfi (random) etkili parametreler eş zamanlı tahmin edilebilmektedir. Genel olarak, sabit etkili parametre, tüm toplumdaki her birey ya da örnek alan için kullanılan parametreleri; tesadüfi etkili parametre ise, toplumdaki her bir bireye ya da örnek alana ilişkin özel karakteristiklerin hesaplanmasında kullanılan değişkenleri ifade edilmektedir. NLME modelleme tekniği ile sabit ve tesadüfi etkili parametrelerin eş zamanlı tahmin edilebilmesi, karışık etkili modellemeyi yeni bir birey için tahmin yapılması (Kalibrasyon işlemi) gerekli olduğunda ve bu bireye ait bir ön bilginin bulunması durumunda diğer modellere göre daha etkili yapmaktadır. NLME yaklaşımının geleneksel regresyon yöntemlerine göre diğer önemli bir üstünlüğü de; geleneksel yöntemler tüm toplum için genel ortalamaları ifade ederken, NLME yaklaşımı, hem tüm toplum hakkında hem de toplum içindeki her bir birey için özel nitelikteki bilgilerin elde edilmesine imkan sağlamaktadır (Trincado ve Burkhart, 2006; Cao ve Wang, 2011). Yine bu teknik, farklı silvikültürel uygulamalar altında ve farklı yetiştirme ortamlarında gelişen ağaçların gövde çapı modellerinin kalibrasyonuna da izin vermektedir. Ülkemizde, NLME tekniği kullanılarak yöresel bazda bazı ağaç türleri için gövde çapı modelleri geliştirilmiştir (Özçelik vd., 2011; Ercanlı vd., 2014; Şenyurt vd., 2014; Özçelik ve Yaşar, 2015; Gomez-Garcia vd., 2016).

Ülkemizde ve yurt dışında NLME tekniği kullanılarak yapılan çalışmalarda genel olarak sırasıyla, farklı tesadüfi etkili ve karışık etkili parametre kombinasyonları test edilmiş, otokorelasyon probleminin sadece karışık etkili modelleme tekniği kullanılarak ortadan kaldırılıp kaldırılamadığı araştırılmış (Yang vd., 2009; Sharma ve Parton 2009; Bueno-Lopez ve Bevilacqua, 2012), kaldırılamadığı durumlarda otoregresif hata yapısı (CAR(x)) kullanılmış (Garber ve Maguire, 2003; Trincado ve Burkhart, 2006; Gomez-Garcia vd., 2013; Arias-Rodil vd., 2015; Gomez-Garcia vd., 2016) ve son olarak da ekstra tek veya daha fazla çap ölçümlerinin bulunduğu durumlar kullanılarak farklı kalibrasyon alternatifleri test edilmiştir. Genel olarak tek ya da iki ekstra çap değeri kullanılarak yapılan kalibrasyon işlemleri arasında önemli farklılıkların

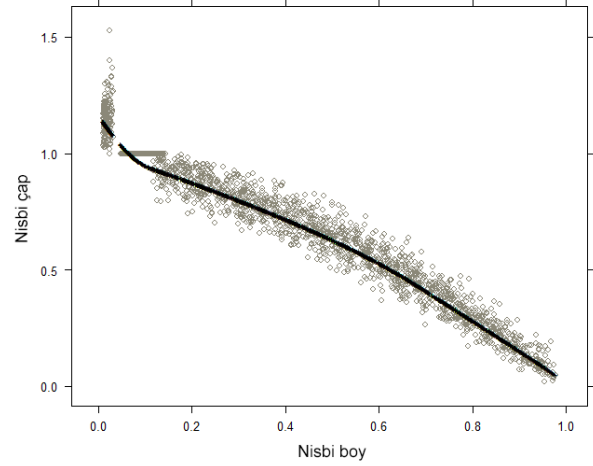
olmadığı görülmüştür (Lejeune vd., 2009; Sharma ve Parton, 2009).

Bu çalışmada, Max ve Burkhart (1976) tarafında geliştirilen gövde çapı modeli kullanılarak, Ardahan-Posof Yöresi doğal doğu ladini meşcereleri için karışık etkili gövde çapı modeli geliştirilmiştir. Bu amaçla, sırasıyla 1) hangi sabit etkili parametrelerin tesadüfi etkili parametreler ile genişletilmesi gerektiği, 2) tesadüfi etkili parametrelerin eklenmesi ile otokorelasyon probleminin ortadan kalkıp kalkmadığı, eğer otokorelasyon problemi devam ediyor ise modele birinci derece otoregresif kovaryans yapısı AR(1) eklendiğinde durumun nasıl değiştiği, 3) en başarılı sabit ve tesadüfi etkili parametre kombinasyonuna sahip model her zaman en iyi kalibrasyon sonuçlarını üretmeye bildiğinden, bir ve iki parametresi tesadüfi etkili tüm kombinasyonlar için farklı ekstra çap değerleri kullanılarak kalibrasyon sonuçları araştırılmıştır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Gövde çapı denklemi geliştirmek amacıyla gerekli örnek ağaç verileri, Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü, Ardahan Orman İşletme Müdürlüğü, Posof işletme şefliği doğal ve saf ladini meşcerelerinden toplanmıştır. Örnek ağaçlar, çalışma alanı içerisindeki mevcut tüm çap ve boy sınıflarının temsil edebilmesi amacıyla, galip ya da müşterek galip ağaçlar arasından seçilmiştir. Yine örnek ağaçlar seçilirken çatal gövdelerin, tepesi kırık ağaçların, azman yapmış ve gövde formu bozuk bireyler olmamasına azami özen gösterilmiştir. Bu amaçla; seçilen örnek ağaçlar kesilmeden önce elektronik çap ölçer yardımı ile göğüs çapları ve kesildikten sonra her ağaç üzerinde şerit metre yardımı ile birer metre aralıkla ve 0.1 cm hassasiyetle çap değerleri ve 5 cm hassasiyetle ağaç boyları ölçülmüştür. Arazide ölçülen verilerde herhangi bir anormal durumun olup olmadığı nisbi çap-nisbi boy grafiği yardımı ile görsel olarak değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmelerde, bazı ağaçlarda ekstrem değerlerin olduğu görülerek, veri yapısındaki ekstrem değerlerin araştırılması amacıyla Bi (2000) tarafından önerilen sistematik yaklaşım kullanılmıştır. Bu yöntem 0.25'lik bir düzeltme faktörü ile ikinci dereceden doğrusal olmayan çözüm yöntemidir. Bu yaklaşım kullanılarak verilerin yaklaşık %0.1'lik kısmının anormal olduğu gerekçesi ile çalışmada kullanılmamıştır. Bu anormal sonuçların en önemli kaynağının; bazı ağaçlardaki çap ölçümlerinin dalın gövdeye birleştiği noktadan ya da ağaç gövdesindeki kısmı deformasyonların bulunduğu yerlerden yapılmasından olduğu düşünülmüştür. Şekil 1'de yukarıda belirtilen anormal veriler çıkarıldıktan sonra kalan örnek ağaç verilerine ilişkin nisbi çap-boy ilişkisi verilmiştir. Örnek ağaç hacimlerinin belirlenmesi amacıyla Smalian Yöntemi kullanılmıştır. Uç parça hacminin bulunmasında ise koni hacmi esas alınmıştır. Çizelge 1'de ise bu örnek ağaçlar ilişkin nitelendirici istatistikler verilmiştir.



Şekil 1. Örnek ağaç verilerine ilişkin nisbi çap-nisbi boy ilişkisi

Çizelge 1. Örnek ağaçlara ilişkin nitelendirici istatistikler

Değişken (n=170)	Ortalama	S.D.	Minimum	Maksimum
D (cm)	34.57	11.04	11.20	60.60
H (m)	17.60	4.54	9.30	27.00
d (cm)	22.58	12.62	1.00	69.80
h (m)	7.90	5.65	0.30	25.30
v (m ³)	0.64	0.56	0.01	3.18
Disk sayısı	6.40	3.86	1.00	19.00
V (m ³)	0.78	0.62	0.05	3.18

D: kabuklu Göğüs çapı (cm); H: toplam ağaç boyu (m); d: h (m) yüksekliğindeki kabuklu gövde çapı (cm); h: ilgilenilen noktanın yerden yüksekliği; v: kabuklu ticari hacim (m³); V: kabuklu gövde hacmi (m³). S.D: Standart sapma

2.2. Yöntem

2.2.1. Model seçimi

Yüz yılı aşkın bir süredir farklı formlarda gövde çapı modelleri geliştirilmiştir. Genel olarak iki tip gövde çapı modelinin diğerlerine göre daha başarılı sonuçlar verdiği görülmeye karşın, bu gruplardaki modellerden herhangi biri diğerlerine göre daha başarılı ya da en iyi model olarak nitelendirilmemiştir (Arias-Rodil vd., 2015a). Bu çalışmada, farklı ağaç türleri ve gövde formlarını içeren pek çok çalışmada başarılı sonuçlar vermesi (Jiang vd., 2005; Dieguez-Aranda vd., 2006; Özçelik vd., 2016; Özçelik ve Crecente-Campo 2016) ve modelin hacim hesaplamaları için kolaylıkla hacim denklemlerine dönüştürülebilir olması nedeniyle Max ve Burkhart (1976) tarafından önerilen parçalı gövde çapı modelinin kullanılmasına karar verilmiştir. Bu model, bir ağaç gövde formunu tanımlamak için iki katılma noktası kullanmakta (farklı gövde şekillerini birleştirmek için) ve gövdenin alt bölümünü nayloid, orta kısmını kesik paraboloid ve üst kısmını da koni olarak tanımlamaktadır. Modelin genel formu aşağıdaki gibidir.

$$\frac{d^2}{D^2} = \beta_1(Z-1) + \beta_2(Z^2-1) + \beta_3(a_1-Z)^2 I_1 + \beta_4(a_2-Z)^2 I_2 \quad (1)$$

Burada:

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

$$Z = \frac{h}{H}$$

h = ölçüm noktasının yerden yüksekliği (m),

H = toplam ağaç boyu (m),

D = kabuklu göğüs çapı (cm),

d = yerden h yüksekliğinde ölçülen kabuklu çap (cm)

a_i = tahmin edilen katılma noktaları $i = 1, 2$,

β_i = regresyon katsayıları, $i = 1..4$ dir.

2.2.2. Doğrusal olmayan karışık etkili modelleme

Karışık etkili modelin en temel özelliği, hem sabit (popülasyona özgü) hem de tesadüfi etkilileri (bireye özgü) içermesidir. Karışık etkili modelleme yaklaşımıyla, bir gövde çapı modelinin doğrusal olmayan karışık etkili model formu aşağıdaki gibi ifade edilebilmektedir.

$$d_k = f(x_k, \varphi_k) + \varepsilon_k, \quad \varepsilon \sim N(0, R_k) \quad (2)$$

Burada; d_k , k . ağaç üzerinde ölçülen kabuklu çap değerlerinin ($n_k \times 1$) vektörünü; x_k , açıklayıcı değişken vektörünü; φ_k , ($s_1 \times 1$) boyutlarındaki parametre vektörünü ki bu vektör sadece sabit etkili parametrelerden oluşabileceği gibi, hem sabit hem de tesadüfi etkili parametrelerden de oluşabilmektedir.

ε_k ($n_k \times 1$) boyutlarındaki hata terimi vektörünü, R_k ise, ($n_k \times n_k$) boyutlarında hata terimi için varyans-kovaryans matrisini ifade etmektedir. Buradan hareketle, parametre vektörü φ_k aşağıdaki gibi ifade edilebilmektedir (Lindstrom ve Bates, 1990).

$$\varphi_k = A_k \beta + B_k u_k, \quad u_k \sim N(0, D) \quad (3)$$

Burada, β ($s_1 \times 1$) boyutlarında tüm ağaçlar için geçerli sabit etkili parametre vektörünü, u_k , ($s_2 \times 1$) boyutlarında k . ağaçla ilişkili tesadüfi etkiler vektörünü; D , tesadüfi etkiler için varyans-kovaryans matrisini; A_k ve B_k ise sırasıyla sabit ve tesadüfi etkiler için tasarım matrislerini ifade etmektedir. Tasarım matrisleri A_k ve B_k birey olarak genellikle sadece 0 ve 1 değerlerini içermektedir (Fang ve Bailey, 2001). Genel bir durum olarak parametrelerin sadece bazıları tesadüfi etkilere sahip olabilir. Bu durumda, $A_k = I$ olmasına rağmen, B_k , A_k 'den sadece bazı sütunları içermektedir. Burada görülen durum da budur. A_k ($s_1 \times s_1$) büyüklüğünde tanım matrisi ve B_k ($s_1 \times s_2$) büyüklüğünde ve A_k 'nin alt sütunlarını içeren bir matris olup, sabit etkili parametrelere tesadüfi etkili parametrelerin eklenmesiyle meydana gelmiştir. Bu φ_i 'nin bazı bileşenlerinin tesadüfi etkilerle ilişkisinin olmamasına izin vermektedir. Bu durumda denklem (4) aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$d_k = f(x_k, \varphi_k) + \varepsilon_k = f(x_k, \beta, u_k) + \varepsilon_k, \varepsilon_k \sim N(0, R_k) \quad (4)$$

Tesadüfi etkili parametreler u_k için varyans-kovaryans matrisi D , yapılandırılmamış olarak kabul edilmekte ve aynı ağaç üzerinde ölçülen veriler arasındaki korelasyon etkilerinin hesaplanmasına imkân sağlamaktadır (Lindstrom ve Bates, 1990). Bu durumda, matrisin pozitif yarı tanımlı matris olması gerekli olup, genellikle bu matrisler pozitif tanımlı olarak kabul edilmektedir (Pinheiro ve Bates, 2000).

Karışık etkili bir modelin geliştirilmesinde en önemli soru: modeldeki hangi parametreler sabit etkili hangi parametreler karışık etkili (hem sabit hem de tesadüfi etkili) olmalıdır. Bu sorunun cevabı için farklı yaklaşımlar önerilmiştir. Bunlardan birincisi; modeli her birey için bağımsız olarak çözmektir (Fang ve Bailey, 2001). Ancak bunun gerçekleştirilebilmesi için her birey üzerinde yeterli ölçümün bulunması gereklidir ancak bu çoğunlukla mümkün değildir. İkincisi; gövde çapı modelinin bazı parametre değerlerindeki varyasyon ile gövde formundaki varyasyonun nasıl değiştiğinin araştırılmasıdır. Ancak bu yöntemde, ağaçlar arasındaki yüksek parametre değişkenliği ile ağaç gövde formundaki değişkenliğin ilişkili olmayabileceği görüşü nedeniyle önerilmemektedir. Üçüncüsü ise; sabit ve tesadüfi etkili farklı parametre kombinasyonlarını deneyerek, en başarılı olan kombinasyonu seçmek şeklindedir (Arias-Rodil vd., 2015b). En başarılı kombinasyona karar vermek için Akaike'nin Bilgi Kriteri (AIC, Akaike, 1974) ve Schwarz'ın Bilgi Kriteri (BIC, Schwarz, 1978) sıklıkla kullanılmaktadır.

$$AIC = -2 \ln(L) + 2\lambda \quad (5)$$

$$BIC = -2 \ln(L) + \lambda \ln(n) \quad (6)$$

Burada, L = Maksimum likelihood fonksiyonu ve λ = efektif parametre sayısını ki bu değer sabit etkili parametre sayısı eklenerek hesaplanmaktadır. AIC ve BIC farklı modellerin güvenilirliğinin karşılaştırılmasında yaygın olarak kullanılan birer ölçüt değeridir. AIC ve BIC ölçütlerine göre, en küçük değerlere sahip kombinasyon en başarılı kombinasyon olarak kabul edilmiştir.

Diğer yandan, daha önce açıklandığı gibi, gövde çapı modeli geliştirmek amacıyla kullanılan veriler bir ağaç gövdesi boyunca ardışık olarak ölçülen çap değerlerinden elde edildiği için, aynı ağaçtan ölçülen gözlemler arasında bir korelasyonun olması beklenmektedir. Bazı çalışmalarda, biçimlendirilmemiş varyans-kovaryans matrisi ile tesadüfi etkili modellerin ağaç içi korelasyonun üstesinden gelinmesine yeterli olmasına karşın (Yang vd., 2009; Sharma ve Parton, 2009), diğer bazı çalışmalar ise, bunun sadece tesadüfi etkili parametreler ile mümkün olamayacağını göstermiştir (Trincado ve Burkhart, 2006; Garber ve Maguire, 2003; Arias-Rodil vd., 2015a; Gomez-Garcia vd., 2013; Gomez-Garcia vd., 2016). Bu çalışmada ölçümler sabit bir aralıkla yapıldığı için aynı ağaçtaki hatalar arasındaki otokorelasyonun tamamen uzaklaştırabilmesi için birinci derece otoregresif varyans yapısı (AR(1)) kullanılmıştır. Bu varyans yapısı hataların ilişkili olduğu varsayımı ile bir bireye ait hata terimi (R_k) için varyans-kovaryans matrisini $\sigma^2 \Gamma_k(\rho)$ şeklinde modellemektedir. Burada σ^2 hata varyansını ve $\Gamma_k(\rho)$; k . birey üzendeki ölçümler arasındaki korelasyonun şeklini

tanımlayan $(n_k \times n_k)$ boyutundaki matrisi ifade etmektedir. AR(1), k_i . birey için kovaryans yapısını $\rho^{|k_i - k_j|}$ şeklinde varsaymaktadır.

2.2.3. Parametre tahminleri

Tesadüfi etkiler (u_t) vektörün varyans-kovaryans parametreleri ile sabit parametreler (β) vektörü, R istatistik yazılımının (R Core Team, 2013) *NLME* paketindeki *NLME* fonksiyonu ile tahmin edilmiştir. Bu yöntemle elde edilen sonuçlar, temel modelin tesadüfi etkilerinin Taylor serisinin birinci derece açılımıyla sağlanmaktadır. *NLME* paketindeki açılım/genişletme yöntemi, Lindstorm ve Bates (1990) tarafından önerilen birinci derece koşullu olasılık tahmini (FOCE) olarak adlandırılmakta olup, doğrusallaştırma, hesaplanan en hatasız doğrusal tahminlerin (EBLUP) tesadüfi parametreler olarak kabul edilmesi ile sağlanmaktadır (Yang ve Huang, 2013). Yeni bir ağacın bireye özgü tahminleri sırasında FOCE yöntemini kullanmanın avantajlarından biri, temel modeldeki sabit etkili parametrelere tesadüfi etkili parametrelerin doğrudan eklenebilmesidir. Bu sayede temel model formu ve biyolojik nitelikler muhafaza edilebilmektedir (Yang ve Huang, 2013).

NLME fonksiyonu, maksimum olasılık (ML) ve kısıtlı maksimum olasılık (REML) şeklinde iki modelleme şeklinin kullanımına olanak sağlamaktadır. ML karşılaştırılabilir maksimum olasılık değerleri (AIC ve BIC istatistikleri) ürettiği için alternatif model formlarının karşılaştırılması amacıyla kullanılmış, RMEL ise, ekstra çap değerleri ile kalibrasyon alternatiflerinin testinden sonra modelin son parametrelerinin tahmin edilmesi amacıyla kullanılmıştır. OLS ile parametre tahminleri için de R 'nin *nls* fonksiyonu kullanılmıştır.

2.2.4. Karışık etkili modelin kalibrasyonu

Yeni bir bireyin (kalibrasyon) tesadüfi etkili parametrelerinin tahmini bir veya daha fazla ekstra çap ölçümünü gerektirmektedir. Karışık etkili modeldeki sabit etkili parametreler, k . yeni birey için gövdenin değişik noktalarındaki çap değerlerinin ortalama yanıtlar ya da toplama özgü sonuçlar olarak tahmin edilmesi için kullanılmaktadır. Bu ortalama yanıtlar tesadüfi etkiler vektörü için beklenen değerlerin sıfır olduğu düşünülerek ($b_k = 0$) elde edilmektedir. Bu durum aşağıdaki gibi formüle edilebilmektedir.

$$\hat{d}_k = f(x_k, \hat{\beta}, 0) \quad (7)$$

Diğer yandan, gövdenin farklı noktalarında bir veya daha fazla çap ölçümü mevcut ise karışık etkili model kalibre edilebilmektedir. Yani, k . yeni bir birey için tesadüfi etkiler tahmin edilebilir. Tesadüfi etkili parametre tahmini b_k 'nin uygun Bayesian tahmincisi ile yapılabilmektedir (Vonesh ve Chinchilli, 1997).

$$\hat{b}_k \cong \hat{D}\hat{Z}_k' [\hat{Z}_k \hat{D}\hat{Z}_k' + \hat{R}_k]^{-1} \hat{e}_{k_i} \quad (8)$$

Burada, \hat{D} , tesadüfi etkili parametreler için tahmin edilen varyans-kovaryans matrisini; \hat{R}_k , hata terimi için tahmin edilen varyans-kovaryans matrisini, \hat{e}_{k_i} , ortalama yanıtlar ile elde edilen çap tahmin hatasını ve \hat{Z}_k ise tesadüfi parametrelerle ilgili olarak kısmi türev matrisini ifade etmektedir. \hat{e}_{k_i} ve \hat{Z}_k 'nin formülleri aşağıda sırasıyla verilmiştir.

$$\hat{e}_k = b_k - f(x_k, \beta, b_k) \quad (9)$$

$$\hat{Z}_k = \left. \frac{\partial f(x_k, \beta, b_k)}{\partial \beta^T} \right|_{\hat{\beta}, \hat{b}} \quad (10)$$

Formül (4) ve (5) yardımı ile b_i 'nin Bayesian tahmincisi aşağıdaki gibi yazılabilmektedir.

$$\hat{b}_k \cong \hat{D}\hat{Z}_k' [\hat{Z}_k \hat{D}\hat{Z}_k' + \hat{R}_k]^{-1} [d_k - f(x_k, \hat{\beta}, \hat{b}_k) + Z_k \hat{b}_k] \quad (11)$$

\hat{b}_k denklem (12)'nin her iki tarafında da bulunduğu için yinelemeli olarak çözülmesi gerekmektedir (Lindstrom ve Bates, 1990). \hat{b}_k tahmin edildiğinde, k . ağaç için \hat{d}_k çaplarının tahmin edilen vektörü (kalibre edilmiş tahmin vektörü) FOCE metodu için aşağıdaki gibi yazılabilmektedir.

$$\hat{d}_k = f(x_k, \hat{\beta}, \hat{b}_k) \quad (12)$$

Her yeni birey için tesadüfi etkiler tahmin edildiği zaman kalibre edilmiş model kullanılarak herhangi bir yükseklikteki çap değeri tahmin edilebilmektedir (Vonesh ve Chinchilli, 1997).

Bu çalışmada, açıklanan kalibrasyon aşamaları kullanılarak kalibrasyon işlemleri tek ekstra çap değeri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çünkü, Trincado ve Burkhart (2006), Lejeune vd., (2009), Yang vd., (2009a) ve Özçelik ve Yaşar (2015) tarafından yapılan çalışmalarda tek ekstra çap ölçümü ile daha fazla çap ölçümü arasında kalibrasyon açısından önemli farklılıkların ortaya çıkmadığı görülmüştür. Çalışmada kalibrasyon işleminin değerlendirilmesinde, Yang vd. (2009a) tarafından da kullanılan aşağıdaki ölçüt değerleri kullanılmıştır (Cochran, 1963).

$$\bar{e} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (y_k - \hat{y}_k)}{n} \quad (13)$$

$$\% \bar{e} = 100 \times \frac{\bar{e}}{\bar{y}} \quad (14)$$

$$MSE_k = \bar{e}_k^2 + s^2 \quad (15)$$

Burada; y_k ve \hat{y}_k k . gözlem için ölçülmüş ve kalibre edilmiş kabuklu çapları ($k=1, 2, \dots, n$), n toplam gözlem sayısını, \bar{y} , ölçülen değerlerin ortalamasını, \bar{e} , ortalama tahmin hatasını, $\% \bar{e}$, ortalama değerlerin yüzdesi olarak ortalama tahmin hatasını, s^2 , tahmin hatasının varyansını ve MSE tahminlerin hata kareler ortalamasını ifade etmektedir.

3. Bulgular

Çalışmada, Max ve Burkhart (1976) modelinde hangi parametrelerinin karışık etkili hangi parametrelerin ise sabit etkili olması gerektiğine karar verebilmek için, bir ve iki parametresi karışık etkili farklı parametre kombinasyonları test edilmiştir. Bu kapsamda 21 adet farklı model stratejisi (6 adet bir parametresi karışık etkili ve 15 adet iki parametresi karışık etkili model) ortaya çıkmaktadır. Ancak test edilen 21 farklı stratejiden sadece 12 tanesinin ve sabit etkili modelin parametreleri %5 seviyesinde önemli bulunmuştur. Diğer alternatiflerin parametreleri ise %5 seviyesinde önemli değildir. Bu önemsiz parametreler modelden uzaklaştırıp modeller yeniden çözüldüğünde de elde edilen sonuçlar kalan 12 kombinasyondan hala daha kötüdür. 12 adet tesadüfi etkili parametre kombinasyonuna ilişkin AIC ve BIC değerleri Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2’de görüldüğü gibi, ölçüt değerleri bakımından en uygun tesadüfi etkili parametre kombinasyonu β_1 ve β_4 ’dür. Çalışmada, tüm tesadüfi etkili kombinasyonların sabit etkili modele göre daha başarılı olduğu görülmektedir. Elde edilen bu sonuçlar, diğer çalışmaların sonuçları ile de uyumludur (Trincado ve Burkhart, 2006; Yang vd., 2009b; Gomez-Garcia vd., 2013; Arias-Rodil vd., 2015a; Gomez-Garcia vd., 2016). Modeldeki tesadüfi etkili parametre sayısının artması AIC ve BIC değerlerinde azalmaya neden olmaktadır. En iyi tesadüfi etkili parametre kombinasyonuna sahip olan modelin hata kareler ortalaması (MSE) değeri 3.418 cm^2 iken sadece sabit etkili parametrelere sahip modelin MSE değeri 3.393 cm^2 olarak bulunmuştur. Çizelge 2’de verilen 12 farklı kombinasyona ilişkin modellerin MSE değerleri $3.387\text{-}3.418 \text{ cm}^2$ arasında değişmektedir.

Ancak, karışık etkili gövde çapı modellerinin geliştirilmesinde dikkat edilmesi gereken diğer bir önemli konu da, en iyi tesadüfi etkili parametre kombinasyonu her

zaman en iyi kalibrasyon alternatifi midir? Bu nedenle pratik açıdan karışık etkili model seçiminde kalibrasyon önemli bir kriter olarak değerlendirilmelidir. Çizelge 2’deki 12 farklı tesadüfi parametre kombinasyonu, gövde üzerindeki farklı noktalardaki ekstra bir çap ölçümü için kalibrasyon testine de tutulmuştur. Şekil 2’de bu modellerin ağaç boyunun farklı nisbi yükseklikleri için çap ve hacim tahminlerinin kalibrasyon sonuçlarına ilişkin hata kareler ortalaması (MSE) değişimleri verilmiştir. Şekil 2’den de görüldüğü gibi, Çizelge 2’deki bazı bir veya iki tesadüfi etkili parametre kombinasyonları daha iyi gibi görünüyor olsa da bu modeller için elde edilen kalibrasyon sonuçları farklı olmuştur. Örneğin en başarılı tesadüfi etkili parametre kombinasyonuna sahip model ağaç boyunun %90’ından sonraki çap değerleri için yapılacak kalibrasyonlar için en başarısız gözükmektedir. Bu durum hem çap hem de hacim tahminleri için elde edilen ortalama hata değerlerinde daha net bir şekilde görünmektedir. Toplam boyun %20 lik kısmında en başarılı kombinasyon en başarısız sonuçları üretmiştir. Gomez-Garcia vd. (2013) tarafından da belirtildiği gibi, en iyi tesadüfi parametre kombinasyonu her zaman en iyi kalibrasyon sonuçlarının elde edilmesi için yeterli olamamaktadır. Genel olarak farklı bir ve iki parametresi karışık etkili modeller arasında kalibrasyon için önemli farklılıklar ortaya çıkmamış ve modeller benzer bir trend göstermiştir.

Ancak tüm karışık etkili modeller, sabit etkili modele göre MSE değerleri bakımından hem çap hem de hacim tahminleri için toplam boyun yerden %10’undan sonra daha başarılı kalibrasyon sonuçları üretmiştir. En başarılı kombinasyon olan $\beta_1 - \beta_4$ nisbi boyun %20-90 arasındaki kısımlarında diğer modellere göre açık bir üstünlük göstermiştir. Ancak en başarılı kalibrasyon sonucu hem çap hem de hacim için toplam ağaç boyunun %60’lık kısmında elde edilmiştir. Değişik araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda da kalibrasyon için en uygun çap ölçüm yerinin ağaç boyunun yarısında olduğu bulunmuştur. Örneğin Kozak (1988), western red cedar (*Thuja plicata* Donn ex D. Don) ve Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) için ve Cao (2009) loblolly pine (*Pinus taeda* L.) plantasyonları için ekstra çapı ağaç boyunun %50 sinde ölçülmesi gerektiğini bulmuştur. Sabatia ve Burkhart (2014) ise bu çapın ağaç boyunun %60’lık kısmından ölçülmesini önermiştir.

Çizelge 2. Max ve Burkhart (1976) modeli için tesadüfi değişken kombinasyonları

Tesadüfi Değişkenler	AIC	BIC	AIC _f	BIC _f	%AIC azalma	%BIC azalma
$\beta_1 \beta_4$	6361.443	6422.290	0	0	3.7	3.4
$\beta_2 \beta_4$	6373.839	6434.686	12.396	12.396	3.5	3.2
β_1	6376.614	6426.398	15.171	4.108	3.4	3.3
β_2	6376.624	6426.408	15.181	4.118	3.4	3.3
$\beta_1 \beta_2$	6377.931	6438.778	16.488	16.488	3.4	3.1
β_4	6379.570	6429.354	18.127	7.064	3.4	3.3
β_3	6379.571	6429.355	18.128	7.065	3.4	3.3
α_2	6379.678	6429.462	18.235	7.172	3.4	3.3
$\beta_1 \alpha_2$	6379.954	6440.802	18.511	18.512	3.4	3.1
$\beta_2 \alpha_2$	6380.677	6441.524	19.234	19.234	3.4	3.1
$\beta_3 \alpha_2$	6383.571	6444.418	22.128	22.128	3.3	3.1
$\beta_3 \beta_4$	6383.571	6444.418	22.128	22.128	3.3	3.1
OLS	6603.865	6648.117	242.422	225.827	-	-

Ölçüt değerleri otokorelasyon parametresi eklenmeden hesaplanmıştır, AIC, Akaike’nin bilgi kriterini ve BIC, Bayesian bilgi kriterini ifade etmekte, AIC_f ve BIC_f değerleri tesadüfi etkili modellerin AIC ve BIC değerlerinden OLS’nin AIC ve BIC değerleri çıkarılarak elde edilmiştir.

Arias-Rodil vd. (2015a) ise bu çap değerinin ağaç boyunun %50'sinden ölçülmesinin daha doğru kalibrasyon sonucu elde edilmesine yardımcı olacağını ifade etmiştir. Arias-Rodil vd., (2015b) ise, Kuzeybatı İspanya'daki maritim pine için bu ölçüm değerinin ağaç boyunun %40-60 arasında olmasını önermiştir. Şekil 2 incelendiğinde özellikle dip kısma ve uç kısma yakın kalibrasyon alternatifleri için karışık etkili modeller, sabit etkili modele göre daha başarısız olmuştur. Bu nedenle Arias-Rodil vd. (2015b) tarafından da belirtildiği gibi, ağaç gövdesinin bu bölümleri ağaç gövdesindeki varyasyonun açıklanması için uygun değildir.

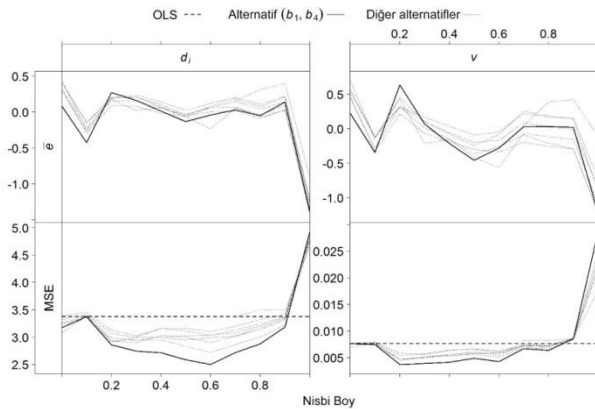
Elde edilen bu kalibrasyon sonuçları da dikkate alınarak en uygun karışık etkili model formu aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\frac{d^2}{D^2} = (b_1 + u_1)(Z - 1) + b_2(Z^2 - 1) + b_3(a_1 - Z)^2 I_1 + (b_4 + u_4)(a_2 - Z)^2 I_2 \quad (16)$$

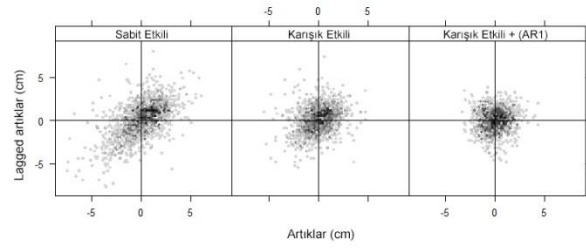
Burada; u_1 ve u_4 tesadüfi etkili parametreleri ifade etmektedir. Modelde kullanılan diğer değişkenler önceki bölümlerde açıklanmıştır.

Daha önce değinildiği gibi gövde çapı modeli geliştirilirken karşılaşılan en önemli problemlerden birisi otokorelasyon problemi. Şekil 3'de sabit etkili, karışık etkili ve birinci derece otoregresif hata yapısı eklenmiş karışık etkili modelin hata dağılımları verilmiştir. Hataların lagged hatalara göre dağılımı incelendiğinde; sabit etkili modelin güçlü bir otokorelasyon problemi içerdiği görülmektedir. Karışık etkili model için bir değerlendirme yapılacak olursa, Çizelge 2'deki tüm kombinasyonlar için karışık etkili modeller otokorelasyon problemi göstermiştir. Aşağıda Şekil 3'de ortadaki şekilde en başarılı kombinasyon ($\beta_1 - \beta_4$) için hata otokorelasyonu probleminin varlığı görülmektedir. Ancak, Şekil 3'de en sağdaki şekil incelendiğinde karışık etkili modele birinci derece otoregresif hata yapısı (AR(1)) eklendiğinde otokorelasyon probleminin ortadan kalktığı görülmektedir.

Çizelge 3'de karışık etkili model için sabit etkili parametre tahminleri, korelasyon parametresi ve varyans bileşenleri ile en küçük kareler yöntemi (OLS) ile elde edilen parametre tahminleri verilmiştir.



Şekil 2. Max ve Burkhart (1976) için bir ve iki karışık etkili parametre kombinasyonları kullanılarak çap (d) ve hacim (v) tahminleri için elde edilen MSE değerlerinin nisbi kalibrasyon boyları için değişimi.



Şekil 3. OLS ile sabit etkili model, $\beta_1 - \beta_4$ için tesadüfi etkileri içeren karışık etkili model ve AR(1)+Karışık etkili model için çap tahminlerinde lagged artıklar ve ham artıklar arasındaki korelasyon. Gri bulut noktaların yoğunluğunu göstermektedir. Tahmin edilen sabit etkili parametreler ve tesadüfi etkili parametrelerin varyans bileşenleri denklem (16) için Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. REML ile karışık etkili model ve OLS ile sabit etkili model için parametre tahminleri

Parametreler	Parametre Tahminleri	
	OLS	Mixed Model
β_1	-3.3477	-3.3022
β_2	1.6357	1.6023
β_3	26.0169	30.2742
β_4	-1.4523	-1.3550
α_1	0.1146	0.1053
α_2	0.6827	0.6861
Varyans Bileşenleri		
$Var(u_1)$	-	0.00752
$Var(u_2)$	-	0.04911
$Cov(u_1, u_2)$	-	0.01578
σ^2	-	0.6066

4. Sonuçlar ve öneriler

Ardahan-Posof Yöresi saf ve doğal doğu ladini meşcereleri için Max ve Burkhart (1976) tarafından geliştirilen model temel alınarak, karışık etkili doğrusal olmayan gövde çapı modeli geliştirilmiştir. Bu amaçla, her birey için bireye özel ve topluma özel sonuçlar elde edilmiştir. Topluma özel yanıtlar sabit etkili parametreler yardımıyla, bireye özel yanıtlar ise bazı sabit etkili parametrelere tesadüfi etkili parametreler eklenerek elde edilmiştir. Yeni bir birey için tahmin yapılması gerektiğinde kalibre edilmiş yanıtları elde edebilmek için uygun Bayesian tahmincisi kullanılarak tesadüfi etkili parametreler tahmin edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları değerlendirildiğinde kalibrasyon işlemi sonucunda model tahminlerinin düzeldiği görülmüştür. Çalışmada kalibrasyon işlemi için ekstra çap ölçümünün toplam ağaç boyunun %40-80 arasında seçilmesi durumunda gövde çapı ve buna bağlı hacim tahminlerinin çok daha başarılı bir şekilde yapılabileceği görülmüştür. Yine bu çalışma sonuçlarına göre kalibrasyon için ekstra çap ölçümlerinin gövdenin dibe ve uca yakın kısımlarından alınmaması da önerilebilir.

Bir ve iki parametresi tesadüfi etkili parametrelerle genişletilen toplam 21 karışık etkili modelin neredeyse yarısı (dokuz adet) istatistiksel olarak önemsiz parametreler içermiştir. Modelin hataları arasındaki otokorelasyon karışık etkili model yaklaşımı ile kısmen uzaklaştırılmış, fakat otoregresif hata yapısı AR(1) ile otokorelasyon problemi tamamen ortadan kaldırılmıştır.

Bu çalışmanın sonuçları dikkate alındığında, pratik ormancılık çalışmalarında kalibre edilmiş karışık etkili modellerin kullanılmasını önerilebilir. Kalibrasyon karışık etkili model seçiminde mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. Karışık etkili parametrelerin seçiminde sadece ölçüt değerleri değil aynı zamanda ekstra çap ölçümleri kullanılarak elde edilen kalibrasyon sonuçları da dikkate alınmalıdır. Bu çalışmada önerilen metodoloji diğer türler ve farklı gövde çapı modelleri ile de denenerek sonuçların karşılaştırılması yararlı olacaktır.

Teşekkür

Bu çalışmada kullanılan veriler, SDÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmekte olan BAP-4512-YL1-15 no'lu "Ardahan-Posof Yöresi Ladin (*Picea orientalis* L.) Meşcereleri İçin Gövde Çapı Modelinin Karışık Etkili Modelleme Tekniği Kullanılarak Geliştirilmesi" isimli proje çalışmasında elde edilmiş. Manuel Ariel-Rodil bu çalışma için İspanya Hükümeti Eğitim Bakanlığında akademik personel eğitim bursu desteği almıştır (AP2012-5337).

Kaynaklar

Akaike, H., 1974. A new look at the statistical model identification. IEEE transactions on automatic control, 19(6): 716-723.

Arias-Rodil, M., Diéguez-Aranda, U., Rodríguez Puerta, F., López-Sánchez, C.A., Canga Libano, E., Cámara Obregón, A., Castedo-Dorado, F., 2015a. Modelling and localizing a stem taper function for *Pinus radiata* in Spain. Canadian Journal of Forest Research, 45(6): 647-658.

Arias-Rodil, M., Castedo-Dorado, F., Cámara-Obregon, A., Diéguez-Aranda, U., 2015b. Fitting and Calibrating a Multilevel Mixed-Effects Stem Taper Model for Maritime Pine in NW Spain. PLoS One, 10(12): e0143521.

Bueno-López, S.W., Bevilacqua, E., 2012. Nonlinear mixed model approaches to estimating merchantable bole volume for *Pinus occidentalis*. Biogeosciences and Forestry, 5: 247-254.

Calama, R., Montero, G., 2004. Multilevel linear mixed model for tree diameter increment in Stone Pine (*Pinus pinea*): A calibrating approach. Silva Fennica, 39(1): 37-54.

Cao, Q.V., 2009. Calibrating a segmented taper equation with two diameter measurements. Southern Journal of Applied Forestry, 33(2): 58-61.

Cao, Q.V., Wang, J., 2011. Calibrating fixed- and mixed-effects taper equations. Forest Ecology and Management, 262: 671-673.

Castedo-Dorado, F., Gómez-García, E., Diéguez-Aranda, U., Barrio-Anta, M., Crecente-Campo, F., 2012. Aboveground stand-level biomass estimation: A comparison of two methods for major forest species in northwest Spain. Annals of Forest Science, 69: 735-746.

Clark, III A., Souter, R.A., Schlaegel, B.E., 1991. Stem profile equations for southern tree species. United States Department of Agriculture Forest Service Research Paper, SE-282.

Cochran, W.G., 2007. Sampling Techniques. John Wiley & Sons.

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: 29-40.

Crecente-Campo, F., Rojo Alboreca, A., Diéguez-Aranda, U., 2009. A Merchantable volume system for *Pinus sylvestris* L. in the major mountain ranges of Spain. Annals of Forest Science, 66-808.

de-Miguel, S., Mehtatalo, L., Shater, Z., Kraid, B., Pukkala, T., 2012. Evaluating marginal and conditional predictions of taper models in the absence of calibration data. Canadian Journal of Forest Research, 42: 1383-1394.

Diéguez-Aranda, U., Castedo-Dorado, F., Álvarez-González, J.G., Rojo, A., 2006. Compatible taper function for Scots Pine plantations in Northwestern Spain. Canadian Journal of Forest, 36(5): 1190-1205.

Ercanlı, İ., Kurt, A.K., Bolat, F., 2014. Adana-Feke kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) meşcereleri için gövde çapı ve gövde hacim denklemlerinin karışık etkili modelleme ile geliştirilmesinde bazı varyans yapılarının karşılaştırılması. II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, Isparta, 585-591.

Fang, Z., Borders, B.E., Bailey, R.L., 2000. Compatible volume taper models for loblolly and slash pine based on system with segmented-stem form factors. Forest Science, 46: 1-12.

Fang, Z., Bailey, R.L., 2001. Nonlinear mixed effects modeling for Slash Pine dominant height growth following intensive silvicultural treatments. Forest Science, 47: 287-300.

Garber, S.M., Maguire, D.A., 2003. Modeling stem taper of three central Oregon species using nonlinear mixed effects models and autoregressive error structures. Forest Ecology and Management, 179: 507-507.

Gómez-García, E., Crecente-Campo, F., Diéguez-Aranda, U., 2013. Selection of mixed effects parameters in a variable exponent taper equation for birch trees in northwestern Spain. Annals of Forest Science, 70(7): 707-715.

Gómez-García, E., Crecente-Campo, F., Barrio-Anta, M., Diéguez-Aranda, U., 2015. A disaggregated dynamic model for predicting volume, biomass and carbon stocks in even-aged pedunculate oak stands in Galicia (NW Spain). European Journal of Forest research, 134: 569-583.

Gómez-García, E., Diéguez-Aranda, U., Özcelik, R., Sal-Cando, M., Castedo-Dorado, F., Crecente-Campo, F., Corral-Rivas, J.J., Arias-Rodil, M., 2016. Desarrollo de una función de perfil mediante modelos mixtos para *Pinus sylvestris* en Turquía: selección de parámetros fijos a expandir. Bosque, 37(1): 159-167.

Gregoire, T.G., Schabenberger, O., 1996. A non-linear mixed-effects model to predict cumulative bole volume of standing trees. Journal of Applied Statistics, 23: 257-271.

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.

- Klos, R.J., Wang, G.G., Dang, Q.L., East, E.W., 2007. Taper equations for five major commercial tree species in Manitoba, Canada. *Western Journal of Applied Research*, 22: 163-170.
- 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. *Forestry Chronicle*, 80: 507-515.
- Leites, L., Robinson, A., 2004. Improving taper equations of loblolly pine with crown dimensions in a mixed-effects modeling framework. *Forest Science*, 50(2): 204-212.
- Lejeune, G., Ung, C.H., Fortin, M., Guo, X.J., Lambert, M.C., Ruel, J.C. 2009. A simple stem taper model with mixed effects for boreal black spruce. *European Journal of Forest Research*, 128: 505-513.
- Li, R., Weiskittel, A.R., 2010. Estimating and predicting bark thickness for seven conifer species in the Acadian Region of North America using a mixed-effects modeling approach: comparison of model forms and subsampling strategies. *European Journal of Forest Research*, 130: 219-233.
- Lindstrom, M.J., Bates, D.M., 1990. Nonlinear mixed effects models for repeated measures data. *Biometrics*, 46: 673-687.
- Max, T.A., Burkhart, H.E., 1976. Segmented polynomial regression applied to taper equations. *Forest Science*, 22: 283-289.
- Meng, S.X., Huang, S., Vanderschaaf, C.L., Yang, Y., Trincado, G., 2011. Accounting for serial correlation and its impact on forecasting ability of a fixed and mixed-effects basal area model: a case study. *European Journal of Forest Research*, 131(3): 541-552.
- Newnham, R.M., 1988. A Variable form Taper Function. Information Report PI-X-83. Forestry, 33p. Canada.
- Newnham, R.M., 1992. A variable-form taper function for four Alberta tree species. *Canadian Journal of Forest Research*, 22: 210-223.
- 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., Karatepe, Y., Gürlevik, N., Canellas, I., Crecente-Campo, F. 2016. Development of ecoregion-based merchantable volume systems for *Pinus brutia* Ten. and *Pinus nigra* Arnold. in Southern Turkey. *J For Res.* 27: 101-117.
- Özçelik, R., Crecente-Campo, F., 2016. Stem taper equations for estimating merchantable volume of Lebanon cedar trees in the Taurus Mountains, Southern Turkey. *Forest Science*, 62: 78-91.
- Özçelik, R., Yaşar, Ü., 2015. Sinop Yöresi Uludağ Göknaarı (*Abies nordmanniana* (Stev.) subsp. *bornmülleriana* (Mattf.)) meşcereleri için gövde çapı modelinin karışık etkili modelleme tekniği ile geliştirilmesi. *Turkish Journal of Forestry | Türkiye Ormancılık Dergisi*, 16: 86-95.
- Pinheiro, J.C., Bates, D.M., 2000. *Mixed Effects Models in S and S-plus*. Springer, Heidelberg, 528p.
- R Core Team, 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available from <http://www.r-project.org/> (28 Mart 2017).
- Rojo, A., Perales, X., Sánchez-Rodríguez, F., Álvarez-González, J.G., Gadow, K., 2005. Stem taper functions for maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) in Galicia (Northwestern Spain). *European Journal of Forest Research*, 124: 177-186.
- Sabatia, C.O., Burkhart, H.E., 2015. On the use of upper stem diameters to localize a segmented taper equation to new trees. *Forest Science*, 61(3): 411-423.
- Schröder, T.A., Healey, S.P., Moisen, G.G., Frescino, T.S., Cohen, W.B., Huang, C., Kennedy, R.E., Yang, Z., 2014. Improving estimates of forest disturbance by combining observations from landsat time series with U.S. Forest Service Forest Inventory and Analysis data. *Remote Sensing of Environment*, 154(1): 61-73.
- Schwarz, G.E., 1978. Estimating the dimension of a model. *Ann. Stat.*, 6(2): 461-46., doi:10.1214/aos/1176344136.
- Şenyurt, M., Ercanlı, İ., Saraçoğlu, Ö., 2014. Batı Karadeniz yöresi sarıçam meşcereleri için uyumlu gövde çapı ve gövde hacim denklemlerinin karışık etkili modelleme ile geliştirilmesi. II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, Antalya, Bildiriler Kitabı, s.601-607.
- Sharma, M., Parton, J., 2009. Modeling stand density effects on taper for jack pine black spruce plantations using dimensional analysis. *Forest Science*, 55(3): 268-282.
- Trincado, G., Burkhart, H.E., 2006. A generalized approach for modeling and localizing stem profile curve. *Forest Science*, 52: 670-682.
- Valentine, H.T., Gregorie, T.G., 2001. A switching model of bole taper. *Canadian Journal of Forest Research*, 31(8):1400-1409.
- Vonesh, E.F., Chinchilli, V.M., 1997. *Linear and Nonlinear Models for the Analysis of Repeated Measurements*, Marcel Dekker, New York.
- Yang, Y., Huang, S., Trincado, G., Meng, S.X., 2009a. Nonlinear mixed effects modelling of variable exponent taper equations for Lodgepole pine in Alberta, Canada. *European Journal of Forest Research*, 128: 415-429.
- Yang, Y., Huang, S., Meng, S.X., 2009b. Development of a Tree-Specific Stem Profile Model for White spruce: A Nonlinear Mixed Model Approach with a Generalized Covariance Structure. *Forestry*, 82(5): 541-555.
- Yang, Y., Huang, S., 2013. On the statistical and biological behaviors of nonlinear mixed forest models. *European Journal of Forest Research*, 132(5-6): 727-736. doi:10.1007/s10342-013-0705-2.

Kümeleme analizi ile orman bölge müdürlüklerinin olağanüstü hasılat etasına göre sınıflandırılması

Yılmaz Çatal^{a,*}, Serdar Carus^a

Özet: Sağlıklı orman, odun ürünü sürekliliği ve ekosistemlerin sağladığı faydalar bakımından önemlidir. Orman sağlığı üzerinde etkiler böcek, mantar, av ve otlama gibi biyotik; yangın, rüzgâr, kar, don veya kuraklık gibi abiyotik ve hava kirliliği, kesim hataları gibi insan etkisi sayılabilir. Olağanüstü hasılat etası ormanların sağlık kalitesi ve süreklilik göstergelerinden birisidir. Bu çalışma ile Türkiye ormanlarının üretiminin yaklaşık %20-25'ini oluşturan olağanüstü hasılat etasının önemi üzerinde durulmuş, kümeleme analizi yönteminin ormancılık çalışmalarında kullanılabilirliği ortaya koyulmuştur. Kümeleme yöntemi olarak k-ortalama yöntemi kullanılmıştır. Kümelerin belirlenmesinde insan etkisi ve insan etkisi olmayan zarara göre çıkarılan olağanüstü hasılat etası değerleri kullanılmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan bilgiler Orman Genel Müdürlüğü'nün 1997-2015 yılları verilerinden elde edilmiştir. Kümeler her bir olağanüstü kesim grubu için ayrı ayrı elde edilmiştir. Her bir grup dört sınıfa ayrılmıştır. İstatistik olarak ta grupların farklılıkları karşılaştırılmıştır.

Anahtar kelimeler: Olağanüstü etası, Kümeleme analizi, Varyans analizi

Classification of forest district direction according to salvage felling by cluster analysis

Abstract: Forests in good health are essential to sustain wood resources and ecosystem services. Causes of negative impact on forest health include among others biotic agents like pest insects, pathogens, game and grazers, abiotic agents such as fire, wind or snow, frost or drought and anthropic causes like poor harvesting practices or air pollution. Salvage felling is one of the indicators of the forest health quality and stability. The aim of this study was to show that importance of salvage felling consist of approximately 20-25 percent of Turkey timber production and cluster analysis, which has been used in different disciplines, can be used in forestry. As cluster method, the k-means method was used. In terms of determination of clusters, the data used were salvage felling according to human effect and not human effect. In this study information was obtained from the annual reports (1997-2015 years) of Forest General Direction of Turkey. The clusters were obtained for each salvage felling groups separately. Each group was divided into four clusters. The differences of groups were compared with statistical analysis.

Keywords: Salvage felling, Cluster analysis, Variance analysis

1. Giriş

Ülkemiz ormancılığında ilk planlama çalışmaları 1917 yılında başlamış olup, doğaya açık işletme türü olan orman işletmesinde düzensiz faydalanma aşamasından, planlı faydalanma aşamasına geçilmiştir. 6831 sayılı Orman Kanununun 26. maddesi gereğince; ormanların işletilmesi amenajman planlarına göre yapılmaktadır. Ormancılık sektöründeki planlama yaklaşımları incelendiğinde, ülkelerin artık sürdürülebilir orman planlamaya yöneldiği görülmektedir.

Ormanlarımız biyotik (böcek, mantar, bakteri gibi canlı varlıkların etkileri) ve abiyotik (yangın, fırtına, kar, çığ, sel gibi cansız varlıkların etkileri) olaylar ile karşı karşıyadır (Anonim, 2008). Bu zararlar sonunda zorunlu olarak plan ünitelerinden planlanan dışında etası alınması zorunluluğu ortaya çıkabilmektedir. Orman zararına maruz kalan plan ünitelerinde etası sürekliliğini garanti edebilmek için, değişik koşul ve faktörler altında ortaya çıkan artım düşüşlerini

doğru ve güvenilir bir biçimde saptanması zorunludur (Asan, 1992).

Etası, ifade edildiği birimlere göre “alan etası” ve “hacim etası” olarak ikiye ayrılır. Alan etası, baltalık ormanlarında son hasılat almak için traşlama kesilecek alanların; maktalı koru ormanlarında ise, ara hasılat almak için aralama kesimleri yapılacak alanların hektar olarak miktarını belirlemektedir. Hacim etası, yıllık ve periyodik etası miktarının hacim birimi metreküp ile ifadesidir. Yıllık ya da periyodik son kesim hasılatına dayanılarak saptanan etası “son hasılat etası” ara hasılatına göre belirlenen etası “ara hasılat etası” ve her ikisinin toplamına, “genel etası” denir. Ayrıca, açık doğa şartlarında oluşan beklenmedik durumlarda çıkarılan etası da “olağanüstü hasılat etası” (OHE) denir (Eraslan ve Eler, 2003). OHE insan kaynaklı ve doğal kaynaklı olarak ikiye ayrılabilir. İnsan kaynaklı önlenemez durumken insan kaynaklı olmayanların önlenmesi hemen hemen mümkün değildir.

Planlı işletmenin en büyük düzen bozucularından biriside “olağanüstü hasılat etası” olmaktadır. Olağanüstü

✉ ^a Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 18.08.2016, **Accepted** (Kabul tarihi): 01.02.2017



Citation (Atf): Çatal, Y., Carus, S., 2017. Kümeleme analizi ile orman bölge müdürlüklerinin olağanüstü hasılat etasına göre sınıflandırılması. Turkish Journal of Forestry, 18(1): 119-124.

DOI: [10.18182/tjf.330954](https://doi.org/10.18182/tjf.330954)

hasılat etası önemli bir meşçere elamanı olarak karşımıza çıkmaktadır. Olağanüstü hasılat etasının miktarının iklim bileşenlerinden yıllık yağış miktarı ve yıllık ortalama sıcaklık ile güçlü ilişkisinin olduğu ve bu bileşenlere göre, olağanüstü hasılat etasının tahmin edilebileceği değişik araştırmalar ile ortaya koyulmuştur (Stanovský, 2002).

Çalışma kapsamında araç olarak kullanılan kümeleme analizi (*Cluster Analysis*) bireylerin ya da nesnelerin sınıflandırılmasını ayrıntılı bir şekilde açıklamak amacıyla geliştirilmiştir (Kalaycı, 2010). Bu amaca yönelik olarak, ele alınan örnekte yer alan varlıklar aralarındaki benzerliklere göre gruplara ayrılır, daha sonra bu gruplara dahil edilen bireylerin profili ortaya koyulur (Kurt, 1992). Kümeleme Analizi atmosferik olayların sınıflandırması (Kalkistein vd., 1987; Fovell ve Fovell 1993), iklim bölgelerinin ayrılması (Ünal ve Karaca, 2003; Fırat vd., 2012), zootekni (Doğan, 2002), eğitim (Çakmak, 1999; Çelik ve Kahyaoğlu, 2007), pazarlama (Koltan Yılmaz ve Patır, 2011) gibi geniş bir alanda yaygın olarak kullanılmaktadır.

Orman işletmelerinin sınırları geniş boyutlara ulaşması, parçalı ve açık alan işletmeciliği niteliğinde olması, idare süresinin uzunluğu gibi nedenlerden dolayı belirsizlikler altında sürdürülebilirliğinin sağlanması zorunluluğu vardır. Bu zorluklardan dolayı artık, amenajman planlarında böcek ve yangın davranışları gibi stokastik süreçlerin risk ve belirsizlik analizleri yapılarak, dinamik süreçlere yer verilmelidir.

Belirsizliklerin ortaya çıkmasında olası ihtimaller ve bu durumların Orman Bölge Müdürlüklerine (OBM) göre değişiminin bilinmesi gerekmektedir. Bu belirsizlikler içerisinde OHE'nin zarar boyutları önemli miktarlara ulaşmaktadır. Çalışma kapsamında, OBM'ler insan etkisi olan ve olmayan durumlara göre ortaya çıkan olağanüstü hasılat etası miktarları bakımından sınıflandırılacaktır.

Ayrıca, stokastik süreçlerin planlamaya yansıtılmasında üretim sürecindeki belirsizliklerin ne miktarda olduğu uzun yıl ortalamaları ile ortaya koyulacaktır. İnsan etkisi olan ve olmayan durumlarda ortaya çıkan OHE'leri kullanılarak riskli OBM'ler sınıflandırılmış olacak, risk sınıfına göre ilgili OBM'lerde alınması gereken önlemler belirlenebilecektir. Yine, OBM'lerin amenajman planlarında riskli alanlar ile ilgili esnek planlama yapılabilecektir. Ülkemizde OHE'nin önemine ilişkin literatürde çalışmaların olmadığı, üretim sürecinde büyük miktarlara varan bir değişkenin vurgulanmadığı görülmektedir. Bu çalışma ile bu eksiklikte giderilerek sayısal olarak OHE'nin ormancılığımızda ne boyutlarda olduğu da vurgulanmış olacaktır. Ormanlarımızda ortaya çıkan OHE değerleri insan etkisi olan ve olmayan şeklinde ikiye ayrılmıştır. Bu ayrımındaki amaçta, önlenemez veya tedbir alınabilir ve tedbir almak zor olan OHE şeklinde verilerin gruplandırılmasıdır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Çalışma kapsamında Orman Bölge Müdürlükleri tarafından Orman İşletme Müdürlüğü bazında düzenlenmiş 35, 36 ve 37 nolu orman amenajman planı tablolarından Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı'na birleştirilen istatistiklerinden faydalanılmıştır. Bu amaçla 2001-2015 yılları arasındaki OBM bazında orman ürünü üretim ve olağanüstü ürün üretim miktarları metre küp olarak elde edilmiştir. Böylece, tüm bölge müdürlükleri 15 yıllık veriler değerlendirilmede kullanılmıştır. Ster cinsinden yer alan bilgiler ster katsayısı ile çarpılarak metre küpe çevrilmiştir. OBM'lere göre OHE ortalamaları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Orman Bölge Müdürlüklerinin 19 yıllık olağanüstü hasılat etası ortalamaları

Orman Bölge Müdürlükleri	İnsan Etkisi				İnsan Etkisi Olmayan				Toplam (m ³)
	Yangın (m ³)	Yol (m ³)	Diğer (m ³)	Kar (m ³)	Böcek (m ³)	Mantar (m ³)	Fırtına (m ³)		
Adana	21 963	10 540	49 024	16 234	25 051	18	5 866	128 698	
Adapazarı	3 636	15 238	4 649	12 737	20 178	136	3 695	60 270	
Amasya	4 516	18 706	27 980	48 217	2 803	636	15 460	118 318	
Ankara	5 214	8 615	8 741	31 659	3 382	1 045	11 043	69 699	
Antalya	243 365	59 839	14 994	4 567	2 714	233	8 336	334 049	
Artvin	89	15 554	9 588	4 033	44 862	4	5 561	79 691	
Balıkesir	25 121	39 143	2 991	58 086	1 495	156	8 047	135 039	
Bolu	10 394	31 934	31 888	82 558	56 629	34	34 631	248 068	
Bursa	11 681	19 084	21 486	74 982	11 806	215	4 697	143 952	
Çanakkale	18 014	20 503	14 553	44 503	2 938	791	4 891	106 193	
Denizli	1 487	11 895	3 381	6 916	95	1 172	1 817	26 763	
Elazığ	28	926	7 446	209	0	0	377	8 987	
Erzurum	857	3 639	2 664	7 264	5	338	7 805	22 573	
Eskişehir	6 143	9 305	6 521	23 824	4 027	290	5 653	55 761	
Giresun	2 804	43 518	11 248	19 977	37 960	2 551	110 537	228 595	
Kastamonu	5 463	72 710	12 364	46 737	62 054	2 634	34 320	236 282	
Isparta	1 741	17 973	15 127	34 681	1 492	145	3 202	74 361	
İstanbul	8 468	29 998	18 696	11 147	3 619	310	3 803	76 041	
İzmir	40 906	29 784	9 996	16 719	1 098	86	4 466	103 055	
Kahramanmaraş	10 944	16 783	14 171	4 495	4 089	0	2 411	52 892	
Mersin	31 180	54 155	5 288	2 394	5 855	0	8 025	106 896	
Muğla	56 760	57 301	18 230	4 789	7 511	1 587	11 609	157 786	
Trabzon	2 018	23 487	10 164	13 676	30 380	1 852	11 932	93 509	
Zonguldak	7 298	39 281	18 516	37 134	89 103	1 124	19 313	211 769	
Kütahya	19 075	17 710	7 746	25 282	964	113	2 456	73 345	
Konya	528	2 385	16 565	20 379	1 222	16	2 097	43 193	
Şanlıurfa	10	141	5 473	5	13	0	2	5 644	
Kayseri	7 232	12 487	5 941	480	1 604	7	906	28 657	

Çizelgede görüleceği gibi yıllık ortalama olarak olağanüstü hasılat eta bakımından OBM'lerde ciddi üretim yapılmaktadır. Daha sonra OHE'leri yıllar itibari ile bölge müdürlüklerinin toplam üretim miktarlarına bölünmek suretiyle yüzde olarak toplam üretimin içindeki OHE payı elde edilmiştir. İstatistik analizde de yüzde değerler kullanılmıştır.

İnsan etkisi olan grup içerisinde yangın, yol yapılımları ve diğer nedenlerden dolayı ortaya çıkan eta alımlarını kapsamaktadır. Diğer nedenler başlığının içinde kaçak kesim, maden izinleri, tesis yapımı, enerji nakil hattı, baraj vb., işlemler sırasında çıkan ürünleri gösterilmektedir. İnsan etkisi olmayan grupta ise kar, böcek, mantar ve fırtına zararı sonucu ortaya çıkan eta gösterilmektedir.

Ham verilerin elde edilmesinde 2011 yılında kapanan Sinop OBM idari olarak bağlandığı Kastamonu OBM içerisine dahil edilmiştir. 2011 yılında açılışı yapılan Şanlıurfa ve Kayseri OBM için veriler kuruluşuna dahil edilen işletme müdürlüklerinin 2011 yılı öncesi bağlı bulunduğu OBM'lerden elde edilmiştir. Böylece, son idari sınırlarına göre 2011 öncesi için veriler üretilmiştir.

2.2. Yöntem

OBM'lerin gruplandırılması için kümeleme analizi yapılmıştır. Çok değişkenli istatistiksel analiz, çok sayıda değişken arasındaki ilişkileri ölçme ve açıklamada kullanılan yöntemlerdir (Çakır, 1994). Bu nedenle Orman Bölge Müdürlükleri OHE'na göre çok değişkenli istatistik yöntemlerden kümeleme analizinden yararlanılarak ayrılmıştır. Kümeleme Analizi birim ya da değişken gruplaşmaları hakkında kesin olarak bilinmeyen karma toplulukları, çok sayıda özelliği dikkate alınarak hesaplanan benzerlik ve farklılık ölçütlerine göre daha homojen alt kümeler ayırmak, her bir kümeyi tanımlamak ve profilini ortaya koymak amacıyla uygulanan çok değişkenli bir sınıflama yöntemidir. Birçok kullanım alanı olmak ile birlikte ormancılık gibi belirsizliklerin ve karmaşık yapıların fazla olduğu bilim alanlarında daha yoğun kullanılmaktadır (Daşdemir ve Güngör, 2002).

Genel olarak kümeleme analizi aşamalı kümeleme yöntemi (*hierarchical cluster analysis methods*) ve aşamalı olmayan kümeleme yöntemi (*nonhierarchical cluster analysis methods*) olarak sınıflandırılmaktadır (Anderberg, 1973; Tatlıdil, 2002). Aşamalı olmayan kümeleme yönteminden en çok kullanılan yöntem k-ortalama yöntemidir. Çalışmamızda SPSS 20.0 istatistik programı ile istatistik analiz yapılacaktır. SPSS istatistik paket programında kümeleme analizinde 3 farklı yöntem uygulamaktadır. Bunlar; hiyerarşik kümeleme, k-ortalama kümeleme ve iki aşamalı kümelemedir. Eğer geniş veri dosyası var ise veya sürekli ve kategorik verilerin karışımı var ise iki aşamalı kümeleme yöntemi kullanılır. Eğer küçük veri seti var ise ve artan küme sayısına göre kolaylıkla çözümü ortaya koymak istiyorsak hiyerarşik kümeleme kullanılır. Şayet kaç tane kümemizin olduğunu biliyorsak ve çok olmayan veri boyutumuz var ise k-ortalama analizi kullanabiliriz (SPSS, Guide). Verilerimizin çok boyutlu olmaması, küme sayısının da başlangıçtan belirlenmesi isteği ile eşit olması dolayısıyla çalışmamızda k-ortalama yöntemini uygulanmıştır.

K-ortalama yönteminde başlangıç küme sayısının belirlenmesi için değişik yöntemler önerilmek ile birlikte yaygın olarak $k=(n/2)^{0.5}$ formülü kullanılmıştır (Tatlıdil, 2002). Bu formüle göre 4 küme oluşturulmasına karar verilmiştir.

SPSS'te de uygulandığı üzere kümeleme analizi temel 4 adımda yürütülür. Birinci adım veri matrisinin oluşturulması olup, ikinci adım benzerlik ya da farklılık matrisinin belirlenmesidir. Bu adımda değişkenlerin birbirleri ile olan benzerliklerini ya da farklılıklarını gösteren uygun bir benzerlik ölçüsü ile değişkenlerin birbirlerine uzaklıkları hesaplanır (Hand, 1986; Tatlıdil, 2002). Veri matrisinde yer alan n birim ve p değişkene göre farklılık matrisi elemanları d_{ij} olmak üzere aşağıdaki gibi gösterilir (Kurt, 1992).

$$D = \begin{bmatrix} 0 & d_{12} & d_{13} & \dots & d_{1n} \\ & 0 & d_{23} & \dots & d_{2n} \\ & & 0 & \dots & \vdots \\ & & & 0 & d_{n-1,n} \\ & & & & 0 \end{bmatrix}$$

Birimlerin bir biri ile benzerlikleri ise benzerlik matrisi ile gösterilir. Benzerlik matrisinin elemanları farklılık matrisinin elemanlarına göre $S=100*[1-d_{ij}]/maks(d_{ij})$ formülü ile belirlenir. Benzerlik matrisi elemanları S_{ij} olmak üzere aşağıdaki gibi gösterilir (Kurt, 1992).

$$S = \begin{bmatrix} S_{11} & & & & \\ S_{21} & S_{22} & & & \\ S_{31} & S_{32} & S_{33} & \dots & \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \\ S_{n1} & S_{n2} & S_{n3} & \dots & S_{nn} \end{bmatrix}$$

Üçüncü adımda ise benzerlik/farklılık matrisine göre birimlerin/değişkenlerin uygun sayıda kümeler ayrılması sağlanır. Dördüncü ve son aşamada ise elde edilen kümelerin yorumlanması ve bu kümeleme yapısına dayalı olarak kurulan hipotezlerin doğrulanması için gerekli analitik yöntemlerin uygulanarak, sonuçların duyarlılığının ve anlamlılığının tartışması yapılır (Hand, 1986; Tatlıdil, 2002).

OBM'ler SPSS'de kümeleme analizlerinden k-ortalama yöntemi ile gruplandırılmış, buna göre her zarar grubunda 4 kümenin oluşturulmasına karar verilmiştir. Ayrıca ortaya çıkan kümeler kümelerde az sayıda değişken olduğu için ($n<30$) kümeler parametrik olmayan çoklu karşılaştırma testlerinden Kruskal Wallis H Testi ile %95 güven düzeyinde farklı olup olmadıkları test edilmiştir.

3. Bulgular

Olağanüstü hasılat etası miktarı bazı ülkelerin ormanlarının sağlık durumu hakkında fikir vermek üzere kullanılmaktadır (Kunca, vd., 2015). Bu amaçla ülkemizdeki ormanların sağlık durumları hakkında fikir sahibi olmak üzere Orman Bölge Müdürlüklerinin olağanüstü hasılat etaları kullanılmıştır.

Orman Bölge Müdürlükleri insan etkisi ile ortaya çıkan OHE'ye göre ayrılan kümeler ve küme ortalamaları Çizelge 2'de kümelerde yer alan Orman Bölge Müdürlüklerinin ismi de Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 2. İnsan etkisine dayalı OHE için kümeler ve bu kümeler için değişken değerleri

	Yangın ortalaması (%)	Yol ortalaması (%)	Diğer ortalaması (%)
Küme 1 (n=4)	1.008	1.102	8.894
Küme 2 (n=18)	1.056	3.983	2.208
Küme 3 (n=5)	6.211	7.043	2.638
Küme 4 (n=1)	34.916	8.585	2.151

Orman yangın tehlikesinin çok yüksek olduğu Akdeniz havzasında yer alan ülkemiz ormanlarının büyük bir bölümü yangın riski altında bulunmaktadır. Bu yüzden orman yangınlarının ormanlarımız üzerine olumsuz etkisinin çok yüksek olduğu bilinmektedir (Küçük ve Ünal, 2005). Çizelge 2 ve 3 incelendiği zaman kümelerin oluşmasında da orman yangınlarının ağırlığı ortaya çıkmıştır. Küme 1'de Adana, Elazığ, Konya ve Şanlıurfa OBM'ler yer almış olup (Çizelge 3), diğer zarar grubu olarak belirtilen bunun içinde izin irtifa işleri ile gruplandırılan zarar grubu Küme 1'in oluşmasında etkin olmuş olup, bu kümede %8.894 ile en yüksek ortalamayı vermiştir. Küme 2 ve 3'de yol yapımı zararları en yüksek ortalamaya sahiptir. Küme 4'de ise Antalya OBM tek başına yer aldığı belirlenmiştir. İnsan etkisi ile ortaya çıkan OHE'na göre küme 4'ün ortaya çıkmasında orman yangınları zararı %34,916 ile baskın değer olduğu görülmektedir. Bu durum ise, yangın öncesi yapılacak planlamaların önemini oldukça artırmaktadır (Küçük ve Ünal, 2005).

Elde edilen kümelerin istatistik olarak bir birinden farklı olup olmadığı test edilmiştir. Bu amaçla birbirinden bağımsız ikinden fazla veri grubunu karşılaştırmak için veri sayısının az olduğundan ($n < 30$) parametrik test ön şartlarının sağlanamaması dolayısıyla non-parametrik (parametrik olmayan) istatistik yöntemlerden Kruskal Wallis H Testi kullanılmıştır. Analiz sonucunda Kruskal

Wallis H Test değeri Yangın OHE için 85.312 ($p=0.000$); Yol OHE için 74.177 ($p=0.000$); Diğer OHE için 21.192 ($p=0.000$) olarak hesaplanmıştır. Tüm değişkenler için kümeler arası %99.9 güven düzeyinde farklılık ortaya çıkmıştır. Kümeleme analizinde ortaya çıkan farklılıkların ve benzerliklerin ortaya koyulması için Kruskal Wallis H Testinin homojen gruplar yöntemini kullanılarak elde edilen benzer ve farklı gruplar Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4 incelendiği zaman Yangın OHE için Küme 1-Küme 2'nin ve Küme 3-Küme 4'ün karşılıklı olarak %95 güven düzeyinde ($p > 0.05$) bir birlerine benzer olduğu, diğer diğer ikili karşılaştırmaların bir birinden farklı olduğu bulunmuştur. Yangın bakımından İzmir, Kahramanmaraş, Mersin, Muğla, Kütahya ve Antalya yüksek risk düzeyinde olduğu belirtilebilir. Yol OHE için Küme 3 ile Küme 4'ün biri birine benzer olduğu, bunun dışında tüm kümelerin birbirinden farklı olduğu belirlenmiştir. Diğer OHE için ise Küme 1-Küme 2 ve Küme 1-Küme 3'ün birbirinden farklı olduğu, bunun dışında tüm küme ikilerinin birbirine benzer olduğu belirlenmiştir.

İnsan etkisi olmadan ortaya çıkan OHE bakımından kümeleme analizi ile Orman Bölge Müdürlükleri 4 ana hassasiyet derecesine ayrılmıştır. Bu hassasiyet derecelerinde yer alan kümeler Çizelge 5'te kümelerde yer alan Orman Bölge Müdürlükleri de Çizelge 6'da verilmiştir.

İnsan etkisi olmayan OHE için kümeleme analizi sonucunda böcek zararı Küme 1'in oluşmasında etkin olmuş olup, bu kümede %26.524 ile en yüksek ortalamayı vermiştir. Küme 2'de kar zararı %7.764 ile en yüksek ortalamaya sahipken Küme 3'de böcek zararları %2.716 ile en yüksek ortalamaya sahiptir. Küme 4'de de fırtına zararı en yüksek ortalama ile kümenin bileşenlerinin oluşmasında rol almıştır.

Çizelge 3. İnsan etkisine dayalı OHE için kümelerde yer alan orman bölge müdürlükleri

Küme 1	Küme 2	Küme 3	Küme 4
Adana, Elazığ, Konya, Şanlıurfa	Adapazarı, Amasya, Ankara, Artvin, Balıkesir, Bolu, Bursa, Çanakkale, Denizli, Erzurum, Eskişehir, Giresun, Kastamonu, Isparta, İstanbul, Trabzon, Zonguldak, Kayseri	İzmir, Kahramanmaraş, Mersin, Muğla, Kütahya	Antalya

Çizelge 4. İnsan etkisi zarar grubu için veri gruplarında kümelerin homojen grupları

Küme eşleşmeleri	Yangın OHE	Yol OHE	Diğer OHE
Küme 1- Küme 2	-15.659 ($p=0.328$)	-105.016 ($p=0.000$)	3.288 ($p=0.920$)
Küme 1- Küme 3	-136.077 ($p=0.000$)	-152.827 ($p=0.000$)	8.866 ($p=0.767$)
Küme 1- Küme 4	-173.971 ($p=0.000$)	-207.385 ($p=0.000$)	79.788 ($p=0.014$)
Küme 2- Küme 3	-120.418 ($p=0.000$)	-47.811 ($p=0.003$)	5.578 ($p=0.728$)
Küme 2- Küme 4	-158.312 ($p=0.000$)	-102.368 ($p=0.001$)	76.500 ($p=0.000$)
Küme 3- Küme 4	-37.894 ($p=0.244$)	-54.558 ($p=0.094$)	70.922 ($p=0.000$)

Çizelge 5. İnsan etkisi olmayan OHE için kümeler ve bu kümeler için değişken değerleri

	Kar Ortalaması (%)	Böcek Ortalaması (%)	Mantar Ortalaması (%)	Fırtına Ortalaması (%)
Küme 1 (n=1)	2.385	26.524	0.002	3.288
Küme 2 (n=12)	7.764	1.053	0.087	1.889
Küme 3 (n=14)	1.770	2.716	0.119	1.236
Küme 4 (n=1)	2.546	4.837	0.325	14.086

Çizelge 6. İnsan etkisi olmayan OHE için kümelerde yer alan orman bölge müdürlükleri

Küme 1	Küme 2	Küme 3	Küme 4
Artvin	Amasya, Ankara, Balıkesir, Bolu, Bursa, Çanakkale, Erzurum, Eskişehir, Isparta, İzmir, Kütahya, Konya	Adana, Adapazarı, Antalya, Denizli, Elazığ, Kastamonu, İstanbul, Kahramanmaraş, Mersin, Muğla, Trabzon, Zonguldak, Şanlıurfa, Kayseri	Giresun

İnsan etkisi olmayan OHE'sı için Kruskal Wallis H Test değeri fırtına zararı için 19.949 ($p=0.000$); kar zararı için 21.727 ($p=0.000$); böcek zararı için 64.319 ($p=0.000$); mantar zararı için 36.635 ($p=0.000$) bulunmuştur. Tüm değişkenler için kümeler arası %99.9 güven düzeyinde farklılık vardır. Kümeleme analizinde ortaya çıkan farklılıkların ve benzerliklerin ortaya koyulması için Kruskal Wallis H Testinin homojen gruplar yöntemini kullanılarak elde edilen benzer ve farklı gruplar Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7 incelendiği zaman fırtına zararı için Küme 1-Küme 2 ve Küme 1-Küme 3'ün karşılıklı olarak bir birinden farklı olduğu, bunun dışında diğer ikili karşılaştırmaların hepsinin bir birine benzer olduğu bulunmuştur. Yine kar zararı için Küme 2-Küme 3'ün karşılıklı olarak bir birinden farklı olduğu, bunun dışında diğer ikili karşılaştırmaların hepsinin bir birine benzer olduğu bulunmuştur.

Böcek zararı için Küme 1-Küme 4'ün karşılıklı olarak bir birine benzer olduğu, bunun dışında diğer ikili karşılaştırmaların hepsinin bir birinden farklı olduğu bulunmuştur. Yine mantar zararı için Küme 1-Küme 4, Küme 2-Küme 4 ve Küme 3-Küme 4'ün karşılıklı olarak bir birinden farklı olduğu, bunun dışında diğer ikili karşılaştırmaların hepsinin bir birine benzer olduğu bulunmuştur.

Bazı ülkelerde olağanüstü hasılat etasının normal kesilen orman ürünlerinin %53.2'lerini oluşturduğu belirtilmiştir (Kunca vd., 2015). O yüzden ülkemiz ormanlarının sağlık durumlarının kısmen iyi olduğu söylenebilir.

4. Sonuç ve öneriler

Ormanlarımızda uygulanan orman amenajman planlarında, çok değişkenlik gösteren iklim, bitki örtüsü, coğrafik yapı gibi nedenlerinden dolayı ortaya çıkan biyotik ve abiyotik zararlardan dolayı ulaşılması amaçlanan yaş ve çap sınıfları düzenine ulaşamamaktadır. Bu amaçla ormanlarımızda ortaya çıkan OHE bakımından insan etkisi olan ve olmayan şeklinde verilerimiz iki türlü ayrılmış ve buna göre OBM'ler sınıflandırılmıştır.

Analizde kullanılan değişken sayısının çok fazla olmaması nedeniyle değişken sayısının azaltılmasına gidilmediği bu çalışmada, aşamalı olmayan kümeleme tekniklerinden k-ortalama yöntemini ile kümeleme yapılmıştır. Bu yöntemde küme sayısının önceden verilmesi gerektiğinden her bir grup için 4 küme oluşturulmuştur.

İnsan etkisi olan OHE için diğer zarar grubu Küme 1'in oluşmasında etkin olmuş olup, küme 2 ve 3'de yol yapımı zararları en yüksek ortalamaya sahiptir. Küme 4'de ise Antalya OBM tek başına yer aldığı belirlenmiştir. İnsan etkisi ile ortaya çıkan OHE'na göre küme 4'ün ortaya

çıkmasında orman yangınları zararı baskın değer olduğu görülmektedir.

İnsan etkisi olmayan OHE için Küme 1'in oluşmasında böcek zararı etkin olmuş olup, bu kümede %26.524 ile en yüksek ortalamayı vermiştir. Küme 2'de kar zararı en yüksek ortalamaya sahipken Küme 3'de böcek zararları en yüksek ortalamaya sahiptir. Küme 4'de de fırtına zararı kümenin oluşmasında en yüksek değer ile rol almıştır.

Orman Amenajman planlarında ekosistem tabanlı planlamada bu biyotik ve abiyotik zararlar dikkate alınmalı, ilgili orman bölge müdürlüklerinde çizelgelerde verilen oranlarda biyotik ve abiyotik zararın olduğu bilinenek esnek planlama yapılmalıdır.

Kümeleme çalışmasında görüleceği gibi OHE'sı geniş boyutlara ulaşmaktadır. Etanın belirlenmesinde klasik formüllere göre etanın hesaplanması ve amenajman planlarının da bu doğrultuda yapılması, orman dinamiğini ortaya koyamadığı çok amaçlı planlamaya cevap veremediği, alternatifler sunmadığı, en iyi optimal çözümü sağlayamadığı gibi faydalanmanın sürdürülebilirliği hakkında da analiz imkanları sunamamaktadır. Bu yüzden dinamik planlama yaklaşımı benimsenirken burada verilen kümeleme sonuçları değerlendirilmeye alınmalıdır.

Son yıllarda dünyada meydana gelen küresel ısınma dolayısıyla orman sağlık durumlarının daha da kötüleşeceği, biyotik ve abiyotik zararların artacaktır. Bundan dolayı şimdiden biyotik ve abiyotik etkilere karşı gerekli önlemler alınmalıdır.

OÜHE tablolarında "Diğer Zararlar" başlığı geniş yer tutmaktadır. Bu zararların daha net tanımlanması gerekir. Bu sağlanması durumunda kesilen ürünün kaynağı ortaya koyulmuş olacak olup, bu da karar vermede etkili olacaktır.

Biyotik ve abiyotik zararlara karşı orman sağlık durumunun iyileştirilmesi için meşcere silvikültürel bakımlarının yetişme ortamı koşullarına göre zamanında yapılması sağlanmalıdır. Yapılan silvikültürel müdahaleler için doğaya uygun yöntemlere ağırlık verilmelidir. Özellikle kötü yetişme ortamlarında sekonder zararlıların epidemiy yapmaması için uygulanacak silvikültürel yöntemlerde yöreye uygun türlere ve orijinlere yer verilmelidir.

Karışık meşcerelerin zararlı epidemisine karşı riski daha az olduğu için bu meşcerelerde verilecek ara hasılat etaları karışıma katılan türleri korunması ve karışımın devam ettirilmesi için müdahaleler yapılmalıdır.

Orman amenajman planlarında antropojenik müdahalelerin olduğu meşcerelerde sağlık durumu zayıf veya bozulmuş ağaçların zararlılar için müsait ortamlar oluşturduğu için bu tür yerler kırsal kalkınma hedefli programlarla birlikte katılımcı yaklaşımla planlanmalı ve sosyal baskılı alanlar olarak ayrılmalıdır.

Çizelge 7. İnsan etkisi zarar grubu için veri gruplarında kümelerin homojen grupları

Küme Eşleşmeleri	Fırtına	Kar	Böcek	Mantar
Küme 1- Küme 2	93.692 ($p=0.002$)	19.651 ($p=0.517$)	172.817 ($p=0.000$)	-22.622 ($p=0.333$)
Küme 1- Küme 3	112.462 ($p=0.000$)	67.519 ($p=0.025$)	132.420 ($p=0.000$)	-39.879 ($p=0.086$)
Küme 1- Küme 4	33.385 ($p=0.418$)	2.462 ($p=0.952$)	-4.462 ($p=0.913$)	-157.769 ($p=0.000$)
Küme 2- Küme 3	18.769 ($p=0.101$)	47.869 ($p=0.000$)	-40.397 ($p=0.000$)	-17.257 ($p=0.051$)
Küme 2- Küme 4	-60.308 ($p=0.047$)	-17.189 ($p=0.571$)	-177.279 ($p=0.000$)	-135.147 ($p=0.000$)
Küme 3- Küme 4	-79.077 ($p=0.009$)	-65.058 ($p=0.031$)	-136.882 ($p=0.000$)	-117.890 ($p=0.000$)

Ölü ağaçlar ormanda ekolojik dengenin devamlılığı ve biyolojik yaşam merkezleri olması dolayısıyla önemli bir yaşam alanlarıdır. Bu yüzden en az yarısı dikili kuru olmak üzere hektarda 5-10 m³ ölü ağacın kuş ve böcekler için alanda olması önerilmektedir (Ammer, 1991). Ormanda biyotik ve abiyotik zararlar sonucunda alanda bir miktar zarar görmüş, kırılmış, devrilmiş, dikili kuru ağaçların silvikültürel müdahaleler sırasında bırakılması uygun olacaktır.

Teşekkür

Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığına sağladıkları belge ve bilgilerden dolayı teşekkür ederim.

Kaynaklar

- Ammer, U., 1991. Die Bedeutung des toten Holzes im Wald. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 110: 106-113.
- Anderberg, M.R., 1973. Cluster Analysis for Application. Academic Press, Newyork, USA.
- Anonim, 2008. Orman Amenajman Yönetmeliği. Resmi Gazete, 5 Şubat 2008 gün ve 26778 sayılı baskısı.
- Asan, Ü., 1992. Yeni tür orman zararına maruz kalan meşcerelerde artım kayıpları. Orman Mühendisliği Dergisi, 9: 22-23.
- Çakır, F., 1994. Karşılıklı bağımlılığın ölçülmesinde kümeleme analizi ve bir uygulama. Yüksek Lisans tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Çakmak, Z., 1999. Kümeleme analizinde geçerlilik problemi ve kümeleme sonuçlarının değerlendirilmesi. Dumlupınar Üniversitesi Dergisi, 3: 187-206.
- Çelik, H.C., Kahyaoğlu, M., 2007. İlköğretim öğretmen adaylarının teknolojiye yönelik tutumlarının kümeleme analizi. Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 5(4): 571-586.
- Daşdemir, İ., Güngör, E., 2002. Çok boyutlu karar verme metotları ve ormancılıkta uygulama alanları. ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 4(4): 1-19.
- Doğan, İ., 2002. Kümeleme analizi ile seleksiyon. Turk. J. Vet. Anim. Sci. 26: 47-53.
- Eraslan, İ., Eler, Ü., 2003. Orman İşletmesinin Planlanması ve Denetimi. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayın No:35, 408 s., Isparta.
- Fırat, M., Diktaş, F., Koç, A.C., Güngör, M., 2012. K-Ortalamalar yöntemi ile yıllık yağışların sınıflandırılması ve homojen bölgelerin belirlenmesi. İMO Teknik Dergi, 383: 6037-6050.
- Fovell, B., Fovell, M., 1993. Climate zones of the conterminous United States defined using cluster analysis. Journal of Climate, 6: 2103-2135.
- Hand, D.J., 1986. Discrimination and Classification. John Wiley & Sons, London.
- Kalaycı, Ş., 2010. SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri. Asil Yay. Dağıtım, Ankara.
- Kalkstein, L.S., Tan, G., Skindlov, J.A., 1987. An evaluation of three clustering procedures for use in synoptic climatological classification. Journal of Climate Application Meteorology, 26: 717-730.
- Koltan Yılmaz, Ş., Patır, S., 2011. Kümeleme analizi ve pazarlamada kullanımı. Akademik Yaklaşım Dergisi, 2(1): 91-113.
- Kunca, A., Zúbrik, M., Galko, J., Vakula, J., Leontovyč, R., Konôpka, B., Nikolov, C., Gubka, A., Longauerová, V., Maľová, M., Kaštier, P., Rell, S., 2015. Salvage felling in the Slovak forests in the period 2004-2013. Lesn. Cas. For. J. 61:188-195
- Kurt, G., 1992. Çok değişkenli istatistiksel analiz tekniklerinden çok boyutlu ölçekleme ve bir uygulama. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Küçük, Ö., Ünal, S., 2005. Yangın hassasiyet derecesinin belirlenmesi: Taşköprü orman işletme müdürlüğü örneği. Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 6(1-2): 28-34.
- SPSS Guide 2015. SPSS 20.0 Guide to Data Analysis. SPSS inc.
- Stanovský, J., 2002. The influence of climatic factors on the health condition of forests in the Silesian Lowland. Journal of Forest Science, 48(10): 451-458
- Tatlıdil, H., 2002. Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz. Akademi Matbaası, Ankara.
- Ünal, Y., Karaca, M., 2003. Küme analizi ile Türkiye'de iklim bölgelerinin yeniden belirlenmesi. İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, Kuvaterner Çalıştayı IV, Çalıştay Kitabı, s., 133-137, İstanbul.

Bazı toprak iyileştiricilerin toprakların hidro-fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkileri

Selma Yaşar Korkaç^{a,*}, Şeyda Çimen^b, Fatma Aklan^b, Ruhsar Arabacıoğlu^b, Hakan Köprülü^a

Özet: Toprak bozulmasının önlenmesi ve bozulmuş toprakların iyileştirilmesi arazi yönetimi açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmada, çok bozuk bir mera alanından alınan toprak örneğine iki farklı dozda (1. doz % 10 ve 2. doz % 20) ve farklı karışımlarda uygulanan pomza, bitümlü şeyl ve büyük çoğunluğu park alanındaki kavak ağaçlarından dökülmüş yaprak içerikli organik materyalin, üç aylık bir inkübasyon süreci sonucunda toprağın hidro-fiziksel ve bazı kimyasal özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada Akkaya Barajı (Niğde) güney sahili kıyısındaki çok bozuk mera alanından 12 noktadan grid örnekleme yöntemine göre alınan üst topraklar (0-15 cm) kullanılmıştır. Örnekler 2 mm'lik elekten geçirildikten sonra toprak ağırlık olarak % 10 oranında pomza (P1), bitümlü şeyl (BŞ1), organik madde (OM1), pomza+bitümlü şeyl (P+BŞ)1, pomza+organik madde (P+OM)1, bitümlü şeyl+organik madde (BŞ+OM)1 bitümlü şeyl+pomza+organik maddeyle (BŞ+P+OM)1 ve % 20 oranında pomza (P2), bitümlü şeyl (BŞ2) ve organik madde (OM2) ile karıştırılmış ve üç tekrarlı olarak karışımlar hazırlanmıştır. Hazırlanan malzeme saksılara doldurulmuş, saksılar üç günde bir tarla kapasitesine kadar sulanarak üç aylık inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda bazı toprak özelliklerinin ilave edilen materyallerden etkilendiği saptanmıştır. Agregat stabilitesinde (BŞ+P+OM)1'de % 65'lik bir artma olduğu saptanmıştır. Maksimum su tutma kapasitesinde en yüksek artış (% 69) (P+OM)1 saksısındaki örneklerde bulunmuştur. Toprak örneklerinin boşluk hacminde en yüksek artış OM2 uygulamasının yapıldığı deneme saksısında tespit edilmiştir. Hacim ağırlığında (P+OM)1, (BŞ+P+OM)1, P2, BŞ2 ve OM2 uygulamalarında azalma bulunmuştur. Organik madde miktarında OM2 ve (BŞ+OM)1 uygulamalarında sırasıyla % 39 ile % 25 oranlarında bir artış olduğu hesaplanmıştır.

Anahtar kelimeler: Toprak bozulması, Toprak iyileştiriciler, Bitümlü şeyl, Pomza, Organik madde

The effects of some soil additives on hydro-physical and chemical properties of soils

Abstract: Preventing soil degradation and soil rehabilitation is very significant issue in terms of soil and land management. In this study the effects of pumice, bituminous shale and organic material (poplar tree leaves) addition to different treatments (1. dose 10% and 2. dose 20%) on some degraded grassland soil physical and chemical properties was examined. Incubation period of the soil was three months. The experiment was performed with three replication. Moisture contents in pots were kept around field capacity with adding distilled water after weighing the pots in every 3 days. 12 topsoil samples (0-15 cm depth) was taken by using grid sampling method from a degraded grassland which is located in the South of Akkaya Dam in Niğde Province. Soil samples were sieved 2 mm and 10% pumice (P1), bituminous shale (BS1), organic material (OM1), 10 % pumice+bituminous shale (P+BS)1, pumice+organic material (P+OM)1, bituminous shale+organic material (BS+OM)1, bituminous shale+pumice+organic material (BS+P+OM)1 and 20 % pumice (P2), bituminous shale (BS2), organic material (OM2) were added to the each soil pot according to dry weight basis. Study results showed that soil additives was effected some soil properties. Aggregate stability increased 65 % in (BS+P+OM)1 treatment. The highest water holding capacity increasing was observed in (P+OM)1 treatment (69 %) compared to control pot. Total porosity increased highly in OM2 treatment pot. Soil bulk density decreased in (P+OM)1, (BS+P+OM)1, P2, BS2 and OM2 treatments pots compared to control. Soil organic matter increased in OM2 (39 %) and (BS+OM)1 (25 %) compared to control pot.

Keywords: Soil degradation, Soil additives, Bituminous shale, Pumice, Organic matter

1. Giriş

Türkiye'nin önemli ekolojik sorunlarından birisi, toprak kaynaklarında meydana gelen bozulmadır. Toprak bozulması yanlış tarımsal uygulamalar, aşırı otlama, ormanlık alanların tahribi, endüstri ve şehirleşmeyi de kapsayan insan aktiviteleri tarafından meydana getirilmektedir (Yılmaz ve Alagöz, 2008). Topraklarda

fiziksel, kimyasal ve biyolojik bozulma olarak üç çeşit bozulma görülmektedir. Toprak strüktürünün bozulması, infiltrasyon kapasitesinin azalması, organik madde kaybı, tuz dengesinin bozulması, alkalileşme, pH'daki değişimler, yıkanma, özellikle alüminyum ve mangan gibi bazı elementlerin toprak çözeltisindeki konsantrasyonlarının toksik seviyelere ulaşması ve toprak patojenlerinin oluşması gibi olaylar söz edilen bozulma çeşitlerine örnek olarak

✉ ^a Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 51240, Niğde

^b Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, 51240, Niğde

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): sykorkanc@ohu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 11.11.2016, **Accepted** (Kabul tarihi): 31.05.2017

Citation (Atıf): Korkaç, S.Y., Çimen, Ş., Aklan, F., Arabacıoğlu, R., Köprülü, H., 2017. Bazı toprak iyileştiricilerin toprakların hidro-fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkileri. Turkish Journal of Forestry, 18(2): 125-132. DOI: [10.18182/tjf.332262](https://doi.org/10.18182/tjf.332262)



verilebilir (Öztaş, 1997). Ayrıca toprağın fazla miktarda kil ve kum içermesi de toprak sorunlarına yol açmaktadır (Göl ve Dengiz, 2006). Toprak bozulmasına yol açan olaylar genellikle doğal veya insan faaliyetleri sonucu ortaya çıkmaktadır. Doğal faktörler; iklim, arazinin hidrolojik özellikleri ve topografik yapısı, ana materyal ve bitki örtüsü olarak sıralanabilir. İnsani (antropolojik) faktörler; nüfus artışı, aşırı ve yanlış arazi kullanımı ve kirlilik sorunlarını içine almaktadır. Toprak bozulmasının kontrol altına alınması ve bozulmuş toprakların ıslah edilmesi için toprak bozulmasını etkileyen faktörlerin, olay ve süreçlerin çok iyi analiz edilmesi ve değerlendirilmesi gereklidir. Toprağı korumak tek başına yeterli olmayıp, aynı zamanda bozulan dengenin yeniden sağlanması da gereklidir. Bu ise ancak toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin iyileştirilmesi ve verim gücünün yükseltilmesi ile mümkün olabilir (Dudal, 1982; Domzal vd., 1994; Öztaş, 1997).

Türkiye'nin % 88.7'sinden daha fazla bir alanında değişik şiddet ve derecede toprak erozyonu görülmektedir (Koç, 1994). Ayrıca Türkiye'nin yaklaşık üçte biri yarı kurak iklim koşulları altında bulunmakta olup, yarı kurak alanların doğal bitki örtüsünün büyük bir bölümünü doğal meralarımız oluşturmaktadır. Meralardaki bitki örtüsü aşırı ve erken otlama, kuraklık, yangın ve yabancı ot istilası gibi pek çok nedenle bozuk niteliklidir (Bakır, 1987; Gökbülak, 2003). Toprak erozyonunun ve taşınan sediment miktarının kabul edilebilir sınırlara indirilmesi oldukça zordur. Ancak bazı toprak koruma yöntemleri uygulanarak şiddetli erozyon kontrol altına alınarak, meralarımızın vasfını yitirip tamamen elden çıkması önlenemez. Toprak koruma çalışmaları yanında, bozulmuş toprakların iyileştirilmesinde toprak iyileştiriciler kullanılarak, toprakların verim gücü yükseltilebilir. Bozulmuş toprakların ıslahında, toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştiren ve toprağa organik madde kazandıran arıtma çamuru, çay endüstrisi atığı, çiftlik gübresi, bira fabrikası atığı, tavuk gübresi, humus, hümitik asit, bitümlü şeyl, pomza, kompost, fındık kabuğu, saman, ağaç atıkları, talaş, bıçkı tozu, odun külü, deniz yosunları, solucan ve böcek dışkıları, malt, leonardit, meyve posası gibi birçok materyal kullanılmaktadır (Soyergin, 2003).

Bu konuda ülkemizde ve dünyada çeşitli materyaller kullanılarak çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda toprak iyileştiricilerin toprağın bazı, fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini etkilediği kaydedilmiştir. Örneğin, Turgut ve Aksakal (2010)'ın çalışmalarında toprak strüktürünü geliştirmede fiğ samanının ahır gübresine oranla daha etkili olduğu ve her iki organik artığın toprağı erozyona karşı belirli bir ölçüde dirençli kıldığı belirlenmiştir. Özcan vd. (2010) ağırlık olarak % 25 ve % 50 oranındaki pomzayı beş farklı toprak tekstürüne uygulamışlar, karışımda pomza oranı arttıkça, tekstür sınıflarının çoğunda faydalı su tutma kapasitesinin arttığını tespit etmişlerdir. Yakupoğlu ve Özdemir'in (2005) yaptıkları çalışmaya göre; organik materyal ilavelerinin toprakların likit limit ve plastik limit değerlerini önemli ölçüde artırdığı, doğrusal uzama katsayısı ve hacimsel büzülme değerlerini ise önemli ölçüde düşürdüğü, etkinin uygulama dozu, erozyon düzeyi ve organik materyalin çeşidine bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir. Özbek vd. (1993), toprak yüzeyinde yeterli miktarda ayrılmış organik madde bulunmasının mineral toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini etkileyeceğini belirtmişlerdir. Gökoğlu

(2005)'nun yaptığı çalışmada elde edilen sonuçlara göre alkali toprağa jips ve organik materyal uygulamaları toprak solüsyonunun iyon içeriğinde ve ıslah parametrelerindeki değişimlere neden olmuştur. Uygulamalara bağlı olarak toprak çözeltisinin katyonları dikkate alındığında, sodyum içeriğinde önemli bir değişiklik görülmezken, başta kalsiyum olmak üzere magnezyum ve potasyum kapsamında artışlar saptanmıştır. Anyonlar dikkate alındığında ise alkaliliğin bir göstergesi olan bikarbonat iyon içeriğinde dikkate değer azalışlar görülmüştür. ıslah parametreleri olarak kabul edilen pH, EC, ESP ve SAR değerlerinde uygulamalara bağlı olarak dikkate değer farklılıklar saptanmıştır. Şahin vd. (2001) pomza, talaş, turba oluşturan yosun, perlit, turba ve dere kumu kullanılarak yapılan çalışmada organik, inorganik, organik-inorganik, inorganik-inorganik, organik-inorganik karışımlarda makro gözeneklerin miktarı ile sağlanan en yüksek havalanma, talaşta (% 56.9), pomzada (% 60.2), turba-talaş karışımında (% 56.0), perlit-dere kumu karışımında (% 34.4), talaş-perlit karışımında (% 52.6) olarak tespit etmişlerdir. Şeker (1999) killi tın tekstüre sahip toprağa pomza, kum ve çiftlik gübresi karıştırarak yaptığı çalışmada, pomza-toprak karışımında, pomza oranı arttıkça tarla kapasitesinin düştüğünü tespit etmiştir. Baran vd. (1996) yaptıkları çalışmada, toprağa, çeşitli oranlarda organik toprak ilave edilerek, karışımlar, sıkışmaya maruz bırakılmışlar ve sıkıştırılan örneklerin bazı fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Sıkışma ile karışımların, toplam boşluklar yüzdeleri, havalanma poroziteleri, yarayışlı su miktarları ve su geçirgenliklerinde azalma, ancak % 4 oranında organik toprakla karıştırılmış örneklerde ise bütün sıkışma düzeylerinde, yarayışlı su miktarları hariç, diğer özelliklerin olumlu yönde etkilendiği saptanmışlardır. Toprakların kum ve kil fraksiyonlarının fazlalığından kaynaklanan fiziksel sorunların çözümünde organik ve inorganik kökenli toprak iyileştiriciler kullanılmaktadır. Bu iyileştiriciler toprağın strüktürel yapısının gelişmesine, su rejiminin düzelmesine vb. katkı sağlayarak bitki gelişimi için elverişli bir ortam oluştururlar (Munsuz, 1973).

Bu çalışma, Niğde ili sınırları içerisinde bulunan Akkaya Barajı sol sahilindeki erozyona maruz çok bozuk nitelikteki mera sahasından alınan toprak örneklerine çeşitli karışım ve dozlarda verilen pomza, bitümlü şeyl ve organik materyalin toprakların bazı hidro-fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmada Niğde-Akkaya Baraj havzasında yer alan çok bozuk nitelikteki mera alanından alınan toprak örnekleri ile toprak iyileştirici olarak Ulukışla Kolsuz yöresinden alınan bitümlü şeyl, Nevşehir yöresinden alınan pomza ve bir park alanından alınan % 85'i kavak yapraklarından, geri kalan kısmı ise ağaç kabuğu ve çok küçük dal parçalarından oluşan yarı ayrılmış organik madde materyal olarak kullanılmıştır. Pomza, açık renkli, boşluklu, süngerimsi, volkanik olaylar neticesinde oluşmuş, fiziksel ve kimyasal etkenlere karşı dayanıklı, gözenekli, silisli volkanik bir kayadır. Pomza yaygın biçimde gaz boşlukludur, makro

ölçekten mikro ölçeğe kadar sayısız gözenek içerir. Gözenekler arası genelde bağlantısız boşluklu olduğundan, permeabilitesi (geçirgenliği) düşük, ısı ve ses yalıtımı oldukça yüksektir (Özkan ve Tuncer, 2001). Verdonck (1984) ince pomzanın su tutma kapasitesi düşük ortamların su tutma kapasitelerini artırmak için kullanılabileceğini, orta irilikteki pomzanın, yetiştirme ortamı olarak en uygun olduğunu, çok iri pomzanın ise havalanmayı artırmayı sağlama amaçlı kullanılabileceğini kaydetmiştir. Bitümlü şeyller ise; organik madde içeren, ince taneli ve genellikle laminal yapıya sahip sedimanter kayalar olarak tanımlanmakta olup, aynı zamanda bileşiminde yüksek oranda mineral maddeler de bulundurmaktadırlar (Şengüler, 2007). Araştırma için kullanılan 12 noktadan alınmış olan toprak örneklerinin birbiriyle karıştırılmadan önceki genel özellikleri Çizelge 1'de; toprak iyileştirici olarak kullanılan bitümlü şeyl ve pomzaya ilişkin bazı özellikler ise Çizelge 2' de sunulmuştur.

2.2. Araştırma alanının tanıtımı

Niğde İli, Konya Kapalı Havzası içerisinde kalmakta olup, deniz seviyesinden 1208 m. yükseltide yer alan bir ilimizdir. Yıllık ortalama yağışı 330 mm'dir. Yıllık ortalama sıcaklık ise 11°C dir. Thornthwaite yöntemine göre yarı kurak iklim özelliği göstermektedir (MGM, 2014). Araştırma alanının bulunduğu bölge Kuvaterner yaşlı ayrılmamış alüvyonlardan oluşan bir jeolojik yapıya sahiptir (MTA, 2002). Araştırma alanı olarak seçilen mera alanı, Niğde ili sınırlarındaki Akkaya Barajı Havzasında yer almakta olup, aşırı otlatma faaliyetleri sonucunda bitki örtüsünün büyük bir kısmını kaybetmiş ve sonrasında da rüzgar erozyonuna maruz kalan bir alandır (Şekil 1). Alanda bitki örtüsü olarak yer yer *Jungus* sp., *Thymus* sp., *Astragalus* sp. gözlenmektedir. İnceleme alanında bitki ile kaplı alan % 20 civarındadır.

2.3. Yöntem

2013-2014 yılları arasında yürütülen bu çalışma; büro, arazi ve laboratuvar çalışmaları olmak üzere üç aşamada yürütülmüştür. Büroda örnekleme yerleri tespit edilmiş, inceleme alanından 2013 yılı Kasım ayı içerisinde alanı temsil edecek şekilde grid örnekleme yöntemine göre toplam 12 noktadan 0-15 cm derinlikten 12 adet 100 cm³ hacim ağırlığı silindirleriyle doğal yapısı bozulmamış ve 12 adet doğal yapısı bozulmuş toprak örnekleme yapılmış ve alanın genel toprak özellikleri belirlenmiştir (Çizelge 1). Laboratuvara taşınan doğal yapısı bozulmuş örnekler serilerek hava kurusu hale getirilmiştir. Daha sonra 2 mm'lik elekten geçirilerek karıştırılmıştır. Uygulama çalışmasında Pomza (P) ve bitümlü şeyl (BŞ) değirmende öğütülüp 2 mm'lik elekten geçirilerek kullanıma uygun hale getirilmiştir. Toprak örnekleri 2 mm'lik elekten geçirildikten sonra toprak ağırlık olarak % 10 oranında pomza (P1), bitümlü şeyl (BŞ1), organik madde (OM1), pomza+bitümlü şeyl (P+BŞ)1, pomza+organik madde (P+OM)1, bitümlü şeyl+organik madde (BŞ+OM)1, pomza+bitümlü şeyl+organik madde (P+BŞ+OM)1 ve % 20 oranında pomza (P2), bitümlü şeyl (BŞ2) ve organik madde (OM2) karıştırılarak 15 cm derinliğinde, 20 cm çapında deneme saksılarına yerleştirilmiştir. Karışım dozları her bir iyileştirici için eşit oranda kullanılarak hazırlanmıştır.

Çalışma 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Saksılar tarla kapasitesine kadar musluk suyuyla ıslatılmış ve 3 aylık inkübasyona bırakılmıştır. Saksılar 3 günde bir kontrol edilmiş ve tarla kapasitesine kadar tekrar su ilave edilmiştir. 3 ayın sonunda maksimum su tutma kapasitesi, boşluk hacmi ve hacim ağırlığı özelliklerini belirlemek amacıyla 100 cm³lük çelik silindirlerle her bir deneme saksısından örnekleme yapılmıştır.

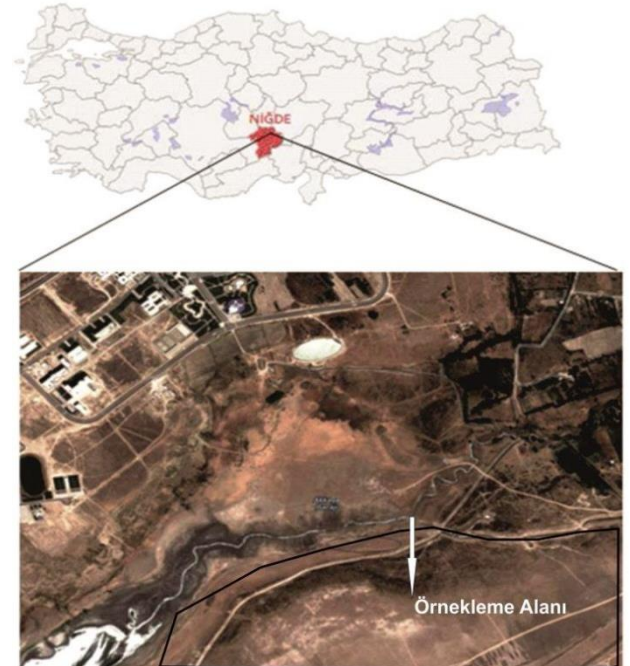
Tane boyut dağılımı (tekstür) Bouyoucos hidrometre yöntemine göre belirlenmiştir (Bouyoucos, 1962). Organik madde, Walkey-Black ıslak yakma yöntemine göre belirlenmiştir (Nelson ve Sommers, 1982). pH ve elektriksel iletkenlik 1:5 H₂O toprak-su karışımında Hache-Lange Multiparameter cihazı ile ölçülmüştür. Hacim ağırlığı (Db) 100 cm³lük silindirler kullanılarak ölçülmüştür (Grossman ve Reinsch, 2002).

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan toprakların genel özellikleri

Toprak özellikleri	Ortalama	Minimum	Maksimum
pH (1:5 H ₂ O)	8.61	7.34	8.70
E.İ. (µS/cm)	345.00	123.90	1042.00
Maks. Su Tutma Kapasitesi (%)	10.52	9.31	19.88
Agregat Stabilitesi (%)	16.11	12.24	22.41
Tane Yoğunluğu (g/cm ³)	2.46	2.25	2.76
Boşluk Hacmi (%)	54.51	45.15	66.24
Hacim Ağırlığı (g/cm ³)	1.12	0.80	1.34
Kum (%)	86.77	74.97	94.88
Kil (%)	5.03	3.10	7.24
Silt (%)	8.21	1.02	21.38
Dispersiyon Oranı (%)	46.13	27.06	72.00
Organik Madde (%)	2.45	2.28	2.54

Çizelge 2. Toprak iyileştirici olarak kullanılan materyallere ilişkin bazı analiz sonuçları

Toprak iyileştirici	pH (1:5 H ₂ O)	E.İ. (µS/cm)	Organik Madde (%)
Pomza	8.71	533.00	0.12
Bitümlü Şeyl	8.91	191.30	0.23



Şekil 1. Araştırmada kullanılan toprakların alındığı mera alanının yeri

Tane yoğunluğu (Dp) piknometre yöntemine göre belirlenmiştir. Boşluk hacmi $Dp-Db/Dp*100$ eşitliğinden yararlanılarak hesaplanmıştır (Flint ve Flint, 2002). Maksimum su tutma kapasitesi nemli ve kuru silindir örnekleri arasındaki ağırlık farkından hesaplanmıştır (Özyuvacı, 1976). Dispersiyon oranı Middleton (1930)'a göre belirlenmiştir. Agregat stabilitesi, ıslak eleme esasına dayanan tayin cihazı kullanılarak, Kemper formülüne göre belirlenmiştir (Kemper ve Rosenau, 1986).

Elde edilen deneysel veriler sonucunda büroda, farklı toprak iyileştirici uygulamalarında gruplar arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla SPSS 16.00 istatistik paket programında basit varyans (ANOVA) analizi yapılmış ($P=0.05$), farklı ortalamalar Duncan homojenlik testi kullanılarak belirlenmiştir (Zar, 1996).

3. Bulgular

3.1. pH

pH bakımından deneme saksılarındaki toprakların genel olarak alkalin reaksiyon gösterdiği belirlenmiştir. Kontrol saksısındaki değerlere göre (8.71) toprakların pH değerlerinin OM1 (8.61), OM2 (8.58), P1 (8.70), (P+OM)1 (8.48), (BŞ+OM)1(8.63), (BŞ+P+OM)1 (8.65) ve BŞ2 (8.68) uygulamalarının olduğu saksılarda sayısal olarak düşüş gösterirken, diğer uygulamaların olduğu saksılarda

artış gösterdiği bulunmuştur. En yüksek pH değeri P2 uygulamasının yapıldığı deneme saksısında (8.75), en düşük değer ise (P+OM)1 uygulamasının olduğu deneme saksısında (8.48) belirlenmiştir (Çizelge 3). Ancak istatistiksel analiz sonuçlarına göre; farklı doz ve karışımlarda yapılan uygulamaların toprakların pH özelliğini önemli düzeyde etkilemediği ve gruplar arasında farklılık olmadığı saptanmıştır ($P>0.05$; Çizelge 3 ve 4).

3.2. Elektriksel iletkenlik

Genel olarak deneme saksılarındaki topraklarda elektriksel iletkenlik değerlerine göre herhangi bir tuzluluk probleminin olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 3).

Toprakların elektriksel iletkenlik değerleri OM1 (563.67 $\mu\text{S/cm}$) ve (BŞ+OM)1 (593 $\mu\text{S/cm}$) uygulamalarının olduğu saksılarda kontrol saksısındaki değere göre (380 $\mu\text{S/cm}$) artış gösterirken, diğer saksılarda azalma olduğu saptanmıştır. Elektriksel iletkenlik değeri en yüksek (BŞ+OM)1 uygulamasının yapıldığı deneme saksısındaki topraklarda (593 $\mu\text{S/cm}$), en düşük ise BŞ2 uygulamasının olduğu deneme saksısındaki topraklarda (211 $\mu\text{S/cm}$) saptanmıştır (Çizelge 3). İstatistiksel analiz sonuçlarına göre; farklı doz ve karışımlarda yapılan toprak iyileştirici ilavesi uygulamalarının toprakların elektriksel iletkenlik özelliğini önemli düzeyde etkilemediği ve gruplar arasında fark olmadığı tespit edilmiştir ($P>0.05$; Çizelge 3 ve 4).

Çizelge 3. Farklı doz ve karışımlarda pomza, bitüm ve organik materyal karıştırılan uygulama saksılarındaki toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin inkübasyon süresi sonundaki değişimi (ortalama \pm standart sapma)*

Toprak Özellikleri	Uygulamalar										
	K	P1	BŞ1	OM1	(BŞ+P)1	(P+OM)1	(BŞ+OM)1	(BŞ+P+OM)1	P2	BŞ2	OM2
pH (1:5 H ₂ O)	8.71 ^a \pm 0.08	8.70 ^a \pm 0.07	8.74 ^a \pm 0.09	8.61 ^a \pm 0.15	8.74 ^a \pm 0.04	8.48 ^a \pm 0.26	8.63 ^a \pm 0.05	8.65 ^a \pm 0.03	8.75 ^a \pm 0.12	8.68 ^a \pm 0.09	8.58 ^a \pm 0.05
E.İ.($\mu\text{S/cm}$)	380 ^a \pm 56.57	298 ^a \pm 88.10	245 ^a \pm 139.74	563 ^a \pm 286.23	249 ^a \pm 28.99	317 ^a \pm 66.47	593 ^a \pm 121.62	364 ^a \pm 100.41	331 ^a \pm 41.01	211 ^a \pm 83.01	328 ^a \pm 11.31
Maks su tutma kapasitesi (%)	9.82 ^{ab} \pm 1.63	14.27 ^c \pm 1.10	11.86 ^{ab} \pm 0.81	14.89 ^c \pm 1.29	10.40 ^{ab} \pm 5.28	16.57 ^c \pm 2.35	15.38 ^c \pm 1.62	14.99 ^c \pm 1.27	13.95 ^{bc} \pm 0.06	12.89 ^{abc} \pm 2.04	15.32 ^c \pm 1.14
Agregat Stabilitesi (%)	17.82 ^b \pm 0.57	12.87 ^b \pm 3.62	17.03 ^b \pm 4.93	18.62 ^b \pm 2.00	13.03 ^b \pm 4.09	17.91 ^b \pm 0.39	19.61 ^b \pm 2.72	29.40 ^a \pm 7.51	11.92 ^{bc} \pm 1.68	17.53 ^b \pm 5.44	19.94 ^b \pm 3.46
Tane Yoğunluğu (g/cm ³)	2.15 ^a \pm 0.10	1.90 ^a \pm 0.13	2.26 ^a \pm 0.06	2.19 ^a \pm 0.38	2.38 ^a \pm 0.69	2.32 ^a \pm 0.34	2.23 ^a \pm 0.14	2.25 ^a \pm 0.11	2.18 ^a \pm 0.06	2.20 ^a \pm 0.04	2.18 ^a \pm 0.06
Boşluk Hacmi (%)	54.31 ^a \pm 6.47	54.98 ^a \pm 1.91	60.63 ^{abc} \pm 6.27	59.18 ^{ab} \pm 7.50	64.24 ^{abcd} \pm 10.03	66.83 ^{bcd} \pm 2.72	57.36 ^{ab} \pm 1.44	67.78 ^{bcd} \pm 0.05	71.70 ^{cd} \pm 1.80	65.84 ^{abcd} \pm 0.09	72.36 ^{cd} \pm 4.07
Hacim Ağırlığı (g/cm ³)	1.11 ^a \pm 0.16	0.86 ^a \pm 0.07	0.89 ^a \pm 0.13	0.88 ^a \pm 0.05	0.82 ^{ab} \pm 0.01	0.77 ^{bc} \pm 0.05	0.95 ^a \pm 0.03	0.73 ^{bc} \pm 0.04	0.62 ^{bc} \pm 0.02	0.75 ^{bc} \pm 0.01	0.60 ^{bc} \pm 0.07
Kum (%)	88.90 ^c \pm 1.37	82.15 ^a \pm 4.21	88.39 ^a \pm 1.26	91.42 ^a \pm 1.08	82.70 ^{ab} \pm 3.15	87.91 ^{bc} \pm 1.36	87.27 ^{abc} \pm 2.79	86.30 ^{abc} \pm 0.23	82.80 ^{ab} \pm 0.14	86.77 ^{abc} \pm 1.09	90.44 ^c \pm 4.41
Kil (%)	4.31 ^a \pm 0.53	7.40 ^a \pm 1.07	6.86 ^c \pm 0.60	4.79 ^{ab} \pm 1.16	7.05 ^a \pm 0.30	5.67 ^{abc} \pm 1.02	6.52 ^{bc} \pm 0.21	4.41 ^a \pm 0.07	5.23 ^{abc} \pm 0.05	5.38 ^{abc} \pm 0.44	3.94 ^a \pm 1.40
Silt (%)	6.80 ^{abcd} \pm 0.84	10.45 ^{bc} \pm 3.32	4.75 ^a \pm 1.04	3.79 ^a \pm 0.08	10.26 ^{cd} \pm 2.85	6.42 ^{abcd} \pm 0.34	6.22 ^{abc} \pm 2.58	9.29 ^{cd} \pm 0.16	11.98 ^a \pm 0.00	7.85 ^{abcd} \pm 0.65	5.62 ^{ab} \pm 2.01
Dispersiyon Oranı (%)	48.98 ^a \pm 14.42	47.83 ^a \pm 15.82	47.11 ^a \pm 12.88	61.61 ^a \pm 11.47	51.76 ^a \pm 12.94	52.29 ^a \pm 24.15	47.14 ^a \pm 2.60	44.93 ^a \pm 5.98	68.37 ^a \pm 0.01	53.38 ^a \pm 17.95	48.56 ^a \pm 10.42
Organik Madde (%)	2.50 ^{ab} \pm 0.17	2.51 ^{ab} \pm 0.18	2.72 ^{ab} \pm 0.18	2.95 ^{bc} \pm 0.37	2.55 ^{ab} \pm 0.17	2.80 ^{bc} \pm 0.00	3.33 ^a \pm 0.08	2.80 ^{bc} \pm 0.02	2.54 ^a \pm 0.16	2.86 ^{bc} \pm 0.08	3.85 ^a \pm 0.02

* Aynı satırda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

Kısaltmalar: E.İ.: Elektriksel iletkenlik, P1: %10 pomza eklenen deneme saksısı, BŞ1: %10 bitümlü şeyl eklenen saksı, OM1: %10 organik madde eklenen saksı, (BŞ+P)1: %10 bitümlü şeyl ve %10 pomza eklenen saksı, (P+OM)1: %10 pomza ve %10 organik madde eklenen saksı, (BŞ+OM)1 %10 bitümlü şeyl ve %10 organik madde eklenen saksı, (BŞ+P+OM)1 %10 bitümlü şeyl, %10 organik madde ve %10 pomza eklenen saksı, BŞ2: %20 bitümlü şeyl eklenen saksı, OM2: %20 organik madde eklenen saksı, P2 % 20 organik madde eklenen saksı, K: Kontrol saksısı

Çizelge 4. Farklı doz ve karışımlarda pomza, bitüm ve organik materyal karıştırılan uygulama saksılarındaki toprakların inkübasyon süresi sonundaki fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları

Toprak özellikleri (N=33)	F	Önem düzeyi (P)*
pH (1:5 H ₂ O)	1.30	0.320
Elektriksel iletkenlik($\mu\text{S/cm}$)	1.94	0.130
Maksimum su tutma kapasitesi (%)	3.37	0.020
Agregat stabilitesi (%)	38.42	0.000
Tane yoğunluğu (g/cm ³)	0.54	0.830
Boşluk hacmi (%)	5.56	0.002
Hacim ağırlığı (g/cm ³)	13.75	0.000
Kum (%)	4.48	0.006
Kil (%)	5.15	0.003
Silt (%)	5.22	0.003
Dispersiyon oranı (%)	0.63	0.770
Organik madde (%)	10.51	0.000

* $p<0.05$ ise gruplar arası fark vardır.

3.3. Maksimum su tutma kapasitesi

Çizelge 3 incelendiğinde uygulama saksılarındaki toprakların maksimum su tutma kapasitesinin genel olarak kontrol saksısındaki (% 9.82) değere göre artış gösterdiği görülmektedir. Uygulama saksılarındaki toprakların en yüksek maksimum su tutma kapasitesi (P+OM)1 uygulamasının yapıldığı deneme saksısında (% 16.57) belirlenmiştir. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre; farklı doz ve karışımlarda yapılan toprak iyileştirici ilavesi uygulamalarının toprakların maksimum su tutma kapasitesi özelliğini önemli düzeyde etkilediği tespit edilmiştir ($P<0.05$; Çizelge 3 ve 4). İstatistiki açıdan P1, OM1, (P+OM)1, (BŞ+OM)1, (BŞ+P+OM)1 ve OM2 uygulamalarının yapıldığı deneme saksılarındaki toprakların maksimum su tutma kapasitesi değerlerinin, kontrol saksısındaki topraklarınkinden farklı olduğu saptanmıştır (Çizelge 3 ve 4). BŞ1, BŞ2 ve (BŞ+P)1 uygulamalarının yapıldığı deneme saksılarında sayısal olarak bir artış görülmesine rağmen gruplar arası fark olmayıp, istatistiksel açıdan benzer bulunmuştur (Çizelge 3 ve 4).

3.4. Agregat stabilitesi

Uygulama sonrasında toprakların agregat stabilitesi değerlerinin OM1 (%18.62), (P+OM)1 (% 17.91), (BŞ+OM)1 (% 19.61) (BŞ+P+OM)1 (% 29.40) ve OM2 (% 19.94) saksılarında kontrol saksısına (% 17.82) göre artış gösterdiği, ancak diğer saksılarda azaldığı saptanmıştır. En düşük agregat stabilitesi değerleri P2 uygulamasının yapıldığı saksıdaki toprak örneklerinde (% 11.92), en yüksek değerler ise (BŞ+P+OM)1 uygulamasının olduğu deneme saksısındaki toprak örneklerinde (% 29.40) bulunmuştur (Çizelge 3). İstatistiksel analiz sonuçlarına göre; farklı doz ve karışımlarda yapılan toprak iyileştirici ilavesi uygulamalarının toprakların agregat stabilitesini önemli düzeyde etkilediği ve gruplar arasında fark olduğu saptanmıştır ($P<0.05$; Çizelge 4). Kontrol örneğine göre karşılaştırma yapıldığında; (BŞ+P+OM)1 uygulamasının yapıldığı deneme saksılarında agregat stabilitesinin daha yüksek ve istatistiksel açıdan farklı olduğu bulunmuştur (Çizelge 3 ve 4). Diğer uygulamalar ise istatistiksel olarak kontrol örneğinden önemli bir farklılık göstermemiştir (Çizelge 3).

3.5. Tane yoğunluğu

Kontrol örneği ile karşılaştırıldığında, P1 (1.90 g/cm^3) uygulaması hariç, diğer bütün uygulamalarda toprakların tane yoğunluğu değerlerinde sayısal bir artış meydana geldiği saptanmıştır. Toprakların tane yoğunluğu değerleri en yüksek (BŞ+P)1 uygulamasının yapıldığı saksıda (2.38 g/cm^3), en düşük ise P1 uygulamasının olduğu deneme saksısında (1.90 g/cm^3) gözlemlenmiştir (Çizelge 3). Ancak istatistiksel analiz sonuçlarına göre; yapılan uygulamaların toprakların tane yoğunluğunu önemli düzeyde etkilemediği saptanmıştır ($P>0.05$; Çizelge 4).

3.6. Boşluk hacmi

Uygulama saksılarındaki toprakların boşluk hacmi değerlerinde kontrol saksısındaki değere (% 54.31) göre

artış meydana geldiği gözlenmiştir. Toprakların boşluk hacmi değerleri en yüksek OM2 uygulamasının yapıldığı saksıda (% 72.36) saptanmıştır (Çizelge 3). Farklı dozlarda ve farklı iyileştiricilerle yapılan uygulamaların toprakların boşluk hacmi özelliğini önemli düzeyde etkilediği saptanmıştır ($P<0.05$; Çizelge 4). İstatistiki açıdan kontrol örneğine göre karşılaştırma yapıldığında (P+OM)1, (BŞ+P+OM)1, P2 ve OM2 uygulamalarının yapıldığı deneme saksılarında boşluk hacminde önemli düzeyde artma gözlemlenmiştir ($P<0.05$; Çizelge 3 ve 4).

3.7. Hacim ağırlığı

Kontrol saksısındaki toprakların hacim ağırlığı (1.11 g/cm^3) ile karşılaştırıldığında bütün uygulamaların olduğu saksılardaki hacim ağırlığı değerlerinde bir azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Hacim ağırlığı değerleri en düşük ise OM2 uygulamasının olduğu deneme saksısında (0.60 g/cm^3) saptanmıştır (Çizelge 3). Farklı doz ve karışımlarda yapılan toprak iyileştirici ilavesi uygulamalarının toprakların hacim ağırlığı özelliğini önemli düzeyde etkilediği saptanmıştır ($P<0.05$; Çizelge 3). İstatistiki açıdan kontrol örneğine göre kıyaslama yapıldığında; (P+OM)1, (BŞ+P+OM)1, P2, BŞ2 ve OM2 uygulamalarının yapıldığı deneme saksılarında hacim ağırlığında önemli düzeyde azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3 ve 4).

3.8. Tane boyut dağılımı

Toprakların kum miktarı en yüksek OM1 uygulamasının yapıldığı saksıda (% 91.42), en düşük ise P1 uygulamasının olduğu deneme saksısında (% 82.15) gözlemlenmiştir (Çizelge 3). Farklı doz ve karışımlarda toprak iyileştirici ilavesi uygulamalarının yapıldığı saksılarda toprakların kum miktarının önemli düzeyde değiştiği tespit edilmiştir. ($P<0.05$; Çizelge 4). P1, P2 ve (BŞ+P)1 uygulamalarının yapıldığı deneme saksılarında istatistiki açıdan kontrol örneğine göre kum miktarı açısından önemli fark olduğu saptanmıştır (Çizelge 3).

Uygulama saksılarındaki toprakların kil miktarı OM2 uygulaması hariç, bütün uygulama saksılarında kontrol saksısındakinden yüksektir. Toprakların kil miktarı en yüksek P1 uygulamasının yapıldığı saksıda (% 7.40), en düşük ise OM2 uygulamasının olduğu deneme saksısında (% 5.38) bulunmuştur (Çizelge 3). Farklı doz ve karışımlarda yapılan toprak iyileştirici ilavesi uygulamalarının toprakların kil miktarını önemli düzeyde etkilediği tespit edilmiştir ($P<0.05$; Çizelge 3). İstatistiksel olarak kontrol örneğine göre karşılaştırma yapıldığında; BŞ1, (BŞ+P)1 ve (BŞ+OM)1 uygulamalarının yapıldığı deneme saksılarında farklılık gözlenmiştir (Çizelge 3).

Uygulama saksılarındaki silt miktarı değerlendirildiğinde; BŞ1 (% 4.75), OM1 (% 3.79), OM2 (% 5.62), (P+OM)1 (% 6.42), (BŞ+OM)1 (% 6.22) saksılarındaki toprakların silt miktarının kontrol saksısından (% 6.80) düşük değerlerde, diğer saksılarda ise kontrol saksısındakinden büyük değerlerde olduğu görülmüştür. Toprakların silt miktarının en fazla P2 uygulamasının yapıldığı saksıda (% 11.98), en düşük ise OM1 uygulamasının olduğu deneme saksısında (% 3.79) olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 3). Farklı doz ve karışımlarda yapılan toprak iyileştirici ilavesi uygulamalarının

toprakların silt miktarını önemli düzeyde etkilediği saptanmıştır ($P<0.05$; Çizelge 3). Kontrol örneği baz alındığında sadece P2 uygulamasının yapıldığı deneme saksısında silt miktarının istatistiksel olarak farklı ve yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3).

3.9. Dispersiyon oranı

Genel olarak bütün uygulama saksılarındaki toprakların erozyona duyarlı olduğu saptanmıştır (Dispersiyon oranı $> \% 15$) (Middleton, 1930). Dispersiyon oranı değerleri en yüksek P2 uygulamasının yapıldığı saksıdaki topraklarda (% 68.37), en düşük ise BŞ1 uygulamasının olduğu deneme saksısındaki topraklarda (% 47.11) saptanmıştır (Çizelge 3). İstatistiksel analiz sonuçlarına göre; farklı doz ve karışımlarda yapılan toprak iyileştirici ilavesi uygulamalarının toprakların dispersiyon oranı özelliğini önemli düzeyde etkilemediği saptanmıştır ($P>0.05$; Çizelge 4).

3.10. Organik madde

Genel olarak uygulama saksılarındaki toprakların organik madde miktarının kontrol saksısına (% 2.50) göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Toprakların organik madde değeri en yüksek OM2 uygulamasının yapıldığı deneme saksısında (% 3.85) bulunmuştur (Çizelge 3). Farklı doz ve karışımlarda yapılan toprak iyileştiricisi ilavesi uygulamalarının toprakların organik madde özelliğini önemli düzeyde etkilediği saptanmıştır ($P<0.05$; Çizelge 4). İstatistiki açıdan kontrol örneğine göre karşılaştırma yapıldığında; OM2 ve (BŞ+OM)1 uygulamalarının yapıldığı deneme saksılarındaki toprakların organik maddesinin kontrol saksısındaki topraklardan yüksek ve farklı olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 3). Diğer doz ve karışımlar kontrol örneğinden önemli bir fark göstermemiştir.

4. Tartışma ve sonuç

Bu araştırma Akkaya Barajı sol sahilinde bulunan çok bozuk bir mera sahasından alınan toprak örneklerine farklı dozlarda ve karışımlarda pomza, bitümlü şeyl, organik madde ilavesinin çeşitli toprak özellikleri üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

Çalışma sonuçlarına göre, farklı doz ve karışımlarda yapılan uygulamalar toprakların pH, elektriksel iletkenlik, tane yoğunluğu ve dispersiyon oranı özelliklerini önemli düzeyde etkilememektedir ($P>0.05$; Çizelge 4).

Toprakların maksimum su tutma kapasitesi farklı doz ve karışımlardaki toprak iyileştirici ilavesinden etkilenmektedir. Kontrol saksısındaki değerle karşılaştırıldığında P1 uygulamasının yapıldığı deneme saksısındaki toprakların maksimum su tutma kapasitesinin % 45, OM1'de % 52, (P+OM)1'de % 69, (BŞ+OM)1'de % 57, (BŞ+P+OM)1'de % 53 ve OM2'de % 56'lık bir artış gösterdiği bulunmuştur. Bu durumun toprağın boşluk hacminde söz konusu materyallerin ilavesi ile meydana gelen artışla ilgili olduğu düşünülmektedir.

Agregat stabilitesinde, (B+P+O)1 uygulamasının yapıldığı saksılarda kontrol örneğine göre % 65'lik bir artma olduğu hesaplanmıştır (Çizelge 3). Bu artışın toprağa ilave edilen bitümlü şeyl ve organik maddeden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. İç ve Gülser (2008) de

çalışmalarında tütün atığından oluşan organik madde ilavesinin toprakların agregat stabilitesini artırdığını saptamışlardır.

Kontrol örneği ile karşılaştırıldığında, toprak örneklerinin boşluk hacminde (P+OM)1 uygulamasının yapıldığı deneme saksısında % 23, (BŞ+P+OM)1 uygulamasının yapıldığı deneme saksısında % 25, P2 uygulamasının yapıldığı deneme saksısında % 32 ve OM2 uygulamasının yapıldığı deneme saksısında ise % 33 oranında bir artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3). Boşluk hacmindeki artışın toprağın hacim ağırlığındaki azalmalarla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Şahin ve Anapalı (2006) da çalışmalarında toprağa pomza ilavesinin boşluk hacmini artırdığını ortaya koymuşlardır. Şahin ve Anapalı (2006)'da pomza uygulamasının makroporları artırarak hacim ağırlığını azalttığını kaydetmişlerdir. Farklı doz ve karışımlarda toprak iyileştiricisi ilavesinin toprakların hacim ağırlığında kontrole göre (P+OM)1 uygulamasının yapıldığı deneme saksısında % 31'lik, (BŞ+P+OM)1'de % 34'lük, P2'de % 44'lük, BŞ2'de % 32'lik ve OM2'de % 46'lık bir azalma saptanmıştır (Çizelge 3). Alagöz vd. (2006) da tavuk gübresi ve çöp kompostunun hacim ağırlığını etkilemediğini, ancak 200 kg/ha işlenmiş leonarditin toprağın hacim ağırlığını azalttığını kaydetmişlerdir. Prasad ve Sinha (2000) bitkisel atık uygulamalarının hacim ağırlığını azalttığını saptamışlardır. Dündar (2009) da pomzanın toprağın hacim ağırlığında düşüşe neden olduğunu rapor etmiştir.

Uygulamaların yapıldığı saksılardaki toprakların kum içeriği P1 bulunduğu deneme saksısında % 8'lik, P2'de % 7'lik, (BŞ+P)1'de % 7'lik bir azalma tespit edilmiştir (Çizelge 3). Organik madde ilavesi yapılan saksılarda kontrol örneğine göre istatistiksel olarak fark olmamakla birlikte, sayısal bir artış görülmüştür. Organik madde ilavesinin kum miktarını artırması beklenmemektedir. Ancak organik madde ilavesi nedeniyle analiz sonuçlarındaki kum miktarının oransal olarak etkilenmiş olabileceği düşünülmektedir. Toprakların kil içeriğinde ise BŞ1 uygulamasının yapıldığı deneme saksısında % 59; (BŞ+P)1'de % 64 ve (BŞ+OM)1'de % 51'lik bir artış hesaplanmıştır (Çizelge 3). P2 uygulamasının yapıldığı deneme saksısında silt içeriğinde % 76 oranında bir artış bulunmuştur (Çizelge 3). Bu durumun iyileştirici materyallerin toz halinde ilavesinin silt gibi davranmasıyla ilgili olduğu düşünülmektedir (Dündar, 2009).

Organik madde açısından değerlendirme yapıldığında kontrol saksısındaki topraklara göre OM2 ve (BŞ+OM)1 uygulamalarının yapıldığı deneme saksılarında sırasıyla % 39 ve % 25 oranlarında bir artış olduğu hesaplanmıştır (Çizelge 3). Canpolat, (1992)'de organik maddece fakir topraklara organik madde ilavesinin toprakların organik madde, agregat stabilitesi ve hidrolik geçirgenlik özelliklerini iyileştirdiğini ortaya koymuştur. Alagöz vd. (2006) çalışmalarında işlenmiş Leonardit ilavesinin toprağın organik madde içeriği üzerine etkisini istatistiksel olarak önemli bulmuşlardır. Bu çalışmada, bitümlü şeyl uygulaması da her iki dozda da organik madde miktarını artırırken, bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Araştırma sonuçları üç aylık inkübasyon süresinde, farklı doz ve karışımlarda katkı maddesi uygulanmasının toprakların, maksimum su tutma kapasitesi, agregat stabilitesi, boşluk hacmi, hacim ağırlığı, kum, kil, silt ve organik madde gibi özelliklerini istatistiksel anlamda önemli

düzye de etkilediği, pH, elektriksel iletkenlik, tane yoğunluğu, dispersiyon oranı gibi özelliklerini ise değiştirmedini göstermiştir. Çalışma sonuçları toprak rehabilitasyonu çalışmalarında bitümlü şeyl, organik madde ve pomza ilavesinin uygulanabilir olduğunu destekler niteliktedir. Ancak bu çalışmada uygulanan inkübasyon süresinde yaprak kalıntılarının yarı ayrışmış kısmının büyük bir bölümünün ayrışarak mineral toprağa karıştığı, ayrışmamış olan bölümünün ise henüz ayrışma sürecinde olduğu görülmüştür. İnkübasyon süresi daha uzun tutulursa toprak özelliklerindeki değişimin daha belirgin olarak görülebileceği düşünölmektedir. Organik madde ilavesinin devamlı etki sağlayabilmesi için belli peryotlarda tekrarlanması gereklidir. Bu tip çalışmalarda ayrışmamış yaprak kalıntıları yerine kompost haline gelmiş olanların kullanılmasının kısa peryotta daha etkili olacağı düşünölmektedir. Bu çalışmada toz halinde kullanılan pomza ve bitümlü şeylin değişik tane boyutları için de uygulama çalışmaları yapılmalıdır.

Kaynaklar

- Alagöz, Z., Yılmaz, E., Öktüren, F., 2006. Organik materyal ilavesinin bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri üzerine etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(2): 245-254.
- Bakır, Ö., 1987. Çayır-Mer'a Amenajmanı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:992, Ders kitabı 292, Ankara, 362.
- Baran, A., Bender, B., Özkan, I., 1996. Organik toprakla karıştırmanın killi tınlı bir toprağın bazı fiziksel özelliklerinde sıklışma ile oluşan değişimlere etkisi. Mühendislik Bilimleri Dergisi, 1: 81-85.
- Bouyoucos, G.J., 1962. Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils. *Agronomy Journal*, 54: 464-465.
- Bulut, İ., Ceylan, S., 2011. Ekolojik sorunları ve fonksiyonlarıyla Niğe yöresi yapay gölleri. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 15(2): 263-288.
- Canpolat, M.Y., 1992. Toprağa organik materyal ilavesinin toprağın organik maddesi, agregat stabilitesi ve geçirgenliği üzerine etkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 23(2): 113-123.
- Domzal, H., Gostkowka, K., Furczak, J., Blielinska, J., Paragal, J., 1994. Physical, chemical and biological degradation of agriculturally utilized soil. *ISTRO Proceedings*. Aalborg, Denmark, 1: 31-36.
- Dünder, M.A., 2009. Toprağa karıştırılan farklı irilik ve oranlardaki pomzanın çim bitkisinin sulanmasına etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Dudal, R., 1982. Land degradation in a world perspective. *Journal of Soil Water Conservation*, 37: 245-249.
- Flint, A., Flint, L.E., 2002. Particle density, laboratory methods. In: Dick, W.A. (Ed.), *Methods of soil analysis, Part 4-Physical methods*. SSA Book Series 5. SSSA Inc, Madison, WI, pp. 229-240.
- Gökbulak, F., 2003. Ülkemiz meralarındaki sorunlara genel bir bakış. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 52: 55-60.

- Gökoğlu, ., 2005. Organik materyal kullanımının alkali bir toprağın bazı ışlah göstergeleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Ankara.
- Göl, C., Dengiz, O., 2006. Amasya (Kapaklı) orman fidanlığı topraklarının sınıflandırılması ve bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(3): 330-339.
- Grossman, R.B., Reinsch, T.G., 2002. Bulk density and linear extensibility. In: Dane, J.H., Topp, G.C. (Eds.), *Methods of soil analysis. Part 4. Soil Science Society of America, Madison, WI*, pp. 201-225.
- Kemper, W.D., Rosenau, R.C., 1986. Aggregate stability and size distribution. In A. Klute, (Ed.) *Methods of Soil Analysis, 2nd ed. Part I*. ASA, Madison, Wisconsin, pp 425-442.
- Koç, A., Gökkuş, A., Serin, Y., 1994. Türkiye'de ayır-Mer'aların Durumu ve Erozyon Yönünden Önemi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü. Sayı 13, Erzurum.
- İ, S., Gülser, C., 2008. Tütün atığının farklı bünyeli toprakların bazı kimyasal ve fiziksel özelliklerine etkisi. *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(2): 104-109.
- MGM, 2014. Meteoroloji Genel Müdürlüğu, Niğe İli Verileri. <https://www.mgm.gov.tr> 20.10.2014.
- Middleton, H.E., 1930. Properties of soils which influence soil erosion. *USDA Tech.Bul.*, 178: 1-16.
- MTA 2002. Türkiye Jeoloji Haritası, Adana ve Kayseri Serisi (1:500000). Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğu, Jeoloji Etüdları Dairesi, Ankara..
- Munsuz, N. 1973. Toprak İşlah Edici Sentetik Maddelerin Toprak Su Diffüzivitesine Etkisi Üzerinde Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 523.
- Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter, In: Page, A.L. (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties, Second ed.* Agronomy Monographs, 9. ASA-SSA, Madison, WI, pp. 539-579.
- Özcan, M., Özhan, S., Gökbulak, F., 2010. Pumice addition effect on available water capacity of soils. *Fresenius Environmental Bulletin*, 19(8A):1532-1536.
- Özkan, ř.G., Tuncer, G., 2001. Pomza madenciliğine genel bir bakış. 4. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, s: 200-207, 18-19 Ekim, İzmir.
- Özyuvacı, N., 1976. Arnavutköy Deresi Yağış Havzasında Hidrolojik Durumu Etkileyen Bazı Bitki-Toprak-Su İlişkileri. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 2082, O.F. Yayın No: 221, İstanbul.
- Öztaş, T., 1997. Toprak degradasyonu. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 22: 31-33.
- Prasad, B., Sinha, S.K., 2000. Long-term effects of fertilizer and organic manures on crop yields, nutrient balance and soil properties in rice-wheat cropping system in Bihar. pp: 105- 119 in Long-Term Soil Fertility Experiments in Rice-Wheat Cropping Systems. Rice-Wheat Consortium Paper Series 6. New Delhi.

- Soyergin, S., 2003. Organik Tarımda Toprak Verimliliğinin Korunması, Gübreler Ve Organik Toprak İyileştiricileri. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova. [http://www.selcuk.edu.tr/dosyalar/files/068/Org_%20Tar_%20Top_%20Veriml_%20Kor_ve%20G%C3%BCbreler%20Do%C3%A7_%20Dr_Serap%20S\(2\).pdf](http://www.selcuk.edu.tr/dosyalar/files/068/Org_%20Tar_%20Top_%20Veriml_%20Kor_ve%20G%C3%BCbreler%20Do%C3%A7_%20Dr_Serap%20S(2).pdf), 25.04.2017.
- Şahin Ü, Anapalı Ö, Ercişli, S., 2001. Physico-chemical and physical properties of some substrates used in horticulture. *Gartenbauwissenschaft*, 67(2): 55-60.
- Şahin, Ü., Anapalı, Ö., 2006. Addition of pumice affects physical properties of soil used for container grown plants, *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 71(2): 59-64.
- Şeker, C., 1999. Killi tın toprağın pomza, kum ve ahır gübresiyle hazırlanmış karışımlarının sıkıştırma penetrasyon dirençleri. *S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(19): 114-123.
- Şengüler, İ., 2007. Asfaltit ve bitümlü şeylin Türkiye'deki potansiyeli ve enerji değeri. TMMOB Türkiye VI. Enerji Sempozyumu Küresel Enerji Politikaları, 22-24 Ekim, Ankara.
- Turgut, B., Aksakal, E.L., 2010. Fiğ samanı ve ahır gübresi uygulamalarının toprak aşınım parametreleri üzerine etkileri. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 11(1): 1-10.
- Yakupoğlu, T., Özdemir N., 2006. Erozyona uğramış topraklarda organik atık uygulamalarının bazı mekaniksel özelliklere etkisi. *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(2): 173-178.
- Yılmaz, E., Alagöz, Z., 2008. Toprak bozulması. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 2(45): 58-65.
- Verdonck, O., 1984. New developments in the use of graded perlite in horticultural substrates. *Acta Hort*, 150: 575-581.
- Zar, H.J., 1996. *Biostatistical Analysis*, Third Edition, Prentice Hall, New Jersey.

Sürdürülebilir turizm uygulamaları kapsamında ziyaretçi tercihleri: Pastoral Vadi Ekolojik Yaşam Çiftliği örneği

Ayhan Akyol^{a,*}, Ahmet Anıl Uygun^b

Özet: Bu çalışmada, Pastoral Vadi Ekolojik Yaşam Çiftliği örneğinde ziyaretçi tercihleri araştırılmıştır. Böylece, verilen hizmet kalitesinin artırılması ve gelecekte çiftliğe yapılacak yatırımların nasıl şekillenmesi gerektiği ile ilgili temel sorulara yanıt bulunması amaçlanmıştır. Araştırma verileri, çiftlikte konaklayan ziyaretçilerle gerçekleştirilen anket çalışmasından ve çiftlik işletmecisi ile yapılan görüşmelerden elde edilmiştir. Verilerin parametrik veri olup olmadığı Shapiro-Wilk-W testi ile araştırılmış ve %95 güven düzeyinde verilerin normal dağılıma sahip olmadığı belirlenmiştir. Değişkenler arası ilişkilerin araştırılmasında kıkare (χ^2) bağımsızlık testi kullanılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, Pastoral Vadi Ekolojik Yaşam Çiftliği kırsal yaşamla bütünleşme, yerel kültür atölyelerinde el becerilerini geliştirme, toprakla uğraşma gibi faaliyetlerle, bireyleri eskiye dönme, doğayla iç içe bir tatil yapma vb. gibi tercihlere yönlendirmektedir. Bu bireyler genel olarak, yüksek eğitim ve gelir düzeyine sahip, orta yaşta, yöre kültürüne meraklı, büyük şehirlerde yaşayan, doğaya geri dönme arzusunda olan bireylerden oluşmaktadır. Ayrıca, bu bireyler, çocuklarının doğayı ve doğal unsurları yerinde yaşayarak öğrenmelerinin çocuklarının gelişimi için önemli olduğunu düşünmektedirler.

Anahtar kelimeler: Sürdürülebilir turizm, Ekolojik çiftlikler, Ziyaretçi profili, Ürün çeşitlendirme, Pastoral Vadi, Fethiye

Visitors' preferences in terms of sustainable tourism applications: Pastoral Valley Ecological Life Farm example

Abstract: In this study, visitor preferences were investigated in Pastoral Valley Ecological Life Farm. This aims at finding answers to basic questions such as how the service quality can be improved and what kind of future investments should be made. The research data were collected from the questionnaires responded by the visitors staying at this ecologic farm and face-to-face interviews with the farm manager. Shapiro-Wilk-W test was applied to see if the data were parametrical and it was found that the data did not have normal distribution with confidence interval of 95%. Therefore, chi-square (χ^2) test was used to explore the associations between the variables. The study findings revealed that people preferred staying at Pastoral Valley to go back to the past and have a vacation in the nature through specific activities such as integrating with rural life, improving handicraft skills at local cultural workshops, and engaging with the soil. These people are usually middle-aged individuals with a high education and income level and curious about local values and culture, live in big cities and want to go back to the nature. Moreover, these individuals think that it is important for the development of their children to learn about the nature and natural assets by experiencing on site.

Keywords: Sustainable tourism, Ecologic farms, Visitor profile, Product diversification, Pastoral Valley, Fethiye

1. Giriş

Dünyadaki hızlı, ekonomik, siyasal, teknolojik gelişmelerle birlikte turizmin boyutları giderek daha da genişlemiş ve ülke ekonomilerinde daha da önemli bir konuma sahip olmuştur. Ancak, son yıllarda klasik turizm ürünü olarak adlandırılan deniz, kum ve güneş üçlemesinden, bireysel deneyimlerin ön planda olduğu ve özel ilgi gerektiren ürünlere doğru bir yönelim ortaya çıkmıştır (Korkmaz ve Tolunay, 2002).

Turizm sektöründe gözlemlenen bu değişimlerde iki ana husus etkili olmuştur. Bu hususlardan birincisi, ülkelerin turizm pazarından aldıkları payı artırmak için sundukları turizm ürünlerini çeşitlendirme çalışmalarıdır (Sharpley ve Vass, 2006). Bu doğrultuda turizm pastasından daha fazla pay almak isteyen ülkeler, alternatif turizm ürünleri

sunmaya başlamıştır (Öztürk ve Yazıcıoğlu, 2002; Hacıoğlu ve Avcıkurt, 2008).

Turizm sektöründe gözlemlenen değişimlerde etkili olan ikinci husus ise, daha yüksek eğitim düzeyine sahip, çevreye ve doğaya duyarlı, sağlıklı yaşam ve gıda tüketimi konusunda daha bilinçli hale gelen turistlerdir (Ahmadova ve Akova, 2016). Eğitim düzeyi yüksek bir birey, daha bilinçli, daha duyarlı, farklı alternatif ürün ve destinasyonlara yönelen, tek düzeylikten uzak ve ilgi duyduğu alanlara yönelik turizm türlerini tercih eden turist niteliğini kazanmaktadır (Sung, 2004). Bu noktada, tüketici davranış ve tutumlarındaki değişimlere bağlı olarak ortaya çıkan tüketici istek ve talepleri, turizm endüstrisinin de gelecekteki en önemli belirleyicisi olmaktadır (Yılmaz, 2008). Günümüzde artık turistler eskiye göre çevreye daha duyarlı, daha deneyimli, daha bağımsız ve daha zor memnun olmaktadır (Poon, 1993).

✉ ^a Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Isparta
^b Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta
@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): ayhanakyol@sdu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 14.03.2017, **Accepted** (Kabul tarihi): 08.06.2017



Citation (Atıf): Akyol, A., Uygun, A.A., 2017. Sürdürülebilir turizm uygulamaları kapsamında ziyaretçi tercihleri: Pastoral Vadi Ekolojik Yaşam Çiftliği örneği. Turkish Journal of Forestry, 18(2): 133-139.
DOI: [10.18182/tjf.297952](https://doi.org/10.18182/tjf.297952)

Ortaya çıkan bu durum ise, gelecekte alternatif turizm ürünlerine yapılacak yatırımların giderek artacağını ortaya koymaktadır. Ayrıca, hem turist profilindeki hem de tüketim kalıplarındaki bu değişiklikler doğal, kültürel çevrenin koruma-kullanma dengesi içinde kullanımını öngören ekoturizm, sürdürülebilir turizm gibi kavramların öneminin giderek artmasına neden olmaktadır (Kurdoğlu, 2001; Ok, 2010; Kaypak, 2012; Akten ve Tanrıbir, 2014). Doğal kaynakların sürekli korunmaları ve kendi kendilerini yenileme sınırları aşılmadan kullanılmaları, sürdürülebilirliğin temel felsefesini oluşturmaktadır (Alkan vd., 2010; Akyol ve Tolunay, 2014). Sürdürülebilir turizm ise, turizm olayını oluşturan etkenlerin ve varlıkların nitelik ve niceliklerini kaybetmeden sürekliliğin sağlanması anlamına gelmektedir. Bu bağlamda sürdürülebilir turizmin bir turizm çeşidi olmadığı, tüm turizm çeşitleri için doğal, kültürel ve sosyal kaynakları uzun vadede koruyan, olumlu bir tarzda ekonomik gelişmeyi destekleyen bir politika biçimi olduğu gözden kaçırılmamalıdır (Korkmaz ve Başkalkan, 2011; Akyol ve Tolunay, 2012). Yani sürdürülebilir turizm, çevrenin korunması, doğal kaynakların güçlendirilmesi ve ekonomik gelişme ile ekolojik gelişmenin uyum halinde sürdürülmesini gerektirmektedir (Çubuk, 1996).

Tüketici davranışlarının değişimi, ürün çeşitlendirme ve sürdürülebilir turizm olgusunun gelişimi son yıllarda ekoturizm kavramı ile birlikte çiftlik turizminin de popüler hale gelmesine neden olmuştur. Gerçekte çiftlik turizmi Avrupa için yeni bir kavram değildir (Busby ve Rendle, 2000). Kavram uzun yıllardır Avrupa'da kırsal turizmin bir türü olarak tanımlanmaktadır (Dernoi, 1983; Clarke, 1999). Çiftlik turizmi; genellikle boş vakit geçirme, rekreasyon ve çok az iş amaçlı, aynı ülke veya farklı ülkelerin şehirli insanların çiftlik alanlarını kullanımını içermektedir (Williams vd., 2001; Çeltek, 2014). Çiftlik turizmi ayrıca bölgenin kültürünü, iş ve yaşam stilini öğrenmeye yönelik doğada gerçekleştirilen bir eğitimidir (Leco vd., 2013). Türkiye'nin genel olarak çiftlik turizmi potansiyelini ortaya koyacak çalışmalar ise henüz çok fazla değildir. Bu konuda Buğday Derneği'nin TaTuTa projesi ile öncülük yaptığı görülmektedir. TaTuTa "Ekolojik Çiftliklerde Tarım Turizmi ve Gönüllü Bilgi, Tecrübe Takası" projesinin kısa adıdır. Projenin ana amacı Türkiye'de ekolojik tarımla geçinen çiftçi ailelerin mali, gönüllü işgücü ve/veya bilgi desteği sağlayarak ekolojik tarımı teşvik etmek ve sürdürülebilirliğini sağlamaktır (Eröz ve Bozkurt, 2015).

Bu kapsamda çalışmanın amacı, örnek olarak seçilen Pastoral Vadi Ekolojik Yaşam Çiftliği'ni ziyaret eden ziyaretçilerin tercihlerini araştırmaktır. Böylece, ziyaretçi profil ve tercihlerinden hareket ederek, sürdürülebilirlik ilkesi kapsamında turizm ürünlerinin çeşitlendirilmesine ve bu ürünleri tercih eden ziyaretçilerin taleplerine uygun olarak sunulmasına katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

2. Materyal ve yöntem

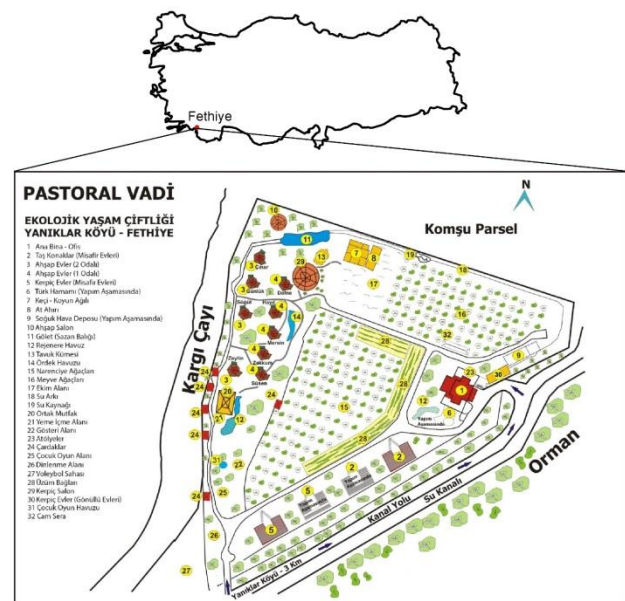
Çalışma için, Muğla ili, Fethiye ilçesi, Yanıklar Köyü sınırları içerisinde hizmet veren Pastoral Vadi Ekolojik Yaşam Çiftliği seçilmiştir. Araştırma amacına uygun olarak tesis, ziyaretçilerine klasik turizm tesislerinin sunduğu hizmetlerden farklı ürün ve etkinlikleri sunmaktadır.

Pastoral Vadi Ekolojik Yaşam Çiftliği 42.000 m² büyüklüğünde bir alan üzerinde yer almakta olup,

Fethiye'ye 18 km, Dalaman havaalanına ise 40 km uzaklıktadır. Organik tarım, ekolojik yaşam ve tatil olgularının birlikte değerlendirildiği çiftlikte, ekolojik mimari yaklaşımıyla tasarlanmış taş, ahşap ve kerpiç evlerde yılın 12 ayı konaklama olanağı sunulmaktadır (Şekil 1). Pastoral Vadi, kent yaşamının ve teknolojinin getirdiği stres ve sıkıntıları doğal, sakin ve huzurlu bir ortamda unutmak isteyenler için köye dönüş tadında bir tatil çiftliği hizmeti sunmaktadır. Çiftlikte, konuklar dilerlerse tarımsal çalışmalara katılabilmekte, yerel kültür ve el sanatları atölyelerinde kilim dokuma, topraktan çanak-çömlek yapma, ahşap oyma, sepet örme, tarhana, erişte, reçel, turşu yapma vb. aktiviteleri gerçekleştirebilmektedirler. Çiftlikte, ayrıca kendi topacını, uçurtmasını yapmak isteyen her yaş grubundaki çocuk için çocuk atölyesi de hizmet vermektedir (Kılıç ve Kurnaz, 2010; Pastoral Vadi, 2016).

Çalışmada Pastoral Vadi Ekolojik Yaşam Çiftliği'nin turizm işletmeciliği faaliyetleri ve müşteri profilleri incelenmiştir. Bu amaçla izlenen yol; (1) Literatür analizi ve çalışma için gerekli belge-dokümanların toplanması, (2) Ziyaretçilere yönelik anket-mülakat çalışmaları, (3) İşletme sahibi ile yapılan mülakatlar ve (4) Elde edilen verilerin istatistiksel analizi ve değerlendirilmesi şeklindedir.

Anket çalışmaları için Haziran 2014 – Mayıs 2015 tarihleri arasında işletmede konaklayan yaklaşık 150 ziyaretçiden, gönüllü ve istekli olan 100 tanesiyle anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Ankette yer alan sorular ve cevapları MS Excel programına aktarılarak veriler sıra istatistiğine göre sayısallaştırılmıştır. Değerlendirmede ise SPSS (Statistical Package for Social Science) 20 paket programı kullanılmıştır. Analizlerde öncelikle tüm sorular için tek tek döküm yapılmış olup; sorunun özelliğine göre frekanslar ve yüzdelerden yararlanılmıştır. Verilerin parametrik veri olup olmadığı Kolmogorov-Smirnov testine göre daha güçlü bir test olan Shapiro-Wilk-W testi ile araştırılmış ve %95 güven düzeyinde verilerin normal dağılıma sahip olmadığı ($p < 0,05$), yani parametrik olmadığı belirlenmiştir (Mendes ve Pala, 2003).



Şekil 1. Pastoral Vadi yerleşim planı

Bazı değişkenler arası ilişkilerin araştırılmasında ise kıkare (χ^2) bağımsızlık testi kullanılmıştır (Özdamar, 2004; Eymen, 2007). İşletmenin kuruluş amacı, özellikleri, sunulan hizmetler vb. bazı bilgileri elde etmek amacıyla işletme sahibi ile yarı yapısal bir mülakat yapılmıştır. Araştırma süresince ayrıca literatür analizi sonucunda elde edilen bilgilerle, çeşitli kurum ve kuruluşlardan elde edilen bilgi, belge, haritalar, dokümanlar, istatistik veriler ve raporlardan da yararlanılmıştır.

3. Bulgular

3.1. Katılımcıların profil özellikleri

Çalışmada, araştırma süresi içerisinde Pastoral Vadi'de konaklama yapan ziyaretçilerle anket çalışması yapılarak, ziyaretçilerin bazı profil özellikleri tanımlanmaya çalışılmıştır. Profil, bir bireyi içsel ve dışsal etkenleri göz önüne alarak irdeleme ve bireyin ayırt edici özelliklerini tanımlayarak ortaya koyma işlemidir (Alkan, 2013). Katılımcıların bazı profil özellikleri Çizelge 1'deki gibidir. Buna göre, araştırmaya katılan ziyaretçilerin %65'i kadın, %35'i erkektir. Çalışmada dört farklı yaş grubu oluşturulmuştur. Buna göre katılımcıların %49'u 31-40 yaş grubu arasında yer almaktadır. Bunu sırasıyla, %21 ile 18-30 yaş grubu, %18 ile 41-50 yaş gurubu ve %12 ile 51 ve üzeri yaş grubu izlemektedir. Katılımcıların %59'u üniversite ve %29'u da lisansüstü eğitim düzeyine sahiptir. Bu açıdan bakıldığında Pastoral Vadi'yi tercih eden katılımcıların oldukça yüksek eğitim düzeyine sahip oldukları dikkati çekmektedir.

Gelir düzeyleri açısından katılımcılar karşılaştırıldığında %61'inin 3000 TL ve üzeri aylık gelire sahip olduğu görülmektedir. 1000 TL ve altında gelire sahip katılımcıların oranı ise %15 civarındadır. Yapılan değerlendirmelere göre, 3000 TL ve altında gelire sahip olan katılımcıların oranı %39 olup, bu katılımcıların bir kısmı çiftlikte gönüllülük esaslı ile hem çalışıp, hem konaklayan katılımcılardır. Katılımcılar sahip oldukları meslekleri açısından incelendiğinde ise, %46'sının serbest/ticaret, %12'sinin akademisyen/eğitimci, %19'unun memur, %16'sının çalışmayan ve %13'ünün sanatçı/tasarımcı gibi mesleklere sahip olduğu görülmektedir. Katılımcılar geldikleri bölgeler açısından değerlendirildiğinde ise, bölgesel gelişmişlik düzeyi açısından ilk sırada yer alan Marmara Bölgesi'nden (%70) katılımın en yüksek olduğu görülmektedir. Elde edilen bu bulgular, ziyaretçilerin genel olarak yüksek eğitim ve gelir düzeyine sahip olduklarını, büyük şehirlerden geldiklerini ve çok farklı sektörlerde çalıştıklarını göstermektedir.

3.2. Katılımcıların tatillerine ilişkin tutum ve tercihleri

Katılımların tatilleri ile ilgili tutum ve tercihleri araştırılırken, ilk olarak daha önce ekolojik tatile katılıp katılmadıkları ve tesisteki konaklama amaçları araştırılmıştır. Çizelge 2'de katılımcıların tatilleri ile ilgili bazı tercihlerine ilişkin bulgular verilmiştir. Çizelge 2 incelendiğinde, katılımcıların %63'ünün daha önce ekolojik içerikli bir tatile katılmadıkları görülmektedir. Oranın bu denli yüksek oluşu, katılımcıların yeni ve farklı şeyler deneme arzuları ile bunun yarattığı heyecan hissinden kaynaklanmaktadır. Katılımcıların konaklama amaçları

incelendiğinde %48'inin macera/heyecan amaçlı tesiste konakladığı ve %84'ünün tesise ilk defa geldiği görülmektedir. Tesisin seçilmesinde etkili olan bilgi kaynakları incelendiğinde ise, katılımcıların %55'inin tanıdık tavsiyelerini dikkate alarak seçim yaptığı dikkati çekmektedir. Tüm bu bulgular, ekolojik temalı tatil talebinin toplumda giderek arttığını ve müşteri tavsiyelerinin tüketici tercihlerinde önemli ölçüde etkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca, katılımcıların %41'i tesisi internet üzerinden araştırmış ve tercih etmiştir. İşletme sahibi de bu durumu doğrulamaktadır. İşletme sahibi, işletmeye ait web sayfasını inceleyen birçok müşterinin kendilerini arayarak iletişime geçtiklerini yapılan görüşmelerde ifade etmiştir. Bu durum, internetin işletmenin tanıtımında ve müşterileri ile iletişimin sağlanmasında önemli olduğunu göstermektedir.

Çizelge 1. Katılımcıların bazı profil özellikleri

Profil Özellikleri	(%)	
Cinsiyet	Kadın	65
	Erkek	35
Yaş	18-30	21
	31-40	49
	41-50	18
	>50	12
Eğitim	İlköğretim	3
	Lise	9
	Üniversite	59
	Lisansüstü	29
Gelir Seviyesi	0-1000	15
	1001-2000	7
	2001-3000	17
	>3000	61
Meslek	Serbest çalışan/ticaret	46
	Çalışmayan	16
	Memur/işçi	13
	Sanatçı/tasarımcı	13
Gelinen Bölge	Akademisyen/eğitimci	12
	Marmara	70
	Ege/Akdeniz	21
	İç/Orta/Güney Doğu	9

Çizelge 2. Katılımcıların tatillerine ilişkin bazı tutum ve tercihleri

Sorular	Yanıtlar	%
Daha önce ekolojik tatile katılıp katılmadıkları	Hayır	63
	Evet	37
Konaklama amaçları	Macera/heyecan	48
	Dinlenme	39
	Tatil	13
Tesis seçiminde etkili bilgi kaynakları	Tanıdık tavsiyeleri	55
	İnternet	41
	TV/dergi/broşür vb.	4
Tatile kiminle katıldıkları	Aile	69
	Arkadaşlar	24
	Yalnız	7
Tesise tekrar gelip gelmeyecekleri	Evet	98
	Hayır	2
Tavsiye edip etmeyecekleri	Evet	99
	Hayır	1
Tesise geliş sayıları	İlk	84
	2. defa	16
	0-2000	32
Tatil için ayrılan bütçe	2001-4000	27
	>4000	41
	1-3	22
Konaklama süreleri (gün)	4-6	41
	7-9	23
	>9	14

Katılımcılar memnuniyetleri açısından karşılaştırıldığında, %98'i yaptıkları tatilden memnun kaldıklarını ve tekrar ekolojik tatile katılmak istediklerini, %99'u da tesisi başkalarına tavsiye edeceğini ifade etmektedir. Katılımcıların %84'ünün tesise ilk defa geldiği düşünüldüğünde memnuniyet oranının oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Yine Çizelge 2'den izlenebileceği üzere, katılımcıların genellikle aile ve arkadaşlarıyla tatile çıktıkları ve 4-6 günlük konaklama sürelerini tercih ettikleri görülmektedir. Ayrıca katılımcıların %41'i tatilleri için 4000 TL ve üzerinde bir bütçe ayırmaktadır.

Çalışmada katılımcı profilleri ve tercihleri ile ilgili ilişkileri belirlemek için kıkare testi yapılmış ve istatistiksel açıdan anlamlı ilişki bulunan test bulguları Çizelge 3'te sunulmuştur. Buna göre katılımcıların işletmeye geliş sayıları ile demografik özellikleri arasında yapılan kıkare testi bulgularına göre, katılımcıların tesise geliş sayıları ve cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir ($\chi^2=4,239$; $sd=1$; $p=0,005$). Yapılan değerlendirmeler sonucunda tesisi ikinci defa tercih eden katılımcıların ağırlıklı olarak kadınlar olduğu görülmüştür.

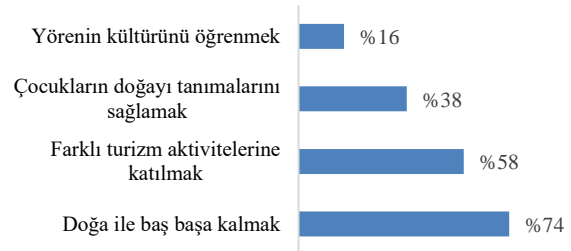
Katılımcıların yıllık tatil masrafları için ayırdıkları bütçe ile yaşları arasında yapılan kıkare testi bulgularına göre katılımcı yaşları ve tatil masrafları için ayrılan bütçe miktarı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir ($\chi^2=21,071$; $sd=6$; $p=0,002$). Yapılan değerlendirmeler sonucunda, 31-40 yaş grubunda yer alan katılımcıların tatilleri için yıllık 4000 TL ve üzerinde bir bütçe ayırdıkları dikkati çekmektedir. Tatil için ayrılan bütçe miktarı katılımcı meslekleri açısından değerlendirildiğinde, yapılan kıkare testi bulgularına göre yine istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir ($\chi^2=24,355$; $sd=8$; $p=0,002$) anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Çalışmayan ya da herhangi bir işe sahip olmayan katılımcılar beklendiği üzere en az bütçe miktarını ayırırken, serbest çalışan/ticaretle uğraşan katılımcılar ise, tatilleri için en yüksek bütçeyi ayırmaktadırlar. Tatil için ayrılan bütçe miktarı ile katılımcıların aylık gelir düzeyleri arasında yapılan kıkare testi bulgularına göre de istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir ($\chi^2=36,303$; $sd=6$; $p=0,001$). Yapılan değerlendirmelerde, beklendiği üzere gelir düzeyi arttıkça yıllık tatil masrafları için ayrılan bütçenin de artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Katılımcıların konaklama süresi tercihleri ile eğitim düzeyleri arasında yapılan kıkare testi bulguları ($\chi^2=17,233$; $sd=9$; $p=0,045$), konaklama süreleri ve eğitim düzeyleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir. Yapılan analizler, lisansüstü eğitim düzeyindeki katılımcıların ağırlıklı olarak 4-6 günlük konaklama süresini tercih ettiklerini göstermiştir. Konaklama süreleri ile katılımcı meslekleri arasında yapılan kıkare testi bulgularına ($\chi^2=21,266$; $sd=12$; $p=0,047$) göre ise, herhangi bir işe sahip olmayan katılımcıların tesiste daha uzun süre kaldıkları belirlenmiştir. Bu grubun neden daha uzun süre konakladığı incelendiğinde, herhangi bir işleri olmaması nedeni ile daha çok boş vakitleri olduğu ve bu süreyi işletmede gönüllü çalışarak değerlendirdikleri belirlenmiştir. Konaklama süreleri ile ilgili diğer bir istatistiksel ilişki de gelirler açısından tespit edilmiştir. ($\chi^2=22,445$; $sd=9$; $p=0,008$). Buna göre, gelir seviyesi yüksek katılımcılar 4-6 günlük konaklama sürelerini tercih etmektedirler.

3.3. Katılımcıların işletmeyi tercih nedenleri

Katılımcıların işletmeyi tercih nedenleri, *yörenin kültürünü öğrenmek, farklı turizm aktivitelerine katılmak, doğa ile baş başa kalmak ve çocuklarının doğayı tanımalarını sağlamak* olmak üzere 4 başlık altında değerlendirilmiştir. Bunlara ilişkin bulgular ise, Şekil 2'de verilmiştir. Katılımcıların işletmeyi tercih nedenlerinin başında doğa ile baş başa kalmak tercihi yer almaktadır. Buna sırasıyla farklı turizm aktivitelerine katılmak, çocukların doğayı tanımalarını sağlamak ve yörenin kültürünü öğrenmek izlenmektedir.

Katılımcıların işletmeyi tercih etme nedenleri ve demografik özellikleri ile ilgili ilişkileri ortaya koyabilmek için yapılan kıkare testi bulguları ise Çizelge 4'te verilmiştir. Buna göre, katılımcıların eğitim düzeyleri ile farklı turizm aktivitelerine katılmak tercihi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir ($\chi^2=12,539$; $sd=3$; $p=0,006$). Yapılan analizler, eğitim düzeyi yüksek katılımcıların işletmeyi farklı turizm aktivitelerine katılmak amacı ile tercih ettiklerini göstermiştir.



Şekil 2. Katılımcıların işletmeyi tercih nedenleri

Çizelge 3. Katılımcı profilleri ve tercihlerine ilişkin istatistik ilişkiler

Tercih	Özellik	χ^2	sd	p*
Tesise geliş sayıları	Cinsiyet	4,239	1	0,005
	Yaş	21,071	6	0,002
Tatil için ayrılan bütçe	Meslek	24,355	8	0,002
	Aylık gelir	36,303	6	0,001
	Eğitim	17,233	9	0,045
Konaklama süreleri	Meslek	21,266	12	0,047
	Aylık gelir	22,445	9	0,008

* $p < 0,05$

Çizelge 4. Katılımcıların işletmeyi tercih nedenlerine ilişkin istatistik bulgular

Tercih	Özellik	χ^2	sd	p*
Farklı turizm aktivitelerine katılmak	Eğitim	12,539	3	0,006
Çocukların doğayı tanımalarını sağlamak	Yaş	22,269	3	0,001
Doğa ile baş başa kalmak	Meslek	7,704	4	0,010

* $p < 0,05$

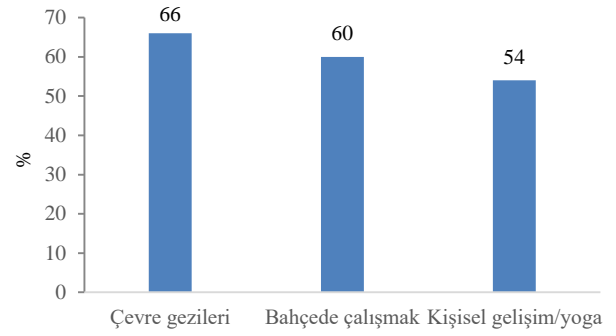
Benzer şekilde, katılımcıların yaşları ile işletmeyi seçme nedenleri arasında yapılan kıkare testi bulgularına göre ise, katılımcı yaşları ile çocukların doğayı tanımlarını sağlamak tercihi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir ($\chi^2=22,269$; $sd=3$; $p=0,001$). Yapılan değerlendirmeler, 31-40 yaş grubundaki bireylerin işletmeyi çocuklarının doğayı tanımlarını sağlamak amacı ile tercih ettiklerini göstermektedir. Katılımcıların meslekleri ile işletmeyi seçme nedenleri arasında yapılan kıkare testi bulgularına göre de katılımcı meslekleri ile doğa ile baş başa kalmak tercihi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir ($\chi^2=7,704$; $sd=4$; $p=0,010$). Yapılan analizler, serbest çalışan/ticaret meslek grubundaki katılımcıların işletmeyi doğa ile baş başa kalmak amacı ile seçtikleri görülmektedir.

3.4. İşletme etkinlikleri

İşletme sahibinden alınan bilgilere göre, Pastoral Vadi işletmesi konuklarına çeşitli etkinlikler sunmaktadır. Çalışmada, bu etkinlikler genel olarak *bahçede çalışmak*, *çevre gezileri*, *kişisel gelişim/yoga* başlıkları altında gruplandırılmıştır (Şekil 3). Ancak, her grup, kendi içerisinde alt etkinlikler içermektedir. Örneğin çevre gezileri yaya, bisikletli ve atlı olarak yapılabilmektedir. Şekil 6 incelendiğinde, katılımcıların %66'sının çevre gezileri etkinliğine katıldığı, %34'ünün katılmadığı, %60'ının bahçede çalışmak etkinliğine katıldığı, %40'ının katılmadığı, %54'ünün kişisel gelişim/yoga etkinliğine katıldığı, %46'ısının ise katılmadığı görülmektedir.

Katılımcıların işletme içerisinde katıldıkları etkinlikler ile bazı demografik özellikleri arasındaki ilişkileri daha iyi analiz edebilmek için yapılan kıkare testi bulguları Çizelge 5'te verilmiştir. Buna göre, katılımcıların cinsiyetleri ile kişisel gelişim/yoga etkinliği arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir ($\chi^2=4,249$; $sd=1$; $p=0,039$). Yapılan analizler, kadınların kişisel gelişim/yoga etkinliklerini erkeklere göre daha fazla tercih ettiğini göstermiştir. Benzer şekilde katılımcıların geldikleri bölgeler ve kişisel gelişim/yoga etkinliği arasında da istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir ($\chi^2=10,155$; $sd=2$; $p=0,006$). Marmara Bölgesi'nden gelen katılımcılar kişisel gelişim/yoga etkinliğini diğer bölgelerden gelenlere göre daha çok tercih etmektedirler.

Yine yapılan kıkare testi bulgularına göre ($\chi^2=13,150$; $sd=2$; $p=0,001$), katılımcıların katıldıkları etkinlikler ile tatile kiminle geldikleri konusu arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. Yapılan analizler, tatile arkadaşları ile gelen katılımcıların, kişisel gelişim/yoga etkinliğini ağırlıklı olarak tercih ettiklerini göstermiştir. Kişisel gelişim/yoga etkinliği ile ilgili bir diğer istatistiksel ilişki ise katılımcıların daha önce ekolojik tatile katılıp katılmadıkları konusu arasında tespit edilmiştir ($\chi^2=11,108$; $sd=1$; $p=0,001$). Yapılan değerlendirmelerde kişisel gelişim/yoga etkinliğini tercih eden katılımcıların daha önceden benzeri bir ekolojik tatile katıldıkları belirlenmiştir.



Şekil 3. Katılımcıların etkinlik tercihleri

Çizelge 5. Katılımcıların etkinlik tercihlerine ilişkin kıkare testi bulguları

Etkinlik	Özellik	X ²	sd	p*
Kişisel gelişim/yoga	Cinsiyet	4,249	1	0,039
	Gelinen bölge	10,155	2	0,006
	Tatile kiminle geldiği	13,150	2	0,001
	Daha önce ekolojik tatile katılma	11,108	1	0,001

* $p<0,05$

4. Tartışma ve sonuç

Dünya genelindeki hızlı, ekonomik, siyasal, teknolojik gelişmelerle birlikte turizmin boyutları giderek daha da genişlemiş ve ülke ekonomilerinde çok daha önemli bir konuma sahip olmuştur. Yaşanan bu gelişmeler, kişilerin tercihlerini, klasik turizm ürünlerinden bireysel deneyimlerin ön planda olduğu ve özel ilgi gerektiren ürünlere doğru yönlendirmiştir (Korkmaz ve Tolunay, 2002). Özellikle doğaya dönme isteği, şehir hayatının yarattığı stres, insanların doğal ürünlere olan ilgisi, çevre konusunda artan duyarlılık, eğitim ve gelir seviyesindeki artışlar vb. gibi nedenlerden dolayı tarım turizmi, çiftlik turizmi, ekolojik çiftlikler gibi alternatif ürünler turizm pazarında kendilerine artan oranda yer bulmaya başlamıştır. Bu tip turizm faaliyetleri konuklarına tüketmekten ziyade üretmeyi teşvik ederek, doğayı ve kültürü koruyarak doğa ile baş başa tatil yapma amaçlarını taşımaktadır. İçeriğinde sürdürülebilirlik felsefesini barındıran bu tarz alternatif ürünlere yönelimin gelecekte de aratarak devam edeceği yadsınamaz bir gerçek haline dönüşmüştür. Bu bağlamda Türkiye, doğal ve kültürel kaynak değerleri açısından oldukça zengin bir ülke olup, sürdürülebilir turizm için farklı olanaklar sunabilecek bir yapıya sahiptir.

Çalışma sonuçlarına göre, Pastoral Vadi Ekolojik Yaşam Çiftliği kırsal yaşamla bütünleşme, yerel kültür atölyelerinde el becerilerini geliştirme, toprakla uğraşma ve stresten uzaklaşma gibi faaliyetlerle, bireylere eskiye dönme, doğayla iç içe bir tatil yapma vb. gibi tercihler sunmaktadır. Çiftlikte tatil yapanlar, gönüllü (konaklama süresince çalışanlar) ve konuk (konaklama ve aldığı hizmet karşılığında para ödeyenler) olarak ikiye ayrılmaktadır (Artuğer vd., 2013). Tesisteki bu uygulama ise, daha düşük gelir düzeyine sahip bireyler için hem çalışıp hem de tatil yapma olanağı sunmaktadır. Eğitim ve gelir seviyesindeki artışların tüketicilerin tercihlerini etkilediği çalışma bulgularından izlenebilmektedir. Pastoral Vadi'yi ziyaret eden bireylerin genel olarak, yüksek eğitim ve gelir düzeyine sahip, orta yaşta, yerel değerlere ve yörenin

kültürüne meraklı, büyük şehirlerde yaşayan doğaya geri dönme arzusunda olan bireylerden oluştuğu tespit edilmiştir. Bu durum, çalışmaya katılanların çevresel duyarlılıklarının yüksek olduğunu göstermektedir. Civelek vd., (2014) tarafından yapılan benzer bir çalışmanın sonuçlarına göre de çiftlik ziyaretçilerinin çevresel duyarlılığa sahip olduğu, yerel halkın hayat tarzına ve gelenek-göreneklerine saygı gösterdikleri bildirilmektedir.

Çalışmada, 31-40 yaş aralığındaki katılımcıların tatilleri için daha fazla bütçe ayırdığı belirlenmiştir. Benzer şekilde, gelir düzeyi yüksek olan katılımcıların da tatil için ayırdıkları bütçenin yüksek olduğu görülmektedir. Ancak, tatil için ayrılan bütçenin artması konaklama süresini artırmamaktadır. Gelir düzeyi yüksek katılımcılar ağırlıklı olarak 4-6 günlük konaklama süresini tercih etmektedirler. Yine konaklama süresi açısından bakıldığında yüksek lisans/doktora derecesine sahip katılımcılarında, ağırlıklı olarak 4-6 günlük konaklama süresini tercih ettikleri görülmektedir. İşletmenin, bu verileri müşterilerine sundukları/sunacakları hizmetlerin fiyat, kalite ve sürelerini belirlerken kullanması işletmenin sürdürülebilirliği açısından önem taşımaktadır.

İşletmenin sürdürülebilirliği ve müşteri devamlılığı açısından bakıldığında, özellikle kadın bireylerin tercihleri önemli faktörlerden birisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Çalışmada tesisi ikinci defa tercih eden bireylerin ağırlıklı olarak kadın bireylerden oluştuğu dikkati çekmektedir. Yine çalışma sonuçlarına göre, yaş ortalaması yüksek olan kadın bireyler işletmeyi, çocukların doğayı tanımasını sağlamak amacıyla tercih etmektedirler. Ayrıca, bu bireyler işletme etkinliklerinin çocuklarının kişisel gelişimine önemli katkısı olduğunu düşünmektedirler. İşletme seçiminde etkili olan diğer bir husus ise katılımcıların eğitim düzeyidir. Eğitim düzeyi yüksek katılımcılar işletmeyi farklı turizm aktivitelerine katılmak amacı ile tercih etmektedirler. Katılımcıların meslekleri açısından bakıldığında ise, serbest çalışan/ticaret meslek grubundaki katılımcılar işletmeyi doğa ile baş başa kalmak amacı ile seçmektedirler. Oppermann (1996) tarafından yapılan bir çalışmada da benzer bir sonuç dikkati çekmektedir. Çalışmada Almanya'daki çiftlik turistlerinin seyahat nedenleri incelenmiş ve bu nedenlerin başında doğa/doğal çevrenin yer aldığı belirlenmiştir. Bununla birlikte katılımcıların çok az bir kısmı hiçbir etkinliğe katılmayıp, mevcut etkinliklere katılanları izlemekle yetinmektedirler. Benzer bir değerlendirmeye Eatherley (2005) tarafından yapılan çalışmada da yer verilmiş olup, çalışmaya göre katılımcılar çiftlik turizmi faaliyetlerine bizzat katılmak yerine izleyici olarak da ilgi gösterebilmektedirler.

Bu sonuçlar, özellikle alternatif turizm ürünleri sunan işletmelerin hedef kitle ve hedef kitleye uygun hizmetlerin seçiminde demografik özelliklerin büyük önem taşıdığını göstermektedir. Hatta farklı coğrafik bölgelerden gelen katılımcılar işletmede sunulan farklı etkinlikleri tercih etmektedirler. Bu hususta tatile kiminle geldiği konusu bile farklı tercihlere sebep olmaktadır. Çalışma bulgularına göre göre tatile aileleri ile gelen katılımcılar ağırlıklı olarak çevre gezilerini tercih ederken, arkadaşları ile gelenler kişisel gelişim/yoga seçeneğini tercih etmektedirler. Williams vd., (2001), Tiraieyari ve Hamzah, (2012), Artuğer ve Kendir (2013) tarafından yapılan çalışmalarda da çiftlik turizmine ilgi duyan turistlerin genellikle yüksek eğitim seviyesine sahip oldukları ve orta yaşlı bireylerin

bahçede çalışmayı tercih ederken, genç bireylerin doğaya yönelik macera içerikli etkinlikleri tercih ettiği bildirilmektedir.

Çalışma bulgularına göre, katılımcıların işletmeyi seçmede başvurdukları en önemli bilgi kaynağı tanıdık tavsiyeleridir. Bunu internet ve internet üzerinden paylaşılan müşteri yorumları takip etmektedir. Bu durum, ekolojik temalı tatil seçimlerinde müşteri tavsiyelerinin tüketici tercihlerinde önemli derecede etkili olduğunu göstermektedir. Ekolojik çiftliklerin Türkiye turizm pazarına yeni giren ürünler olduğu düşünüldüğünde, müşteri memnuniyetinin bu işletmeler açısından daha da önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Benzer şekilde ekolojik çiftlik işletmecilerinin de, işletmelerinin internet üzerinden tanıtımına ve misafir yorumlarına önem verdikleri Ahmadova ve Akova (2016) tarafından yapılan çalışmada ifade edilmektedir.

Çalışmada katılımcılardan farklı aktivite önerileri de istenmiş olup, bu kapsamda katılımcılar çeşitli önerilerde bulunmuşlardır. Bu öneriler, ekolojik temizlik malzemesi yapmak, bitki ve hayvan türleri hakkında bilgilendirilmek, yöresel yemek kurslarına katılmak, süt sağımı ve peynir yapımının öğretilmesi şeklinde sıralanmıştır. Ancak, işletmeler, müşteri tercihlerini dikkate alırken, işletmenin belirlediği ekolojik temaya uygun olan hizmetleri seçerek müşterilerine sunmaya gayret göstermelidirler.

Türkiye, turizm çeşitliliği açısından önemli bir potansiyele sahip olup, çiftlik turizminin de, bulunduğu bölgeye sosyo-kültürel, ekolojik, ekonomik ve politik yönden pek çok etkisi bulunmaktadır (Uygur ve Akdu, 2009). Doğru bir planlama ve uygulama ile bu etkilerin öncelikle yerel ve bölgesel, sonrasında ise, ülke genelinde olumlu sonuçlar ortaya çıkaracağı yadsınamaz bir gerçektir. Ancak, dünya üzerinde yaşanan gelişmeler turist tercihlerini değiştirmiş, pazardan daha fazla pay almak isteyen işletmeleri ise, ürün çeşitlendirmeye doğru yönlendirmiştir. Turizmde, sürdürülebilirlik felsefesinin de etkisi ile ortaya çıkan yeni eğilimler, doğal ve kültürel değerlerin zarar görmesini engelleyici, tüketmekten ziyade üretmeyi, doğaya ve doğala yönelmeyi teşvik edici özellikler taşımaktadır. Ayrıca, bu eğilimler, kırsal kalkınmaya ve kültürel gelişimin sağlanmasına da katkı sağlamaktadırlar. Bu nedenlerle de ekolojik tatil çiftlikleri sürdürülebilir turizm uygulamaları açısından büyük önem taşımaktadır. Mevcut çalışmalar ve araştırma bulgularından hareketle, gelecekte alternatif turizm ürünü tercihlerinin giderek artacağı ve dolayısı ile ekolojik temalı işletmelere yapılacak yatırımların da artacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda sürdürülebilirlik ilkesi kapsamında turizm ürünlerinin çeşitlendirilmesi ve bu ürünleri tercih eden müşterilerin talepleri ile dengeli olarak pazara sunulması, hem turizm sürdürülebilirliği, hem işletmelerin sürdürülebilirliği hem de doğal kaynak sürdürülebilirliği açısından önem taşımaktadır.

Teşekkür

Çalışma, TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Yurt İçi Araştırma Projeleri Destek Programı (Proje No: 1919B011401638) tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Ahmadova, S., Akova, O., 2016. Türkiye’de organik ekoturizm çiftlikleri üzerine bir araştırma. Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 6 (1): 14-29.
- Akten, M., Tanrıbir, E., 2014. Determination of demands and trends of visitors for the potential of ecotourism of Isparta Eğirdir and surrounding. International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAS), 15(2): 321-342.
- Akyol, A., Tolunay, A., 2014. Sürdürülebilir orman yönetimi ölçüt ve göstergelerinin Türkiye için modellenmesi. Türkiye Ormanlık Dergisi, 15: 21-32.
- Akyol, A., Tolunay, A., 2012. Yenişarbademli ilçesinin ekoturizm potansiyeli ve gelişiminin sürdürülebilirliği üzerine değerlendirmeler. 2. Ulusal Kırsal Turizm Sempozyumu, 20-22 Eylül 2012, Aksaray Üniversitesi, Aksaray, s. 25-35.
- Alkan, H., 2013. Ormanlık ve orman ürünleri programı öğrencilerine yönelik bir araştırma. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 14: 88-94.
- Alkan, H., Korkmaz, M., McGill, D.W., Eker, M., 2010. Conflicts in benefits from sustainable natural resources management: Two diverse examples from Turkey. Journal of Environmental Biology, 31: 87-96.
- Artuğer, S., Kendir, H., 2013. Agritourist motivations: The case of Turkey. International Journal of Business and Management, 8(21): 63-69.
- Artuğer, S., Özkoç, A.G., Kendir, H., 2013. Ta-Tu-Ta (Tarım-Turizm-Takas) çiftliklerinin pazarlanması ve tanıtılması için öneriler. Uluslararası Sosyal ve Ekonomik Bilimler Dergisi, 3(1): 01-05.
- Busby, G., Rendle, S., 2000. The transition from tourism on farms to farm tourism. Tourism Management, 21(6): 635–642.
- Civelek, C., Dalgın, T., Çeken, H., 2014. Agro-turizm ve kırsal kalkınma ilişkisi: Muğla yöresindeki agro-turizm alanlarında bir araştırma. Turizm Akademik Dergisi, 1(1): 15-28.
- Clarke, J., 1999. Marketing structures for farm tourism: Beyond the individual provider of rural tourism. Journal of Sustainable Tourism, 7(1): 26-47.
- Çeltek, E., 2014. Çiftlik turizminde ürün geliştirme: Türkiye’deki ekolojik tarım turizmi çiftlikleri üzerinde bir inceleme. UHBAB, Uluslararası Hakemli Beşeri ve Akademik Bilimler Dergisi, 3(8): 90-114.
- Çubuk, M., 1996. Sürdürülebilir turizm: Turizm planlamasına ekolojik yaklaşım. 19. Dünya Şehircilik Günü Kolokiyumu, Alanya.
- Dernoi, L., 1983. Farm tourism in Europe. Tourism Management, 4(3): 155–166.
- Eatherley, D., 2006. Farm tourism: a way forward for the Shetland islands. MSc in Sustainable Development. University of Exeter. http://ibrarian.net/navon/paper/A_DISSERTATION_AIMS_AND_OBJECTIVES_Title.pdf?paperid=11182481, Erişim: 02.09.2016.
- Eymen, U.E., 2007. SPSS 15.0 Veri Analiz Yöntemleri. İstatistik Merkezi Yayınları, Ankara.
- Hacıoğlu, N., Avcıkurt, C., 2008. Turistik Ürün Çeşitlendirmesi. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Kaypak, Ş., 2012. Ekolojik turizm ve sürdürülebilir kırsal kalkınma. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 14(22): 11-29.
- Kılıç, B., Kurnaz, A., 2010. Alternatif turizm ve ürün çeşitliliği oluşturmada ekolojik çiftlikler: Pastoral Vadi örneği. İşletme Araştırmaları Dergisi, 2(4): 39-56.
- Korkmaz, M., Başkalkan, S.N., 2011. Eğirdir Gölü ve çevresinde turizm gelişiminin sürdürülebilirliği üzerine değerlendirmeler. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 12:62-69.
- Korkmaz, M., Tolunay, A., 2002. Kırsal kalkınma aracı olarak ekoturizm. Akdeniz Ülkeleri 1. Turizm Kongresi, Antalya, s. 429-443.
- Kurdoğlu, O., 2001. Koruma alanları ve ekoturizmin Karadeniz bölgesi açısından irdelenmesi. Orman ve Av, 4: 4-10.
- Leco, F., Pérez, A., Hernández, J.M., Campón, A.M., 2013. Rural tourists and their attitudes and motivations towards the practice of environmental activities such as agrotourism. Int. J. Environ. Res., 7(1): 255-264.
- Mendes, M., Pala, A., 2003. Type I error rate and power of three normality tests. Pakistan Journal of Information and Technology, 2(2): 135-139.
- Ok, K., 2010. Türkiye ormanlık sektörü açısından ekoturizm. Orman ekosistemlerinde ekoturizm çalışmayı ve 10. yılında TODEG, Türkiye Ormanlıklar Derneği Diğer Yayınlar Serisi:10, Ankara.
- Oppermann, M., 1996. Rural tourism in Southern Germany. Annals of Tourism Research, 23 (1): 86-102.
- Özdamar, K., 2004. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi. Kaan Kitabevi, Eskişehir.
- Öztürk, Y., Yazıcıoğlu, İ., 2002. Gelişmekte olan ülkeler için alternatif turizm faaliyetleri üzerine teorik bir çalışma. Gazi Üniversitesi Ticaret ve Turizm Eğitim Fakültesi Dergisi, 2: 183-195.
- Pastoral Vadi, 2016. Pastoral Vadi kurumsal web sitesi. <http://www.pastoralvadi.com/cifligimiz.aspx#prettyPhoto>, Erişim: 10.08.2016.
- Poon, A., 1993. Tourism, Technology and Competitive Strategies. Wallingford and Newyork, CAB International.
- Sharpley, R., Vass, A., 2006. Tourism, farming and diversification: An attitudinal study. Tourism Management, 27: 1040–1052.
- Sung, H.H., 2004. Classification of adventure travelers: Behavior, decision making and target markets. Journal of Travel Research, 42(4): 343-356.
- Eröz, S.S., Bozkurt, M., 2015. Kırsal turizm kapsamında çiftlik turizmi ve Rize ilinde uygulanabilirliği. Journal of Recreation and Tourism Research, 2(1): 1-9.
- Tiraieyari, N., Hamzah, A., 2012. Agri-tourism: Potential opportunities for farmers and local communities in Malaysia. African Journal of Agricultural Research, 6 (31): 4357-4361.
- Uygur, S.M., Akdu, U., 2009. Çiftlik turizmi, kırsal, tarım ve ekoturizmin kavramsal açıdan irdelenmesi. Ticaret ve Turizm Eğitim Fakültesi Dergisi, 1: 143-166.
- Williams, P., Paridaen, M., Dossa, K., Dumais, M., 2001. Agritourism market and product development status report. Centre For Tourism Policy and Research, Simon Fraser University Burnaby, BC, April 30, Canada.
- Yılmaz, H., 2008. Turizm çeşitlendirmesi kapsamında ekoturizmin ürünü olarak tatil çiftlikleri: Türkiye’deki tatil çiftliklerine yönelik SWOT analizi. Doktora tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyon.

Devlet orman işletmelerinde çalışan orman mühendislerinin görevi ihmal ve görevi kötüye kullanma suçlarının incelenmesi

Gökçe Gençay^{a,*}, Kübra Karal^a

Özet: Görevi ihmal ve görevi kötüye kullanma suçları, kamu görevlileri veya memurlar tarafından işlenen ve kamunun zarara uğraması ile sonuçlanan, kanunlarda suç olarak tanımlanmış eylemlerdir. Devlet orman işletmelerinde çalışan orman mühendisleri de Türkiye Cumhuriyeti kanunlarına göre devlet memuru sıfatındadır ve memurlara tanınan tüm hak, yetki, görev ve sorumluluklara haizdir. Bu çalışmada devlet orman işletmelerinde çalışan orman mühendislerinin, görevi ihmal ve görevi kötüye kullanma suçunun faili oldukları örnek olayların incelenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla, devlet orman işletmesinde görevli görevi ihmal ve görevi kötüye kullanma suçundan yargılanan orman mühendislerinin sanık olarak yer aldığı davalar, çok sayıda yüksek mahkeme kararları içerisinde seçilmiştir. Elektronik hukuk veri tabanından elde edilen örnek 110 Yargıtay kararı detaylı olarak analiz edilmiş ve konularına göre gruplandırılmıştır. Yapılan değerlendirme sonucunda; orman işleme şeflerinin görevi ihmal suçunun faili oldukları davaların çoğunun, orman suçlarına karşı tutanak tutulmamasından kaynaklandığı görülmüştür. Görevi kötüye kullanma suçu konusunda ise sanıkların mevki ve makamlarının kendilerine verdikleri yetkileri, bireysel veya diğer kişilere karşı haksız kazanç sağlama konusunda kullanmak istemelerinden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Bu suçların azalması hatta yok olması için memurların kendilerine verilen hak, yetki, görev ve sorumluluklarını çok iyi bilmesi ve sonucu suç teşkil eden eylemlere karışmaması gereklidir.

Anahtar kelimeler: Orman mühendisi, Görevi ihmal, Görevi kötüye kullanma, Yargıtay kararları

Investigation of crimes of official misconduct and neglect of duty of forest engineers working in state forest enterprises

Abstract: Crimes such as neglect of duty and misconduct are actions committed by public officer or civil servant ending up with public nuisance and also are actions defined as criminal acts in the law. According to laws of the Republic of Turkey, forest engineers working in the state forest administrations are qualified as public officer and also have all rights, duties, responsibilities and authority granted to public officers. In this study it was aimed to examine the case studies as the defendant of crimes of official misconduct and neglect of duty of the forest engineers who served as public officers. For this purpose, cases in which the forest engineers subject to neglect of duty and misconduct while they are in charge of state forest administrations have been selected among the hundreds of high court decisions. 110 examples of the Supreme Court decisions obtained from the Electronic Law Database were grouped according to their subjects and then analyzed in detail. As a result of the assessment; the majority of cases related to neglect of duty of the forest engineers aroused from not to take a minutes down for forest crimes. However, crimes related to misconduct aroused from their willingness to undeserved individual gains from defendants or other persons by use of their positions and authorities. To reduce or even eliminate such incident cases, it is necessary that officers must know the rights, authorities, duties and responsibilities given to them, and that they do not meddle in actions that constitute the resultant crime.

Keywords: Forest engineer, Neglect of duty, Misconduct, Supreme court decisions

1. Giriş

Günümüzde orman mühendislerinin büyük bir çoğunluğu devlet memurluğuna giriş sınavı olan Kamu Personeli Seçme Sınavı (KPSS) ile devlet memuru olarak Orman ve Su İşleri Bakanlığı veya Orman Genel Müdürlüğü (OGM) bünyesinde çeşitli birimlere atanarak çalışmaya başlamaktadır.

Sınavda başarılı olan ve gerekli şartları sağlayarak atanmış orman mühendisleri devlet memuru sıfatını aldıktan sonra, devlet memurlarının kazandığı bütün hak, yetki, ödev ve görevleri kazandığı gibi devlete ve vatandaşlara karşı birtakım sorumlulukları da üzerine almaktadır. Artık bir kamu görevlisi olan orman mühendisleri üstlenmiş oldukları

görevleri yerine getirirken başta Anayasa olmak üzere ilgili mevzuat tarafından kendilerine verilen görevleri gereği gibi yerine getirmek, ilgili tüm ilke ve esaslara uymak zorundadır.

Ancak bilindiği üzere hukuk kurallarına uyulmadığı takdirde birtakım yaptırımlarla karşılaşmaktadır. Devlet memurları ve diğer kamu görevlileri üzerlerine aldıkları görev ve sorumlulukları yerine getirirken, bazı durumlarda hukuk kurallarına aykırı olan ve kanunlara göre suç teşkil eden davranışlarda bulunabilmektedir. Böyle bir durumda ilgili memur veya kamu görevlisi, hukuk kurallarına uymamanın sonucunda yaptırımla karşılaşacak ve ceza kanunlarında öngörülen cezalarla yargılanacaktır.

✉ ^a Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Ormancılık Hukuku Anabilim Dalı, Bartın

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 16.12.2016, **Accepted** (Kabul tarihi): 08.03.2017



Devlet memuru olarak görev yapan orman mühendislerinin yasal sorumlulukları çerçevesinde görevlerini yerine getirirken birtakım sorumlulukları vardır. Bu sorumlulukların hilafına dair 657 sayılı Devlet Memurları Kanunu¹ ve 5237 sayılı Türk Ceza Kanununda² da düzenlemeler bulunmaktadır.

Türk hukuk sisteminde memurlar ve kamu görevlilerinin yargılanmaları genel yargılama usullerinden farklı olarak özel yargılama usullerine göre gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmada yargılama usulleri hariç tutulmuş, sadece devlet orman işletmelerinde çalışan orman mühendislerinin görevi ihmal ve görevi kötüye kullanma suçlarından dolayı yargıya taşınmış örnek olayları ve sonuçları irdelenmiştir.

Devlet Memurları Kanununun 36/II'nci maddesinde yer alan "Teknik Hizmetler" başlıklı gruba dahil olan ve devlet orman işletmelerinde çalışan orman mühendislerinin suç örneklerini incelemeye başlamadan önce, suç kavramı ve unsurlarının ortaya koyulması, ardından görevi ihmal ve görevi kötüye kullanma suçlarının yasal dayanakları ve ortaya çıkış şekilleri üzerinde kısaca durulması gereklidir.

2. Genel bilgiler

Devlet orman işletmelerinde çalışan orman mühendislerinin görevi ihmal ve görevi kötüye kullanma suçlarının faili oldukları örnek davalar incelenmeden önce, bu suçlar hakkında genel bilgilerin açıklanması gereklidir. Bu bağlamda aşağıda öncelikle genel anlamda suçun ve unsurlarının tanımları yapıldıktan sonra görevi ihmal ve görevi kötüye kullanma suçlarının tanım ve unsurları yapılmış ardından da bu suçların özel görünüş şekillerinden söz edilmiştir.

2.1. Suçun tanımı

Suç, toplumsal düzenin devamı açısından korunması gereken hukuki değerlerin bilerek ve istenerek ihlalini (kast) veya bu değerleri korumaya yönelik kurallara karşı özensizliği (taksir) ifade eden insan davranışlarıdır (Artuk vd., 2013). Görevi ihmal ve görevi kötüye kullanma da Türk Ceza Hukukunda suç olarak tanımlanmış hareketlerdendir. Bu suçlar hakkında genel bilgiler aşağıda verilmiştir.

Türk hukuk sisteminde suç ve cezaları düzenleyen genel hükümlerin temel kaynağı, 5237 sayılı Türk Ceza Kanunu (TCK)'dur. Görevi ihmal ve görevi kötüye kullanma suçları da, TCK'nın ikinci kitabının dördüncü kısmında "Millete ve Devlete Karşı Suçlar ve Son Hükümler" başlıklı 4. Kısımın "Kamu İdaresinin Güvenilirliğine ve İşleyişine Karşı Suçlar" başlıklı birinci bölümündeki kamu idaresine karşı işlenen suçlar arasında yer almaktadır.

Görevi ihmal; herhangi bir görevi yerine getirmekle yükümlü olan bir kişinin bulunduğu konum itibarıyla, yapmak zorunda olduğu bir işi yapmaması ya da belirli bir süre içerisinde yapılabilecek olan bir işi uygun bir süre içinde haklı bir neden olmaksızın yerine getirmemesi ve ihmal sonucunda hizmete muhatap olan kişi veya kuruluşların mağdur olmaları durumudur (Ateş, 2011).

Görevi kötüye kullanma ise; bir görevlinin, kendisine verilen görevleri yasaya ve diğer kurallara aykırı olarak

hareket etmesi, vazifeyi suiistimal etmesi olarak tanımlanmıştır (Yılmaz, 2005).

2.2. Suçun faili ve mağduru

Ceza Kanununun yukarıda adı geçen bölümünde yer alan bu suçların büyük bir kısmı sadece kamu görevlileri tarafından işlenebilmektedir (Toroslu, 2012). Görevi ihmal ve görevi kötüye kullanma suçunun faili de kamu görevlisi veya memur olup, suçun zarara uğrayan tarafı kamu idaresi ve toplumdur. Bu yüzden öncelikle memur, kamu görevlisi ve kamu idaresi kavramları aşağıdaki gibi kısaca açıklanmıştır.

Kamu idaresi; kamu yararını gerçekleştirmek için kamu gücü ile donatılmış, kuruluşu ve çalışma şekli kanunlarla düzenlenmiş (Gözler ve Kaplan, 2012) tüm kamusal kuruluşları ve bunların işleyişlerini içeren kavramdır (Yıldırım, 2013).

Kamu görevlisi; bir kamu kurum ya da kuruluşuna bağlı olarak, kamuya yararlı bir hizmet gören devletin bütün organlarında görev yapanlardır (Günday, 2003). Ancak her kamu hizmeti gören, kamu görevlisi değildir. Örneğin avukatlar kamu hizmeti gördükleri halde bir kamu kurumuna bağlı çalışmadıkları sürece kamu görevlisi sayılmazlar. Kamu görevlilerinin ağırlık noktasını memurlar oluşturmaktadır. Bunlar, kamu kurum ve kuruluşlarının idare hukuku tarafından düzenlenen "asli ve sürekli" kamu hizmetlerini yürüten kişilerdir (Yıldırım, 2013).

Memur; 657 sayılı Devlet Memurları Kanununun 4/A maddesine göre "Mevcut kuruluş biçimine bakılmaksızın, devlet ve diğer kamu tüzel kişiliklerince genel idare esaslarına göre yürütülen asli ve sürekli kamu hizmetlerini ifa ile görevlendirilenler"dir.

Ülkemizde yıllardır kullanılan ve benimsenen bir kavram olan "memur" kavramı, Avrupa Birliği uyum süreci ile başlatılan anayasa değişiklikleri ve takiben gerçekleştirilen kanun reformu sürecinde ceza kanunu bakımından yerini "kamu görevlisi" ifadesine bırakmıştır (Demren Dönmez, 2011).

Kamu görevlisi olmayan kişiler, tek başlarına görevi ihmal ve görevi kötüye kullanma suçlarının faili olamazlar ancak söz konusu suçlara iştirak edebilirler. TCK'nın özgü suçlara iştirakini düzenleyen 40'ıncı maddesinin ikinci fıkrasında, özgü suçlar bakımından ancak özel faillik niteliğini taşıyan kimselerin fail olabileceği, bu niteliği taşımayan kişilerin ise azmettiren veya yardım eden olarak iştirak eden sayılacakları düzenlenmiştir. Bu nedenle kamu görevlisi niteliğine sahip olmayanlar, görevi kötüye kullanma suçuna ancak azmettiren veya yardım eden sıfatıyla iştirak edebilecektir (Okuyucu-Ergün, 2009).

Ceza hukukunda memurluk veya kamu görevliliği üç açıdan önem taşır. Birincisi, memurluk ve kamu görevliliği cezalar açısından ağırlaştırıcı bir etkidir. İkincisi, bazı suçlar sadece memurlar ve kamu görevlileri açısından işlenebilir. Üçüncüsü ise, memurların ve kamu görevlilerinin yargılanması kural olarak özel usullere tabidir (Yıldırım, 2013). Çünkü bu tip suçlarda failin kamu görevlisi olması halinde, soruşturma ve kovuşturma usulü farklı olmakta ve 4483 sayılı Memurlar ve Diğer Kamu Görevlilerinin Yargılanması Hakkındaki Kanun ve diğer bağlantılı kanunlar çerçevesinde gerçekleştirilmektedir (Memiş Kartal, 2013). 4483 sayılı Kanun'un 1'inci maddesine göre "Kanunun amacı, memurlar ve diğer kamu görevlilerinin

¹ Yayımlandığı Resmi Gazete: Tarih: 23/7/1965, Sayı: 12056.

² Yayımlandığı Resmi Gazete: Tarih: 12/10/2004, Sayı: 25611

görevleri sebebiyle işledikleri suçlardan dolayı yargılanabilmeleri için izin vermeye yetkili mercileri belirtmek ve izlenecek usulü düzenlemektir". Devlet memuru ve kamu görevlilerinin yargılanma usul ve esasları oldukça geniş ve detaylı bir konu olup, ayrı bir çalışma üzerinde detaylandırılması gereklidir. Bu nedenle bu çalışmanın dışında tutulmuştur.

Görevi ihmal ve kötüye kullanma suçu kamu kurumlarında çalışan her kişinin sorumlu olabileceği türden bir suç olup, bunlardan biri de çalışma konusunu oluşturan devlet orman işletmelerinde çalışan orman mühendisleridir.

Orman ve Su İşleri Bakanlığı ve Orman Genel Müdürlüğü (OGM) bünyesinde çalışan kadrolu orman mühendisleri de 657 sayılı Devlet Memurları Kanununa tabidir. Devlet memurları kanunu genel bir kanundur ve Türkiye Cumhuriyeti içinde devlet memuru olarak çalışan tüm kamu görevlilerini kapsar. Bunun dışında bakanlık ve OGM bünyesinde çalışan orman mühendisleri için özel kanun olarak niteleyebileceğimiz teşkilat kanunu, Kanun Hükmünde Kararname (KHK) ve yönetmelikler de bulunmaktadır. Bunlardan önemlileri;

- 645 sayılı Orman ve Su İşleri Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname,
- 3234 sayılı Orman Genel Müdürlüğü Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararnamenin Değiştirilerek Kabulü Hakkında Kanun,
- Orman Genel Müdürlüğü Taşra Teşkilatı Kuruluş ve Görev Yönetmeliği,
- Devlet Orman İşletmesi ve Döner Sermayesi Yönetmeliğidir.

Yukarıda bahsedilen mevzuatta, kamu görevlisi olarak ormancılık teşkilatının her biriminde çalışan orman mühendislerinin görevleri, sorumlulukları, hak ve yetkileri düzenlenmektedir. Dolayısıyla Devlet orman işletmelerinde çalışan orman mühendisleri de bu düzenlemelere tabidir. Örneğin; Devlet Orman İşletmesi ve Döner Sermayesi Yönetmeliği'nin 1/a maddesinde devlet orman işletmelerinin amaç ve görevleri her görev alanı için ayrı ayrı tüm görevler hüküm altına alındıktan sonra, son maddede "*özel kanun ve tüzüklerle verilen sair görevleri ve ormana ilişkin bütün işlem ve hizmetleri görmek ve başarmaktır*" diyerek görev alanının ucunu açık bırakmaktadır. Teşkilatın ana amaçlarının başında ormanların korunması, geliştirilmesi, işletilmesi, ıslahı ve bakımı olduğu için kurumda çalışan personelin her zaman temelde bu amaca hizmet etmesi gereklidir.

Ancak bazı zamanlarda ve durumlarda kamu görevlisi olarak çalışan orman mühendislerinin görevlerini kötüye kullandığı, görevlerini ihmal etmek suretiyle kamuyu zarara uğrattığı da görülebilmektedir. Kamu kurumunda çalışan orman mühendisleri görevlerini ifa ederken, görevi ihmal ve görevi kötüye kullanma suçlarının unsurlarının gerçekleşmesine neden olduklarında, suçun faili durumuna düşerler ve yargılama süreci başlar. Bu nedenle oldukça önemli ve zorlu olan bu süreçte maruz kalmamaları için orman mühendislerinin görev alanlarını, sorumluluklarını, hukuksal hak ve yetkilerini çok iyi bilmeleri, kanunen uymak zorunda oldukları gereken davranışlara her zaman dikkat etmeleri gerekmektedir.

2.3. Görevi kötüye kullanma suçunun unsurları

Bir olayda insan davranışının suç olarak kabul edilebilmesi için gerçekleşmesi gereken bazı şartlar vardır ki bunlar; suçun kanuni unsuru, suçun maddi unsuru, suçun manevi unsurudur. Ceza hukukuna göre bir suçun oluşması için yukarıda sayılan unsurların oluşması gereklidir. Çalışma konusu olan görevi kötüye kullanma suçunun ortaya çıkması için gerekli olan unsurlar detaylı olarak aşağıda incelenmiştir.

Kanuni unsur;

Suçta kanunilik unsuru, suç olarak nitelendirilen bir hareketin herhangi bir kanunda tanımlanmış olması olup (Elvan, 2010) kısaca "kanunsuz suç olmaz" tabiri, kanuni unsuru tam olarak tanımlamaktadır. TCK'nın "*Görevi Kötüye Kullanma Suçu*" başlıklı 257'nci maddesi bu unsuru sağlamıştır. İlgili maddenin birinci fıkrasında "*kanunda ayrıca suç olarak tanımlanan haller dışında, görevinin gereklerine aykırı hareket etmek suretiyle, kişilerin mağduriyetine veya kamunun zararına neden olan ya da kişilere haksız bir menfaat sağlayan kamu görevlisi, altı aydan iki yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılır*" diyerek görevi kötüye kullanma suçunun tanımı ve öngörülen ceza, hüküm altına alınmıştır. Bu maddeye göre eğer memurlar, kanun veya diğer hukuksal düzenlemelerle kendilerine verilen görevleri kanuna aykırı olarak gerçekleştirirse görevi kötüye kullanma suçunun faili olabilirler.

Maddi unsur;

Kanunda suç olarak tanımlanmış bir davranışın insan hareketi ile ihlal edilmesi ve fiiliyata dönüştürülmesi, suçun maddi unsuru oluşturmaktadır. Ancak bu hareketin iradesi yerinde ve kendisine suç isnat edilebilecek bir kimse tarafından yapılmış olması gerekir (Ayanoğlu ve Güneş, 2003; Gözler, 2008).

Görevi kötüye kullanma suçunun maddi unsurunun gerçekleşmesi için suç teşkil eden fiilin, ilgili mevzuatla belirlenen görevlerle ilgili olması, memurun icrai bir harekette bulunarak (eylemi gerçekleştirerek) kamunun veya üçüncü şahısların zarar görmesine neden olması veya üçüncü kişilere haksız bir menfaat sağlamış olması gereklidir (Toroslu, 2012). Diğer bir ifade ile kanuna aykırı bir şekilde kasten yapılan hareketin oluşması gerekmektedir.

Manevi unsur;

Manevi unsur (kusur), ağırlığına göre kast veya taksir şeklinde ortaya çıkmaktadır (Elvan, 2010). Diğer bir ifade ile kusurluluk olarak tanımlanan bu unsur, suç oluşturan hareketin kişiye yüklenebilmesidir. Bir kişiye kusurlu diyebilmek için suç oluşturan hareketi kasten veya taksirle gerçekleştirmiş olması gerekir (Ayanoğlu ve Güneş, 2003; Gözler, 2008).

Görevi kötüye kullanma suçunun failinde ise, suç kastının olması gerekli olup bu suç taksirle işlenebilecek bir suç değildir. Kamu görevlisi kanunlarla kendisine yasak edilmiş eylemleri bilmediğini, kamunun ya da üçüncü şahısların zarar göreceğini tahmin edemediği gerekçeleri ile sorumluluklarından kaçınmaz.

2.4. Görevi ihmal suçunun unsurları

Görevi ihmal suçunun ortaya çıkması için gerekli olan unsurlar detaylı olarak şöyledir;

Kanuni unsur;

Görevi ihmal suçunun kanuni unsuru TCK'nın 257'nci maddesinin ikinci fıkrasında düzenlenmiştir. İlgili maddeye göre "kanunda ayrıca suç olarak tanımlanan haller dışında, görevinin gereklerini yapmakta ihmal veya gecikme göstererek, kişilerin mağduriyetine veya kamunun zararına neden olan ya da kişilere haksız bir menfaat sağlayan kamu görevlisi, üç aydan bir yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılır" diyerek görevi ihmal suçunun tanımı ve öngörülen ceza düzenlenmiştir. İlgili kanun hükmüne göre, eğer kamu görevlisi, kanunen yapmak zorunda olduğu görevleri hiç yerine getirmez veya makul bir sürede yapılması gereken görevini geciktirerek süresinde yerine getirmeyerek kamunun ya da üçüncü kişilerin zarara uğramasına neden olursa, görevi ihmal suçunun faili olmaktadır.

Maddi unsur;

Suçun maddi unsuru için gerekli olan hareket, insanda yapma (icrai hareket) ya da yapmama (ihmali hareket) biçiminde ortaya çıkan ve dışarıdan gözlenebilen tepkilerdir (Ercan, 2009).

Görevi ihmal suçunun maddi unsurunun tamamlanması için fail icrai bir hareket yapmak zorunda değildir. Aksine fail, yapması gereken hareketi ihmal ederek yapmadığı, geciktirdiği ve bu nedenle kamuyu ya da üçüncü kişileri zarara uğrattığı için bu suç ortaya çıkmaktadır. Bir devlet memuru hukuksal düzenlemeler ile kendisine verilen görevlerden ve her türlü davranışından sorumludur. Bu nedenle görevi ihmal suçunun maddi unsuru, failin görev alanına giren ve yapması gereken bir davranışı yapmadığı anda ve kamu bu ihmali davranıştan zarar gördüğü anda tamamlanacaktır (Toroslu, 2012).

Manevi unsur;

Görevi ihmal suçunun maddi unsuru, görevde ihmal veya gecikme göstererek, kişilerin mağduriyetine veya kamunun zararına neden olmak ya da kişilere haksız bir menfaat sağlamaya yönelik eylemlerde bulunmaktır (Ateş, 2011). Görevi ihmal suçunda kast veya taksir varlığı aranmaktadır. Şöyle ki; görevi ihmal suçu için kanun, tüzük yönetmelik vb. gibi normlar hiyerarşisi içinde yer alan düzenlemelerle verilmiş belirli bir görevin, hiç yerine getirilmemesi veya geç yerine getirilmesi ve failde görevi ihmal kastının varlığı gerekir. Ancak kamu görevlisinin, işin görevinin gereği olmadığı veya hükümde sayılan sonuçlara neden olmayacağı yolundaki inancı kastı ortadan kaldırır (Toroslu, 2012). Ayrıca görevin ifası sırasında gerekli dikkat ve özenin gösterilmemesi hallerinde, taksirle suçun oluştuğu kabul edilmektedir. Memur kendi görev sahası ile ilgili mesleki bilgileri, yükümlülükleri ve buna ilişkin mevzuatı bilmek zorundadır.

2.5. Suçların özel görünüş şekilleri

Suç unsurlarının tamamının mevcut olması suçu işleyen kişinin cezalandırılmasına yeterli olmakla birlikte bazı özel halleri izah edebilmek için ilave müesseselere ihtiyaç vardır. Ceza kanunundaki soyut suç tanımları genelde, tamamlanmış tek kişi tarafından işlenmiş, tek fiille neticenin meydana geldiği ve tek bir hukuki değerin ihlal edilmesi ihtimaline göre yapılır. Gerçek hayatta ise suç sayılan fiillerin işleniş biçimleri, her zaman bu kalıplara uymaz (Artuk vd., 2013). Bu bağlamda, aşağıda verilen suçun özel görünüş şekilleri bu farklı durumlara açıklık getirir.

2.5.1. Teşebbüs

Suçta teşebbüs, TCK'nın 35 ve 36'ncı maddelerinde düzenlenmiştir. 35/1'inci maddeye göre; "Kişi, işlemeyi kast ettiği bir suçu elverişli hareketlerle doğrudan doğruya icraya başlayıp da elinde olmayan nedenlerle tamamlayamaz ise teşebbüsten dolayı sorumlu tutulur."

Görevi kötüye kullanma suçunda teşebbüsün varlığı veya yokluğu konusunda doktrinde farklı görüşler bulunmaktadır. Görevi kötüye kullanma suçunda teşebbüsün varlığı konusunda fikir beyan eden yazarlara göre; kamu görevlisi tarafından icrai hareket tamamlandığında kamu herhangi bir zarara uğramamışsa, şahıslara karşı herhangi bir mağduriyet oluşmamışsa veya üçüncü kişilere haksız kazanç doğmamışsa bu durumda eylemin teşebbüs aşamasında kalacağı savunulmuştur (Ateş, 2011, Toroslu, 2012).

Aksi görüş ise, görevi kötüye kullanma suçunda teşebbüsün, görevin gereklerine aykırı davranışın icrasının tamamlanması safhasına kadar mümkün olacağı yönündedir. Teşebbüs neticenin gerçekleştirilememesini ifade etmektedir dolayısıyla TCK'nın 35'inci maddesinde neticeye, haksızlık bir unsur olarak yer verilmediği için ve görevin gereklerine aykırı davranışa rağmen kamunun zararının, kişilerin mağduriyetinin veya kişilere haksız bir yarar sağlamanın söz konusu olmadığı hallerde teşebbüsten bahsedilmesi gerektiğini belirten düşünceye katılmamışlardır (Üzülmez, 2012).

Görevi ihmal suçu yine kimi görüşe göre ihmali bir suç olmasından ötürü tam ve eksik teşebbüse elverişli değilken (Ateş, 2011) kimi görüşe göre suç ihmal ve gecikmenin gerçekleştiği anda değil, kamunun veya kişilerin zarara uğradığı ya da haksız kazancın doğduğu anda gerçekleşmiş olur. İhmal sureti ile işlenen bir icra suçu söz konusu olduğundan bu suçta teşebbüs mümkün görülmüştür (Toroslu, 2012).

Tüm bu değerlendirmeler ışığı altında; görevi ihmal ve görevi kötüye kullanma suçlarının TCK'daki suç tanımlarına bakıldığında suçun oluşması için kamu görevlisinin, görevinin gereklerine aykırı bir harekette bulunmasının yanı sıra bu hareketten kamu zararı oluşmuş veya kişi/kişiler mağdur olmuş, ya da üçüncü kişilere haksız bir menfaat sağlanmış olması gerektiği açıktır. Bu suç kanunda da belirtildiği üzere ancak suç konusu sonuçların tamamının ortaya çıkması ile tamamlanmış olur ki, aksi durumda teşebbüs aşamasında kalacağı düşünülmektedir.

2.5.2. İştirak

Suçun özel bir görünüşü, işleniş şekli olan suça iştirak, kanunen ve nitelikleri gereği tek kişi tarafından işlenebilen bir suçun, birden fazla kimsenin aralarında yaptıkları anlaşma gereği birlikte işlenmesi halinde ortaya çıkar. Bu suretle işlenen suçlara “iştirak halinde suçlar” adı verilir (Artuk vd., 2013) ve görevi ihmal ile görevi kötüye kullanma suçlarında iştirak halinde suçlar oldukça yaygın olarak görülmektedir.

Görevi kötüye kullanma ve görevi ihmal suçları fail bakımından “özgü suç” niteliğindedir. Bu suçlarda suçun faili görevli olan, görevi ve yetkiyi suç oluşturacak şekilde kullanabilecek olan yetkili memur veya kamu görevlileridir. 5237 sayılı Kanununun 40/2. maddesinde yer alan “özgü suçlarda, ancak özel faillik niteliğini taşıyan kişi fail olabilir. Bu suçların işlenişine iştirak eden diğer kişiler ise azmettiren veya yardım eden olarak sorumlu tutulur” düzenlemesi dikkate alındığında kamu görevlisi olmayan kişiler gerek görevi kötüye kullanmak gerekse de görevi ihmal suçlarından dolayı sadece azmettiren veya yardım eden olarak sorumlu tutulurlar. Birden fazla kamu görevlisinin bu suçu işlemesi halinde her birinin müşterek (birlikte) fail olarak cezalandırılmaları söz konusu olacaktır (Ateş, 2011).

Devlet orman işletmelerinde çalışan orman işletme müdürleri, işletme şefleri ve diğer memur ve görevlilerin görevi kötüye kullanma suç örneklerinde iştirak halinde aynı suça ortak olmaları durumları oluşabilmektedir. Böyle durumlarda failler müşterek fail olarak nitelenir ve yargılanır.

Bu şartların haricinde fail görevine giren işin gereğine aykırı hareket etmesi için üstünden talimat almış ise, durum fail yönünden değişmeyecektir. Zira kanunsuz emir olarak bilinen ve konusu suç teşkil eden emri yerine getiren kişi, yine suçun faili olacaktır (Memiş Kartal, 2013).

2.5.3. İçtima

İçtima, birleşme, toplanma anlamında olup suçların içtimaı, suçun ne zaman birden fazla sayılacağı sorunu ile ilgilidir. Ceza kanunu bir kişi tarafından birden çok ihlal edildiğinde kural olarak birden fazla suç oluşur. Ancak bazen ceza kanunu birden çok ihlal edilse bile tek suç oluşur. Bu durumda suçların içtimaı söz konusu olur (Ercan, 2009). TCK'nın “Suçların İçtimaı” genel başlıklı 42, 43 ve 44'üncü maddeleri bu konuyu şöyle düzenlemiştir.

Görevi kötüye kullanma ve görevi ihmal suçları, genel, tali ve tamamlayıcı suçlardır. Bu nedenle, görevin gereklerine aykırı davranmak suretiyle işlenen eylemler, kanunda özel olarak düzenlenmiş bulunan başka suçların oluşmasına sebebiyet veriyorsa bu durumda başka bir suç oluşacaktır (Ateş, 2011). Örneğin bir kamu görevlisi görevini kötüye kullanarak zimmet suçunun faili olabilir. Böyle durumlarda fail, cezası daha ağır olan zimmet suçundan yargılanacaktır.

Orman idaresi tarafından yargıya taşınan bir olayda dava,³ görevi kötüye kullanma ve buna bağlı zimmet suçundan açılmıştır. Örnek olayda orman işletmesinin ihtiyacı olduğundan bahisle satın alınan parkelerin farklı bir ildeki cami derneğinin yurt binasında kullanılmasına izin

veren işletme müdürü, orman işletme şefi ve nakliyecileri yapan görevli şoförler adına açılmıştır. Devlet orman işletmeleri, işletmenin ihtiyacı olan hizmet ve malları dışarıdan ihale yolu veya doğrudan temin ile satın alabilmektedir. Davada yargılanan sanıkların, benzer şekilde işletmeye tuğla alınmadığı halde alınmış gibi göstererek, faturaların borç kaydı olarak kabul edilmesi için işletme müdürüne baskı yaptıkları da tespit edilmiştir. Yerel mahkeme yaptığı inceleme ve araştırma sonucunda işletme müdürü hakkında nitelikli zimmet suçundan 10'ar yıl hapis ve ağır para cezalarına karar vermiş, yüksek mahkemeye taşınan davayı Yargıtay 5.Ceza Dairesi sanıkların basit zimmet suçundan cezalandırılması gereği ile yerel mahkemenin kararını bozmuştur.

Örnek olayda da sanıkların kanuna aykırı hileli eylemlerinde suçun ortaya çıkmaması ve hileli davranışlarda bulunmadıkları gerekçesi ile basit zimmetten yargılanması gerektiği üzerinde durulmuştur. Dolayısıyla Yargıtay örnek davada sanıkların daha az ceza ile yargılanması gerektiği gerekçesi ile kararı bozmuştur.

2.5.4. Yaptırım

Hukuk kurallarına uyulmadığı durumlarda kişiler çeşitli yaptırımlarla karşılaşmaktadır. Bir suçun oluşmasında gerekli olan kanuni unsur, cezanın tespitinde de gereklidir. Hukuk kuralları içerisinde düzenlenen her suçun bir cezası, yaptırımı vardır. Görevi ihmal ve görevi kötüye kullanma suçlarının tanımları ve cezaları da TCK'da düzenlenmiştir.

TCK'nın 257'nci maddesine göre görevi kötüye kullanma suçunu işleyen kamu görevlisi, altı aydan iki yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılırken görevi ihmal suçunu işleyen kamu görevlisi üç aydan bir yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılmaktadır.

Bu çalışma kapsamında incelenen yüksek mahkeme kararları içinde, devlet orman işletmelerinde çalışan orman mühendisleri hakkında karara bağlanmış görevi ihmal ve görevi kötüye kullanma suçları incelendiğinde, daha çok Yargıtay Hukuk ve Ceza Dairelerine ait olduğu görülmüştür. Devlet orman işletmelerinde çalışan orman mühendislerinin görev alanlarına girdiği halde yerine getirmedikleri, görevlerini ihmal ettikleri tespit edilen konular; kaçak kesime göz yumma, kaçak emval satışına izin verme, enerji nakil hattında çıkan yangında görevini ihmal etme, depo görevini ihmal etme, orman sınırlaması yaparken görevi ihmal ile sınırı hatalı geçirme olarak tespit edilmiştir. Görevlerini kötüye kullanarak kamuyu zarara uğrattıkları iddia edilen konular ise; basit zimmet, evrakta sahtecilik, haksız kazanç olarak tespit edilmiştir.

6831 sayılı Orman Kanununun “Kanuna Aykırılık Oluşturan Fiillerin Takibi” başlıklı 79'uncu maddesinde “Orman memurları, bu Kanuna aykırılık oluşturan fiillere ilişkin delilleri bir tutanakla tespit eder. Bu Kanuna aykırılık oluşturan fiillerin işlenmesi suretiyle elde edilen orman malları ile bu Kanunda yer alan suçların işlenmesinde kullanılan nakil vasıtası ve sair eşyaya Ceza Muhakemesi Kanunu hükümlerine göre elkonulur. Ancak, Cumhuriyet savcısına ulaşılmadığı hallerde elkoyma, orman işletme şefinin yazılı emri ile yapılır. Ayrıca, orman muhafaza memurları Ceza Muhakemesi Kanunu hükümlerine göre şüphelileri yakalama yetkisine sahiptir” denilerek suç ile karşılaştırılması durumunda yapılacaklara kısaca değinilmiş, diğer bir ifade ile görev alanı

³ Yargıtay 5. Ceza Dairesi, E. 2001/2682 K. 2001/5472 T. 3.10.2001

belirlenmiştir. Diğer detaylar OGM'nin 293 nolu Ormanların Kanun Dışı Müdahalelerden Korunması Esasları Tebliği ile düzenlenmiştir (OGM, 2011).

Orman Kanununun 79. maddesi ve diğer hükümlerine göre "her orman memuru" orman suçları ile ilgili suç zabıt varakaları düzenleyebilir hükmünü getirmiştir. Orman suçlarının takibi, suç tutanaklarının tanziminde dikkat edilecek hususlar yine 293 nolu Tebliğde detaylı olarak verilmiştir. Orman suçlarının takibi Orman Muhafaza Memurlarına, İşletme Şeflerine, Koruma Ekip Şeflerine ve İşletme Müdürlerine verilmiştir. Diğer bir ifade ile herhangi bir suç ile karşılaşıldığında orman memurlarının görevi suçu ve faili tespit ederek tutanak tutmaktır.

3. Materyal ve yöntem

Hukukun yardımcı kaynakları içinde yer alan "içtihatlar" özellikle yüksek mahkemelerin vermiş oldukları kararlardan oluşmaktadır. Hâkim bakmakta olduğu dava ile ilgili benzer yüksek mahkeme kararlarını inceleyerek kendi davasında bu kararlardan yararlanabilir. Bu nedenle Anayasa Mahkemesi, Yargıtay, Danıştay hatta Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi kararları ve bu kararlarda izlenen yol ve yöntemler birinci derece mahkemeler için emsal niteliğindedir. Dolayısıyla yüksek mahkeme kararları hukukun önemli bir alanını oluşturmakta ve boşlukları doldurmaya yardımcı olmaktadır.

Bu çalışmada, görevi ihmal ve görevi kötüye kullanma suçlarının faili olmuş orman mühendislerinin, en fazla hangi konularda görevlerini ihmal ettikleri ve kötüye kullandıkları tespit edilmesi amacıyla içtihatlar, Kazancı elektronik hukuk veri tabanı (KEHVT, 2016) aracılığıyla taranmıştır. Sonuç olarak toplam 110 adet Yargıtay kararı incelenmiş ve ilgili olanlardan örnekler seçilerek çalışmanın materyali elde edilmiştir.

Elde edilen yüksek mahkeme kararları görevi ihmal ve görevi kötüye kullanma konularına göre gruplandırılmış ve sonuçları ile birlikte analiz edilmiş, hukuksal olarak tartışılmış ve bazı değerlendirmeler ve öneriler yapılmıştır.

4. Bulgular ve tartışma

Orman işletmelerinde görevli orman mühendislerinin görevi ihmal ve görevi kötüye kullanma fiillerinden kaynaklanan idare zararlarına karşılık tazminata mahkum edildiği birçok yargı kararına rastlamak mümkündür. Faillerin farklı fiillerinden kaynaklanan bu zararların olduğu durumlar Yargıtay kararları incelendiğinde birkaç başlık altında toplanabilmektedir. Bunlar; kaçak kesimden kaynaklanan zararının tazmini, koruma görevini ihmal kaynaklı zararın tazmini, haksız kazanç sağlama kaynaklı zararın tazmini, enerji nakil hattından kaynaklanan zararın tazmini ve denetim görevini ihmal kaynaklı zararın tazmini gibi başlıklar altında toplanabilir.

Kaçak kesimden kaynaklı zararın tazmini

Haksız fiil sonucunda zararın tazmini konusu görevi ihmal suçunun bir sonucu olabilmektedir. 6098 sayılı Türk Borçlar Kanununun⁴ 49'uncu maddesine göre, "Kusurlu ve hukuka aykırı bir fiille başkasına zarar veren bu zararı

gidermekle yükümlüdür." Haksız fiil sonucu zarar gören kimse, uğramış olduğu zararın tazmin edilmesini failden talep edebilir (Öğüz vd., 2013). Buradaki önemli husus hukuka aykırı bir fiil sonucu ortaya zararın çıkmasıdır. Eğer zarar yoksa fiil hukuka aykırı olsa bile tazminat sorumluluğundan söz edilemez.

Örneğin Orman Kanununda tanımlanan suçlardan biri olan ağaç kesme suçuna dair bir kararda⁵; OGM, orman işletme şefi ve orman koruma memurları olan davalıların, görevlerini ihmal ederek koruma görevini gerektiği gibi yerine getirmediklerini, usulsüz ve kaçak kesimlere yol açtıklarını belirtmiş ve uğranılan zararın ödetilmesi isteminde bulunmuştur. Davalıları, korumalarına verilen sahanın büyüklüğüne göre verilen araç-gereç ve koruma memuru sayısının yetersiz olduğunu, koruma görevi dışında idarece başka görevlerde de çalıştırıldıklarını, kusurları bulunmadığını ileri sürerek, istemin reddedilmesi gerektiğini savunmuşlardır. Yerel mahkeme görevlerini ihmal ederek kaçak kesime yol açtıkları konusunda kanıt bulunmadığı ve davalıların ceza mahkemesinde beraat etmiş olmalarını gerekçe göstererek OGM'nin istemini reddetmiştir. Ancak karar davacılar tarafından temyiz edilerek yüksek mahkemeye taşınmıştır. Yargıtay 4. Hukuk Dairesi (HD) incelemeleri sonucunda, orman işletme şefi ve orman koruma memurları olarak görevli bulunan davalıların denetim sorumluluğu altında bulunan orman alanında kaçak ve usulsüz kesim yapıldığı, bunların bir kısmını belirleyen davalıların keseni bilinmeyen kaçak kesim tutanağı düzenlediği, bunlar dışında kalan kaçak kesimlerle ilgili herhangi bir işlem yapmadıkları ve davacı idarenin zarara uğramasına yol açtıklarını kabul etmiştir. Yüksek mahkeme, davalıların kusurlu eylemleri ile davacının zarar görmesine neden olduğu için, yerel mahkemenin kararının sadece tazminat tutarının belirlenmesinde bir indirim nedeni olarak benimsenebileceğini, tazminat sorumluluğunu tamamen ortadan kaldırmayacağı gerekçeleri ile yerel mahkemenin kararını bozmuştur.

Koruma görevini ihmal kaynaklı zararın tazmini

OGM'nin orman işletme şefi ve muhafaza memurları hakkında, görevlerini ihmal etmek suretiyle koruma görevlerini gereği gibi yapmadıklarını, kaçak ve usulsüz kesime yol açtıklarını, bu yüzden idarenin zarara uğradığını belirterek açmış olduğu bir başka örnek davada⁶, yerel mahkeme "davalıların meydana gelen zararda ihmalleri bulunmadığını" kabul etse de Yargıtay 4.HD davalıların görevli oldukları bölgede, koruma görevini gereği gibi yerine getirmeyerek, ağaçların usulsüz ve kaçak olarak kesilmesine, kesilen emvalin kaçırılmasına yol açarak idare zararına yol açtıklarını kabul etmiştir. Yargıtay "Borçlar Yasasının 41. maddesi gereğince kasten veya ihmal ve dikkatsizlik yahut tedbirsizlik ile haksız olarak başkasına zarar veren kimse verdiği zararı ödemek zorundadır" diyerek kararı bozmuştur. Ayrıca savunmada ileri sürülen görev sahasının çok geniş olması, araç, gereç, eleman yetersizliği gibi davacı idareden kaynaklanan nedenlerin sorumluluğu tamamen ortadan kaldırmadığı, sadece zarar

⁵ Yargıtay 4. Hukuk Dairesi, E. 2004/1338 K. 2004/7954 T. 17.6.2004; Yargıtay 4. Hukuk Dairesi E. 2002/2202 K. 2002/3415 T. 21.3.2002;

⁶ Yargıtay 4. Hukuk Dairesi E. 2003/4028 K. 2003/8855 T. 3.7.2003

⁴ Yayımlandığı Resmi Gazete: Tarih: 4/2/2011 Sayı : 27836

kapsamının belirlenmesinde etkili olabileceği kabul edilmiştir.

Başka bir örnek olayda⁷ OGM, kaçak kesilip kısmen kaçırılan orman emvalinin büyük kısmı için suç zaptının tanzim edilmediği ve orman muhafaza memurlarının görevlerini ihmal ettiği gerekçesi ile davacı olmuştur. Davalılar savunmalarında; zor şartlarda çalıştıklarını, imkânlarının az olduğunu, kaçakçılığın organize olup, hepsini takibin mümkün bulunmadığını belirtmişlerdir. Yerel mahkeme “*davalıların, ormanın tamamındaki kaçak kesimleri tespit etmelerinin mümkün olmadığını belirterek davayı reddetmiştir.*” OGM vekili avukat davayı yüksek mahkemeye taşıdığına, Yargıtay 4.HD olayın gerçekleşmesinde %50 oranında davalıların ihmali olduğu kabul etmiş, usulsüz kesilen miktarın fazlalığı, davalıların bunları önlemekle görevli olmaları ile soruşturma ve bilirkişi raporlarındaki bilgi ve görüşleriyle davalıların görevlerini ihmal ettiklerini kabul ederek, yerel mahkemenin ret gerekçesinin ancak indirim nedeni olabileceğine karar vermiştir.

OGM'nin yine kendi personeline dava açtığı bir başka örnek kararda⁸; damgalama, kesim ve nakliye işlemlerinin usulsüz yapılması, gerekli inceleme ve kontrollerin yapılmaması sebebiyle uğranılan idare zararının ödetilmesi istemi ile dava açtığı görülmektedir. Yerel mahkeme davaya konu orman emvallerinin dip köklerinin tespit edilemeyecek durumda olması gerekçesiyle, davanın reddine karar vermiş ise de, OGM vekili davayı Yargıtay'a taşımıştır. Sonuç olarak Yargıtay 4.HD dosya kapsamında bulunan ağır ceza mahkemesinin ilgili dosyasından davalının 9 adet nakliye tezkeresini sahte olarak düzenlediği, bu sebeple cezalandırıldığı ve cezasının kesinleştiği, davalıların ihmalleri sonucu davalının görevini kötüye kullandığı ve teftiş raporunda belirtildiği üzere 1956 adet kayın ve karaçam ağaçlarının kaçak ve usulsüz kesildiği anlaşılmaktadır. Bu nedenlerle yüksek mahkeme, yerel mahkemenin kararını bozmuş, davalıyı tazminat ödemeye yükümlü tutmuştur.

Bu örneklerde görülmektedir ki OGM, özellikle orman işletme şefi ve orman muhafaza memurları hakkında, görevini ihmal etmesi ve bu sebeple kamuyu zarara uğratmasından dolayı tazminat davası açmıştır. Failler kendilerini iş yoğunluğu ve idarenin kendilerine verdiği imkân kısıtlılığı sebepleri ile savunsa da, yüksek mahkeme birçok kararında bu sebeplerin görev sorumluluğunu ortadan kaldırmadığını, hatta ceza mahkemesinden beraat etmelerinin de tazminat yükümlülüğünü ortadan kaldırmayacağına, sadece cezada bir indirim sebebi olabileceğine karar vermiştir.

Haksız kazanç sağlama kaynaklı zararın tazmini

Devlet orman işletmelerinde görevin kötüye kullanılması suçu ile işletmenin zarara uğradığı ve tazmin edilmesi gerektiği iddia edilen bir başka örnek olayda,⁹ davacı olan orman idaresi; işletme müdürü, işletme şefi ve orman muhafaza memurunun orman bölmelerindeki sürütme mesafelerini gerçek dışı uzun göstererek, fazla hesaplanan vahidi fiyatlara göre ödeme yapıldığı ve bu bölmelerde çalışan diğer davalıların haksız kazanç

sağlamalarına ve idarenin zarara uğramasına neden olduğu ileri sürerek, idare zararının faizi ile davalılardan müteselsilen ödetilmesini istemiştir. Görevi ihmal ve görevi kötüye kullanma suçlarından açılan davayı, yerel mahkeme dosyada bulunan bilirkişi raporuna ve erteleme kararına dayanarak reddetmiş, ancak Yargıtay 13.HD ayrıntılı inceleme ve araştırma yapılmadan, eksik inceleme ile yazılı şekilde karar verildiği gerekçesi ile kararı bozmuştur.

Yargıtay Ceza Genel Kurulunun bir kararında;¹⁰ idarenin zarara uğratılmasının ekonomik açıdan kayıp anlamında ve somut (maddi) olması gerektiğine dikkat çekmiştir. Zarar hakkında belli bir miktar yoktur. Olayın özelliğine göre somut bir zarar meydana gelmiş ise, bu durum kamu zararının varlığı olarak kabul edilmektedir. Kamu zararı kavramı 5018 sayılı Kamu Mali Yönetimi ve Kontrol Kanununun¹¹ 71'inci maddesinde “*kamu görevlilerinin kasıt, kusur veya ihmallerinden kaynaklanan mevzuata aykırı karar, işlem veya eylemleri sonucunda kamu kaynağında artışa engel veya eksilmeye neden olunması*” şeklinde tanımlanmıştır. Somut olayda da orman idaresinin gerçekte olmayan bir iş yüküne fazladan para ödediği, bu sebeple zarara uğradığı ortadadır.

Haksız kazanç ise, görev gereklerine aykırı davranılmak suretiyle kişilere haksız bir yarar sağlanmasıdır. Yürürlükteki mevzuata göre bir husustan yararlanmaya hakkı olmadığı halde yararlandırılması suretiyle kişinin sağladığı kazanç biçiminde de tanımlanabilir. Haksız kazanç olayında, görevlerini kötüye kullandıkları için haklarında dava açılan orman mühendislerinin, diğer sanıklara haksız kazanç sağladıkları iddia edilmektedir. Nitekim yapılan yargılama sonucunda yüksek mahkeme, görevi kötüye kullanma suçunun oluştuğu ve kamunun uğradığı zararı tazmin etmek için ayrıntılı inceleme ve araştırma yapılması gerektiğine karar vermiştir.

Enerji nakil hattı yangınından kaynaklı zararın tazmini

Yargıtay kararları içinde devlet orman işletmelerinin ve burada çalışan orman mühendislerinin görevlerini ihmal ettikleri konulardan biri de enerji nakil hatlarından çıkan yangınlarıdır.

Örnek kararlar¹² incelendiğinde OGM'nin orman yangını sebebiyle çok geniş alanların zarar gördüğünü, sorumlu kurumun taahhüt senedinden doğan yükümlülüğünü yerine getirmemesi sebebiyle yangın çıktığını ve davalı kurumun sorumlu olduğunu, ayrıca davalı kurumun işletme mühendisliğinde çalışan görevlilerin kusur ve ihmallerinden dolayı objektif sorumluluğunun da bulunduğunu ileri sürerek, orman idaresinin uğramış olduğu zararın tazminini talep etmiştir. Yargıtay 3.HD. “*zararın belirlenmesi için davalının yanında, davacının (OGM'nin) yangının nitelik ve niceliği itibariyle gerekli tedbirleri alıp almadığı ve yangının büyümemesi için sorumluluk halinin değerlendirilmesi gerektiğine*” dikkat çekerek, tazminat miktarının hesaplanmasında OGM'de çalışan personeli de sorumlu tutmuştur. Diğer bir deyişle yangının çıktığı, zarar verdiği ve tehdit ettiği orman alanlarından sorumlu olan orman işletme şefi, kusursuz sorumlu olarak davaya katılmıştır.

⁷ Yargıtay 4. Hukuk Dairesi, E. 2004/11187 K. 2005/6059 T. 6.6.2005

⁸ Yargıtay 4. Hukuk Dairesi, E. 2015/3441 K. 2016/2270 T. 23.2.2016

⁹ Yargıtay 13. Hukuk Dairesi E. 2004/17413 K. 2005/1121 T. 31.1.2005

¹⁰ Yargıtay Ceza Genel Kurulu E. 2007/4-88 K. 2007/94 T. 17.4.2007

¹¹ Yayınlandığı Resmi Gazete: Tarih :24/12/2003, Sayı :25326

¹² Yargıtay 3. Hukuk Dairesi, E. 2014/4403 K. 2014/9751 T. 17.6.2014; Yargıtay 3. Hukuk Dairesi, E. 2014/4430 K. 2014/9752 T. 17.6.2014

Gerçekten Orman Genel Müdürlüğü Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararnamenin Değiştirilerek Kabulü Hakkında Kanununun 2/a maddesine göre “Orman kaynaklarını; ekolojik, ekonomik ve sosyo-kültürel faydalarını dikkate alarak, bitki ve hayvan varlığı ile birlikte, ekosistem bütünlüğü içinde idare etmek, katılımcı ve çok amaçlı şekilde planlamak, usulsüz müdahalelere, tabii afetlere, yangınlara karşı korumak, muhtelif zararlıları ile mücadele etmek ve ettirmek, ormancılık karantina hizmetlerini yürütmek, geliştirmek, orman alanlarını ve ormanlara ilişkin hizmetleri artırmak, ormanları imar ve ıslah etmek, silvikültürel bakımını ve gençleştirilmesini sağlamak,” OGM'nin ilk görevi olarak sayılmış, ardından diğer görev ve hizmetler bentler halinde sıralanmıştır. Buna paralel olarak, 6831 sayılı Orman Kanununun 75'inci maddesinde de orman idaresinin orman yangınlarını önlemek konusunda plan ve programları sıralanmıştır.

Yargıtay, benzer bir davada¹³; ormanları, yangınlara karşı korumanın, OGM'nin bizatihi asli görevi olduğunu, çıkan yangını en kısa sürede söndürmek, zararın büyümesini önlemek için her türlü tedbiri almak ve gereğini yapmanın da yine orman idaresinin görevi olduğunu kabul etmiştir. OGM, elektrik enerji hattının altındaki yangına sebebiyet veren kurumuş ot ve anızların temizlenmesi işinin taahhütname ile davalı şirkete devredildiğini, ancak bu yükümlülüğün yapılmadığını ileri sürmüştür. Yargıtay ise karar verirken, asıl görevi ormanları yangınlara karşı korumak olan OGM'nin, bu görev ve sorumluluğunu, sözleşme veya protokolle başka kişi ve kurumlara devretmiş olmasının, onu sorumluluktan kurtarmayacağını hüküm altına almıştır. Özellikle yangına hassas kızılçam ormanlarında ormanın verimine bakılmadan tüm alanın planlı yol ağının tamamlanmasının, su alma havuzlarının yapılmasının önem arzettiği ortadadır. Diğer yandan, bu olayda, yangına müdahale edecek yer ekipmanlarının yetersiz olduğu, birinci derecede yangına hassas bu bölgede birden fazla yangında müdahale için gerekli ekipman ve araçların hazır edilmediği de anlaşılmaktadır. Bu dava yeniden yapılacak inceleme ve değerlendirme sonucunda eğer orman idaresinin dava konusu yangını söndürmede kusuru varsa ve yangının büyümesine neden olmuş ise; bu durumda orman işletmesinin kusuru gereği davalının tazminatından indirim yapılması gerekeceği ile sonuçlanmıştır.

Anlaşıyor ki, orman idaresi enerji nakil hatlarından kaynaklanan orman yangınlarında elektrik idaresini ve sorumlu şirketleri tazminat için mahkemeye vermişse de, yüksek mahkeme örnek birçok kararında, orman idaresinin ve personelinin kusursuz sorumluluğu olduğunu ve tazminatın yeniden hesaplanmasını hükmetmiştir. Sonuç olarak eğer orman idaresi orman yangınına söndürmede görevini ihmal etmiş, gerekli tedbirleri almamış ve yangının büyümesine neden olmuş ise, tazminatın yeniden hesaplanması gerekmektedir.

Denetim görevini ihmal kaynaklı zararın tazmini

Devlet orman işletmesinde çalışan orman işletme şeflerinin görevi ihmal suçundan yargılandıkları bir başka

diğer konu ise¹⁴, denetim görevini gereği gibi yerine getirmekten kaynaklanmaktadır.

Örneğin, hektar başına birim fiyat ile dört bölmede yapılacak rehabilitasyon çalışması işinin verildiği sanık, işin bitim tarihinde işi tamamladığını söylemiş, ilgili alandan sorumlu orman işletme şefi ve muhafaza memuru söz konusu alanlarda herhangi bir tespit işlemi yapmaksızın hakediş belgesini düzenlemiş ve hakediş tutarının sanığın hesabına ödenmesine izin vermiştir. Ancak daha sonra sanık tarafından, kendisine verilen alanlarda çalışma yapılmadığı tespit edildiği için orman işletme şefi ve orman muhafaza memurunun görevi ihmal suçunu, sanığın ise kamu kurum ve kuruluşları zararına dolandırıcılık suçunu işledikleri iddiasıyla haklarında dava açılmıştır. Yerel mahkeme orman işletme şefi ve orman muhafaza memuruna görevi ihmal suçundan ötürü mahkûmiyet vermiş, dava Yargıtay'a taşınmıştır. Ancak Yargıtay 15.Ceza Dairesi de sanıkların mahkûmiyetine yönelik kabulde isabetsizlik görmemiş yerel mahkemenin kararını onamıştır.

Başka bir denetim görevini ihmal olayında¹⁵, sanık olan orman işletme şefi, görevli olduğu yıllarda işletmenin deposunda yapılan sayımda tespit edilen depo açığından kaynaklı görevi ihmal suçundan yargılanmıştır. Aynı olayda orman muhafaza memurunun zimmet suçundan yargılandığı ve hüküm giydiği, davalı orman işletme şefinin ise denetim görevini ihmal ederek, zimmet suçunun işlenmesine imkân sağlamak suçundan dolayı yargılandığı tespit edilmiştir. Yerel mahkeme delil yetersizliğinden işletme şefinin beraatine karar vermiş ise de, yüksek mahkeme, davalıların hangi emvalden ve ne miktardan sorumlu olduklarının gerekirse bilirkişi incelemesinin de yaptırılarak belirlenmesi gerektiğini, davalıların sorumluluklarının hiçbir tereddüte mahal vermeyecek şekilde ortaya konulması gerektiğini ve tüm delillerin değerlendirilerek karar verilmesi gerektiği gerekçeleri ile yerel mahkemenin beraat kararını bozmuştur.

Bunların dışında orman idaresinin, orman kadaströ komisyonlarının yapmış olduğu 2/B çalışmalarına istinaden açmış olduğu görevi ihmal suçuna ilişkin davalar¹⁶, başka bir örneği oluşturmaktadır. Yüksek mahkeme kararına göre; orman işletme müdürlüğü tarafından müfettişlere yaptırılan inceleme neticesinde; komisyon üyelerinin bazı yerlerde orman sınırlarının daraltıldığı veya genişletildiği, bazı taşınmazların ise aslında orman vasfını yitirmediği halde Hazine adına orman dışına çıkarıldığı, diğer bir ifade ile aplikasyon uygulamasında gerekli ihtimami göstermeyerek yanlış uygulamalar yaptığı tespit edilmiştir. Bunun sonucunda komisyon başkanı ve üyelerinin, kötü niyetli oldukları gerekçeleri ile görevlerini ihmal ettikleri ve kötüye kullandıkları sonucuna varılarak, tazminata mahkûm edilmesi yüksek mahkeme kararı ile onanmıştır.

4. Sonuç ve öneriler

Devlet, toplumun ihtiyaçlarını karşılamak için çeşitli mal, hizmet ve olanakları vatandaşlarına kamu kurum ve kuruluşlarında çalışan memur veya kamu görevlileri ile sunar. Bir kamu kurumu olan OGM ve bünyesinde çalışan orman mühendisleri (özellikle orman işletme şefleri) bu hizmet ağında önemli bir rolü üstlenir. Çalışma konusu olan

¹⁴ Yargıtay 15. Ceza Dairesi, E. 2013/6751 K. 2015/367 T. 14.1.2015

¹⁵ Yargıtay 4. Hukuk Dairesi, E. 2013/15951 K. 2014/12584 T. 30.9.2014

¹⁶ Yargıtay 3. Ceza Dairesi, E. 2004/5044 K. 2004/13278 T. 15.12.2004; Yargıtay 20. Hukuk Dairesi, E. 2004/9267 K. 2005/340 T. 11.1.2005

¹³ Yargıtay 3. Hukuk Dairesi, E. 2014/15457 K. 2015/10737 T. 10.6.2015; Yargıtay 3. Hukuk Dairesi, E. 2014/15463 K. 2015/8984 T. 20.5.2015

görevi ihmal ve görevi kötüye kullanma suçları, ormancılık teşkilatı içinde sıklıkla rastlanan durumlardır.

Devlet orman işletmelerinde kamu görevlisi olarak çalışan orman mühendisleri ve diğer memurlar görev alanlarına giren sorumluluklarını yerine getirmediklerinde, görevlerini ihmal ettiklerinde ya da görevlerini kötüye kullandıklarında devlet memurlarının yargılanma usul ve esaslarına uygun olarak yargılanmaktadır. Görevi ihmal ve görevi kötüye kullanma suçları, TCK'nın 257'nci maddesinde düzenlenmiş olup, sadece devlet memurları tarafından işlenebilecek suç olarak tanımlanmıştır. Devlet orman işletmelerinde 657 sayılı Devlet Memurları Kanununda tabii olarak görev yapmakta olan orman mühendisleri de zaman zaman TCK'da düzenlenen bu suçun faili durumuna düşmektedir.

Orman işletme şeflerinin hem 657 sayılı Kanundan, hem de orman mevzuatından kaynaklanan birçok görevi vardır. İşletme şefleri iş yoğunluğunun fazla olması, korumalarına verilen sahanın büyüklüğüne göre verilen araç-gereç ve koruma memuru sayısının yetersiz olması, koruma görevi dışında idarece birçok görevlerde sorumluluk almaları gerekçeleri ile zaman zaman görevi ihmal suçundan yargılanmaktadır. İncelenen görevi ihmal suçu örneklerinin analizinden tabii anlaşıldığı gibi, orman işleme şeflerinin görevi ihmal suçu konusunda yaşadıkları davaların çoğu, orman suçlarına karşı tutanak tutulmamasından kaynaklanmaktadır. Hatta bu konuda, komşu şefliğine kısa süreli vekâlet eden şeflerin sorumlu tutulduğu örnekler de bulunmaktadır. Bu nedenle, orman işletme şefleri hem asaleten sorumlu oldukları hem de bir gün bile olsa vekâleten baktıkları şeflikleri için görevlerinde mümkün olduğunca hassas davranmalıdır.

Mevzuattan doğan sorumluluk ve görevlerini çok iyi bilmeleri, tüm resmi belgeleri inceleyerek imzalamaları gereklidir. Aksi takdirde hukuk kurallarını bilmemek gibi bir savunma ile kendilerini savunamayacakları açıktır.

Görevi kötüye kullanma suç örneklerine bakıldığında ise ihmal gibi bir hareketin olmadığı aksine olacakları tüm sonuçları ile bilerek fiiliyata geçirildiği görülmektedir. Bu nedenle görevi kötüye kullanma suçu, kamuyu zarara uğratması ve haksız kazanç sağlaması nedenleri ile daha ağır yaptırımlara sahiptir. Diğer bir deyişle, görevi ihmalde "ben bilmiyordum" demek hafifletici neden olabilirken, görevi kötüye kullanmada "ben bilmiyordum" demek hafifletici bir neden değildir.

Bunların dışında görevi kötüye kullanma suçunun, tüm işleniş biçimleri bakımından dava zaman aşımı süresi, TCK'nın 66/1-e bendi uyarınca 8 yıldır. Zaman aşımını kesen söz konusu hukuki işlemler olduğu takdirde, zaman aşımı, %50 artırılarak, 8 yıllık zaman aşımı, 12 yıla çıkmaktadır. Diğer bir ifade ile olayın geçtiği andan itibaren 8 yıl görevi ihmal suçundan dava açılmamışsa, dava zaman aşımı süresi gereği artık dava açılması usul yönünden hukuka aykırıdır.

Görevi ihmal ve görevi kötüye kullanmanın önemi özellikle yeni işletme şefi olmuş orman mühendisleri tarafından iyi anlaşılmalıdır. Orman mühendislerin gerek hukuk kuralları ve T.C. kanunları gereği sorumluluk ve ödevleri açısından gerekse meslek hukuku açısından bilgilerini her zaman taze tutmaları, Anayasa, kanunlar ve diğer hukuk kurallarıyla düzenlenen sorumluluk ve görevlerinin bilincinde olmaları gerekmektedir. Bunun için öncelikle orman mühendislerinin gerek lisans eğitimlerinde

gerekse memur olduktan sonra kurumları tarafından yapılan hizmet içi eğitim seminerlerinde hukuki ve ahlaki bilincin detaylı olarak aktarılması gereklidir.

Ayrıca belirtilmesi gereken önemli bir husus da, Yargıtay kararlarından da anlaşıldığı üzere orman işletme şeflerinin asıl görevlerinin ormanları korumak ve geliştirmek olduğudur. Bu bağlamda tali işleri nedeniyle ormanları korumak ve geliştirmek, iş ve işlemlerinde ihmalleri olması halinde diğer iş yükü ve yoğunluğu savunmaları yargı tarafından ciddiye alınmamaktadır. Bu sebeple öncelikli görevlerinin ormanları koruma ve geliştirmek olan orman işletme şefleri başta olmak üzere bütün orman teşkilatının bu bilinç ve program ile çalışması iş yükünü dağıtması gerekmektedir.

Kaynaklar

- Artuk, M.E., Gökçen, A., Yenidünya, A.C., 2013. Ceza Hukuku Genel Hükümler. Adalet Yayınevi, 7.baskı, Ankara.
- Ateş, B., 2011. 5237 Sayılı (Yeni) Türk Ceza Kanunu'nda görevi kötüye kullanma ve görevi ihmal suçları. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Edirne.
- Ayanoğlu, S., Güneş, Y., 2003. Oran Suçları Ders Kitabı. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını 4420 (471), İstanbul.
- Demren Dönmez, B., 2011. Türk Ceza Kanununda 'kamu görevlisi' kavramı. Türkiye Barolar Birliği Dergisi, 94: 95-130.
- Elvan, O.D., 2010. Ormanlarda otlatma kabahatinin hukuki açıdan incelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. Seri A, 2: 37-58.
- Ercan, İ., 2009. Ceza Hukuku Genel Hükümler Özel Hükümler. 5. Baskı İkinci Sayfa Basım Yayın Dağıtım, İstanbul.
- Gözler, K., 2008. Hukukun Temel Kavramları. Ekin Basın Yayın Dağıtım, Bursa.
- Gözler, K., Kaplan, G., 2012. İdare Hukukuna Giriş. Ekin Basın Yayın Dağıtım, Bursa.
- Günday, M., 2003. İdare Hukuku. İmaj Yayıncılık, Ankara.
- İtişgen, R., 2013. Türk Ceza Hukukunda zimmet suçu. İstanbul Üniversitesi Hukuk Fakültesi Mecmuası, 71(1):639-672.
- Memiş Kartal, P., 2013. Görevi kötüye kullanma suçu (TCK M.257). Marmara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Hukuk Araştırmaları Dergisi, 19(2): 1373-1395.
- OGM, 2011. Ormanların Kanun Dışı Müdahalelerden Korunması Esasları Tebliği. Tebliğ no:293.
- Okuyucu-Ergün, G., 2009. Görevi kötüye kullanma suçu. Türkiye Barolar Birliği Dergisi, (82): 139-169.
- Öğüz, T., Ergüne, M.S., Erişgin, N., 1886. Borçlar Hukuku. Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi Yayını, 2930, Eskişehir.
- Toroslu, N., 2012. Ceza Hukuku. Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi Yayını, 2283 (1280), Eskişehir.
- Üzülmez, İ., 2012. Görevi kötüye kullanma suçu (TCK M. 257). Gazi Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi C. XVI, 1: 191-216.
- Yıldırım, R., 2013. İdare Hukukuna Giriş. Anadolu Üniversitesi Yayını, 2466 (1437):228.
- Yılmaz, E., 2005. Hukuk Sözlüğü (Öğrenciler İçin). Yetkin Yayınları, 3.baskı, Ankara.
- KEHV, 2016. Kazancı elektronik hukuk veri tabanı. <http://www.kazanci.com/>, Erişim: 01.11.2016.

Burdur Gölü Havzasında bazı yaban hayvanlarının habitat uygunluk haritalaması

Emrah Tagi Ertuğrul^a, Ahmet Mert^{a,*}, İdris Oğurlu^b

Özet: Bu çalışma ile, Burdur Gölü Havzasında yayılış gösteren bazı memeli yaban hayvanı türlerinin çevresel faktörlerle ilişkilerini modellemek ve elde edilen modellerin yaygınlaştırılarak alana ait tür bazında habitat uygunluk haritalarının elde edilmesi amaçlanmıştır. Arazi çalışması 328 örnek alan ve 3280 alt örnek alanda gerçekleştirilmiştir. Havzada hat boyu sayım yöntemi kullanılarak yaban domuzu, yaban tavşanı, kaya sansarı ve tilki bireylerine ait iz, dışkı ve belirtiler tespit edilmiştir. Tür bazında elde edilen var verileri Maksimum Entropi (Maxent) yöntemi ile analiz edilerek Jackknife metodu ile test edilmiştir. Yaban hayatı uygunluk modellemesi için 20 farklı çevresel değişkene ait altlık haritalar kullanılmıştır. Elde edilen modellerin eğitim veri seti ve test veri seti ROC değerleri dikkate alınarak; yaban domuzu (0,77; 0,71), yaban tavşanı (0,80; 0,74), kaya sansarı (0,86; 0,80) ve tilki (0,87; 0,77) için habitat uygunluk haritaları üretilmiştir. Elde edilen modeller sonucunda çalışma alanında görülen yaban hayvanı türleri ile engebelilik, orman köy yoluna uzaklık, yükselti, anakaya, pürüzlülük, solar aydınlanma indeksi, yerleşim yerine mesafe, göle olan mesafe, dereye olan uzaklık ve radyasyon indeksi arasında ilişki olduğu görülmüştür. Bu çalışmada yaban hayvanları ve çevresel değişkenler arasındaki ilişkinin modellenmesine dayanarak yapılan habitat uygunluk haritaları elde edilmiştir. Bu haritalar memeli türler için yapılacak koruma ve faydalanma planlarının hazırlanmasında işe yarayacak önemli altlıklar oluşturacaktır.

Anahtar kelimeler: Habitat uygunluk haritalaması, Memeli yaban hayvanları, Modelleme, Yaban hayatı

Mapping habitat suitabilities of some wildlife species in Burdur Lake Basin

Abstract: This research paper aimed at modeling the relations between mammal wildlife species, which spread around Burdur Lake Basin, with environmental factors and getting habitat suitability maps on the basis of native species by generalizing acquired models. Field survey was carried out on 328 sample plots and 3280 sub-sample plots. Traces, feces and signs belonging to wild boar (*Sus scrofa*), european hare (*Lepus europaeus*), beech marten (*Martes foina*) and red fox (*Vulpes vulpes*) were identified using the transect counts in the Basin. Data from these species was tested through Jackknife Method by being analyzed with Maximum Entropy (Maxent) method. Base maps belonging to 20 different environmental variances were used for wildlife suitability modeling. Habitat suitability maps were prepared for wild boar (0.77;0.71), brown hare (0.80; 0.74), beech marten (0.86; 0.80), and red fox (0.87; 0.77) by taking into account of obtained models' education data set and test data set ROC values. According to obtained models' results; the relation between wildlife animal species on the study area and topography, distance to forest village road, elevation, bedrock, smoothness, solar lightning index, distance to settlement, distance to lake, distance to tunnel and radiation index was detected. In this study, habitat suitability maps based on relation between wild animals and environmental factors were created. These maps will be important bases for mammals species to protect and hunting plans preparation.

Keywords: Habitat suitability mapping, Wild mammals, Modelling, Wildlife

1. Giriş

Yaban hayatı, doğal ekosistemlerin mevcut durumu hakkında fikir vermesi açısından önemli bir ekolojik göstergedir. Alandaki yaban hayvanlarının varlığı o alanın tahribatı, kirliliği ya da sağlığı hakkında fikir vermekte ve ekolojik performansını yansıtabilmektedir (Woodward vd., 2011). Yaban hayatı içerisinde geniş bir yere sahip olan büyük memeli yaban hayvanları, ekolojik açıdan doğanın bütünlüğünü göstermesi ve doğanın dinamik dengesinde rol oynamasının yanında ekonomik açıdan da fayda sağlamaktadır (Geray, 2000; Oğurlu, 2008).

Bir yaban hayvanı türünün yaşadığı ortam o türün habitatı olarak tanımlanmaktadır (Oğurlu, 2001). Habitatlar

besin, su, örtü ve mekan olmak üzere dört faktörden oluşmaktadır. Habitat bütünlüğü bu dört unsurun birlikte ve gerekli miktarda bulunması ile sağlanabilmektedir. Bu dört faktör içerisinde herhangi birisinin azalması, alanda bulunan yaban hayvanları için uygun olan habitat bütünlüğünün bozulmasına ve alandaki yaban hayatının tehlikeye girmesine neden olacaktır (Faust vd., 2004). Örneğin, besin yetersizliği veya düşük besin kalitesi yaban hayvanlarının aç kalmasına dolayısıyla zayıflığa ve üreme potansiyellerinin azalmasına yol açacaktır. Böyle bir durumda yaban hayvanı popülasyonu giderek azalacak, bu durumun devam etmesi halinde ise yaban hayvanları alanı terk ederek kendileri için daha uygun yaşam alanı bulma

✉ ^a Süleyman Demirel University, Faculty of Forestry, Wildlife Ecology and Management Department, Isparta

^b İstanbul Commerce University, Engineering and Design Faculty, Architecture Licence Program, İstanbul

@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): ahmetmert@sdu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 20.09.2016, **Accepted** (Kabul tarihi): 27.01.2017



Citation (Atf): Ertuğrul, E.T., Mert, A., Oğurlu, İ., 2017. Mapping habitat suitabilities of some wildlife species in Burdur Lake District. Turkish Journal of Forestry, 18(2): 149-154.

DOI: [10.18182/tjf.330950](https://doi.org/10.18182/tjf.330950)

arayışına gireceklerdir (Morrison vd., 2012; Fryxell vd., 2014).

Yaban hayvanlarının ülkemizde yoğun olarak kullandığı yaşama alanları ormanlardır (Patton, 1992; Oğurlu, 2001). Gelişen teknoloji ile artan odun ihtiyacı, hızla artan nüfus, hava-su kirliliği, kasıtlı çıkartılan orman yangınları, sulak alanların tarım arazisi elde etmek için kurutulması, kullanılan zirai ilaç kimyasalları ve beraberinde getirdiği kirlilikler ormanların aşırı derecede tahrip olmasına neden olmuştur (Bengis vd., 2002). Bu yıkıcı etkiler yaban hayvanlarını baskı altında tutan en önemli faktörlerden biri olan habitat kayıplarına neden olmaktadır (Hundal, 2004; Ramp vd., 2013). Habitat kayıpları türlerin neslini tehlikeye sokan en büyük tehdit olarak görülmektedir. (Bennet ve Saunders, 2010).

Bununla beraber habitat kayıpları, yaşam istekleri geniş olan türler için tehdit unsuru oluşturmamaktadır. Çünkü bu türlerin yayılışını sınırlandıran faktör sayısı az olduğu için geniş alanlarda yayılış gösterebilmektedirler. Ancak yine de iklim değişikliği gibi öngörülemeyen sebeplerden dolayı yayılış alanları sınırlanabilmektedir. Bu sebeple mevcut habitatlarından hareketle potansiyel yaşam alanlarının belirlenmesi ve türün neslinin tehlikeye düşme ihtimaline karşılık bu alanların değerlendirilmesi gerekmektedir. Yaban hayatı habitat uygunluk haritaları, habitatlarda meydana gelebilecek çevresel veya insan kaynaklı değişimlerin olması durumunda yaban hayatı türlerinin gelecekte tercih edebilecekleri yerlerin bilinmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Store ve Kangas, 2001; Brambilla vd., 2010; Süel, 2014).

Türe ait potansiyel habitatların belirlenmesi için ekolojik modelleme teknikleri kullanılmaktadır (Özkan, 2008; Rubin vd., 2009). Ekolojik modelleme; matematiksel modeller ve sistem analizlerini birlikte kullanarak ekolojik süreçlerin sürdürülebilir yönetiminin ve kaynak özelliklerinin ortaya çıkarılması şeklinde tanımlanmaktadır (Jorgensen, 1995). Ekolojik modelleme teknikleri ile habitatlar sayısal hale getirilerek, türlerin yaşama alanları sayısal haritalara dönüştürülmektedir. Habitat modellemesi ve haritalaması amacıyla günümüzde birçok teknik kullanılmaktadır. Bu teknikler sayesinde türlerin aktüel habitatları analiz edilmekte ve türü uygunluk biçiminde ölçeklendirilmektedir (Guisan ve Zimmermann, 2000; Austin, 2007).

Bu konuda, lojistik regresyon, genelleştirilmiş doğrusal model (GAM), eklemeli model (GLM) ve sınıflandırma ve regresyon ağacı tekniği (SRAT) öne çıkan yöntemler arasındadır (Austin, 2002). Son zamanlarda sıklıkla kullanılan bir diğer modelleme yöntemi ise Maxent yöntemidir. Maxent yönteminin tercih edilmesindeki en önemli faktörler; daha güvenli olduğu düşünülen var verileri ile çalışması, türlerin çevresel değişkenlerle olan maksimum ilişkisini az sayıda veri ile başarılı bir şekilde ortaya koyması ve elde edilen modele ait harita vermesi şeklinde sayılabilir (Hernandez vd., 2006; Phillips vd., 2006; Wisz vd., 2008; Baldwin, 2009; Elith vd., 2010).

Bu makalede Burdur Gölü Havza'sında bulunan yaban hayatı türlerinin habitat istekleri ortaya koyulmuş ve yaban domuzu (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758), yaban tavşanı (*Lepus europaeus* Pallas, 1778), kaya sansarı (*Martes foina* Erxleben, 1777) ve tilki (*Vulpes vulpes* Linnaeus, 1758) için habitat uygunluk haritalaması yapılmıştır. Elde edilen bu

sayısal haritaların yaban hayatı amenajmanı konusunda verilecek olan kararlara altlık oluşturacağı öngörülmektedir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

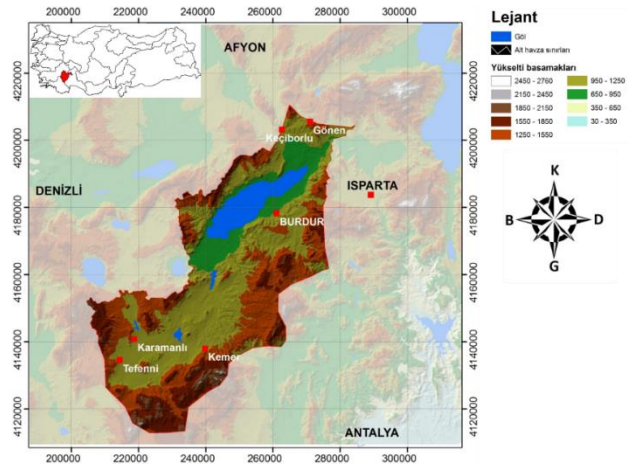
Çalışma alanı olarak seçilen Burdur Gölü Havzası, Burdur Havzası sınırları içerisinde kalmaktadır. Burdur Havzası ülkemizde yer alan 25 hidrolojik havzadan biridir. Havza Batı Akdeniz Bölgesinde yer almaktadır. Çalışma alanı 37° 59' 47"- 37° 08' 35" kuzey enlemleri ile 29° 40' 40"- 30° 29' 21" doğu boylamları arasında yer almaktadır. Havzanın doğusunda Isparta, kuzeyinde Afyon, güneydoğusunda Antalya ve batısında Denizli illeri yer almaktadır (Şekil 1).

2.2. Yöntem

2.2.1. Envanter yöntemleri ve örnek alanların araziye dağıtılması

Çalışma sahasındaki yaban hayvanlarını tespit edebilmek amacıyla dolaylı sayım tekniklerinden hat boyu sayım, iz ve dışkı tespiti olmak üzere 3 farklı teknik kullanılmıştır. Çalışma alanının büyüklüğü ve yayılış gösteren türlerin biyolojik ihtiyaçlarının farklılık göstermesinden dolayı bu yöntem tercih edilmiştir (Oğurlu, 2003).

Plotların ve kuadratların dağılımı: 328 adet kuadrat, ve her bir kuadratta 10 plot şeklindedir. Böylece her bir kuadrat üzerinde 10'ar metre arayla toplam 3280 plot yerleştirilmiştir. Örnek alanlar arazideki varyasyonlar dikkate alınarak dağıtılmıştır. Örnek alan şekli ve büyüklüğü ise 100 x 100 metre büyüklüğünde kare olacak şekilde belirlenmiştir.



Şekil 1. Burdur gölü havzası yer bulduru haritası

2.2.2. Habitat uygunluk modellemesi ve haritalaması

Habitat uygunluk haritalarının elde edilmesi için Maxent 3.3.3k yazılımı kullanılmıştır. Maxent yazılımının temel prensibi, rastgele bir değişken ve bu değişkene bağlı bir belirsizliğin bulunduğunu açıklamasıdır (Elith vd., 2010). Entropi prensibi, bir ölçüm işlemidir. Bir olay hakkında fikir sahibi olabilmek için ne kadar seçeneğin işleme katılacağına ölçümüdür (Shannon, 1948). Yüksek entropiye sahip bir dağılım daha fazla seçenek barındırmaktadır (Jaynes, 1957). Maksimum benzerlik yöntemi olan Maxent, türün çalışma alanındaki her bir piksel için o pikselde bulunma ihtimalinin çalışma alanının tümüne yaygınlaştırması ile ortaya çıkarmaktadır (Yost vd., 2008). Bu çalışma kapsamında her bir model için 10 tekrerrür kullanılmış ve analize giren veri setinin %10'luk kısmı test verisi olarak değerlendirilmiştir.

Modelleme ve haritalama aşamasında kullanılacak olan çevresel değişkenlere ait altlıklar ise ArcMap 10.2 paket programı ile elde edilmiştir. Modelleme aşamasında 20 farklı çevresel değişken kullanılmıştır. Sahaya ait eşyükselti eğrileri kullanılarak oluşturulan sayısal yükseklik modeli yardımıyla; solar radyasyon indeksi, bakı, bakı uygunluk indeksi, topografik nemlilik indeksi, eğim, engebelilik, topoğrafik pozisyon indeksi, topoğrafik nemlilik indeksi, arazi yüzü formu indeksi, pürüzlülük indeksi, radyasyon indeksi, sıcaklık indeksi, yükselti, ve aydınlanma indeksi altlık haritaları elde edilmiştir. Sahaya ait 1/25000 ölçekli topografik haritaların üzerinde bulunan yerleşim, ana-köy-orman yolları, göller ve derelerin sayısallaştırılması ile elde edilen çizgiler yardımıyla yerleşime uzaklık, orman-köy yoluna uzaklık, karayoluna uzaklık, göle uzaklık ve dereye uzaklık altlık haritaları oluşturulmuştur. Sahaya ait anakaya haritası ise Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü'nden elde edilen anakaya haritasının sayısallaştırılması ile elde edilmiştir.

3. Bulgular

Gerçekleştirilen gözlemler sonucu örnek alanlar içerisinde kalan plotlarda yaban domuzuna ait 462, yaban tavşanına ait 530, kaya sansarına ait 112 ve tilkiye ait 42

adet iz ve belirtiyeye rastlanmıştır. Çalışma alanında tespit edilen bu türler için elde edilen habitat uygunluk modellerine ait eğitim-test veri seti ROC değerleri ve modeli oluşturan değişkenler Çizelge 1'de verilmiştir.

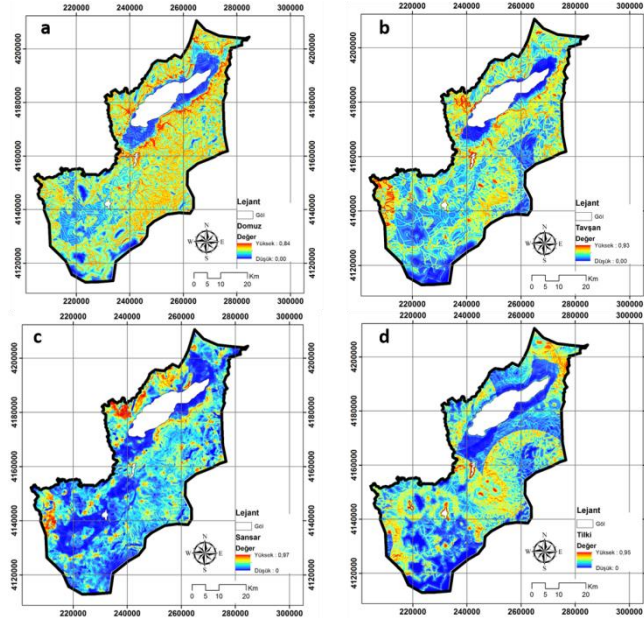
4. Tartışma ve sonuç

Yaban domuzunun genel olarak düz ve açıklık alanları tercih ettiği bilinmektedir (Aksan vd., 2014; Süel, 2014). Çalışma sahası genelinde tarım alanlarının düzlüklerde ormanlık alanların ise eğimli yerlerde olduğu görülmüştür. yaban domuzunun düzlükler yerine eğimli yani ormanlık alanları barınma ve gizlenme amacıyla tercih ettiği düşünülmektedir. Ayrıca literatürün aksine yaban domuzunun bu alanları tercih etmesindeki bir diğer faktörün de alanda çok sayıda bulunan yerleşim yeri nedeniyle oluşan insan baskısı olduğu ve bu zorunluluk nedeniyle eğimli alanlara yöneldiği fikrine varılmıştır. Yerleşim yerleri ve yol ağlarından yine yaban domuzunun kaçındığı ve genellikle orman içerisini kullandığı bilinmektedir (Süel, 2014). Engebeli arazilerde hareket kabiliyetinin düşük olması sebebiyle yüksek alanlardan ve sert dağlık bölgelerden kaçınmaktadır (Aksan vd., 2014). Elde edilen modelin değişkenlerle olan ilişkisine bakıldığında orman ve koy yollarından türün uzak durduğu, engebeli arazileri tercih etmediği ancak yüksek alanları kullandığı tespit edilmiştir. Bu durumun sebebi, havzanın alt rakımlarının yoğun olarak insanlar tarafından kullanılmasıdır. Ormancılık, otlama, tarım ve mermer faaliyetleri havzanın alt rakımlarında yoğunlaştığından yaban domuzu (*S. sucrofa*) yüksek alanlara yönelmiştir. Türün tercih ettiği yüksek alanlarda mera ve yaylaklar bulunmaktadır. Bu alanların zengin ot örtüsü ile kaplı olduğu belirlenmiştir. Yani sarp ve ulaşılmas alanları değil hareket kabiliyetini sınırlandırmayacak alanları tercih etmektedir. Yaban domuzu tür dağılım haritası incelendiğinde; alanın hemen hemen tamamını kullandığı görülmektedir. Habitat ve besin açısından uyum kabiliyeti yüksek olan yaban domuzunun yayılışında bu etkenler sınırlandırıcı bir faktör olarak görülmemektedir.

Çizelge 1'de gösterilen modeller sonucunda oluşturulan her bir türe ait habitat uygunluk haritaları Şekil 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Türler için elde edilen habitat uygunluk modelleri

Türler	Veri setlerine ait ROC değerleri		Modeli oluşturan değişkenler
	Eğitim	Test	
Yaban domuzu	0,766	0,711	Engebelilik indeksi Orman-köy yoluna uzaklık Yükselti
Yaban tavşanı	0,801	0,744	Engebelilik indeksi Göle uzaklık Anakaya Orman-köy yoluna uzaklık Yükselti
Kaya sansarı	0,858	0,799	Engebelilik indeksi Anakaya Orman-köy yoluna uzaklık Pürüzlülük indeksi Solar radyasyon indeksi
Tilki	0,868	0,764	Dereye uzaklık Göle uzaklık Orman-köy yoluna uzaklık Yükselti



Şekil 2. Çalışma alanındaki 4 türe ait habitat uygunluk haritaları; a) Yaban domuzu b) Yaban tavşanı c) Kaya sansarı d) Tilki

Yaban tavşanı genel karakter olarak düzlük alanları tercih etmekte ve bu yüzden kireç taşı anakayasının çatlaklı yapısından uzak durmaktadır (Oğurlu, 2004). Beslenme alanı olarak tür, orman içi boşlukları ve ziraat alanlarını tercih etmektedir (Ünal, 2011; Mert ve Yalçinkaya, 2016). Burdur gölünün korunan alan olması sebebiyle kuzey bölgesindeki korunaklı alanlar ve doğal yapı tür tarafından tercih edilmektedir. Ayrıca havza içerisinde yer alan Karataş Gölü ve küçük sulama göletleri de tür için ideal alanlar meydana getirmiştir. Peschel vd. (2004) yaban tavşanının insanlardan uzak açıklık alanları tercih ettiğini belirtmişlerdir. Çalışma alanının yüksek kesimlerinde (1200-1700 m) zengin bitki örtüsü ve insan etkisinden uzak olmasından dolayı yaban tavşanının yoğun olarak buraları kullandığı tespit edilmiştir. Orman içi ve köy yollarının oluşturduğu açıklıklarda bulunan zengin bitki örtüsünün besin çeşitliliği sağlamasından dolayı yine yaban tavşanı bu alanları tercih etmektedir (Oğurlu ve Aksan, 2013). Yaban tavşanının tür dağılım haritasına bakıldığında; ormanlık ve ziraat alanlarını yoğun olarak kullandığı görülmektedir. Ormanlık alan olarak Senirce, Aziziye ve Keçiborlu ile Tefenni – Yeşilova arasında yerleri tercih ettiği görülmektedir. Tarım alanı olarak ise havzanın orta kesiminde kalan ve Tefenni – Kemer arasındaki tarım alanlarını tercih etmiştir.

Kaya sansarının beslenmesi dikkate alındığında yazın daha çok böcek ve bitki tohumları ön plana çıkmakta ve kış mevsiminde ise ölmüş hayvanları tercih etmektedir (Mol, 2006). Aynı zamanda kuşların kuluçka döneminde kuş yumurtaları ve yumurtadan çıkan civcivlerle de beslenmektedir. Beslenme alanlarını daha çok engebeli ve kayalık alanlar oluşturmaktadır (Oğurlu 2004). Süel (2014)'in belirttiği üzere kuzey bakıları daha çok tercih etmekte ve güneye doğru gidildikçe türün yayılışı azalma göstermektedir. Bu da türün daha soğuk ve nemli alanları tercih ettiğini göstermektedir (Yiğit vd., 1998). Türün yerleşim yerlerine belirli bir mesafeye kadar olan alanı beslenme amacıyla tercih ettiği söylenebilir. Öyle ki kuş yumurtaları diyetinin bir parçası olan kaya sansarı yerleşim yerlerindeki çiftlik hayvanlarının yumurta ve civcivleri ile

de beslenmektedir (Mol, 2006). Türün habitat uygunluk haritası incelendiğinde; havzanın dağlık ve engebeli alanlarını kullandığı görülmektedir. Bu alanlar Senirce köyü kesimleri ile Burdur ilinin doğusunda yer alan ağaçlandırma sahası olarak görülmektedir. Ağaçlandırma sahasının tamamen dağlık ve tepelik bir alan olmasından dolayı tür için ideal bir habitat ortamı olarak görülmektedir. Ayrıca tür için ideal bir diğer habitat ortamında Isparta-Keçiborlu bölgesi ve alanın en batısında yer alan dağlık bölgedir.

Tilki habitat uygunluk modeli incelendiğinde; hemen hemen havzanın tamamını kullandığı, buna karşılık sadece yüksek kesimlerden uzak durduğu görülmüştür. Süel (2014) ve Rosalino vd. (2010)'nin de belirttiği üzere türün kayalık alanları tercih etmediği ve bununla birlikte engebeli olmayan düzlükleri tercih ettiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca türün beslenmesine bakıldığında besin tercihinin geniş olması sebebiyle yol ve yerleşimlerden az etkilendiği görülmektedir. Tilki küçük kemirgenlerle ve kuşlarla beslendiği için sadece yazın yüksek rakımları tercih edebilmektedir. Türün yayılış haritasına bakıldığında alan içerisinde hemen hemen her yeri kullandığı görülmekte, sadece yoğun yerleşim alanlarından ve havzanın vejetasyonla kaplı olmayan yüksek kesimlerinden kaçınmaktadır. Dell'Arte ve Leonardi (2008)'nin belirttiği üzere insan baskısından kaçınmaktadır. Havzanın yüksek kesimlerinin toplandığı güney (Kemer - Korkuteli yaylası) bölgesini en az tercih ettiği görülmektedir. Havzanın orta kesimlerinde yer alan tarım alanlarını sıklıkla kullandığı görülmüştür.

Havzanın genel durumuna bakıldığında memeli yaban hayvanları açısından farklı habitat tiplerini barındırdığı görülmektedir. Havza içerisinde farklı yükseltiler ve havzanın engebeli yapısı çeşitli habitatların oluşmasını sağlamıştır. Ancak havzadaki aşırı insan baskısı ve bunun sonucunda doğal alanların tahribatı yaban hayvanları açısından baskılayıcı bir unsur olmuştur. Elde edilen habitat uygunluk haritalarının hepsinde yerleşime uzak ve ulaşımı zor olmasından dolayı alanın en kuzeyi ile en batısının yabani memeli türleri için uygun olduğu görülmektedir. Zira bu alanlar havzanın diğer alanlarına göre daha az

tahribata maruz kalmıştır. Özellikle ormanlık alanların tahrip edilmesi havzanın geri kalanında yayılış gösteren memeli türler için olumsuz sonuçlar doğurmuştur. Eser (2014)'e göre havzadaki yerleşim eski yıllara dayandığı için doğal ormanların varlığı oldukça azalmıştır. Orman varlığının az olması veya mevcut ormanların yaban hayatının istekleri dikkate alınmadan işletilmesi sebebiyle yaban hayatı habitatları baskı altında kalmıştır. Bu gibi habitatların yaban hayatı türlerine tamamen elverişsiz bir yapıya dönmesi ve artık türün barınıp üreyemeyeceği bir hale gelmesi durumunda yapılacak iş; türün neslini devam ettireceği en yakın alternatif habitatları tespit edip türlerin o habitatlara yönelmesini veya yerleştirilmesini planlamaktır. Habitat uygunluk haritalarının söz konusu alternatif habitatları önceden tespit edip ortaya çıkarması yönüyle kritik rol oynayacağı öngörülmektedir.

Sonuç olarak bu çalışmayla, çevresel değişkenler kullanılarak memeli yaban hayvanlarının habitat uygunluk haritalamasının yapılabileceği ve bu haritaların hem av amenajmanında hem de tür bazında yapılacak koruma faaliyetleri için önemli bir bilgi kaynağı olacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

3725-D1-13 No` lu “Burdur Gölü Havzası’nda Bazı Yaban Hayvanlarının Habitat Uygunluk Haritalaması” isimli proje ile bu çalışmaya maddi destek sağlayan Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi’ne teşekkür ederiz.

Kaynakça

- Aksan, Ş., 2013. Gölcük tabiat parkı’nda bazı yabani memeli türlerinin dağılımlarının modellenmesi. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, ISPARTA.
- Aksan, Ş., Özdemir, İ., Oğurlu, İ., 2014. Modeling the distributions of some wild mammalian species in Gölcük Natural Park/ Biological Diversity and Conservation, Volume:7, Number: 1, S:1-15. (SSN 1308-8084 Online; ISSN 1308-5301 Print)
- Austin, M.P., 2002. Spatial prediction of species distribution: An interface between ecological theory and statistical modelling. *Ecological Modelling*, 157(2): 101-118.
- Austin, M., 2007. Species distribution models and ecological theory: A critical assessment and some possible new approaches. *Ecological modelling*, 200(1): 1-19.
- Baldwin, R.A., 2009. Use of maximum entropy modeling in wildlife research. *Entropy*, 11(4): 854-866.
- Bengis, R.G., Kock, R.A., Fischer, S., 2002. Infectious animal diseases: The wildlife/livestock interface. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 21(1): 53-65.
- Bennet, F., Saunders D.A., 2010. *Habitat Fragmentation and Landscape Change*. Oxford University Press.

- Brambilla, M., Casale, F., Bergero, V., Bogliani, G., Crovetto, G. M., Falco, R., Negri, I. 2010. Glorious past, uncertain present, bad future? Assessing effects of land-use changes on habitat suitability for a threatened farmland bird species. *Biological Conservation*, 143(11): 2770-2778.
- Dell’Arte, G.L., Leonardi, G., 2008. Spatial patterns of Red Fox (*Vulpes Vulpes*) dens in a semi-arid landscape of North Africa. *African Journal of Ecology*, 46(2): 168-173.
- Elith, J., Kearney, M., Phillips, S., 2010. The Art of Modelling Range-Shifting Species. *Methods in Ecology and Evolution*, 1(4): 330-342.
- Eser, Y., 2014. Burdur gölü havzası’nın hiyerarşik yetiştirme ortamı sınıflandırması ve haritalanması. Doktora Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.
- Faust, L.J., Jackson, R., Ford, A., Earnhardt, J.M., Thompson, S.D., 2004. Models for management of wildlife populations: Lessons from spectacled bears in zoos and grizzly bears in Yellowstone. *System Dynamics Review*, 20(2): 163-178.
- Fryxell, J.M., Sinclair, A.R., Caughley, G., 2014. *Wildlife Ecology, Conservation, and Management*. John Wiley & Sons.
- Geray, U., 2000. Av ve Yaban Hayatı Yönetiminde İlkeler. Av ve Yaban Hayatı Yönetiminde Yeni Politikalar Toplantısı (Tebliğler), 06–07 Temmuz 2000, s.1-11, Uludağ, Bursa.
- Guisan, A., Zimmermann, N.E., 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological modelling*, 135(2): 147-186.
- Hernandez, P.A., Graham, C.H., Master, L.L., Albert, D.L., 2006. The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modeling methods. *Ecography*, 29(5): 773-785.
- Hundal, S.S. 2004. Wildlife Conservation Strategies and Management in India: An Overview. In Proceedings of the Species at Risk 2004 Pathways to Recovery Conference, pp. March 2-6. India
- Jaynes, E.T., 1957. Information theory and statistical mechanics. *Physical Review*, 106(4): 620.
- Jorgensen, S.E., 1995. *Ecological Modelling: International Journal on Ecological Modelling and Systems Ecology*. Elsevier Science.
- Mert, A., Yalçınkaya, B., 2016. The relation of edge effect on some wild mammals in Burdur-Ağlasun (Turkey) district. *Biological Diversity and Conservation*, ISSN 1308-8084 Online; ISSN 1308-5301 Print, 9/2: 193-201.
- Mol, T., 2006. *Yaban Hayatı Bilgisi*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No. 4643, O.F. Yayın No. 489, İstanbul.
- Morrison, M.L., Marcot, B., Mannan, W., 2012. *Wildlife-Habitat Relationships: Concepts And Applications*. Island Press.
- Oğurlu, İ. 2001. *Yaban Hayatı Ekolojisi*. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları. no: 4. Yayın no: 19, Isparta.
- Oğurlu, İ., 2003. *Yaban Hayatında Envanter*. TC Çevre ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Av ve Yaban Hayatı Dairesi Başkanlığı Matbaası, 208s, Ankara.

- Oğurlu, İ. 2004, Ormancılıkta Yaban Hayatı Ders Notu. Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Oğurlu, İ., 2008. Yaban hayatı kaynaklarımızın yönetimi üzerine. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A (2), 35-88.
- Oğurlu, İ., Aksan, Ş., 2013. Bazı memeli yaban hayvanlarının potansiyel habitatları için gösterge odunsu bitki türlerinin belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 14(2): 81-87.
- Özkan, K. 2008. Determination of dependent variable by quantitative analysis for the classification on forest sites in the translation zone of Meditterrenian Region. Journal of Biological Diversity and Conservation, 1(1):75-88.
- Patton, D.R., 1992. Wildlife Habitat Relationships In Forested Ecosystems. Timber Press.
- Peschel U., Fuchs S., Klar N., Voigt C.C., 2004. Home range and habitat use of the Brown Hare (*Lepus europaeus*) on organic farmland. Wissenschaftliches Poster zum 5th International Symposium on Physiology, 26-29.09.2004, Behaviour and Conservation of Wildlife. Berlin.
- Phillips, S.J., Anderson, R.P., Schapire, R.E., 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling, 190(3): 231-259.
- Ramp, D., Ben-Ami, D., Boom, K., Croft, D.B., 2013. Compassionate conservation: a paradigm shift for wildlife management in Australasia. Ignoring Nature No More: the case for compassionate conservation, 1, pp. 295 – 315.
- Rosalino, L.M., Sousa, M., Pedroso, N.M., Basto, M., Rosario, J., Santos, M.J., Loureiro, F., 2010. The influence of food resources on red fox local distribution in a mountain area of the western Mediterranean. Vie et milieu, 60(1): 39-45.
- Rubin, E.S., Stermer, C.J., Boyce, W.M., Torres, S.G., 2009. Assessment of predictive habitat models for bighorn sheep in california's peninsular ranges. Journal of Wildlife Management, 73(6): 859-869.
- Shannon, C.E, 1948. A mathematical theory of communication. The Bell System Technical Journal, 27: 379-423.
- Store, R., Kangas, J. 2001. Integrating spatial multi-criteria evaluation and expert knowledge for GIS-based habitat suitability modelling. Landscape and urban planning, 55(2): 79-93.
- Süel, H. 2014. Isparta-Sütçüler yöresinde av türlerinin habitat uygunluk modellemesi. Doktora Tezi. SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, ISPARTA.
- Ünal, M., 2011. Toprak Oluşumu ve Ülkemizde Çeşitleri. Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim. 134, 12-18.
- Wis, M.S., Hijmans, R., Li, J., Peterson, A.T., Graham, C., Guisan, A., 2008. Effects of sample size on the performance of species distribution models. Diversity and Distributions, 14(5): 763-773.
- Woodward, J., Strong, N., Coe, F. C., Cloughesy, M., 2011. Wildlife in Managed Forests Oregon Forests as Habitat, Oregon Forest Resources Institute, Oregon.
- Yiğit, N., Çolak, E., Sözen, M., Özkurt, Ş., 1998. Contribution to the taxonomy, distribution and karyology of *Martes foina* (Erxleben, 1777)(Mammalia: Carnivora) in Turkey. Turkish Journal of Zoology, 22(4): 297-302.
- Yost, A.C., Petersen, S.L., Gregg, M., Miller, R., 2008. Predictive modeling and mapping Sage Grouse (*Centrocercus urophasianus*) nesting habitat using maximum entropy and a long-term dataset from Southern Oregon. Ecological Informatics, 3(6): 375-386.

Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) saplarının kağıt hamuru ve kağıt üretimine uygunluğunun değerlendirilmesi

Zehra Odabaş Serin^{a,*}, Nisa Ateş^a, Arif Cavunt^a

Özet: Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) yapraklarından elde edilen ürünler tıbbi alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Yaprakların değerlendirilmesinden sonra geri kalan biberiye sapları ise atıl olarak kalmaktadır. Bu çalışmada biberiye saplarının kağıt hamuru ve kağıt endüstrisinde değerlendirme potansiyelinin olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla sapların kimyasal ve morfolojik özellikleri ile lif boyutlarının birbirlerine oranlanması ile bulunan veriler (keçeleşme oranı, elastiklik katsayısı, rijidite katsayısı, mühlstep oranı ve F oranı) tespit edilmiş ve sonuçlar diğer lignoselülozik malzemelerle karşılaştırılmıştır. TAPPI standartlarına göre yapılan kimyasal analiz sonuçlarına göre biberiye sapı %63.6 holoselüloz, %36.4 α -selüloz, %26.9 lignin ve %1.9 kül içermektedir. Çözünürlükleri ise sırasıyla toluen-alkol-aseton %4.8, sıcak su %10.4, soğuk su %7.9 ve %1 NaOH %22.8'dir. Lif uzunluğu 0.36 mm, lif çapı 12.84 μ m, çeper kalınlığı 4.31 μ m ve lümen çapı 4.22 μ m'dur. Morfolojik özelliklerden türetilen verilere göre keçeleşme katsayısı 27.77, elastiklik katsayısı 32.87, katılık katsayısı 33.57, runkel oranı 2.04, mühlstep oranı 89.20 ve F oranı %82.72'dir. Biberiye sapı holoselüloz, α -selüloz ve lignin bakımından yapraklı ağaç odun özelliği göstermektedir. Morfolojik özelliklerden türetilen verilere göre biberiye sapı, kağıt hamuru ve kağıt üretimine uygun bir hammadde olmadığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: *Rosmarinus officinalis*, Biberiye, Lif morfolojisi, Kimyasal bileşen

Utilization of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) stalks in pulp and paper production

Abstract: The leaves of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) are used very common in the medicine. However, after the usage of leaves, stalks are useless. In this study, utilization of rosemary stalks in pulp and paper industry is analyzed. For this purpose, chemical and morphological properties were determined. Also, some derived values (slenderness ratio, flexibility coefficient, rigidity coefficient, mühlstep ratio and F ratio) were found from the fiber properties (fiber length, fiber diameter, cell wall thickness and lumen diameter). Results were compared with other lignocellulosic materials. The stalks composed of 63.6% holocellulose, 36.4% α -cellulose, 26.9% lignin and 1.9% ash. Solubility values were 4.8%, 10.4%, 7.9% and 22.8% as for toluene-alcohol-acetone mixture, hot water, cold water and 1% NaOH, respectively. Fiber length, fiber diameter, cell wall thickness and lumen diameter were found 0.36 mm, 12.84 μ m, 4.31 μ m and 4.22 μ m, respectively. The slenderness ratio, flexibility coefficient, rigidity coefficient, mühlstep ratio and F ratio were determined in the order of 27.7, 32.87, 33.57, 2.04, 89.20 and 82.72%. According to these results the stalks of rosemary showed similarities with hardwood species with respect to holocellulose, α -cellulose and lignin. However derived values indicated that the stalks of rosemary is not suitable for pulp and paper production.

Keywords: *Rosmarinus officinalis*, Rosemary, Fiber morphology, Chemical composition

1. Giriş

Gelişmiş ülkelerde kağıt çeşitliliği ve tüketiminin artması sonucu odun hammaddesine olan talepte giderek artmıştır. Orman kaynaklarının sınırlı olması oduna alternatif yeni hammadde kaynaklarının bulunması ve endüstride değerlendirilmesi büyük bir önem taşımaktadır.

Kuşdili olarak bilinen biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) Lamiaceae familyasına aittir. Her daim yeşil olan bu bitki Akdeniz bölgesine özgüdür. Gıda alanında baharat ve çay olarak tüketilirken kozmetik ve ilaç sektöründe de kullanılmaktadır (Hassan vd., 2013; Begum ve Ali, 2015).

Orman Genel Müdürlüğünden alınan verilere göre 2000 - 2015 yılları arasında Türkiye'de biberiye üretim miktarı büyük dalgalanmalar göstermiştir. Şekil 1'de görüldüğü

üzere en yüksek üretim miktarı 599 ton ile 2001 yılında gerçekleşirken bu miktar 2011'de 50 ton, 2012'de 133 ton, 2014'de 172 ton ve 2015'de 278 ton olmuştur (OGM, 2015).

Dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de son yıllarda doğal ürünlere olan ilgi ve talep artmıştır. Bu nedenle biberiye üretiminin giderek artacağı düşünülmektedir. Ticari olarak biberiye yaprakları endüstride değerlendirilirken lignoselülozik yapı gösteren sapları maalesef atıl olarak kalmaktadır. Bu çalışmada atıl olan biberiye saplarının, kağıt hamuru ve kağıt endüstrisinde hammadde olarak kullanıp kullanılmayacağı araştırılmıştır. Bu amaçla biberiye saplarının kimyasal ile morfolojik özellikleri belirlenmiş ve lif boyutlarının birbirlerine oranlanması ile bulunan değerler (keçeleşme oranı, elastiklik katsayısı,

✉ ^a Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 46040, Kahramanmaraş

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): zehra@ksu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 02.05.2017, **Accepted** (Kabul tarihi): 27.07.2017



Citation (Atf): Odabaş Serin, Z., Ateş, N., Cavunt, A., 2017. Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) saplarının kağıt hamuru ve kağıt üretimine uygunluğunun değerlendirilmesi. Turkish Journal of Forestry, 18(2): 155-159. DOI: [10.18182/tjf.310094](https://doi.org/10.18182/tjf.310094)

rijidite katsayısı, mülhstep oranı ve F oranı) hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar çeşitli lignoselülozik malzemelerin özellikleriyle mukayese edilmiştir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

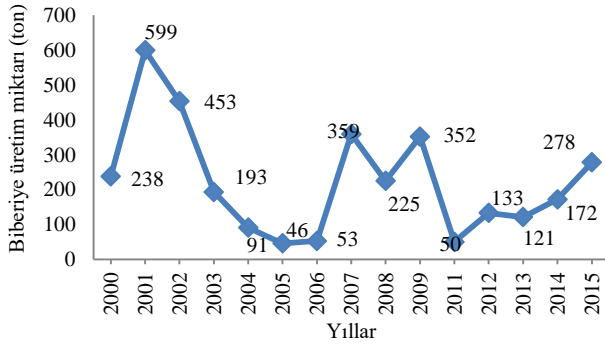
10 yıllık biberiye sapları 2016 yılı Nisan ayında Kahramanmaraş'tan (Türkiye) toplanmıştır. Laboratuvarında açık hava şartlarında kurumaya bırakılan saplar, yapraklarından temizlendikten sonra 3-4 cm uzunluğunda olacak şekilde küçültülmüştür.

Kimyasal analizler için örnekler TAPPI T-264 om- 07 standardına göre hazırlanmıştır. Wiley tipi bir öğütücüde öğütülen örnekler daha sonra eleme işlemine tabii tutulmuş ve 60 mesh üzerinde kalanlar cam bir kavanozda muhafaza edilmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Kimyasal analizler

Biberiye saplarına uygulanan kimyasal analizler ve kullanılan standartlar Çizelge 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Türkiye'de 2000 - 2015 yıllarına ait biberiye üretim miktarı (ton) (OGM, 2015)

Çizelge 1. Kimyasal analizler ve standartlar

Bileşen adı	Yöntem
Holoselüloz	Klorit yöntemi (Wise & Karl 1962)
α -selüloz	Rowell (2005)
Lignin	TAPPI T 222 om-02 (2002)
Toluen-alkol-aseton (4:1:1) çözünürlüğü (v/v)	TAPPI T 204 cm-97 (1997)
Sıcak su çözünürlüğü	TAPPI T 207 om-99 (1999)
Soğuk su çözünürlüğü	TAPPI T 207 om-99 (1999)
%1 NaOH çözünürlüğü	TAPPI T 212 om-12 (2012)
Kül miktarı	TAPPI T 211 om-02 (2002)

Bütün testler 3 kere tekrar edilerek ortalaması alınmış ve sonuçlar tam kuru odun ağırlığına göre rapor edilmiştir.

2.2.2. Morfolojik özellikler

Biberiye sapının morfolojik özelliklerinin belirlenmesinde Spearin ve Isenberg (1947) yöntemi kullanılmıştır. Kibrit çöpü ebatlarına getirilen biberiye sapları, sodyum klorit ve asetik asit kullanılarak maserasyon işlemine tabii tutulmuştur. Pipet yardımıyla bir damla örnek lam üzerine damlatıldıktan sonra Nikon eclipse 80i mikroskopunda lif uzunluğu, lif genişliği, lümen çapı ve lif çeper kalınlığı ölçülmüştür. Lif uzunluğu 4x ve diğer özellikler ise (lif genişliği, lümen çapı ve çeper kalınlığı) 40x objektifi ile ölçülmüştür. Her bir özellik için rastgele 50 ölçüm yapılarak ortalaması alınmıştır.

Liflerin kağıtçılık açısından değerlendirilmesinde kullanılan keçeleşme oranı, elastikiyet katsayısı, rijidite katsayısı, runkel oranı, mülhstep oranı ve F faktörü aşağıdaki eşitlikler yardımı ile hesaplanmıştır (Kırcı, 2006).

$$\text{Keçeleşme oranı} = \text{Lif uzunluğu } (\mu\text{m}) / \text{Lif genişliği } (\mu\text{m})$$

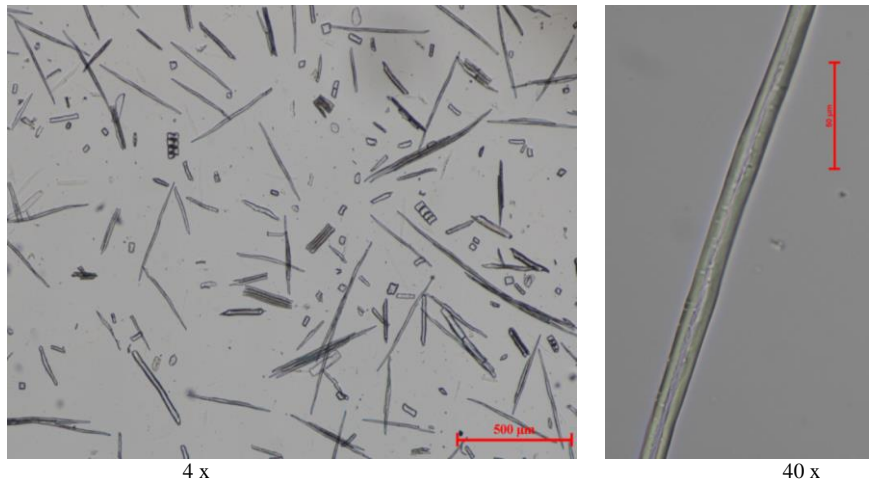
$$\text{Elastiklik katsayısı } (\%) = (\text{Lümen çapı} / \text{Lif genişliği}) \times 100$$

$$\text{Rijidite katsayısı } (\%) = (\text{Lif çeper kalınlığı} / \text{Lif genişliği}) \times 100$$

$$\text{Runkel oranı} = (\text{Lif çeper kalınlığı} \times 2) / \text{Lümen çapı}$$

$$\text{Mülhstep oranı} = 100 \times (\text{Lif genişliği}^2 - \text{Lümen çapı}^2) / \text{Lif genişliği}^2$$

$$\text{F oranı } (\%) = 100 \times (\text{Lif uzunluğu} / \text{Lif çeper kalınlığı})$$



Şekil 2. Maserasyon işlemine tabii tutulmuş biberiye saplarının mikroskopik görüntüleri

3. Bulgular ve tartışma

Biberiye örneklerine ait kimyasal, morfolojik analiz sonuçları ile morfolojik özelliklerden türetilen değerlere ait veriler sırasıyla Çizelge 2, 3 ve 4'de gösterilmiştir. Bir karşılaştırma yapabilmek amacıyla çizelgelerde bazı tek ve çok yıllık bitki saplarının özelliklerine de yer verilmiştir. Çizelgede yer alan lavanta (*Lavandula pinnata* L.) ve oğul otu (*Melissa officinalis*) bitkileri biberiye gibi Ballıbabagiller familyasına aittir.

Odun ve odun dışı ürünlerin ana bileşenlerini holoselüloz, lignin ve ekstraktif maddeler oluşturmaktadır. Çizelge 2'de görüldüğü üzere biberiye sapı holoselüloz (%63.6), α -selüloz (%36.4), lignin (%26.9) ve toluen-alkol-aseton çözünürlük (% 4.8) miktarı bakımından yapraklı ağaç (YA) odun özelliği göstermiştir. Kağıt sektöründe holoselüloz ve α -selüloz miktarının yüksek olması arzulanan bir durumdur. Yüksek holoselüloz içeriği yüksek hamur verimi demektir (Ashori vd., 2011). Bunun yanı sıra lifler arası bağ artacağından elde edilen kağıtların özellikleri de olumlu olarak artacaktır (Bozkurt ve Erdin, 1989).

Biberiye sapının soğuk su (%7.9) ve sıcak su (%10.4) çözünürlüğü ile kül (%1.9) değerleri ise hem ıgne yapraklı (İYA) hem de yapraklı ağaç (YA) odun değerlerinden yüksek, buna karşın çizelgede verilen diğer lignoselülozik malzemelerden düşük bulunmuştur. Biberiye örneklerinin %1 NaOH (%22.8) çözünürlük sonucu ise YA'ların üst sınır aralığına (15-22%) yakın çıkarken diğer lignoselülozik

malzemelerden oldukça düşük bulunmuştur. Kağıt sektöründe ekstraktif madde miktarının yüksek olması istenmeyen bir durumdur. Bilindiği üzere lignoselülozik bileşiklerdeki ekstraktif maddeler, hammaddenin rengi ve parlaklığı üzerinde etkilidir. Yüksek ekstraktif madde miktarına sahip bir hammaddeden üretilen kağıt hamuru, ağartma işlemi sırasında ilave masraflara sebep olmaktadır (Bozkurt ve Erdin, 1989). Yüksek kül içeriği kağıt hamuru üretimini zorlaştırmaktadır (Ashori vd., 2011). Buna göre biberiye örneklerinin çizelgedeki diğer lignoselülozik malzemelerden daha düşük çözünürlük ve kül miktarına sahip olması kağıt sektörü için avantaj olmaktadır.

Kağıt özellikleri üzerinde kimyasal yapının olumlu etkisi bulunmaktadır. Ancak bu etki liflerin morfolojik özelliklerinden daha önemli değildir (Bozkurt ve Erdin, 1989). Buna göre Çizelge 3 irdelendiğinde biberiye lif uzunluğunun 0.36 mm ve lif genişliğinin de 12.84 μ m olduğu görülmektedir. Bu değerler hem YA (0.7 – 1.6 mm) hem de çizelgede yer alan diğer bitki sapı lif özelliklerinin çok altındadır. Biberiye sapının çeper kalınlığı ise 4.31 μ m ve lümen çapı 4.22 μ m ölçülmüştür. Lif boyutları ile kağıt özelliklerinin arasında bir ilişki aranmasının çok doğru bir yaklaşım olmadığı bunun yerine lif boyutlarından (lif uzunluğu, lif genişliği, çeper kalınlığı ve lümen çapı) türetilen keçeleşme oranı, elastiklik katsayısı, rijitide katsayısı, mülhstep oranı ve F oranı ile kağıt özelliklerinin değerlendirilmesinin daha objektif bir yaklaşım olacağı bildirilmiştir (Kırcı, 2000).

Çizelge 2. Bazı lignoselülozik malzemelerin kimyasal bileşenleri

Hammadde	Holoselüloz (%)	α -selüloz (%)	Lignin (%)	Toluen-alkol-aseton çözünürlüğü (%)	Sıcak su çözünürlüğü (%)	Soğuk su çözünürlüğü (%)	% 1 NaOH çözünürlüğü (%)	Kül (%)	Kaynak
Biberiye sapı	63.6 (0.27)	36.4 (0.15)	26.9 (0.28)	4.8 (0.16)	10.4 (0.15)	7.9 (0.26)	22.8 (0.32)	1.9 (0.1)	
Lavanta sapı	-	32.7	32.04	8.25*	-	-	-	-	Yan-xing vd., 2011
Melisa sapı	57.0 (1.4)	42.7 (1.8)	26.5 (4.3)	6.7 ¹ (0.8)	20.0 (1.4)	-	68.9 (7.5)	9.5 (2.6)	Ashori vd., 2011
Dallı darı sapı	-	41.4	-	-	-	-	-	-	Ververis, 2004
Pamuk sapı	75.6	39.8	18.2	6.1	15.3	11.7	30.9	2.52	Tutuş vd., 2010
Kanola sapı	72.1	39.9	20.6	2.8*	8.6	7.5	29.1	5.8	Tofanica vd., 2011
Tütün sapı	67.6	37.5	17.5	6.5*	19.1	-	42.9	7.3	Tank vd., 1985
İYA	70-81	40-45	24 -32	1 - 8	1-6	1-4	8-14	<1	Tutuş vd., 2010
YA	63-90	36-49	21-25	1 - 7	1-8	1-5	15-22	<1	Tutuş vd., 2010

* = Alkol- benzen, ¹ = Etil alkol-diklorometan çözünürlüğü, Standart sapmalar parantez içerisinde verilmiştir, İYA=İgne yapraklı ağaç, YA=Yapraklı ağaç

Çizelge 3. Bazı lignoselülozik malzemelerin morfolojik özellikleri

Hammadde	Lif uzunluğu (mm)	Lif genişliği (μ m)	Lif çeper kalınlığı (μ m)	Lümen çapı (μ m)	Kaynak
Biberiye sapı	0.36 (44.8)	12.84 (0.69)	4.31 (0.66)	4.22 (0.71)	
Lavanta sapı	0.54	-	-	-	Yan-xing vd., 2011
Melisa sapı	0.55 (0.11)	16.38 (3.57)	3.96 (0.85)	-	Ashori vd., 2011
Buğday sapı	0.74	13.20	4.59	4.02	Deniz vd., 2004
Kanola sapı	1.198 (0.26)	13.10 (3.34)	2.25 (0.47)	8.60 (2.82)	Tofanica vd., 2011
Pamuk sapı	0.81	24.98	4.12	16.75	Tutuş vd., 2010
İYA	2.7 - 4.6	32 - 43	-	-	Atchison (1987)
YA	0.7 - 1.6	20 - 40	-	-	Atchison (1987)

Standart sapmalar parantez içerisinde verilmiştir, İYA=İgne yapraklı ağaç, YA=Yapraklı ağaç

Çizelge 4. Bazı lignoselülozik malzemelerin morfolojik özelliklerden türetilen değerler

Hammadde	Keçeleşme oranı	Türetilmiş değerler					Kaynak
		Elastiklik katsayısı	Rijitide katsayısı	Runkel oranı	Mühlstep oranı	F oranı (%)	
Biberiye sapı	27.77	32.87	33.57	2.04	89.20	82.72	
Lavanta sapı	43	-	-	-	-	-	Yan-xing vd., 2011
Melisa sapı	35.6 (11.1)	-	-	-	-	-	Ashori vd., 2011
Tütün sapı	38.97	69.9	-	-	-	-	Deqing vd., 2016
Kanola sapı	91	0.64	18	0.58	57.69	555	Tofanica vd., 2011
Dallı darı sapı	87.7	44.2	-	1.5	-	-	Ververis, 2004
İYA	95-120	75	-	0.35	-	-	Smook 1997
YA	55-75	55-70	-	0.4-0.7	-	-	Smook 1997

İYA=İğne yapraklı ağaç, YA=Yapraklı ağaç

Kağıt hamuru liflerinin morfolojik özellikleri bu liflerden üretilecek kağıt safihalarının fiziksel özelliklerini etkilemektedir (Young, 1981). Bu nedenle morfolojik özelliklerden türetilen değerlerin bilinmesi elde edilecek kağıtların direnç özellikleri hakkında bize önbilgiler vermektedir. Çizelge 4’de biberiye sapının keçeleşme oranı, elastiklik katsayısı, rijitide katsayısı, runkel oranı, mühlstep oranı ve F oranı verilmiştir. Keçeleşme oranı YA’da 55-75 aralığında iken bu oran lavanta sapında 43 ve melisa sapında 35.6 olduğu bildirilmiştir. Keçeleşme oranının 70’in altına düşmesi ile birlikte kağıt direnç özelliklerinin de azalmaya başladığı kabul edilmektedir (Kırcı, 2000). Buna göre biberiye sapından elde edilecek kağıtların yırtılma direnci düşük olacaktır.

Lümen çapının lif genişliğine oranlanması ile hesaplanan elastiklik katsayısı ile çekme direnci arasında pozitif bir ilişki bulunduğu ve bu katsayı yükseldikçe çekme direncinin arttığı bildirilmiştir (Kırcı, 2000). Çizelge 4’de görüldüğü üzere bu değer İYA 75 ve YA 55-70 aralığındadır. Bu değer biberiye sapında 32.87 olarak tespit edilmiştir. Bilindiği üzere lifler elastiklik katsayılarına göre 4 kategoriye ayrılmaktadır: Elastiklik katsayısı 75’den büyük olan çok esnek lifler (I. grup), 50-75 arasında olan esnek lifler (II. grup), 30-50 arasında olan rijit lifler (III. grup) ve 30’dan küçük olan çok rijit lifler (IV. grup). Bu sınıflandırmaya göre biberiye sapı lifleri, rijit lif (III. grup) yapısına sahip olup kağıt sektöründe arzu edilmemektedir. Çünkü bu tür lifler, kalın çeperli-dar lümenli olup çok az yassılaşıma (çökme) göstermekte, lif yüzey temas alanı az olduğundan lifler arası bağlarda zayıf olmaktadır. Bundan dolayı bu kategoride yer alan liflerin, liflevha, rijit karton ve mukavva yapımına uygun olduğu bildirilmektedir (Kırcı, 2000).

Rijitide katsayısının büyüklüğü, kağıdın fiziksel direnç niteliklerinin özellikle patlama, kopma (Bostancı, 1980) ve katlama direnci üzerine olumsuz etkisi vardır (Tofanica vd., 2011). Çizelgeden görüldüğü üzere bu değer biberiye sapında 33.57’dir. Bir mukayese yapıldığında bu değer orman endüstri sanayisinde yaygın olarak kullanılan kayın’da (*Fagus orientalis*) 26 ve karaçam’da (*Pinus nigra*) 14’dür (Akgül ve Tozluoğlu, 2009).

Runkel oranı 1’den küçük olan lifler esnek lif kategorisinde yer almaktadır. Bu kategorideki lifler kağıt üretilirken presleme sırasında kolayca yassılaştığından lifler arası bağlantı da daha kuvvetli olmaktadır. Bundan dolayı bu tür lifler, “kağıt yapımına uygun lifler” grubunda yer almaktadır. Biberiye sapında bu değer 2.04 olduğu görülmektedir. Bu değer İYA (0.35) ve YA (0.4 - 0.7) değerlerinin çok üzerindedir. Buna göre runkel sınıflandırmasına göre biberiye sapı lifleri, “kağıt yapımına en az uygun lifler” kategorisinde yer almaktadır.

Kağıt üretimi sırasında ince çeperli lifler kolayca ezildiğinden (yassılaşımda) elde edilen kağıtların hem yoğunluğu hem de direnç özellikleri pozitif olarak artmaktadır (Casey, 1961). Bu nedenle mühlstep oranının düşük olması arzu edilmektedir.

Mühlstep oran sınıflamasına göre lifler aşağıda sırasıyla verildiği üzere 3’e ayrılmaktadır (Simionescu vd. 1964):

1. Mühlstep oranı 30’dan az olan lifler: kurdela şekilli lifler (ribbon-shaped fibers); ince çeperli ve geniş lümenli; keçeleşme özellikleri iyi olan lifler.
2. Mühlstep oranı 31-80 arasında olan lifler: ara formlara sahip silindirik lifler.
3. Mühlstep oranı 81’den büyük olan lifler: çubuk şekilli lifler (rod-shaped fibers). Bu kategorideki liflerin çeper kalınlığı fazla lümen genişliği azdır.

Birinci grupta yer alan lifler kağıt üretimine en uygun lifleri ifade ederken 3. gruptakiler en az uygun olanları işaret etmektedir (Tofanica vd., 2011). Bu sınıflandırmaya göre biberiye sapları 89.20’lik bir oran ile 3. grupta yani kağıtçılık açısından arzu edilmeyen bir kategoride yer almaktadır.

Yüksek F oranı (%) değeri bu liflerden elde edilecek kağıtların elastikiyetlerinin iyi olacağını göstermektedir (Bostancı, 1987). Çizelge 4’de görüldüğü üzere biberiye sapının F oranı 82.71’dir. Bu değer karaçam’da 586.38 (İstek vd., 2008), kızılçam’da 606.7 (Bektaş, vd. 1999) ve kanola sapında 555 (Tofanica vd., 2011) tespit edilmiştir. Buna göre biberiye liflerinin F oran değerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir.

4. Sonuçlar

Biberiye sapının kağıt hamuru ve kağıt üretimine uygunluğunun tespiti için biberiye örneklerinin kimyasal ve morfolojik özellikleri değerlendirilmiştir. Elde edilen verilere göre biberiye sapı holoselüloz, α -selüloz ve lignin içeriği bakımından YA özelliği göstermiştir.

Bunun yanı sıra biberiye sapı genel olarak tek ve çok yıllık bitkilerden daha az ekstraktif madde (toluen-alkol-aseton, sıcak su, soğuk su ve %1 NaOH çözünürlüğü) ve kül içermekte olup bu durum kağıtçılık sektörü için avantajdır. Ancak morfolojik özelliklere (lif uzunluğu 0.36 mm, çeper kalınlığı 4.31 μ m ve lümen çapı 4.22 μ m) ve bunlardan türetilen değerlere göre biberiye sapı kağıt hamuru ve kağıt üretimine uygun bir hammadde değildir. Ancak kompozit üretimi gibi başka alanlarda değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

- Akgül, M., Tozluoğlu, A., 2009. Some chemical and morphological properties of juvenile woods from beech (*Fagus orientalis* L.) and pine (*Pinus nigra* A.) plantations. Trends in Applied Sciences Research 4: 116–125.
- Ashori, A., Hamzeh, Y., Amani, F., 2011. Lemon Balm (*Melissa officinalis*) Stalk: Chemical composition and fiber morphology. J Polym Environ, 19: 297-300. DOI 10.1007/s10924-010-0279-8.
- Atchison, J. E., 1987. Data on non-wood plant fibers. In *The secondary fibers and non-wood pulping*, 3rd ed., ed. F. Hamilton, Chap. 3. Atlanta, GA: TAPPI Press.
- Begum, A. ve Ali, S.S. (2015). Pharmacognostical standardization of aerial parts of *Rosmarinus officinalis* var. *albus*, Int J Pharm Bio Sci, 6(2), 498-513.
- Bektaş, İ., Tutuş, A., Eroğlu, H., 1999. A study of the suitability of calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) for pulp and paper manufacture. Tr J Agric For 23(3): 589-597.
- Bostancı, Ş., 1987. Kağıt Hamuru Üretimi ve Ağartma Teknolojisi. KTÜ Orman Fak., Yay.No. 114 / 13, Trabzon.
- Bozkurt, Y., Erdin, N., 1989. Odunsu lifler ve tanımı. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 39(4).
- Casey, J.P., 1961. Pulp and paper chemistry and chemical technology. Vol. 2. Second Edition. Wiley Interscience Publisher Inc., New York, 581-1249p.
- Deniz, İ., Kırıcı, H., Ateş, S., 2004. Optimization of wheat straw triticum drum kraft pulping. Ind. Crop. Prod.,19: 237-243.
- Deqing, Z., Ya, D., Guanglin, F., Jie, Y., Lanlan, T., Jun, L., 2016. Chemical composition, fiber morphology and biological structure of tobacco stalks. Product Technology, Vol. 49: 80-86. DOI 0.16135/j.issn1002-0861.20160413
- Hassan, F.A.S., Bazaid,S., Ali, E.F., 2013. Effect of deficit irrigation on growth, yield and volatile oil contenton *Rosmarinus officinalis* L. plant. Journal of Medicinal Plants Studies, 1(3): 12-21.
- İstek, A., Eroğlu, H., Gülsoy, S.K., 2008. Fiber and paper properties changes in relation to age of black pine. Kastamonu University, Journal of Forestry Faculty 8 (1): 61-66.
- Kırıcı, H., 2000. Kağıt Hamuru Endüstrisi Ders Notları. KTÜ Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No:63, Trabzon, Türkiye.
- Kırıcı, H., 2006. Kağıt Hamuru Endüstrisi Ders Notları, KTÜ Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No:86, Trabzon.
- OGM, 2015. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Ormanlık İstatistikleri 2015. <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Istatistikler>, Erişim: 15.04.2017.
- Rowell, R.M., 2005. Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites, Taylor & Francis Group, CRC Press, USA.
- Simionescu, C. I., M. Grigora,S., Cernătescu-Asandei, A., 1964. Chemistry of wood in R.P.R. Bucharest. Academy of Popular Republic of Romania Publishing House, Romania.
- Smook, G.A., 1997. Handbook for pulp and paper technologists. Angus Wilde Publications, Vancouver.
- Spearin, W.E., Isenberg I.H., 1947. Maceration of woody tissue with acetic acid and sodium chlorite. Science, 105: 214.
- Tank, T., Bostancı, Ş., Eroğlu, H., Enercan, S., 1985. Tütün saplarının kağıt yapımında değerlendirilmesi. Doğa Bilim Dergisi, D2, 9: 3.
- TAPPI T 204 cm-97, 1997. Solvent extractives of wood and pulp. Tappi Press, Atlanta, GA.
- TAPPI T 207 cm-99, 1999. Water solubility of wood and pulp. Tappi Press, Atlanta, GA.
- TAPPI T 211om-02, 2002. Ash in wood, pulp, paper and paperboard: combustion at 525 °C. Tappi Press, Atlanta, GA.
- TAPPI T 212om-12, 2012. One percent sodium hydroxide solubility of wood and pulp. Tappi Press, Atlanta, GA
- TAPPI T 222 om-02, 2002. Acid-insoluble lignin in wood and pulp. Tappi Press, Atlanta, GA.
- TAPPI T 264 om-07, 2007. Preparation of wood for chemical analysis. Tappi Press, Atlanta, GA.
- Tofanica, B.M., Cappelletto, E., Gavrilesco, D., Mueller, K., 2011. Properties of Rapeseed (*Brassica napus*) stalks fibers. Journal of Natural Fibers, 8: 241-262. DOI: 10.1080/15440478.2011.626189
- Tutuş, A., Ezici, A.C., Ateş, S., 2010. Chemical, morphological and anatomical properties and evaluation of cotton stalks (*Gossypium hirsutum* L.) in pulp industry. Scientific Research and Essays Vol. 5(12): 1553-1560.
- Ververis, C., Georghiou, K., Christodoulakis, N., Santas, P., Santas, R., 2004. Fibers dimensions, lignin and cellulose content of various plant materials and their suitability for paper production. Industrial Crops and Products., 19: 245-254. doi:10.1016/j.indcrop.2003.10.006
- Wise, E.L., Karl, H.L., 1962. Cellulose and hemicelluloses in pulp and paper science and technology. In: Earl, C.L. (Ed.) Vol. 1: Pulp, McGraw Hill-Book Co., New York.
- Yan-xing, Z., Jun, Y., Jian, X., Sheng-long, W., Hong, W., 2011. Analysis of chemical components and morphology of the stem fiber of *Lavandula pinnata* L. Paper Science & Technology, 2011-04.
- Young, J.H., 1981. Fiber preparation and approach flow in pulp and paper. In: "Chemistry and Chemical Technology" (Casey JP eds): Interscience publishers, New York.

Mersin-Gülnar ormanlarında yangın sorunu, yangınların dağılımı ve büyük yangınların değerlendirilmesi

Mustafa Avcı^{a,*}, Kürşat Boz^a

Özet: Bu çalışmada, Gülnar Orman İşletme Müdürlüğünde orman yangınlarının durumu, sayı ve alan bakımından Orman İşletme Şefliklerine ve yerleşim birimlerine göre dağılımı incelenmiştir. Ayrıca yangınlara karşı alınan koruma önlemleri ve çıkan yangınlara etkili bir savaş için ne gibi uygulamalar yapıldığı ve bunların etkinlikleri de irdelenmiştir. Gülnar Orman İşletme Müdürlüğü'nün orman yangınlarını sayısal ve alansal olarak azaltmak amacıyla yaptığı eğitim ve bilinçlendirme faaliyetleri, ulaşım, yangın söndürme ekipleri, kullanılan el aletleri ile motorlu araçların durumu, gözetleme, yangın emniyet yol ve şeritleri, haberleşme organizasyonları ile havuz ve göletler, yangınla savaşta kullanılan araç ve gereçlerin miktarları, özellikleri ve uygun yerlere konuşlandırılmalarının planlanması, hava araçlarının kullanımı ve diğer kurumların katkıları incelenmiştir. Bu inceleme sonuçlarına dayanarak yangın koruma ve savaş uygulamalarının etkinliği irdelenmiş, yangınların mevcut ormanlar üzerindeki zararını en az düzeye indirmek için önerilerde bulunulmuştur. Ayrıca 2007 yılında Pembecik, 2008 yılında Büyükeceli ve 2012 yılında Beydili yörelerinde çıkan üç büyük yangın değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Orman yangını, Yangınların dağılımı, Büyük yangınlar, Mersin-Gülnar

Fire problem, distribution of fires and analysis of important fires in Mersin-Gülnar forests

Abstract: The state of the forest fires in the areas affiliated to Gülnar Forest Management Directorate, distribution of the number and size of forest fires by Forest Management Divisions and settlement areas, preventive measures taken against fire and the practices for the effective control of fire and the impacts of such control practices were analysed in this study. The educational and awareness-raising activities undertaken by Gülnar Forest Management Directorate in order to decrease the number and size of forest fire, transportation, fire-fighting teams, hand tools used and motor vehicles, observation, fire safety roads and lanes, organization of communication, pools and ponds, the quantity and properties of the instruments and equipment used to control fire, planning of their deployment in appropriate spots, use of air vehicles, and the contributions of the other institutions were analysed. In the light of the analysis results, the effectiveness of fire prevention and control practices were analysed, and recommendations were suggested to minimize the damage of fire on forests. In addition, three major fires were assessed: Pembecik in 2007, Büyükeceli in 2008 and Beydili region in 2012.

Keywords: Forest fire, Distribution of fires, Important fires, Mersin-Gülnar

1. Giriş

Ormana zarar veren önemli faktörler arasında bulunan orman yangınları, Türkiye'de ormanların sürekliliğini riske atan faktörlerin en önemlilerinden biridir. Özellikle, orman yangınlarının çıkmasında en uygun koşullara sahip olan Akdeniz ikliminin etkili olduğu Türkiye'nin önemli bir bölümü, bu afetin sürekli tehdidi altında bulunmaktadır (Küçükosmanoğlu, 1987; Doğan, 2009).

Ülkemizde 1937 yılından 2016 yılı sonuna kadar, 79 yıllık dönemde 101.088 adet orman yangınında toplam 1.662.033 ha alan zarar görmüştür. Ülkemiz orman yangınları verileri incelendiğinde, 2008 yılı yangın sezonu birden fazla büyük yangının meydana geldiği yoğun bir sezon olup toplamda 2.135 adet yangın sonucunda 29.749 hektarlık ormanlık alan yangınlardan zarar görmüş ve

15.765 hektarlık Antalya Serik/Taşagül yangını ülkemizin en büyük yangını olarak kayıtlara geçmiştir (Anonim, 2017).

Mersin-Gülnar Orman İşletme Müdürlüğü coğrafi konum itibarıyla Akdeniz iklim kuşağında yer almaktadır. İşletme Müdürlüğü ormanlarının tamamı bu kuşakta yer aldığından dolayı birinci derecede yangına hassas durumdadır. Son yıllarda alınan etkili önlemler sonucu orman yangınlarıyla mücadele konusunda büyük aşamalar kaydedilmiştir. Gülnar yöresinde sayı ve yanan alan miktarı bakımından çok fazla orman yangını meydana gelmekte ve bu yangınlar büyük ölçüde (%90 oranında) insan kaynaklıdır (Gözükara, 2009; Duran, 2014; Anonim, 2017).

Bu çalışmanın amacı; Gülnar Orman İşletme Müdürlüğü'nde orman yangınlarına karşı alınan önlemlerin analiz edilmesidir. Çalışmada, Gülnar ormanlarında yangınlardan koruma ve savaş uygulamaları ve bunların

✉ ^a Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 17.02.2017, **Accepted** (Kabul tarihi): 13.06.2017



Citation (Atıf): Avcı, M., Boz, K., 2017. Mersin-Gülnar ormanlarında yangın sorunu, yangınların dağılımı ve büyük yangınların değerlendirilmesi. Turkish Journal of Forestry, 18(2): 160-170.

DOI: [10.18182/tjf.292769](https://doi.org/10.18182/tjf.292769)

etkinlikleri incelenmiş, orman yangınlarından en çok etkilenen yörelerden biri olan Gülnar Orman İşletme Müdürlüğü'nün orman yangınlarının önlenmesindeki etkinlikleri ortaya konulmaya çalışılmıştır. İşletme Müdürlüğü'nde 2005–2014 yılları arası çıkan yangınların çıkış yerleri, yangınların yoğunlaştığı aylar, yangınların nedenleri, yanan alan miktarları, yangına ulaşım süreleri vb. yönleriyle incelenmiştir.

Gülnar yöresinde beş yıllık dönemde (2010-2014) meydana gelen yangınların çıkış yerleri daha detaylı bir şekilde ele alınmış ve sayısal haritalar üzerine yangın çıkış yerleri işaretlenerek yangın riskinin yüksek olduğu alanlar belirlenmiştir. Yörenin arazi yapısı, bitki örtüsü, yanıcı madde yoğunluğu, rüzgârın rolü, ormanın yapısı ve kuruluşları, meşcere tipleri, makilik alanların etkisi vb. nedenlerin yangın çıkma ve çıkan yangınların büyümesi üzerine olan etkileri incelenmiş ve bunlarla ilgili olarak öneriler getirilmiştir. Bunun yanında yakın zamanda çıkmış büyük yangınların çıkma ve gelişme nedenleri incelenmiştir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Gülnar Orman İşletme Müdürlüğü'nün Tanıtımı

Gülnar Orman İşletme Müdürlüğü 1948 yılında kurulmuştur. Aydıncık, Büyükeceli, Gülnar, Kuskan, Pembecik ve Zeyne olmak üzere altı işletme şefliği, 2014 yılında kurulan Kadastro ve Mülkiyet Şefliği ve Ağaçlandırma ve Toprak Muhafaza Şefliği ile faaliyetlerini sürdürmektedir. Orman İşletme Müdürlüğü'nün genel alanı 183.208 ha olup bu alanın 123.922 ha'ı ormanlık alan, 59.286 ha'ı ise açıklıktır (Çizelge 1) (OGM, 2016).

İklimi

Bölgede tipik Akdeniz iklimi hâkimdir. Yüksek kısımlarda ise kışları soğuk ve karlı, yazları serin ve nispeten yağışlı geçer. Yöre ikliminde hava kütlelerinin ve yer şekillerinin etkisi büyüktür. İlçe, Akdeniz Bölgesi'nin diğer kesimlerinde olduğu gibi yaz döneminde Atlas Okyanusu ve Sahra Çölü'nden gelen sıcak ve kuru hava kütesine girer. Akdeniz'den geçerken sıcaklığı düşer ve kıyı kesimlerde nemli-puslu bir hâl alır. Bazen de Basra Körfezi'nden gelen alçak basınçın etkilerinde kalarak nem düşer ve sıcaklık artar. Kış mevsiminde ise yöre Akdeniz Bölgesi'nin genelinde olduğu gibi Orta Akdeniz'den gelen hava kütlelerinin etkisinde kalır (Anonim, 2016).

Çizelge 1. Gülnar Orman İşletme Müdürlüğü orman varlığı

İşletme şefliği	Verimli orman (ha)	Bozuk orman (ha)	Toplam ormanlık alan (ha)	Açıklık alan (ha)	Genel toplam (ha)	Ormanlık alan %
Gülnar	11.718,5	20.652,5	32.371,0	22.875,5	55.246,5	60
Aydıncık	8.717,0	11.760,5	20.477,5	5.863,0	26.340,5	78
Büyükeceli	12.861,5	8.769,0	22.630,5	4.989,5	26.620,0	85
Kuskan	8.853,5	20.329,5	29.183,0	17.220,5	46.403,5	63
Pembecik	7.616,5	2.385,0	10.001,5	1.613,5	11.615,0	86
Zeyne	6.646,0	3.612,5	10.258,5	6.724,0	16.982,5	60
Toplam	56.413,0	67.509,0	123.922,0	59.286,0	183.208,0	68

İlçede hâkim rüzgâr yönü kuzeybatı ve güneydoğu yönüdür. Kuzeydoğudan esen poyraz, Göksu Vadisi'ne kanalize olduktan sonra kuzeybatı ve güneydoğu istikametinde eserek, ilçenin de kuzeyinde, Akdeniz'e doğru tahripkâr bir etkiye neden olur. Kış mevsiminde soğuklara ve kar yağışlarına neden olur. Bunun yanında yaz aylarında havadaki nemi %10'lara kadar düşürmektedir. Ayrıca buharlaşmayı artırarak kuraklığa sebep olur (Anonim, 2016).

2.2. Yöntem

Çalışmada araştırma alanı olarak her yaz sezonunda çok sayıda yangın çıkan ve zaman zaman da büyük yangınların görüldüğü Gülnar Orman İşletme Müdürlüğü seçilmiştir. Gülnar Orman İşletme Müdürlüğü'nde 2005–2014 yılları arasında çıkan orman yangınları, işletme şefliklerine göre öncelikle sayı ve alan olarak değerlendirilmiştir. Bu dönemde çıkan 129 adet yangının çıkış nedenleri, büyüklükleri, verdiği zararlar ve aylara dağılımı yangın kayıt defterleri incelenerek tespit edilmiştir. Bu yangınlardan büyük zararlara neden olan yangınlara ait dosyalar incelenerek gerekli veriler elde edilmiştir. Yangınların söz konusu alanlardaki dağılımı incelenerek yangın çıkan yerler ile büyük yangınların oluştuğu alanlar belirlenmiştir. Bu alanlar öncelikle harita üzerinde belirlenmiş, ardından bu alanlarda arazi çalışması yapılarak flora, topoğrafya, iklim özellikleri, yangın söndürme organizasyonunun yeterliliği incelenerek yangınların yoğunlaştığı alanlar özellikleri bakımından belirlenerek büyük yangınların oluşumunu etkileyen temel faktörler saptanmıştır. Bu çerçevede doğru tanı ortaya konularak sorunun çözümüne katkı sağlanabilecek öneriler getirilmiştir.

3. Bulgular

3.1. Gülnar Orman İşletme Müdürlüğü'nün yangın verileri (2005–2014)

Gülnar Orman İşletme Müdürlüğü ormanlarında 2005-2014 yıllarını kapsayan 10 yıllık dönemde toplam 129 adet orman yangını meydana gelmiştir. En fazla yangın Aydıncık Orman İşletme Şefliğinde (%27,9) çıkmıştır. Bunu Gülnar (%19,4), Kuskan (%17,8), Büyükeceli (%15,5), Pembecik (%13,2) ve Zeyne Orman İşletme Şeflikleri (%6,2) izlemektedir (Çizelge 2).

İşletme genelinde yangın sayısı bazı yıllar az olmasına karşın, son yıllarda nüfus hareketliliği ve iklimin kuraklaşmaya doğru eğilim göstermesi ile artış yönünde seyretmektedir. Son yıllardaki yangın sayıları incelendiğinde, 2006 yılı en az sayıda orman yangını ile dikkat çekmektedir. Bu yıldan sonra yangın sayılarında düzensiz bir eğilim olduğu görülmektedir (Çizelge 2).

Gülner Orman İşletme Müdürlüğü'nde 2005-2014 yılları arasında 6.725,1 ha orman alanı yangınlarda zarar görmüştür. En fazla zarar %80,1 ile Büyükeceli Orman İşletme Şefliği'nde olmuştur. Bunu sırayla %13,9 ile Pembecik, %3,9 ile Aydıncık, %1,7 ile Zeyne, %0,4 ile Kuskan ve %0,1 ile Gülner Orman İşletme Şefliği izlemektedir. Yanan alan miktarı 2008 yılında en yüksek miktarına ulaşmıştır. Bunda aynı yıl meydana gelen, Türkiye'nin büyük yangınları arasında yer alan Büyükeceli Orman İşletme Şefliği sınırlarında bulunan Kavakoluğu köyünde çıkan yangın etkili olmuştur (Çizelge 3). 2005-2014 yıllarını kapsayan dönemde 2007, 2012 ve 2013 yılları yanan alan miktarındaki artış ile dikkat çekmektedir. Geri kalan yıllarda yanan alan miktarı oldukça düşüktür. Gülner Orman İşletme Müdürlüğü'nde incelenen on yıllık dönemde yangın başına düşen yanan alan miktarı 52,1 ha'dır. Bu miktarın fazla olmasının sebebi 2008 yılında meydana gelen Gülner büyük yangınıdır.

Yangınların çıkış sebepleri

Gülner Orman İşletme Müdürlüğü'nde 2005-2014 yılları arasında çıkan yangınların sebepleri incelendiğinde %48,1'inin ihmâl-dikkatsizlik, %3,9'unun kasıt, %23,3'ünün kaza, %13,2'sinin meçhul ve %11,6'sının yıldırım olduğu görülmektedir. Yangınların %88,4'üne insanlar sebep olmuştur. İnsanların sebep olduğu oranın fazla olmasında halkın orman bilinci ve orman işletmesi ile halk arasındaki ilişkilerde bazı sıkıntılar olduğunu göstermektedir (Çizelge 4). Enerji nakil hatlarındaki bakımsızlık nedeniyle çok sayıda orman yangınları meydana gelmektedir.

Yangınların aylara dağılımı

İşletme ormanlarında her ay az ya da çok yangın çıkmaktadır. Yangınlar haziran ayında artmaya başlamakta ve temmuz, ağustos, eylül ile ekim ayının sonuna kadar yangın sezonu devam etmektedir. Buna göre yangın sezonunun haziran-ekim dönemini kapsayan beş ay olduğu sonucu çıkmaktadır (Çizelge 5).

Çizelge 2. Gülner Orman İşletme Müdürlüğü'nde 2005-2014 döneminde orman işletme şefliklerinde çıkan yangın sayıları

Yıl	Gülner	Aydıncık	Büyükeceli	Kuskan	Pembecik	Zeyne	Toplam
2005	1	3	-	1	1	-	6
2006	1	1	1	-	-	-	3
2007	4	4	6	4	5	-	23
2008	3	7	2	2	1	1	16
2009	1	2	-	1	-	-	4
2010	6	7	-	5	2	1	21
2011	7	1	5	-	1	2	16
2012	2	3	1	3	-	1	10
2013	-	7	5	4	5	2	23
2014	-	1	-	3	2	1	7
Toplam	25	36	20	23	17	8	129
%	19,4	27,9	15,5	17,8	13,2	6,2	100,0

Çizelge 3. Gülner Orman İşletme Müdürlüğü'nde 2005-2014 döneminde orman işletme şefliklerine göre yanan alanlar (ha)

Yıl	Gülner	Aydıncık	Büyükeceli	Kuskan	Pembecik	Zeyne	Toplam
2005	0,02	0,31	-	0,10	0,01	-	0,44
2006	0,15	0,01	0,02	-	-	-	0,18
2007	0,81	2,55	5,86	0,55	914,30	-	924,07
2008	0,17	0,56	5.037,05	10,04	0,02	4.005,05	1,84
2009	0,01	11,55	-	5	-	-	16,56
2010	2,67	2,22	-	1,17	0,66	0,80	7,52
2011	2,72	0,30	0,32	-	0,60	0,21	4,15
2012	0,70	172,1	196,00	1,3	-	1,50	371,69
2013	-	48,76	147,70	2,60	17,52	104,60	321,18
2014	-	24,5	-	3,5	0,05	0,01	28,06
Toplam	7,25	262,86	5.386,95	24,26	932,66	111,126	725,10
%	0,1	3,9	80,1	0,4	13,9	1,7	100,00

Çizelge 4. Gülner Orman İşletme Müdürlüğü'nde 2005-2014 döneminde çıkan orman yangınlarının sebepleri

	Çıkış sebepleri														Toplam			
	İhmâl-dikkatsizlik							Kasıt			Kaza							
Şeflikler	Anız	Çöplük	Avcılık	Çoban Ateşi	Sigara	Piknik	Diğer	Terör	Kundaklama	Açma	Diğer	Açma	Enerji	Trafik	Diğer	Meçhul	Yıldırım	
Gülner	1	-	-	2	5	1	5	-	2	-	-	-	2	-	-	4	3	25
Aydıncık	2	-	-	1	1	-	7	-	2	-	-	-	13	-	2	2	6	36
Büyükeceli	2	-	-	1	2	-	5	-	1	-	-	-	4	-	-	4	1	20
Kuskan	4	-	3	1	5	-	2	-	-	-	-	-	1	-	1	6	-	23
Pembecik	2	-	-	3	2	1	-	-	-	-	-	-	2	3	-	-	4	17
Zeyne	-	-	1	-	2	-	1	-	-	-	-	-	1	1	-	1	1	8
Toplam	11	0	4	8	17	2	20	0	5	0	0	0	23	4	3	17	15	129
%	8,5	0	3,1	6,2	13,2	1,6	15,5	0	3,9	0	0	0	17,8	3,1	2,3	13,2	11,6	100

Çizelge 5. Gülnar Orman İşletme Müdürlüğü'nde 2005–2014 döneminde çıkan orman yangınlarının aylara dağılımı

Aylar	Gülнар	Aydıncık	Büyükeceli	Kuskan	Pembecik	Zeyne	Toplam	%
Ocak	1	1	1	-	-	-	3	2,3
Şubat	-	1	2	-	-	-	3	2,3
Mart	-	-	-	1	-	1	2	1,6
Nisan	3	-	1	1	1	-	6	4,6
Mayıs	-	1	-	2	1	1	5	3,9
Haziran	1	6	1	6	-	-	14	10,8
Temmuz	-	3	2	5	3	5	18	14,0
Ağustos	10	6	5	3	1	1	26	20,2
Eylül	6	9	4	2	2	-	23	17,8
Ekim	2	7	1	1	7	-	18	14,0
Kasım	-	1	-	2	1	-	4	3,1
Aralık	2	1	3	-	1	-	7	5,4
Toplam	25	36	20	23	17	8	129	100,0

Yangınların dağılımı ve hassas alanlar

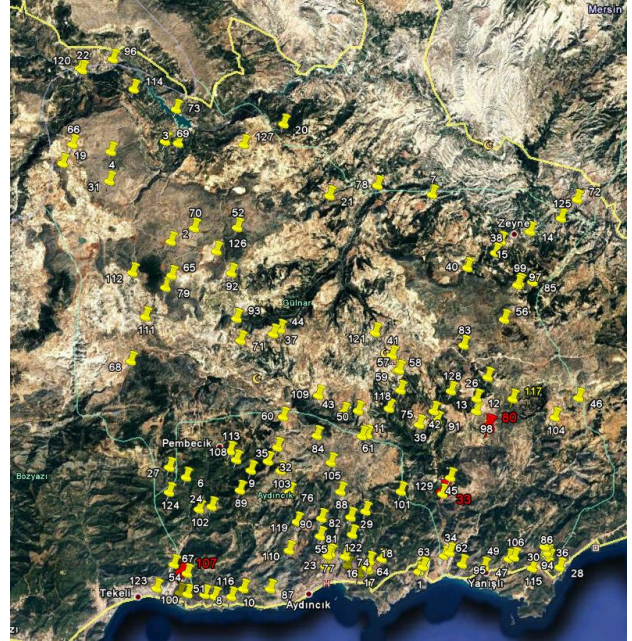
Gülнар Orman İşletme Müdürlüğü'nde 2005-2014 yıllarını kapsayan 10 yıllık dönemde meydana gelen 129 yangının dağılımı Şekil 1'de gösterilmiştir. Yangınlar işletme müdürlüğünün tamamında dağılım göstermekle beraber hemen hemen denize paralel seyreden Bozyazı-Silifke ana yolu boyunca ve yerleşim yerleri bitişiğindeki ormanlık alanlarda daha fazla görülmektedir. Kuzeye doğru yükseltinin artması, yerleşim yerlerinin azalması, arazi koşulları nedeniyle yangınlar azalmakta ve çıkan yangınlar da daha az tehlikeli hâle gelmektedir. Yangınların en yoğun olduğu bölge Tekeli, Pembecik, Gülнар ve Sipahili yerleşim yerleri arasında kalan alt rakımdaki kızılçam ormanlarıdır.

Gülнар Orman İşletme Müdürlüğü'nde yerleşim yerlerine göre yangınların nedenleri Çizelge 6'da verilmiştir. Buna göre yangınların nedenleri itibariyle belli yerlerde bariz olarak yoğunlaşma göstermediği, tüm yerleşim yerlerine genel bir dağılım olduğu anlaşılmaktadır. En fazla yangın sırasıyla; Kuskan beldesi (10), Pembecik köyü (6), Yeniçörük ve Yenikaş köylerinde (6) meydana gelmiştir. En az ise Kavakoğlu, Kavakoluğu, Arıkuyusu, Bereket, Bolyaran, Dayıcık, Demiröz, Emirhacı, Eşkıbey, Gözce, Halifeler, Koçaşlı Konur, Korucuk, Kurbağa, Mollaömerli, Nuru, Örtülü, Taşoluk, Teknecik, Tepe, Yassıbağ, Yeniceköy köylerinde (1) ve Akova, Beydili, Bozağaç, Cumhuriyet, Örenpınar, Tırnak, Yanışlı, Karadere köylerinde (2) çıkmıştır.

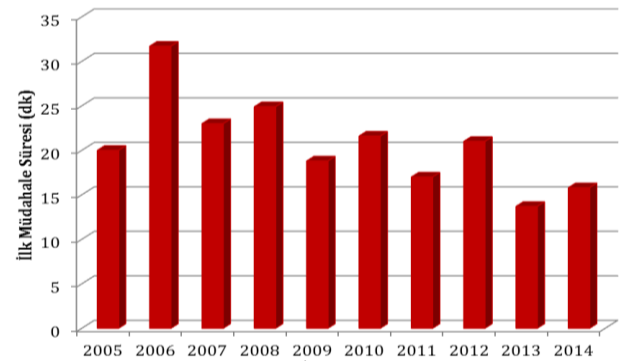
Yangınlara müdahale süreleri: Gülнар Orman İşletme Müdürlüğü'nde çıkan orman yangınlarında yıllara göre ilk müdahale süreleri incelendiğinde, geçmişten günümüze ilerleyen teknoloji ve yapılan yatırımlarla daha kısa sürede müdahale edildiği görülmektedir (Şekil 2). En uzun ilk müdahale süresi 31,7 dakika ile 2006 yılı iken; en kısa 13,7 dakika ile 2013 yılı olmuştur.

3.2. Yangın koruma ve savaş önlemleri

Eğitim ve bilinçlendirme faaliyetleri: Gülнар Orman İşletme Müdürlüğü'nde çıkan orman yangınlarının %88,4'ü insan kaynaklıdır. Yangınların büyük bir kısmının insan kaynaklı olması nedeniyle halkın bilinçlendirilmesi ve eğitilmesi önem taşımaktadır. Yangın mevsimi öncesi yapılan hazırlık çalışmaları yanında, yangınla mücadele faaliyetlerinde yer alan her kademedeki personelin eğitimi, halkın eğitimi ve uyarılmasına yönelik tanıtım ve bilinçlendirme faaliyetleri bu bölümde yer almaktadır.



Şekil 1. Gülнар Orman İşletme Müdürlüğü'nde 2005–2014 döneminde çıkan yangınların dağılımı (Kırmızı İşaretler: 3 büyük yangın)



Şekil 2. Gülнар Orman İşletme Müdürlüğü'nde çıkan yangınlara ilk müdahale süreleri

Çizelge 6. Gülnar Orman İşletme Müdürlüğü'nde yerleşim yerlerine göre yangınların nedenleri

Anız		Sigara		Çoban ateşi avcılık		Piknik		ENH		Kundaklama		Trafik		Meçhul		Yıldırım	
Yerleşim yeri	Adet	Yerleşim yeri	Adet	Yerleşim yeri	Adet	Yerleşim yeri	Adet	Yerleşim yeri	Adet	Yerleşim yeri	Adet	Yerleşim yeri	Adet	Yerleşim yeri	Adet	Yerleşim yeri	Adet
Köseçobanlı	3	İlisu	2	Pembecik	3	Gözsüzce	1	Yeniyörük	4	Kuskan	2	Gözsüzce	1	Aydıncık	4	Pembecik	3
Kuskan	2	Kuskan	2	Akova	1	Tırnak	1	Duruhan	3	Aydıncık	1	Karadere	1	Kuskan	4	Yenikaş	3
Büyükeceli	1	Yenikaş	2	Büyükeceli	1			Cumhuriyet	2	Beydili	1	Yenikaş	1	Eskiyörük	3	Karaseki	2
Çavuşlar	1	Bozağaç	1	Demirözü	1			Gözsüzce	2	Karaseki	1			Delikkaya	2	Bozağaç	1
Göze	1	Büyükeceli	1	Eskiyörük	1			Hacıbahattin	2					Duruhan	2	Çavuşlar	1
Hacıbahattin	1	Dayıcık	1	Kayrak	1			Karaseki	2					Gezende	2	Emirhacı	1
Halifeler	1	Eşkıbey	1	Gezende	1			Arıkuyusu	1					Kayrak	2	Karadere	1
Bolyaran	1	Korucuk	1	İlisu	1			Bereket	1					Örenpınar	2	Kayrak	1
Şeyhomer	1	Köseçobanlı	1	Köseçobanlı	1			Büyükeceli	1					Yanışlı	2	Örtülü	1
		Şeyhomer	1	Kurbağa	1			Delikkaya	1					Çavuşlar	2	Yeniyörük	1
		Yassıbağ	1					Eskiyörük	1					Kavakoluğu	1		
		Yenicceköy	1					Koçaşlı	1					Kavakoğlu	1		
		Zeyne	1					Köseçobanlı	1					Beydili	1		
		Nuru	1					Tepe	1					Büyükeceli	1		
								Tırnak	1					Akova	1		
								Zeyne	1					İlisu	1		
														Konur	1		
														Mollaömerli	1		
														Şeyhomer	1		
														Taşoluk	1		
														Teknecik	1		
														Yeniyörük	1		
														Eskiyörük	1		
	12		17		12		2		25		5		3		38		15

Personele yönelik faaliyetler: İşletme Müdürlüğü teknik elemanları için şubat, mart ve nisan aylarında orman yangınları ve diğer ormancılık konularında eğitim çalışmaları yapılmaktadır. Bu eğitim çalışmalarında, kayıt altına alınmış yangınlarda yapılan hatalar gösterilerek, doğru ve pratik bilgiler verilmektedir.

Halka yönelik faaliyetler: Halka yönelik faaliyetler, halkın orman sevgisi ve ormanlarımızı koruma konusunda bilinçlendirmeye yöneliktir.

Genel kapsamlı bilinçlendirme faaliyetleri: Kitlelere ulaşmada etkin rol oynayan radyo ve televizyon kanallarından azami ölçüde yararlanmak amacıyla, izlenme oranı yüksek saatlerde 'Orman Kuşağı' adlı programlar düzenlenmektedir. Bunun yanında yetkililer her fırsatta yerel radyo ve televizyon programlarına katılarak halkı eğitici ve uyarıcı mesajlar vermektedir.

Silvikültürel önlemler ve Yardop (Yanan Alanların Rehabilitasyonu ve Yangına Dayanıklı Orman Tesisi Projesi) çalışmaları: Yangına hassas alanlarda, yerleşim yerleri çevresi, yol kenarları gibi yerlerde yangın riskini arttıracak ölü örtü, kesim artıkları ve çöpler imha edilerek temiz bir işletmecilik uygulanmaktadır. Bu kapsamda Gülnar Orman İşletme Müdürlüğü ekipleri düzenli olarak yangın sezonu öncesi gerekli temizlikleri ve silvikültürel çalışmaları yapmaktadır. Ayrıca enerji nakil hatları altında bulunan alanlarında temizliği yapılmaktadır.

Koçaşlı Yardop Projesi: Gülnar Orman İşletme Müdürlüğü, Büyükeceli Orman İşletme Şefliği, Gülnar-Koçaşlı Yardop sahası, doğal ormanlar ile tabii ve sun'i tensil çalışmaları ile tesis edilmiş yangına birinci derecede hassas 997,0 ha sahayı kapsamaktadır. Bu proje ile meydana gelebilecek orman yangınına söndürme ağırlıklı savaş yaklaşımı yerine, yangın tehlikesinin boyutlarını azaltacak yangın öncesi koruyucu ve önleyici önlemler olarak, ormanı yangına daha dirençli hale getirip yangın esnasında daha kolay müdahale ve mücadele imkânı sağlamak hedeflenmiştir.

Murtçukuru Yardop Projesi: Aydıncık Orman İşletme Şefliği Murtçukuru Yardop sahası, doğal ormanlar ile tabii ve sun'i tensil çalışmaları ile tesis edilmiş yangına birinci derecede hassas 972,0 ha sahayı kapsamaktadır.

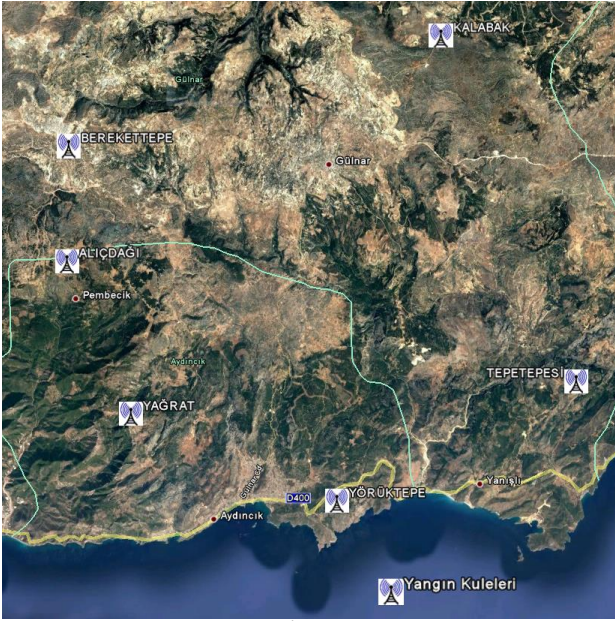
Zeyne Yardop Projesi: Zeyne Yardop proje sahası, doğal ormanlar ile tabii ve sun'i tensil çalışmaları ile tesis edilmiş yangına birinci derecede hassas 2.528,1 ha sahayı kapsamaktadır.

Yangın emniyet yolları: Gülnar Orman İşletme Müdürlüğü'nce 2014 yılı sonu itibarıyla yaklaşık 100 km yangın emniyet yolu yapılmıştır. Bunların hizmet verir durumda tutulabilmesi için gerekli olan bakımları yangın mevsimi başlamadan önce yapılmaktadır.

Yangın gözetleme kuleleri: Gülnar Orman İşletme Müdürlüğü ormanları yangın mevsimi müddetince, gözetleme kulelerinden devamlı surette gözetlenmektedir. İşletme Müdürlüğü'nün Alıçdağı, Yağrat, Yörüktepe, Berekettepe, Tepetepesi ve Kalabak olmak üzere altı adet kulesi bulunmaktadır (Şekil 3). Gözetleme etkinliğini artırmak amacıyla İşletme Müdürlüğü'ndeki altı kule yedi adet dürbün ile donatılmıştır.

Haberleşme sistemi: Gülnar Orman İşletme Müdürlüğü 1955 yılında yayınlanan 5/5151 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı gereği özel telsiz sistemine sahip bulunmaktadır. Bugün itibarıyla İşletme Müdürlüğü'nde 16 adet el telsizi, 25 adet araç telsizi, altı adet role telsizi ve 15 adet sabit telsiz olmak üzere 62 adet faal telsiz vardır.

Aydıncık, Büyükeceli ve Zeyne şeflik merkezlerinde birer adet olmak üzere toplam dört adet haber merkezi vardır. Bu haberleşme merkezlerinde kadrolu memur veya personel çalıştırılmasına özen gösterilmektedir. Haber merkezlerinde toplamda dokuz personel çalışmaktadır.



Şekil 3. Gülnar Orman İşletme Müdürlüğü gözetleme kulelerinin konumları

Ulaşım ağı: Mevcut orman yol ağı orman yangınları ile mücadelede yangına ulaşmada en temel unsuru oluşturmaktadır. Bugün itibariyle tüm ormanlık alanlarda hektar başına 8,8 m yol düşmektedir. İşletmenin yaklaşık 1300 km üretim yolu, 16 km kule yolu, 100 km yangın emniyet yolu bulunmaktadır.

Orman yolları yangın mevsimi başlangıcı olan 1 Haziran'dan önce İşletme Müdürlüğü'nün elinde bulunan bir adet greyder ve bir adet dozer, diğer yandan piyasadan ve diğer resmi kurumlardan temin edilen iş makineleri ile ulaşım tamamen açık hale getirilmektedir.

Müdahale ekipleri: Gülnar Orman İşletme Müdürlüğü, orman yangınları ile mücadelede dokuz adet arazöz, üç adet tanker arazöz ve beş adet ilk müdahale aracı çalıştırmaktadır. Ekiplerin eleman miktarı, çalışma süreleri, sorumluluk alanları genel standart esaslara göre belirlenmektedir.

Ekip elemanları yangınlara kıyafetleri düzgün, eğitim ve donanımı tam olarak gitmektedir. Ekip işçilerinde sırt çantası içinde ilk yardım malzemesi, filtreli duman maskesi, kumanya, yangın battaniyesi, yangından kaçış maskesi, gözlük, eldiven mutlaka bulundurulmaktadır. Ekipler mevcut ilk müdahale ekip binalarında konuşlandırılmaktadır. Ekiplerin merkezleri veya yıl içindeki konuşlanma yerleri ile eleman, makine ve araç sayıları olayların gelişimine göre Gülnar Orman İşletme Müdürlüğü kontrolünde değiştirilmektedir. Orman yangınlarının yoğun yaşandığı temmuz, ağustos, eylül aylarında azami sayıda işçi bulundurulmasına ve bu işçilerin daha dinamik personelden seçilmesine özen gösterilmektedir.

Araçlar: Orman yangınlarıyla mücadelede en fazla ihtiyaç duyulan kara araçlarıdır. Araçlar yangın sezonunun başlamasıyla ekiple birlikte idarece belirlenmiş yangın ekip tesislerinde konuşlandırılmaktadır.

2009 yılında, Orman Genel Müdürlüğü tarafından araç takip sistemi sayesinde orman yangını söndürme çalışmalarında kullanılan tüm araçlar başta arazözler olmak üzere hizmet vasıtaları, dozerler, treyler ve helikopterler

uzaktan takip (İnternet) edilmekte ve orman yangınları özel bir yazılım sayesinde kayıt altına alınmaktadır. Devriye ekipleri için motosikletler etkin bir şekilde kullanılmaktadır.

Arazözler: Orman Genel Müdürlüğü'nce Gülnar Orman İşletme Müdürlüğü'ne tahsis edilen dokuz adet arazöz, üç adet su ikmal aracı bulunmaktadır. Bu araçlar yangın sezonu başında belirlenen yerlere konuşlandırılmaktadır.

Orman yangınlarının söndürülmesinde kullanılan arazözlerin dikkatli, suyun ise verimli kullanılmasına özen gösterilmektedir. Bu araçların yangınlarla mücadele amacı dışında kullanılmasına asla müsaade edilmemesi konusunda idare takibini yapmaktadır. Orman yangınları ile mücadelede hayati önemi olan bu araçlar, bilgili ve yetenekli elemanlarca kullanılmakta ve personelin verim gücünü arttırmak için eğitim çalışmaları yapılmaktadır. Arazöz bakımlarının, kataloglarda belirtilen periyotlara göre eksiksiz olarak yaptırılması, tespit edilen arızaların en kısa zamanda giderilmesi sağlanmaktadır. Arazözlerde kullanılan hortum, adaptör, rekor, kelepçe, tabanca, manşon gibi ara malzemelerin her kullanımdan sonra temiz, tam ve düzenli olarak bulundurulması sağlanmaktadır. Bu malzemelerin, TSE belgesi veya uluslararası kalite normlarına uygun şartlarda olanları tercih edilmektedir.

Arazözlerde, yeni çıkan ve nokta şeklindeki yangınlara büyümeden müdahale etmek için yeterli sayıda tahra, şaplak, tırmık, balta ve baltalı kazma, yaralanmalarda kullanılmak amacıyla sağlık çantası, duman maskesi ve motorlu testere, bir günlük motorlu testere yakıtı, beş metrelik merdiven halat ve 25 litrelik su bidonu bulundurulmaktadır. Arazöz pompalarının darbelere karşı iyi korunması ve kış şartlarında içlerinde su bırakılmaması, pompanın her çalışmadan sonra içindeki suyun boşaltılması sağlanmaktadır.

Yangın ilk müdahale aracı: Orman Genel Müdürlüğü'nce Gülnar Orman İşletme Müdürlüğü'ne tahsis edilen altı adet pick-up bulunmaktadır. İlk müdahale araçlarının kasasında bulunan 350 lt su tankı, 30 lt köpük tankı ve motopomp aparatları ile 3x30 metre hortum ilavesi yapılarak toplam 130 metre mesafede orman yangınlarında hızlı ve etkin müdahale kapasiteli olup, kritik günler ve riskli yerlerde üç personel ile devriye ve müdahale hizmetinde bulunmaktadır. Yangın riskinin olduğu köylere traktöre monteli su tankı da verilmektedir.

Köpük kullanımı: Orman yangınlarında kullanılan suyun etkisini altı kat artırdığı bilinen köpük çeşitleri bulunmaktadır. Gülnar Orman İşletme Müdürlüğü'nde bulunan arazözlerde yeteri kadar A sınıfı yangın köpüğü ile köpüğü yangına tatbik etmekte kullanılan hortum başlığı (nozzle) ve oranlama aleti bulunmaktadır.

İş makineleri: Büyüme eğilimi gösteren yangınların kontrol altına alınmasında en önemli araçlardan birisi de iş makineleridir. Gülnar Orman İşletme Müdürlüğü'nde faal olarak bir adet dozer bulunmaktadır. Makine gün sonunda mutlaka akaryakıtı dolu olarak ve gerektiğinde kolay transfer edilecek yerlerde (yol kenarlarında) bekletilmektedir. Dozerler haziran, temmuz, ağustos ve eylül aylarında konuşlanma yerlerinde beklemeye alınarak, yangınla ilgili işler dışında kullanılmamaktadır. Gülnar Orman İşletme Müdürlüğü'nde bir adet greyder bulunmakta olup, orman yolları ile yangın emniyet yollarının bakımında kullanılmaktadır. Operatör eğitimlerine önem verilmekte ve bunların eğitimleri yangın mevsiminden önce

bitirilmektedir. Dozer naklinde kullanılan treyler piyasadan kiralanmaktadır.

Gülner ilçesi Yangınla Mücadele Komisyonunca alınan kararlar gereği mücadeleye katılması kararlaştırılan iş makinelerinin bulunduğu yerler ile görev alacak personelin kısa sürede bulunup yangına sevk edilmelerine yardımcı olacak bilgiler (operatör ismi, adresi, tel. no. vb.) her yıl yangın sezonu öncesinde güncellenmektedir. Gülner Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı devriye gezme için motosikletli ekipler de bulunmaktadır.

İşletme müdürlükleri kendi yörelerindeki meteorolojik verileri saat başı bölge müdürlüğüne vermekle yükümlüdür. Bu veriler sayesinde kritik zamanlarda gerekli yerlerde yangın ekipleri konuşlandırılmakta ve devriye gezmektedir. İşletmede muhtelif yerlerde çeşitli meteorolojik ölçümlerde yararlanmak üzere sabit veya seyyar ölçüm cihazları bulunmaktadır.

El aletleri: Orman yangınlarının kontrolünde ve söndürülmesinde kullanılagelen küçük el aletlerinden en üst seviyede verim alınması için TSE standardı özellikleri taşımalarına özen gösterilerek, ekiplerde 285 sayılı tebliğde belirtilen miktarlarda alet bulundurulmaktadır. Yangınların yoğunlaştığı yerlerdeki köy muhtarlıklarında ve yardım istenilen askeri birliklerde ormanın özelliğine uygun ve yeterli sayıda el aletleri bulundurulmuş, bulunduğu yerlerle, cins ve miktarları bir liste halinde yangın eylem planına konulmaktadır.

Yangın söndürme havuzları: Gülner Orman İşletme Müdürlüğü su kaynakları incelendiğinde yangın esnasında faydalanılan 22 adet su toplama çukuru, 20 adet havuz, bir adet gölet ve bir adet baraj göleti olmak üzere toplam 44 adet su kaynağı bulunmaktadır. İşletme şefliği bazında incelendiğinde ise 14 adet ile en fazla Büyükeceli Orman İşletme Şefliği'nde sonra sırasıyla sekiz adet Aydıncık, yedi adet Gülner ve Pembecik, beş adet Kuskan ve üç adet Zeyne Orman İşletme Şefliğinde su kaynağı bulunmaktadır. Bu su kaynaklarından yangın esnasında 24 tanesinden helikopter, 20 tanesinden arazözler su alabilmektedir. Gülner Orman İşletme Müdürlüğü'nün güney hudutlarını kapsayan Pembecik, Aydıncık ve Büyükeceli şeflikleri denize sınır olması sebebiyle, olası orman yangınları esnasında helikopterlerin su temininde büyük kolaylık sağlamaktadır.

Diğer kuruluşların katkıları: Gülner'da Orman Yangınları Mücadele Komisyonu nisan ayı içerisinde toplanmakta ve diğer resmi ve özel kurum ve kuruluşlarının katkıları planlanmaktadır. Ayrıca, kıymetli ve tehlikeli ormanlara giriş çıkışların düzenlenmesi ile anız yakılması yasaklanmaktadır. Yine bu konularda her kesim için gerekli görülen diğer eğitim konuları hükme bağlanmıştır. Askeri birliklerin eğitim çalışmalarının kapsamlı olarak yapılması planlanmıştır.

Orman yangınlarının davranışına, söndürme çalışmaları sırasında alınacak kararlardan yapılacak uygulamalara kadar her konuda büyük etki yapan meteorolojik koşulların izlenmesi için meteoroloji kurumu ile çok yakın iletişim içinde bulunmaktadır. Normal koşullarda iki saatte bir alınan değerler, büyük yangınlarda her yarım saatte bir alınmaktadır.

3.3. Yangına hassasiyeti etkileyen faktörler

Gülner Orman İşletme Müdürlüğü ormanları deniz seviyesinden başlayarak yükseltisi 1900 metreye kadar

ulaşan bir yörede bulunmaktadır. Dağlık alanlar ise genelde 1000 m ve daha yükseklerde yer alır. Ormanlık alanlar yükseltinin fazla olduğu, dağların denize bakan yamaçları ve kısmen de dağların ardında kalan kısımlarda yayılış göstermektedir. Ormanı oluşturan bitki türleri temel olarak kızılçam ve refakatçisi olan maki türlerinden ibarettir. Kızılçam %64 gibi bir oranla büyük bir alanı kaplamakla birlikte rakım yükseldikçe göknar, ardıç ve sedir ile karışım yapmaktadır. Kızılçam ve diğer maki elemanları, hem orman yangınlarının çıkması ve yayılmasında rol oynayan, hem de yangına müdahale esnasında işçilerin ve motorlu araçların çalışmasını zorlaştıran bir faktördür.

Gülner ormanlarında yangınlara karşı hassasiyeti etkileyen faktörlerden yerleşim alanlarının dağılımı önemli rol oynamaktadır. Gülner ilçe merkezinin hemen çevresinde yer alan mahalle ve köyler ile kırsal kesimde ve orman içinde bulunan yerleşim yerlerinde ihmal-dikkatsizlik nedeniyle çıkan yangınlar önemli bir yer tutmaktadır. Yıllar ilerledikçe kırsalda hayvancılık ve tarımla uğraşan nüfusun azalmasıyla birlikte dikkatsizlik ve ihmal kaynaklı yangın sayısında da azalma olmaktadır.

3.4. Büyük yangınların değerlendirilmesi (3 büyük yangın)

Gülner Orman İşletme Müdürlüğü ormanlarında 2005–2014 yılları arasında çıkan önemli yangınlar ve en büyük üç yangın hakkında bu bölümde detaylı bilgilere yer verilmiştir (Çizelge 8).

Yangın no: 1- Büyükeceli yangını (07.07.2008)

Mevki: Yangın, Gülner Orman İşletme Müdürlüğü, Büyükeceli Orman İşletme Şefliği Kavakoluğu köyü Yukarıkavakoluğu Mahallesi Büyükeceli serisi 41 No.lu bölmede çıkmış ve devamında Delikkaya, Korucuk, Çavuşlar, Ulupınar, Beydilli, Tepeköy ve Emirhacı köylerinde etkili olmuştur.

Çıkış tarihi ve devam süresi: Yangın 07.07.2008 pazartesi günü saat 12.07'de başlamış, 42 saat aradan sonra 09.07.2008 çarşamba günü saat 08.00 civarında kontrol altına alınmış olup, 01.09.2008 perşembe günü saat 18.00'de söndürülmüştür.

Yangının çıkış nedeni: Kavakoluğu köyü Yukarıkavakoluğu Mahallesinde bahçe temizliğinden çıkan artıkları yakan vatandaşın ihmali sonucu ateşin rüzgâr nedeniyle ormana sıçramasıdır.

Çizelge 8. Gülner Orman İşletme Müdürlüğü'nde çıkan büyük yangınlar (2005-2014)

Şefliği	Köyü	Yanan alan (ha)	Tarih	Çıkış nedeni
Aydıncık-Pembecik	Gözsüzce	911	16.07.2007	ENH
Büyükeceli-Gülner	Kavakoluğu	5.037	07.07.2008	İhmal
Sarıayla	Ovabaşı	63	06.08.2012	Meçhul
Büyükeceli	Beydilli	196	22.08.2012	Meçhul
Aydıncık	Eskiyörük	171	02.09.2012	İhmal
Büyükeceli	Kavakoluğu	143	27.07.2013	Meçhul
Zeyne/Gökbelen	Zeyne	104	29.07.2013	Sigara

Yangın başlangıcı ve gelişmesi: Yangın ormana sıçradığı andan itibaren Kavakoluğu köyü ve Yukarıkavakoğlu Mahallesi ile Korucuk köyünü tehdit etmiş, söndürme çalışmaları bu kısımlara yoğunlaştırılmıştır. Yangının başlangıcından itibaren 2 saat içerisinde iki vatandaş dumandan zehirlenerek ölmüştür.

Yangının birden çok uç ve cephesinin olması, uç noktalarının yerleşim yerleri ile ziraat arazilerini tehdit etmesi ve yakması, rüzgârın 60 km/s hızla esmesinden dolayı, yangın yollarda kurulan müdahale cephelerini engel tanımadan aşmış, saat 14.30 civarında kuzeydoğuda Korucuk köyü, batıda Delikkaya köyü, kuzeybatıda Kavakoluğu köyü, doğuda Çavuşlar köyü ve Lapa Mahallesine ulaşmıştır. Yangın, gündüz 32 °C sıcaklık, %35 gibi düşük nem koşullarında kolaylıkla büyümüştür (Bilgili vd., 2010). Saat 18.00-19.00 civarında kuzeydoğuda Korucuk köyü-Arapini-Deveboynu hattı, batıda Delikkaya köyü üzeri-Yellibel hattı, doğuda Çavuşlar-Lapa-Mutçukuru hattı, güneyde Tepekulesi yolu-Kereste Beleni mevki-Küredere'sine inen hatta oluşturulan müdahale cephelerinde, 08.07.2008 salı günü sabah saatlerinde kuzey ve güney cephelerinde tamamen, doğu cephesinde de bir hat hariç olmak üzere üç yönde yangının ilerleme hızı yavaşlatılarak kısmen kontrol altına alınmıştır. Saat 08.00 civarında güneybatı, batı ve kuzeybatı yönlerinde ilerleyen yangın, batıda Azıtepe mevki, kuzeybatıda Emirhacı köyü ve Gülnar ilçesi istikametine yönelmiştir. Azıtepe-Beydilli köyü istikametindeki yangın, arazi yapısı, yanıcı madde özelliği ve çok şiddetli esen rüzgâr sebebiyle sıcak hava akımı derecikler içerisinde baca etkisi yapmış, kuzey-güney istikametinde tepeye doğru hızla ilerleyen alev topu şeklindeki yangın ucu, Azıtepe üzerinde 214 No.lu bölme içerisindeki doğu-batı istikametinde ilerleyen yangına müdahale eden ekiplerin üzerine doğru gitmiş, kaçış yollarını kapatarak 2 adet arazöz ile bir adet hizmet aracının yanmasına sebep olmuştur. 19 personel de daha öncede kısmen söndürülen yanan saha içerisine kaçarak son anda canlarını kurtarmışlardır.

Yangın türü: Yangının başlangıcından söndürülmesine kadar geçen süre içerisinde tepe yangını şeklinde bir seyir göstermiştir.

Yanan alan ve zarar: Yangında 5037 hektar orman alanı tamamen yanmıştır. Yangın sonucunda meydana gelen zarar miktarı yanan ağaçların piyasa değeri, ağaçlandırma bedeli ile yangının söndürülmesi sırasında katma bütçeden yapılan masraflar dâhil olmak üzere toplam 22.085.375,34 TL'dir.

Yangın öncesi ve yangın esnasındaki hava koşulları: Yangın günü rüzgâr hızı ortalama 65-70 km/s, rüzgâr yönü kuzey, ortalama nispi nem %17, en yüksek sıcaklık 32 °C'dir. Devam eden günde ise rüzgâr hızı ortalama 25-30 km/s, hâkim rüzgâr yönü kuzey ve ortalama nispi nem %20'dir.

Yanıcı madde tipleri: Yangından önce alan genç normal koru ormanından ibaret olup meşcere tipi ise Çza3, Çzab, Çzc1, Çzcd2'dir. Yangın alanının hâkim ağaç türü Çz (*Pinus brutia*)'dir.

Arazi koşulları: Yangın sahası oldukça geniş olduğu için başlangıç noktası ile ilerleyiş yönünde yükselti farkı (500-1000 m) çok fazladır. Arazi sarp ve meyilli bir yapıda olup eğim %30-70 arasında değişmektedir.

Yangın söndürme organizasyonu: Yangın haberini takiben yangına ilk müdahale saat 12.20'de 52 kodlu arazöz ekibi tarafından yapılmış, ancak şiddetli rüzgârdan dolayı

yangının ormana ilerleyişi engellenememiştir. Arazöz ekibinin verdiği bilgiler doğrultusunda yangına İşletme Müdürü, Büyükeceli Orman İşletme Şefi ve beraberinde 51 ve 55 kodlu arazözler katılmıştır. Rüzgârın şiddeti ile arazinin dik ve meyilli bir yapıda oluşu yangın söndürme çalışmalarını olumsuz yönde etkilemiş ve yangın büyümüştür. Daha sonra orman işletme müdürlüğü çapında bir müdahale gerektirmesi dolayısıyla çok sayıda teknik eleman, memur, söndürme işçisi, mükellef ile jandarma birlikleri de söndürme çalışmalarına iştirak etmiştir. Böylece yangının başlangıcından söndürülmesine kadar geçen süre içerisinde söndürme çalışmalarına ekiplerin yanı sıra Orman Genel Müdürü, Koruma Daire Başkanı, Mersin Orman Bölge Müdürü, Mersin Orman Bölge Müdür Yardımcısı, Koruma Şube Müdürü, Gülnar Orman İşletme Müdürü ile çok sayıda teknik eleman, işçi, mükellef ve asker katılmıştır.

Diğer hususlar: Yangın söndürme çalışmalarına 50 mahalli yönetici, 100 teknik eleman, 70 orman muhafaza memuru, 1000 söndürme işçisi, 1200 mükellef, 20 polis ve 50 jandarma olmak üzere toplam 2490 kişi katılmıştır. Yangında bir uçak, yedi helikopter, beş büyük kamyon, 120 arazöz, 14 treyler, 15 greyder, 10 loder, 14 dazer olmak üzere 186 iş makinası ile 60 pikap, 10 kamyonet, 50 minibüs, 10 kamyon, 10 otobüs, 50 traktör olmak üzere 210 küçük taşıt görev almıştır. Yangın esnasında Kavakoluğu köyünden iki vatandaş dumandan zehirlenerek yaşamını yitirmiştir. Bunun yanında ev ve tarım arazileri zarar görmüştür.

Yangın kuzeyden esen kurutucu poyraz rüzgârının etkisiyle güney yönde hızla ilerlemiş ve yoğun yanıcı madde ve arazi koşullarının müdahaleyi güçleştirmesi nedeniyle yangın büyümüştür. Yanan sahanın tekrar ağaçlandırması klasik yöntemle yapılmamış, Yardop projesi kapsamında ele alınarak yangına dayanıklı bir ormanın tesisi gerçekleştirilmiştir.

Yangın no: 2- Pembecik yangını (16.07.2007)

Mevki: Yangın Gülnar Orman İşletme Müdürlüğü, Pembecik ve Aydınçık Orman İşletme Şefliği Karadere, Gözsüzce ve Yenikaş köylerinin de içinde bulunduğu Aydınçık serisinin 320-321, Pembecik serisinin 166, 175, 180 ve 191 No.lu bölmelerinde etkili olmuştur.

Çıkış tarihi ve devam süresi: Yangın 16.07.2007 günü saat 15.45'te başlamış, 65 saat devamından sonra 19.07.2007 günü saat 08.45'te kontrol altına alınmıştır.

Yangının çıkış nedeni: Yangının çıkış nedeni enerji nakil hattıdır (ENH).

Yangın türü: Yangının başlangıcından söndürülmesine kadar geçen süre içerisinde tepe yangını şeklinde bir seyir göstermiştir.

Yanan alan ve zarar: Yangında 911 hektar orman alanı tamamen yanmıştır. Yangın söndürme çalışmaları esnasında bir adet arazöz tamamen ve bir adet arazöz kısmen yanması sonucu iki araç zarar görmüştür. Yangın sonucunda meydana gelen zarar miktarı, yanan ağaçların piyasa değeri, ağaçlandırma bedeli ile yangının söndürülmesi sırasında katma bütçeden yapılan masraflar dâhil olmak üzere toplam 2.102.821,35 TL'dir.

Yangın öncesi ve yangın esnasındaki hava koşulları: Kayıtlara göre yangın günü ve devamında rüzgâr hızı ortalama 65 km/s, rüzgâr yönü kuzey, ortalama nispi nem %20, en yüksek sıcaklık ise ortalama 30 °C'dir.

Yanıcı madde tipleri: Yangından önce normal koru ormanından ibaret olan sahada, meşcere tipi muhtelifdir. Yangın alanının hâkim ağaç türü *Çz (Pinus brutia)*'dir.

Arazi koşulları: Yangın sahasının yükseltisi 0–350 m'dir. Arazi sarp ve meyilli bir yapıdadır. Arazinin bakışı güney yönlüdür.

Yangın söndürme organizasyonu: Yangın haberini takiben yangına ilk müdahale saat 16.00'da yapılmıştır. Yangın rüzgârın şiddeti, arazinin dik ve meyilli bir yapıda oluşu söndürme çalışmalarını olumsuz yönde etkilemiş ve yangın büyümüşür. Daha sonra orman işletme müdürlüğü çapında bir müdahale gerektirmesi dolayısıyla çok sayıda teknik eleman, memur, söndürme işçisi, mükellef ile jandarma ve polis birlikleri de söndürme çalışmalarına iştirak etmiştir.

Diğer hususlar: Bu yangının söndürme çalışmalarına 4 mahalli yönetici, 38 teknik eleman, 16 orman muhafaza memuru, 470 söndürme işçisi, 1000 mükellef, 10 polis ve 20 jandarma olmak üzere toplam 1558 kişi katılmıştır. Yangında 2 uçak, 7 helikopter, 70 arazöz, 5 treyler, 2 greyder, 2 loder, 5 dozer olmak üzere 93 adet iş makinası ile 24 pikap, 5 kamyonet, 2 minibüs, 2 kamyon, 1 otobüs, 2 traktör, 10 diğer (taksi) olmak üzere 64 küçük taşıt görev almıştır. Söndürme çalışmaları sırasında ölen ya da yaralanan yoktur.

Yangın no: 3- Beydili yangını (22.08.2012)

Mevki: Yangın Gülnar Orman İşletme Müdürlüğü, Büyükeceli Orman işletme Şefliği Beydili köyünün Pamucak mevkiinde 287 ve 289 No.lu bölmelerde başlamış ve devamında 288, 290, 291,320, 321, 322, 323, 324, 345 ve 347 No.lu bölmelerde etkili olmuştur.

Çıkış tarihi ve devam süresi: Yangın 22.08.2012 günü saat 17.55'te başlamış, 44 saat 5 dakika devamından sonra 24.08.2012 günü saat 14.00'de kontrol altına alınmıştır.

Yangının çıkış nedeni: Yangının çıkış nedeni belirlenememiştir.

Yangın türü: Yangının başlangıcından söndürülmesine kadar geçen süre içerisinde tepe yangını şeklinde bir seyir göstermiştir.

Yanan alan ve zarar: Yangında 196 hektar orman alanı tamamen yanmıştır. Yangın sonucunda meydana gelen zarar miktarı yanan ağaçların piyasa değeri, ağaçlandırma bedeli ile yangının söndürülmesi sırasında katma bütçeden yapılan masraflar dâhil olmak üzere toplam 636.945,12 TL'dir.

Yangın öncesi ve yangın esnasındaki hava koşulları: Kayıtların incelenmesinden yangın günü ve devamında rüzgâr hızı gündüzleri ortalama 20 km/s, rüzgâr yönü güneybatı, geceleri ortalama 25 km/s hızında ve kuzey yönünde eserken, nispi nem %27, en yüksek sıcaklık ise ortalama 25 °C'dir.

Yanıcı madde tipleri: Yangından önce alan normal ve bozuk koru ormanından ibaret olup meşcere tipi ise *Çzc1, Çzc3, Çzc, Çzcd1 ve BÇz'*dir. Yangın alanının hakim ağaç türü *Çz (P. brutia)*'dir.

Arazi koşulları: Yangın sahasının yüksekliği 0-450 m arasındadır. Arazi sarp ve meyilli bir yapıdadır. Eğim ortalama %55 ve arazinin bakışı güney yönlüdür.

Yangın söndürme organizasyonu: Yangın haberini takiben yangına ilk müdahale saat 18.15'te Büyükeceli Orman İşletme şefi ile beraberinde bir arazöz ve bir su tankı ekibi tarafından yapılmıştır. Rüzgârın şiddeti, arazinin dik

ve meyilli bir yapıda oluşu söndürme çalışmalarını olumsuz yönde etkilemiş ve yangın büyümüşür. Daha sonra çok sayıda teknik eleman, memur, söndürme işçisi, mükellef ile jandarma birlikleri de söndürme çalışmalarına iştirak etmiştir.

Diğer hususlar: Bu yangının söndürme çalışmalarına 6 mahalli yönetici, 45 teknik eleman, 20 orman muhafaza memuru, 300 söndürme işçisi, 485 mükellef ve 20 jandarma olmak üzere toplam 876 kişi katılmıştır. Yangında 4 uçak, 4 helikopter, 41 arazöz, 6 treyler, 4 greyder, 6 dozer olmak üzere 65 adet iş makinası ile 20 pikap, 15 minibüs, 10 traktör, 14 su ikmal aracı, 13 diğer (ilk müdahale aracı) olmak üzere 72 küçük taşıt görev almıştır. Söndürme çalışmaları sırasında ölen ya da yaralanan olmamıştır

4. Sonuç ve öneriler

Ülkemizde orman yangınlarına ait kayıtlar 1937 yılından itibaren tutulmaya başlanmıştır. 2016 yılı sonuna kadar ülkemizde 101.088 adet orman yangını meydana gelmiş ve 1.662.033 ha alan zarar görmüştür. Uzun dönem ortalamasına göre bir yangında yanan ortalama alan miktarı 16,19 ha olmuştur. Bu değer 1990'lı yılların ortalarından itibaren ortalama 5,0 hektarın altına düşmüştür. Bazı yıllar meydana gelen bir ya da birkaç büyük yangın ortalama yükseltmektedir. Örneğin 2008 yılında meydana gelen büyük yangınlar sebebiyle bu yıla ait ortalama 13,93 ha olarak gerçekleşmiştir. Mersin Orman Bölge Müdürlüğü'nde 2005-2014 döneminde 887 adet yangın çıkmış ve 7.562 ha alan zarar görmüştür. Bu dönemde ortalama yangın başına yanan alan 8,52 ha olmuştur (Anonim, 2017).

Mersin ormanları yapılan sınıflandırmaya göre genel olarak yangına birinci derecede hassastır. Hassasiyet zaman ve mekâna bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Örneğin; Taşköprü Orman İşletme Müdürlüğü'nde orman işletme şefliklerinin 1962-1982 ve 1983-2003 dönemlerine ait yangın hassasiyet derecelerinin incelendiği çalışmada dönemsel olarak hassasiyetin değiştiği ve çoğunlukla ormanların giderek yangına daha riskli hale geldiği anlaşılmıştır (Küçük ve Ünal, 2005). Bu nedenle bir orman işletme müdürlüğünde alınacak önlemlerin yeterli düzeyde olması için yangına hassasiyetin öncelikle göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Ülkemizde 2012-2015 döneminde çıkan orman yangınlarının nedenleri Bölge Müdürlükleri itibarıyla incelendiğinde Mersin Orman Bölge Müdürlüğü enerji nakil hatları, avcılık ve trafik kaynaklı yangınlarda ilk sırada, sigara kaynaklı yangınlarda üçüncü sırada yer almaktadır (Anonim, 2017).

Yangın kayıt defterlerinden sağlanan 2005-2014 yılları arasındaki yangın verilerine göre Gülnar Orman İşletme Müdürlüğü ormanlarında 129 adet yangın çıkmış, bu yangınlar sonucu 6.725,1 hektar orman alanı yanmıştır. İşletme Müdürlüğü ormanlarında yangın sezonunun haziran-ekim aylarını kapsadığı belirlenmiştir. Yangınlar haziran ayında artmaya başlamakta, ağustos, eylül aylarında maksimum değerlere ulaşmakta ve ekim ayı sonuna doğru tekrar azalma eğilimine girmektedir. Ağustos ayı 26 adet yangınla yangınların en çok çıktığı ay olarak dikkati çekmiştir.

Büyükeceli Orman İşletme Şefliği Kavakoluğu köyü Yukarıkavakoluğu Mahallesi, Büyükeceli serisi 41 No.lu

bölmede çıkan devamında da Delikkaya, Korucuk, Çavuşlar, Ulupınar, Beydilli, Tepeköy ve Emirhacı köylerini etkileyen ve 5.037 ha orman alanının yanmasına sebep olan yangın ülkemizin dördüncü büyük yangını olarak kayıtlara geçmiştir (Gözükara, 2009).

Yörede çıkan üç büyük yangınının büyümesinin nedenleri incelendiğinde kuvvetli rüzgâr, düşük nem ve genç meşcerelerin yoğunluğu öne çıkmaktadır. Örneğin, Büyükeceli yangınında rüzgâr 70 km/sa, nem %17 dolayında olup yanan ormanlarının %55'i Çza ve Çzab meşcereleri oluşturmaktadır. Bu yangında yanan sahanın %35'i c ve d çağı meşcereler oluştururken %10 oranında bozuk orman etkilenmiştir (Gözükara, 2009).

Ülkemizde 1999-2009 yılları arasında çıkan orman yangınlarının nedenleri arasında enerji nakil hatları %3,4'lük bir orana sahip olup, toplam yanan alanın %26'sı gibi büyük bir kısmını oluşturmaktadır (Bilgili vd., 2010). Pembecik Orman İşletme Şefliği'nde 2007 yılında ENH kaynaklı çıkan yangın ikinci büyük yangın olarak kayıtlara geçmiştir.

Nüfus yoğunluğu, turizm ve rekreasyon alanları, Bozyazı-Silifke ana yol güzergahı, çoban ateşi, çobanlar arası hasımlık, tarımsal faaliyetler, anız yakma, zeytincilik ve yerleşim alanlarının konumları gibi faktörlerden biri veya birkaçının etkisi ile yangına hassasiyetin arttığı görülmüştür. Denizden yer yer değişmekle birlikte ortalama 17 km genişlikteki sahil bandında yangın sayısının yüksek olduğu dikkati çekmektedir. Gerek sayı gerekse alansal olarak yangına hassas olan ve yoğun ormancılık faaliyetlerinin yapıldığı düşük yükselteli genç kızılçam ormanlarında geniş monokültür ibrelî ormanların varlığı, yanıcı maddenin yatay ve dikey olarak sürekliliği yangın riskinin yükselmesine neden olduğu tespit edilmiştir.

Ancak yangın koruma ve savaş organizasyonlarında başarılı uygulamalar sayesinde (2008 büyük yangını hariç) yanan alan miktarı fazla olmamıştır. Yangın başına düşen ortalama yanan alan miktarı genel olarak düşüş eğilimi göstermektedir. Bunda çıkan bir yangının görülmesinden itibaren, yangının kontrol altına alınması ve söndürülmesine kadar geçen sürede tecrübeli teknik personel ile arazöz ve söndürme ekiplerinin gayretli çalışmaları önemli rol oynamaktadır.

Gülner Orman İşletme Müdürlüğü'nde yangınları sayı ve zarar verdikleri alan bakımından daha da azaltılabilmek için aşağıdaki hususların titizlikle uygulanması önemli görülmüştür.

- Teknik elemanlara yönelik eğitimler daha sık yapılmalıdır.
- Teknik personelin de arazöz, su tankeri ve ilk müdahale araçlarını ve bu araçlara ait her türlü tertibatı kullanabilecek şekilde eğitimlerinin yapılması gereklidir.
- İşçi eğitimlerinde, işçilerin eğitim durumları dikkate alınarak, eğitimler daha anlaşılır ve basite indirgenerek sık yapılarak akılda kalıcı olması sağlanmalıdır.
- Haziran-ekim dönemini kapsayan beş aylık yangın sezonu boyunca yangın koruma ve savaş organizasyonu her an hazır durumda bulunmalıdır.
- Çocuklara yönelik tiyatro, seminer gibi eğitimlerin daha sık yapılması sağlanmalıdır.
- Orman köylülerine yönelik yapılan eğitim faaliyetlerinin yanında orman köylüsünün refah düzeyini arttıracak projeler düzenlenerek halk bu hususta yönlendirilmelidir.

- Orman içi dinlenme yerleri ve ormanla iç içe bulunan turizm tesislerinde bir yangın söndürme ekibi veya arazöz ekibi bulundurma zorunluluğu getirilmelidir.
- Orman yol şebeke ağları tamamlanarak bütün yolların bakımı gerekirse araç kiralatarak yangın sezonundan önce eksiksiz yapılmalıdır.
- Yangın emniyet yol ve şeritleri arttırılmalı, bakımları da belli periyotlarda eksiksiz yapılmalıdır.
- Yangın riskinin yüksek olduğu yerlerde daha geç yanan geniş yapraklı türlerden yangını yavaşlatacak zonlar tesis edilmelidir.
- Ana yol kenarlarında yapılan yanıcı maddeyi azaltmaya yönelik temizliklere daha çok önem verilmelidir.
- Kulelerde gözetleme yapan personelin yaşam standartları iyileştirilerek moral ve motivasyonlarına katkı sağlanmalıdır.
- Bütün kulelere imkânlar ölçüsünde elektrik ulaştırılarak uzaktan algılamalı kamera sistemleri yaygınlaştırılmalıdır.
- Haberleşmede konuşması düzgün ve herkesçe anlaşılır eğitimli personeller tercih edilmelidir.
- İlk müdahale ekiplerinin konaklama ve dinlenme alanları temiz bakımlı ve modern binalar haline getirilerek moral ve motivasyon sağlanmalıdır.
- Yangın müdahale timleri oluşturulurken genç, çevik ve dayanıklı işçiler tercih edilmelidir.
- Yangına hassas yerlerde daha fazla bekleme noktaları oluşturularak seyyar müdahale ekipleri konuşlandırılmalıdır.
- Her türlü araç alet ve ekipmanların bakımları zamanında yapılmalıdır.
- Havuz ve göletlerin sayısı arttırılarak sezondan önce var olan havuz ve göletlerin temizliği yapılmalıdır.
- Hava araçlarında yörenin topoğrafik yapısını iyi bilen personeller görevlendirilmelidir.
- İşletme Müdürlüğü için tutuşma riski haritalarının oluşturulması, yangın yöneticilerinin yangın önleme ve mücadele planlamalarını daha planlı ve verimli yapmalarına imkân verecek ve karar destek sistemi vazifesi görecektir. Bölgesel olarak yapılacak olan tutuşma risk haritaları ile yangın riskinin yüksek olduğu alanlara daha fazla yoğunlaşmak suretiyle yangınla mücadele konusunda çok daha etkin önlemler alınabilecektir.
- Yangın riski yüksek olan mevcut kızılçam gençlik sahaları ile yeni tesis edilecek ormanlarda, %20 oranında geniş yapraklı türlerle karışım sağlanarak orman bloklara ayrılmalıdır.
- Kızılçam işletme sınıfında, büyük blok gençleştirme sahaları oluşturulmamalı, gençleştirmeye ayrılan kızılçam ormanları en az 200 m'lik yaşlı orman bandı ile kesintiye uğratılmalı ve tesis edilen gençlikler c çağına gelinceye kadar yaşlı orman bandı muhafaza edilmelidir.
- Genç kızılçam ormanlarında kapalılığı kırmadan, kuvvetli alçak aralama yapılmalıdır.
- Yerleşim yerlerinin çevrelerinde yangına dirençli yapraklı türlerle yeşil bant oluşturulmasına devam edilmelidir.
- Yangına hassas genç ormanlarda yangına müdahale cephesi yapımına devam edilmelidir.
- Yangın emniyet yolları, su toplama çukurları yapımı ve yol kenarı bakımlarına devam edilmelidir.
- Yangın nedenleri incelendiğinde özellikle Aydınçık Orman İşletme Şefliği'nde rüzgârın etkili olduğu, yangına

hassas ormanlardaki enerji nakil hatlarının yer altına alınmasının sağlanması ve enerji nakil hatlarının teknik bakımlarının periyodik olarak yapılması ve yenilenmesi gerekmektedir. Hatların altında yanıcı madde örtü temizliğinin yangın sezonu başında düzenli yapılması önemlidir.

Teşekkür

4115-YL1-14 No.lu proje ile çalışmayı destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Anonim, 2016. İlçemiz. <http://www.gulnar.gov.tr/>, Erişim: 22.01.2017.
- Anonim, 2017. 2016 Yılı Orman Yangınları İle Mücadele Faaliyetleri Değerlendirme Raporu. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Bilgili, E., Baysal, İ., D. Durmaz, B., Sağlam, B., Küçük, Ö., 2010. Türkiye'de 2008 yılında çıkan büyük orman yangınlarının değerlendirilmesi. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Cilt: III, 1270-1279.
- Doğan, N., 2009. Orman Yangın Yönetimi ve Yangın Silvikültürü, 152s, Ankara.
- Duran, C., 2014. Mersin ilindeki orman yangınlarının başlangıç noktalarına göre mekânsal analizi (2001-2013). Ormancılık Araştırma Dergisi, 1(1): 38-49.
- Gözükara, M., 2009. Gülnar orman yangını değerlendirilmesi. I. Orman Yangınları ile Mücadele Sempozyumu. Antalya, 216-223.
- Küçük, Ö., Ünal, S., 2005. Yangın hassasiyet derecesinin belirlenmesi: Taşköprü Orman İşletme Müdürlüğü örneği. Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 6(1-2): 28-34.
- Küçükosmanoğlu, A., 1987. Türkiye Ormanlarında Çıkan Yangınların Sınıflandırılması ile Büyük Yangınların Çıkma ve Gelişme Nedenleri. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, 662(28): VI+245.
- OGM, 2016. Gülnar Orman İşletme Müdürlüğü tanıtımı. Orman Genel Müdürlüğü, Mersin Orman Bölge Müdürlüğü, <http://mersinobm.ogm.gov.tr/GulnarOIM/Sayfalar/default.aspx>, Erişim: 24.01.2017.

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.

Article in periodical journals / Periyodik dergilerde makale

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

Sarkaya, A.G., Fakir, H., 2016. The morphological and distribution areas characteristics of native *Phlomis* L. (Lamiaceae) taxa in the Lakes District, Turkey. *Turkish Journal of Forestry*, 17(2): 85-93, DOI: 10.18182/tjf.45620.

Book / Kitap

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

Geray, A.U., 1998. *Ekonomi*. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yayın No: 3870/430, İstanbul.

Reference to a chapter in an edited book / Kitapta bölüm

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

Alkan, H., 2007. Devlet orman fidanlık işletmeleri (DOFİ)'nde maliyet yönetimi ve pazarlama. Yahyaoglu, Z., Genç M. (Ed.), *Fidan Standardizasyonu*, Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yayın No:75, Isparta, s. 493-548.

Thesis and dissertation / Tez

Gurlevik, 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.

Ok, K., 1997. Aynı yaşlı ormanlarda kesim düzeninin ekonomik analizi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Conference proceedings / Konferans bildirisi

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 2002, İzmit, Turkey, pp. 67-74.

Erdin, K., Şentürk, N., Yeşil, A., Koç, A., Selik, C., Yener, H., Yılmaz, Y., Atıcı, E., 1994. Nasıl bir orman bilgi sistemi (ORBİS)? 1.Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, 18-20 Ekim 1994, Trabzon, s. 136-141.

Electronic reference / Elektronik kaynak

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, 2015. Bal ormanları. Orman Genel Müdürlüğü, Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Dairesi Başkanlığı, Ankara, <http://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Dokumanlar/Bal%20Ormanlar%C4%B1.pdf>, Erişim: 06.03.2015.

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.

